

## СОДЕРЖАНИЕ

### ФЛОРИСТИКА И ОХРАНА РАСТЕНИЙ

<i>Васюков В. М., Сенатор С. А., Саксонов С. В., Зибзеев Е. Г., Королюк А. Ю.</i> Материалы к флоре памятника природы «Дьяковский лес» (Саратовская область) .....	3
---	---

### ИНТРОДУКЦИЯ РАСТЕНИЙ И БОТАНИЧЕСКОЕ РЕСУРСОВЕДЕНИЕ

<i>Дурнова Н. А., Шереметьева А. С., Тяпкина Д. А.</i> Сравнение митоз- модифицирующей активности настоев эфирномасличных растений семейства <i>Lamiaceae</i> .....	19
<i>Липпонен И. Н., Гончарова О. А., Полоскова Е. Ю.</i> Интродукция видов <i>Radus</i> Mill. в Полярно-альпийском ботаническом саду-институте им. Н. А. Аврорина .....	36

### СТРУКТУРНАЯ БОТАНИКА, ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ

<i>Касаткин М. Ю., Степанов С. А.</i> Спектральные характеристики тканей побега <i>Mimosa pudica</i> L. ....	52
<i>Ханадеева М. А., Старичкова Н. И.</i> Создание набора сортов яровой мягкой пшеницы, различающихся по признаку «содержание лектина в зерне» .....	68

## CONTENS

### FLORISTICS AND PLANT PROTECTION

*Vasjukov V. M., Senator S. A., Saksonov S. V., Zibzeev E. G., Korolyuk A. Yu.*  
Materials to the flora of natural monument «Diakovskiy forest» (Saratov region) ... 3

### INTRODUCTION OF PLANTS AND BOTANICAL RESOURCES

*Durnova N. A., Sheremetyeva A. S., Tyapkina D. A.* Comparison of the mitosis  
modifying activity of infusion plants containing essential oils of Lamiaceae ..... 19  
*Lipponen I. N., Goncharova O. A., Poloskova E. Yu.* Introduction of *Padus*  
Mill. species in the Polar-Alpine Botanical Garden-Institute ..... 36

### STRUCTURAL BOTANY, PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY OF PLANTS

*Kasatkin M. Yu., Stepanov S. A.* Spectral characteristics of *Mimosa pudica* L.  
shoot tissues ..... 52  
*Chanadeeva M. A., Starichkova N. I.* Creation of a set of varieties of spring  
soft wheat differing on the mark of "lectin content in grain" ..... 68

## ФЛОРИСТИКА И ОХРАНА РАСТЕНИЙ

УДК 581.9 (470.44)

### МАТЕРИАЛЫ К ФЛОРЕ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «ДЯКОВСКИЙ ЛЕС» (САРАТОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

**В. М. Васюков<sup>1</sup>, С. А. Сенатор<sup>1</sup>, С. В. Саксонов<sup>1</sup>, Е. Г. Зибзеев<sup>2</sup>,  
А. Ю. Королюк<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Институт экологии Волжского бассейна РАН  
Россия, 445003, Тольятти, ул. Комзина, 10  
E-mail: vvasjukov@yandex.ru*

<sup>2</sup> *Центральный сибирский ботанический сад СО РАН  
Россия, 630090, Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101  
E-mail: egzibzeev@gmail.com*

Поступила в редакцию 03.09.2018 г., принята 22.10.2018 г.

Приводятся сведения о флористическом разнообразии памятника природы «Дьяковский лес» (Саратовская область) – островного массива сосновых и сосново-широколиственных лесов, расположенного на песчано-глинистых отложениях р. Еруслан в переходной полосе между сухими и опустыненными степями. Всего зарегистрировано 289 видов сосудистых растений, относящихся к 60 семействам и 204 родам. Впервые для Саратовской области приводятся *Betula borysthena* Клоков и *Stellaria subulata* Boeber ex D.F.K. Schldl. Выявлено произрастание 10 видов сосудистых растений, занесенных в Красную книгу Саратовской области (2006): *Astragalus wolgensis* Bunge, *Betula pubescens* Ehrh., *Ephedra distachya* L., *Fritillaria ruthenica* Wikstr., *Glycyrrhiza glabra* L. s.l., *Iris pumila* L., *Pulsatilla pratensis* Mill., *Salix rosmarinifolia* L., *Thelypteris palustris* Schott, *Viola ambigua* Waldst. et Kit. Представленные материалы дополняют сведения о флоре Саратовско-Заволжья и памятника природы «Дьяковский лес», а также могут служить основой мониторинга флоры и растительности.

**Ключевые слова:** флора, сосудистые растения, Дьяковский лес, Еруслан, Саратовская область.

DOI: 10.18500/1682-1637-2018-3-3-18

Флора и растительность Приерусланских песков издавна привлекала внимание большого числа ботаников – здесь работали В. С. Богдан, Д. Г. Виленский, Д. Е. Янишевский, А. Д. Фурсаев, Л. И. Казакевич, И. И. Худяков, А. О. Тарасов, А. К. Скворцов, Ю. Е. Алексеев, Л. П. Худякова, С. И. Гребенюк, В. И. Горин, Е. А. Киреев, В. А. Сагалаев, А. Г. Еленевский, Ю. И. Буланый, Т. Б. Решетникова, М. А. Березуцкий и др.

Особое внимание исследователи уделяли Дьяковскому (Салтовскому) лесному массиву, расположенному в переходной полосе между сухими и опустыненными степями на песчано-глинистых отложениях р. Еруслан. Растительный покров этой территории представлен псаммофитностепными, луговостепными и луговыми типами растительных сообществ, а сам лесной массив представляет собой сочетание разрозненных березовых, дубовых, осиновых колков и посадок сосны обыкновенной. Более подробную информацию о ландшафтных условиях и растительном покрове Дьяковского лесного массива можно найти в работе С. А. Шиловой и В. В. Неронова (2010). В настоящее время эта территория объявлена комплексным памятником природы регионального значения (Особо охраняемые..., 2007).

Дьяковский лес – самый южный островной лесной массив в Европейской России, имеющий, вероятно, реликтовое происхождение (Тарасов, Горин, 1986; Шилова, Неронов, 2010). Его флористическое разнообразие оценивается в 435 (Тарасов, Горин, 1986) – 556 (Неронов, Шилова, 2010; Неронов, Проскура, 2012) видов. Несмотря на большой интерес исследователей, до настоящего времени единая флористическая сводка по Дьяковскому лесу отсутствует.

Нами 20 – 22 мая 2018 г. во время XVI экспедиции-конференции лаборатории проблем фиторазнообразия Института экологии Волжского бассейна РАН проводились флористические и фитоценотические исследования комплексного памятника природы «Дьяковский лес» в юго-западных окрестностях села Дьяковка Краснокутского района Саратовской области, в основном, на пойменных и надпойменных террасах реки Еруслан.

В результате исследований выявлено 289 видов сосудистых растений, в том числе новые для Саратовской области *Betula borysthénica* и *Stellaria subulata*. Часть обнаруженных растений указывалась ранее в литературе (Флоре Юго-Востока..., 1927 – 1936; Худяков, 1945; Та-

## К ФЛОРЕ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «ДЬЯКОВСКИЙ ЛЕС»

расов, Горин, 1986; Киреев, Горин, 1994; Киреев, 2004; Шилова, Неронов, 2010; Неронов, Проскура, 2012; Невский, Давиденко, 2014).

Ниже приведен конспект флоры. Гербарные образцы, собранные авторами, переданы в MW, PVB, NS. Номенклатура таксонов приведена, в основном, в соответствии с IPNI (<http://www.ipni.org>). Знаком «\*» отмечены виды, занесенные в Красную книгу Саратовской области.

### ACERACEAE

*Acer negundo* L.  
*Acer tataricum* L.

### ALLIACEAE

*Allium lineare* L.  
*Allium tulipifolium* Ledeb.

### APIACEAE

*Eryngium planum* L.  
*Falcaria vulgaris* Bernh.  
*Ferula caspica* M. Bieb.  
*Libanotis sibirica* (L.) C.A. Mey.  
*Oreoselinum nigrum* Delarbre  
*Silaum silaus* (L.) Schinz et Thell.  
*Xanthoselinum alsaticum* (L.) Schur

### ARISTOLOCHIACEAE

*Aristolochia clematitis* L.

### ASPARAGACEAE

*Asparagus officinalis* L.  
*Asparagus polyphyllus* Steven

### ASTERACEAE

*Achillea collina* (Becker ex Rchb. f.)  
Heimerl  
*Achillea leptophylla* M. Bieb.  
*Achillea nobilis* L.  
*Anthemis subtinctoria* Dobrocz.

*Arctium lappa* L.  
*Artemisia abrotanum* L.  
*Artemisia absinthium* L.  
*Artemisia austriaca* Jacq.  
*Artemisia campestris* L. s.str.  
*Artemisia dracunculus* L.  
*Artemisia lercheana* Weber ex  
Stechm.  
*Artemisia pauciflora* Weber ex  
Stechm.  
*Artemisia pontica* L.  
*Artemisia santonica* L.  
*Artemisia sieversiana* Ehrh. ex  
Willd.  
*Carduus uncinatus* M. Bieb.  
*Centaurea adpressa* Ledeb.  
*Centaurea apiculata* Ledeb.  
*Centaurea pseudomaculosa*  
Dobrocz.  
*Chondrilla juncea* L.  
*Cichorium intybus* L.  
*Cirsium serrulatum* (M. Bieb.) Fisch.  
*Cirsium setosum* (Willd.) Besser ex  
M. Bieb.  
*Crepis tectorum* L.  
*Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.)  
Fresen. [*Iva xanthiifolia* Nutt.]  
*Echinops ruthenicus* M. Bieb.  
*Galatella rossica* Novopokr.  
*Galatella villosa* (L.) Rchb. f.

- Hieracium robustum* Fr.  
*Hieracium umbellatum* L.  
*Hieracium virosum* Pall.  
*Helichrysum arenarium* Moench  
*Inula britannica* L.  
*Inula hirta* L.  
*Jacobaea vulgaris* Gaertn. [*Senecio jacobaea* L.]  
*Jurinea polyclonos* (L.) DC.  
*Lactuca serriola* L.  
*Logfia arvensis* (L.) Holub  
*Mulgedium tataricum* (L.) DC.  
*Onopordum acanthium* L.  
*Picris hieracioides* L.  
*Pilosella echioides* (Lumn.) F.W. Schultz et Sch. Bip.  
*Podospermum canum* C.A. Mey.  
*Psephellus sumensis* (Kalen.) Greuter  
*Pyrethrum corymbosum* (L.) Scop.  
*Scorzonera ensifolia* M. Bieb.  
*Serratula erucifolia* (L.) Druce  
*Solidago virgaurea* L.  
*Tanacetum achilleifolium* (M. Bieb.) Sch. Bip.  
*Tanacetum vulgare* L.  
*Taraxacum erythrospermum* Andrz. ex Besser s.l.  
*Taraxacum officinale* F.H. Wigg. s.l.  
*Taraxacum serotinum* (Waldst. et Kit.) Fisch.  
*Tragopogon major* Jacq.  
*Tragopogon tanaiticus* Artemczuk  
*Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip.  
*Tripolium pannonicum* (Jacq.) Dobrocz.  
*Xanthium albinum* (Widder) H. Scholz et Sukopp  
BETULACEAE  
*Betula borysthena* Klokov  
*Betula pubescens* Ehrh.\*  
BORAGINACEAE  
*Buglossoides arvensis* (L.) I.M. Johnst.  
*Cynoglossum officinale* L.  
*Lappula patula* (Lehm.) Gürke  
*Lappula squarrosa* (Retz.) Dumort.  
*Lithospermum officinale* L.  
*Myosotis micrantha* Pall. ex Lehm.  
*Nonea rossica* Steven  
BRASSICACEAE  
*Alliaria petiolata* (M. Bieb.) Cavara et Grande  
*Alyssum desertorum* Stapf  
*Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh.  
*Barbarea stricta* Andrz.  
*Berteroa incana* (L.) DC.  
*Camelina microcarpa* Andrz. ex DC.  
*Capsella orientalis* Klokov  
*Cardaria draba* (L.) Desv.  
*Chorispora tenella* (Pall.) DC.  
*Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl  
*Draba nemorosa* L.  
*Erophila krockeri* Andrz.  
*Erysimum marschallianum* M. Bieb.  
*Euclidium syriacum* (L.) W.T. Aiton  
*Lepidium densiflorum* Schrad.  
*Lepidium perfoliatum* L.  
*Lepidium ruderales* L.

К ФЛОРЕ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «ДЬЯКОВСКИЙ ЛЕС»

<i>Rorippa brachycarpa</i> (C.A. Mey.) Hayek	CERATOPHYLLACEAE <i>Ceratophyllum demersum</i> L.
<i>Sisymbrium polymorphum</i> (Murray) Roth	CHENOPODIACEAE
<i>Syrenia montana</i> (Pall.) Klokov	<i>Bassia laniflora</i> (S.G. Gmel.) A.J. Scott
<i>Thellungiella toxophylla</i> (M. Bieb.) V.I. Dorof.	<i>Bassia prostrata</i> (L.) A.J. Scott
<i>Thlaspi arvense</i> L.	<i>Ceratocarpus arenarius</i> L.
<i>Turritis glabra</i> L.	<i>Chenopodium album</i> L.
CAMPANULACEAE	<i>Krascheninnikovia ceratoides</i> (L.) Gueldenst.
<i>Campanula bononiensis</i> L.	<i>Oxybasis chenopodioides</i> (L.) Fuentes, Uotila et Borsch
CANNABACEAE	<i>Oxybasis urbica</i> (L.) S. Fuentes, Uotila et Borsch
<i>Cannabis ruderalis</i> Janisch.	<i>Sedobassia sedoides</i> (Pall.) Freitag et G. Kadereit
<i>Humulus lupulus</i> L.	
CAPRIFOLIACEAE	CONVALLARIACEAE
<i>Lonicera tatarica</i> L.	<i>Convallaria majalis</i> L.
CARYOPHYLLACEAE	CONVOLVULACEAE
<i>Carpophora viscosa</i> (L.) Tzvelev	<i>Convolvulus arvensis</i> L.
<i>Dianthus campestris</i> M. Bieb.	
<i>Dianthus polymorphus</i> M. Bieb.	CYPERACEAE
<i>Eremogone biebersteinii</i> (Schltdl.) Holub	<i>Carex acuta</i> L.
<i>Eremogone longifolia</i> (M. Bieb.) Fenzl	<i>Carex colchica</i> J. Gay
<i>Gypsophila paniculata</i> L.	<i>Carex melanostachya</i> M. Bieb. ex Willd.
<i>Melandrium album</i> (Mill.) Garcke	<i>Carex nigra</i> (L.) Reichard
<i>Orites borysthenica</i> (Gruner) Klokov	<i>Carex praecox</i> Schreb.
<i>Orites wolgensis</i> (Hornem.) Grossh.	<i>Carex pseudocyperus</i> L.
<i>Stellaria subulata</i> Boeber ex D.F.K. Schltdl.	<i>Carex spicata</i> Huds. [ <i>C. contigua</i> Hoppe]
	<i>Carex stenophylla</i> Wahlenb.
CELASTRACEAE	<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem. et Schult.
<i>Euonymus verrucosus</i> Scop.	

- Scirpoides holoschoenus* (L.) Soják    *Onobrychis tanaitica* Spreng.  
*Trifolium arvense* L.  
*Trifolium pratense* L.
- DIPSACACEAE  
*Scabiosa ochroleuca* L.
- EPHEDRACEAE  
*Ephedra distachya* L.\*
- EQUISETACEAE  
*Equisetum arvense* L.  
*Equisetum pratense* Ehrh.  
*Hippochaete hyemalis* (L.) Bruhin
- EUPHORBIACEAE  
*Euphorbia seguieriana* Neck.  
*Euphorbia semivillosa* (Prokh.) Kryl.  
*Euphorbia virgata* Waldst. et Kit.
- FABACEAE  
*Amoria repens* (L.) C. Presl  
*Amorpha fruticosa* L.  
*Astragalus onobrychis* L.  
*Astragalus ucrainicus* Popov et Klov  
*Astragalus varius* S.G. Gmel.  
[*A. virgatus* Pall.]  
*Astragalus wolgensis* Bunge\*  
*Chamaecytisus borysthenicus*  
(Gruner) Klásk.  
[*C. ruthenicus* auct. non (Fisch. ex Woł.) Klásk.]  
*Coronilla varia* L.  
*Glycyrrhiza glabra* L. s.l.\*  
*Lathyrus pratensis* L.  
*Medicago romanica* Prodan  
*Medicago sativa* L.  
*Melilotus officinalis* (L.) Pall.
- FAGACEAE  
*Quercus robur* L.
- FUMARIACEAE  
*Corydalis solida* (L.) Clairv.
- GERANIACEAE  
*Geranium linearilobum* DC.
- GROSSULARIACEAE  
*Ribes aureum* Pursh
- HYACINTHACEAE  
*Ornithogalum fischerianum* Krasch.
- IRIDACEAE  
*Iris pumila* L.\*
- JUNCACEAE  
*Juncus tenuis* Willd.
- LAMIACEAE  
*Dracocephalum thymiflorum* L.  
*Lamium paczoskianum* Vorosch.  
*Leonurus glaucescens* Bunge  
*Lycopus europaeus* L.  
*Nepeta cataria* L.  
*Phlomis desertorum* (P.A. Smirn.) Mavrodiev et Sukhor.  
*Salvia tesquicola* Klov et Pobed.  
*Stachys palustris* L.  
*Stachys recta* L.  
*Thymus pallasianus* Heinr. Braun

К ФЛОРЕ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «ДЪЯКОВСКИЙ ЛЕС»

LEMNACEAE	<i>Anisantha tectorum</i> (L.) Nevski
<i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Schleid.	<i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) P. Beauv.
LILIACEAE	<i>Bromopsis inermis</i> (Leys.) Holub
<i>Gagea bulbifera</i> Salisb.	<i>Bromus squarrosus</i> L.
<i>Gagea podolica</i> Schult. et Schult. f.	<i>Elytrigia obtusiflora</i> (DC.) Tzvelev
<i>Fritillaria ruthenica</i> Wikstr.*	<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski
<i>Tulipa scythica</i> Klokov et Zoz	<i>Eremopyrum orientale</i> (L.) Jaub. et Spach
LIMONIACEAE	<i>Festuca beckeri</i> (Hack.) Trautv.
<i>Limonium gmelinii</i> (Willd.) Kuntze	<i>Festuca rupicola</i> Heuff.
MALVACEAE	<i>Festuca valesiaca</i> Schleich. ex Gaudin
<i>Lavatera thuringiaca</i> L.	<i>Hierochloë stepporum</i> P.A. Smirn.
ONAGRACEAE	<i>Koeleria cristata</i> (L.) Pers.
<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.	<i>Koeleria sabuletorum</i> (Domin) Klokov
OROBANCHACEAE	<i>Leymus sabulosus</i> (M. Bieb.) Tzvelev
<i>Phelipanche laevis</i> (L.) Holub	<i>Phleum phleoides</i> (L.) H. Karst.
PAPAVERACEAE	<i>Phragmites altissimus</i> (Benth.) Mabilie
<i>Chelidonium majus</i> L.	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.
PINACEAE	<i>Poa angustifolia</i> L.
<i>Pinus sylvestris</i> L.	<i>Poa crispa</i> Thuill.
PLANTAGINACEAE	<i>Poa nemoralis</i> L.
<i>Plantago major</i> L.	<i>Puccinellia tenuissima</i> Litv. ex V.I. Krecz.
<i>Plantago tenuiflora</i> Waldst. et Kit.	<i>Secale sylvestre</i> Host
POACEAE	<i>Stipa borysthena</i> Klokov ex Prokudin
<i>Agropyron fragile</i> (Roth) P. Candargy	<i>Stipa capillata</i> L.
<i>Agropyron pectinatum</i> (M. Bieb.) P. Beauv.	<i>Stipa lessingiana</i> Trin. et Rupr.
	POLYGALACEAE
	<i>Polygala comosa</i> Schkuhr

POLYGONACEAE

*Acetosella vulgaris* (Koch) Fourr.  
*Fallopia convolvulus* (L.) A. Löve  
*Polygonum aviculare* L.  
*Rumex pseudonatronatus* (Borbás)  
Murb.  
*Rumex stenophyllus* Ledeb.

POTAMOGETONACEAE

*Potamogeton crispus* L.  
*Potamogeton lucens* L.  
*Potamogeton natans* L.  
*Stuckenia pectinata* (L.) Börner.

PRIMULACEAE

*Androsace elongata* L.  
*Lysimachia vulgaris* L.

RANUNCULACEAE

*Ceratocephala testiculata* (Crantz)  
Besser  
*Myosurus minimus* L.  
*Pulsatilla pratensis* Mill.\*  
*Ranunculus illyricus* L.  
*Thalictrum flexuosum* Bernh.

RHAMNACEAE

*Rhamnus cathartica* L.

ROSACEAE

*Agrimonia asiatica* Juz.  
*Amygdalus nana* L.  
*Crataegus ambigua* C.A. Mey. ex  
A.K. Becker  
*Fragaria moschata* (Duchesne)  
Weston  
*Fragaria viridis* (Duchesne) Weston

*Geum aleppicum* Jacq.  
*Malus pumila* Mill.  
*Padus avium* Mill.  
*Potentilla argentea* L.  
*Potentilla heidenreichii* Zimmeter  
*Potentilla humifusa* Willd. ex  
D.F.K. Schltld.  
*Potentilla impolita* Wahlenb.  
*Potentilla incana* G. Gaertn.,  
B. Mey. et Scherb.  
*Prunus stepposa* Kotov  
*Pyrus piraster* (L.) Burgsd.  
[*P. communis* auct. non L.]  
*Rosa cinnamomea* L.  
*Rubus caesius* L.  
*Schistophyllidium orientale* (Juz.)  
Ikonn.  
*Spiraea crenata* L.  
*Spiraea hypericifolia* L.

RUBIACEAE

*Galium aparine* L.  
*Galium glabratum* Klokov  
*Galium rivale* (Sibth. et Sm.) Griseb.  
*Galium ruthenicum* Willd.  
*Galium tomentellum* Klokov  
*Galium vaillantii* DC.

SALICACEAE

*Populus alba* L.  
*Populus tremula* L.  
*Salix acutifolia* Willd.  
*Salix cinerea* L.  
*Salix rosmarinifolia* L.\*  
*Salix vinogradovii* A.K. Skvortsov

SANTALACEAE

К ФЛОРЕ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «ДЪЯКОВСКИЙ ЛЕС»

*Thesium ramosum* Hayne

*Thelypteris palustris* Schott\*

SCROPHULARACEAE

*Linaria dulcis* Klokov

*Linaria genistifolia* (L.) Mill.

*Melampyrum arvense* L.

*Pseudolysimachion spurium* (L.)

Rauschert

*Scrophularia nodosa* L.

*Verbascum marschallianum* Ivanina  
et Tzvelev

*Verbascum nigrum* L.

*Verbascum phoeniceum* L.

*Veronica prostrata* L.

*Veronica verna* L.

ULMACEAE

*Ulmus laevis* Pall.

*Ulmus pumila* L.

*Ulmus scabra* Mill.

URTICACEAE

*Urtica dioica* L.

VALERIANACEAE

*Valeriana tuberosa* L.

VIBURNACEAE

*Viburnum opulus* L.

SOLANACEAE

*Hyoscyamus niger* L.

VIOLACEAE

*Viola ambigua* Waldst. et Kit.\*

*Viola arvensis* Murray

THELYPTERIDACEAE

Кроме приведенных выше растений, найденных авторами настоящей статьи, в окрестностях села Дьяковка по материалам Гербариев LE, МНА, MOSP, MW, SARP, SARAT (Еленевский и др., 2008) известны еще 34 редких вида: *Androsace septentrionalis* L., *Atriplex sphaeromorpha* Пjin, *Buschia lateriflora* (DC.) Ovcz.\*, *Calamagrostis canescens* (Weber) Roth, *Camphorosma songorica* Bunge, *Carex acutiformis* Ehrh., *Cleistogenes squarrosa* (Trin.) Keng\*, *Crypsis aculeata* (L.) Ait., *Epipactis helleborine* (L.) Crantz\*, *Galium odoratum* (L.) Scop., *Juncus effusus* L., *Lappula marginata* (Bieb.) Guerke, *Leersia oryzoides* (L.) Sw., *Lepidium crassifolium* Waldst. et Kit., *Lotus praetermissus* Kuprian., *Luzula pallidula* Kirschner, *Lythrum thymifolia* L., *Mollugo cerviana* (L.) Ser., *Orchis coriophora* L.\*, *Otites chersonensis* (Zapal.) Klokov, *Papaver arenarium* M. Bieb., *Persicaria maculata* (L.) S. F. Gray, *Puccinellia fomini* Bilyk, *Puccinellia gigantea* (Grossh.) Grossh., *Sagina procumbens* L., *Salix pentandra* L., *Saussurea salsa* (Pall ex M. Bieb.) Spreng., *Scirpoides holoschoenus* (L.) Soják., *Scolochloa festucea*

(Willd.) Link\*, *Spergularia segetalis* (L.) G. Don, *Stellaria holostea* L., *Tribulus terrestris* L., *Verbascum blattaria* L.\*, *Verbena supina* L.

Также для Дьяковского леса в литературе указаны: *Adenophora lilifolia* Ledeb.\*, *Ajuga reptans* L., *Althaea officinalis* L., *Artemisia tschernieviana* Besser, *Caltha palustris* L., *Campanula sibirica* L., *Corydalis cava* (L.) Schweigg. et Körte, *Eragrostis collina* Trin., *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., *Filipendula vulgaris* Moench, *Fritillaria meleagroides* Patrin ex Schult. et Schult. f.\*, *Gentiana pneumonanthe* L.\*, *Ononis arvensis* L., *Orchis militaris* L.\*, *Oxytropis floribunda* (Pall.) DC.\*, *Tulipa biebersteiniana* Schult. et Schult. f., *Viscaria vulgaris* Bernh. (Тарасов, Горин, 1986); *Dactylorhiza baltica* (Klinge) Nevski [*D. longifolia* (Neuman) Aver.], *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó, *Orchis palustris* Jacq.\* (Киреев, Костецкий, 2006); *Artemisia arenaria* DC., *Betula pendula* Roth, *Calamagrostis epigeios* Steud., *Caragana arborescens* Lam., *Carex vesicaria* L., *Crataegus curvisepala* Lindm., *Fraxinus lanceolata* Borkh., *Hordelymus europaeus* (L.) Harz., *Malus sylvestris* (L.) Mill., *Pinus pallasiiana* Lamb., *Poa pratensis* L., *Prunus spinosa* L., *Rosa canina* L., *Stipa sabulosa* Sijuss. (Шилова, Неронов, 2010), *Amelanchier spicata* (Lam.) K. Koch, *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Equisetum fluviatile* L., *Equisetum palustre* L., *Equisetum sylvaticum* L., *Fraxinus excelsior* L., *Populus deltoides* W. Bartram ex Marshall, *Robinia pseudoacacia* L. (Неронов, Проскура, 2012); *Alisma lanceolatum* With., *Alisma plantago-aquatica* L., *Batrachium trichophyllum* (Chaix) F.W. Schultz, *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla, *Butomus umbellatus* L., *Caulinia minor* Coss. et Germ., *Ceratophyllum submersum* L. – рекомендуется к занесению в новое издание Красной книги Саратовской области (Невский, Давиденко, 2014), *Elatine alsinastrum* L. – рекомендуется к занесению в новое издание Красной книги Саратовской области (Невский, Давиденко, 2014), *Lemna minor* L., *Lemna trisulca* L., *Nuphar lutea* (L.) Sm., *Potamogeton* × *angustifolius* Bercht. et J. Presl, *Potamogeton compressus* L., *Potamogeton gramineus* L.\*, *Potamogeton nodosus* Poir., *Rorippa amphibia* Besser, *Sagittaria sagittifolia* L., *Scirpus lacustris* L., *Sparganium emersum* Rehmann., *Stratiotes aloides* L., *Typha angustifolia* L., *Typha latifolia* L., *Typha laxmannii* Lepech., *Utricularia vulgaris* L. (Невский, Давиденко, 2014).

Заметим, что произрастание в окр. с. Дьяковки ряда указанных в литературе (l. c.) видов нуждается в уточнении: *Ajuga reptans* L.,

## К ФЛОРЕ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «ДЬЯКОВСКИЙ ЛЕС»

*Corydalis cava* (L.) Schweigg. et Körte, *Crataegus curvisepala* Lindm., *Dactylorhiza baltica* (Klinge) Nevski [*D. longifolia* (Neuman) Aver.], *Eragrostis collina* Trin., *Fraxinus excelsior* L., *Hordelymus europaeus* (L.) Harz., *Oxytropis floribunda* (Pall.) DC.\*; некоторые из них приведены авторами в широком понимании: *Artemisia arenaria* DC., *Betula pendula* Roth, *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Malus sylvestris* (L.) Mill., *Prunus spinosa* L., *Rosa canina* L.

Во «Флоре Юго-Востока...» (1927 – 1936) для ближайших окрестностей с. Дьяковки (Салтово Салтовский лес) дополнительно указаны 27 видов: *Aegopodium podagraria* L., *Allium inaequale* Janka, *Amoria fragifera* (L.) Roskov [*Trifolium fragiferum* L.], *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm., *Arenaria viscida* Haller f. ex Loisel. [*A. serpyllifolia* auct. non L.], *Cenolophium denudatum* (Hornem.) Tutin, *Euphorbia palustris* L., *Euphorbia pseudagraria* P.A. Smirn. [*E. agrarian* auct. non M. Bieb.], *Fallopia dumetorum* (L.) Holub [*Polygonum dumetorum* L.], *Frangula alnus* Mill., *Genista tinctoria* L., *Gratiola officinalis* L., *Gypsophila perfoliata* L. [*G. trichotoma* Wender.], *Impatiens noli-tangere* L., *Juncus sphaerocarpus* Nees, *Odontites vulgaris* Moench [*O. serotina* (Lam.) Rchb.], *Oenanthe aquatica* (L.) Poir., *Orphanthella lutea* (L.) Rauschert [*Orphantha lutea* A. Kern. ex Wettst.], *Persicaria minor* (Huds.) Opiz [*Polygonum minus* Huds.], *Pimpinella nigra* Mill., *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce, *Polygonum salsugineum* M. Bieb., *Portulaca oleracea* L., *Pyrola chlorantha* Sw.\*, *Vicia biennis* L. [*V. picta* Fisch. et C.A. Mey.], *Vicia tetrasperma* (L.) Schreb., *Viola canina* L.

Таким образом, составленный список сосудистых растений дополняет сведения о флоре Саратовского Заволжья и памятника природы «Дьяковский лес», а также может служить основой мониторинга флоры и растительности.

### БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарят Е. А. Киреева и Е. А. Архипову за обсуждение настоящей статьи. Работа выполнена в рамках государственного задания Института экологии Волжского бассейна РАН, тема № 0128-2014-0002 «Оценка современного биоразнообразия и прогноз его изменения для экосистем Волжского бассейна в условиях их природной

и антропогенной трансформации» (направление 52 «Биологическое разнообразие»).

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Богдан В. С.* Список цветковых растений, собранных в южной части Новоузенского уезда Самарской губернии // Труды Саратовского общества естествоиспытателей и любителей естествознания. 1899. Т. 2, вып. 3. С. 33 – 72.

*Богдан В. С.* Список растений, найденных в пределах Валуйского казенного участка и в ближайших его окрестностях // Отчет Валуйской сельскохозяйственной опытной станции (Новоузенского у. Самарской губ.). Год I–II, 1895 – 1896. СПб., 1900. С. 60 – 84.

*Виленский Д. Г.* Растительность Салтовского леса Новоузенского уезда Саратовской губернии // Известия Саратовской сельскохозяйственной опытной станции. 1918. Т. 1, вып. 2. С. 1 – 14.

*Еленевский А. Г., Буланный Ю. И., Радыгина В. И.* Конспект флоры Саратовской области. Саратов: Наука. 2008. 232 с.

*Киреев Е. А.* О некоторых видах флоры Приерусланских песков Саратовской области // Вопросы биологии, экологии, химии и методики обучения: Сб. науч. ст. Вып. 4. Саратов, 2001. С. 23 – 24.

*Киреев Е. А.* О некоторых видах флоры Приерусланских песков // Вопросы биологии, экологии, химии и методики обучения: Сб. науч. ст. Вып. 7. Саратов, 2004. С. 87 – 90.

*Киреев Е. А., Горин В. И.* Материалы к флоре Приерусланских песков Саратовской области. Саратов, 1994. Деп. в ВИНТИ. 31 с.

Конспект флоры Саратовской области. В 4 ч. / В. С. Дайковский, А. П. Забалув, Р. Д. Иванова и др. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1977 – 1983.

Красная книга Саратовской области: Грибы. Лишайники. Растения. Животные. Саратов: Изд-во Торг-пром. палаты Саратов. обл., 2006. 528 с.

*Невский С. А., Давиденко О. Н.* Растительность временных водоемов памятника природы «Дьяковский Лес» (Саратовская область) // Фиторазнообразие Восточной Европы 2014. Т. 8, № 2. С. 106 – 110.

*Неронов В. В., Проскура А. В.* Флористическое разнообразие островного лесного массива на Приерусланских песках Саратовского Заволжья // Степи Северной Евразии. Материалы VI международного симпозиума и VIII международной школы-семинара «Геоэкологические проблемы степных регионов». Оренбург: ИПК «Газпромпечатъ», 2012. С. 522 – 525.

Особо охраняемые природные территории Саратовской области: национальный парк, природные микрозаповедники, памятники природы, дендрарий, ботанический сад, особо охраняемые геологические объекты. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2007. 300 с.

## К ФЛОРЕ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «ДЬЯКОВСКИЙ ЛЕС»

*Сагалаев В. А.* Флора степей и пустынь Юго-Востока Европейской России, её генезис и современное состояние: Дис... докт. биол. наук. М., 2000. 1005 с.

*Тарасов А. О., Горин В. И.* Приерусланские пески как убежище редких видов растений // Ботанический журнал. 1986. Т. 71, № 12. С. 1689 – 1691.

Флора Юго-Востока Европейской части СССР. В 6 вып. Вып. 1 – 5. Л.: Изд-во АН СССР, 1927 – 1930; Вып. 6. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1936.

*Худяков И. И.* Салтовский лес (Нижнее Заволжье) // Ботанический журнал. 1945. Т. 30, № 6. С. 279 – 280.

*Шилова С. А., Неронов В. В.* Растительность и население млекопитающих островного лесного массива в подзоне сухих степей Заволжья // Бюллетень МОИП. Отдел биологический. 2010. Т. 115. Вып. 4. С. 3 – 12.

---

### **Образец для цитирования:**

*Васюков В. М., Сенатор С. А., Саксонов С. В., Зибзеев Е. Г., Королюк А. Ю.* Материалы к флоре памятника природы «Дьяковский лес» (Саратовская область) // Бюл. Бот. сада Сарат. гос. ун-та. 2018. Т. 16, вып. 3. С. 3 – 18.

DOI: 10.18500/1682-1637-2018-3-3-18.

В. М. Васюков, С. А. Сенатор, С. В. Саксонов и др.

UDC 581.9 (470.44)

**MATERIALS TO THE FLORA OF NATURAL MONUMENT  
«DIAKOVSKIY FOREST» (SARATOV REGION)**

**V. M. Vasjukov<sup>1</sup>, S. A. Senator<sup>1</sup>, S. V. Saksonov<sup>1</sup>, E. G. Zibzeev<sup>2</sup>,  
A. Yu. Korolyuk<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Institute of Ecology of the Volga river basin of RAS  
10 Komzina Str., Togliatti 445003, Russia  
E-mail: ievbras2005@mail.ru*

<sup>2</sup> *Central Siberian Botanical Garden SB RAS  
101 Zolotodolinskaja Str., Novosibirsk 630090, Russia  
E-mail: botgard@ngs.ru*

Received 3 September 2018, Accepted 22 October 2018

Data on a floristic diversity of the natural monument «Diakovskiy forest» (Saratov region) – massif of pine and pine-broad-leaved forests which is located on sandy-clay sediments of the Eruslan river in the transition zone between dry and desert steppes are presented. A total of 289 species of vascular plants belonging to 60 families and 204 genera are registered. *Betula borysthena* Klokov and *Stellaria subulata* Boeber ex D.F.K. Schldtl. a is indicated for the flora of Saratov region for first time. 10 species are included in the Red Data Book of Saratov region (2006): *Astragalus wolgensis* Bunge, *Betula pubescens* Ehrh., *Ephedra distachya* L., *Fritillaria ruthenica* Wikstr., *Glycyrrhiza glabra* L. s.l., *Iris pumila* L., *Pulsatilla pratensis* Mill., *Salix rosmarinifolia* L., *Thelypteris palustris* Schott, *Viola ambigua* Waldst. et Kit. The presented materials to supplement information about the flora of Saratov Trans-Volga region and can become a basis for complement and monitoring for the flora of natural monument «Diakovskiy forest».

**Key words:** flora, vascular plants, Diakovskiy forest, Eruslan, Saratov region.

DOI: 10.18500/1682-1637-2018-3-3-18

**REFERENCES**

Bogdan V. S. List of Angiosperm plants collected in the southern part of Novouzensky district, Samara province. *Proceedings of the Saratov Society of Naturalists and Science Fans*, 1899, vol. 2, iss. 3, pp. 33 – 72. (in Russian).

Bogdan V. S. List of plants found within the Valuisky state plot and in its immediate vicinity. In: *Report of the Valuisk Agricultural Experimental Station*

## К ФЛОРЕ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «ДЬЯКОВСКИЙ ЛЕС»

(*Novouzenskiy uezd Samarskoj gubernii*). God I – II, 1895 – 1896. St. Petersburg, 1900. pp. 60 – 84. (in Russian).

Elenevskij A. G., Bulanjy Yu. I., Radygina V. I. *Summary of the flora of the Saratov region*. Saratov: Nauka, 2008. 232 p. (in Russian).

*Flora of the South-East of the European part of the USSR*. Vol. 1 – 5. Leningrad: USSR Academy of Sciences, 1927 – 1930; Vol. 6. Moscow; Leningrad: USSR Academy of Sciences, 1936. (in Russian).

Khudyakov I. I. Saltovsky Forest (Lower Zavolzhye). *Botanicheskij zhurnal*, 1945, vol. 30, iss 6, pp. 279 – 280. (in Russian).

Kireev E. A. On some species of the flora of the Prieruslanskie sands. In: *Questions of biology, ecology, chemistry and teaching methods: Coll. scientific st.* Vol. 7. Saratov, 2004. pp. 87 – 90. (in Russian).

Kireev E. A. On some species of the flora of the Prieruslanskie sands of the Saratov region. In: *Questions of biology, ecology, chemistry and teaching methods: Coll. scientific st.* Vol. 4. Saratov, 2001. pp. 23 – 24. (in Russian).

Kireev E. A., Gorin V. I. *Materials to the flora of the Prieruslanskie sands of the Saratov region*. Saratov, 1994. 31 p. VINITI 20.04.94, № 936-V94. (in Russian).

Neronov V. V., Proskura A. V. Floristic diversity of the island forest in the Prieruslanskie sands of the Saratov Trans-Volga region. In: *Steppes of Northern Eurasia. Materials of the VI international symposium and VIII international school-seminar "Geocological problems of the steppe regions"*. Orenburg: Gazprompechat', 2012. pp. 522 – 525. (in Russian).

Nevskij S. A., Davidenko O. N. Vegetation of temporary ponds in the natural monument "Duyakovskiy les", Saratov region. *Phytodiversity of Eastern Europe*, 2014, vol. 8, iss. 2, pp. 106 – 110. (in Russian with English abstract).

Sagalaev V. A. Flora of steppes and deserts of the South-East of European Russia, its genesis and current state: Dissertation for the degree of Doctor of Biological Sciences. Moscow, 2000. 1005 p. (in Russian).

Shilova S. A., Neronov V. V. Vegetation and mammals population of insular forest tract in dry steppe subzone on the left bank of the Volga. *Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological series*, 2010, vol. 115, iss. 4, pp. 3 – 12. (in Russian).

Specially protected natural territories of the Saratov region: national park, natural micro-reserves, nature monuments, arboretum, botanical garden, specially protected geological objects. Saratov: Izdatel'stvo Saratovskogo Universiteta, 2007. 300 p. (in Russian).

*Summary of the flora of the Saratov region*. Vol. 1 – 4. Saratov: Izdatel'stvo Saratovskogo Universiteta, 1977 – 1983. (in Russian).

Tarasov A. O., Gorin V. I. Prieruslanskie sands as a refuge for rare plant species. *Botanicheskij zhurnal*, 1986, vol. 71, iss. 12, pp. 1689 – 1691. (in Russian).

В. М. Васюков, С. А. Сенатор, С. В. Саксонов и др.

*The Red Book of the Saratov region: Mushrooms. Lichens. Plants. Animals.* Saratov: Izdatel'stvo Torgovo-promyshlennoi palaty Saratovskoi oblasti, 2006. 528 p. (in Russian).

Vilenskij D. G. Vegetation of the Saltovsky forest in the Novouzensky district of the Saratov province. *Proceedings of the Saratov Agricultural Experimental Station*, 1918, vol. 1, iss. 2, pp. 1 – 14. (in Russian).

---

**Cite this article as:**

Vasjukov V. M., Senator S. A., Saksonov S. V., Zibzeev E. G., Korolyuk A. Yu. Materials to the flora of natural monument «Diakovskiy forest» (Saratov region). *Bulletin of Botanic Garden of Saratov State University*, 2018, vol. 16, iss. 3, pp. 3 – 18. (in Russian). DOI: 10.18500/1682-1637-2018-3-3-18.

## **ИНТРОДУКЦИЯ РАСТЕНИЙ И БОТАНИЧЕСКОЕ РЕСУРСОВЕДЕНИЕ**

УДК 615.322

### **СРАВНЕНИЕ МИТОЗМОДИФИЦИРУЮЩЕЙ АКТИВНОСТИ НАСТОЕВ ЭФИРНОМАСЛИЧНЫХ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА LAMIACEAE**

**Н. А. Дурнова, А. С. Шереметьева, Д. А. Тяпкина**

*Саратовский государственный медицинский университет  
им. В. И. Разумовского  
Россия, 410012, Саратов, Б. Казачья, 112  
E-mail: anna-sheremetyewa@yandex.ru*

Поступила в редакцию 12.10.2018 г., принята 22.10.2018 г.

Сравнительная оценка экстрактов тимьяна ползучего, котовника кошачьего и Melissa лекарственной показала, что все изученные экстракты вызывали обратную зависимость длины корней и митотического индекса от их концентраций. Исходный настой тимьяна ползучего ингибировал митоз по сравнению с позитивным контролем, а при разведении 1:8 незначительно стимулировал клеточные деления по сравнению с негативным контролем. Водный экстракт тимьяна при разведениях 1:1, 1:2, 1:4 статистически значимо уменьшал митотическую активность клеток относительно негативного контроля, но не тормозил митоз, как диоксидин в позитивном контроле. Исходный настой котовника кошачьего и все его разведения подавляли митотическую активность клеток относительно негативного контроля. Исходный водный экстракт Melissa лекарственной и его разведения 1:1, 1:2, задерживали митоз относительно негативного контроля. При разведениях 1:4 и 1:8 настоев не показал статистически значимого изменения митотического индекса относительно негативного контроля. Следует отметить, что только исходный экстракт тимьяна подавлял митоз сильнее, чем диоксидин, а уже при разведениях 1:1, 1:2, 1:4 клеточные деления были аналогичны показателям негативного контроля. В отличие от тимьяна котовник снижал митотическую активность клеток относительно негативного контроля во всех опытных группах (исходный настой и при всех разведениях (1:1, 1:2, 1:4, 1:8), поэтому, вероятно, котовник обладает большими митоз-ингибирующими свойствами относительно тимьяна и Melissa.

**Ключевые слова:** тимьян ползучий, котовник кошачий, Melissa лекарственная, Allium test, митозмодифицирующее влияние.

DOI: 10.18500/1682-1637-2018-3-19-35

Тимьян ползучий, Melissa лекарственная и котовник кошачий – эфирномасличные растения, общим для которых является антимикробное действие (Струкова и др., 2009; Zomorodian, 2013; Старчак, Бубенчикова, 2014; Süntar et al., 2018). Кроме антимикробных выявлены и другие свойства этих растений, например, тимьян ползучий показал отхаркивающую (Бубенчикова, Старчак, 2013), антиоксидантную (Варданян и др., 2013), цитотоксическую активность в отношении линии клеток M HeLa (Raal et al., 2004; Балакина и др., 2015), что позволяет говорить о комплексном воздействии экстрактов этих растений.

Известно, что метанольный экстракт тимьяна ползучего при проведении МТТ-теста на линии клеток эпителиоидной карциномы шейки матки человека (M HeLa) показал противораковую активность – при концентрации 500 мкг/мл наблюдалась гибель 50 % раковых клеток. С увеличением концентрации цитотоксичность экстракта возрастала и достигала 100 % при концентрации 2500 мкг/мл (Балакина и др., 2015). Кроме того в эксперименте по влиянию экстракта тимьяна ползучего на линии клеток рака молочной железы (MCF-7 и MDA-MB-231) и линии здоровых клеток молочной железы (MCF-10A) человека установлена способность экстракта индуцировать апоптоз опухолевых клеток, при этом не проявляя цитотоксического действия на здоровые клетки молочной железы (Bozkurt et al., 2012).

Эфирное масло котовника кошачьего также, вероятно, проявляет цитостатический эффект. Доказано, что при концентрации 10 мкл/чашку Петри на 80 % и более снижало прорастание семян редиса и рост проростков кресс-салата и пшеницы (Кузнецова, 2015). Это может быть обусловлено тем, что в эфирном масле надземной части котовника кошачьего в отличие от Melissa лекарственной содержится непеталактон (77 %) (Zomorodian, 2013). Непеталактон считается токсичным веществом, и возможные побочные эффекты от применения котовника часто связывают именно с ним (Кузнецова, 2015).

Сведения о цитотоксической и митозмодифицирующей активности Melissa лекарственной отсутствуют. Котовник кошачий и Melissa лекарственная имеют внешнее сходство, поэтому при применении

## СРАВНЕНИЕ МИТОЗМОДИФИЦИРУЮЩЕЙ АКТИВНОСТИ

в народной медицине их нередко путают. Существует мнение, что из-за сложности определения подлинности сырья мелиссы и, следовательно, оценки ее эффективности и безопасности вероятны ошибочные представления относительно ее побочного действия и противопоказаний (Алексеева, 2011).

Цитотоксический и митозмодифицирующий эффекты являются одними из вероятных свойств лекарственных растений, поэтому изучение воздействия их экстрактов на деление клеток является актуальной задачей. Для оценки мутагенного, митоз-модифицирующего и токсического эффектов факторов химической и физической природы широко используется *Allium test* – растительная тест-система (Руководство..., 1989; Песня и др., 2012; Шереметьева, 2017; Шереметьева и др., 2018), которая может быть применена и для оценки безопасности экстрактов (Madić et al., 2017; Шереметьева, 2017).

В ходе многих исследований было выявлено неоднозначное влияние одного и того же экстракта на митотическую активность при разных его разведениях: как митозстимулирующее, так и митостатическое действие (Песня и др., 2011; Шереметьева, 2017; Дурнова и др., 2018). Дозозависимое влияние экстрактов тимьяна ползучего, котовника кошачьего и мелиссы лекарственной на деление клеток не изучено.

**Цель:** изучить влияние настоев тимьяна ползучего, котовника кошачьего и мелиссы лекарственной и их разведений (1:1, 1:2, 1:4, 1:8) на митотическую активность с помощью *Allium test*.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для оценки митотической активности водных экстрактов тимьяна ползучего, котовника кошачьего и мелиссы лекарственной с помощью *Allium test* использовали луковицы *Allium cepa* сорт Штутгартен ризен (Fiskesjo, 1985), которые проращивали в течение трех суток в растворах разных разведений в одинаковых условиях (температура воздуха 22°C, освещение естественное). Исследование проведено в пятикратной повторности. Каждая серия включала 17 опытных групп: 15 экспериментальных – водные экстракты тимьяна ползучего, котовника кошачьего и мелиссы лекарственной, приготовленные по методике ГФ XIII ОФС.1.4.1.0018.15 (исходные настои), серии их двукратных разведений (1:1, 1:2, 1:4, 1:8); позитивный контроль – диоксидин при концентрации 100 мг/л (Шкарупа, Барияк, 2006;

Шкарупа и др., 2010; Шереметьева и др., 2018); негативный контроль – дистиллированная вода. Водные экстракты готовили по методике ГФ XIII ОФС.1.4.1.0018.15.

Анализ митозмодифицирующей активности проводили с помощью измерения длины корней и подсчета митотического индекса (Fiskesjo, 1985). Первичный скрининг-тест проводился путем установления динамики роста корней – с каждой луковицы срезали 15 самых длинных корней и измеряли их длину с помощью линейки. Всего было проанализировано 1175 корней. Далее их фиксировали в ацеталкоголе. На втором этапе исследования готовили микропрепараты по стандартной методике (Калаев, Карпова, 2004) и анализировали их с использованием микроскопа «Carl Zeiss Primo Star» при увеличении  $16 \times 40$  и видеоокуляра CMOS 3.1 МП, учитывая количество клеток на всех стадиях митоза и на стадии интерфазы. Просматривали не менее 1000 клеток. Всего было проанализировано 86196 клеток (85 микропрепарата). Митотический индекс считали по формуле:

$$MI = \frac{P + M + A + T}{N} * 100\%, \text{ где}$$

( $P+M+A+T$ ) – сумма клеток, находившихся на стадии профазы, метафазы, анафазы и телофазы,  $N$  – общее число проанализированных клеток.

Статистическую обработку данных проводили с помощью пакета прикладных программ Microsoft Office 2016 с использованием критерия Краскела-Уоллиса и *post hoc* с помощью критерия Манна-Уитни. Различия считались достоверны при  $p < 0.05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Сравнение длины корней *A. sera*, помещенных в водные экстракты трех видов сырья различных разведений, показало нелинейную обратную зависимость их длины от концентрации, т.е. при увеличении разведения всех трех настоев, длина корней увеличивалась.

Для водного экстракта тимьяна ползучего наблюдали замедление роста корней *A. sera*, помещенных в исходный раствор ( $2.12 \pm 0.32$  мм), относительно позитивного контроля ( $3.05 \pm 0.33$  мм) ( $p < 0.05$ ). При разведениях 1:1, 1:2, 1:4, 1:8 показатели длины корней ( $6.17 \pm 1.94$ ;  $10.79 \pm 3.37$ ;  $15.98 \pm 1.76$ ;  $16.12 \pm 1.89$  мм соответственно) превышали позитивный контроль ( $p < 0.05$ ), но были меньше негатив-

## СРАВНЕНИЕ МИТОЗМОДИФИЦИРУЮЩЕЙ АКТИВНОСТИ

ного ( $16.98 \pm 5.89$  мм) (при  $p < 0.05$  различия достоверны для разведений 1:1, 1:2), т.е. замедление роста корней, прораставших в исходном настое тимьяна ползучего, наблюдали как относительно негативного, так и относительно позитивного контроля. По сравнению с негативным контролем задержка роста происходила при разведениях настоя 1:1, 1:2. При разведениях 1:4, 1:8 длина корней не отличалась от соответствующих значений в исходном контроле (рис. 1).

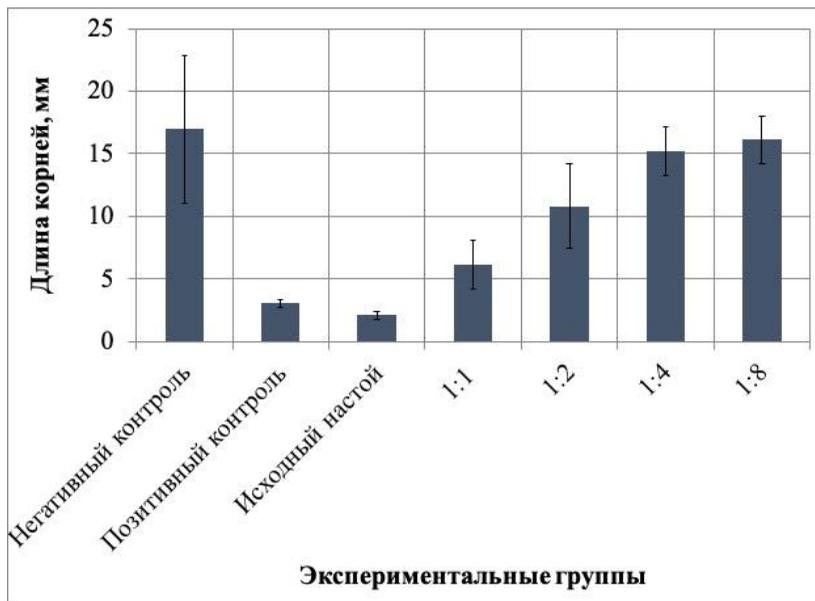
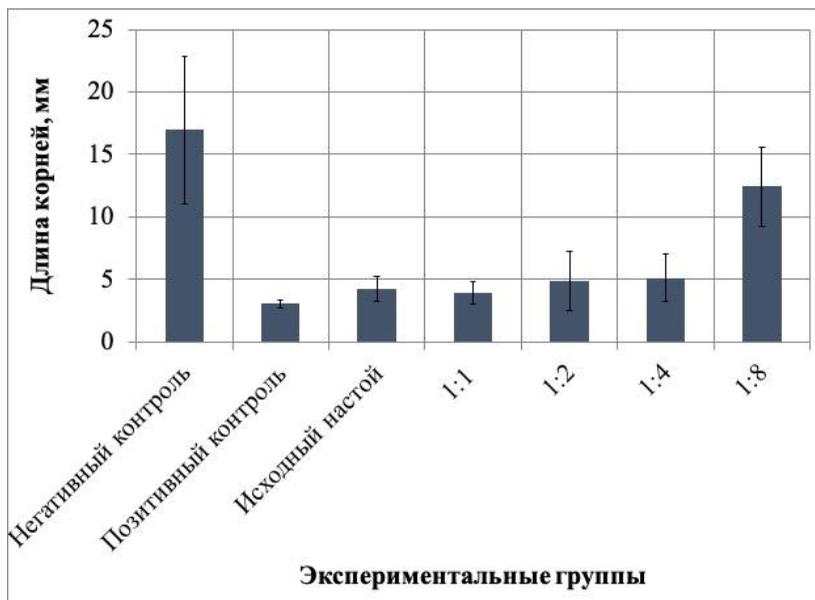


Рис. 1. Длина корней *A. cerea*, прораставших в настое тимьяна ползучего.

Fig. 1. Length of roots *A. cerea*, germinated in the infusion of *Thymus serpyllum*.

Длина корней лукович, прораставших во всех исследуемых концентрациях водного экстракта котовника кошачьего, превышала длину корней (исходный настой –  $4.23 \pm 0.99$ ; 1:1 –  $3.91 \pm 0.91$ ; 1:2 –  $4.86 \pm 2.38$ ; 1:4 –  $5.12 \pm 1.89$ ; 1:8 –  $12.44 \pm 3.14$  мм), прораставших в позитивном контроле ( $3.05 \pm 0.33$  мм) (при  $p < 0.05$  различия достоверны в группах исходного раствора и при разведении 1:8), но меньше,

чем в негативном контроле ( $16.98 \pm 15.51$  мм) (различия достоверны в группах исходного раствора и при разведениях 1:1, 1:2 и 1:4 при  $p < 0.05$ ). Это свидетельствует о достоверном замедлении роста корней, прораставших в исходном настое котовника кошачьего и настоях при разведениях 1:1, 1:2, 1:4 по сравнению с негативным контролем, и сопоставимо с позитивным контролем. При разведении 1:8 длина корней сопоставима со значениями в негативном контроле (рис. 2).

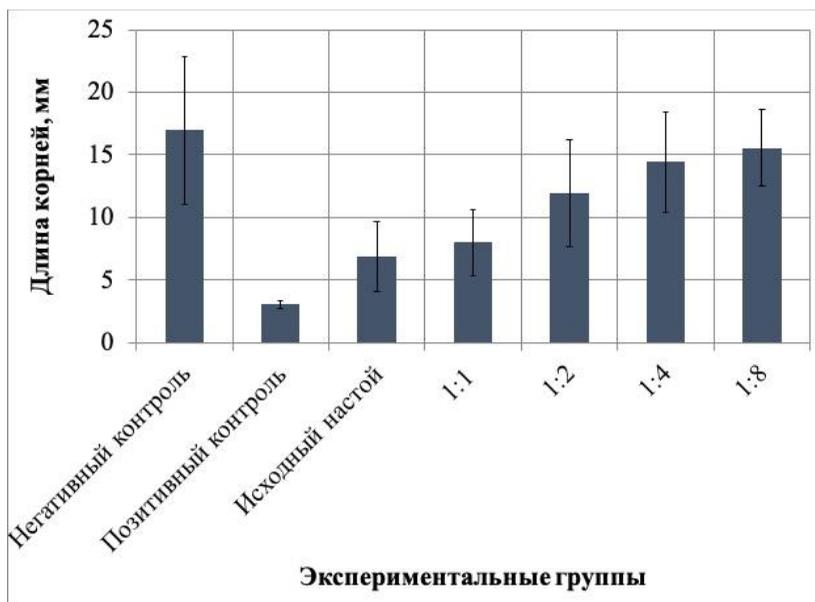


**Рис. 2.** Длина корней *A. cerea*, прораставших в настое котовника кошачьего.  
**Fig. 2.** Length of roots *A. cerea*, germinated in the infusion of *Nepeta cataria*.

При воздействии на луковицы *A. cerea* водным экстрактом мелиссы лекарственной рост корней во всех экспериментальных группах превышал позитивный ( $p < 0.05$ ), но был ниже негативного контроля (различия достоверны для исходного раствора и для разведения 1:1 при  $p < 0.05$ ) во всех экспериментальных группах. Для исходного раствора и при разведениях 1:1, 1:2, 1:4 и 1:8 была отмечена обратная за-

## СРАВНЕНИЕ МИТОЗОМОДИФИЦИРУЮЩЕЙ АКТИВНОСТИ

висимость длины корней от концентрации: при уменьшении концентрации настоя длина корней увеличивается ( $6.88 \pm 2.78$ ;  $8.01 \pm 2.65$ ;  $11.91 \pm 4.27$ ;  $14.41 \pm 4.00$ ;  $15.56 \pm 3.04$  мм соответственно). Таким образом, во всех настоях Melissa лекарственной наблюдали больший прирост относительно позитивного контроля. Только исходный настой и настой при разведении 1:1 задерживали рост корней, а при разведениях 1:2, 1:4, 1:8 длина корней *A. cerea* сопоставима с длиной корней в негативном контроле (рис. 3).



**Рис. 3.** Длина корней *A. cerea*, прораставших в настои Melissa лекарственной.  
**Fig. 3.** Length of roots *A. cerea*, germinated in the infusion of *Melissa officinalis*.

Значения митотического индекса при воздействии на корни исходного раствора водного экстракта тимьяна ползучего ( $1.71 \pm 0.03$  %) были ниже по сравнению с позитивным контролем ( $3.28 \pm 0.21$  %) ( $p < 0.05$ ). При разведениях 1:1 и 1:2 ( $12.84 \pm 0.25$  и  $24.75 \pm 0.85$  % соответственно) значения митотического индекса превышали позитив-

ный контроль ( $p < 0.05$ ), но были ниже негативного ( $32.11 \pm 7.42\%$ ;  $p < 0.05$ ). При разведении 1:4 значение митотического индекса ( $34.99 \pm 0.63\%$ ) сопоставимы со значениями негативного контроля ( $p < 0.05$ ). При разведении 1:8 ( $37.23 \pm 0.44\%$ ) митотический индекс незначительно превышал значения негативного контроля ( $p < 0.05$ ), что свидетельствует о митозстимулирующих свойствах. То есть исходный настой тимьяна ползучего ингибировал митоз по сравнению с позитивным контролем, а при разведении 1:8 незначительно стимулировал клеточные деления. Водный экстракт при разведениях 1:1, 1:2, 1:4 статистически значимо уменьшал митотическую активность клеток относительно негативного контроля, но не тормозил митоз, как диоксидин в позитивном контроле (рис. 4).

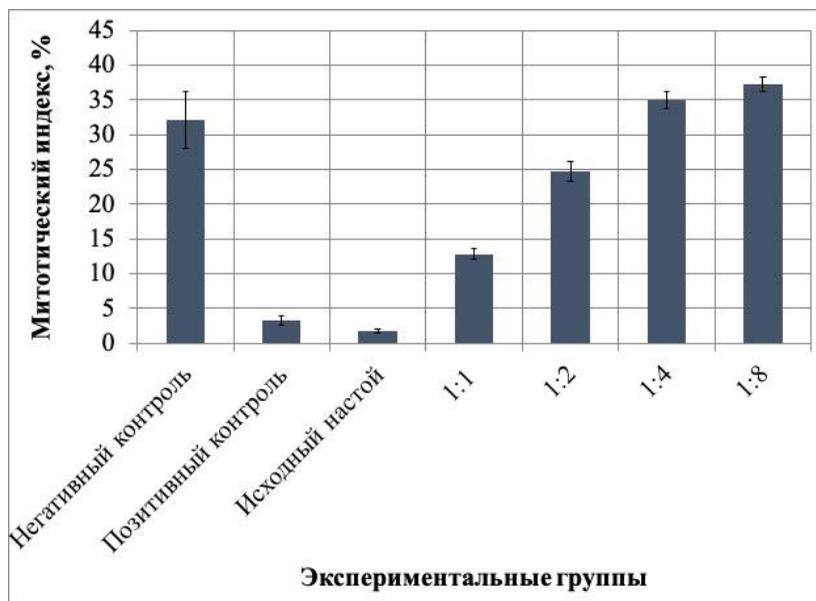
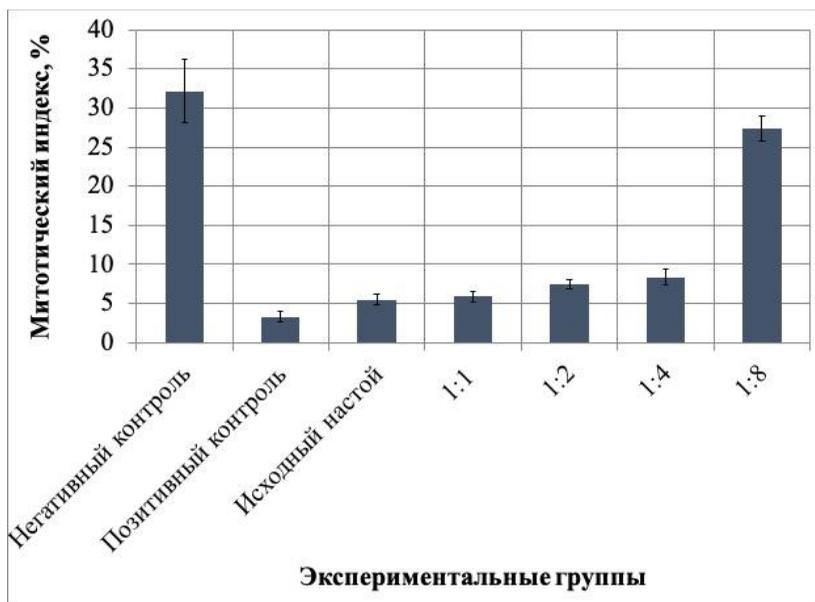


Рис. 4. Значение митотического индекса *A. cepa*, прораставшего в настое тимьяна ползучего.

Fig. 4. The mitotic index of *A. cepa*, germinated in the infusion of *Thymus serpyllum*.

## СРАВНЕНИЕ МИТОЗМОДИФИЦИРУЮЩЕЙ АКТИВНОСТИ

При воздействии на корни *A. sera* исходного раствора настоя котовника кошачьего и его разведений 1:1, 1:2, 1:4, 1:8 ( $5.51 \pm 0.68$ ;  $5.90 \pm 0.71$ ;  $7.41 \pm 0.60$ ;  $8.37 \pm 1.02$ ;  $27.34 \pm 1.59$  % соответственно) значения митотического индекса были меньше значений в негативном контроле ( $p < 0.05$ ), но выше, чем в позитивном ( $p < 0.05$ ). Это свидетельствует о подавлении митотической активности относительно негативного контроля, не достигая при этом уровня задержки делений в позитивном контроле (рис. 5).

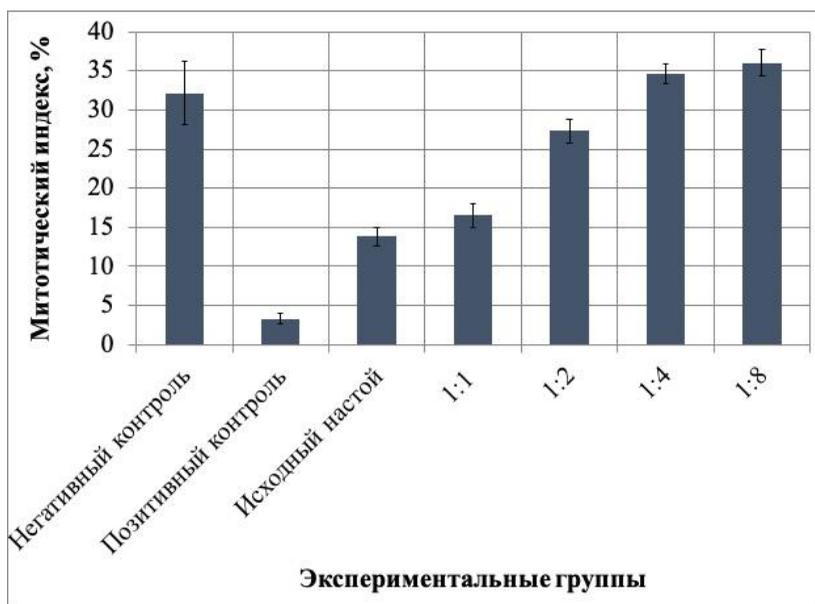


**Рис. 5.** Значение митотического индекса *A. sera*, прораставших в водном экстракте котовника кошачьего.

**Fig. 5.** The mitotic index of *A. sera*, germinated in the infusion of *Nepeta cataria*.

Значения митотического индекса при воздействии исходного настоя мелиссы лекарственной и его разведений 1:1, 1:2 ( $13.83 \pm 1.21$  %;  $16.55 \pm 1.51$  %;  $27.30 \pm 1.50$  % соответственно) были меньше значений в негативном контроле ( $p < 0.05$ ), но больше, чем в позитивном

( $p < 0.05$ ). При разведениях 1:4 и 1:8 ( $34.61 \pm 1.26$  % и  $36.02 \pm 1.66$  %) значения митотического индекса сопоставимы со значениями в негативном контроле ( $p > 0.05$ ). Т.е. исходный настой мелиссы лекарственной и его разведения 1:1, 1:2 статистически достоверно снижали митотическую активность клеток по сравнению с негативным контролем, но не оказывали митостатического действия как позитивный контроль. При разведениях 1:4, 1:8 настоек не оказывал митомодифицирующего действия.



**Рис. 6.** Значение митотического индекса *A. cepa*, прораставших в настое мелиссы лекарственной.

**Fig. 6.** The mitotic index of *A. cepa*, germinated in the infusion of *Melissa officinalis*.

Сравнение длины корней и митотического индекса *A. cepa*, прораставших в водных экстрактах тимьяна ползучего, котовника кошачьего и мелиссы лекарственной разных концентраций с негативным и позитивным контролями показало обратную зависимость их длины

## СРАВНЕНИЕ МИТОЗМОДИФИЦИРУЮЩЕЙ АКТИВНОСТИ

и митотического индекса от концентрации настоев. Кроме того, и динамика роста корней, и митотический индекс показали дозозависимое влияние исследуемых настоев на митотическую активность клеток, т.е. при увеличении разведения (при уменьшении концентрации) увеличивалась длина корня и митотический индекс. Статистически значимый уровень корреляции значений прироста корней *A. sera* со значениями митотического индекса установлен при низкой достоверности.

Таким образом, настои тимьяна ползучего и котовника кошачьего продемонстрировали митозингибирующее действие. Полученные данные согласуются с результатами проведенных ранее исследований: метанольный экстракт тимьяна ползучего при проведении МТТ-теста на линии клеток эпителиоидной карциномы шейки матки человека (M HeLa) показал противораковую активность, а эфирное масло котовника кошачьего оказывало цитостатическое действие, снижая прорастание семян редиса и рост проростков кресс-салата и пшеницы.

Анализ митозмодифицирующей активности 3-х настоев (тимьяна ползучего, котовника кошачьего и Melissa лекарственной) при разных концентрациях показал значительные отличия в их активности. Сравнивая кривые зависимости митотического индекса от концентрации водных экстрактов можно отметить выраженную дозозависимость: настой котовника подавлял клеточные деления относительно негативного контроля при всех разведениях, причем в исходном растворе и при разведениях 1:1, 1:2, 1:4 происходило незначительное увеличение значений митотического индекса, а при разведении 1:8 наблюдали его резкое увеличение; кривая зависимости митотического индекса от концентрации настоя тимьяна более крутая, т.е. уже при разведении 1:1 происходило значительное увеличение митотического индекса; а у Melissa, наоборот, более плавная, т.е. при увеличении разведения митотический индекс увеличивался незначительно. Это свидетельствует о том, что исходный настой тимьяна подавлял митоз сильнее, чем два других экстракта и даже сильнее, чем диоксидин. Но при разведениях 1:1, 1:2, 1:4, 1:8 уже настой котовника сильнее других изученных экстрактов снижал митотическую активность клеток, поэтому, в целом, котовник обладает большими митозингибирующими свойствами относительно тимьяна и Melissa.

## ВЫВОДЫ

Впервые проведен сравнительный анализ митозмодифицирующей активности водных экстрактов тимьяна ползучего, котовника кошачьего и мелиссы лекарственной с помощью Allium test, который показал дозозависимое влияние настоев на митотическую активность клеток меристемы *A. cepa*.

Исходный настой тимьяна ползучего ингибировал митоз по сравнению с позитивным контролем, а при разведении 1:8 незначительно стимулировал клеточные деления. Водный экстракт при разведениях 1:1, 1:2, 1:4 статистически значимо уменьшал митотическую активность клеток относительно негативного контроля, но не тормозил митоз, как диоксидин в позитивном контроле. Исходный настой котовника кошачьего и все его разведения подавляли митотическую активность клеток относительно негативного контроля. Исходный водный экстракт мелиссы лекарственной и его разведения 1:1, 1:2 задерживали митоз относительно негативного контроля. При разведениях 1:4 и 1:8 настой не показал статистически значимого изменения митотического индекса относительно негативного контроля.

Следует отметить, что только исходный экстракт тимьяна подавлял митоз сильнее, чем диоксидин, а уже при разведениях 1:1, 1:2, 1:4 клеточные деления были аналогичны показателям негативного контроля. В отличие от тимьяна, котовник снижал митотическую активность клеток относительно негативного контроля во всех опытных группах (исходный настой и при всех разведениях (1:1, 1:2, 1:4, 1:8), поэтому, в целом, котовник обладает большими митозингибирующими свойствами относительно тимьяна.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Алексеева А. В.* Трава мелиссы лекарственной – перспективный источник импортозамещающих нейротропных препаратов // Медицинский альманах. 2011. Вып. 1. С. 233 – 237.

*Балакина А. А., Кузьмина Е. А., Древова А. Н., Мубарак М. М., Карсункина Н. П., Калашикова Е. А., Чередниченко М. Ю.* Оценка цитотоксического действия экстрактов из лекарственных растений на клеточную линию M HeLa // Вестник РГАТУ. 2015. Вып. 4 (28). С. 127 – 131.

*Бубенчикова В. Н., Старчак Ю. А.* Изучение отхаркивающей активности растений рода тимьян // Медицинский вестник Башкортостана. 2013. Т. 8, № 5. С. 78 – 80.

## СРАВНЕНИЕ МИТОЗМОДИФИЦИРУЮЩЕЙ АКТИВНОСТИ

*Варданян Л. Р., Айрапетян С. А., Варданян Р. Л., Аветисян А. Э.* Антиоксидантное действие эфирного масла тимьяна ползучего (*Thymus serpyllum* L.) // Химия растительного сырья. 2013. Вып. 3. С. 143 – 148.

*Дурнова Н. А., Шереметьева А. С., Тяпкина Д. А.* Изучение митозмодифицирующего влияния экстракта алоэ жидкого (*extractum Aloes fluidum*) с использованием *Allium test* // Бюллетень Ботанического сада Саратовского государственного университета. 2018. Т. 16, № 2. С. 3 – 11.

*Калаев В. Н., Карпова С. С.* Цитогенетический мониторинг: методы оценки загрязнения окружающей среды и состояния генетического аппарата организма. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2004. 79 с.

*Кузнецова Н. М.* Переработка нетрадиционных культур с уникальными свойствами в Северо-Западном регионе России // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2015. Вып. 3. С. 142 – 149.

*Песня Д. С., Серов Д. А., Вакорин С. А., Прохорова И. М.* Исследование токсического, митозмодифицирующего и мутагенного действия Борщевика Сосновского // Ярославский педагогический вестник. 2011. Т. 3, № 4. С. 93 – 98.

*Песня Д. С., Романовский А. В., Прохорова И. М.* Исследование токсического и генотоксических эффектов синтетических пищевых красителей методом *Allium test* // Ярославский педагогический вестник. 2012. Т. 3, № 3. С. 86 – 93.

Руководство по краткосрочным тестам для выявления мутагенных и канцерогенных химических веществ. Женева: Всемирная организация здравоохранения, «Медицина», 1989. 212 с.

*Старчак Ю. А., Бубенчикова В. Н.* Антимикробная активность водных извлечений и эфирных масел тимьянов флоры средней полосы европейской части России // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Естественные, технические и медицинские науки. 2014. Вып. 6. С. 144 – 147.

*Струкова Е. Г., Ефремов А. А., Гонтова А. А., Соколова Л. С.* Воздействие эфирных масел сибирского региона на условно-патогенные микроорганизмы // Химия растительного сырья. 2009. Вып. 4. С. 79 – 82.

*Шереметьева А. С.* *Allium test* в исследованиях цитогенетических эффектов биологически активных веществ // Экспертное мнение: сб. ст. Междунар. науч. практ. конф. Ч. 1. Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2017. С. 21 – 25.

*Шереметьева А. С., Жук А. А., Переверзева Я. О., Хомякова У. А.* Исследование влияния диоксидина на митотическую активность корней *Allium cepa* // Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2018. Т. 8, № 1. С. 5 – 7.

Н. А. Дурнова, А. С. Шереметьева, Д. А. Тяпкина

*Шкарупа В. М., Бариляк І. Р.* Мутагенез, індукований діоксидином в *Allium*-тесті // *Цитология и генетика*. 2006. Т. 40, № 5. С. 31 – 35.

*Шкарупа В. М., Бариляк І. Р., Неумержицька Л. В., Гуменюк І. Д.* Генотекторний ефект гумату натрію за умов індукованого оксидантного стрессу // *Цитология и генетика*. 2010. Т. 44, № 1. С. 54 – 56.

*Bozkurt E., Atmaca H., Kisim A., Uzunoglu S., Uslu R., Karaca B.* Effects of *Thymus serpyllum* extract on cell proliferation, apoptosis and epigenetic events in human breast cancer cells // *Nutrition and Cancer*. 2012. Vol. 64, № 8. P. 1245 – 1250.

*Fiskesjo G.* The Allium test as a standard in environmental monitoring // *Hereditas*. 1985. Vol. 102. P. 99 – 112.

*Madić V., Jovanović J., Stojilković A., Jušković M., Vasiljević P.* Evaluation of cytotoxicity of “anti-diabetic” herbal preparation and five medicinal plants: an *Allium cepa* assay // *Biologica Nyssana*. 2017. Vol. 8, № 2. P. 151 – 158.

*Raal A., Paaver U., Arak E., Orav A.* Content and composition of the essential oil of *Thymus serpyllum* L. growing wild in Estonia // *Medicina (Kaunas)*. 2004. Vol. 40, № 8. P. 795 – 800.

*Süntar I., Nabavi S. M., Barreca D., Fischer N., Efferth T.* Pharmacological and chemical features of *Nepeta* L. genus: Its importance as a therapeutic agent // *Phytotherapy Research*. 2018. Vol. 32, № 2. P. 185 – 198.

*Zomorodian K., Saharkiz M. J., Rahimi M. J., Shariatifard S., Pakshir K, Khashei R.* Chemical composition and antimicrobial activities of essential oil of *Nepeta cataria* L. Against common causes of oral infections // *Journal of Dentistry of Tehran University of Medical Sciences*. 2013. Vol. 10, № 4. P. 329 – 337.

---

#### **Образец для цитирования:**

*Дурнова Н. А., Шереметьева А. С., Тяпкина Д. А.* Сравнение митозмодифицирующей активности настоев эфирномасличных растений семейства *Lamiaceae* // *Бюл. Бот. сада Сарат. гос. ун-та*. 2018. Т. 16, вып. 3. С. 19 – 35.  
DOI: 10.18500/1682-1637-2018-3-19-35.

**COMPARISON OF THE MITOSIS MODIFYING ACTIVITY  
OF INFUSION PLANTS CONTAINING ESSENTIAL OILS  
OF LAMIACEAE**

**N. A. Durnova, A. S. Sheremetyeva, D. A. Tyapkina**

*V. I. Razumovsky Saratov State Medical University  
112 B. Kazachya Str., Saratov 410012, Russia  
E-mail: anna-sheremetyewa@yandex.ru*

Received 12 October 2018, Accepted 22 October 2018

The comparative evaluation of the studied extracts of *Thymus serpyllum*, *Nepeta cataria* and *Melissa officinalis* showed that all extracts caused an inverse relationship between root growth and mitotic index from concentration. The original infusion of *Thymus serpyllum* inhibited mitosis compared with positive control. Infusion at a dilution *Thymus serpyllum* of 1:8 slightly stimulated cell division compared with the negative control. Infusion at dilutions of 1:1, 1:2, 1:4 statistically significantly reduced the mitotic activity of the cells relative to the negative control, but did not inhibited mitosis, just like dioxidine in the positive control. In the experiment, the original infusion *Nepeta cataria* and all its dilutions inhibited the mitotic activity of the cells relative to the negative control. The original infusion of *Melissa officinalis* and its dilution 1:1, 1:2 inhibited mitosis relative to the negative control. At dilutions of 1: 4 and 1: 8, the infusion showed no statistically significant change in the mitotic index relative to the negative control. In contrast to infusion *Thymus serpyllum*, infusion *Nepeta cataria* reduced the mitotic activity of the cells relative to the negative control in all experimental groups (initial infusion and at all dilutions (1: 1, 1: 2, 1: 4, 1: 8), therefore, probably, the infusion *Nepeta cataria* has high mitosis-inhibiting properties regarding thyme.

**Key words:** *Thymus serpyllum*, *Nepeta cataria*, *Melissa officinalis*, effect on mitosis, Allium test.

DOI: 10.18500/1682-1637-2018-3-19-35

**REFERENCES**

Alekseeva A. V. *Melissa officinalis* herb is a promising source of import-substituting neurotropic drugs. *Medical Almanac*, 2011, vol. 1, pp. 233 – 237. (in Russian).

Balakina A. A., Kuzmina E. A., Drevova A. N., Mubarak M. M., Karsunkina N. P., Kalashnikova E. A., Cherednichenko M. Y. Evaluation of cytotoxic action of extracts from medicinal plants on the cell line M HeLa. *Vestnik*

of P. A. Solovyov Rybinsk State Aviation Technical University, 2015, vol. 4, iss. 28, pp. 127 – 131. (in Russian).

Bozkurt E., Atmaca H., Kisim A., Uzunoglu S., Uslu R., Karaca B. Effects of *Thymus serpyllum* extract on cell proliferation, apoptosis and epigenetic events in human breast cancer cells. *Nutrition and Cancer*, 2012, vol. 64, iss. 8, pp. 1245 – 1250. doi: 10.1080/01635581.2012.719658.

Bubenchikova V. N., Starchak Y. A. The study of expectorant activity of plants of *Thymus* genus. *Bashkortostan Medical Journal*, 2013, vol. 8, iss. 5, pp. 78 – 80. (in Russian).

Durnova N. A., Sheremetyeva A. S., Тяпкина Д. А. Antioxidant effect of essential oil of thyme creeping (*Thymus serpyllum* L.). *Bulletin of Botanic Garden of Saratov State University*, 2018, vol. 16, iss. 2, pp. 3 – 11. doi: 10.18500/1682-1637-2018-2-3-11. (in Russian).

Fiskesjo G. The *Allium* test as a standard in environmental monitoring. *Hereditas*, 1985, vol. 102, pp. 99 – 112.

*Guidelines for Short-term Tests for the Detection of Mutagenic and Carcinogenic Chemicals*. Geneva: World Health Organization, 1985. 208 p.

Kalaev V. N., Karpova S. S. *Cytogenetic Monitoring: Methods for Assessing Environmental Pollution and the State of the Body's Genetic Apparatus*. Voronezh: Izdatel'stvo Voronezhskogo Universiteta, 2004. 80 p. (in Russian).

Kuznetsova N. M. Processing of non-traditional crops with unique properties in the North-Western region of Russia. *Scientific Journal NRU ITMO. Processes and Food Production Equipment*, 2015, vol. 3, pp. 142 – 149. (in Russian).

Madić V., Jovanović J., Stojilković A., Jušković M., Vasiljević P. Evaluation of cytotoxicity of “anti-diabetic” herbal preparation and five medicinal plants: an *Allium cepa* assay. *Biologica Nyssana*, 2017, vol. 8, iss. 2, pp. 151 – 158. doi: 10.5281/zenodo.1135968

Pesnya D. S., Serov D. A., Vakorin S. A., Prohorova I. M. Research of the toxic, mitosis modifying and mutagen effect of *Heraclium Sosnowskyi*. *Yaroslavl Pedagogical Herald*, 2011, vol. 3, iss. 4, pp. 93 – 98. (in Russian).

Pesnya D.S., Romanovskiy A.V., Prokhorova I.M. Study of toxic and genotoxic effects of synthetic food dyes by *Allium* test. *Yaroslavl Pedagogical Herald*, 2012. vol. 3, iss. 3, pp. 86 – 93. (in Russian).

Raal A., Paaver U., Arak E., Orav A. Content and composition of the essential oil of *Thymus serpyllum* L. growing wild in Estonia. *Medicina (Kaunas)*, 2004, vol. 40, iss. 8, pp. 795 – 800.

Sheremetyeva A. S. *Allium* Test in Researches of Cytogenetic Effects of Biologically Active Substances. *Expert Opinion: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*. Vol. 1. Penza: Nauka I Prosveshenie, 2017. pp. 21 – 25. (in Russian).

## СРАВНЕНИЕ МИТОЗМОДИФИЦИРУЮЩЕЙ АКТИВНОСТИ

Sheremetyeva A. S., Zhuk A. A., Pereverzeva Ya. O., Khomyakova U. A. Study of the Influence of Dioxigen on the Mitotic Activity of the Roots of *Allium cepa*. *Bulletin of medical Internet conferences*, 2018, vol. 8, iss. 1, pp. 5 – 7. (in Russian)

Shkarupa V. M., Barlyak I. R. Genoprotective Effect of Sodium Humate in Conditions of Induced Oxidative Stress. *Cytology and Genetics*, 2006, vol. 40, iss. 5, pp. 31 – 35. (in Ukrainian).

Shkarupa V. M., Barlyak I. R., Neumerzhitcka L. V., Gumenyuk I. D. Genoprotective Effect of Sodium Humate in Conditions of Induced Oxidative Stress. *Cytology and Genetics*, 2010, vol. 44, iss. 1, pp. 54 – 56. (in Ukrainian).

Starchak Y. A., Bubenchikova V. N. Antimicrobial activity of aqueous extracts and essential oils of Thymes flora middle zone of European part of Russia. *Uchenye zapiski Orlovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennyye, tekhnicheskije i meditsinskie nauki*, 2014, vol. 6, pp. 144 – 147. (in Russian).

Strukova E. G., Efremov A. A., Gontova A. A., Sokolova L. S. Influence of essential oils of the Siberian region on opportunistic microorganisms. *Khimija Rastitel'nogo Syr'ja*, 2009, vol. 4, pp. 79 – 82. (in Russian).

Stintar I., Nabavi S. M., Barreca D., Fischer N., Efferth T. Pharmacological and chemical features of *Nepeta* L. genus: Its importance as a therapeutic agent. *Phytotherapy Research*, 2018, vol. 32, iss. 2, pp. 185 – 198. doi: 10.1002/ptr.5946

Vardanyan L. R., Ayrapetyan S. A., Vardanyan R. L., Avetisyan A. E. Antioxidant effect of essential oil of thyme creeping (*Thymus serpyllum* L.). *Khimija Rastitel'nogo Syr'ja*, 2013, vol. 3, pp. 143 – 148. (in Russian).

Zomorodian K., Saharkhiz M. J., Rahimi M. J., Shariatifard S., Pakshir K., Khashei R. Chemical composition and antimicrobial activities of essential oil of *Nepeta cataria* L. Against common causes of oral infections. *Journal of Dentistry of Tehran University of Medical Sciences*, 2013, vol. 10, iss. 4, pp. 329 – 337.

---

### Cite this article as:

Durnova N. A., Sheremetyeva A. S., Tyapkina D. A. Comparison of the mitosis modifying activity of infusion plants containing essential oils of Lamiaceae. *Bulletin of Botanic Garden of Saratov State University*, 2018, vol. 16, iss. 3, pp. 19 – 35. (in Russian). DOI: 10.18500/1682-1637-2018-3-19-35.

УДК 581.522.4:582.734.6(470.21)

## ИНТРОДУКЦИЯ ВИДОВ *PADUS* MILL. В ПОЛЯРНО-АЛЬПИЙСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ-ИНСТИТУТЕ ИМ. Н. А. АВРОРИНА

И. Н. Липпонен<sup>1,2</sup>, О. А. Гончарова<sup>2</sup>, Е. Ю. Полоскова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Филиал Мурманского арктического государственного университета в г. Апатиты

Россия, 184209 Апатиты, ул. Ферсмана, 18а

<sup>2</sup> Полярно-альпийский ботанический сад-институт

им. Н. А. Аврорина Кольского НЦ РАН,

Россия, 184200, Апатиты, Академгородок, д. 18а

E-mail: goncharovaoa@mail.ru

Поступила в редакцию 06.07.2018 г., принята 22.10.2018 г.

Комплекс проведенных исследований позволил оценить состояние 13 образцов 7 таксонов рода *Padus* Mill. в условиях интродукции в центральной части Кольского полуострова. Исследуемые образцы дифференцированы по группам с учетом возраста и происхождения исходного материала. Проведен анализ среднесезонных сроков наступления фенологических фаз и фенологических показателей интродуцированных растений рода *Padus*: начало и продолжительность вегетации, длительность линейного роста побегов, продолжительность префлорального периода. Получена общая оценка перспективности интродукции 13 образцов 7 таксонов рода *Padus*. Анализ фенологического развития, значений коэффициента фенологической адаптации, оценки перспективности интродукции показал незначительные различия у растений, отличающихся происхождением исходного материала и сроком нахождения в эксперименте. Однако, существуют отличия в количественных характеристиках фенологии у образцов различного систематического положения. Наиболее перспективны для интродукции на Кольский Север виды, характеризующиеся ранним началом вегетации, полным одревеснением побегов, с непродолжительным префлоральным периодом. Из изученных таксонов наиболее успешно интродуцированы *P. asiatica*, *P. avium*, *P. avium* 'Colorata', *P. maackii*. В целях более успешной интродукции *P. pensylvanica* и *P. virginiana* необходимо привлечение дополнительного материала из северных регионов.

**Ключевые слова:** интродукция, древесные растения, *Padus* – черемуха, фенологическое развитие, перспективность интродукции, Мурманская область.

## ИНТРОДУКЦИЯ ВИДОВ *PADUS* MILL.

DOI: 10.18500/1682-1637-2018-16-3-36-51

Мурманская область относится к району с небольшим разнообразием древесных растений, в связи с этим обогащение культурной флоры Кольского Севера имеет важное значение.

Декоративные качества растений рода *Padus* Mill. являются одними из решающих факторов при выборе растений для озеленения городов Мурманской области. В связи с этим изучение декоративных древесных растений не теряет своей актуальности и в настоящий период. Для оценки адаптационных возможностей интродуцентов традиционно используют анализ сезонного развития.

Как отмечают исследователи, комплексное описание показателей фенологического развития актуально для формирования теоретических основ адаптации растений к новым условиям существования, которые наблюдаются при интродукционных испытаниях (Кузьмин, 2001).

В Полярно-альпийском ботаническом саду-институте Российской академии наук (ПАБСИ РАН) работы по исследованию фенологической динамики древесных интродуцированных растений проводятся с момента основания Сада. Настоящая работа посвящена исследованию сезонного развития интродуцированных растений рода *Padus* в условиях интродукции в ПАБСИ.

Цель работы заключается в оценке характеристик фенологии видов рода *Padus*, интродуцированных в ПАБСИ. Проблема перспективности интродукции видов *Padus* на Кольском полуострове изучена при решении следующих задач: сравнительный анализ среднесезонных сроков наступления фаз сезонного развития и фенологических показателей интродуцированных растений рода *Padus*: начало и продолжительность вегетации, длительность линейного роста побегов, продолжительность префлорального периода; оценка перспективности интродукции образцов рода *Padus* в центральной части Кольского полуострова.

ПАБСИ РАН расположен на 67°38' северной широты и 33°31' восточной долготы, в 120 км севернее Полярного круга. Основная территория ПАБСИ находится в Хибинских горах, экспериментальный участок расположен на предгорной равнине (67°34' северной широты и 33°18' восточной долготы) в 3 км на запад от г. Апатиты Мурманской области.

Для экспериментального участка в г. Апатиты, характерен относительно мягкий климат с аномально высокими зимними температурами.

рами воздуха, которые обусловлены близостью теплого течения Гольфстрим. Средняя месячная температура наиболее холодных зимних месяцев (январь, февраль) не опускается ниже  $-13^{\circ}\text{C}$ , тогда как в летний период (июль) – колеблется от  $+10^{\circ}\text{C}$  до  $+14^{\circ}\text{C}$ . Первые заморозки в воздухе возможны уже в августе, а последние – в конце мая – июне. Продолжительность безморозного периода составляет 50 – 70 дней. Наибольшее количество осадков выпадает в летние и осенние месяцы, а наименьшее – в весенние. За год в лесной зоне Кольского полуострова выпадает в среднем 500 – 600 мм осадков. Число дней с устойчивым снежным покровом от 180 до 200, высота снежного покрова 60 – 80 см. Переход среднесуточных температур через  $+5^{\circ}\text{C}$  фиксируется 31 мая. Продолжительность вегетационного периода составляет 90 – 120 дней (Семко, 1982).

Программа ежегодного мониторинга развития древесных интродуцентов включала в себя ряд работ. В начале вегетационного сезона проводили оценку зимостойкости по 7-балльной шкале (Методика..., 1975). Фенологические наблюдения за исследуемыми растениями проводили 2-3 раза в неделю в течение вегетационного сезона. (Методика... 1975, Булыгин, 1976). Обилие цветения и плодоношения оценивали по 5-балльной шкале (Капер, 1930). Эмпирические фенологические даты переводили в непрерывный числовой ряд (Зайцев, 1990: С. 264). Для оценки фенологического развития интродуцентов использовали классификации растений по срокам начала вегетации и ее продолжительности, по длительности линейного роста побегов, продолжительности префлорального периода (Александрова, Головкин, 1978).

Исследование интродуцированных растений проведено на основе многолетних фенологических данных за 1997 – 2017 гг. Фенонаблюдения осуществлены сотрудниками группы древесных растений лаборатории интродукции и акклиматизации растений ПАБСИ. В дальнейшем проводилась стандартная статистическая обработка фенологических данных: расчет среднемноголетних сроков наступления фаз сезонного развития и фенологических показателей.

В коллекционном фонде древесных растений ПАБСИ 26 образцов рода *Padus*, из них 15 выращиваются на экспериментальном участке (табл. 1). Латинские названия растений приведены согласно сводке Черепанова (1995) и электронному определителю Plantarium.ru <http://www.plantarium.ru/page/taxonomy/taxon/44358.html>.

ИНТРОДУКЦИЯ ВИДОВ *PADUS* MILL.

**Таблица 1.** Интродуцированные образцы рода *Padus* на экспериментальном участке ПАБСИ

**Table 1.** Introduced samples of the genus *Padus* of experimental plot of PABGI

Образец Develop- ment type	Название растения Plant name	Происхождение исходного материала The origin of the source material	Нахождение в испытании, лет Being in the test, years
1	2	3	4
6-81	<i>P. asiatica</i> Ком.– Ч. азиатская	Ск Мещерская ЛОС, Липецкая обл.	36
99-80	<i>P. asiatica</i> – Ч. азиатская	Ск Якутия	37
220-82	<i>P. asiatica</i> – Ч. азиатская	Сд г. Ключи, п-ов Камчатка	35
274-89	<i>P. asiatica</i> – Ч. азиатская	Сд р. Дяньшкка, Якутия	28
432-79	<i>P. avium</i> Mill.– Ч. обыкновенная	Сд Йоэнсуу, Финляндия	38
130-92	<i>P. avium</i> Mill. 'Colorata' – Ч. обыкновенная 'Colorata'	Ск Торнио, Финляндия	25
612-91	<i>P. avium</i> Mill. 'Colorata'– Ч. обыкновенная 'Colorata'	Ск Торнио, Финляндия	26
1975	<i>P. borealis</i> Schubeler – Ч. северная	Жрд Хабозеро, Мурманская обл.	42
294-85	<i>P. borealis</i> – Ч. северная	Ск Апатиты, Мурманская обл.	32
295-85	<i>P. borealis</i> – Ч. северная	Ск Апатиты, Мурманская обл.	32
710-78	<i>P. maackii</i> (Rupr.) Ком. – Ч. Маака	Сд Дальний Восток	39
69-77	<i>P. pensylvanica</i> (L. fil.) Sokolov – Ч. Пенсильванская	Ск Самара	40

Продолжение табл. 1  
Table 1.

1	2	3	4
135-97	<i>P. pensylvanica</i> – Ч. пенсильванская	Жрк Архангельск	20
429-79	<i>P. virginiana</i> (L.) Mill.– Ч. виргинская	Сд Монреаль, Канада	38
44 -80	<i>P. virginiana</i> – Ч. виргинская	Ск Петрозаводск	37

*Примечание.* Ск – семена культурного происхождения; Сд – семена природного происхождения; Жрк – живые растения культурные; Жрд – живые растения из природы.

*Note.* Ск –seeds of cultural origin; Сд – seeds of natural origin; Жрк – living plants, cultivated; Жрд – living plants from nature.

Основная часть исследуемых растений имеет семенное происхождение. Половина образцов выращена из семян, поступивших по семенному обмену между ботаническими садами. Средний срок нахождения в испытании 34 года.

В работе использовали феноданные 13 интродуцированных образцов рода *Padus*, выращиваемых на Экспериментальном участке ПАБСИ. Для образцов 135-97 *P. pensylvanica* и 429-79 *P. virginiana* имеющийся набор фенологический данных не позволяет использовать их для получения статистически достоверной информации.

Образцы 6-81, 99-80, 130-92, 612-91, 294-85, 295-85, 69-77, 441-80, 135-97 составляют группу растений культурного происхождения, а образцы 220-82, 274-89, 432-79, 1975, 710-78, 429-79 – группу растений природного происхождения. Образцы черемухи делим на группы по классам возраста. Наиболее многочисленной является группа, относящаяся к классу возраста V (31 – 40 лет), она включает в себя 10 образцов. Следующая по численности группа с классом возраста IV, состоит из 3 образцов. Группы с классами возраста III и VI включают по 1 образцу. Образцы, относящиеся к классам возраста III и IV, отнесем к группе растений младшего возраста. Образцы, относящиеся к классам возраста V и VI, выделим в группу растений старшего возраста. Многолетние фенологические данные интродуцированных в ПАБСИ образцов рода *Padus* отражены в таблице 2.

## ИНТРОДУКЦИЯ ВИДОВ *PADUS* MILL.

**Таблица 2.** Среднемесячные фенологические показатели интродуцированных растений рода *Padus* в центральной части Кольского полуострова  
**Table 2.** Average annual phenological indicators of introduced plants of the genus *Padus* in the Central part of the Kola Peninsula

Фенологическая фаза Phenological phase	Образцы / Development type												
	<i>P. astatica</i> 6-81	<i>P. astatica</i> 99-80	<i>P. astatica</i> 220-82	<i>P. astatica</i> 274-89	<i>P. avium</i> 432-79	<i>P. avium</i> 130-92	<i>P. avium</i> 'Colovata' 612-91	<i>P. borealis</i> 1975	<i>P. borealis</i> 294-85	<i>P. borealis</i> 295-85	<i>P. borealis</i> 710-78	<i>P. pennsylvanica</i> 69-77	<i>P. virginiana</i> 441-80
Сроки наступления фенологических фаз / The timing of the onset of phenological phases													
Пл <sup>1</sup> /Рл <sup>2</sup>	16.VI±1.6	10.VI±2.6	15.VI±3.9	13.VI±2.8	16.VI±1.8	17.VI±2.3	18.VI±3.1	14.VI±1.9	16.VI±2.3	14.VI±2.9	19.VI±2.3	22.VI±2.6	29.VI±2.2
Пб <sup>3</sup> /Рб <sup>4</sup>	1.VI±2.0	26.VI±2.9	30.VI±2.7	28.VI±2.9	2.VI±1.8	2.VI±1.9	5.VI±3.0	1.VI±1.3	2.VI±2.4	2.VI±2.5	24.VI±2.4	14.VI±5.0	13.VI±2.1
Пб <sup>5</sup> /Рб <sup>6</sup>	3.VI±3.1	1.VI±2.8	30.VI±2.1	29.VI±3.4	4.VI±2.9	5.VI±4.0	7.VI±5.5	8.VI±3.2	3.VI±2.4	2.VI±2.5	22.VI±2.5	26.VI±5.3	10.VI±3.3
О <sup>7</sup> /О <sup>8</sup>	4.VIII±4.4	23.VIII±5.6	21.VIII±4.7	25.VIII±3.8	6.VIII±4.2	4.VIII±4.6	8.VIII±4.4	31.VIII±3.2	27.VIII±4.9	29.VIII±7.6	22.VIII±3.8	26.VIII±5.7	18.VIII±4.1
Л <sup>1</sup> /Л <sup>2</sup>	26.VI±2.0	19.VI±2.2	20.VI±2.1	20.VI±2.3	26.VI±2.9	27.VI±2.5	27.VI±2.6	27.VI±1.9	24.VI±1.9	25.VI±1.9	28.VI±1.6	30.VI±1.9	6.VI±2.1
Л <sup>3</sup> /Л <sup>4</sup>	19.VI±3.0	24.VI±3.6	21.VI±2.2	22.VI±2.1	19.VI±2.5	21.VI±3.5	22.VI±3.3	19.VI±3.3	23.VI±1.2	22.VI±2.1	24.VI±2.4	3.VI±4.4	5.VI±3.7
Л <sup>5</sup> /Л <sup>6</sup>	3.IX±2.6	24.VIII±4.3	21.VIII±4.2	22.VIII±3.4	13.XI±3.5	13.IX±3.2	7.IX±4.1	5.IX±2.8	29.VIII±4.0	26.VIII±2.9	13.IX±2.4	10.IX±4.2	13.IX±2.7
П <sup>7</sup> /П <sup>8</sup>	16.VI±2.1	16.VI±2.1	14.VI±2.4	16.VI±3.1	18.VI±2.0	14.VI±2.9	17.VI±3.3	16.VI±1.7	17.VI±2.3	15.VI±2.3	25.VI±2.3	29.VI±2.5	15.VI±2.4
П <sup>7</sup> /Т <sup>8</sup>	26.6±2.0	26.VI±1.6	25.VI±1.8	25.VI±2.6	27.VI±2.1	25.VI±2.7	26.VI±2.9	27.VI±1.7	3.VIII±4.4	26.VI±1.9	2.VIII±2.0	7.VI±2.1	22.VI±2.6
П <sup>7</sup> /Р <sup>8</sup>	2.IX±4.7	24.VIII±2.9	24.VIII±4.1	12.VIII±9.7	5.IX±3.4	16.VIII±6.5	16.VIII±8.5	29.VIII±4.1	25.VIII±8.9	15.VIII±9.4	26.VIII±3.3	27.VIII±9.8	—
Фенологические показатели, дней / Phenological parameters, days													
П <sup>1</sup> /Р <sup>1</sup>	32±3.7	34±3.9	35±3.9	37±3.8	32±3.1	31±4.5	30±4.0	35±3.4	32±2.7	31±3.2	42±4.0	50±6.0	38±3.6
П <sup>3</sup> /Р <sup>3</sup>	112±1.9	109±6.1	104±3.8	104±3.6	119±4.2	119±5.4	112±6.0	115±6.2	109±3.1	105±3.5	120±3.2	112±5.7	108±4
П <sup>5</sup> /Р <sup>5</sup>	31±2.1	39±2.5	32±4.7	39±3.3	32±2.5	30±1.4	32±3.8	32±2.4	33±2.3	35±3.5	39±2.8	50±8.6	46±1.8

**Примечание:** Пл<sup>1</sup> – распускание вегетативных почек; Пб<sup>3</sup> – начало роста годичных побегов; Пб<sup>5</sup> – окончание роста годичных побегов; О<sup>7</sup> – полное оплодотворение годичных побегов; Л<sup>1</sup> – начало обособления листьев; Л<sup>3</sup> – листья достигли взрослых размеров; ПВ – продолжительность роста побегов; ПВ – появление осенней окраски листьев; Ц<sup>4</sup> – начало цветения; Ц<sup>5</sup> – окончание цветения; П<sup>7</sup> – созревание плодов; РП – продолжительность роста побегов; РПВ – период вегетации; РПП – префлорный период.

**Note:** Пл<sup>1</sup> – blooming of vegetative buds; Пб<sup>3</sup> – the beginning of growth of annual shoots; Пб<sup>5</sup> – the end of the growth of annual shoots; О<sup>7</sup> – full fertilization of annual shoots; Л<sup>1</sup> – the beginning of the separation of leaves; Л<sup>3</sup> – the appearance of autumn leaf color; Л<sup>5</sup> – the appearance of autumn leaf color; Ts<sup>8</sup> – beginning of flowering; Ts<sup>5</sup> – the end of flowering; Pl<sup>3</sup> – fruit ripening; RP – duration of shoot growth; RPВ – vegetative period; RPР – prefloral period.

*P. asiatica* – Ч. азиатская. В колфонде ПАБСИ 4 образца черемухи азиатской. Vegetация у образцов *P. asiatica* начинается в период с 10 по 16 мая. Появление осенней окраски листвы наблюдается с третьей декады августа до начала сентября. Продолжительность вегетации составляет от 104 до 112 дней. *P. asiatica* относится к группе растений с ранними сроками начала и короткой продолжительностью вегетации.

Фаза начала линейного роста побегов происходит в третьей декаде мая – первой декаде июня. До окончания вегетации у данных образцов заканчиваются процессы линейного роста и одревеснения побегов. По длительности линейного роста побегов *P. asiatica* относится к растениям с короткой продолжительностью роста побегов.

В генеративный этап онтогенеза растения вступают в возрасте 5 – 8 лет. Фазы цветения и плодоношения наблюдаются ежегодно. Префлоральный период средней продолжительности, длится в среднем 35 дней. Обилие цветения и плодоношения колеблется по годам от очень слабого до хорошего (1 – 4 балла). Созревание плодов отмечается с середины августа по начало сентября.

*P. avium* – Ч. обыкновенная. В коллекции древесных растений на Экспериментальном участке ПАБСИ 1 образец *P. avium*. Vegetация начинается в течение мая, по среднемноголетним данным 16 мая. Завершается вегетации во второй половине сентября. Продолжительность вегетации составляет 119 дней по среднемноголетним данным. *P. avium* относится к растениям рано начинающим вегетацию, продолжительность вегетации короткая.

Линейный рост побегов начинается в конце мая, длится около месяца и завершается в конце июня – начале июля. По продолжительности роста побегов данный образец черемухи обыкновенной относится к растениям с короткой продолжительностью роста побегов. Наступление фенофазы полного одревеснения побегов отмечается ежегодно до наступления отрицательных температур.

Впервые цветение отмечено в возрасте 7 лет. Цветение и плодоношение отмечаются ежегодно. Продолжительность префлорального периода по среднемноголетним данным 32 дня, что позволяет отнести анализируемый образец черемухи к группе растений со средней длительностью префлорального периода. Обилие цветения и плодоношения оценивается как хорошее и очень хорошее (4 – 5 баллов).

## ИНТРОДУКЦИЯ ВИДОВ *PADUS* MILL.

*P. avium* 'Colorata' – Ч. обыкновенная 'Colorata'. Наступление фенотипической фазы распускания вегетативных почек, принимаемое за начало вегетации, наблюдается у образцов *P. avium* 'Colorata' во второй половине мая, что позволяет отнести растения к группе рано начинающих вегетацию. Образцы *P. avium* 'Colorata' имеют непродолжительную вегетацию, ее продолжительность составляет 112 – 119 дней. Данные образцы относятся к группе растений с коротким периодом вегетации.

Рост побегов начинается в начале июня, завершается в начале июля. Продолжительность линейного роста побегов составляет 30 – 31 день, что позволяет отнести изучаемые образцы черемухи к группе растений с короткой продолжительностью роста побегов.

В генеративный этап онтогенеза *P. avium* 'Colorata' вступает в возрасте 7 – 8 лет. Растения характеризуется наличием фенотипических фаз цветения и плодоношения, которые отмечаются ежегодно. Префлоральный период составляет в среднем 30 – 32 дня, что соответствует группе растений с короткой и средней длительностью префлорального периода. Обилие цветения и плодоношения оценивается как среднее и хорошее (3 – 4 балла). Созревание плодов отмечается в конце августа.

*P. borealis* – Ч. северная. В коллекционном фонде ПАБСИ 3 образца *P. borealis*. Вегетация у образцов *P. borealis* начинается по среднемноголетним данным 14 – 16 мая. Появление осенней окраски листвы наблюдается с конца августа по начало сентября. *P. borealis* имеет непродолжительную вегетацию, ее длительность составляет 105 – 115 дней. Данные образцы относятся к группе растений с коротким периодом вегетации.

Рост побегов начинается 1 – 2 июня, завершается в начале июля. Продолжительность линейного роста побегов составляет 31 – 35 дней, что позволяет отнести *P. borealis* к группе растений со средней продолжительностью роста побегов.

Фазы цветения впервые отмечены в 10-летнем возрасте. Растения характеризуются ежегодным цветением и плодоношением. Префлоральный период составляет в среднем 32 дня, что соответствует группе растений со средней длительностью префлорального периода. Созревание плодов отмечается в конце августа.

*P. maackii* – Ч. Мака. Вегетация у *P. maackii* начинается в течение мая, по среднемноголетним данным 19 мая. Завершается вегетация наблюдается в начале сентября. Продолжительность вегетации состав-

ляет 120 дней по среднемноголетним данным. *P. taackii* относится к растениям рано начинающим вегетацию, продолжительность вегетации короткая.

Линейный рост побегов начинается в первой половине июня, длится в среднем 42 дня. По длительности роста побегов данный образец относится к растениям со средней продолжительностью роста побегов. Наступление полного одревеснения побегов отмечается ежегодно до наступления заморозков.

Фазы цветения и плодоношения отмечаются с 11 летнего возраста, наблюдаются ежегодно. Продолжительность префлорального периода по среднемноголетним данным 32 дня, что позволяет отнести анализируемый образец черемухи в группу растений со средней длительностью префлорального периода. Обилие цветения и плодоношения оценивается как среднее и хорошее (3 – 4 балла).

*P. pensylvanica* – Ч. пенсильванская. В коллекционном фонде на Экспериментальном участке ПАБСИ выращивается 2 образца *P. pensylvanica*. Начало вегетации наблюдается во второй половине мая, что позволяет отнести *P. pensylvanica* к группе растений рано начинающих вегетацию. *P. pensylvanica* имеет непродолжительную вегетацию, составляющую 112 дней. Данные растения относятся к группе растений с коротким периодом вегетации.

Рост побегов начинается в середине июня, завершается в конце июля. Длительность линейного роста побегов составляет 50 дней, что позволяет отнести изучаемый образец черемухи к группе растений со средней продолжительностью роста побегов.

Растения характеризуются нерегулярным цветением, плодоношение не наступает. Префлоральный период составляет в среднем 50 дней, что соответствует группе растений со средней длительностью префлорального периода.

*P. virginiana* – Ч. виргинская. Вегетация у анализируемого вида рода *Padus* начинается в конце мая, по среднемноголетним данным 29 мая. Завершается вегетация во второй половине сентября. Продолжительность вегетации составляет 108 дней по среднемноголетним данным. *P. virginiana* относится к растениям рано начинающим вегетацию, продолжительность вегетации короткая.

Линейный рост побегов начинается в середине июня, длится 39 дней, завершается во второй половине июля. По продолжительности

## ИНТРОДУКЦИЯ ВИДОВ *PADUS* MILL.

сти роста побегов данный образец относится к растениям с короткой продолжительностью роста побегов. Наступление фазы полного одревеснения побегов отмечается ежегодно до наступления отрицательных температур.

Впервые цветение отмечено в возрасте 11 лет. Цветение отмечается нерегулярно, плодоношение отсутствует. Продолжительность префлорального периода по среднегодовалым данным 46 дней, что позволяет отнести анализируемый образец черемухи к группе растений со средней длительностью префлорального периода. Обилие цветения оценивается как слабое (2 балла).

Обобщим и сравним фенологические характеристики древесных интродуцентов рода *Padus*, интродуцированных в ПАБСИ.

Изученные образцы характеризуются ранним началом вегетации, коротким периодом вегетации. Фаза распускания вегетативных почек отмечается с середины по конец мая. Для североамериканских видов характерно более позднее начало вегетации, черемуха виргинская отличается самыми поздними сроками распускания вегетативных почек.

Начало цветения большинства образцов рода *Padus* отмечается 14 – 18 июня, окончание цветения – 25 июня – 3 июля. Исключение составляют образцы 710-78, 69-77, 441-80. У данных образцов начало и конец цветения наблюдаются на 10-20 дней позже, чем у большинства исследуемых образцов рода *Padus*. Длительность цветения составляет 6 – 12 дней. В среднем, у североамериканских видов (образцы 69-77, 441-80) и дальневосточного вида (710-78) сроки цветения сокращены по сравнению с другими видами рода *Padus*. Средний по продолжительности префлоральный период способствует своевременным срокам начала и окончания цветения, более раннему созреванию плодов.

Все образцы характеризуются коротким периодом вегетации (104 – 120 дней), коротким периодом роста годичных побегов (30 – 50). Линейный рост побегов отмечается позже у образцов 710-78, 441-80, 69-77. Наступление фазы полного одревеснения побегов является одним из условий для успешной подготовки к зимним температурам. До наступления осенне-зимнего периода у всех черемух заканчивается вегетация и одревесневают годичные побеги.

Фазы развития листы отмечаются позже у образцов 710-78, 441-80, 69-77.

Большинство образцов отличается ежегодным цветением и плодоношением, средней продолжительностью префлорального периода (31 – 40 суток).

У образцов *P. virginiana*, *P. pensylvanica*, *P. maackii* большинство фенофаз наступает позднее по сравнению с *P. asiatica*, *P. avium*, *P. avium* 'Colorata', *P. borealis*. Сроки наступления фенофаз у североамериканских видов и дальневосточного *P. maackii* имеют близкие значения.

В таблице 3 приведены значения коэффициента фенологической адаптации (Кфа) по формуле Булыгина, Фирсова (Bulygin, Firsov, 1995).

**Таблица 3.** Коэффициент фенологической адаптации интродуцированных образцов *Padus*, выращиваемых на территории экспериментального участка ПАБСИ

**Table 3.** The coefficient of phenological adaptation of introduced *Padus* samples grown in the territory of experimental plot of PABGI

Образец Development type	Кфа Cpha	Образец Development type	Кфа Cpha
6-81 – <i>P. asiatica</i>	22.0	1975 – <i>P. borealis</i>	22.9
99-80 – <i>P. asiatica</i>	22.4	294-85 – <i>P. borealis</i>	22.7
220-82 – <i>P. asiatica</i>	25.1	295-85 – <i>P. borealis</i>	22.2
274-89 – <i>P. asiatica</i>	26.3	710-78 – <i>P. maackii</i>	27.9
432-79 – <i>P. avium</i>	20.5	69-77 – <i>P. pensylvanica</i>	36.6
130-92 – <i>P. avium</i> 'Colorata'	20.0	429-79 – <i>P. virginiana</i>	31.9
612-91 – <i>P. avium</i> 'Colorata'	21.4		

Сочетание фенологических показателей: начало вегетации, продолжительность вегетации, продолжительность линейного роста побегов в виде формулы Кфа, тесно связано с зимостойкостью. Данный коэффициент является родовым показателем, в пределах рода меньшее значение коэффициента соответствует более высокой зимостойкости и успешной адаптации. Наиболее высокие значения Кфа установлены для образцов *P. maackii*, *P. pensylvanica* и *P. virginiana*. Для этих же образцов характерны и более поздние сроки наступления фенофаз окончания линейного роста и одревеснения побегов, появления осенней окраски листвы. Общеизвестно, что своевременное завершение процессов роста и одревеснения побегов, окончания вегетации способ-

## ИНТРОДУКЦИЯ ВИДОВ *PADUS* MILL.

ствует подготовке растения к зимним условиям. Более поздние сроки наступления фенофаз окончания линейного роста и одревеснения побегов, появления осенней окраски листвы и способствуют росту величины Кфа.

**Таблица 4.** Оценка перспективности интродукции образцов рода *Padus* на Кольский Север

**Table 4.** Assessment of the prospects of introduction of specimens of the genus *Padus* on the Kola North

Показатель	6-81	99-80	220-82	274-89	432-79	130-92	312-91	1975	294-85	295-85	710-78	69-77	441-80
Одр пб	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	15	15
Зим	25	25	25	25	25	25	25	20	20	20	15	15	15
Габ	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Пб спос	5	5	5	3	5	5	5	3	5	5	3	3	3
Прир	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Генер	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	20	20	20
Размн	10	10	7	7	10	10	10	10	7	7	7	1	1
Сумма баллов	100	100	97	95	100	100	100	100	90	90	80	69	69
ГП	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	II	III	III

*Примечание:* Одр пб – одревеснение побегов в % длины; Зим – зимостойкость; Габ – габитус (сохранение формы роста); Пб спос – побегообразовательная способность; Прир – прирост; Генер – способность к генеративному развитию; Размн – способность размножения в культуре; ГП – группа перспективности.

*Note:* Одр пб – lignification of shoots (in % of length); Зим – winter hardiness; Габ – habitus (shape retention growth); Пб спос – ability to form shoots; Прир – annual increment; Генер – the capacity for generative development; Размн – ability to reproduce in culture; Сумма баллов – total points; ГП – group of perspectivity.

Климатические условия места интродукции отличаются непродолжительным вегетационным периодом, в связи с этим ранее начало и непродолжительность вегетации, короткий префлоральный период оказываются решающими факторами для успешной адаптации.

Нами проведена оценка жизнеспособности и перспективности исследуемых растений по данным визуальных наблюдений по шкале Лапина и Сидневой (Лапин, Сиднева, 1973), которая широко используется в районах, где фактор зимостойкости растений является одним из решающих (см. табл. 4).

К группе перспективности I отнесли *P. asiatica*, *P. avium*, *P. avium* 'Colorata', *P. borealis*. В данной группе вполне перспективные для интродукции виды, включая местный вид *P. borealis*. В группе перспективности II *P. maackii* – перспективный вид, американские виды *P. pensylvanica* и *P. virginiana* находятся в группе менее перспективных.

Менее перспективными для интродукции на Кольский Север являются виды с поздним началом вегетации, а именно *P. pensylvanica* и *P. virginiana* являются менее перспективными для интродукции на Кольский полуостров по сравнению с *P. asiatica*, *P. avium*, *P. avium* 'Colorata'.

Проанализировав характеристики сезонного развития интродуцированных образцов рода *Padus* в зависимости от происхождения исходного материала и группы возраста (см. табл. 2, 3), мы пришли к выводу, что среднесезонные сроки наступления фаз сезонного развития, фенологические показатели и коэффициенты фенологической адаптации имеют близкие значения. Это свидетельствует о том, что происхождение исходного материала и возраст растения не оказывают существенного влияния на успех интродукции в центральной части Кольского полуострова образцов рода *Padus*.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Преобладающее большинство представителей рода *Padus* успешно адаптированы к условиям Кольской Субарктики. Ранние сроки начала вегетации способствуют своевременному завершению периода вегетации.

Интродуцированные таксоны рода *Padus* проходят полный цикл онтогенетического развития, способны давать фертильные семена, характеризуются высокой зимостойкостью.

Существуют различия в сроках наступления фенологических фаз в зависимости от ареала распространения видов. К ритмике сезонного

## ИНТРОДУКЦИЯ ВИДОВ *PADUS* MILL.

развития аборигенного вида *P. borealis* наиболее близок ритм развития *P. asiatica*, *P. avium*, *P. avium* 'Colorata'.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Александрова Н. М., Головкин Б. Н.* Переселение деревьев и кустарников на Крайний Север. Л.: Наука, 1978. 116 с.

*Булыгин Н. Е.* Фенологические наблюдения над лиственными древесными растениями. Л.: Изд-во ЛТА, 1976. 70 с.

*Булыгин Н. Е.* Фенологические особенности некоторых видов *Larix* Mill. в Санкт-Петербурге // Растительные ресурсы. 2000. Вып. 3. С. 39 – 47.

*Булыгин Н. Е., Фирсов Г. А.* Опыт комплексной оценки результатов и перспектив интродукции древесных растений на северо-западе России // Биоразнообразие. Интродукция растений: Матер. науч. конф. СПб: БИН РАН, 1995. С. 106 – 107.

*Зайцев Г. Н.* Математика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1990. 296 с.

*Капер В. Г.* Об организации ежегодных систематических наблюдений над плодоношением древесных пород // Труды Гос. НИИЛХА. 1930. Вып VIII.

*Кузьмин А. В.* Этология многоуровневых систем устойчивости интродуцированных и аутохтонных древесных растений. Апатиты: КНЦ РАН, 2001. 251 с.

*Лапин П. И., Сиднева С. В.* Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений // Опыт интродукции древесных растений. М.: Наука, 1973. С. 7 – 67.

Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1975. 28 с.

*Семко А. П.* Гидротермический режим почв лесной зоны Кольского полуострова. Апатиты: КФ АН СССР, 1982. 142 с.

*Черепанов С. К.* Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб: Мир, 1992. 992 с.

<http://www.plantarium.ru/page/taxonomy/taxon/44358.html>.

---

### Образец для цитирования:

*Липтонен И. Н., Гончарова О. А., Полоскова Е. Ю.* Интродукция видов *Padus* Mill. в Полярно-альпийском ботаническом саду-институте им. Н. А. Аврорина // Бюл. Бот. сада Сарат. гос. ун-та. 2018. Т. 16, вып. 3. С. 36 – 51.

DOI: 10.18500/1682-1637-2018-3-36-51.

**INTRODUCTION OF *PADUS* MILL. SPECIES IN THE POLAR-ALPINE BOTANICAL GARDEN-INSTITUTE**

**I. N. Lipponen<sup>1,2</sup>, O. A. Goncharova<sup>2</sup>, E. Yu. Poloskova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Branch of the Murmansk Arctic State University in Apatity  
18a Fersmana Str., Apatity 184209, Russia*

<sup>2</sup> *Polar Alpine Botanical Garden – N. A. Avrorin Institute  
of the Kola Science Center of the Russian Academy of Sciences  
18a Academgorodok Str., Apatity 184200, Russia  
E-mail: goncharovaoa@mail.ru*

Received 6 July 2018, Accepted 22 October 2018

A multiple number of studies have been conducted recently to examine the condition of 13 samples of 7 taxa of the genus *Padus* under conditions of introduction in the central part of the Kola Peninsula. The samples were analysed by groups, considering the age and origin of the source materials. An analysis of the phenological phase timing and the phenological indicators has been conducted including the beginning and duration of vegetation, the duration of linear growth of shoots, the duration of the prefloral period. An overall assessment of the prospects of samples introduction was obtained. An analysis of the phenological development, the values of the coefficient of phenological adaptation, and the evaluation of the prospects of introduction showed insignificant differences in plants differing in the origin of the source material and in the period of their experimentation. However, there were found some differences in the quantitative characteristics of phenology in samples of different systematic positions. It was defined that the most introduction potential have plant species with early onset of vegetation, complete lignification of shoots, with a short prefloral period. The following plants showed the most successful introduction: *P. asiatica*, *P. avium*, *P. avium* 'Colorata', *P. maackii*. Additional source material from the North region required to reach more successful introduction of *P. pensylvanica* u *P. virginiana*.

**Key words:** introduction, woody plants, *Padus* – bird cherry, phenological development, perspective introduction, Murmansk region.

DOI: 10.18500/1682-1637-2018-3-36-51

**REFERENCES**

Aleksandrova N. M., Golovkin B. N. *Resettlement of trees and shrubs to the Extreme North*. Leningrad: Nauka Publ., 1978. 116 p. (in Russian).

## ИНТРОДУКЦИЯ ВИДОВ *PADUS* MILL.

Bulygin N. E. Phenological features of some species of *Larix* Mill. in St. Petersburg. *Rastitelnye resursy*, 2000, vol. 3, pp. 39 – 47. (in Russian).

Bulygin N. E. *Phenological observations of deciduous woody plants*. Leningrad: Izdatel'stvo LTA, 1976. 70 p. (in Russian).

Bulygin N. E., Firsov G.A. Experience of complex evaluation of results and prospects of introduction of woody plants in the North-West of Russia. In: *Biodiversity. Plant introduction: Proc. Sci. Conf.* St. Petersburg: BIN RAS Publ., 1995. pp. 106 – 107. (in Russian).

Cherepanov S. K. *Vascular plants of Russia and neighboring countries (within the former USSR)*. St. Petersburg: Mir Publ., 1992. 992 p. (in Russian).

Kaper V. G. About the organization of annual systematic observations over fruiting of tree breeds. *Trudy Gos. NIILKH*, 1930, vol. VIII. (in Russian).

Kuzmin A. V. *Ethology of many level systems stability: introduced and autochthonous wood plants*. Apatity: Izdatel'stvo KSC RAS, 2001. 251 p. (in Russian).

Lapin P. I., Sidneva S. V. Evaluation of the prospects of introduction of woody plants according to visual observations. In: *Experience in the introduction of woody plants*. Moskow: Nauka Publ., 1973. 7 – 67. (in Russian)

The method of phenological observations in the Botanical gardens of the USSR. Moskow: the USSR Academy of Sciences Publ., 1975. 28 p. (in Russian).

<http://www.plantarium.ru/page/taxonomy/taxon/44358.html>.

Semko A. P. *Hydrothermal soil regime of the forest zone of the Kola Peninsula*. Apatity: CF of the USSR Academy of Sciences Publ., 1982. 142 p. (in Russian).

Zaytsev G. N. *Mathematics in experimental botany*. Moskow: Nauka Publ., 1990. 296 p. (in Russian).

---

### Cite this article as:

Lipponen I. N., Goncharova O. A., Poloskova E. Yu. Introduction of *Padus* Mill. species in the Polar-Alpine Botanical Garden-Institute. *Bulletin of Botanic Garden of Saratov State University*, 2018, vol. 16, iss. 3, pp. 36 – 51 (in Russian).

DOI: 10.18500/1682-1637-2018-3-36-51.

## СТРУКТУРНАЯ БОТАНИКА, ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ

УДК 582.737:[581.823+581.824]+57.013

### СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТКАНЕЙ ПОБЕГА *MIMOSA PUDICA* L.

М. Ю. Касаткин, С. А. Степанов

Саратовский национальный исследовательский государственный  
университет им. Н. Г. Чернышевского  
Россия, 410012, Саратов, ул. Астраханская, 83  
E-mail: kasatkinmy@info.sgu.ru

Поступила в редакцию 13.10.2018 г., принята 22.10.2018 г.

Цитофотометрическим методом *in vivo* исследовались спектральные характеристики тканей стебля и листа *Mimosa pudica* L. Оценивалась оптическая плотность склеренхимы, паренхимы и проводящего пучка в видимой области спектра. Изменение оптических свойств изученных тканей обусловлены как изменением пигментных систем, так и перестройкой ультраструктуры клеток. В листовой подушке *Mimosa pudica* L. обнаружены максимальные различия оптических свойств её тканей, поглощающих в синей, желто-зелёной и красной частях видимого спектра. Установлена специфичность спектральных характеристик тканей в этой структуре побега. Средняя оптическая плотность склеренхимы листовой подушечки мимозы в 2 раза меньше данного показателя в других частях побега. Делается предположение, что увеличение функциональной активности тканей побега *Mimosa pudica* L. связано с изменением их оптических свойств.

**Ключевые слова:** *Mimosa pudica* L., склеренхима, спектральные характеристики, анатомическая структура.

DOI: 10.18500/1682-1637-2018-3-52-67

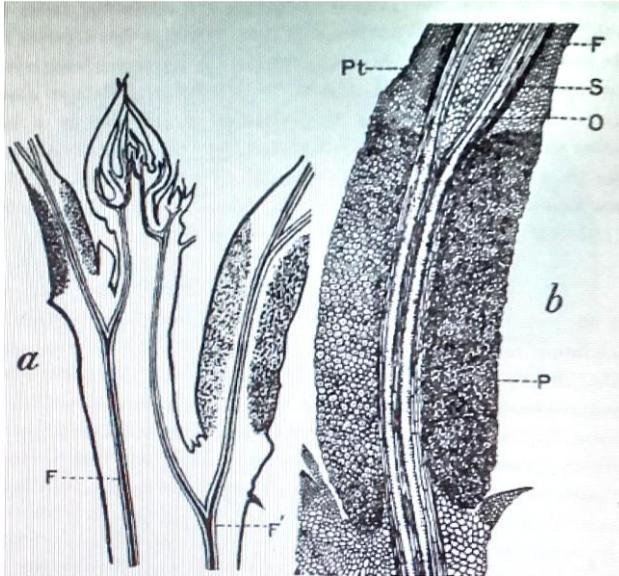
Как было показано ранее, во второй половине XIX в., под влиянием бурно развивающейся электрофизиологии животных, были проведены первые исследования электрических явлений, сопровождающих

## СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТКАНЕЙ ПОБЕГА

возникновение и распространение возбуждения у высших растений (Степанов, 2017). Основными объектами по изучению электрической активности клеток и тканей являлись насекомоядные растения (прежде всего *Drosera rotundifolia* и *Dionaea muscipula*), вниманием к которым мы обязаны Ч. Дарвину (1875, 1984), и локомоторное растение *Mimosa pudica* L., являющееся с момента первых исследований индийского ученого Джагдиш Чандра Боса (1858 – 1937) модельным объектом (Roblin, 1979). В нашей стране его работы стали известны в 60 – 70-е годы XX века, с момента издания на русском языке двухтомника его трудов в серии «Классики науки», что является заслугой патриарха отечественной электрофизиологии растений И. И. Гунара (Степанов, 2017). В серии электрофизиологических исследований Д. Ч. Боса (1964) впервые было установлено наличие специального канала проведения возбуждения, локализованного в проводящих пучках стебля, клетках наружной и внутренней флоэмы, рядом с которыми также отмечаются клетки склеренхимы (рис. 1).

Световой фактор, наряду с температурным, относится к числу основных экзогенных модуляторов электрической активности высших растений. Под влиянием освещения потенциал покоя зеленых клеток обычно переходит на новый, более энергизованный стационарный уровень, что связано с возрастанием метаболической компоненты потенциала покоя (ПП) на величину фотоиндуцированной составляющей метаболической компоненты ПП, возникающего при участии электрогенного  $H^+$ -насоса плазмалеммы (Опритов и др., 1991).

Определение спектра поглощения видимой части света тканями, т.е. их спектральной характеристики *in vivo*, представляет интерес с целью идентификации механизмов, регулирующих гомеостаз клеток, тканей и органов растения. Количество прошедшего через ткань света зависит от степени рассеяния и поглощения в ней лучей (Vogelmann, 1993). Биологические ткани являются оптически неоднородными поглощающими средами со средним показателем преломления большим, чем у воздуха (Vogelmann, 1993; Тучин, 2013). Вследствие этого на границе раздела биообъект-воздух часть излучения отражается, а остальная часть проникает в биоткань. Объемное рассеяние является причиной распространения значительной доли излучения в обратном направлении (обратное рассеяние).



**Рис. 1.** *Mimosa pudica* L. (Бос, 1964): **a.** Продольный разрез стебля, несущего листья. Два восходящих сосудистых пучка *F*, *F'*, содержащих проводящую ткань, идут в боковые ветви листьев и встречаются на вершине. **b.** Продольный разрез черешка и листовой подушки с проходящими сквозь верхними и нижними сосудистыми пучками. *F* – проводящий пучок, связанный с таким же в листовой подушке; *S* – защитный склеренхимный цилиндр, одревеснение которого происходит только в черешке; *O* – сердцевина исчезает в листовой подушке; *Pt* – черешок, клетки которого остаются неокрашенными; *P* – клетки ложа интенсивно прокрашиваются; контур сократительных клеток наиболее четко.

**Fig. 1.** *Mimosa pudica* L. (Bose, 1964): **a.** Longitudinal section of stem bearing leaves. The two ascending vascular bundles *F*, *F'* containing conducting tissue give off lateral branches to leaves, and meet at apex. **b.** Longitudinal section of petiole and pulvinus passing through upper and lower vascular bundles. *F* – the vascular bundle which meets its fellow in the pulvinus; *S* – protective sclerenchyma cylinder, lignification of which occurs only in petiole; *O* – pith disappearing at pulvinus; *Pt* – petiole the cells of which remain unstained; *P* – cells of pulvinus deeply stained; outline of contractile cells most sharply defined.

## СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТКАНЕЙ ПОБЕГА

Рассеянное излучение зависит от формирующих биоткань факторов, таких как размеры и форма структурных элементов, их ориентация, оптические постоянные и другие параметры. Хорошо известно, что основным источником рассеяния света в клетках тканей является различие в значениях показателей преломления различных её компонент, т.е. между митохондриями, ядром, другими компонентами и цитоплазмой клеток или клеточной стенкой и развитых межклетников (Брандт, Тагеева, 1967; Тучин, 2013). Ослабление пучка света в биоткани происходит по экспоненциальному закону и интенсивность прошедшего света может быть оценена на основе закона Бугера-Беера (Тучин, 2013).

Наличие в клетках окрашенных соединений изменяют характер кривой поглощения, что обнаруживается по появлению в ней достаточно узких пиков. Тогда, при прохождении света через ткань, меняются его количественные и качественные характеристики (Vogelmann, 1993). Целью настоящего исследования являлось определение спектральных характеристик тканей побега мимозы.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводились на кафедре микробиологии и физиологии растений Саратовского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского. Изучение спектральных характеристик в области от 380 до 750 нм проводили согласно методике для цитофотометрических исследований (Агроскин, Папаян, 1977; Merzlyak et al., 2005). Источником света служила галогеновая лампа накаливания мощностью 75 Вт. Пучок света большой степени монохроматичности ( $\pm 2$  нм) подавался на микроскоп МББ-1А. Для получения света с узкой длиной волны использовался монохроматор спектрофотометра СРЕКОЛ 11. Интенсивность прошедшего через ткани света определяли с помощью фотоэлектронного умножителя ФЭУ-68 со спектральной чувствительностью, лежащей в области 300 – 820 нм.

Временные препараты растительного материала готовили на ручном микротоме. Толщина среза подбиралась таким образом, чтобы оптическая плотность тканей укладывалась в пределы от 0.2 до 0.8, тем самым уменьшая погрешность измерения (Агроскин, Папаян, 1977). Для сравнения неодинаковых по толщине срезов все значения оптической плотности пересчитывались на 1000 мкм. Постоянные

препараты для анатомических исследований делали по методике, описанной ранее (Степанов, 2005). Микрофотографирование осуществляли на микроскопе БИОМЕД-6 с помощью цифровой камеры Tourtek Photonics UCOS05100KPA (5.1 МРх), подключённой через специальный адаптер FMA050 к микроскопу.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Основное внимание обращалось на оптические свойства тканей ксилемы, флоэмы, склеренхимы и паренхимы стебля, листовой подушечки и черешка листа *M. pudica*.

**Таблица.** Оптическая плотность тканей толщиной 1 мм различных структур побега *M. pudica*.

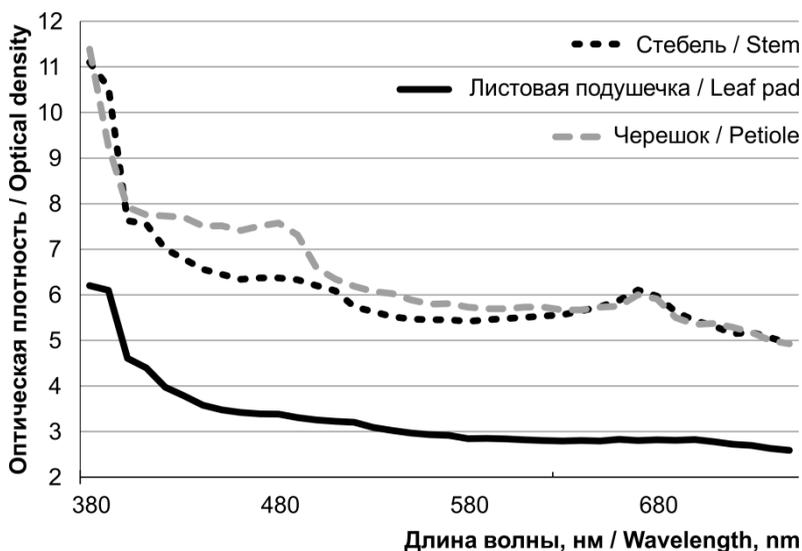
**Table.** The optical density of the tissue with thickness of 1 mm, the various structures of the shoot *M. pudica*.

Ткани Tissues	Участки спектра Spectrum			
	Синий Blue (400–490 нм)	Жёлто-Зелёный Yellow-Green (500–590 нм)	Красный Red (600–690)	Среднее The average
Черешок / Petiole				
Склеренхима Sclerenchyma	7.623353342	6.013374583	5.737417194	6.458048373
Ксилема Xylem	7.261916797	5.917979426	5.770144569	6.316680264
Листовая подушечка / The leaf pad				
Склеренхима Sclerenchyma	3.749940433	3.029258419	2.810022249	3.196407033
Ксилема Xylem	7.059182402	5.012520846	5.004424684	5.692042644
Флоэма Phloem	9.966051395	6.442658153	6.649149153	7.6859529
Коровая паренхима Core parenchyma	4.648017934	3.867148691	3.949851924	4.155006183
Стебель / Stem				
Склеренхима Sclerenchyma	6.698891584	5.6409678	5.704601798	6.014820394
Ксилема Xylem	7.97096065	6.684503964	6.540172384	7.065212333
Сердцевина Core	6.233804585	5.419615218	5.369864213	5.674428006

## СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТКАНЕЙ ПОБЕГА

Изучение оптической плотности в различных участках спектра выявило тканевые отличия у вышеперечисленных структур. Отмечено уменьшение примерно в 2 раза (с 6.1 до 3.2) оптической плотности склеренхимы в главной листовой подушке по сравнению с данным показателем в черешке и стебле, что возможно связано с анатомической организацией этих структур побега и цитологическими особенностями склеренхимы, прежде всего клеточной стенки (см. таблицу).

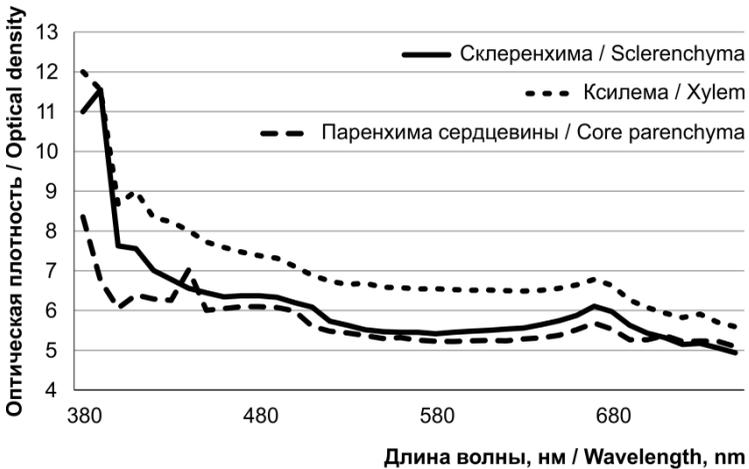
Полученные данные свидетельствуют об отличительных особенностях спектральной характеристики клеток склеренхимы в главной листовой подушке (рис. 2). Оптическая плотность ксилемы изменялась не в таких широких пределах у разных структур побега и колебалась в среднем в пределах от 5.7 до 7.0 (см. таблицу).



**Рис. 2.** Спектральная характеристика склеренхимы различных структур побега *M. pudica*.

**Fig. 2.** Spectral characteristic of sclerenchyma from different structures of the shoot *M. pudica*.

Как известно, оптическая плотность – мера ослабления света при его прохождении через какую-либо среду. Вычисляется как десятичный логарифм отношения потока излучения падающего на объект, к потоку излучения прошедшего через него. Таким образом, оптическая плотность есть безразмерная величина (Агроскин, Папаян, 1977). Если поглощение света происходит примерно одинаково во всём видимом диапазоне, то ткань, как правило, является неокрашенной и проявляет свойства нейтрального светофильтра типа НС8. В этом случае, оптическая плотность изменяется исключительно за счёт светорассеивания падающего пучка образом и характеризует оптическую однородность ткани (Тучин, 2013).



**Рис. 3.** Спектральные характеристики тканей стебля *M. pudica*.  
**Fig. 3.** The spectral characteristics of the tissues stem of *M. pudica*.

Действительно, специфика изменения оптической плотности по частям спектра показывает, что наиболее оптически плотным является его синий участок. Наименьшие различия в оптической плотности наблюдаются в жёлто-зелёном и красном частях. При этом склеренхима листовая подушки обладает самыми минимальными различиями по частям спектра и является, таким образом, неокрашенной оптически одно-

## СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТКАНЕЙ ПОБЕГА

родной тканью. Учитывая как биоэлектрическую, так и осмотическую функциональную активность листовой подушки мимозы, данное наблюдение, по нашему мнению, можно объяснить особым вкладом склеренхимы в ответную реакцию мимозы на внешнее раздражение. Таким образом, увеличение функциональной активности тканей разных структур побега мимозы связано с изменением их оптических свойств.

Спектральные характеристики тканей стебля обнаруживают сходные как количественные, так и качественные (см. рис. 3). Показатель оптической плотности для участков спектра свыше 430 нм находится в районе 5.5 – 6.2. Ещё более близкие значения этого показателя обнаруживаются у тканей черешка листа мимозы (рис. 4).

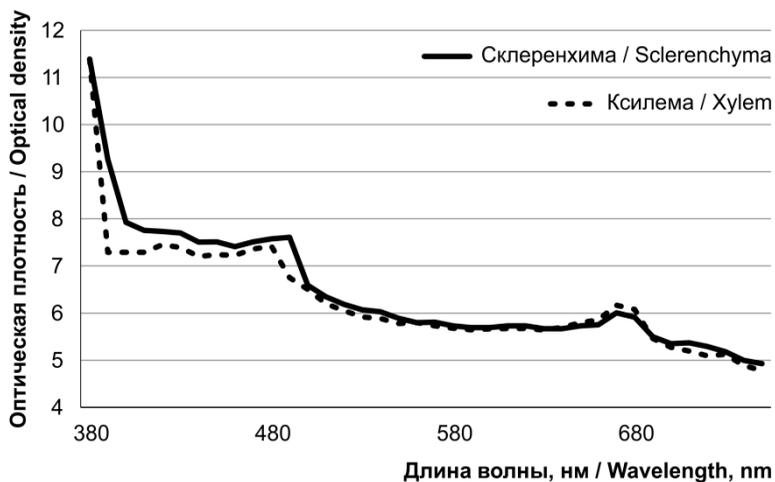


Рис. 4. Спектральные характеристики тканей черешка *M. pudica*.

Fig. 4. The spectral characteristics of the tissue petiole of *M. pudica*.

Отмеченные слабо выраженные области поглощения, свойственные пигментам фотосинтетического аппарата, могут свидетельствовать о большом вкладе радиального распространения света в общий световой поток, проходящий через орган. В этом случае, при прохождении светового луча через образец ткани, возможно частичное преломление и отражение света в соседних хлорофиллоносных тканях.

В листовой подушке, напротив, распространение света в склеренхиме ориентировано преимущественно вдоль оси органа, без прохождения через прилегающие ткани, имеющие хлорофилл. Остальные ткани листовой подушки обнаруживают достаточно сильные различия в своих оптических свойствах – намного большие, по сравнению с другими исследуемыми структурами побега (рис. 5). Это может свидетельствовать о цитологических различиях в листовой подушке с возможной большей функциональной активностью тканей.

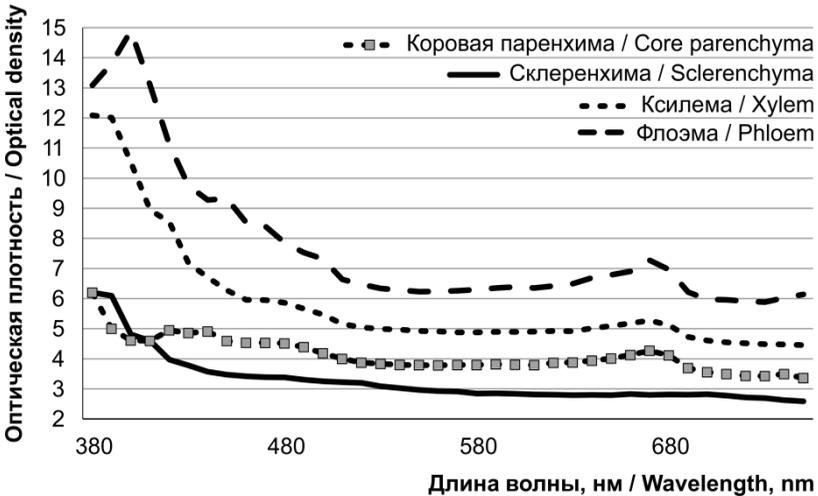


Рис. 5. Спектральные характеристики тканей листовой подушки черешка *M. pudica*.

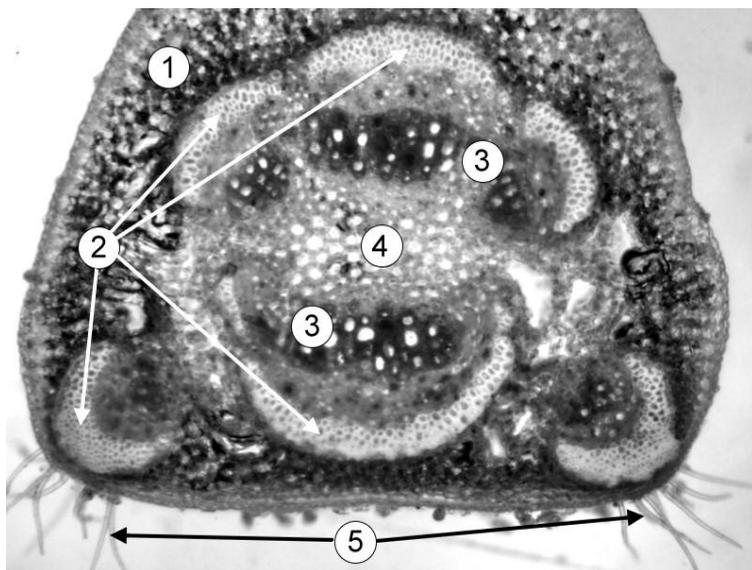
Fig. 5. The spectral characteristics of the tissue petiole of the leaf pad *M. pudica*.

С учётом вышесказанного, можно считать, что склеренхима листовой подушки оптически более однородна – показатели преломления цитоплазмы и клеточной стенки обладают близкими значениями. Уменьшение рассеивания света достигается также отсутствием межклетников в тканях.

Как показали анатомические исследования, расположение клеток склеренхимы, представленных только волокнами, различно в разных структурах побега *M. pudica*: черешке листа, листовой подушке

## СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТКАНЕЙ ПОБЕГА

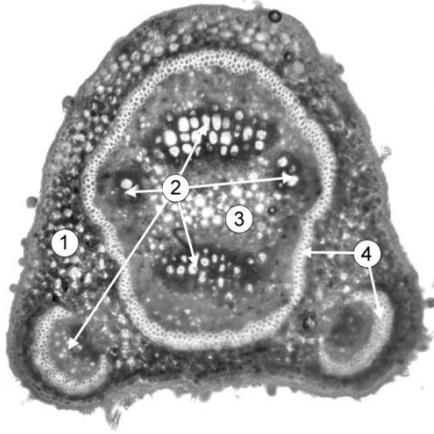
и стебле. В верхней части черешка нами отмечено 6 проводящих пучков, 4 из которых представлены в центральной его части. В состав проводящих пучков входят, кроме флоэмы и ксилемы, также волокна склеренхимы (рис. 6). В нижней части черешка, ближе к листовой подушке, склеренхима проводящих пучков, расположенных в центральной части черешка, образует сплошное кольцо (рис.7).



**Рис. 6.** Поперечный срез черешка листа в верхней его части: 1 – паренхима; 2 – склеренхима; 3 ксилема; 4 – сердцевина; 5 – трихомы (увеличение  $\times 200$ ).

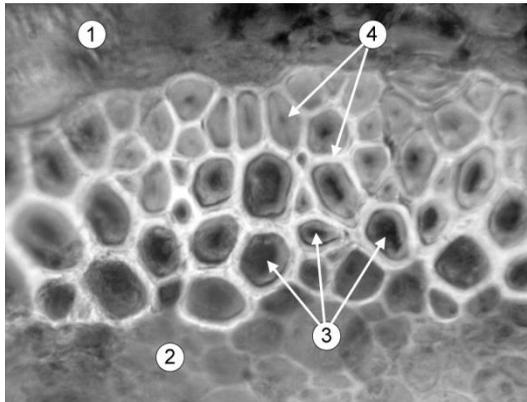
**Fig. 6.** Cross-section of leaf petiole in its upper part: 1 – parenchyma; 2 – sclerenchyma; 3 – xylem; 4 – core; 5 – trichomes (scale  $\times 200$ ).

Характерной особенностью волокон склеренхимы является хорошо выраженный протопласт, особенно в зоне, прилегающей к флоэме проводящего пучка, и менее развитая клеточная стенка по сравнению с волокнами склеренхимы в листовой подушке и стебле (рис. 8). В листовой подушке клетки склеренхимы располагаются в центральной части вместо зоны сердцевины, наблюдаемой в черешке (см. рис. 6, 7).



**Рис. 7.** Поперечный срез черешка листа в нижней его части: 1 – паренхима; 2 – ксилема; 3 – сердцевина; 4 – склеренхима (увеличение  $\times 200$ ).

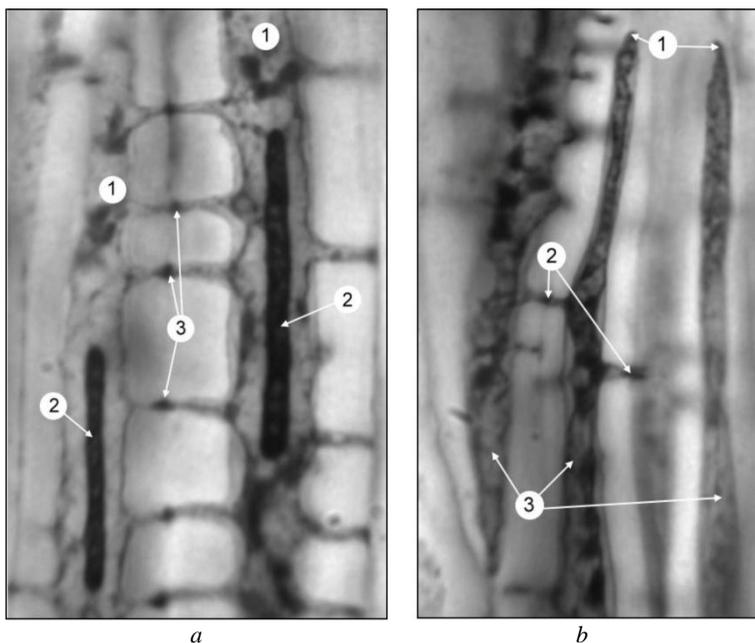
**Fig. 7.** Cross-section of leaf petiole in its lower part: 1 – parenchyma; 2 – xylem; 3 – core; 4 – sclerenchyma (scale  $\times 200$ ).



**Рис. 8.** Поперечный срез черешка листа в верхней его части: 1 – паренхима; 2 – флоэма; 3 – протопласт волокна склеренхимы; 4 – клеточная стенка волокна склеренхимы (увеличение  $\times 600$ ).

**Fig. 8.** Cross-section of leaf petiole in its upper part: 1 – parenchyma; 2 – phloem; 3 – cytoplasm of sclerenchyma fiber; 4 – cell wall of sclerenchyma fiber (scale  $\times 600$ ).

## СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТКАНЕЙ ПОБЕГА



**Рис. 9.** Волокна склеренхимы листовой подушки *M. pudica*. **a:** 1 – цитоплазма, 2 – ядро, 3 – зона плазмодесм (увеличение  $\times 1000$ ); **b:** 1 – апикальные части волокон склеренхимы; 2 – зона плазмодесм; 3 – цитоплазма (увеличение  $\times 1000$ ).

**Fig. 9.** Sclerenchyma's fibers of the leaf pad *M. pudica*. **a:** 1 – cytoplasm; 2 – nucleus; 3 – plasmodesma zone (scale  $\times 1000$ ); **b:** 1 – apical part of the sclerenchyma's fibers; 2 – plasmodesma zone; 3 – cytoplasm (scale  $\times 1000$ ).

Некоторые авторы определяют волокна склеренхимы как «шлангообразные» клетки Габерляндта (Roblin, 1979) или же как волокна либриформа ксилемы (Chen et al., 2013). Как было отмечено ранее (Степанов, 2005), по своей анатомической организации «шлангообразные» клетки Габерляндта (Roblin, 1979) подобны волокнам склеренхимы, имеют вытянутое ядро, светло – и темноокрашенные участки цитоплазмы, систему пор и плазмодесм, связывающих их друг с другом. Как правило, поры располагаются достаточно часто вдоль оси

волокна – на расстоянии от 5 до 18 мкм. Отмечено, что толщина стенки волокон и выраженность содержимого клеток неравнозначна в разных участках проводящего пучка. В отличие от волокон в стебле эти клетки в листовой подушке *M. pudica* хорошо прокрашиваются гематоксилином Гейденгайна (рис. 9 а, б).

В стебле *M. pudica* волокна склеренхимы образуют сплошное кольцо по его периметру, более широкое в местах более активной работы камбия в сторону флоэмной части коры. Хорошо выраженные клеточные стенки (до 30 – 40 % от диаметра волокна) отмечены у волокон, расположенных на удалении от камбиальной зоны.

## ВЫВОДЫ

1. Спектральные характеристики тканей стебля и черешка листа обнаруживают сходные количественные и качественные характеристики.
2. Наибольшее отличие оптической плотности наблюдается в тканях склеренхимы листовой подушки – двукратное уменьшение по сравнению со склеренхимой черешка листа.
3. Волокна склеренхимы, примыкающие к проводящим тканям черешка, листовой подушки и стебля, распределяются различно в каждой из этих структур побега. В листовой подушке они расположены в центре, тогда как в черешке и стебле – по периферии.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Агроскин Л. С., Папаян Г. В.* Цитофотометрия. Аппаратура и методы анализа клеток по светопоглощению. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1977. 295 с.
- Брандт А. Б., Тагеева С. В.* Оптические параметры растительных организмов. М.: Наука, 1967. 302 с.
- Бос Д. Ч.* Избранные произведения по раздражимости растений. В 2-х томах. М.: Наука, 1964.
- Дарвин Ч.* Сочинения. Том 7. Различные формы цветов. Насекомоядные растения. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1948. 650 с.
- Опритов В. А., Пятыгин С. С., Ретивин В. Г.* Биоэлектронез у высших растений. М.: Наука, 1991. 214 с.
- Тучин В. В.* Оптика биологических тканей. Методы рассеяния света в медицинской диагностике. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. 812 с.
- Степанов С. А.* Анатомия стебля и главной листовой подушки *Mimosa pudica* L. // Бюллетень Ботанического сада Саратовского государственного университета. 2005. Вып. 5. С. 233 – 237.

## СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТКАНЕЙ ПОБЕГА

*Степанов С. А.* Нервная система растений: гипотезы и факты // Бюллетень Ботанического сада Саратовского государственного университета. 2017. Т. 15, № 4. С. 31 – 56.

*Merzlyak M. N., Solovchenko A. E., Smagin A. I., Gitelson A. A.* Apple flavonols during fruit adaptation to solar radiation: spectral features and technique for non-destructive assessment // Journal of Plant Physiology. 2005. Vol. 162, № 2. P. 151 – 160.

*Chen M. L., Mao W. B., Cui M. C.* Adaptive anatomical structure for nastic movement in *Mimosa pudica* L. // Bangladesh Journal of Botany. 2013. Vol. 42, № 1. P. 131 – 137.

*Roblin G.* *Mimosa pudica*: a model for the study of the excitability in plants // Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society. 1979. Vol. 54, № 2. P. 135 – 153.

*Vogelmann T. C.* Plant tissue optics // Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology. 1993. Vol. 44. P. 231 – 251.

---

### Образец для цитирования:

*Касаткин М. Ю., Степанов С. А.* Спектральные характеристики тканей побега *Mimosa pudica* L. // Бюл. Бот. сада Сарат. гос. ун-та. 2018. Т. 16, вып. 3. С. 52 – 67. DOI: 10.18500/1682-1637-2018-3-52-67.

## SPECTRAL CHARACTERISTICS OF *MIMOSA PUDICA* L. SHOOT TISSUES

**М. Ю. Касаткин, С. А. Степанов**

*N.G. Chernyshevsky Saratov State University  
83 Astrahanskaya Str., Saratov 410012, Russia  
E-mail: kasatkinmy@info.sgu.ru*

Received 13 October 2018, Accepted 22 October 2018

*In vivo* by cytophotometric method was studied the spectral characteristics of the stem and *Mimosa pudica* L. leaf tissues. The optical density of the sclerenchyma, the parenchyma and the vascular bundle in the visible region of the spectrum was estimated. Changes in the optical properties of the studied tissues are due to both changes in the pigment systems and restructuring of the cell ultrastructure. The maximum difference in the optical properties of its tissues absorbing in the blue, yellow-green and red parts of the visible spectrum was found in a sheet pillow of *Mimosa pudica* L. The tissue specificity of the spectral characteristics in this structure is established. The average optical density of the sclerenchyma of the leaf pad of *Mimosa pudica* L. is up to 2 times less than this indicator in other parts of the shoot. It is assumed that the increase in the functional activity of the tissues of shoots *Mimosa pudica* L. is associated with a change in their optical properties.

**Key words:** *Mimosa pudica* L., sclerenchyma, spectral characteristics, anatomical structure.

DOI: 10.18500/1682-1637-2018-3-52-67

### REFERENCES

- Agroskin L. S., Papayan G. V. *Cytophotometry. Equipment and methods of analysis of light absorption cells*. Leningrad: Nauka Publ., 1977. 295 p. (in Russian).
- Bose J. C. *Selected works on irritability of plants*. Vol. 1 – 2. Moscow: Nauka Publ., 1964. (in Russian).
- Brandt A. B., Tageeva S. V. *Optical parameters of plant organisms*. Moscow: Nauka Publ., 1967. 302 p. (in Russian).
- Chen M. L., Mao W. B., Cui M. C. Adaptive anatomical structure for nastic movement in *Mimosa pudica* L. *Bangladesh Journal of Botany*, 2013, vol. 42, iss. 1, pp. 131 – 137.
- Darwin Ch. *Compositions. Volume 7. Different shapes of colors. Insectivorous plants*. Moscow – Leningrad: Publishing house of USSR Academy of Sciences, 1948. 650 p. (in Russian).

## СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТКАНЕЙ ПОБЕГА

Merzlyak M. N., Solovchenko A. E., Smagin A. I., Gitelson A. A. Apple flavonols during fruit adaptation to solar radiation: spectral features and technique for non-destructive assessment. *Journal of Plant Physiology*, 2005, vol. 162, iss. 2, pp. 151 – 160.

Opritov V. A., Pyatygin S. S., Retuin V. G. *Bioelectrogenesis in higher plants*. Moscow: Nauka Publ., 1991. 214 p. (in Russian).

Roblin G. *Mimosa pudica*: a model for the study of the excitability in plants. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 1979, vol. 54, iss. 2, pp. 135 – 153.

Stepanov S. A. Anatomy of the stem and the main pulvinus of the *Mimosa pudica* L. *Bulletin of Botanic Garden of Saratov State University*, 2005, vol. 5, pp. 233 – 237. (in Russian).

Stepanov S. A. Nervous system of plants: hypotheses and facts. *Bulletin of Botanic Garden of Saratov State University*, 2017, vol. 15, iss. 4, pp. 31 – 56. (in Russian).

Tuchin V. V. *Optics of biological tissues. Methods of light scattering in medical diagnostics*. Moscow: FIZMATLIT, 2013. 812 p. (in Russian).

Vogelmann T. C. Plant tissue optics. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 1993, vol. 44, pp. 231 – 251.

---

### Cite this article as:

Kasatkin M. Yu., Stepanov S. A. Spectral characteristics of *Mimosa pudica* L. shoot tissues. *Bulletin of Botanic Garden of Saratov State University*, 2018, vol. 16, iss. 3, pp. 52 – 67 (in Russian). DOI: 10.18500/1682-1637-2018-3-52-67.

УДК 577. 124

## **СОЗДАНИЕ НАБОРА СОРТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ, РАЗЛИЧАЮЩИХСЯ ПО ПРИЗНАКУ «СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКТИНА В ЗЕРНЕ»**

**М. А. Ханадеева<sup>1</sup>, Н. И. Старичкова<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов  
Российской Академии наук*

*Россия, 410049, Саратов, пр. Энтузиастов, 13*

*E-mail: marina.kushneruk@mail.ru*

*<sup>2</sup>Саратовский национальный исследовательский  
государственный университет имени Н. Г. Чернышевского*

*Россия, 410010, Саратов, ул. Астраханская, 83*

*E-mail: natstar-12@mail.ru*

Поступила в редакцию 18.10.2018 г., принята 22.10.2018 г.

Проведено определение содержания агглютинина зародышей пшеницы (АЗП) в семенах сортов яровой мягкой пшеницы саратовской селекции двумя методами: по реакции гемагглютинации - способности АЗП агглютинировать эритроциты крови кроликов и методом непрямого конкурентного иммуно-ферментного анализа. Экстракты АЗП для анализа получали из шрота пшеницы. Содержание лектина в экстрактах рассчитывали по калибровочной кривой оптической плотности стандартных растворов АЗП с использованием компьютерной программы. По результатам исследования создан наборов сортов, различающихся по содержанию АЗП в зерне.

**Ключевые слова:** яровая мягкая пшеница, агглютинин зародышей пшеницы, реакция гемагглютинации, иммуно-ферментный анализ.

DOI: 10.18500/1682-1637-2018-3-68-76

Пшеницы занимают большие посевные площади в мировом земледелии, эта культура вызывает большой интерес исследователей, так как является одним из основных хлебных злаков. В настоящее время накоплено большое количество экспериментальных данных по урожайности и признакам качества зерна пшеницы, в том числе и по белкам, к числу

## СОЗДАНИЕ НАБОРА СОРТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

которых принадлежит и агглютинин зародышей пшеницы (АЗП) (Антонюк, 2005; Бебякин, Старичкова, 2005; Злобина и др., 2017).

АЗП, относящийся к группе лектинов, впервые обнаружен и выделен из зародышей пшеницы (что и определило его название), однако, этот белок присутствует в растениях на протяжении всего онтогенеза, и, как оказалось, важен для нормального роста растения и его адаптации к биотическим и абиотическим факторам внешней среды. Считается, что АЗП важен для нормального роста растения и его адаптации к различным стрессовым факторам, а также для формирования симбиоза с ростстимулирующими бактериями, в частности с азоспириллами (Антонюк, 2005; Антонюк, Евсева, 2006; Шакирова, Безрукова, 2007).

Получение прямых доказательств по ряду функций АЗП связано с методическими трудностями, обусловленными, прежде всего, невозможностью получения безлектиновых мутантов растений из-за летальности мутации. Известно, что состав белков растения предопределен генетически, однако, уровень синтеза того или иного белка в зерновках пшеницы зависит от многих факторов, в том числе от условий питания растения, на котором сформированы анализируемые семена (Tabe et al., 2002; Бебякин, Старичкова, 2005; Злобина и др., 2017).

В связи с этим большое значение приобретает создание наборов образцов семян, близких генетически, но значительно различающихся по содержанию АЗП.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для исследования служили сорта яровой мягкой пшеницы саратовской селекции (предоставлены сотрудниками Института сельского хозяйства Юго-Востока, г. Саратов). Все использованные в работе сорта приведены в таблицах 1 и 2. Содержание АЗП в семенах и проростках пшеницы оценивали по биологической активности этого лектина – его способности агглютинировать эритроциты кроликов. В реакции гемагглютинации (РГА) анализировали экстракты семян и проростков пшеницы. При работе в РГА использовали трипсинизированные, то есть обработанные трипсином эритроциты крови кролика.

Экстракт из семян получали следующим образом: целое зерно с неповрежденным зародышем размалывали на лабораторной мельни-

це, к навеске полученного шрота добавляли 0.05 N HCl и оставляли на 24 часа для экстракции, которую проводили при встряхивании; экстракты осветляли центрифугированием, рН доводили до нейтрального с использованием NaOH.

Экстракты осветляли центрифугированием и подщелачивали до рН 7.5.

РГА проводили в иммунологических планшетах с U-образными лунками. В лунки вносили 2-процентную суспензию нативных или обработанных трипсином эритроцитов кролика, фосфатно-солевой буфер и анализируемый экстракт в последовательных двукратных разведениях. Результаты РГА оценивали визуально после двух часов инкубации планшетов при комнатной температуре. О лектиновой активности в экстрактах судили по конечному разведению экстракта, вызывающего реакцию гемагглютинации. Данные представлены в виде среднего из трех повторностей.

Определение содержания АЗП в семенах пшеницы методом непрямого конкурентного иммуноферментного анализа (ИФА) проводили в плоскостонных иммунологических планшетах. Для их сенсibilизации, в каждую лунку вносили по 200 мкл коммерческого АЗП («Лектино-тест», Украина) в концентрации 0.5 мкг/мл в 10 мМ фосфатно-солевого буфера (ФСБ с рН 7.2); использовали титр сенсibilизации 1:6000. Планшеты инкубировали в термостате при температуре 37°C в течение 1.5 ч. После этого для удаления не связавшихся с полистиролом молекул белка, как и на всех последующих этапах, лунки трижды промывали ФСБ (рН 6.0 – 7.0), содержащим 0.05 % твин-20 (ФТ). Затем в каждую лунку приливали по 200 мкл ФТ, содержащего 0.5 % желатины (ФТЖ). Планшеты инкубировали при 37°C в течение 30 мин. Далее для проведения конкурентной реакции в промытые лунки приливали ФТЖ: в лунки для построения концентрационной кривой – по 100 мкл ФТЖ, а в лунки, в экспериментальные лунки – по 80 мкл ФТЖ. После чего добавляли аликвоты анализируемых экстрактов (по 20 мкл в каждую лунку) или чистого препарата АЗП (1 мг/мл) в виде десятичных стандартных разведений. В эти же лунки добавляли по 100 мкл раствора анти-АЗП сыворотки 1:4000, разведенную в ФТЖ (50 мкг анти-АЗП в 10 мл ФТЖ). Смесь выдерживали при 37°C в течение 1 часа. После промывки в лунки приливали по 200 мкл меченых пероксидазой анти-кроличьих антител (ИЭМ им. Н.Ф. Гамалеи, Москва), разведенных

## СОЗДАНИЕ НАБОРА СОРТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

в ФТЖ 1:10000. Планшеты инкубировали 1 ч при 37°C, затем промывали ФТ. Далее в каждую лунку планшета добавляли по 200 мкл субстрата, содержащего 0.05 % ортофенилендиамин, 0.016 % перекись водорода в 0.06 М ФСБ (рН 5.8). Развитие окраски останавливали добавлением 4 н серной кислоты (по 40 мкл в каждую лунку). Интенсивность хромофорного ответа определяли на иммуноферментном анализаторе Multiskan Ascent («Thermo», Финляндия) при длине волны 490 нм.

Экстракты АЗП для анализа получали из зародышей пшеницы таким же образом, как и в случае РГА. Содержание лектина в экстрактах рассчитывали по калибровочной кривой оптической плотности стандартных растворов АЗП с использованием оригинальной компьютерной программы, разработанной сотрудником лаборатории физиологии растений Института биологии Уфимского научного центра РАН д.б.н. И. И. Ивановым.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Оценка содержания АЗП в зерновках пшеницы методом РГА. Сорты мягкой пшеницы значительно различались по содержанию лектина в семенах. В коллекции протестированных сортов *T. aestivum* можно выделить три группы: с высоким, низким и средним содержанием лектина. Группа пшениц с высоким уровнем АЗП в семенах включает 3 сорта, это – Саратовская 29, Саратовская 46 и Саратовская 52. У трех вышеупомянутых сортов в АЗП-содержащих экстрактах, разбавленных в 1000 раз и выше, еще выявляется гемагглютинирующая активность этого белка (табл. 1). Наименьший уровень содержания лектина был выявлен у сортов Саратовская 38 и Саратовская 39: в экстрактах, разведенных в среднем более чем в  $\approx 180$  раз (в среднем), лектиновая активность в случае этих сортов уже не выявлялась. Остальные 12 сортов занимают промежуточное положение по содержанию АЗП в семенах – средние конечные разведения экстрактов, выявляющие тестируемый белок, колебались в этой группе между значениями 1:223 и 1:832. Важно отметить отсутствие резких границ между группой сортов со средним уровнем АЗП, с одной стороны, и группами с низким или высоким содержанием лектина, с другой. Проведенный нами анализ показал, что генотипическая вариабельность признака «содержание лектина пшеницы» у яровых мягких пшениц саратовской селекции исключительно высока: максимальные и минимальные значения этого признака имеют более чем 30-кратные отличия.

**Таблица 1.** Вариабельность признака «содержание АЗП» у сортов яровой мягкой пшеницы саратовской селекции

**Table 1.** Variability of the mark “content of the AWG” in varieties of spring soft wheat of the Saratov breeding

№	Сорт пшеницы Wheat varieties	Титр РГА Titre of hemagglutination reaction
1.	Саратовская / Saratovskaya 29	1:1024
2.	Саратовская / Saratovskaya 33	1:416
3.	Саратовская / Saratovskaya 36	1:416
4.	Саратовская / Saratovskaya 38	1:181
5.	Саратовская / Saratovskaya 39	1:181
6.	Саратовская / Saratovskaya 42	1:223
7.	Саратовская / Saratovskaya 44	1:416
8.	Саратовская / Saratovskaya 45	1:223
9.	Саратовская / Saratovskaya 46	1:3104
10.	Саратовская / Saratovskaya 48	1:416
11.	Саратовская / Saratovskaya 49	1:223
12.	Саратовская / Saratovskaya 50	1:362
13.	Саратовская / Saratovskaya 51	1:832
14.	Саратовская / Saratovskaya 52	1:6208
15.	Саратовская / Saratovskaya 54	1:416
16.	Саратовская / Saratovskaya 210	1:416
17.	Альбидум / Al'bidum 43	1:223

Оценка содержания АЗП в зерновках пшеницы методом ИФА. Отдельные сорта яровой мягкой пшеницы были оценены по содержанию АЗП также с помощью ИФА. Для иммуноферментного анализа было отобрано четыре сорта яровой мягкой пшеницы, контрастных по содержанию лектина: низколектиновый Альбидум 28, среднелективный Альбидум 29 и высоколектиновые Саратовская 29 и Саратовская 64 (по данным РГА). Полученные методом ИФА результаты подтвердили высокую вариабельность признака «содержание АЗП» у разных сортов яровой мягкой пшеницы (табл. 2).

Как видно из данных, приведенных в табл. 2, у Альбидум 28 концентрация лектина была самой низкой, у Альбидум 29 – более высокой (209 и 240 нг/г сырой массы, соответственно). Сорта Саратовская 64 и Саратовская 29 показали себя как высоколектиновые. Эти данные хорошо согласуются с результатами РГА (см. табл. 1).

## СОЗДАНИЕ НАБОРА СОРТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

**Таблица 2.** Концентрация АЗП в экстрактах, полученных из зародышей яровой мягкой пшеницы по данным ИФА

**Table 2.** Concentration of AWG in embryo-derived extracts spring soft wheat according to ELISA

№	Сорт пшеницы Wheat varieties	АЗП, нг/г сырой массы зародыша AWG, ng/g wet mass of the embryo
1.	Альбидум 28	209
2.	Альбидум 29	240
3.	Саратовская 64	465
4.	Саратовская 29	1190

Таким образом, оба использованных метода, ИФА и РГА, выявляли высокую вариабельность признака «содержание АЗП» в растениях у яровых мягких пшениц: максимальные и минимальные значения этого признака имели примерно 40-кратные отличия.

Представленные результаты хорошо согласуются с полученными ранее данными (Антонюк, Евсеева, 2006). В цитируемой работе сравнивали модификационную изменчивость АЗП и пролиферативного антигена инициалей (ПАИ) – белков, совпадающих по тканевой локализации, но различающихся по функциям. АЗП и ПАИ обнаруживаются в меристематических тканях, причем первый из них локализуется в вакуолях и выделяется в окружающую среду, а второй находится в цитозоле клетки и связан с ее делением. Совокупность полученных ранее и представленных в данной работе результатов свидетельствует о высокой генетической и модификационной изменчивости АЗП, в то время как в случае ПАИ изменчивости признака обнаружить не удалось. Предполагается, что вариабельность признака «содержание лектина» у растений пшеницы обусловлена совокупностью его функций. Коллекция сортов пшеницы, контрастных по содержанию АЗП, может быть использована для дальнейших исследований по изучению функций данного лектина.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Антонюк Л. П. Растительные лектины как факторы коммуникации в симбиозах // Молекулярные основы взаимодействия ассоциативных микроорганизмов с растениями. М: Наука, 2005. С. 118 – 159.

М. А. Ханадеева, Н. И. Старичкова

*Антонюк Л. П., Евсеева Н. В.* Лектин пшеницы как фактор растительно-микробной коммуникации и белок стрессового ответа // Микробиология. 2006. Т. 75, № 4. С. 544 – 549.

*Белякин В. М., Старичкова Н. И.* Фенотипическая стабильность показателей амилотической активности зерна яровой мягкой пшеницы в зависимости от генотипа // Вестник СГАУ им. Н.И. Вавилова. 2005. № 2. С. 1 – 5.

*Злобина Л. Н., Кулеватова Т. Б., Бекетова Г. А., Старичкова Н. И.* Оценка сортов яровой мягкой пшеницы саратовской селекции по признакам качества зерна // Достижения и проблемы современной науки: сб. ст. по матер. XXVI Междунар. науч.о-практ. конф. СПб.: Globus, 2017. С. 12 – 17.

*Шакирова Ф. М., Безрукова М. В.* Современные представления о предполагаемых функциях лектинов растений // Журнал общей биологии. 2007. Т. 68, № 2. С. 98 – 114.

*Tabe L., Hagan N., Higgins T. J.* Plasticity of seed protein composition in response to nitrogen and sulfur availability // Current Opinion in Plant Biology. 2002. Vol. 5, № 3. P. 212 – 217.

---

**Образец для цитирования:**

*Ханадеева М. А., Старичкова Н. И.* Создание набора сортов яровой мягкой пшеницы, различающихся по признаку «содержание лектина в зерне» // Бюл. Бот. сада Сарат. гос. ун-та. 2018. Т. 16, вып. 3. С. 68 – 76.  
DOI: 10.18500/1682-1637-2018-3-68-76.

**CREATION OF A SET OF VARIETIES OF SPRING SOFT WHEAT  
DIFFERING ON THE MARK OF “LECTIN CONTENT IN GRAIN”**

**M. A. Chanadeeva<sup>1</sup>, N. I. Starichkova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *The Russian Academy of Sciences' Institute of Biochemistry  
and Physiology of Plants and Microorganisms  
13 Prospekt Entuziastov, Saratov 410049, Russia  
E-mail: marina.kushneruk@mail.ru*

<sup>2</sup> *N. G. Chernyshevsky Saratov State University  
83 Astrakhanskaya Str., Saratov 410012, Russia  
E-mail: natstar-12@mail.ru*

Received 18 October 2018, Accepted 22 October 2018

The determination of the content of agglutinin of wheat germ (AWG) in seed varieties of spring soft wheat of Saratov breeding is carried out by two methods: by the reaction of hemagglutination - the ability of AWG to agglutinate erythrocytes of blood rabbits and the method of indirect competitive immuno-enzyme analysis. AWG extracts for analysis were obtained from wheat flour. The content of the lectin in the extracts was calculated by the calibration curve of the optical density of the standard solutions of the AWG using a computer program. According to the results of the study, sets of varieties differing in content of AWG in grain were created.

**Key words:** spring soft wheat, wheat germ agglutinin, hemagglutination reaction, immuno-enzyme analysis.

DOI: 10.18500/1682-1637-2018-3-68-76

**REFERENCES**

Antonyuk L. P. Plant lectin as a factor of communication in symbiosis. In: *Molecular basis of the interaction of associative microorganisms with plants*. Moscow: Nauka Publ., 2005. pp. 118 – 159.

Antonyuk L. P., Evseeva N. V. Wheat lectin as a factor in plant-microbial communication and a stress response protein. *Microbiology*, 2006, vol. 75, iss. 4, pp. 470 – 475. doi: 10.1134/S0026261706040175

Bebyakin V. M., Starichkova N. I. The fenotypical stability of amylolytic activity indexes of spring wheat grain in dependence with genotype. *N. I. Vavilov bulletin of the Saratov State Agrarian University*, 2005, vol. 2, pp. 1 – 5.

М. А. Ханадеева, Н. И. Старичкова

Shakirova F. M., Bezrukova M. V. Current knowledge about presumable functions of plant lectins. *Zhurnal Obshchei Biologii*, 2007, vol. 68, iss. 2, pp. 98 – 114.

Tabe L., Hagan N., Higgins T. J. Plasticity of seed protein composition in response to nitrogen and sulfur availability. *Current Opinion in Plant Biology*, 2002, vol. 5, iss. 3, pp. 212 – 217.

Zlobina L. N., Kulevatova T. B., Beketova G. A., Starichkova N. I. Evaluation of varieties of spring soft wheat of the Saratov breeding based on the quality of grain. In: *Achievements and problems of modern science: Proc. XXVI Conf.* St. Petersburg: Globus, 2017. pp. 12 – 17.

---

**Cite this article as:**

Chanadeeva M. A., Starichkova N. I. Creation of a set of varieties of spring soft wheat differing on the mark of “lectin content in grain”. *Bulletin of Botanic Garden of Saratov State University*, 2018, vol. 16, iss. 3, pp. 68 – 76. (in Russian).  
DOI: 10.18500/1682-1637-2018-3-68-76.