

СОДЕРЖАНИЕ

ФЛОРИСТИКА

<i>Березуцкий М. А., Кашин А. С.</i> Местонахождение мицелиса стеного на территории Саратовской области	3
<i>Серова Л. А., Шилова И. В., Костецкий О. В.</i> Семейство Санталовые (<i>Santalaceae</i>) в гербарии УНЦ «Ботанический сад» СГУ (SARBG)	8

ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ И ГЕОБОТАНИКА

<i>Ермолаева Н. Н., Кашин А. С., Петрова Н. А., Шилова И. В.</i> Особенности межпопуляционной изменчивости <i>Delphinium pubiflorum</i> (DC.) Turcz. ex Huth) на территории Саратовской области	14
---	----

ИНТРОДУКЦИЯ РАСТЕНИЙ

<i>Демочко Ю. А., Шилова И. В., Иванова Е. В., Костецкий О. В.</i> Особенности прорастания семян буквицы лекарственной в лабораторных условиях	34
--	----

БОТАНИЧЕСКОЕ РЕСУРСОВЕДЕНИЕ

<i>Дурнова Н. А., Березуцкий М. А., Оглезнева А. А., Сигарёва Л. Е.</i> Использование лекарственного сырья солодки (<i>Glycyrrhiza</i> L., <i>Fabaceae</i>) в Тибетской традиционной медицине (обзор)	44
---	----

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ БИОЛОГИЯ

<i>Касаткин М. Ю., Степанов С. А., Страпко А. М.</i> Влияние этиоляции на спектральные характеристики тканей колеоптиля и эпикотиля пшеницы	50
<i>Коробко В. В., Пчелинцева Н. В., Самсонова Е. А., Аль Саммарраи Анес Исмаил Салех</i> Влияние перхлоратов халькоген(тио)пирилия на морфогенез и пигментный состав первого листа проростков пшеницы	60

CONTENS

FLORISTICS

<i>Berezutsky M. A., Kashin A. S.</i> Location of <i>Mycelis muralis</i> on the territory of Saratov oblast	3
<i>Serova L. A., Shilova I. V., Kostetsky O. V.</i> Family Santalaceae in the herbarium of educational and scientific centre “Botanical garden” of Saratov State University (SARBG)	8

PLANT ECOLOGY AND GEOBOTANY

<i>Ermolaeva N. N., Kashin A. S., Petrova N. A., Shilova I. V.</i> Some results of variation between population <i>Delphinium pubiflorum</i> (DC.) Turcz. ex Huth in Saratov region	14
---	----

INTRODUCTION OF PLANT

<i>Democko J. A., Shilova I. V., Ivanova E. V., Kostetsky O. V.</i> Features of germination of the seeds of <i>Betonica officinalis</i> (L.) Kuntze in the laboratory	34
---	----

BOTANICAL RESOURCES

<i>Durnova N. A., Berezutsky M. A., Oglezneva A. A., Sygareva L. E.</i> Licorice (<i>Glycyrrhiza</i> L., Fabaceae) medicinal raw material usage in Tibetan conventional medicine (common reference)	44
--	----

AGRICULTURAL BIOLOGY

<i>Kasatkin M. Y., Stepanov S. A., Strapko A. M.</i> Influence of etiolation on spectral properties of wheat coleoptil and epicotile tissues	50
<i>Korobko V. V., Pchelintseva N. V., Samsonova E. A., Al Sammarrai Anes Ismail Saleh</i> Effect of perchlorates halkogen(thio)pyrilium on morphogenesis and pigment composition of the first leaves of wheat seedlings	60

ФЛОРИСТИКА

УДК 581.9 (470.44)

МЕСТОНАХОЖДЕНИЕ МИЦЕЛИСА СТЕННОГО НА ТЕРРИТОРИИ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

М. А. Березуцкий¹, А. С. Кашин²

¹Саратовский государственный медицинский университет
им. В. И. Разумовского
Россия, 410012, Саратов, Б. Казачья, 112
E-mail: berezutskyb1@mail.ru

²Саратовский национальный исследовательский государственный
университет им. Н. Г. Чернышевского
Россия, 410012, Саратов, Академика Навашина, 1
E-mail: kashinas2@yandex.ru

Поступила в редакцию 26.12.2016 г.

Местонахождение мицелиса стеного на территории Саратовской области. – Березуцкий М. А., Кашин А.С. – Сообщается о выявлении на территории Саратовской области местонахождения мицелиса стеного (*Mycelis muralis* (L.) Dumort., Asteraceae, Magnoliophyta). Отмечается, что обнаруженная популяция (Балашовский р-н, между сс. Пады и Большой Мелик) приурочена к старым искусственным сосновым насаждениям. В исследованном пункте насчитывается не менее нескольких тысяч особей данного вида. На многих участках сосновых насаждений м. стеной выступает в качестве доминанта травяного яруса. Констатируется, что для этого европейского лесного вида характерно антропогенное расширение ареала не только в западном направлении, но и на восток в направлении степной зоны, а также что он активно осваивает антропогенные местообитания в восточной части ареала.

Ключевые слова: Саратовская область, мицелис стеной (*Mycelis muralis* (L.) Dumort.), искусственные лесные насаждения.

Location of *Mycelis muralis* on the territory of Saratov oblast. – Bere-zutsky M. A., Kashin A. S. – The article informs of the new location of *Mycelis muralis* (L.) Dumort., Asteraceae, Magnoliophyta on the territory of Saratov oblast. It is noted that the found population (Balashov district, between Pady and

Bolshoy Melik villages) is confined to the old homogeneous pine stands. In the researched area there are at least several thousand plants of the studied species. In many lots of the pine stands *M. muralis* is the dominant of the grass layer. It is stated that the studied European forest species is characterized by the man-induced expansion to the west as well as to the east towards the steppe zone; the species also actively outspreads to the homogeneous stands in the eastern part of the area.

Key words: Saratov oblast, *Mycelis muralis* (L.) Dumort., homogeneous forest stands.

DOI: 10.18500/1682-1637-2017-15-1-3-7

Мицелис стенной (*Mycelis muralis* (L.) Dumort., *M. angulosa* Cass., *Lactuca muralis* (L.) Gaertn, *Prenanthes muralis* L.) – многолетнее высокое растение семейства астровых с лировидно-перисто-рассеченными листьями и желтыми ложноязычковыми цветками, собранными по 5 в мелкие корзинки (Кирпичников, 1964). Естественный ареал охватывает большую часть Европы (от Испании до средней полосы европейской части России и от Норвегии до Балкан), изолированные нативные местонахождения имеются в Северной Африке, в Турции и на Кавказе. Произрастает в лесах, на выходах горных пород и на стенах (Slabby, Osborn, 1999).

Для м. стеного характерно антропогенное расширение ареала как на территории Европы, так и за ее пределами. В Англии вид является аборигенным, а в соседней Ирландии инвазия данного вида наблюдается около 200 лет. Местообитаниями м. стеного в данном регионе стали редколесья, каменистые обнажения, стены. Особенно быстрое расширение ареала наблюдается в Западной Ирландии в зоне карстовых известняков (Slabby, Osborn, 2001). Вид занесен в Новую Зеландию, где произрастает по лесам и кустарникам, на обочинах дорог, на пастбищах, по долинам рек и у озер; почти всегда в затененных местах (Webb et al., 1988). В качестве сорного растения м. стеной встречается в Северной Америке (Andersen, 1968). Произрастает по берегам, железнодорожным насыпям, обочинам автомобильных дорог, нарушенным местам; включен в список полевых сорняков Канады (Darbyshire, 2003).

Имеются противоречивые данные об отношении м. стеного к антропогенному фактору на территории средней полосы европейской части России. Вид включен в «Красную книгу Владимирской области» (2010). В Ивановской области отмечен в центральном городском парке

МЕСТОНАХОЖДЕНИЕ МИЦЕЛИСА СТЕННОГО

г. Шуя (Сенюшкина, 2015). В Калужской области встречается в парках и скверах г. Калуги (Никитина, Сионова, 2006). В Волгоградской области является очень редким растением: известно одно местонахождение в Нижнехоперском природном парке в естественной дубраве под пологом леса (Бялт и др., 2011). М. стенной был включен в первое издание «Красной книги Липецкой области» (2005) с указанием, что последний раз он собирался на территории этого региона более 80 лет назад (Казакова, 2005). Позднее Ю. Э. Шубина (2012) показала, что м. стенной не только присутствует в Липецкой области, но и активно осваивает антропогенные местообитания. В частности, он является обычным растением в старых сосновых посадках в окр. сс. Ивово и Александрово-Жуково. На основании этого м. стенной был исключен из основного списка второго издания «Красной книги Липецкой области» (2014).

В основных сводках по флоре Саратовской области (Конспект флоры...1983; Еленевский и др., 2008 и др.) данные о местонахождениях м. стенного на территории этого региона отсутствуют. Осенью 2016 г. большая популяция м. стенного была обнаружена нами на территории Балашовского р-на Саратовской области между сс. Пады и Большой Мелик. Около 120 лет назад локальная флора окр. с. Пады была детально исследована В. А. Траншелем (1894). Автор обнаружил на этой территории 704 вида сосудистых растений, но м. стенной в этом списке не приводится. Не указывается м. стенной для Балашовского уезда и в сводке А. Я. Цингера (1885). Вероятно, выявленный нами вид следует относить к адвентивной фракции флоры Саратовской области. Обнаруженная популяция приурочена к старым искусственным сосновым насаждениям. В исследованном пункте насчитывается не менее нескольких тысяч особей данного вида. На многих участках сосновых насаждений м. стенной выступает в качестве доминанта травяного яруса. Растения проходят полный жизненный цикл. Имеется большое количество ювенильных особей (розетки первого года жизни).

На территории Саратовской области и ранее были отмечены факты, когда антропогенное воздействие способствовало поддержанию редких видов растений (Давиденко и др., 2007), а антропогенные биотопы становились местообитанием редкого вида (Хмелёв, Березуцкий, 1995; Скворцова, Березуцкий, 2008, Панин и др., 2008). В отношении

м. стеного мы можем констатировать, что он активно осваивает антропогенные местообитания в восточной части ареала. Также для этого европейского лесного вида характерно антропогенное расширение ареала не только в западном направлении, но и на восток в направлении степной зоны.

Гербарные сборы м. стеного хранятся в отделе биологии и экологии растений УНЦ «Ботанический сад» Саратовского национального исследовательского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского.

Список литературы

Бялт В. В., Сагалаев В. А., Фирсов Г. А. Флористические находки в Нижнехоперском природном парке Волгоградской области // Вестн. Волгоград. гос. Ун-та. Сер. 11. Естественные науки. 2011. № 1. С. 15 – 22.

Давиденко О. Н., Невский С. А., Березуцкий М. А. Эколого-ценотическая характеристика местообитаний некоторых охраняемых растений южной части Саратовского Правобережья // Поволж. экол. журн. 2007. № 4. С. 339 – 344.

Еленевский А. Г., Буланый Ю. И., Радыгина В. И. Конспект флоры Саратовской области. Саратов: «Наука», 2008. 232 с.

Казакова М. В. Мицелис стеной // Красная книга Липецкой области. Т. 1. Растения, грибы, лишайники / под ред. В. С. Новикова. М.: КМК Scientific Press, 2005. С. 401.

Кирпичников М. Э. Мицелис – *Mycelis* Cass. // Флора СССР. Т. 29. М; Л.: Наука, 1964. С. 335 – 338.

Конспект флоры Саратовской области / ред. А. А. Чигуряева Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1983. Ч. 3. 108 с.

Красная книга Владимирской области. Владимир: Транзит-ИКС, 2010. 400 с.

Красная книга Липецкой области. Т. 1. Растения, грибы, лишайники / под ред. В. С. Новикова. М.: КМК Scientific Press, 2005. 510 с.

Красная книга Липецкой области. Т. 1. Растения, грибы, лишайники / под ред. А. В. Щербакова. Липецк: Вера социум, 2014. 696 с.

Никитина М. С., Сионова М. Н. Биологическое разнообразие сосудистых растений скверов и парков центральной части города Калуги //Изв. Калуж. о-ва изучения природы. Книга седьмая. Калуга: ИД «Эйдос», 2006. С. 89 – 110.

Панин А. В., Березуцкий М. А., Шилова И. В. Конспект флоры города Саратова. Саратов: ИЦ «Наука», 2008, 62 с.

Сенюшкина И. В. Экологическая структура и антропогенная трансформация флоры малых городов Ивановской области: дисс. ... канд. биол. наук. Иваново, 2015. 370 с.

МЕСТОНАХОЖДЕНИЕ МИЦЕЛИСА СТЕННОГО

Скворцова И. В., Березуцкий М.А. Флора железнодорожных насыпей южной части Приволжской возвышенности // Поволж. экол. журн. 2008. № 1. С. 55 – 64.

Транишель В. А. Флора Падов, имения В.Л. Нарышкина Балашовского уезда Саратовской губернии. СПб.: тип. Е. Евдокимова, 1894. 64 с.

Хмельёв К. Ф., Березуцкий М.А. Антропогенная трансформация флоры города Саратова за последние сто лет // Экология. 1995. № 5. С. 363 – 367.

Цингер А. Я. Сборник сведений о флоре Средней России. М.: М. Батков, 1885. 520 с.

Шубина Ю. Э. Материалы по распространению и состоянию популяций редких видов растений и грибов Липецкой области, полученные в 2012 г. // Состояние редких видов растений и животных Липецкой области. Вып. 5. Воронеж, 2012. С. 161 – 165.

Andersen R. Germination and establishment of weeds for experimental purposes. Weed. Urbana: Sci. Soc. of Amer., 1968. 236 p.

Clabby G., Osborne B. *Mycelis muralis* (L.) Dumort. (*Lactuca muralis* (L.) Gaertner) // J. of Ecology. 1999. Vol. 87, № 1. P. 156 – 172.

Clabby G., Osborne B. The invasion history of *Mycelis muralis* in Ireland // Plant Invasions: Species Ecology and Ecosystem Management. Leiden: Backhuys Publishers, 2001. P. 55 – 61.

Darbyshire S. Inventory of Canadian Agricultural Weeds. Ottawa: Agric. and Agri-Food Canada, 2003. 396 p.

Webb C., Sykes, W., Garnock-Jones, P. Flora of New Zealand, Vol. IV: Naturalised pteridophytes, gymnosperms, dicotyledons. Christchurch: Botany Division, 1988. 1365 p.

УДК 581.9

СЕМЕЙСТВО САНТАЛОВЫЕ (SANTALACEAE)
В ГЕРБАРИИ УНЦ «БОТАНИЧЕСКИЙ САД» СГУ (SARBG)

Л. А. Серова, И. В. Шилова, О. В. Костецкий

*Саратовский национальный исследовательский государственный
университет им. Н. Г. Чернышевского*
Россия, 410012, Саратов, Академика Навашина, 1
E-mail: laserova@mail.ru

Поступила в редакцию 25.10.2016 г.

Семейство Санталовые (Santalaceae) в гербарии УНЦ «Ботанический сад» СГУ (SARBG). – Серова Л. А., Шилова И. В., Костецкий О. В. – В статье приводятся результаты инвентаризации сборов семейства Santalaceae в гербарии УНЦ «Ботанический сад» СГУ (SARBG). Семейство Santalaceae представлено в гербарии SARBG 39 образцами из 45 листов. В гербарном фонде SARBG имеются образцы *Thesium arvense* из шести районов Левобережья и из восьми районов Правобережья Саратовской области; образцы *Thesium ebracteatum* из четырех районов Правобережья области.

Ключевые слова: Гербарий УНЦ «Ботанический сад» СГУ (SARBG), Santalaceae, *Thesium ebracteatum* Hayne, *Thesium arvense* Horvatovsky.

Family Santalaceae in the herbarium of educational and scientific centre “Botanical garden” of Saratov State University (SARBG). – Serova L. A., Schilova I. V., Kostetsky O. V. – The results of the inventory fees of Santalaceae family in herbarium of Educational and Scientific centre “Botanical Garden” of Saratov State University (SARBG) is given in the article. Santalaceae is represented in the Herbarium SARBG 39 samples from 45 sheets. In SARBG *Thesium arvense* samples are available from 6 districts of the Left coast and 8 districts of the Right coast of the Saratov region; *Thesium ebracteatum* samples from 4 districts of the Right coast of the Saratov region.

Key words: Herbarium SARBG, Santalaceae, *Thesium ebracteatum* Hayne, *Thesium arvense* Horvatovsky.

DOI: 10.18500/1682-1637-2017-15-1-8-13

СЕМЕЙСТВО САНТАЛОВЫЕ В ГЕРБАРИИ SARBG

Семейство Santalaceae насчитывает около 350 видов в тропических, субтропических и умеренно теплых областях Старого Света (Флора Восточной Европы, 1996). Во Флоре СССР (1936) приводится 21 вид из рода *Thesium*. Во Флоре Юго-Востока европейской части РФ описано 4 вида этого рода (Флора Ю-В, 1930), в пределах Саратовской области – 2 вида (Определитель ..., 2009). Все виды рода *Thesium* – полупаразиты.

Семейство Santalaceae на сегодняшний день представлено в гербарии SARBG 39 образцами из 45 листов. Еще ряд образцов, а именно три образца из трех листов, находятся в гербарной коллекции отдела биологии и экологии УНЦ «Ботанический сад», запланированы к передаче в фонд SARBG и к внесению в электронную базу в ближайшее время. Авторы считают возможным включить их в общий список цитированных этикеток, с указанием нахождения гербарных листов на текущий момент времени.

В гербарном фонде представлены оба вида рода *Thesium*, встречающиеся во флоре Саратовской области, а именно *Thesium ebracteatum* Hayne и *Thesium arvense* Horvatovsky.

По сведениям, приведенным в Определителе ... (Еленевский, Буланый, Радыгина, 2009), во флоре области наиболее широко представлен *Thesium arvense*, он является обычным растением, встречается по степям и опушкам. В гербарном фонде SARBG имеются образцы *Th. arvense* из шести районов Левобережья и из восьми районов Правобережья Саратовской области.

Второй вид из флоры области – *Thesium ebracteatum* – приводится в Определителе ... (Еленевский, Буланый, Радыгина, 2009) как редкий, отмеченный только для Правобережья (без указания районов), обитающий в луговых степях, по опушкам. В фонде SARBG имеются образцы только из четырех районов Правобережья области.

Далее приводим полные цитаты этикеток всех образцов рода *Thesium*, хранящихся в гербарии SARBG

Thesium arvense

Левобережье

Александрово-Гайский район

Совхоз «Дружба», левый берег р. Б.Узень, напротив насосной станции, по склонам западинок. 13.06.1974. Legit П. Куприянов.

Краснокутский район

Окр. с. Дьяковка, 7 км западнее села, степь. 20.05.1988. Legit Е. Киреев.

Дьяковский лес. 24.05.2011. Legit И. Шилова, А. Панин, Н. Петрова

Марковский район

Окр. с. Волково, остепненный бор на плакоре. Без даты. Legit Т. Жулидова и др.

Окр. хут. Восток, вдоль дороги к хутору, восточнее трассы, песок. 17.05.2012. Legit И. Шилова, А. Панин, Н. Петрова.

Озинский район

Окр. с. Меловое, к югу от села, ровная глинистая степь. 31.05.1984. Legit Л. Худякова.

Окр. с. Меловое, 1,5 км к югу от села, плакор на вершине меловой горы. 02.06.1984. Legit Л. Худякова.

Окр. с. Меловое, степь. 09.07.2004. Legit И. Шилова, А. Панин.

Пугачевский район

Село Солянка, на лугу у пруда. 08.05.1984. Legit Е. Киреев. Determ. Е. Киреев.

Река Куличиха, возле автодорожного моста шоссе Балаково–Пугачев, береговые склоны со степной растительностью. 06.06.1984. Legit Е. Киреев, В. Киреева. Determ. Е. Киреев.

Окр. с. Максютово, ООПТ «Тюльпанная степь у с. Максютово». 03.05.2013. Legit И. Шилова (образец находится в гербарной коллекции отдела биологии и экологии).

Фёдоровский район

Окрестности с. Долина, «Иваново поле». 04.05.2013. Legit И. Шилова (образец находится в гербарной коллекции отдела биологии и экологии).

Правобережье

Базарно-Карабулакский район

Окр. с. Алексеевка, к юго-западу от села, южный степной склон. 04.06.1984. Legit И. Шилова.

Село Алексеевка, бывшая улица по северной окраине села, ямы. 08.06.2000. Legit И. Шилова.

Вольский район

Между селами Тепловка и Терса, меловой склон южной экспозиции. 14.06.1968. Legit Л. Худякова.

СЕМЕЙСТВО САНТАЛОВЫЕ В ГЕРБАРИИ SARBG

Окр. с. Куликовка, 500 м севернее села, средняя часть западного склона. 07.06.1980. Legit Л. Худякова.

Окр. с. Куликовка, 300 м восточнее деревни, на водоразделе, степь. 07.06.1980. Legit Л. Худякова.

Село Тёпловка. 06.1980. Legit Л. Худякова.

Калининский район

Санаторий Песчанка. 22.06.1968. Legit Л. Худякова.

Красноармейский район

Окр. ст. Россоша, вблизи железной дороги, степной участок. 07.07.2006. Legit Т. Жулидова и др.

Окр. с. Нижняя Банновка, к югу от села, Можжевелов овраг. 27.06.1984. Legit Л. Худякова.

Петровский район

Окр. г. Петровск, перед поворотом на Ионычево, сырой луг. 09.06.2011. Legit И. Шилова, А. Панин, Н. Петрова

Ртищевский район

Окр. с. Макарово, восточный склон водораздела. 09.07.1981. Legit И. Шилова, Н. Боровская.

Саратовский район

Г. Саратов, окр. Лаборатории генетики, склон оврага. 28.04.1972. Legit П. Куприянов.

Г. Саратов, Лысая гора, склон южной экспозиции восточного амфитеатра, середина склона. 01.06.1980. Legit Е. Киреев, Determ. Е. Киреев.

Г. Саратов, Лысая гора, склон южной экспозиции восточного амфитеатра, середина склона, по меловым осыпям. 16.05.1982. Legit Е. Киреев, Determ. Е. Киреев.

Окр. г. Саратова, Лысая гора. 10.05.1986. Legit Л. Худякова.

Гора Буданова. 29.05.1998. Legit А. Панин.

Г. Саратов, гора Соколова, разреженные искусственные лесные насаждения. 30.05.1999. Legit А. Панин.

Хвалынский район

Окр. г. Хвалынский, около 7 км к северу от города, над берегом Волги, степной участок. 27.05.1981. Legit Л. Худякова.

Окр. с. Сосновая Маза, около 4 км к северо-западу от села, слева от дороги на Елховку, степной склон южной-юго-восточной экспозиции. 16.05.1983. Legit Л. Худякова.

Окр. бывшей деревни Агрофеновка, берег Волги, южнее деревни, степной береговой склон. 26.06.1983. Legit Л. Худякова.

Окр. г. Хвалынска, к северу от города, нижняя часть сев. склона г. Богданиха. 20.07.1984. Legit Л. Худякова.

Национальный парк «Хвалынский», к юго-западу от горы Беленькая, поляна в лесу. 04.06.1999. Legit Л. Серова.

Национальный парк «Хвалынский», юго-западный склон горы Беленькая. 05.06.1999. Legit Л. Серова.

Окр. г. Хвалынск, НП «Хвалынский», Хребет Таши, северный склон. Июнь, 2012. Legit Н. Петрова.

Thesium ebracteatum

Базарно-Карабулакский район

Окр. с. Алексеевка, около 3 км к северо-западу от села, на плакоре, к северу от дороги на Ст. Бурасы, дубовый разреженный лес. 06.06.1984. Legit И. Шилова.

Балтайский район

Окр. с. Балтай, к юго-востоку от фермы дойки, лес на плакоре и северном склоне. 12.05.1983. Legit И. Шилова.

Саратовский район

Г. Саратов, район 9-й Дачной, лес, поляна. 22.05.1980. Legit Е. Киреев, Determ. Е. Киреев.

Окр. п. Красный Октябрь, к северу от посёлка, лес, поляна. 26.05.1980. Legit Е. Киреев, Determ. Е. Киреев.

Хвалынский район

Окр. г. Хвалынск, 5 км на северо-запад от города, меловые горы. 29.04.1983. Legit А. Кашин.

Окр. с. Апалиха. Поляна в дубово-кленовом лесу у подножия Армейских гор, в сообществе с пионом тонколиственным. 18.05.2014. Legit И. Шилова (образец находится в гербарной коллекции отдела биологии и экологии).

Таким образом, считаем, что образцы двух видов рода *Thesium*, представленные в фондах гербария SARBG на сегодняшний день, недостаточно полно отражают картину распространения видов на территории Саратовской области. Кроме перечисленных районов, *Thesium arvense* отмечался нами при описании сообществ в Балаковском и Дергачёвском районах Левобережья, а также – Аткарском, Балтайском и Татишевском районах Правобережья.

СЕМЕЙСТВО САНТАЛОВЫЕ В ГЕРБАРИИ SARBG

Необходимо дополнять сборы в гербарном хранилище SARBG образцами, относящимися к видам рода *Thesium*, несмотря на то, что виды являются обычными для области.

Список литературы

Еленевский А. Г., Буланый Ю. И., Радыгина В. И. Определитель сосудистых растений Саратовской области. Саратов: Изд-во «ИП Баженов», 2009. С. 80.

Сем. 123. Santalaceae R.Br. – Санталовые // Флора Восточной Европы. Т. IX / отв. ред. и ред. тома Н. Н. Цвелев. СПб.: Мир и семья-95, 1996. С. 403 – 407.

Семейство XLIX Санталовые – Santalaceae // Флора СССР. Т. 5. / гл. ред. и ред. тома академ. В. Л. Комаров. М.; Л. Наука, 1936. С. 412 – 431.

Семейство XXXII Santalaceae Санталовые // Флора Юго-Востока Европейской части СССР / под общ. ред. Б. А. Федченко. Вып. IV. Л.: Издание Гл. Бот. Сада, 1930. С. 89 – 93.

ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ И ГЕОБОТАНИКА

УДК 574.34

ОСОБЕННОСТИ МЕЖПОПУЛЯЦИОННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ *DELPHINIUM PUBIFLORUM* (DC.) TURCZ. EX HUTH) НА ТЕРРИТОРИИ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Н. Н. Ермолаева, А. С. Кашин, Н. А. Петрова, И. В. Шилова

*Саратовский национальный исследовательский государственный
университет им. Н. Г. Чернышевского
Россия, 410010, Саратов, Академика Навашина, 1
E-mail: dike08@rambler.ru*

Поступила в редакцию 19.12. 2016 г.

Особенности межпопуляционной изменчивости *Delphinium pubiflorum* (DC.) Turcz. ex Huth) на территории Саратовской области – Ермолаева Н. Н., Кашин А. С., Петрова Н. А., Шилова И. В. – Оценена межпопуляционная изменчивость растений трех ценопопуляций (ЦП) *D. pubiflorum* из Красноармейского, Хвалынского и Татищевского р-нов Саратовской обл. Они произрастают в довольно богатых во флористическом отношении травянисто-кустарниковых сообществах, значительно различающихся по видовому составу. Увлажнение в ЦП соответствует лугово-степному или сухолуговому, умеренно-переменному. Почвы под сообществами чернозёмовидные или чернозёмные на карбонатной основе, богатые и довольно богатые. По соотношению размера популяционного поля и численности особей состояние всех трёх популяций вида однозначно плохое. В онтогенетическом отношении ЦП являются левосторонними или близкими к централизованной с пиком на молодых генеративных особях, что указывает на их способность к самовозобновлению, хотя в год исследования индексы восстановления в них были на уровне 0 – 15%. По критерию «Δ-ω» ЦП являются зреющими или переходными между зреющей и зрелой. Являются депрессивными со средней степенью депрессивности. Популяции нуждаются в принятии срочных мер по их сохранению и восстановлению численности.

Ключевые слова: *Delphinium pubiflorum*, Ranunculaceae, ценопопуляция, экологические шкалы, онтогенетический спектр, морфологические параметры, виталитет, изменчивость.

ПОПУЛЯЦИОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ *DELPHINIUM PUBIFLORUM*

Some results of variation between population *Delphinium pubiflorum* (DC.) Turcz. ex Huth in Saratov region. – Ermolaeva N. N., Kashin A. S., Petrova N. A., Shilova I. V. – The article assesses the inter-population variability of three cenopopulations of *D. pubiflorum* located in Krasnoarmeysk, Khvalynsk and Tatishchev districts of Saratov oblast. The cenopopulations grow in the fairly rich grass and shrub communities of considerable species variety. The precipitation pattern of the cenopopulations is the one typical of the meadow-steppe or dry-meadow, temperate and changeable climate. The soils are chernozem-like or carbonate chernozem, either rich or fairly rich. The correlation between the size of the population field and the number of plants demonstrates that the present state of all the three cenopopulations is unequivocally poor. The ontogenetic structure is left-handed and close to centred, with a peak on young generative plants which points to the strong self-reproduction capabilities of the cenopopulations, though the study year's reproduction indexes were mere 0 – 15 %. In terms of « $\Delta-\omega$ » criterion, the cenopopulations are either maturing or in the transition between the maturing and maturity stages. They appear depressive with the average level of depressiveness. The cenopopulations are in the great need of immediate action for their preservation and restoration of population.

Key words: *Delphinium pubiflorum*, Ranunculaceae, cenopopulation, ecological scales, ontogenetic spectrum, morphological parameters, vitality, variability.

DOI: 10.18500/1682-1637-201715-1-14-33

Живокость пушистоцветковая (*Delphinium pubiflorum* (DC.) Turcz. ex Huth) является очень редким на территории Саратовской области видом. В «Красной книге Саратовской области» (2006) указания на нахождение растений вида в пределах области отсутствуют. Судя по литературным данным, единственной находкой растений данного вида в пределах области за последнее время была популяция, произрастающая в окрестностях с. Красноармейское Энгельского района (Еленевский и др., 2008; Харитонов, Березуцкий, 2008). Популяция насчитывала всего шесть особей на площади 200 м² (личн. сообщ. А. Н. Харитонova). Нами обнаружено еще три ценопопуляции (ЦП) *D. pubiflorum* на территории Саратовской области.

Очевидно, что в такой ситуации исследования особенностей биологии, экологии и состояния популяций этого вида в естественных условиях крайне важны. Наличие такой информации необходимо для организации работ по сохранению и увеличению численности его особей и популяций на территориях их естественного произрастания.

Цель данной работы – провести сравнительный анализ состояния

ЦП *D. pubiflorum* на территории Саратовской области. Для этого были решены следующие задачи: проведено фитоценологическое описание, определены пространственная структура и онтогенетический спектр, исследована изменчивость морфологических признаков растений.

Материалы и методы

В вегетационный период 2015 г. были обследованы три ЦП *D. pubiflorum*: в окрестностях с. Каменка Красноармейского района, окр. с. Акатная Маза Хвалынского района и окр. д. Ильиновка Татищевского района Саратовской области.

Исследования проводились в фазу цветения. Фитоценологическое описание и измерения проведены: в Татищевском и Хвалынском р-нах на площади 300 м², в Красноармейском – на площади 50 м² (площадь всей ЦП).

Оценка местообитаний по растительному покрову проведена В. И. Гориным с использованием экологических шкал (Раменский и др., 1956; Горин, Болдырев, 2013) по оригинальной компьютерной программе.

Состояние ЦП оценивалось по следующим параметрам: пространственная структура, соотношение возрастных групп, жизнеспособность, изменчивость морфометрических параметров. Кроме того, отмечалась окраска цветков.

Плотность ЦП определяли прямым учетом особей в связи с их малочисленностью и неравномерностью распределения по площади.

Для характеристики пространственной структуры ЦП руководствовались рекомендациями Г. И. Дохман, А. М. Якшиной, О. В. Шаховой (Воронов, 1973), а именно: измеряли расстояние от одного экземпляра (выбранного случайным образом), который принимали за центр, до четырех ближайших экземпляров того же вида. Провели сто таких измерений в ЦП из Татищевского и Хвалынского р-нов, а в ЦП из Красноармейского р-на – лишь 80, из-за малочисленности особей в ней. Данные промеров, выраженные в сантиметрах, разбивали на классы (по 30 см). При построении кривой по горизонтальной оси наносили классы расстояний, а по вертикальной – число расстояний между экземплярами данного вида, относящихся к тому или иному классу.

Возрастные состояния выделялись по общепринятым методикам, исходя из размеров и количества вегетативных и генеративных орга-

ПОПУЛЯЦИОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ *DELPHINIUM PUBIFLORUM*

нов, исключая уничтожение растений (Заугольнова, 1976, Остапко, 2005). В описании возрастных состояний использовали общепринятую классификацию возрастных групп (Злобин, 1989).

Распределение особей по возрастным группам представлено в виде онтогенетического спектра.

Вычисляли нижеперечисленные индексы, разработанные И. Н. Коваленко (Злобин и др., 2013).

Индекс возобновляемости:

$$I_{\text{возобн.}} = \sum_{i=1}^{p-v} n_i / \sum_{i=1}^{p-s} n_i * 100,$$

где $\sum_{i=1}^{p-v} n_i$ – совокупность растений прегенеративного периода развития, $\sum_{i=1}^{p-s} n_i$ – совокупность всех растений в исследуемой популяции (от проростков до семенных растений).

Индекс генеративности:

$$I_{\text{генер.}} = \frac{\sum_{i=1}^{g_1-g_2} n_i}{\sum_{i=1}^{p-s} n_i} * 100,$$

где $\sum_{i=1}^{g_1-g_2} n_i$ – совокупность всех растений генеративного периода развития, $\sum_{i=1}^{p-s} n_i$ – совокупность всех растений в исследуемой популяции (от проростков до семенных растений).

Индекс старения популяции:

$$I_{\text{старен.}} = \frac{\sum_{i=1}^{g_2-s} n_i}{\sum_{i=1}^{p-s} n_i} * 100,$$

где $\sum_{i=1}^{g_2-s} n_i$ – совокупность растений от стареющих до семенных, $\sum_{i=1}^{p-s} n_i$ – совокупность всех растений в исследуемой популяции (от проростков до семенных растений).

Индекс общей возрастности популяции:

Н. Н. Ермолаева, А. С. Кашин, Н. А. Петрова, И. В. Шилова

$$I_{\text{возр.}} = I_{\text{стар.}}/I_{\text{возобн.}} \text{ (Злобин и др., 2013).}$$

Кроме того, определяли индекс возрастности (таблица) по формуле, рекомендованной А. А. Урановым (1975):

$$\Delta = \sum K_i m_i / \sum K_i$$

где $\sum K_i$ – сумма растений всех возрастных состояний, m_i – возрастность особей.

Онтогенетические состояния и их характеристики

Периоды и этапы	Возрастное состояние	Индексы	Возрастность (Δ)	Эффективность (ω)
I. Латентный	Семена	<i>se</i>	0.0025	0.0099
II. Прегенеративный	Проросток	<i>p</i>	0.0067	0.0266
	Ювенильное	<i>j</i>	0.0180	0.0707
	Имматурное	<i>im</i>	0.0474	0.1807
	Виргинильное	<i>v</i>	0.1192	0.4200
III. Генеративный	Молодое генеративное	<i>g₁</i>	0.2700	0.7864
	Зрелое генеративное	<i>g₂</i>	0.5	1.0
	Старое генеративное	<i>g₃</i>	0.7310	0.7864
IV. Постгенеративное	Субсенильное	<i>ss</i>	0.8808	0.4200
	Сенильное	<i>s</i>	0.9529	0.1807
	Отмирающее	<i>sc</i>	0.9819	0.0707

Индекс восстановления I определяли по формуле, рекомендованной Л. Б. Заугольной с соавт. (1976):

$$I = \sum j \rightarrow v / \sum g_1 \rightarrow g_3,$$

где $\sum j \rightarrow v$ – сумма растений всех возрастных состояний прегенеративного периода, $\sum g_1 \rightarrow g_3$ – сумма растений всех возрастных состояний генеративного периода. Популяция, способная к самовозобновлению, характеризуется индексом восстановления >1 .

ПОПУЛЯЦИОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ *DELPHINIUM PUBIFLORUM*

Среднюю энергетическую эффективность популяции (ω), или индекс эффективности как средневзвешенное значение величин e_i , рассчитывали по формуле:

$$\omega = \sum n_i e_i / \sum n_i,$$

где n_i – это абсолютное число растений i -го возрастного состояния, e_i – эффективность растений i -го возрастного состояния, $\sum n_i$ – общее число растений (см. таблицу). При определении типа популяции использовали классификацию «дельта–омега» для нормальных популяций (Животовский, 2001).

Для изучения морфологических признаков измеряли высоту (H) и диаметр (D) куста; длину генеративного побега (L); длину междоузлия (I) и диаметр стебля в середине междоузлия (d) под наиболее развитым листом; длину (L_{fol}), ширину (Wh_{fol}) и толщину (S) наиболее развитого листа; длину (L_{fl}), высоту (h_{fl}) и ширину (Wh_{fl}) цветка; длину (L_{pet}) и ширину (Wh_{pet}) чашелистика; длину шпорца (L_{in}); подсчитывали число побегов в кусте (B), а также число листьев (N_{fol}) и цветков (N_{fl}) на побеге.

Виталитетная структура ЦП оценивалась по методике Ю. А. Злобина (2013). Для оценки виталитета особи использовался индекс IVI (индекс виталитета особи), который рассчитывался по формуле (Ишбирдин, Ишмуратова, 2004):

$$IVI = \frac{\sum_{i=1}^N X_i^1 / X_i^2}{N},$$

где X_i^1 – значение i -го признака особи, X_i^2 – среднее значение i -го признака для всей выборки, N – число признаков. Ключевые признаки для расчетов индекса IVI устанавливались с применением корреляционного анализа.

Ранжированный по индексу виталитета ряд особей разбивался на три класса виталитета: высший (a), средний (b) и низший (c). Установка границ класса b проводилась в пределах границ доверительного интервала среднего значения ($x_{cp} \pm \sigma$). Результаты представлены в виде виталитетных спектров ЦП.

Виталитетный тип ЦП определялся с использованием критерия Q :

процветающие ценопопуляции – $(Q = 1/2(a+b)) > c$, равновесные ценопопуляции – $(Q = 1/2(a+b)) = c$, депрессивные ценопопуляции – $(Q = 1/2(a+b)) < c$.

Для оценки степени процветания или депрессивности ценопопуляции использовали $I_Q = (a+b)/2c$ (Злобин, 1989). При этом принимали, что значения выше единицы соответствуют процветающему состоянию, а значения ниже единицы – депрессивному. Степень отклонения от единицы, соответствующей равновесному состоянию, отражает степень процветания или депрессии.

Оценку изменчивости изучаемых признаков проводили по значению коэффициента вариации (C_v , %) с учетом шкалы уровней изменчивости для травянистых растений (Мамаев, Чуйко, 1975; Озёрская, 1981): $C_v < 7$ % – очень низкий, $C_v = 7 - 15$ % – низкий, $C_v = 16 - 25$ % – средний, $C_v = 26 - 35$ % – повышенный, $C_v = 36 - 50$ % – высокий, $C_v > 50$ % – очень высокий уровень.

Оценку среднего уровня связей между признаками проводили, используя квадрат коэффициента корреляции r^2 , усредненный по отдельным признакам (R^2_{ch}) (Ростова, 2002). По коэффициентам C_v и R^2_{ch} проведен сравнительный анализ общей и сопряженной изменчивости в ЦП. Результаты представлены в виде графика, на котором выделяются четыре группы системных индикаторов: 1) эколого-биологические, 2) биологические, 3) генотипические, 4) экологические.

Результаты измерений и подсчетов подвергали статистической обработке с помощью программы «Microsoft Excel». Данные достоверны при уровне значимости $P \leq 0.05$ (Рокицкий, 1973; Гланц, 1999).

Видовые названия растений даны по П. Ф. Маевскому (2014).

Результаты и их обсуждение

ЦП из Красноармейского р-на произрастает на восточном склоне холма в зарослях кустарников. Увлажнение лугово-степное, умеренно переменное. Почва чернозёмная довольно богатая. В сообществе встречается около 50 видов растений. Доминируют такие виды, как: *Prunus spinosa* L., *Acer tataricum* L., *Euonymus verrucosa* Scop., из травянистых растений довольно обильно встречается *Vicia tenuifolia* Roth, рассеянно – *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Nepeta pannonica* L., *Vincetoxicum stepposum* (Pobed.) A. et D. Löve, *Euphorbia virgata* Waldst. et Kit., *Convallaria majalis* L.. Количество особей *D. pubiflorum* достигает 31.

ПОПУЛЯЦИОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ *DELPHINIUM PUBIFLORUM*

Площадь заросли составляет около 50 м². Кроме того, на открытом склоне в 100 м от указанной заросли произрастает одна, а в 200 м – ещё две особи данного вида. Окраска цветков у растений в данной популяции преимущественно синих оттенков, единичные растения – с фиолетовыми цветками.

ЦП из Хвалынского р-на тянется узкой полосой вдоль подножия склона, занятого сосновыми посадками, от границы которых ЦП находится в десятке метров. Увлажнение лугово-степное, умеренно переменное. Почва чернозёмовидная на карбонатах, богатая. В сообществе произрастает более 60 видов растений. Кустарниковый ярус представлен *Cerasus fruticosa* Pallas (рассеянно). Из травянистых весьма обильно встречается *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, довольно обильно – *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv., рассеянно *Melampyrum arvense* L., *Lavatera thuringiaca* L., *Agrimonia eupatoria* L., *Vicia cracca* L., *Elytrigia repens*, *Geranium sanguineum* L.. В описанной популяции насчитывается более 500 особей *D. pubiflorum* на площади около 300 м². Примерно в 200 м от данной заросли находится меньшая по площади (около 20 м²) и по численности (около 20 особей) ЦП данного вида. Цветки окрашены в сине-фиолетовые цвета. Кроме того, было обнаружено одно растение – с бледно-лиловыми (бледно-розовыми) цветками.

ЦП из Татищевского р-на произрастает в устье балки среди кустарников. Увлажнение сухо-луговое, умеренно переменное. Почва чернозёмовидная на карбонатах, довольно богатая. Сообщество насчитывает 57 видов растений. Из кустарников рассеянно встречается *Acer tataricum*, куртинами – *Amygdalus nana* L., *Cerasus fruticosa*. В травянистом ярусе обильны *Elytrigia repens*, *Vicia tenuifolia*, рассеянно встречаются *Carex praecox* Schreb., *Thalictrum minus* L., *Paenonia tenuifolia* L., *Salvia nemorosa* L., *Falcaria vulgaris* Bernh., *Melica altissima* L., *Poa angustifolia* L. Площадь ЦП около 300 м². В ней наблюдалась флуктуация численности: в неблагоприятном для сообщества 2014 г. насчитывалось лишь 32 экземпляра, в благоприятном 2015 г. – 167 особей вида. Отмечено изменение их проективного покрытия: от 10 % – в 2013 и 2014 гг. до 30 % – в 2015 г. Примерно в 50 м от описанной заросли произрастает группа из десятка особей, а в 200 м восточнее, в устье другой балки – группа примерно из 20 особей. Окраска цветков разной интенсивности и весьма разнообразна: голубая, синяя, фиолетовая. Два экземпляра – с белыми цветками.

По соотношению размера популяционного поля и численности особей состояние популяции вида признается плохим, если популяционное поле оказывается менее 1 га, а численность особей – менее 10^3 шт. (Остапко, 2005). Для редких видов растений такие критерии пока не разработаны. Но по мнению В. Г. Кияк (2011), критерием маленькой популяции является численность взрослых особей меньше 1000 шт. и площадь популяции меньше 1000 м^2 . Согласно этим представлениям, состояние исследованных нами ЦП однозначно плохое.

Наиболее плотно растения произрастают в ЦП из Хвалынского р-на. Там большинство растений находятся на расстоянии 60–70 см. друг от друга. Немного реже растения располагаются в ЦП из Татищевского р-на – большинство на расстоянии 80–90 см. В ЦП из Красноармейского р-на большинство растений произрастает на расстоянии 140–150 см (рис. 1).

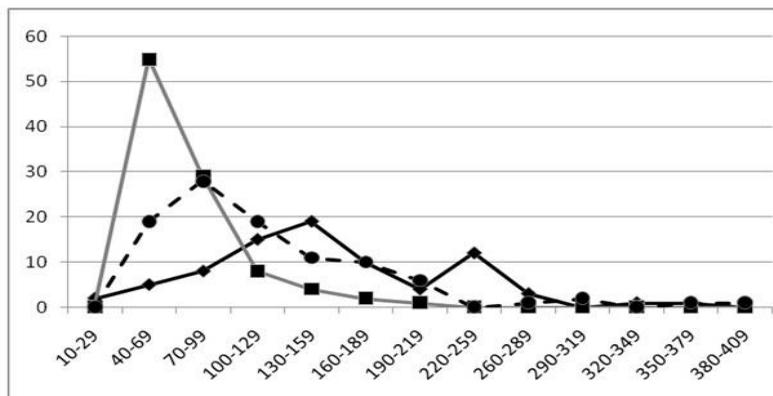


Рис. 1. Пространственная структура изученных популяций *Delphinium pubiflorum*. По оси абсцисс – классы расстояний между соседними особями, см; по оси ординат – число расстояний между экземплярами данного вида, относящихся к тому или иному классу: ■ – ЦП из Красноармейского района, —●— – ЦП из Хвалынского района, —■— – ЦП из Татищевского района Саратовской области

ПОПУЛЯЦИОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ *DELPHINIUM PUBIFLORUM*

Онтогенетические спектры изученных ЦП *D. pubiflorum* представлены на рис. 2.

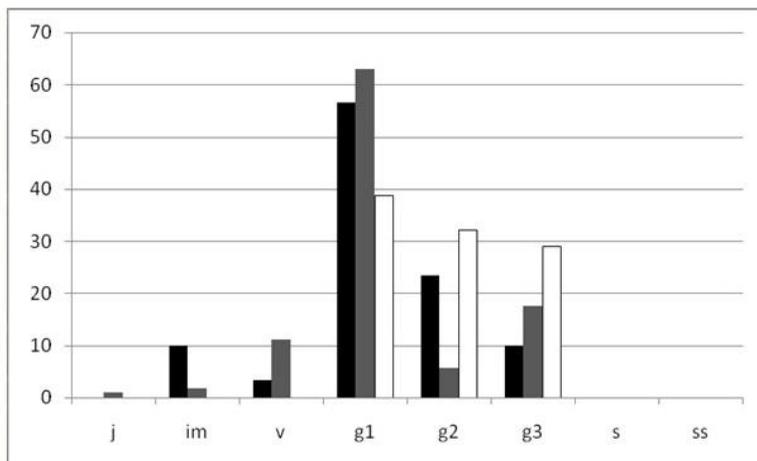


Рис. 2. Онтогенетический спектр изученных ценопопуляций *Delphinium pubiflorum*: ■ – ЦП из Красноармейского, ■ – ЦП из Хвалынского, □ – ЦП из Татищевского районов Саратовской области

Из рис. 2 видно, что в популяциях из Красноармейского и Хвалынского р-нов присутствовали растения прегенеративного возрастного состояния. Эти популяции являются левосторонними с пиком на молодых генеративных особях, тогда как в ЦП из Татищевского р-на отмечены только растения генеративного периода развития. Из этого можно сделать вывод о том, что данная ЦП является неполночленной, близкой к центрированной с пиком на молодых генеративных особях. Однако известно, что у редких растений онтогенетическая структура популяций может существенно варьировать, в том числе и по годам, – и эти вариации иногда мало сопряжены с устойчивостью вида (Злобин и др., 2013) Наши трёхлетние наблюдения за ЦП из Татищевского р-на показали небольшие изменения онтогенетического спектра в течение этого периода. Популяции редких видов независимо от угрозы их вы-

падения оказываются полно- или неполночленными, моно- или бимодальными, лево- или правосторонними. Поэтому для получения материала, пригодного для оценки устойчивости популяций таких видов на основании онтогенетических спектров, необходимы более долгосрочные наблюдения, то есть не меньше, чем время сменяемости одного поколения растений изучаемого вида (Злобин и др., 2013).

Индекс восстановления (I) ЦП из Красноармейского р-на равен 0.15, ЦП из Хвалынского р-на = 0.16, ЦП из Татищевского р-на = 0, поскольку особи прегенеративного периода в данной ЦП отсутствовали.

По результатам исследования в ЦП из Красноармейского района $I_{\text{возобн.}} = 13\%$, $I_{\text{генер.}} = 87\%$, $I_{\text{стар.}} = 1\%$, $I_{\text{возр.}} = 0.77$. В ЦП из Хвалынского района $I_{\text{возобн.}} = 14\%$, $I_{\text{генер.}} = 86\%$, $I_{\text{стар.}} = 18\%$, $I_{\text{возр.}} = 1.29$. В ЦП из Татищевского района $I_{\text{возобн.}}$ оказался равен нулю, $I_{\text{генер.}} = 100\%$, $I_{\text{стар.}} = 29\%$. $I_{\text{возр.}}$ для данной популяции рассчитать невозможно, так как возобновление отсутствует.

По типу популяций, согласно критерию $\Delta-\omega$ (рис. 3) ЦП из Хвалынского и Красноармейского р-нов являются зреющими ($\Delta = 0.34$,

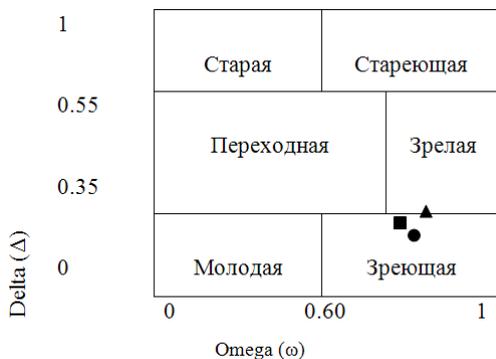


Рис. 3. Тип популяции, выделяемый критерием «дельта-омега» на основе значений индекса возрастности (Δ) и индекса эффективности (ω):

■- ЦП из Красноармейского, ●- ЦП из Хвалынского, ▲ЦП из Татищевского районов Саратовской области

ПОПУЛЯЦИОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ *DELPHINIUM PUBIFLORUM*

$\omega = 0.74$; $\Delta = 0.30$, $\omega = 0.77$ соответственно), а ЦП из Татищевского р-на – переходной между зреющей и зрелой ($\Delta = 0.35$, $\omega = 0.83$).

Для определения виталитета ЦП по результатам корреляционного анализа были отобраны пять ключевых признаков: высота растения, диаметр куста, диаметр междоузлия, количество листьев на генеративном побеге, количество цветков на побеге. Коэффициент корреляции r между этими признаками составил от 0.55 до 0.93. По результатам анализа был построен виталитетный спектр ЦП (рис. 4).

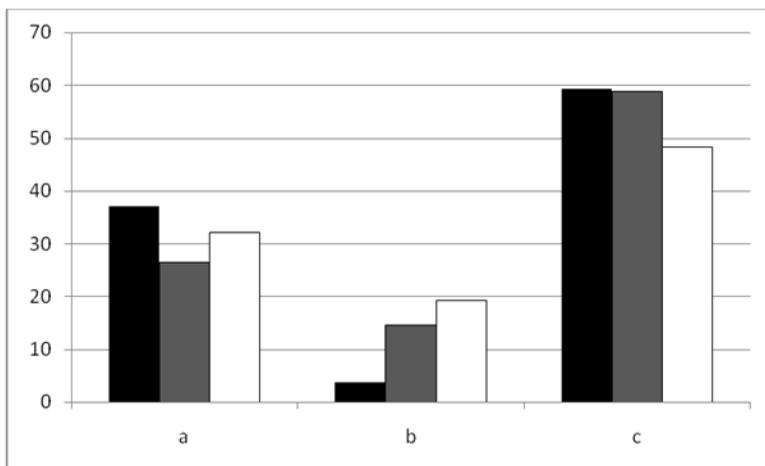


Рис. 4. Индекс виталитета изученных ценопопуляций *Delphinium pubiflorum*.

По оси абсцисс – классы виталитета особей (*a* – высший, *b* – средний, *c* – низший). По оси ординат – процент особей данного класса в популяции.

- – ЦП из Красноармейского района, ■ – ЦП из Хвалынского района,
- – ЦП из Татищевского района Саратовской области

При этом во всех трёх исследованных популяциях преобладают растения низшего класса виталитета особей, несколько меньший процент занимают особи высшего класса виталитета, наименее представлены особи со средним классом виталитета.

Все три изученные ЦП являются депрессивными, поскольку $\frac{1}{2}(a+b) < c$: $\frac{1}{2}(10 + 1) < 16$ в ЦП из Красноармейского р-на; $\frac{1}{2}(9 + 5) < 20$ в ЦП из Хвалынского района; $\frac{1}{2}(10 + 6) < 15$ в ЦП из Татищевского р-на. Степень депрессивности является средней: в ЦП Красноармейского р-на $J_D=0.34$, в ЦП Хвалынского р-на -0.35 , в ЦП Татищевского р-на -0.53 .

По результатам ординации исследованных ЦП по морфологическим параметрам методом главных компонент (рис. 5) выявлены две главные компоненты в матрице данных, которые объясняют 42.17 % и 32.97 % соответственно (рис. 6).

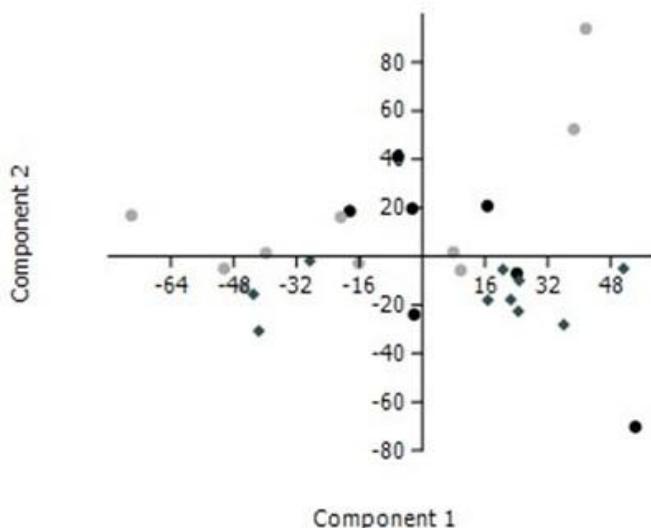


Рис. 5. Результаты ординации средних значений морфологических признаков методом главных координат:

● – ЦП из Красноармейского, ◆ – ЦП из Хвалынского, ● – ЦП из Татищевского районов Саратовской области

ПОПУЛЯЦИОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ *DELPHINIUM PUBIFLORUM*

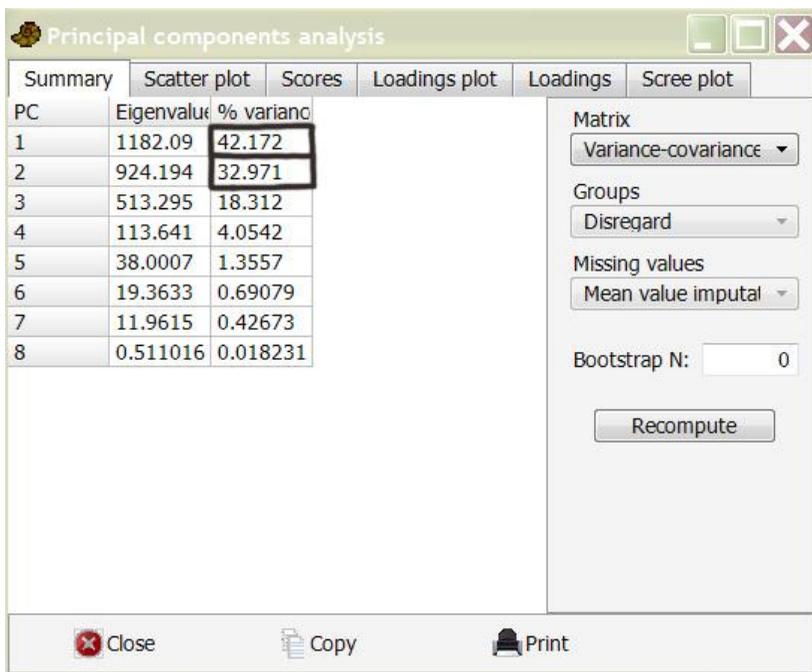


Рис. 6. Нагрузка на компоненты (*Component 1*, *Component 2*) в матрице данных факторного анализа

Наибольшие значения факторной нагрузки по первой главной компоненте имеют высота растения и длина генеративного побега (рис. 7), по второй компоненте – диаметр куста (рис. 8). Таким образом, обе компоненты отражают изменения размеров куста: первая компонента высоту куста, а вторая – его диаметр. Некоторые растения из ЦП Татищевского р-на оказались выше и шире других, тогда как большинство особей из ЦП Хвалынского р-на были достаточно высокими, но узкими. ЦП из Красноармейского р-на заняла промежуточное между ними положение.

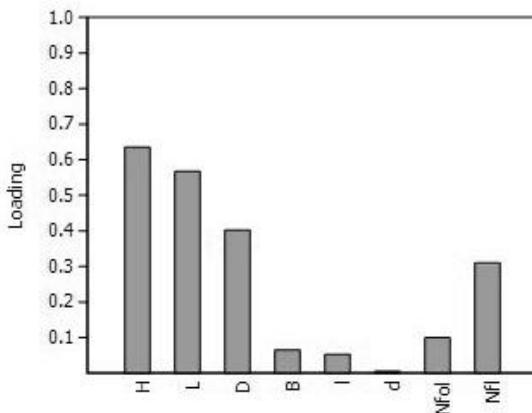


Рис. 7. Распределение факторной нагрузки по первой главной компоненте (*Component 1*): *H* – высота куста, *L* – длина генеративного побега, *D* – диаметр куста, *B* – число побегов в кусте, *l* – длина междоузлия, *d* – диаметр стебля в середине междоузлия, *N_{fol}* – число листьев на побеге, *N_{fl}* – число цветков на побеге

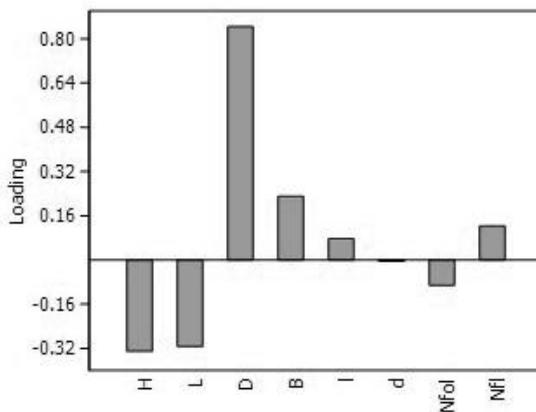


Рис. 8. Распределение факторной нагрузки по второй главной компоненте (*Component 2*). Обозначения см. на рис. 7.

ПОПУЛЯЦИОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ *DELPHINIUM PUBIFLORUM*

Об изменчивости различных признаков растений *D. pubiflorum* в изученных ценопопуляциях можно судить по данным рис. 9.

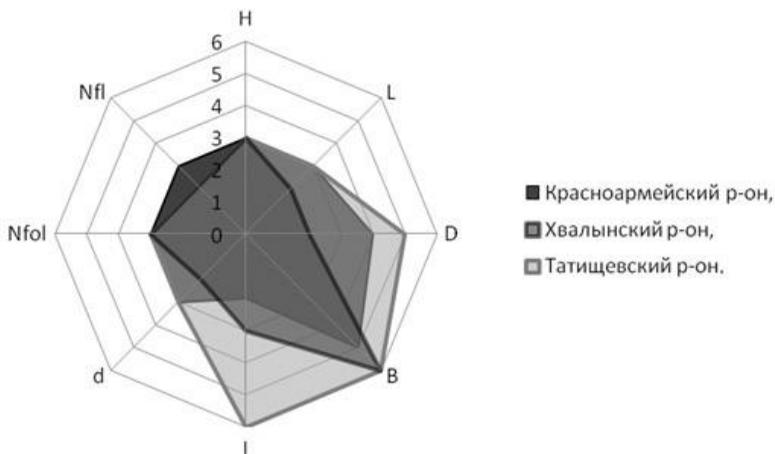


Рис. 9. Изменчивость признаков *Delphinium pubiflorum*:

H – высота растения, *D* – диаметр куста, *B* – количество генеративных побегов, *I* – длина междоузлия, *d* – диаметр стебля в середине междоузлия, *N_{fol}* – количество листьев на генеративном побеге, *N_{fl}* – количество цветков на растении. Цифрами обозначены коэффициенты вариации: 1 – очень низкий, 2 – низкий, 3 – средний, 4 – повышенный, 5 – высокий, 6 – очень высокий.

Условные обозначения см. на рис. 7

Из рисунка видно, что коэффициент вариации сильно отличается у разных признаков. В ЦП из Красноармейского р-на низким уровнем изменчивости характеризовалась длина междоузлия, повышенным и высоким – диаметр куста и количество генеративных побегов, средним – остальные признаки. В ЦП из Хвалынского р-на низким уровнем изменчивости характеризовались диаметр куста и диаметр стебля в середине междоузлия, длина генеративного побега, количество цветков на растении, а очень высоким – количество генеративных побегов, прочие признаки имели средний уровень изменчивости. В ЦП из Татищевского р-на не оказалось параметров с низким или очень низким уровнем изменчивости. Такие признаки, как диаметр куста, количество генеративных побегов и длина междоузлия имели высокий и очень

высокий уровень, остальные признаки – средний уровень изменчивости.

Как отмечает Е. Л. Любарский (Злобин, 1989), коэффициент варьирования важнейших признаков растений обычно очень высок (от 40 до 100%).

В результате анализа общей и согласованной изменчивости признаков растений в изученных ЦП все морфологические признаки разделились на три класса (рис. 10).

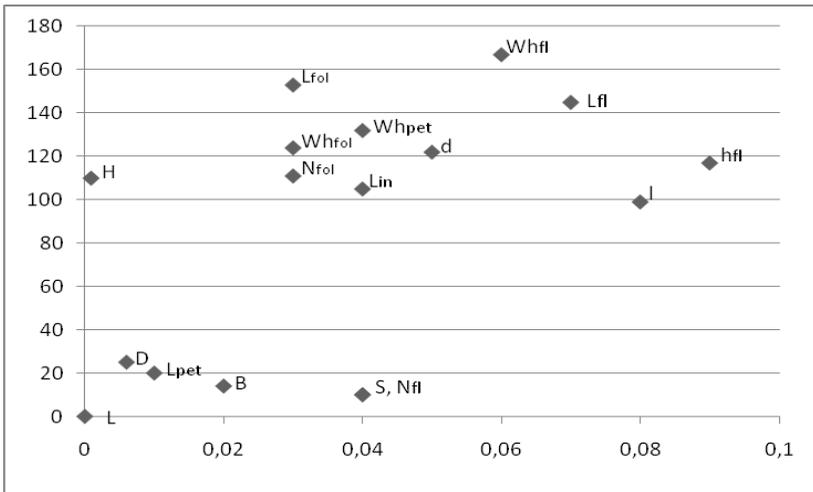


Рис. 10. Особенности общей согласованной изменчивости признаков *rium pubiflorum*. По оси ординат – коэффициент вариации (V , %) в баллах; по оси абсцисс – квадрат коэффициента корреляции r^2 , усредненный по отдельным признакам (R^2ch): H – высота растения, L – длина генеративного побега, D – диаметр куста, B – число генеративных побегов, l – длина междуузлия, d – диаметр стебля в середине междуузлия, N_{fol} – число листьев на генеративном побеге, N_{fl} – число цветков на побеге, L_{fol} – длина листа, Wh_{fol} – ширина листа, S – толщина листа, L_{fl} – длина цветка, h_{fl} – высота цветка, Wh_{fl} – ширина цветка, L_{pet} – длина чашелистика, Wh_{pet} – ширина чашелистика, L_{in} – длина шпорца

К эколого-биологическим системным индикаторам, т.е. признакам, отражающим согласованную изменчивость особей в неоднород-

ПОПУЛЯЦИОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ *DELPHINIUM PUBIFLORUM*

ной среде, можно отнести ширину цветка, длину цветка, высоту цветка, длину междоузлия. К биологическим индикаторам, изменения которых отражают общее состояние системы, не отнесено ни одного параметра. К генотипическим индикаторам отнесены ширина куста, длина чашелистика, длина побега, количество генеративных побегов, толщина листовой пластинки, количество цветков на генеративном побеге. К экологическим индикаторам отнесены высота растения, количество листьев на генеративном побеге, длина и ширина листа, диаметр стебля в середине междоузлия, ширина чашелистика, длина шпорца.

Заключение

Изученные ценопопуляции *D. pubiflorum* произрастают в довольно богатых во флористическом отношении травянисто-кустарниковых сообществах, значительно различающихся по видовому составу. Увлажнение в ЦП из Красноармейского и Хвалынского р-нов соответствует лугово-степному, умеренно-переменному, в ЦП из Татищевского р-на – сухо-луговому, умеренно-переменному. Почвы под сообществами чернозёмовидные или чернозёмные на карбонатной основе, богатые и довольно богатые.

По соотношению размера популяционного поля и численности особей состояние всех трёх популяций вида однозначно плохое. Наиболее плотно растения произрастают в ЦП из Хвалынского р-на: большинство – на расстоянии 60 – 70 см. В ЦП из Татищевского р-на – на расстоянии 80 – 90 см, в ЦП из Красноармейского района на расстоянии 140 – 150 см.

В онтогенетическом отношении ЦП из Красноармейского и Хвалынского р-нов являются левосторонними с пиком на молодых генеративных особях. ЦП из Татищевского р-на является неполночленной, близкой к централизованной с пиком на молодых генеративных особях.

В год исследования ЦП характеризовались низким индексом возобновления, а в ЦП из Татищевского р-на он вообще был равен 0. Однако превалирование в них особей молодого генеративного состояния указывает на то, что все три ЦП способны к самовозобновлению.

По критерию « $\Delta-\omega$ » ЦП из Хвалынского и Красноармейского районов являются зреющими, а ЦП из Татищевского р-на – переходной между зреющей и зрелой.

Во всех трёх исследованных популяциях *D. pubiflorum* преобладают растения низшего класса виталитета, несколько меньший процент занимают особи высшего класса виталитета, наименее представлены особи со средним классом виталитета. Все три изученные ЦП являются депрессивными со средней степенью депрессивности.

Все ЦП вида на территории региона нуждаются в принятии срочных мер по их сохранению и восстановлению численности.

По результатам факторного анализа, наибольшую факторную нагрузку по первой главной координате имеют высота растения и длина генеративного побега, по второй координате – диаметр куста. В ЦП из Татищевского р-на некоторые растения оказались выше и шире других, тогда как большинство особей из Хвалынского р-на были достаточно высокими, но узкими. ЦП из Красноармейского р-на заняла промежуточное между ними положение.

К эколого-биологическим системным индикаторам, т.е. признакам, отражающим согласованную изменчивость особей в неоднородной среде, отнесены следующие: ширина, длина и высота цветка; длина междоузлия. К биологическим индикаторам, изменения которых отражают общее состояние системы, не отнесено ни одного параметра. К генотипическим индикаторам отнесены ширина куста, длина чашелистика, длина побега, количество генеративных побегов, толщина листовой пластинки, количество цветков на генеративном побеге, а к экологическим – высота растения, количество листьев на генеративном побеге, длина и ширина листа, диаметр стебля в середине междоузлия, ширина чашелистика, длина шпорца.

Список литературы

- Воронов А. Г.* Геоботаника: учеб. пособие для ун-тов и пед. ин-тов. Изд. 2-е, испр. и доп. М.: Высш. школа, 1973. 384 с.
- Гланц С.* Медико-биологическая статистика. М.: Практика, 1999. 459 с.
- Горин В., Болдырев В.* Расширение шкал Раменского. Дополнение шкал данными по экологии видов флоры Саратовской области. Saarbrücken, Deutschland: LAPLAMBERT Academic Publishing, 2013. 62 с.
- Еленевский А. Г., Буланый Ю. И., Радыгина В. И.* Конспект флоры Саратовской области. Саратов: Издательский центр «Наука», 2008. 232 с.
- Заугольнова Л. Б.* Типы возрастных спектров нормальных ценопопуляций растений // Ценопопуляции растений. М.: Наука, 1976. С. 81 – 91.
- Злобин Ю. А.* Принципы и методы изучения ценоотических популяций растений. Казань: изд-во Казанского ун-та, 1989. 146 с.

ПОПУЛЯЦИОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ *DELPHINIUM PUBIFLORUM*

Злобин Ю. А., Скляр В. Г., Клименко А. А. Популяции редких видов растений: теоретические основы и методика изучения. Сумы: Университетская книга, 2013. 439 с.

Ишбирдин А. Р., Ишмуратова М. М. Адаптивный морфогенез и экологические стратегии выживания травянистых растений // Методы популяционной биологии: Материалы докладов VII Всероссийского популяционного семинара (часть 2). Сыктывкар, 2004. С. 113 – 120.

Кияк В. Г. Малі популяції рослині проблемі і перспективи досліджень // Ботаніка та мікологія: проблеми і перспективи на 2011-2020 рр. Київ, 2011. С. 18 – 20.

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

Маевский П. Ф. Флора средней полосы европейской части России. 11-е изд. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. 635 с.

Мамаев С. А., Чуйко Н. М. Индивидуальная изменчивость признаков листьев у дикорастущих видов костяники // Индивидуальная эколого-географическая изменчивость растений. Свердловск: УрНЦ АН СССР, 1975. С. 114 – 118.

Озёрская Е. С. Изменчивость морфологических признаков в популяциях двух видов семейства кувшинковых на Среднем Урале // Исследование форм внутривидовой изменчивости растений. Свердловск: УрНЦ АН СССР, 1981. С. 110 – 116.

Остапко В. М. Эйдологические, популяционные и ценологические основы фитосозологии на юго-востоке Украины. Донецк: Лебедь, 2005. 408 с.

Раменский Л. Г., Цаценкин И. А., Чижиков О. Н., Антипин Н. А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М.: Сельхозгиз, 1956. 472 с.

Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. Минск: Высш. школа, 1973. 320 с.

Ростова Н. С. Корреляции: структура и изменчивость. СПб.: Изд-во СПб. ун-та, 2002. 308 с.

Уранов А. А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биол. науки. 1975. № 2. С. 7 – 34.

Харитонов А. Н., Березуцкий М. А. О находке Дельфиниума пушистоцветкового (*Delphinium pubiflorum* (DC.) Turcz. ex Nuth) на территории Саратовской области // Принципы и способы сохранения биоразнообразия: материалы III Всеросс. науч. конф. Йошкар-Ола; Пушино: Изд-во Мар. гос. ун-та, 2008. С. 216 – 217.

ИНТРОДУКЦИЯ РАСТЕНИЙ

УДК 581.543.6:581.48:631.531.1 (031)

ОСОБЕННОСТИ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН БУКВИЦЫ ЛЕКАРСТВЕННОЙ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Ю. А. Демочко, И. В. Шилова, Е. В. Иванова, О. В. Костецкий

*Саратовский национальный исследовательский государственный
университет им. Н. Г. Чернышевского
Россия, 410012, Саратов, Академика Навашина, 1
E-mail: flora.unc@yandex.ru*

Поступила в редакцию 10.01.2017 г.

Особенности прорастания семян буквицы лекарственной в лабораторных условиях. – Демочко Ю. А., Шилова И. В., Иванова Е. В., Костецкий О. В. – Приводятся результаты лабораторных исследований всхожести семян *Betonica officinalis* (L.) Kuntze. Семена собирались в 1994 – 2011 годы с коллекционных растений, интродуцированных в Ботаническом саду Саратовского государственного университета. Контрольную партию семян прорастивали при комнатной температуре (22 – 25°C) на свету. Было применено несколько вариантов предпосевной обработки семян: стратификация (при + 5° С в течение двух-трёх месяцев), скарификация (путём перетирания семян с крупным речным песком), замачивание в воде (в течение суток), гормональная стимуляция (в 0.02 %-ном растворе ростового стимулятора ЭПИНа, в течение 6 ч), оксигенация (3 %-ным раствором H₂O₂, а также смесью 3 %-ного раствора H₂O₂ и 0,01 %-ного раствора K₂MnO₄, в течение 3 мин). Отмечена зависимость показателей всхожести от качества семян, связанного с условиями их созревания и продолжительностью хранения. В течение первых 0.5 – 1.5 лет хранения энергия прорастания и всхожесть достигали 36 и 38 %, соответственно, и в последующие годы снижались до 8 %. Установлено положительное влияние стратификации и обработки H₂O₂ на всхожесть семян. Стратификация семян, вызревших в благоприятные по погодным условиям годы, повышала энергию прорастания до 41 – 85 %, всхожесть – до 51 – 89 %. Обработка 3%-ным раствором H₂O₂ увеличивала всхожесть почти вдвое.

Ключевые слова: *Betonica officinalis* (L.) Kuntze, семенное размножение, всхожесть семян, энергия прорастания, стратификация, скарификация.

ОСОБЕННОСТИ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН БУКВИЦЫ

Features of germination of the seeds of *Betonica officinalis* (L.) Kuntze in the laboratory. – Democko J. A., Shilova I. V., Ivanova E. V., Kostetsky O. V. – Results of laboratory researches of viability of seeds of *Betonica officinalis* (L.) Kuntze are given. Seeds gathered in 1994 – 2011 from the collection plants introduced in the Botanical garden of the Saratov state university. The control batch of seeds was couched at the room temperature (22 – 25 °C) on light. Several options of preseeding processing of seeds have been applied: stratification (at +5 °C within two-three months), a skarifikation (by a mastication of seeds with coarse river sand), soaking in water (within a day), hormonal stimulation (in 0.02 % – number solution of growth stimulator "ЭПИН", during the 6th hour), oxygenation (3 % solution of peroxide of hydrogen, and also mix of 3 % solution of peroxide of hydrogen and 0.01 % solution of permanganate of potassium, within 3 min.). Dependence of indicators of viability on the quality of seeds connected with conditions of their maturing and lasting storages is noted. Within the first 0.5 – 1.5 years of storage energy of germination and viability reached 36 and 38 %, respectively, and in the next years decreased to 8 %. Positive influence of stratification and processing of peroxide of hydrogen on viability of seeds is established. Stratification of the seeds which have ripened in years, favorable on weather conditions, increased energy of germination to 41 – 85 %, viability – to 51 – 89 %. Processing by 3% solution of peroxide of hydrogen doubled viability almost.

Key words: *Betonica officinalis* (L.) Kuntze, seed germination, seed propagation, energy of germination, stratification, scarification.

DOI: 10.18500/1682-1637-2017-15-1-34-43

Буквица лекарственная (*Betonica officinalis* (L.) Kuntze.) – многолетнее травянистое растение семейства Губоцветные (Lamiaceae). Она является лекарственным, медоносным, кормовым, декоративным растением (Буйко, Фокина, 1991). Буквица служит ярким примером носителя таксономических признаков растений семейства Губоцветные и используется как хороший демонстрационный образец во время учебных практик.

Вегетативное размножение растению мало присуще, семена же буквицы прорастают очень медленно в комнатных условиях. Лабораторная всхожесть семян буквицы составляет примерно 38 %. Семена, хранившиеся после сбора в комнатных условиях, при весеннем посеве в открытый грунт вообще не всходят. Некоторое их количество прорастает, пролежав год в земле, то есть после холодной стратификации (Шилова, 2001). Зародыши семян находятся в состоянии глубокого физиологического покоя, обусловленного наличием в оболочке семени большого количества «блокаторов роста». В период зимовки из-за низких температур уровень содержания таковых уменьшается, одно-

временно увеличивается количество стимуляторов роста, таких как ауксины и гиббереллины. В результате часть семян прорастает в первый год после зимовки, остальные могут проклюнуться и через больший период времени, что объясняется неоднородностью семян (Методы..., 2007). Всхожесть можно увеличить путём удаления или повреждения твёрдой кожуры семян, промыванием водой, обработкой их гормонами роста (Николаева и др., 1985), насыщением кислородом – оксигенацией (Гладилина, Шилова, 2013).

Целью данной работы было определение основных параметров всхожести семян буквицы лекарственной при различных условиях проращивания.

Материалы и методы

В коллекцию лекарственных растений Ботанического сада СГУ живые растения буквицы лекарственной привезены из Базарно-Карабулакского района Саратовской области в апреле 1989 года. Материалом для исследования послужили зрелые семена буквицы лекарственной, собранные на протяжении 1994 – 2011 гг. с коллекционных растений.

Семена закладывались в чашки Петри по 50 шт. на влажный фильтр, в двух повторностях в соответствии с общепринятой методикой (Методы..., 2007). Их проращивали в контроле – при комнатной температуре (22 – 25°C) на свету – и в нескольких вариантах: стратификация, скарификация, замачивание, гормональная стимуляция, оксигенация.

В случае стратификации семена, заложенные в чашки Петри на влажный фильтр, выдерживались при +5° С в течение двух-трёх месяцев. Скарификация семян производилась путём перетирания семян с крупным речным песком. Замачивание семян в воде осуществлялось в течение суток. Замачивание в 0.02 %-ном растворе ростового стимулятора ЭПИНа продолжалось 6 ч. Оксигенацию осуществляли обработкой семян 3 %-ным раствором перекиси водорода (H₂O₂), а также смесью 3 %-ного раствора перекиси водорода и 0.01%-ного раствора перманганата калия (K₂MnO₄) в течение 3 мин. После стратификации; скарификации; замачивания в воде; обработки вышеперечисленными реагентами семена проращивались при комнатной температуре со-

ОСОБЕННОСТИ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН БУКВИЦЫ

гласно общепринятой методике. Определены всхожесть семян, энергия и продолжительность прорастания.

Погодные условия в годы сбора семян представлены в табл. 1.

Таблица 1

Погодные условия вегетационных сезонов в годы сбора урожая семян

Год	Температура воздуха, °С		Количество осадков, мм		Относительная влажность воздуха, %	
	средняя температура за апрель-август	отклонение от среднего значения	сумма осадков за апрель-август	отклонение от среднего значения	среднесуточная влажность воздуха за апрель-август	отклонение от среднего значения
1994	15.4	- 2.2	266.5	+ 83.3	61.2	+ 4.3
1997	17.0	- 0.6	249.5	+ 66.3	60.6	+ 3.7
1999	17.6	0	113.9	- 69.3	56.2	- 0.7
2001	18.0	+ 0.7	201.1	+ 17.9	56.6	- 0.3
2002	16.8	- 0.8	137.2	- 46.0	51.6	- 5.3
2003	16.1	- 1.5	257.5	+ 74.3	63.2	+ 6.3
2004	16.6	-1.0	203.3	+ 20.1	58.5	+ 1.6
2005	17.6	0	184.5	+ 1.3	61.1	+ 4.2
2006	17.4	- 0.2	224.3	+ 41.1	60.5	+ 3.6
2007	18.7	+ 1.1	194.9	+ 11.7	53.5	- 3.4
2009	17.8	+ 0.2	162.0	- 10.8	52.6	- 4.3
2010	20.8	+ 3.2	84.3	- 98.9	45.8	- 11.1
2011	18.3	+ 0.7	117.0	- 66.2	54.2	- 2.7
Среднее	17.6		183.2		56.9	

Из рассматриваемых 13-ти сезонов наиболее близкими к норме погодные условия были лишь в 2005 г. В сезоны 1999, 2002 и 2009 гг. температура воздуха была близка к норме, но количество осадков и относительная влажность воздуха были ниже нормы. Прохладными и влажными были пять сезонов (1994, 1997, 2003, 2004, 2006 гг., из них 1994 – в наибольшей степени). Тёплыми (с небольшим превышением нормы), но недостаточно влажными (осадков выпало несколько выше нормы, но относительная влажность воздуха не достигала нормы) бы-

ли сезоны в 2001 и 2007 гг. Жаркими и сухими были два сезона – 2010 и 2011 гг., в особенности – 2010 г.

Результаты и их обсуждение

Как отмечается другими исследователями, на длительность прорастания семян и на их всхожесть при одинаковых условиях хранения влияют степень вызревания семян, условия года урожая, сроки хранения (Влияние..., 2013).

Результаты изучения особенностей прорастания семян буквицы лекарственной в зависимости от срока их хранения и погодных условий года сбора урожая приведены в табл. 2.

Таблица 2

Зависимость параметров всхожести семян *Betonica officinalis* от года сбора урожая и срока хранения

Срок хранения семян, годы	Год сбора урожая семян	Период до начала прорастания, дни	Период учёта энергии прорастания, дни	Продолжительность прорастания, дни	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
0.5	1994	7	2	22	36	38
	2005	5	1	30	10	33
	2006	7	2	8	23	25
	2011	4	–	11	–	36
В среднем		6	2	18	21	33
1.5	1997	4	–	30	–	33
	2000	4	–	31	–	30
	2001	4	–	39	–	21
	2004	5	–	13	–	13
	2005	7	1	37	11	19
	2010	5	1	12	13	36
В среднем		5	1	27	8	25
2.5	1999	11	–	24	–	12
4.5	2002	19	–	30	–	8

При проращивании семян буквицы в комнатных условиях выяснено, что при хранении от 0.5 до 1.5 лет семена начинали прорастать через 4 – 7 (в среднем – 5.5) дней. Более свежие (0.5 лет хранения) семена прорастали энергичнее – в течение 1 – 2 дней прорастало от 10 до

ОСОБЕННОСТИ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН БУКВИЦЫ

36 % (в среднем 21 %) семян, в то время как дольше хранившиеся семена утратили энергию прорастания. Продолжительность прорастания у более свежих семян колебалась от 8 до 30 дней, в среднем составив 18 дней, и была короче, чем у более длительно хранившихся семян. У последних этот период занимал от 13 до 39, в среднем – 27 дней. Всхожесть более свежих семян была несколько выше – от 25 до 38 % (в среднем – 33%). У семян со сроком хранения до 1.5 лет этот показатель колебался от 13 до 36 %, составив в среднем 25 %.

При увеличении срока хранения до 2.5 – 4.5 лет семенам требовалось более длительное время для начала прорастания (по-видимому, подсохшим семенам нужно было набухнуть), при этом за 24 – 30 дней прорастало всего 8 – 12 % семян.

Какого-либо влияния погодных условий сезона, в который созревали семена, на всхожесть при комнатных условиях нами не отмечено (табл. 1 и 2). Так, самая высокая всхожесть у семян со сроком хранения 0.5 и 1.5 лет отмечена как у образцов, собранных в наиболее прохладные и влажные сезоны 1994 и 1997 гг. (38 и 33 % соответственно), так и у образцов, собранных в наиболее жаркие и сухие сезоны 2011 и 2010 гг. (36 %).

Возможно, неблагоприятные погодные условия, к которым для мезофитного растения буквицы лекарственной в первую очередь могут быть отнесены повышенная температура воздуха и малое количество осадков, нивелировались регулярными поливами коллекционного участка. Но это не объясняет причины низкой всхожести семян, собранных в прохладный и влажный сезон 2004 г., так же как и в сезоны, близкие к норме по погодным условиям – 2005 и 2001 гг.

Нами изучено влияние стратификации на прорастание семян буквицы (табл. 3). Воздействие стратификации на семена буквицы было неоднозначным. У семян, собранных в благоприятные по погодным условиям сезоны – 1997, 2002, 2005, 2006 гг., после стратификации период до прорастания не менялся или сокращался, укорачивалась продолжительность прорастания, а энергия прорастания и всхожесть возрастали (у семян сроком хранения 0.5–1.5 лет до 41–85 и 51–89 %, соответственно) (табл. 1 и 3). У семян, собиравшихся в жаркие и засушливые сезоны 2010 и 2011 гг., стратификация удлиняла период до прорастания и продолжительность прорастания, снижая энергию и всхожесть (до 15 – 19 %).

Таблица 3

Влияние стратификации на всхожесть семян *Betonica officinalis*

Срок хранения семян, годы	Год сбора урожая семян	Продолжительность стратификации, дни	Период до начала прорастания, дни	Период учёта энергии прорастания, дни	Продолжительность прорастания, дни	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
0.5	2005	0	5	1	30	10	33
		48	0	1	8	85	89
	2006	0	7	2	8	23	25
		90	5	1	5	41	51
	2009	0	6	2	18	21	33
		60	15	1	11	77	80
	2011	0	4	–	11	–	36
		60	36	–	31	–	15
В среднем	Контроль	0	6	2	17	18	32
	Опыт	64	14	1	14	68	59 за 2005–2011 (73 за 2005–2009)
1.5	1997	0	4	–	30	–	33
		90	4	–	11	–	21
	2005	0	7	1	37	11	19
		90	4	1	5	42	87
	2010	0	5	1	12	13	36
		30	37	–	18	–	19
В среднем	Контроль	0	5	1	26	12	29
	Опыт	70	15	–	11	–	42
2.5	2004	90	8	1	37	29	36
4.5	2002	0	19	–	30	–	8
		90	7	–	71	–	15
7.5	1999	90	8	1	1	43	43

Интересно отметить, что нестратифицированные семена, собранные в благоприятный по погодным условиям сезон 2004 г., после хранения в течение 1.5 лет всходили неэнергично, и их всхожесть составила лишь 13 % (табл. 2). У тех же семян через 2.5 года хранения, но подвергнутых стратификации, энергия прорастания достигла 29 %, а всхожесть возросла до 36 % (табл. 3).

ОСОБЕННОСТИ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН БУКВИЦЫ

Аналогично, семена, собранные в близком к норме по погодным условиям сезоне 1999 г., через 2.5 года хранения в комнатных условиях без воздействия стратификации начали прорастать через 11 дней, прорастали неэнергично в течение 24 дней и показали в конечном итоге всхожесть лишь 12 % (табл. 2). Через 7.5 лет хранения подвергнутые стратификации семена начали прорастать через 8 дней, и за один день проросло 43 % семян (см. табл. 3).

Как показал опыт, скарификация семян буквицы лекарственной путём перетирания с речным песком дала отрицательный результат: продолжительность прорастания увеличилась, а всхожесть снизилась, при этом почти все непроросшие семена загнили (табл. 4).

Таблица 4
Влияние скарификации на всхожесть семян *Betonica officinalis*

Срок хранения семян, годы	Год сбора урожая семян	Наличие скарификации	Период до начала прорастания, дни	Период учёта энергии прорастания, дни	Продолжительность прорастания, дни	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
1.5	2010	–	5	1	12	13	36
		+	5	–	21	–	20

После обработки гормональным стимулятором продолжительность прорастания семян сократилась, но всхожесть снизилась (табл. 5).

Таблица 5
Влияние гормонального стимулятора на всхожесть семян *Betonica officinalis*

Срок хранения семян, годы	Год сбора урожая семян	Стимулятор	Период до начала прорастания, дни	Период учёта энергии прорастания, дни	Продолжительность прорастания, дни	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
1.5	По усреднённым данным	нет	5	1	27	8	25
	2007	ЭПИН	5	–	15	–	19

Замачивание семян буквицы в воде сократило период прорастания, немного повысило энергию прорастания, но не всхожесть (табл. 6).

Таблица 6

Влияние замачивания в воде на всхожесть семян *Betonica officinalis*

Срок хранения семян, годы	Год сбора урожая семян	Продолжительность замачивания в воде, ч	Период до начала прорастания, дни	Период учёта энергии прорастания, дни	Продолжительность прорастания, дни	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
1.5	По усреднённым данным	0	5	1	27	8	25
	2007	24	5	1	18	11	20

Обработка семян окислителями несколько сократила продолжительность прорастания семян и увеличила их всхожесть. Особенно выраженным был эффект от воздействия перекиси водорода (H_2O_2) (табл. 7).

Таблица 7

Влияние оксигенации на всхожесть семян *Betonica officinalis*

Срок хранения семян, годы	Год сбора урожая семян	Действующие вещества	Период до начала прорастания, дни	Период учёта энергии прорастания, дни	Продолжительность прорастания, дни	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
1.5	1997	нет	4	—	30	—	33
		H_2O_2	4	—	21	—	59
		$H_2O_2+K MnO_4$	6	—	28	—	44

Заключение

Семена буквицы лекарственной в комнатных условиях прорастают не всегда энергично. Максимальное отмеченное значение энер-

ОСОБЕННОСТИ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН БУКВИЦЫ

гии прорастания достигало 36 %, а всхожести – 38 %. Такие показатели сохранялись в течение 0.5 – 1.5 лет хранения семян. Через 2.5 – 4.5 лет хранения всхожесть снизилась до 12 – 8 % соответственно. Определённого влияния погодных условий года сбора урожая на показатели всхожести при проращивании в комнатных условиях не отмечено.

Стратификация положительно влияла на энергию прорастания и всхожесть семян, вызревших в благоприятные по погодным условиям годы, заметно повышая эти показатели: энергию прорастания – до 41 – 85 %, всхожесть – до 51 – 89 %. Даже у семян со сроком хранения 7.5 лет после стратификации всхожесть в течение одних суток достигла 43 %. В то же время стратификация снижала показатели всхожести у семян, вызревших в неблагоприятные (жаркие и засушливые) годы.

Скарификация, замачивание в воде и гормональном стимуляторе не дали положительного эффекта, а несколько снизили показатели всхожести.

Оксигенация с помощью 3%-ного раствора H_2O_2 , а также смесью 3 %-ного раствора H_2O_2 и 0.01%-ного раствора K_2MnO_4 стимулировала прорастание семян буквицы, при этом более заметное положительное действие произвела обработка семян 3 %-ным раствором перекиси водорода, увеличив всхожесть почти вдвое.

Список литературы

Буйко Р. А., Фокина Г. А. Род *Betonica* – Буквица // Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейства Hippuridaceae – Lobeliaceae. СПб: Наука, 1991. С. 15 – 17.

Влияние условий уборки семян на сохранение их всхожести (часть 1) [Электронный ресурс]: Агропромышленный портал России; 19.11.2013. URL: <http://agro-portal24.ru/semenovedenie/4929-vliyanie-usloviy-uborki-semyan-na-sohranenie-ih-vshozhesti-chast-1.html> (дата обращения: 10.01.2017, 13.27).

Гладилина Т. Ю., Шилова И. В. Особенности прорастания семян *Salvia glutinosa* L. в лабораторных условиях // Вестн. Мордов. ун-та. Сер. Биологические науки, 2013. № 3 – 4. С. 13 – 16.

Методы интродукционного изучения лекарственных растений: учеб.-метод. пособие для студентов биол. фак. / сост. И. В. Шилова, А. В. Панин, А. С. Кашин, Н. В. Машурчак, А. В. Бердников, М. В. Соловьева. – Саратов: ИЦ «Наука», 2007. 45 с.

Николаева М. Г., Разумова М. В., Гладкова В. Н. Справочник по проращиванию покоящихся семян. Л.: Наука. Ленингр. отд., 1985. 348 с.

Шилова И. В. О способности губоцветных (*Lamiaceae* Lindl.) к возобновлению в условиях Саратова // Экол. вестн. Чувашской Республики. 2001. Вып. 23. С. 87 – 89.

БОТАНИЧЕСКОЕ РЕСУРСОВЕДЕНИЕ

УДК 615.322

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЕКАРСТВЕННОГО СЫРЬЯ СОЛОДКИ (*GLYCYRRHIZA L.*, FABACEAE) В ТИБЕТСКОЙ ТРАДИЦИОННОЙ МЕДИЦИНЕ (обзор)

Н. А. Дурнова, М. А. Березуцкий, А. А. Оглезнева, Л. Е. Сигарёва

*Саратовский государственный медицинский университет
им. В. И. Разумовского
Россия, 410012, Саратов, Б. Казачья, 112
E-mail: berezutsky61@mail.ru*

Поступила в редакцию 26.12.2016 г.

Использование лекарственного сырья солодки (*Glycyrrhiza L.*, Fabaceae) в тибетской традиционной медицине (обзор). – Дурнова Н. А., Березуцкий М. А., Оглезнева А. А., Сигарёва Л. Е. – Анализируется использование лекарственного сырья солодки (*Glycyrrhiza L.*, Fabaceae, Magnoliophyta) в тибетской традиционной медицине. Приводятся данные об использовании солодки, изложенные в классических трудах по тибетской медицине – «Чжуд-ши», «Вайдурья-онбо», «Дзэйцхар мигчжан», «Большой Агинский жор», «Онцар гадон дэр дзод». Констатируется, что корневища и корни солодки применяются для лечения болезней легких и сосудов, интоксикации, осложненных заболеваниях органов системы пищеварения и др.; являются полезными в детском и старческом возрасте. Приводится состав некоторых тибетских травяных сборов, в которые входит солодка. Отмечается, что сборы с солодкой применяются для лечения широкого спектра заболеваний – при коликах, головной боли, отеках, сердечной и легочной недостаточности, параличе, сифилисе, импотенции и др. Состав некоторых сборов с использованием солодки не расшифрован.

Ключевые слова: солодка, *Glycyrrhiza L.*, тибетская медицина, использование.

Licorice (*Glycyrrhiza L.*, Fabaceae) medicinal raw material usage in Tibetan conventional medicine (common reference) – Durnova N. A.,

СОЛОДКА В ТИБЕТСКОЙ ТРАДИЦИОННОЙ МЕДИЦИНЕ

Berezutsky M. A., Oglezneva A. A., Sygareva L. E. – The use of Licorice (*Glycyrrhiza* L., Fabaceae, Magnoliophyta) medicinal raw materials in Tibetan conventional medicine has been analyzed. The data on licorice usage expounded in classic papers on Tibetan medicine such as: “Chzhud-shek/shi”, “Vaidurya-onbo”, “Dzeytshar-Migchzhan”, “Big Agin Jordania”, “Ontsar-Gadon-Der-Dzod” has been provided. It is stated that licorice roots and rootstocks are used to treat lungs and blood vessels diseases, toxicosis, complicated diseases of digestive organs, etc.; they are useful at an early and old age. Formulas/receipts of some Tibetan herbal teas which include licorice are provided. It has been noted that receipts with licorice are suitable for wide range of diseases treatment: for colic pain, headache, swellings, cardiac and respiratory failure, paralysis, syphilis, impotency, etc. The composition of some receipts with licorice is not transcribed.

Key words: Licorice, *Glycyrrhiza* L., tibetan medicine, using.

DOI: 10.18500/1682-1637-2017-15-1-44-49

Род солодка (*Glycyrrhiza* L., Fabaceae, Magnoliophyta) насчитывает около 20 видов многолетних травянистых растений с толстыми корневищами (Васильева, 1987). Многие виды солодок являются ценными лекарственными растениями (Чжунцзин, 1991; Кароматов, 2013) и охраняются в тех регионах, где они произрастают. Например, в Саратовской области охране подлежат с. голая (*G. glabra* L.) и с. Коржинского (*G. korshinskiyi* Grig.) (Архипова и др., 2006); с. уральская (*G. uralensis* Fisch.) внесена в «Красную книгу Республики Бурятия» (2013) и др. В тибетской традиционной медицине преимущественно используется сырье (корневища и корни) с. уральской (*G. uralensis* Fisch.) (Асеева и др., 1989; Убашеев и др., 1990 и др.); реже указывается лишь род без видового названия (*Glycyrrhiza* sp.) (Базарон, Асеева, 1984). Тибетское название солодки – шинг-мнгар (*shing-mngar*) (Баторова и др., 1989).

По классификации, принятой в тибетской медицине, солодка не относится ни к растениям, используемым для лечения «холодных» болезней, ни к растениям, используемым для лечения «горячих» болезней, и занимает в этом плане нейтральное положение (Хунданов и др., 1993). Из шести вкусов, на которые распределяются лекарственные вещества, употребляемые в малых дозах, солодка относится к приятному вкусу. Вещества этого вкуса особенно полезны старикам и детям. Они укрепляют ткани, заживляют раны, упитывают и придают цветущий вид, способствуют лучшему отпавлению чувств и долголетию, служат противоядием и излечивают сложные расстройства жизненных процессов (Бадмаев, 1903). Применение солодки предпочти-

тельно при избытке телесной энергии «Lung» (ветер) (Дюнкенбергер, 2005). Солодка относится в тибетской медицине к пищевым растениям (Асеева, Найдакова, 1991). Сырье солодки в традиционной тибетской медицине входит в состав многих сборов, используемых при лечении различных заболеваний.

В средневековом (VIII – IX вв.) трактате тибетской медицины «Чжуд-ши» (1989), который основан на переработках древнейшей индийской медицинской книги «Яджур-веда» (Асеева и др., 1985), приводятся данные о том, что корневища солодки используются для лечения болезней легких и сосудов. Указывается также, что сырье входит в состав ряда сборов: для лечения хрипоты, жара и сухости в горле (вместе с *Aconitum heterophyllum* Wall., *Gentiana algida* Pall., *Bambusa arundinacea* (Retz.) Willd.), болезней желудка и печени (вместе с *Althaea officinalis* L., *Piper longum* L. и каменной солью), болей в ушах, глазах, челюстях и голове (вместе с *Embllica officinalis* Gaertn., сахаром и топленым маслом), заболеваний легких (вместе с *Cheilocostus* (*Costus*) *speciosus* (J.König) C.Specht, *Vitis vinifera* L. и *Eremogone* (*Arenaria*) *capillaris* (Poir.) Fenzl), колик (вместе с *Thermopsis alpina* (Pall.) Ledeb., шеллаком и *Coleus amboinicus* Lour.), болезней сосудов (вместе с *Santalum album* L., мускусом и *Coleus amboinicus* Lour.) и др.

В более позднем (XVII в.) комментарии к «Чжуд-ши» – трактате «Вайдурья-онбо» и своде иллюстраций к нему – «Атласе Тибетской медицины» (1994), по которым учились многие поколения тибетских медиков, указывается, что сырье солодки обладает отхаркивающим действием, снижает интоксикацию, излечивает болезни легких и сосудов, утоляет жажду, а также применяется при осложненных заболеваниях органов системы пищеварения (Базарон, Асеева, 1984; Чжамцо, 1999). В одном из самых популярных произведений тибетской медицины – трактате «Дзэйцхар мигчжан» (1985), написанном в конце XVIII–начале XIX века монгольским медиком Жамбалдоржи приводится детальное изображение солодки с прорисовкой зигоморфных цветков и серповидных плодов. В рецептурном справочнике «Большой Агинский жор», изданном в XIX в., отмечается, что солодку следует применять как отхаркивающее средство, снимающее действие ядов, а также при болезнях легких, сосудов и для прекращения жажды (Асеева и др., 1989).

СОЛОДКА В ТИБЕТСКОЙ ТРАДИЦИОННОЙ МЕДИЦИНЕ

В тибетоязычном медицинском трактате «Онцар гадон дэр дзод» (1989), написанном в 1921 – 1922 гг. известным монгольским врачом Чойжамцом (Базарон, Баторова, 2002), солодка указывается как компонент сборов, используемых для лечения различных заболеваний, включая некоторые инфекционные. Например, она входит в сборы: дпа-бо-дгу-па (вместе с измельченными желчными камнями, *Crocus sativus* L., *Scutellaria baicalensis* Georgi, *Scabiosa* sp., *Rubia cordifolia* L., шеллаком, *Aconitum* sp.) – в виде порошка для лечения опоясывающего лишая; да-ли-бчу-друг (вместе с *Punica granatum* L., *Cinnamomum cassia* Blume, *Piper longum* L., *Elettaria cardamomum* (L.) Maton., *Crocus sativus* L., *Saussurea costus* (Falc.) Lipsch., *Syzygium aromaticum* (L.) Merr., *Gmelina arborea* Roxb., *Myristica fragrans* Houtt., *Prunus* sp., *Vitis vinifera* L., чу-ганг – особый род извести, *Rhododendron adamsii* Rehd., частями рака и медом) – в виде порошка при несварении, коликах, вздутии желудка, головокружениях, отеках, интоксикации. Кроме того, она является компонентом прописей спос-дкар-бжи-тханг (при параличе), кха-са-па-ни-лнга-тханг (при оспе), су-кха-ца-кран-сбйор (при водянке), гло-сман-ргйал-по-сбйор-ба (при гнойных процессах в легких и бронхитах), ргэн-брэл-бчу-гчиг (при одышке), лха-йи-бдэбйад (при затрудненном мочеиспускании), хос-ринг-бдун-тханг (при сифилисе), рца-ба-йа-друг-тханг (при отравлениях), ргйа-спос-друг-па (при укусах ядовитых членистоногих и змей). Некоторые компоненты сборов не расшифрованы.

Солодка входит в тибетской медицине также в состав прописей abhi drug-thang (вместе с *Coriandrum sativum* L., *Malva* sp., *Oxitropis* sp., *Embllica officinalis* Gaertn., *Pedicularis* sp.) – при увеличении простаты; thang-chen bcu-dgu (*Inula racemosa* Hook., *Terminalia hebula* Retz., *Amomum subulatum* Roxb., *Zingiber officinalis* Rosc., *Elettaria cardamomum* (L.) Maton., *Areca catechu* L., *Caragana arborescens* Lam., *Scutellaria baicalensis* Georgi, *Shorea robusta* Roth, *Rheum officinale* Baill., *Achyranthes bidentata* Blume, *Smilax china* L., *Orchis* sp., *Ephedra sinica* Staph.) – при опущении почек и болях в пояснице; grang-thang dgu-pa (*Punica granatum* L., *Cinnamomum verum* J. Presl, *Elettaria cardamomum* (L.) Maton., *Piper longum* L., *Zingiber officinalis* Rosc., *Terminalia hebula* Retz., *Inula racemosa* Hook., *Coriandrum sativum* L.) – при диспепсии и несварении, неотхождении газов; ma-nu bzhi-thang (*Inula racemosa* Hook., *Stellaria dichotoma* L., *Bambusa textilis* McClure) – при воспале-

нии легких; ser-po dun-sbyor (*Curcuma longa* L., *Piper nigrum* L., *Piper longum* L., *Shorea robusta* Roth, *Embllica officinalis* Gaertn., *Elettaria cardamomum* (L.) Maton.) – при болезнях мужских половых органов и импотенции; glo-sman brgyad-pa (*Punica granatum* L., *Rhododendron adamsii* Rehd., *Acorus calamus* L., *Curcuma longa* L., *Piper nigrum* L., *Piper longum* L., *Myristica fragrans* Houtt.) – при сердечной и легочной недостаточности; ag-lig bzhi-thang (*Smilax china* L., *Rhododendron adamsii* Rehd., *Rheum officinale* Baill.) – при ухудшении памяти, затруднении речи, слабости; chu-ser gyong-rlon bco-brgyad (*Terminalia hebula* Retz., *Terminalia bellerica* Roxb., *Embllica officinalis* Gaertn., *Inula racemosa* Hook., *Swertia chirayita* (Roxb. ex Fleming) H. Karst., *Sophora flavescens* Soland., *Areca catechu* L., *Berberis sibirica* Pall., *Lithospermum erythrorhizon* Siebold & Zucc., *Shorea robusta* Roth, *Cassia tora* L., *Cannabis sativum* L., *Caragana arborescens* Lam., *Aconitum spicatum* Stapf, *Carthamus tinctorius* L., *Pterocarpus santalinus* L., *Salvia officinalis* L.) – при язвах, опухолях, отравлениях, заболеваниях крови и сосудов (Сидоров, 2008).

Сырье солодки применяется также в тибетской медицине при лечении ран (Убашеев и др., 1990). В частности, она входит в состав рецептов для остановки кровотечения, подсушивания мокнущих ран и рассасывания инфильтрата. Имеются сведения, что солодка входит в состав сборов, используемых для лечения паразитарных заболеваний, в частности, при поражении печени эхинококком (Кароматов, 2013).

Список литературы

Архипова Е. А., Березуцкий М. А., Болдырев В. А., Буланая М. В., Буланый Ю. И., Костецкий О. В., Маевский В. В., Панин А. В., Протоклитова Т. Б., Решетникова Т. Б., Серова Л. А., Степанов М. В., Стуков В. И., Худякова Л. П., Черепанова Л. А., Шилова И. В. Виды грибов, лишайников и растений, рекомендуемые для внесения во второе издание Красной книги Саратовской области // Поволж. экол. журн. 2006. № 5. С. 18 – 28.

Асеева Т. А., Блинова К. Ф., Яковлев Г. П. Лекарственные растения тибетской медицины. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1985. 160 с.

Асеева Т. А., Дашиев Д. Б., Кудрин А. Н., Толмачева Е. Л., Федотовских Н. Н., Ханкин И. С. Лекарствоведение в тибетской медицине. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1989. 192 с.

Асеева Т. А., Найдакова Ц. А. Пищевые растения в тибетской медицине. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. 128 с.

Атлас Тибетской медицины. СПб.: Галарт, 1994. 592 с.

СОЛОДКА В ТИБЕТСКОЙ ТРАДИЦИОННОЙ МЕДИЦИНЕ

Бадмаев П. А. Главное руководство по врачебной науке Тибета «Жуд-ши». СПб.: Издание редакции «Нового журнала иностранной литературы», 1903. 159 с.

Базарон Э. Г., Асеева Т. А. «Вайдурья-онбо» – трактат индо-тибетской медицины. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1984. 117 с.

Базарон Э. Г., Баторова С. М. Тибетская рецептура в традиционной монгольской медицине (по материалам трактата «Онцар гадон»). Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2002. 164 с.

Баторова С. М., Яковлев Г. П., Николаев С. М., Самбуева З. Г. Растения тибетской медицины: опыт фармакогностического исследования. Новосибирск: Наука, 1989. 159 с.

Васильева Л.И. Род Солодка – *Glycyrrhiza L.* // Флора европейской части СССР. Т. 6. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1987. С. 84 – 86.

«Дзэйцхар мигчжан» – памятник тибетской медицины / ред. Б. Б. Бадараев. Новосибирск: Наука, 1985. 88 с.

Дюнкенбергер Т. Справочник по тибетской медицине. Ростов н/Д: Феникс, 2005. 272 с.

Кароматов И. Д. Солодка, лакричник, лакрица – применение в медицине (обзор литературы) // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2013. № 11 – 2. С. 230 – 235.

Красная книга Республики Бурятия: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов. Изд. 3-е, перераб. и доп. / ред. Н. М. Пронин. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2013. 688 с.

«Онцар гадон дэр дзод» – тибетский медицинский трактат / ред. Р. Е. Пубаев, В. Э. Назаров-Рыгдылон. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1989. 161 с.

Сидоров С. Рассвет бесконечной жизни: учебник тибетской медицины. Пенза: Золотое сечение, 2008. 386 с.

Убашеев И. О., Назаров-Рыгдылон В. Э., Баторова С. М., Лоншакова К. С. Раны и их лечение в тибетской медицине. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1990. 192 с.

Хунданов Л. Л., Батомункуева Т. В., Хунданова Л. Л. Тибетская медицина. М.: Прометей, 1993. 288 с.

Чжамцо С. Тибетский медицинский трактат Лхан-тхабс. Разделы га, нга и ча. Гл. 15 – 47 / под. ред. С. М. Николаева. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 1999. 216 с.

«Чжуд-ши» – памятник средневековой тибетской культуры / ред. С. М. Николаев, Р. Е. Пубаев. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1989. 349 с.

Чжунцзин Ч. Трактат о лихорадочных заболеваниях, вызванных холодом. Харьков: Агентство «Харьков-Новости», 1991. 288 с.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ БИОЛОГИЯ

УДК 633.11:[581.823+581.824]+578.686

ВЛИЯНИЕ ЭТИОЛЯЦИИ НА СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТКАНЕЙ КОЛЕОПТИЛЯ И ЭПИКОТИЛЯ ПШЕНИЦЫ

М. Ю. Касаткин, С. А. Степанов, А. М. Страпко

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

Поступила в редакцию 30.01.2017 г.

Влияние этиоляции на спектральные характеристики тканей колеоптиля и эпикотила пшеницы. – Касаткин М. Ю., Степанов С. А., Страпко А. М. – Цитофотометрическим методом исследовались спектральные характеристики колеоптиля и эпикотила пшеницы. Рост колеоптиля прекращался с прорывом его первым листом на 9-е сутки с момента замачивания семян. Рост эпикотила начинался на 6-е сутки с момента начала опыта. В колеоптиле оценивалась оптическая плотность участка в 300 мкм его верхушки, паренхимы и проводящего пучка в средней и нижней частях. В эпикотиле исследовалась оптическая плотность паренхимы коры и центрального цилиндра в верхней части органа.

В колеоптиле и эпикотиле обнаружено присутствие нескольких различных пигментных систем, поглощающих в синей и красной частях видимого спектра и не перекрывающихся по своим спектральным характеристикам. Колеоптиль в условиях темноты имеет максимальное светопроведение. Установлена тканеспецифичность в распределении пигментных систем в указанных структурах.

На основании проведенных исследований выявлено, что этиолированные органы проростков пшеницы, эпикотиль и колеоптиль, различаются по спектральным характеристикам. В направлении продольной оси колеоптиля сверху вниз наблюдается изменение оптической плотности и спектральных характеристик данного органа. По мере роста органов отмечается изменение как спектральных характеристик, так и оптической плотности в целом по исследуемым тканям. Специфика роста колеоптиля, как структуры ограничен-

ВЛИЯНИЕ ЭТИОЛЯЦИИ НА СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

ного роста с максимально дифференцированной верхушечной частью, объясняет изменение пигментных систем в верхушке их перестройкой, тогда как в нижележащих областях, преимущественно изменением ростовой активности слагающих их тканей.

Оптические параметры тканей coleoptily и epicotily являются динамической саморазвивающейся системой как во временной, так и в пространственной системе координат проростка. Верхушка coleoptily обнаруживает периодические изменения оптической плотности во всех участках спектра в процессе прорастания, с максимумом поглощения в синей области спектра. Волнообразное изменение оптических характеристик в отсутствие ростовой активности в верхушке coleoptily может свидетельствовать о реализации алгоритма случайного поиска светового сигнала в условиях этиоляции.

Ключевые слова: рост, этиоляция, спектральные характеристики, пшеница.

Influence of etiolation on spectral properties of wheat coleoptil and epicotile tissues. – Kasatkin M. Y., Stepanov S. A., Strapko A. M. – Spectral characteristics of wheat coleoptile and epicotyl was investigated by cytophotometry. Coleoptile growth stopped with his breakthrough of first sheet on the 9th day after seeds soaking. Growth of epicotyl began on 6th day since the start of the experience. The coleoptile evaluated the optical density of the plot is 300 mm and its top parenchymal and vascular bundle in the middle and lower parts. The optical density of epicotyl was investigated in parenchyma of cortex and central cylinder by the top of the body.

The coleoptile and epicotyl revealed the presence of several different pigment systems that absorb in the blue and red parts of the visible spectrum and have a non-overlapping spectral characteristics. Coleoptile in dark conditions has a maximum lightpiping. Mounted in tissue-specific distribution of pigment in these systems structures.

On the basis of the research revealed that the bodies of etiolated wheat seedlings – epicotyl and coleoptile different spectral characteristics. In the direction of the longitudinal axis of the coleoptile downward observed change in absorbance and the spectral characteristics of the body. As the bodies of growth is observed as a change in the spectral characteristics and the optical density in the whole of the tissue. Specificity coleoptile growth as limited growth structure with a maximum differentiated apical part explains the changes in pigment systems at the top of their restructuring, while in the lower areas mainly changes in growth activity of their constituent tissues.

Optical parameters of coleoptile and epicotyl tissues are dynamic self-developing system in both the time and the spatial coordinate system of the seedling. The top of the coleoptile detects periodic change in the optical density in all parts of the spectrum in the process of germination, with an absorption maximum in the blue region of the spectrum. Undulating change in the optical characteristics in the absence of growth activity in coleoptile tip may indicate a realization of the random search algorithm of light signal in a etiolation.

Key words: growth, etiolation, spectral properties, wheat.

DOI: 10.18500/1682-1637-2017-15-1-50-59

Свет оказывает разностороннее влияние на растительный организм, на что обращалось внимание как в ранних работах, так и в последующих исследованиях (Дарвин, 1941; Медведев, 2012). Воздействие светового потока на растение в современном понимании оценивается с нескольких позиций: с одной стороны, свет является источником энергии, с другой – самым быстроменяющимся информативным фактором внешней среды (Dietz, 2015; Vignolini et al., 2013). Световое воздействие сильно зависит от оптических свойств растительных тканей, изменяющихся в процессе онтогенеза (Vogelmann, 1993). Кроме того, реагировать на световое воздействие могут лишь те структуры, которые обладают в данный момент чувствительностью к нему, что зависит от наличия рецепторов светового сигнала (пигментов хромофорных групп биологически активных молекул) и каскадных усилителей-преобразователей воспринимаемых сигналов в клетке (Касаткин и др., 2010). Последующая реализация светового воздействия проявляется в иерархически организованном во времени и пространстве каскаде ответных реакций растения на молекулярном, цитологическом и организменном уровнях (Dietz, 2015).

Особое внимание с этих позиций, по нашему мнению, следует уделить изучению процесса этиоляции. Этиолированный орган можно рассматривать как оптимальный когерентный приёмник в виде конкретной структурно-функциональной единицы, способной к реализации возможной программы развития базовых физиологических ответных реакций на внешнее воздействие, включая и световое излучение. Дифференцирующиеся в условиях отсутствия света клетки и ткани растения в этом плане являются минимизированной физиологической конструкцией для реализации определенной стратегии ответной реакции растения, на которой надстраиваются другие иерархически организованные процессы направленного, структурированного морфогенеза.

Целью настоящего исследования являлось определение спектральных характеристик этиолированных тканей колеоптиля и эпикотили путём решения следующих задач: 1) выявить динамику изменения оптических свойств тканей колеоптиля и эпикотили; 2) оценить

ВЛИЯНИЕ ЭТИОЛЯЦИИ НА СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

распределение пигментных систем по тканям указанных органов; 3) установить изменение спектральных характеристик тканей по продольной оси колеоптиля.

Материалы и методы

Исследования проводились на кафедре микробиологии и физиологии растений Саратовского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского. Объектом изучения являлись мягкая пшеница *T. aestivum*, жизненная форма яровая, сорт Саратовская 29. Семена проращивались в термостатируемых условиях в вермикулите при 18 °С с глубиной заделки семян 6 см в абсолютной темноте, которая достигалась их помещением в металлический цилиндр, накрытый сверху колпаком из плотной черной бумаги.

Исследование спектральных характеристик проводили согласно методики для цитофотометрических исследований (Агроскин и др., 1977). Источником света служила галогеновая лампа накаливания мощностью 75 Вт. Пучок света большой степени монохроматичности (± 2 нм) подавался на микроскоп МББ-1А. Для получения света с узкой длиной волны использовался монохроматор спектрофотометра SPEKOL 11. Системой диафрагм микроскопа и его конденсором пучок света, непосредственно освещающий препарат, центрировался относительно входного отверстия объектива. Визуальный контроль за перемещением препарата и регистрация прошедшего света осуществлялся с помощью бинокулярной насадки АУ-26 для микроскопа. Регистрация интенсивности света, прошедшего через препарат, достигалась при помощи специального переходника. Отсчёт интенсивности света проводился по величине фототока на микроамперметре М93. Для увеличения чувствительности метода и уменьшения ошибок эксперимента после нахождения и установки нужного участка препарата второй окуляр насадки закрывался светонепроницаемым колпачком.

Для более точной дифференциации оптических свойств различных тканей проростка нами было внесено усовершенствование в стандартную цитофотометрическую установку (Агроскин, 1977), в частности, между фоточувствительной поверхностью ФЭУ и выходным отверстием окуляра помещалась изменяемая ирисовая диафрагма. Видимая область на препарате, ограниченная отверстием диафрагмы, юстировалась и контролировалась во время эксперимента линейкой во вто-

ром окуляре насадки. Оптическая плотность всех тканей пересчитывалась на прохождение света через 1 мм ткани.

Оптические свойства тканей изучались у колеоптиля и эпикотилия. Рост колеоптиля прекращался с прорывом его первым листом на 9-е сутки с момента замачивания семян. Рост эпикотилия начинался на 6-е сутки с момента начала опыта. В колеоптиле оценивалась оптическая плотность участка в 300 мкм его верхушки, паренхимы и проводящего пучка в средней и нижней частях. В эпикотилие исследовалась оптическая плотность паренхимы коры и центрального цилиндра в верхней части органа.

Результаты и их обсуждение

Как показали проведенные исследования, оптические свойства тканей колеоптиля различаются уже в самом начале опыта. В верхушке колеоптиля (примерно 300 мкм) обнаруживаются сразу несколько пиков поглощения в синей области спектра (410, 430, 450 470 нм) с наиболее характерным из них в области 450 нм. В желто-зеленой области присутствуют максимумы поглощения, соответствующие 510 и 530 нм. В красной области наблюдалось наличие четко выраженной области поглощения в районе 660 нм (рис.1).

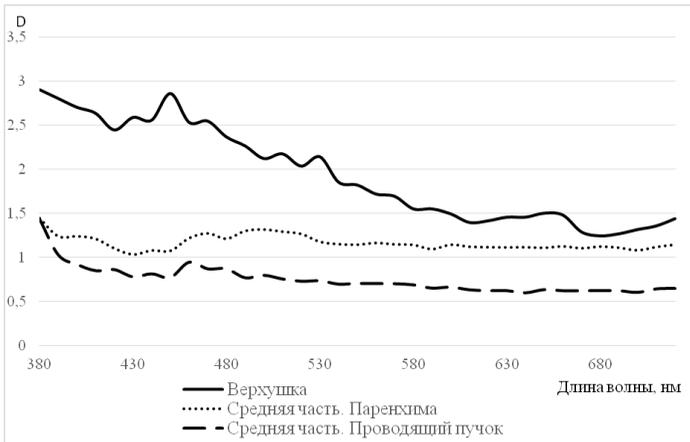


Рис. 1. Оптическая плотность тканей колеоптиля через двое суток с момента начала опыта

ВЛИЯНИЕ ЭТИОЛЯЦИИ НА СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Полученные данные хорошо согласуются с наблюдениями о стимулирующем влиянии света при его воздействии на апикальную часть верхушки (Lange, 1927). Наибольшей чувствительностью при этом обладают первые 100 мкм верхушки coleoptила, в нижележащих зонах чувствительность к свету падает экспоненциально. Широкий диапазон в синей области спектра и наличие поглощения в красной подтверждают наличие фототропической и фотоморфогенетической функции у coleoptила, реализованной в тканях его верхушки.

В средней части coleoptила, где хорошо выражена паренхима, установлено различие между ней и проводящими пучками по поглощению в видимой части спектра. В частности, паренхимные клетки средней части coleoptила имеют незначительные максимумы поглощения при 470 и 500 нм, тогда как проводящие пучки обладают единственным максимумом поглощения при 460 нм. В остальных участках спектра их оптическая плотность одинакова в пределах ошибки измерения, что лишний раз доказывает выполняемую им функцию светопроведения (Касаткин и др., 2010).

При отсутствии света в наших исследованиях развитие эпикотила наблюдалось на 6-е сутки с момента замачивания семян. В это время coleoptиль продолжал рост и прорывался первым зародышевым листом на 9-е сутки. Оптические свойства тканей эпикотила в начале развития данной структуры (на 9-е сутки с момента начала опыта) изображены на рис. 2.

По результатам исследований выявлено, что паренхимные клетки коры эпикотила имеют слабо выраженные области поглощения при 410, 440, 470 нм. В желтой области хорошо различим пик при 510 нм. В красной области спектра обнаружена широкая область поглощения в районе 640 – 680 нм.

Паренхимные клетки сердцевины эпикотила также имеют нечеткие области поглощения при 410 и 430 нм. Хорошо различимыми областями поглощения являются 450 и 480 нм. В красной области также присутствует более выраженная область поглощения в районе 640 – 680 нм. Это свидетельствует о наличии в тканях нескольких различающихся фотосистем. Вопрос о степени вклада этих систем в общий морфогенез проростка остаётся открытым.

Определение в ходе исследований средней оптической плотности тканей колеоптиля и эпикотили в синей (400 – 490 нм), желто-зелёной (500 – 590 нм) и красной (600 – 700 нм) областях видимой части спектра позволило изучить дальнейшее развитие пигментных систем тканей указанных органов.

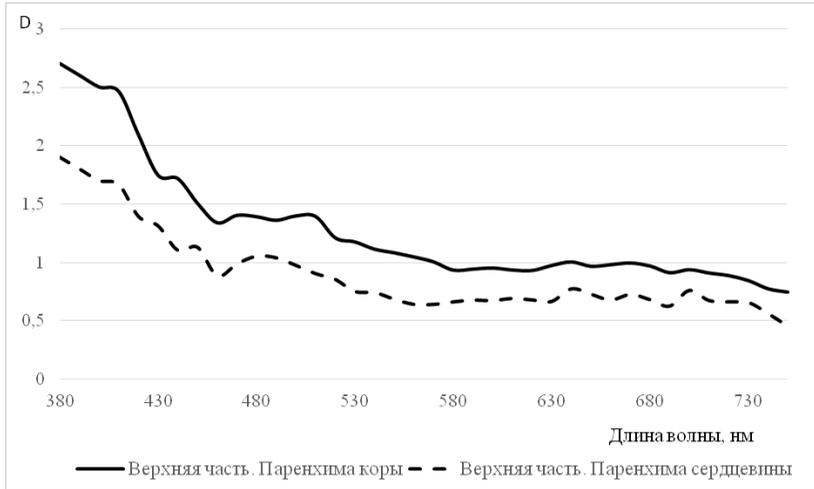


Рис. 2. Оптическая плотность тканей эпикотили в начале развития (через 9 суток с момента начала опыта)

В период со 2-го по 9-й день роста колеоптиля, проявляющегося в увеличении его линейных размеров в длину и дифференциации клеток, представленных в нём, вначале наблюдалось уменьшение оптической плотности в синей области спектра в верхушке колеоптиля (от 2.559 до 0.619) с последующим возрастанием до 1.478 в момент прорыва 1-м листом. В красной области спектра характер изменения оптической плотности сходен с описанными изменениями в синей области спектра – уменьшение с 1.396 до 0.383 с последующим возрастанием до 0.977. Таким образом, нами отмечено, что верхушка колеоптиля обнаруживает периодические изменения оптической плотности во всех участках спектра в процессе прорастания, с максимумом поглощения в синей

ВЛИЯНИЕ ЭТИОЛЯЦИИ НА СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

области спектра. Максимальное различие между изучаемыми областями спектра отмечается на 2-й день от замачивания семян. В дальнейшем оптическая плотность начинает выравниваться по всем участкам спектра. На 9-е сутки с момента начала опыта различия в оптической плотности в желто-зеленой и красных областях исчезают, что, по-видимому, связано с прорывом колеоптиля 1-м листом и запуска процессов апоптоза.

Столь раннее развитие различий в оптических характеристиках колеоптиля связано прежде всего с окончившейся к моменту прорастания дифференциацией тканей верхушки (Бойсен-Иенсен, 1933) с последующей активацией в ней пигментных систем. Волнообразное изменение оптических характеристик в отсутствие ростовой активности в этой зоне колеоптиля может свидетельствовать о реализации алгоритма случайного поиска светового сигнала в условиях этиоляции (Гринченко, Загускин, 1989). Данное изменение связано с перестройкой пигментных систем, а не ростовой активности данного участка органа.

В средней части колеоптиля отмечено существенное увеличение оптической плотности в синей области спектра в проводящих тканях (от 0.842 до 2.197). Указанная часть колеоптиля обнаруживает более высокую оптическую плотность по сравнению с верхушкой. На 2-е сутки от момента прорастания оптическая плотность этой части колеоптиля одинакова по всем спектральным интервалам в пределах ошибки. При дальнейшем росте колеоптиля в красной области спектра колеоптиль становится менее оптически плотным относительно других участков спектра.

Оптическая плотность проводящего пучка в начале опыта меньше, чем близлежащих клеток паренхимы. В дальнейшем эта характерная картина изменяется – оптическая плотность проводящего пучка в среднем в 2 раза превышала плотность паренхимных клеток во всех областях спектра. В этот же период роста в паренхиме колеоптиля отмечено возрастание оптической плотности: в синей области спектра – от 0.744 до 1.143, в желто-зеленой – 0.577 – 0.885, в красной области – от 0.393 до 0.829. Максимальное пропускание света проводящим пучком относительно паренхимных клеток указывает на сформированность системы восприятия света к моменту прорастания семени. Изменение оптической плотности обусловлено ростовой активностью и,

главным образом, изменением ультраструктуры клеток. Например, развитие центральной вакуоли и пристеночное положение цитоплазмы в паренхимных клетках при их растяжении позволяет увеличить их светопроведение, что сказывается на уменьшении оптической плотности указанной ткани.

Как установлено нами, поглощение света паренхимными клетками центрального цилиндра в верхней части эпикотилия не изменяется (0.710) в желто-зеленой и красной областях спектра в процессе роста проростка, тогда как в синей области оптическая плотность уменьшается с 1.290 со стабилизацией к концу опыта в районе 0.909. Это может свидетельствовать о преимущественном вкладе в оптические свойства эпикотилия ростовой активности его тканей. Коровая паренхима эпикотилия в средней части является более оптически плотной, чем паренхимные клетки центрального цилиндра, что может указывать на оптическое экранирование данной тканью центрального цилиндра эпикотилия.

Таким образом, на основании проведенных исследований выявлено, что этиолированные органы проростков пшеницы – эпикотиль и колеоптиль, различаются по спектральным характеристикам. По мере роста органов наблюдается изменение как спектральных характеристик, так и оптической плотности в целом по исследуемым тканям. Специфика роста колеоптиля, как структуры ограниченного роста с максимально дифференцированной верхушечной частью, объясняет изменение его пигментных систем в верхушке преимущественно их перестройкой, тогда как в нижележащих областях – за счёт изменения ростовой активности слагающих их тканей. Оптические параметры тканей колеоптиля и эпикотилия являются динамической саморазвивающейся системой как во временной, так и в пространственной системе координат проростка.

Выводы

1. В колеоптиле и эпикотиле отмечено присутствие пигментных систем, поглощающих в синей и красной областях спектра.
2. Спектральные характеристики колеоптиля и эпикотилия тканеспецифичны, что позволяет говорить о дифференциации и модулировании смены пигментных систем с самого начала прорастания даже в отсутствии светового фактора.

ВЛИЯНИЕ ЭТИОЛЯЦИИ НА СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

3. В coleoptile отмечается изменение оптической плотности и спектральных характеристик вдоль продольной оси.

Список литературы

- Агроскин Л. С., Папаян, Г. В.* Цитофотометрия. Аппаратура и методы анализа клеток по светопоглощению. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1977. 295 с.
- Бойсен-Иенсен П.* Ростовые гормоны растений. М.; Л.: Наука. 1933. 320 с.
- Гринченко С. Н., Загускин С. Л.* Механизмы живой клетки: алгоритмическая модель. М.: Наука, 1989. 232 с.
- Дадькин В. П., Грушевский Б. Н.* О пропускании света листьями растений при облучении их белым и монохроматическим светом // ДАН СССР. 1961. Т. 141, № 2. С. 495 – 497.
- Дарвин Ч.* Сочинения. Т. 8. Лазящие растения. Движения растений. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1941. 539 с.
- Касаткин М. Ю., Степанов С. А., Прохорова Т. М.* Фоторегуляция прорастания зерновок пшеницы // Изв. Саратов. ун-та. Сер. Химия. Биология. Экология. 2010. Т. 10, № 2. С. 52 – 55.
- Медведев С. С.* Физиология растений. СПб.: БХВ-Петербург, 2012, 512 с.
- Bleiss W., Loudwig M.* Rapid growth responses of dark-grown wheat seedlings to red-light irradiation. II. Kinetic studies on the growth of different coleoptile zones // *Physiol. Plant.* 1990. Vol. 80, № 2. P. 205 – 209.
- Dietz K.-J.* Efficient high light acclimation involves rapid processes at multiple mechanistic levels // *J. Exp. Bot.* 2015. Vol. 66, № 9. P. 2401 – 2414.
- Lange S.* Die Verteilung der Lichtempfindlichkeit in der Spitze der Haferko-
leoptile // *Jahrb. f. Wiss. Bot.* 1927. Bd. 67. S. 1 – 51.
- Vignolini S., Moyroud E., Glover B. J., Steiner U.* Analysing photonic structures in plants // *J. R. Soc. Interface.* 2013. Vol. 10. P. 1 – 9.
- Vogelmann T. C.* Plant tissue optics // *Annu. Rev. Plant. Physiol. Plant Mol. Biol.* 1993. Vol. 44. P. 231 – 251.

УДК 581.1

ВЛИЯНИЕ ПЕРХЛОРАТОВ ХАЛЬКОГЕН(ТИО)ПИРИЛИЯ НА МОРФОГЕНЕЗ И ПИГМЕНТНЫЙ СОСТАВ ПЕРВОГО ЛИСТА ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ

**В. В. Коробко, Н. В. Пчелинцева, Е. А. Самсонова,
Аль Саммарран Анес Исмаил Салех**

*Саратовский национальный исследовательский государственный
университет им. Н. Г. Чернышевского
Россия, 410012, Саратов, Астраханская, 83
E-mail: v.v.korobko@mail.ru*

Поступила в редакцию 30.01.2017 г.

Влияние перхлоратов халькоген(тио)пирилия на морфогенез и пигментный состав первого листа проростков пшеницы. – Коробко В. В., Пчелинцева Н. В., Самсонова Е. А., Аль Саммарран Анес Исмаил Салех. – Проведено биологическое тестирование синтетических гетероциклических соединений – перхлоратов(тио)пирилия, отличающихся природой гетероатома (O,S) и характером заместителей (CH₃, Cl, OCH₃, C₆H₅) в катионе халькогенопирилия. Концентрацию веществ устанавливали по молекулярному весу, в трех характерных для физиологически активных веществ действующих дозах: 10⁻⁶ М, 10⁻⁹ М, 10⁻¹² М. Объектом исследования служили проростки яровой мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L. сорта Саратовская 36.

Для изучения влияния гетероциклических соединений на рост и развитие первого листа использовали следующие параметры: длину пластинки и влагища первого листа (на основании которых рассчитывали абсолютную скорость роста). Все гетероциклические соединения оказали стимулирующее действие на рост влагища первого листа. Положительное воздействие испытуемых соединений на рост листовой пластинки в длину менее выражено. В ряде случаев наблюдалось подавление роста листовой пластинки. Несмотря на различное влияние гетероциклических соединений на рост влагища и пластинки, существенных различий по длине первого листа опытных и контрольных растений не наблюдается. Анализ кривых скорости роста показал, что присутствие в соединениях атома кислорода в качестве гетероатома приводит к сокращению периода роста листа в длину. Установлено влияние испытуемых веществ на количественный состав фотосинтезирующих пигментов в пластинке первого листа. Действие испытуемых растворов (за некоторым исключением) приводит к повышению соотношения хлорофил-

ВЛИЯНИЕ ПЕРХЛОРАТОВ ХАЛЬКОГЕН(ТИО)ПИРИЛИЯ

лов *a/b*. Определение количественного содержания хлорофилла *a* и *b* в листовых пластинках позволяет предположить, что ингибирующее действие соединений на хлорофилл *b* и стимулирующее на хлорофилл *a* в большей степени связано с наличием атома кислорода в качестве гетероатома и атома хлора в качестве заместителя в катионе халькогенопирилия.

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод, что испытуемые синтетические гетероциклические соединения, перхлораты (тио)пирилия, обладают росторегулирующей активностью. Проведенное лабораторное исследование может служить основой для дальнейших исследований росторегуляторных свойств этих соединений.

Ключевые слова: гетероциклические соединения, регуляторы роста, биотестирование, рост и развитие растений.

Effect of perchlorates halkogen(thio)pyrilium on morphogenesis and pigment composition of the first leaves of wheat seedlings. – Korobko V. V., Pchelintseva N. V., Samsonova E. A., Al Sammarrai Anes Ismail Saleh. – A biological testing synthetic heterocyclic compounds – perchlorates (thio)pyrilium differing nature of the heteroatom (O, S) and alternate character (CH₃, Cl, OCH₃, C₆H₅) in the cation halkogenopyrilium. The concentration of substances established by the molecular weight, in the three specific to physiologically active substances acting doses: 10⁻⁶ M, 10⁻⁹ M, 10⁻¹² M. The objects of the study were the seedlings of spring wheat *Triticum aestivum* L.

To study the effect of heterocyclic compounds on the growth and development of the first leaf using the following parameters: the length of the lamina and sheath, which is calculated on the basis of the absolute growth rate. All of heterocyclic compounds have a stimulating effect on the growth of the first leaf sheath. Positive effects of test compounds on the growth of the leaf lamina is less pronounced. In a number of cases was observed inhibition of growth of the leaf lamina. Despite the different effects of heterocyclic compounds on growth of parts of the first leaf, significant differences in the length of the first sheet of the experimental and control plants was observed. Analysis of growth rate showed that the presence of compounds of the oxygen atom as the heteroatom, resulting reduction of the growth period of leaf lamina. The effect of the test substances on the quantitative composition of photosynthetic pigments in the lamina of the first leaf. The action of the test solutions (with some exceptions) increases the ratio of chlorophyll *a/b*. Determination of quantitative content of chlorophyll *a* and *b* in the lamina suggests that the inhibitory effect of the compounds on the and chlorophyll *b* and the stimulatory effect on chlorophyll *a* is associated with the presence of O as a hetero atom and Cl as a substituent.

Analysis of the results leads to the conclusion that the tested synthetic heterocyclic compounds – perchlorates (thio)pyrilium have regulatory activity. Laboratory research can serve as a basis for further studies the physiological properties of these compounds.

Key words: heterocyclic compounds, growth regulators, biological testing, plant growth and development.

По разнообразию гетероциклические соединения занимают одно из первых мест среди органических соединений и благодаря широкому спектру биологических свойств интерес к синтезу и изучению активности препаратов очень высок. В основном биологические методы определения физиологической активности веществ основаны на учете ростовых реакций растений (Жигачева, Спивак, 2010). Одним из наиболее важных показателей продуктивности является степень развития фотосинтетического аппарата, дающая представление о потенциальных возможностях растительного организма (Гарчевский, Андрианова, 1980).

Целью данного исследования является изучение действия на растительный тест-объект гетероциклических синтетических соединений, а именно солей халькогенопирилия, отличающихся природой гетероатома и характером заместителей в катионе халькогенопирилия.

Материалы и методы

Исследования проводились в 2016 г. на кафедре микробиологии и физиологии растений Саратовского национального исследовательского государственного университета.

Биотестированию подвергнуты гетероциклические соединения ряда солей халькогенопирилия (рис. 1) – перхлораты 3,5-диметил-4-(4-метоксифенил)-2,6-дифенилтиопирилия (МФТП), 3,5-диметил-4-(4-метоксифенил)-2,6-дифенилпирилия (МФП) и 2,4,6-трифенил-3-хлортиопирилия (ХТП), отличающиеся природой гетероатома (O,S) и характером заместителей (CH₃, Cl, OCH₃, C₆H₅) в катионе халькогенопирилия. Из исследуемых перхлоратов халькогенопирилия МФП известен, МФТП впервые получен при окислении тиопирана (Пчелинцева и др., 1979, 1981), ХТП в результате гетероциклизации 1,3,5-трифенил-2,4-дихлор-2-пентен-1,5-диона в присутствии сероводорода (Пчелинцева, Харченко, 1996) на кафедре органической и биорганической химии Института химии Саратовского национального исследовательского государственного университета.

Синтезированные перхлораты (тио)пирилия представляют собой окрашенные в желтый цвет кристаллические вещества, с высокими температурами плавления, хорошо растворимые в этаноле, диметил-

ВЛИЯНИЕ ПЕРХЛОРАТОВ ХАЛЬКОГЕН(ТИО)ПИРИЛИЯ

формами (ДМФА), хлороформе, плохо растворимые в воде. Концентрацию веществ устанавливали по молекулярному весу, в трех характерных для физиологически активных веществ действующих дозах: 10^{-6} М, 10^{-9} М, 10^{-12} М.

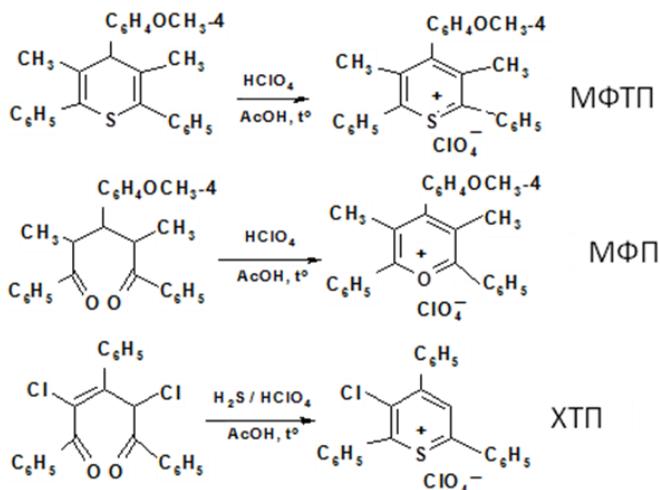


Рис.1. Получение полизамещенных перхлоратов (тио)пирилия:

МФТП – перхлорат 3,5-диметил-4-(4-метоксифенил)-2,6-дифенилтиопирилия;

МФП – перхлорат 3,5-диметил-4-(4-метоксифенил)-2,6-дифенилпирилия;

ХТП – перхлорат 2,4,6-трифенил-3-хлортиопирилия

Объектом исследования служили проростки яровой мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L. сорта Саратовская 36. Культивирование осуществлялось в климатостате при температуре $+18^\circ C$. Морфометрическое изучение объектов включало измерение длины пластинки и влаги листа первого листа проростков на 6, 10, 13 и 16-е дни вегетации ($n = 20$). Абсолютную скорость роста рассчитывали по формуле $C = L_2 - L_1 / t_2 - t_1$, где L_2 и L_1 – длина частей листа в моменты времени t_2 и t_1 . Количественное содержание пигментов в пластинке первого листа определяли на двухнедельных проростках. Результаты исследований подвергались статистической обработке в табличном процессоре Excel пакета MS Office 2010.

Результаты и их обсуждение

Влияние гетероциклических соединений на рост и развитие надземной части проростка оценивали по длине первого листа, а также выраженности его частей – пластинки и влагалища. На основании анализа полученных данных установили, что испытуемые растворы оказывают различное влияние на рост пластинки и влагалища. При этом существенных различий по длине первого листа опытных и контрольных растений не наблюдается. Все испытуемые растворы оказали стимулирующее действие на рост влагалища первого листа. В большей степени стимулирующий эффект проявился при концентрации 10^{-9} М ХТП и МФТП, при концентрации 10^{-6} М МФП. Положительное действие на удлинение листовой пластинки опытных растений менее выражено, чем на влагалище листа, а в ряде случаев наблюдалось подавление роста листовой пластинки. Наибольший подавляющий эффект (81 % от контроля) отмечен при действии МФП в концентрации 10^{-6} М; при том, что этот раствор наиболее эффективно из всех воздействовал на длину листового влагалища.

Анализ кривых скорости роста листовых пластинок показал, что при действии МФТП на 6-й день вегетации существенных отличий в скорости роста листовых пластинок опытных и контрольных растений нет (рис. 2).

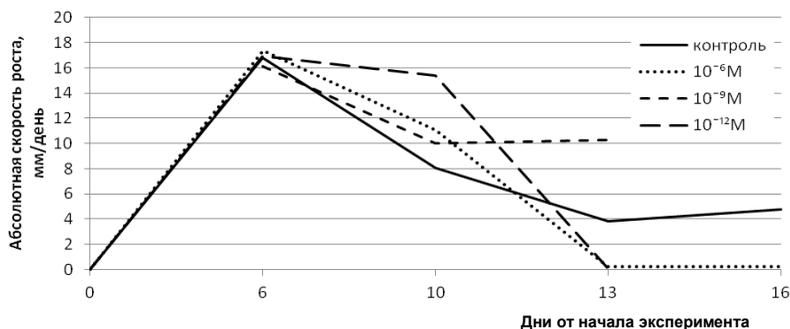


Рис. 2. Влияние перхлората 3,5-диметил-4-(4-метоксифенил)-2,6-дифенилтиопиридия на рост пластинки первого листа проростков

ВЛИЯНИЕ ПЕРХЛОРАТОВ ХАЛЬКОГЕН(ТИО)ПИРИЛИЯ

На 10-й день от начала эксперимента самая высокая скорость роста листовой пластинки отмечена при действии 10^{-12} М, она превышает контрольное значение в 1.9 раз. На 13-й день от начала эксперимента наблюдалось снижение скорости роста листовых пластинок проростков, культивированных при концентрациях 10^{-6} М и 10^{-12} М, тогда как при концентрации 10^{-9} М скорость роста превысила контрольное значение в 2.5 раза.

При действии МФП в концентрации 10^{-12} М наблюдается превышение контрольных значений на 55 % на 10-й день вегетации, на 13-й день скорость роста минимальна и составляет 33 % от контроля (рис. 3). Растворы двух других концентраций приводят к повышению значений скорости роста относительно контроля на 67 – 68 % на 10 день вегетации, а к 13 дню рост листовой пластинки уже закончен.

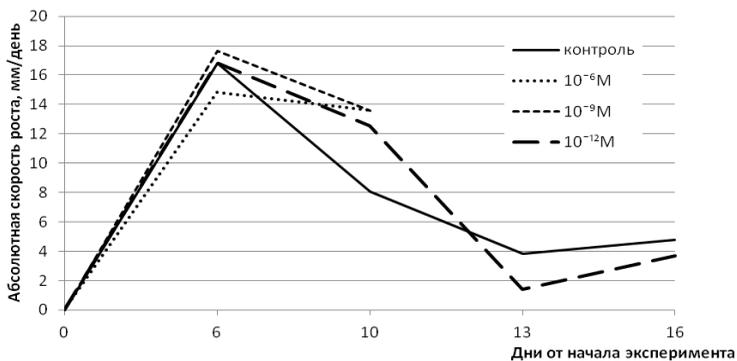


Рис. 3. Влияние перхлората 3,5-диметил-4-(4-метоксифенил)-2,6-дифенилпирилия на рост пластинки первого листа проростков

Абсолютная скорость роста листовой пластинки проростков, культивированных на растворах ХТП к 10-му дню вегетации превышает контроль в 1,6 раза при концентрациях 10^{-9} М и 10^{-12} М, в 2 раза – при 10^{-6} М (рис. 4). В течение следующих 6 дней скорость роста при действии концентрации 10^{-9} М снижается, составляя 6 % от контроля на 13-й день вегетации. Листовая пластинка проростков при других

концентрациях раствора ХТП достигает своей окончательной длины на 10-й день.

Информативным параметром, характеризующим развитие фотосинтетического аппарата растений, является пигментный состав (Тарчевский, Андрианова, 1980). В результате проведенного исследования установлено влияние испытуемых веществ на количественный и качественный состав фотосинтезирующих пигментов (таблица).

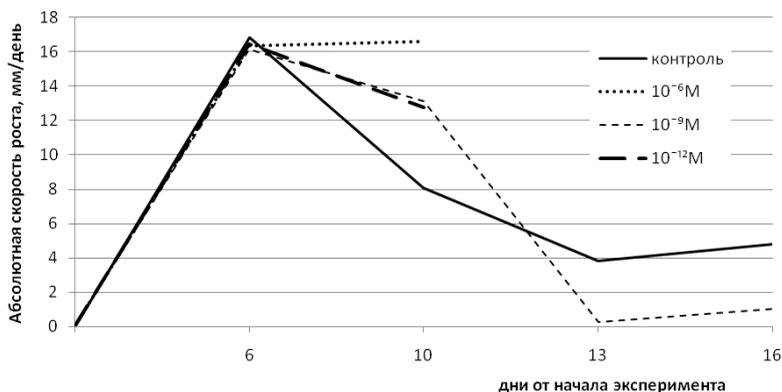


Рис. 4. Влияние перхлората 2,4,6-трифенил-3-хлортиопирилия на рост пластинки первого листа проростков

При культивировании проростков на испытуемых растворах наблюдается повышение соотношения количества хлорофилла *a* к хлорофиллу *b* относительно контрольных значений. Исключение составил вариант с использованием МФТП в концентрации $10^{-6}M$: соотношение зеленых пигментов пластинки первого листа опытных растений было ниже контрольных значений на 29 %.

Сравнение влияния МФП и ХТП на соотношение зеленых пигментов показало, что при концентрациях $10^{-6}M$ и $10^{-9}M$ наблюдается повышение значения *a/b*, причем в большей степени это проявляется для МФП. Дальнейшее снижение концентрации ХТП приводит к повышению величины соотношения *a/b* (в 1,4 выше контроля); тогда как при действии МФП данный показатель снижается.

ВЛИЯНИЕ ПЕРХЛОРАТОВ ХАЛЬКОГЕН(ТИО)ПИРИЛИЯ

Повышение содержания каротиноидов относительно контроля отмечено при действии МФП и ХТП в концентрациях 10^{-6} М и 10^{-9} М, МФТП – в концентрации 10^{-12} М. Значительное ингибирующее действие проявилось при действии ХТП в концентрации 10^{-12} М (77 % от контроля), менее выраженное – при культивировании на растворах МФП в концентрации 10^{-12} М и МФТП в концентрации 10^{-9} М.

Количественное содержание пигментов в пластинке первого листа проростка,
% от контрольных значений

Испытуемое соединение	Хлорофилл		Каротиноиды	Суммарное содержание зеленых пигментов	a/b	
	a	b				
МФТП	10^{-6} М	101.0	142.6	99.2	109.7	70.8
	10^{-9} М	99.9	94.4	93.3	98.7	105.9
	10^{-12} М	114.0	93.0	108.1	109.6	122.6
МФП	10^{-6} М	111.8	91.0	111.0	107.5	122.9
	10^{-9} М	111.4	86.0	106.4	106.1	129.5
	10^{-12} М	90.1	75.3	92.3	87.0	119.6
ХТП	10^{-6} М	112.5	98.3	116.2	109.5	114.4
	10^{-9} М	111.0	94.9	115.3	107.6	116.9
	10^{-12} М	71.6	49.6	76.8	66.9	144.3

Заключение

Установлено, что присутствие в гетероциклическом соединении атома кислорода в качестве гетероатома приводит к ускорению развития листа: при концентрации раствора 10^{-6} М к 10-му дню вегетации рост листа в длину заканчивается.

Все испытанные субстраты в той или иной концентрации подавляют рост пластинки листа. Соединения с одинаковыми заместителями в катионе – МФП и МФТП – это действие проявляют при концентрации 10^{-6} М, причем МФП в большей степени, что, возможно, связано с наличием кислорода в качестве гетероатома. ХТП, характеризующийся одинаковым с МФТП гетероатомом, но в качестве заместителей имеющий атом хлора в гетероцикле, этот эффект демонстрирует при более слабых концентрациях. Все соединения оказывали стимулирующее действие на рост влагалища листа, при этом общая длина листа меняется незначительно относительно контроля. МФП, имеющий в

качестве гетероатома O, оказал максимальный стимулирующий эффект на рост влагалища, максимальный подавляющий – на рост пластинки.

МФТП отличается от ХТП по характеру заместителей, а от МФП – по характеру гетероатома. Определение количественного содержания хлорофилла *a* и *b* в листовых пластинках позволяет предположить, что ингибирующее действие соединений на хлорофилл *b* и стимулирующее на хлорофилл *a* в большей степени связано с наличием O в качестве гетероатома (МФП) и Cl в качестве заместителя (ХТП). На содержание каротиноидов в пластинке первого листа проростка концентрированные растворы МФП и ХТП влияют положительно, а МФТП – отрицательно. В совокупности действие испытуемых растворов приводит к повышению соотношения хлорофиллов *a/b*, за исключением концентрированного раствора МФТП.

Таким образом, результаты проведенного биотестирования гетероциклических соединений, отличающихся природой гетероатома (O,S) и характером заместителей (CH₃, Cl, OCH₃, C₆H₅) в катионе халькогенопирилия, позволяют сделать вывод о возможности использования этих соединений в качестве регуляторов роста растений.

Список литературы

Жигачева В. И., Спивак В. А. Биотестирование гетероциклических синтетических соединений некоторыми растительными объектами // Бюл. Бот. сада Саратов. гос. ун-та. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2010. Вып. 9. С. 179 – 185.

Пчелинцева Н. В., Харченко В. Г., Кожевникова Н. И. Окислительное образование солей тиопирилия полизамещенными тиопиранами // Химия гетероцикл. соедин. 1979. № 4. С. 562 – 568.

Пчелинцева Н. В., Харченко В. Г., Кожевникова Н. И., Куликова Л. К. Синтез, противораковая и антифаговая активность полизамещенных перхлоратов тиопирилия // Хим.-фарм. журн. 1981. № 4. С. 40 – 45.

Пчелинцева Н. В., Харченко В. Г. Непредельные 1,5-дикетоны, их галогензамещенные – получение и использование в синтезе гетероциклов // Химия гетероцикл. соедин. 1996. № 10. С. 1299 – 1319.

Тарчевский И. А., Андрианова Ю. Е. Содержание пигментов как показатель мощности развития фотосинтетического аппарата у пшеницы // Физиология растений. 1980. Т. 27, вып.2. С. 341 – 348.