

СОДЕРЖАНИЕ

ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ И ГЕОБОТАНИКА

<i>Петрова Н. А., Кашин А. С., Корнеев М. Г., Аникин В. В.</i> Энтомофауна опылителей <i>Tulipa suaveolens</i> Roth в Нижнем Поволжье	3
---	---

ИНТРОДУКЦИЯ РАСТЕНИЙ И БОТАНИЧЕСКОЕ РЕСУРСОВЕДЕНИЕ

<i>Виравчева Л. Л., Иванова Л. А.</i> Редкие и исчезающие тропические и субтропические растения в коллекции Полярно-альпийского ботанического сада	18
<i>Демочко Ю. А., Петрова Н. А.</i> Первые итоги интродукции аврана лекарственного (<i>Gratiola officinalis</i> L., Scrophulariaceae) в Ботаническом саду СГУ	30
<i>Дурнова Н. А., Кузнецова И. А., Потапова А. С.</i> Ядовитые сосудистые растения города Саратова	39

СТРУКТУРНАЯ БОТАНИКА, ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ

<i>Коробко В. В., Пчелинцева Н. В., Миронова Н. В., Крылатова Я. Г., Жестовская Е. С.</i> Влияние (тио)семикарбазонов 2,4-диарилбицикло[3.3.1]нон-2-ен-9-онов на рост проростков <i>Triticum aestivum</i> L.	55
---	----

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

<i>Хачатуров Э. Г., Коробко В. В.</i> Количественное содержание фотосинтетических пигментов в узлах побега <i>Triticum aestivum</i> L.	65
---	----

CONTENS

PLANT ECOLOGY AND GEOBOTANY

<i>Petrova N. A., Kashin A. S., Korneev M. G., Anikin V. V.</i> Entomofauna of pollinators <i>Tulipa suaveolens</i> Roth in the Lower Volga region	3
--	---

INTRODUCTION OF PLANTS AND BOTANICAL RESOURCES

<i>Viracheva L. L., Ivanova L. A.</i> Rare and endangered tropical and subtropical plants in Polar Alpine Botanical Garden collections	18
<i>Demochko Y. A., Petrova N. A.</i> The first results of the introduction of <i>Gratiola officinalis</i> L., (Scrophulariaceae) in the Botanical garden of Saratov State University	30
<i>Durnova N. A., Kuznetsova I. A., Potapova A. S.</i> Poisonous vascular plants of the city of Saratov	39

STRUCTURAL BOTANY, PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY OF PLANTS

<i>Korobko V. V., Pchelintseva N. V., Mironova N. V., Krylatova Ya. G., Zhestovskaya E. S.</i> Influence (thio) semicarbazones 2,4-diarylbiacyclo [3.3.1] non-2-en-9-ones on growth of <i>Triticum aestivum</i> L. seedling	55
---	----

SHORT COMMUNICATION

<i>Hachaturov E. G., Korobko V. V.</i> The quantitative content of photosynthetic pigments in the nodes of the shoot <i>Triticum aestivum</i> L.	65
---	----

ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ И ГЕОБОТАНИКА

УДК 581.5

ЭНТОМОФАУНА ОПЫЛИТЕЛЕЙ *TULIPA SUAVEOLENS* ROTH В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

Н. А. Петрова¹, А. С. Кашин¹, М. Г. Корнеев², В. В. Аникин¹

¹Саратовский национальный исследовательский государственный
университет имени Н. Г. Чернышевского
Россия, 410010, Саратов, ул. Астраханская, 83
E-mail: nasch-1@yandex.ru

²Российский научно-исследовательский противочумный институт
«Микроб» Роспотребнадзора,
Россия, 410005, Саратов, ул. Университетская, 46

Поступила в редакцию 01.03.2019 г., принята 25.03.2019 г.

В работе приводится перечень насекомых, собранных с цветущих растений *Tulipa suaveolens* в двенадцати популяциях на территории Саратовской, Волгоградской, Ростовской областей и Республики Калмыкия. Сбор осуществлялся способом кошения между скоплениями цветущих растений, а также вручную с цветков. Выявлено, что на данной обширной территории видовой состав отловленных насекомых сходен. Большинство из них являются типичными опылителями и фитофагами степной зоны России. По результатам исследования нет оснований считать, что действие насекомых-опылителей на *T. suaveolens* может носить избирательный характер, сказывающийся на генетической структуре популяций или на своеобразии биогеографического распределения окраски листочков околоцветника.

Ключевые слова: *Tulipa suaveolens*, опылители, насекомые, фитофаги, цветение семенное размножение.

DOI: 10.18500/1682-1637-2019-1-3-17

Исследования экологии цветения и связанного с ним семенного размножения особенно актуальны для охраняемых растений, в жизненном цикле которых следует находить самые уязвимые места (Демьянова, 2010).

Объектом данной работы являются насекомые-опылители и паразиты *Tulipa suaveolens* Roth (Zonneveld, 2009; Christenhusz et al., 2013) [= *T. schrenkii* Regel (Мордак, 1979; Маевский, 2014), *T. gesneriana* L. (Мордак, 1990)], охраняемого в России вида (Красная книга..., 2008). *T. suaveolens* является насекомоопыляемым растением, размножение которого в естественных условиях происходит только семенным путем. Эффективность опыления в данном случае является важным фактором, влияющим на самовозобновление его популяций. Известно, что антропоэкология вида во многом определяет генетическую структуру популяций, уровень их гетерозиготности и целостность вида (Grant, 1981), а коэволюционные отношения между растениями и насекомыми-опылителями в эволюционно значимых отрезках времени сказываются на морфологических особенностях цветка и окраске различных его частей, в основном венчика околоцветника (Гринфельд, 1978; Меликян, Тихомиров, 1994). Влияние насекомых-фитофагов на семенную продуктивность вида также может сказываться на возобновлении популяций.

В настоящее время *T. suaveolens* в Правобережье Саратовской обл. в основном представлен локальными популяциями небольшой площади, в Левобережье же сохранились значительные по площади и численности популяции. При этом установлен значительный генетический полиморфизм в популяциях и определённые биогеографические закономерности его распределения (Кашин и др., 2016; Крицкая и др., 2018). Показано и неслучайное биогеографическое распределение окраски венчика околоцветника *T. suaveolens* в пределах европейской части ареала (Кашин и др., 2018). Однако остаётся до конца неясным происхождение локальных популяций, имеющих разную степень генетического полиморфизма или типа окраски листочков околоцветника растений и территориально распределённых с определённой закономерностью. Этот полиморфизм является результатом независимого генезиса по причинам дизъюнкции некогда обширного сплошного ареала как следствия антропогенного воздействия (распашки земель) или результатом заселения с разных сторон с сопредельных территорий различными генотипами после глобальной экологической катастрофы, — например, Раннехвалынской трансгрессии и последующей Енотаевской регрессии Каспийского моря в позднем плейстоцене.

В связи с этим представляет интерес изучение особенностей опыления, потенциальных возможностей обмена генетическим материа-

ЭНТОМОФАУНА ОПЫЛИТЕЛЕЙ *TULIPA SUAVEOLENS*

лом и интенсивности потока генов между отдельными локальными популяциями.

Цель работы: определить видовой состав насекомых, обитающих на растениях *T. suaveolens* в фазу его массового цветения; выявить основных опылителей и вредителей данного вида как возможных факторов, определяющих скорость потока генов между популяциями и селективного фактора окраски листочков околоцветника.

Сбор насекомых проводился в 2015 году в период массового цветения растений *T. suaveolens* на территории Саратовской, Волгоградской, Ростовской областей и республики Калмыкия. Насекомые собраны методом энтомологического кошения (в популяциях с большой плотностью цветущих растений) и непосредственно пинцетом с растений *T. suaveolens*. Впоследствии определялась их систематическая принадлежность и экологические особенности (Штакельберг, 1933; Кириченко, 1951; Определитель..., 1956; Фауна..., 1957; Определитель..., 1978; Определитель ..., 1981).

В результате составлен список из 41 таксона разного ранга (в зависимости от точности определения) (см. таблицу).

Выявлено, что в степях Нижнего Поволжья основными опылителями *T. suaveolens* являются представители родов пчел *Andrena*, *Halictus*, *Antophora*. Из числа чешуекрылых это обычные представители весенней фауны южных районов Нижнего Поволжья (Аникин, Саранова, 2000; Аникин и др., 2017). Все они характеризуются одинаковым цветовым предпочтением (Faegry, van der Pijl, 1979), поэтому не могут выступать фактором, определяющим избирательность опыления, которая могла бы привести к территориальной разнородности окраски венчика околоцветника *T. suaveolens* или иного рода генетической разнородности популяций этого вида. В фазу массового цветения на растениях обнаружены другие паразитирующие и растительноядные насекомые. Существенный вред семенному размножению тюльпана причиняют жуки *Amphicoma vulpes*, *Epicometis hirta*. В отдельные годы при массовом размножении этих видов генеративная сфера практически полностью бывает уничтожена. Велика доля цветков с поврежденной трипсами (Thysanoptera) завязью, которые в этом случае выполняют только функцию мужских цветков.

Следует отметить, что посещение цветков *T. suaveolens* жуками (оленкой мохнатой и хрущиком лисичкой, которые несут большое число

щетинок-волосков на своих покровах и выступают опылителями) одновременно посещают и другие цветущие в это время растения в фитоценозах – *Tulipa biebersteiniana*, *Taraxacum officinale*, *Gagea pusilla*, *Iris pumila*, *Valeriana tuberosa* и др. Жуки с такой же «частотой» их повреждают и опыляют, но в силу того, что плотность цветущих *T. suaveolens* в фитоценозах может значительно превосходить остальные виды, то они преимущественно кормятся на тюльпанах. Такое поведение жуков есть демонстрация их «ложной избирательности» в посещении цветущих *T. suaveolens*. В случае, когда другие одновременно цветущие растения не уступают в массе (численности) этому виду, хрущики равномерно распределяются по цветкам всех обильно цветущих в это время видов. Собственно, и другие виды насекомых опылителей из перепончатокрылых, двукрылых, чешуекрылых демонстрируют такую же стратегию посещения цветущих растений в таких фитоценозах. Проведенные наблюдения ни в коей мере не отрицают существования избирательности у насекомых в посещении цветущих растений, – о чем свидетельствуют ранее полученные данные по другим растениям (Raeder et al., 2005; Барсукова, 2010; Pliszko, Kostrakiewicz-Gieralt, 2018; и др.), – а лишь свидетельствуют, что в случаях с тюльпаном *T. suaveolens* подобная избирательность отсутствует.

Интересно, что исследованная на примере популяций Тамбовской обл. энтомофауна другого вида этого рода – *T. biebersteiniana* Roem. et Schult. – была бедна разнообразием (Яндовка, Лосева, 2015). Она существенно уступала разнообразию насекомых, выявленному в наших исследованиях на цветках *T. suaveolens*. Состав энтомофауны опылителей *T. biebersteiniana* ограничивался жуками цветоедами рода *Meligethes*, муравьями из семейства *Formicidae*, представителями семейства цветочных мух (*Anthomyiidae*) и пчелой осмией двурогой (*Osmia bicornis*).

Таким образом, на исследованной обширной части ареала *T. suaveolens* видовой состав отловленных насекомых сходен. Большинство из них являются типичными опылителями и фитофагами степной зоны России. Поэтому нет оснований считать, что действие насекомых-опылителей на *T. suaveolens* может носить избирательный характер и различия генетической структуры популяций или характер биогеографического распределения окраски листочков околоцветника не могут быть обусловлены избирательным действием насекомых.

ЭНТОМОФАУНА ОПЫЛИТЕЛЕЙ *TULIPA SUAVEOLENS*

Таблица. Перечень насекомых, собранных с цветущих растений *Tulipa suaveolens* Roth и их экологические особенности

Table. The list of insects collected from flowering plants *Tulipa suaveolens* Roth and their environmental features

Название таксона Taxon name	Семейство Family	Особенности экологии Environmental features	Места сбора Locality
1	2	3	4
COLEOPTERA			
<i>Amphicoma vulpes</i> Хрущик-лисичка	Scarabaeidae	Ксерофил. Обитатель целинных степей. Генерация однолетняя. Питаются цветами и околоцветниками растений (преимущественно <i>T. suaveolens</i> и ирисов).	Саратовская обл.: Энгельский р-н., окр. с. Красноармейское; Ровенский р-н., окр. пос. Лиманный; Дергачевский р-н, 16 км от д. Новозисеевки. Волгоградская обл.: Палласовский р-н., окр. с. Коршуновка; Палласовский р-н, окр. оз. Эльтон, Ленинкий р-н, окр. пос. Ленинский; Котельниковский р-н., окр. хут. Веселый Калмыкия, окр. оз. Маныч.
<i>Epicometis hirta</i> Бронзовка мохнатая, или оленка мохнатая	Scarabaeidae	Питается бутонами и цветками. Откладывают яйца в почву, личинки питаются отмершими корешками и перегноем.	Саратовская обл.: Энгельский р-н., окр. с. Красноармейское; Балаковский р-н, окр. с. Б. Кушум; Волгоградская обл.: Палласовский р-н., окр. с. Коршуновка; Котельниковский р-н., окр. хут. Веселый.
<i>Protaetia</i> sp.	Scarabaeidae	то же	Калмыкия: окр. оз. Маныч.
<i>Onitis damoetas</i>	Scarabaeidae	Обитатели открытых сухих ландшафтов. Жуки питаются помётом различных животных, особенно крупного рогатого скота и лошадей.	Калмыкия: окр. оз. Маныч.

Продолжение таблицы
Table

1	2	3	4
<i>Aphodius</i> <i>sp.</i> Навозничек	Scarabae- idae	Питаются на на- возе коров или лошадей, как и взрослые жуки так и их личинки.	Калмыкия: окр. оз. Маньч.
<i>Sibinia</i> <i>viscaria</i> Долгоносик	Curculion- idae	Обитают на смол- ке обыкновенной (<i>Viscaria vulgaris</i>), а также на других гвоздичных. Ли- чинки развивают- ся в плодах, вы- едая семена.	Саратовская обл.: Фёдоровский р-н, ур. «Иваново поле»; Волгоградская обл.: Палласовский р-н., окр. с. Коршуновка.
<i>Hypera sp.</i> Долгоносик	Curculion- idae	то же	Калмыкия: окр. оз. Маньч.
<i>Euspermo- phagus</i> <i>sericeus</i> Зерновка выюнковая	Bruchidae	Жуки питаются пыльниками и другими частями цветков. Яйца откладывают на внутренние сто- роны чашелисти- ков на цветках выюнка. Личинки питается зароды- шами семян.	Волгоградская обл.: Палласовский р-н., окр. с. Коршуновка; Ростовская обл. Красносулинский р-н, окр. пос. Первомайский
<i>Opatrus</i> (<i>sabulosum</i> ?) Медяк песчаный	Tenebrioni- dae	Жуки весьма многоядны и повреждают са- мые разнообра- зные культуры. Личинки пита- ются гниющими растительными остатками.	Волгоградская обл.: Ленинский р-н, окр. пос. Ленинский.
<i>Lasioskola</i> (<i>pubescens</i> ?) Чернотелка	Tenebrion- idae	то же	Волгоградская обл.: окр. пос. Ле- нинский.

Продолжение таблицы
Table

1	2	3	4
<i>Podhomala</i> sp. Чернотелка	Tenebrion- idae	то же	Волгоградская обл.: окр. пос. Ле- нинский.
<i>Stenolophus</i> <i>mixtus</i> Жужелица	Carabidae	то же	Калмыкия: окр. оз. Маныч.
<i>Philonthus</i> sp. Филонт, точечник	Staphylin- idae	то же	Калмыкия: окр. оз. Маныч.
HYMENOPTERA			
<i>Anthophora</i> sp.	Apidae	Одиночные пче- лы, но селятся колонияльно. Опылители. Гнез- дятся в почве.	Волгоградская обл.: окр. пос. Ле- нинский.
<i>Nomada</i> sp. Кочевки, или пчелы- кукушки	Apidae	Клептопаразиты других видов пчел.	Волгоградская обл.: Палласовский р-н., окр. с. Коршуновка.
<i>Andrena</i> sp. Земляные пчелы	Andren- idae	Являются важ- ными опылите- лями цветковых растений.	Саратовская обл.: Энгельсский р-н., окр. с. Красноармейское; Ровен- ский р-н., окр. пос. Лиманный; Ба- лаковский р-н, окр. с. Б. Кушум; Волгоградская обл.: Палласовский р-н., окр. с. Коршуновка; Быков- ский р-н, окр. с. Верхний Балыклей; Котельниковский р-н., окр. хут. Веселый; Ростовская обл., Красносулинский р-н, окр. пос. Первомайский
<i>Andrena</i> <i>gravida</i> (?)	Apidae	то же	Саратовская обл.: Ровенский р-н., окр. пос. Лиманный.
<i>Andrena</i> <i>nanula</i> (?)	Apidae	то же	Саратовская обл.: Ровенский р-н., окр. пос. Лиманный.
<i>Exetastes</i> <i>femorator</i> (?) Наездник	Ichneumo- nidae	Паразит гусениц бабочек	Волгоградская обл.: окр. пос. Ле- нинский.

Продолжение таблицы
Table

1	2	3	4
<i>Halictus sp.</i> Галикт	Halictidae	Опылители	Волгоградская обл.: Палласовский р-н., окр. с. Коршуновка; Быковский р-н, окр. с. Верхний Балыклей; Волгоградская обл., окр. пос. Ленинский; Саратовская обл.: Фёдоровский р-н, ур. «Иваново поле».
<i>Ophion sp.</i> Наездник	Ichneumonidae	Представители рода – паразиты чешуекрылых, иногда и жесткокрылых	Саратовская обл.: Ровенский р-н., окр. пос. Лиманный.
<i>Messor sp.</i> Муравьи-жнецы	Ichneumonidae	Зерноядные муравьи	Калмыкия: окр. оз. Маныч.
Euritomidae sp. Наездники	Euritomidae	Представители семейства – паразитоиды и фитофаги.	Калмыкия: окр. оз. Маныч.
Acaenitinae sp. Наездники	Ichneumonidae	то же	Саратовская обл.: Ровенский р-н., окр. пос. Лиманный.
<i>Harmolita noxialis</i> (?)Пшеничная толстоножка	Euritomidae	Поселяясь внутри стеблей злаков, личинки вызывают образование галлов и гибель растений	Ростовская обл., Красносулинский р-н, окр. пос. Первомайский
LEPIDOPTERA			
<i>Epicallia villica</i> , l. (?) Медведица деревенская, или сельская	Arctiidae	Кормовые растения: одуванчик, яснотка, тысячелистник, подорожник, земляника и др.	Саратовская обл.: Ровенский р-н., окр. пос. Лиманный
<i>Lithostege</i> sp. Листовертки	Tortricidae	то же	Волгоградская обл.: Палласовский р-н., окр. оз. Эльтон.

Продолжение таблицы
Table

1	2	3	4
<i>Euchloe ausonia</i> Аврора, зорька	Pieridae	Гусеницы развиваются на крестоцветных	Волгоградская обл.: окр. пос. Ленинский
<i>Syntomis nigricornis</i> Пестрянка ложная нки	Ctenuchidae	Гусеницы ложных пестрянок в подавляющем большинстве многоядны и способны развиваться на различных растениях.	Саратовская обл.: Дергачевский р-н, окр. д. Нововизсеевки.
HEMIPTERA			
<i>Carpocoris</i> sp. Цветочный щитник	Pentatomidae	то же	Волгоградская обл., Палласовский р-н., окр. оз. Эльтон.
<i>Anthemania lunulata</i> (?)Клоп-щитник	Pentatomidae	то же	Саратовская обл.: Балаковский р-н, окр. с. Б. Кушум
<i>Lygaeus equestris</i> Наземник оседланный	Lygaeidae	Питается на разнообразных травянистых растениях, большей частью на цветах, незрелых плодах и семенах. Весной питается прошлогодними листьями.	Волгоградская обл.: окр. пос. Ленинский.
<i>Lygus pratensis</i> Слепняк луговой	Miridae	Взрослые клопы и личинки – полифаги, при большой численности повреждают посевы злаков.	Волгоградская обл.: Палласовский р-н., окр. с. Коршуновка.

Продолжение таблицы
Table

1	2	3	4
<i>Coriomeris dentoculatus</i> Краевик	Coreidae	Растительная- ные	Калмыкия: окр. оз. Маныч.
<i>Stictopleurus</i> sp. Клопы- булавники	Rhopalidae	Растительная- ные	Волгоградская обл.: Быковский р-н, окр. с. Верхний Балыклей.
DIPTERA			
<i>Bombylius undatus</i> Жужжало	Bombyliidae	Личинки пред- ставителей рода паразитируют в гнездах андрен	Волгоградская обл.: Палласовский р-н., окр. с. Коршуновка.
<i>Hemyda vittata</i> Ежемуха	Tachinidae	то же	Волгоградская обл.: Палласовский р-н., окр. с. Коршуновка.
Tachinidae sp.	Tachinidae	то же	Волгоградская обл.: окр. пос. Ле- нинский.
<i>Empis</i> sp. Толкунчик	Empididae	Растительная- ные и хищные.	Ростовская обл., Красносулинский р-н, окр. пос. Первомайский
THYSANOPTERA			
Thysanoptera sp. Трипсы	Thysanoptera	то же	отмечены на цветках тюльпана во всех популяциях.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФИ (проект № 16-04-00142).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Аникин В. В., Саранова О. А. Весенний аспект фауны чешуекрылых (Lepidoptera) южных районов республики Калмыкия // Проблемы природопользования и сохранения биоразнообразия в условиях опустынивания: материалы Межрегион. науч.-практ. конф. Волгоград, 2000. С. 31 – 35.

Барсукова П. С. Избирательность мух-журчалок (Diptera, Syrphidae) в посещении цветков рябинника рябинолистного (*Sorbaria sorbifolia*) // Чтения памяти Алексея Ивановича Куренцова. 2010. Вып. 21. С. 121 – 124.

Гринфельд Э. К. Происхождение и развитие антофилии у насекомых. Л.: Изд-во Ленингр. гос. ун-та, 1978. 206 с.

ЭНТОМОФАУНА ОПЫЛИТЕЛЕЙ *TULIPA SUAVEOLENS*

Демьянова Е. И. Антэкология: учеб. пособие по спецкурсу. Пермь: Изд-во Перм. гос. ун-та, 2010. 116 с.

Кашин А. С., Крицкая Т. А., Шанцер И. А. Генетический полиморфизм *Tulipa gesneriana* L. по данным ISSR маркирования // Генетика. 2016. Т. 52, № 10. С. 1134 – 1145.

Кашин А.С., Беляченко А.А., Петрова Н.А., Шилова И.В., Пархоменко А.С., Крицкая Т.А. Географическая изменчивость окраски околоцветника *Tulipa gesneriana* в европейской части ареала // Ботаника в современном мире. Труды XIV Съезда Русского ботанического общества и конференции «Ботаника в современном мире» (г. Махачкала, 18–23 июня 2018 г.). Т. 3: Споровые растения. Микология. Структурная ботаника. Физиология и биохимия растений. Эмбриология растений. Махачкала: АЛЕФ, 2018. С. 275 – 278.

Кириченко А. Н. Настоящие полужесткокрылые европейской части СССР (Hemiptera). Определитель и библиография. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1951. 423 с.

Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М.: Т-во науч. изд. КМК, 2008. 855 с.

Крицкая Т. А., Кашин А. С., Шанцер И. А., Данилов В. А. Генетическая дифференциация *Tulipa suaveolens* Roth (Liliaceae) на северо-востоке ареала в европейской части России // Ботанический журнал. 2018. Т. 103, № 2. С. 187 – 200.

Маевский П. Ф. Флора средней полосы европейской части России. 11-е изд. Москва: Т-во науч. изд. КМК, 2014. 635 с.

Меликян А. П., Тихомиров В. Н. Цветок. Эмбриология цветковых растений. Терминология и концепции. Т. 1. Генеративные органы цветка. СПб: Мир и семья, 1994. С. 29 – 34.

Мордак Е. В. Род 15. Тюльпан – *Tulipa* L. // Флора европейской части СССР. Т. IV. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние., 1979. С. 232 – 236.

Мордак Е. В. Что такое *Tulipa schrenkii* Regel и *T. heteropetala* Ledeb. (Liliaceae)? // Новости систематики высших растений. 1990. Вып. 27. С. 27 – 32.

Определитель насекомых Европейской части СССР в пяти томах. Том 2. Жесткокрылые и веерокрылые. М.; Л.: Наука, 1956. 668 с.

Определитель насекомых европейской части СССР. Т. III. Перепончатокрылые. Первая часть (в серии: Определители по фауне, изданные зоологическим институтом АН СССР. Вып. 119). Л.: Наука. Ленингр. отд-ние., 1978. 584 с.

Определитель насекомых европейской части СССР. Т. III. Перепончатокрылые. Третья часть (в серии: Определители по фауне, изданные зоологическим институтом АН СССР. Вып. 119). Л.: Наука. Ленингр. отд-ние., 1981. 688 с.

Фауна СССР Жесткокрылые. Т. XXIV. Вып. 1. Жуки-зерновки (Bruchidae). М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1957. 538 с.

Штакельберг А. А. Определитель мух европейской части СССР. Л.: Изд-во АН СССР, 1933. 725 с.

Яндовка Л. Ф., Лосева Т. А. Биология цветения *Tulipa biebersteiniana* (Liliaceae) // Растительные ресурсы. 2015. Т. 15, вып. 1. С. 12 – 28.

Anikin V. V., Sachkov S. A., Zolotuhin V. V. Fauna Lepidopterologica Volgo-Uralensis: from P. Pallas to present days // Proceedings of the Museum Witt Munich. Vol. 7. Munich-Vilnius, 2017. P. 1 – 696.

Christenhusz M. J. M., Govaerts R., David J. C., Hall T., Borland K., Roberts P. S., Tuomisto A., Buerki S., Chase M. W., Fay M. F. Tiptoe through the tulips – cultural history, molecular phylogenetics and classification of *Tulipa* (Liliaceae) // Botanical Journal of the Linnean Society. 2013. V. 172. P. 280 – 328.

Faegry K., van der Pijl L. The Principles of Pollination Ecology. Edn. 3. Oxford, New York, Tioronto, Sydney, Paris, Frankfurt: Pergamon Press Ltd., 1979. 247 p.

Grant V. Plant speciation. 2nd ed. New York: Columbia University Press, 1981. 563 p.

Pliszko A., Kostrakiewicz-Gieralt K. Flower-visiting insects on *Solidago x Niederederi* (Asteraceae): An observation from a domestic garden // Botanica. 2018. Vol. 24, № 2. P. 162 – 171.

Reader T., MacLeod J., Elliott Ph. T., Robinson O. J., Manica A. Inter-Order Interactions Between Flower-Visiting Insects: Foraging Bees Avoid Flowers Previously Visited by Hoverflies // Journal of Insect Behavior. 2005. Vol. 18, № 1. P. 51 – 57.

Zonneveld B. The systematic value of nuclear genome size for “all” species of *Tulipa* L. (Liliaceae) // Plant Systematics and Evolution. 2009. V. 281. P. 217 – 245.

Образец для цитирования:

Петрова Н. А., Кашин А. С., Корнеев М. Г., Аникин В. В. Энтомофауна опылителей *Tulipa suaveolens* Roth в Нижнем Поволжье // Бюл. Бот. сада Сарат. гос. ун-та. 2019. Т. 17, вып. 1. С. 3 – 17. DOI: 10.18500/1682-1637-2019-1-3-17.

**ENTOMOFAUNA OF POLLINATORS
TULIPA SUAVEOLENS ROTH IN THE LOWER VOLGA REGION**

Petrova N. A.¹, Kashin A. S.¹, Korneev, M. G.², Anikin V. V.¹

¹ *N. G. Chernyshevsky Saratov State University
83 Astrakhanskaya Str., Saratov 410012, Russia
E-mail: nasch-1@yandex.ru*

² *Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe"
of the Rospotrebnadzor
46 Universitetskaya Str., Saratov 410005, Russia*

Received 1 March 2019, Accepted 25 March 2019

The list of insects collected from flowering plants of *Tulipa suaveolens* in twelve populations in the Saratov, Volgograd, Rostov Provinces and the Republic of Kalmykia is noted in article. Collecting was carried out by mowing with a butterfly net between epy clusters of flowering plants, as well by hand from flowers. It was established that on this largest territory the collected insects similar in faunal structure. Most of them are typical pollinators and phytophages of the steppe zone of Russia. According to results of the study, there is no reason to believe that the effect of insect pollinators on *T. suaveolens* can be selective in nature and have affecting on the genetic structure of populations or have the originality of the biogeographic distribution of tepals color.

Key words: *Tulipa suaveolens* Roth, pollinators, insects, phytophages, flowering seed reproduction.

DOI: 10.18500/1682-1637-2019-1-3-17

REFERENCES

Anikin V. V., Saranova O. A. Spring aspect of Lepidoptera fauna (Lepidoptera) of the southern regions of the Republic of Kalmykia. In: *Problems of nature management and biodiversity conservation in the conditions of desertification: materials Interregion. scientific-practical conf.* Volgograd, 2000. pp. 31 – 35. (in Russian).

Anikin V. V., Sachkov S. A., Zolotuhin V. V. Fauna Lepidopterologica Volgo-Uralensis: from P. Pallas to present days. In: *Proceedings of the Museum Witt Munich. Vol. 7.* Munich-Vilnius, 2017. pp. 1 – 696.

Barsukova P. S. The selectivity of hover flies (Diptera, Syrphidae) visiting flowers of *Sorbaria sorbifolia*. *Readings in memory of Alexei Ivanovich Kurentsov*, 2010, vol. 21, pp. 121 – 124. (in Russian).

Christenhusz M. J. M., Govaerts R., David J. C., Hall T., Borland K., Roberts P. S., Tuomisto A., Buerki S., Chase M. W., Fay M. F. Tiptoe through the tulips – cultural history, molecular phylogenetics and classification of *Tulipa* (Liliaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 2013, vol. 172, pp. 280 – 328.

Faegry K., van der Pijl L. *The Principles of Pollination Ecology*. 3rd ed. Oxford, New York, Toronto, Sydney, Paris, Frankfurt: Pergamon Press Ltd., 1979. 247 p.

Fauna USSR. Coleoptera. The seed beetles (Bruchidae). Vol. XXIV. Part 1. Moscow – Leningrad: Nauka Publ., 1957. 538 p. (in Russian).

Grant V. *Plant speciation*. 2nd ed. New York: Columbia University Press, 1981. 563 p.

Grinfeld E. K. *The origin and development of anthophily insects*. Leningrad: Leningrad University Press, 1978. 206 p. (in Russian).

Demyanova E. I. *Antecology: a textbook for the course*. Perm: Perm University Press, 2010. 116 p. (in Russian).

Kashin A. S., Kritskaya T. A., Schanzer I. A. Genetic polymorphism of *Tulipa gesneriana* L. evaluated on the basis of the ISSR marking data. *Russian Journal of Genetics*, vol. 52, pp. 1134 – 1145.

Kashin A. S., Belyachenko A. A., Petrova N. A., Shilova I. V., Parchomenko A. S., Kritskaya T. A. Geographic variability of color of the perianth *Tulipa gesneriana* in the European part of the area. In: *Botany in the modern world. Proceedings of the XIV Congress of the Russian Botanical Society and the conference “Botany in the Modern World” (Makhachkala, June 18–23, 2018). Vol. 3: Spore plants. Mycology. Structural botany. Physiology and biochemistry of plants. Plant embryology*. Makhachkala: ALEF Press, 2018. pp. 275 – 278. (in Russian).

Kritskaya T. A., Kashin A. S., Schanzer I. A., Danilov V. A. Genetic Differentiation of *Tulipa suaveolens* (Liliaceae) in the North-East of its range in the European part of Russia. *Botanicheskii Zhurnal*, 2018, vol. 103, iss. 2, pp. 187 – 200. (in Russian).

Red book of the Russian Federation (plants and mushrooms). Moscow: KMK Scientific Press Ltd., 2008. 855 p. (in Russian).

Kirichenko A. N. True Hemiptera of the European part of USSR. Determinant and bibliography. Moscow-Leningrad: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1951. 423 p. (in Russian).

Majewski P. F. *Flora of the middle zone of the European part of Russia*, 11th edn. Moscow: KMK Scientific Press Ltd., 2014. 635 p.

Melikyan A. P., Tikhomirov V. N. *Flower. Embryology of flowering plants. Terminology and concepts. Vol. 1. Generative organs of the flower*. St. Petersburg: Mir I Semya, 1994. pp. 29 – 34. (in Russian).

Mordak E. V. Genus 15. *Tulipa* L. In: *Flora of the European part of the USSR. Vol. IV*. Leningrad: Nauka Publ., 1979. pp. 232 – 236. (in Russian).

ЭНТОМОФАУНА ОПЫЛИТЕЛЕЙ *TULIPA SUAVEOLENS*

Mordak H. Quid est *Tulipa schrenkii* Regel et *T. heteropetala* Ledeb. (Liliaceae)? *Novitates Systematicae Plantarum Vascularum*, 1990, vol. 27, pp. 27 – 32. (in Russian).

Keys to the insects of the European part of the USSR. Vol. III. Hymenoptera. Part 1. Leningrad: Nauka Publ., 1978. 584 p. (in Russian).

Keys to the insects of the European part of the USSR. Vol. III. Hymenoptera. Part 3. Leningrad: Nauka Publ., 1981. 688 p. (in Russian).

Keys to the insects of the European part of the USSR. Vol. V. Coleoptera and Strepsiptera. Moscow- Leningrad: Nauka Publ., 1956. 668 p. (in Russian).

Pliszko A., Kostrakiewicz-Gieralt K. Flower-visiting insects on *Solidago x Niederederi* (Asteraceae): An observation from a domestic garden. *Botanica*, 2018, vol. 24, iss. 2, pp. 162 – 171.

Reader T., MacLeod J., Elliott Ph. T., Robinson O. J., Manica A. Inter-Order Interactions Between Flower-Visiting Insects: Foraging Bees Avoid Flowers Previously Visited by Hoverflies. *Journal of Insect Behavior*, 2005, vol. 18, iss. 1, pp. 51 – 57.

Shtakelberg A. A. Keys to the Flies. Leningrad: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1933. 725 p. (in Russian).

Yandovka L. F, Loseva T. A. Biology of *Tulipa biebersteiniana* (Liliaceae) florication. *Rastitelnye Resursy*, 2015, vol. 15, iss. 1, pp. 12 – 28. (in Russian).

Zonneveld B. The systematic value of nuclear genome size for “all” species of *Tulipa* L. (Liliaceae). *Plant Systematics and Evolution*, 2009, vol. 281, pp. 217 – 245.

Cite this article as:

Petrova N. A., Kashin A. S., Korneev M. G., Anikin V. V. Entomofauna of pollinators *Tulipa suaveolens* Roth in the Lower Volga region. *Bulletin of Botanic Garden of Saratov State University*, 2019, vol. 17, iss. 1, pp. 3 – 17. (in Russian).
DOI: 10.18500/1682-1637-2019-1-3-17

ИНТРОДУКЦИЯ РАСТЕНИЙ И БОТАНИЧЕСКОЕ РЕСУРСОВЕДЕНИЕ

УДК 581.9(213):502.172:[58:069.29](470.21)

РЕДКИЕ И ИСЧЕЗАЮЩИЕ ТРОПИЧЕСКИЕ И СУБТРОПИЧЕСКИЕ РАСТЕНИЯ В КОЛЛЕКЦИИ ПОЛЯРНО-АЛЬПИЙСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

Л. Л. Виравчева, Л. А. Иванова

*Полярно-альпийский ботанический сад-институт
имени Н. А. Аврорина
Россия, 184209, Апатиты, ул. Ферсмана, д. 18^А
E-mail: viracheva-ljubov@yandex.ru*

Поступила в редакцию 23.01.2019 г., принята 25.03.2019 г.

Приведены результаты анализа видового разнообразия группы редких и исчезающих тропических и субтропических растений в оранжереях Полярно-альпийского ботанического сада. Выявлено 129 видов растений, относящихся к 74 родам 35 семействам, которые нуждаются в охране. Все они включены в базу данных Международного союза охраны природы (IUNC) и имеют разные категории охранного статуса: виды, исчезающие в дикой природе (природоохранный статус EW) – 1 вид; виды, находящиеся под угрозой исчезновения (природоохранный статус EN) – 11 видов; виды, находящиеся в уязвимом положении (природоохранный статус VU) – 13 видов; виды, находящиеся в состоянии близком к угрожаемому (природоохранный статус NT) – 9 видов; виды, вызывающие наименьшие опасения (природоохранный статус LC) – 95 видов. Отмечено, что 69 редких и исчезающих видов в коллекции находятся в вегетативном состоянии, 60 – в генеративном (39 из них периодически или ежегодно цветут, но не образуют плодов; 21 – достигают фазы плодоношения; цветение *Caryota mitis* Lour. и образование стробил у *Cycas revoluta* Thunb. наблюдалось всего один раз за все время выращивания). Всхожие семена образуются у 18 видов. Наибольшее число редких растений насчитывается в семействе Cactaceae Juss. (77 видов 29 родов).

Ключевые слова: Заполярье, защищенный грунт, интродукция, тропические и субтропические растения, редкие и исчезающие виды.

DOI: 10.18500/1682-1637-2019-1-18-29

РЕДКИЕ И ИСЧЕЗАЮЩИЕ ТРОПИЧЕСКИЕ РАСТЕНИЯ

Взросшие в мире антропогенные нагрузки приводят к сокращению ареалов многих видов растений, а иногда и к полному их исчезновению. Поэтому проблема сохранения биоразнообразия растительного мира является одной из самых актуальных, требующих скорейшего решения. Большую роль в сохранении биоразнообразия играют ботанические сады России. В своей деятельности они руководствуются принятой многими странами Международной Конвенцией о биологическом разнообразии, а также Стратегией ботанических садов России по сохранению биоразнообразия растений, разработанной в Совете ботанических садов России, согласно которым наряду с охраной редких и исчезающих видов растений в разных заповедниках и заказниках, следует осуществлять и такой прием сохранения растений, как создание коллекций редких и исчезающих растений в ботанических садах (Растения..., 2005). Эти коллекции могут представлять собой источник живого материала для систематических, цитологических, биохимических, биоморфологических и других экспериментальных исследований. Созданная в ботаническом саду, коллекция этих видов послужила бы средством временного сохранения и впоследствии могла бы быть использована при реинтродукции их в естественных условиях (Демидов, Потапова, 2009).

Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н. А. Аврорина Кольского научного центра РАН (ПАБСИ) – самый северный в России и первый из трех ботанических садов в мире, расположенных за Полярным кругом (67°38' с.ш. и 33°37' в.д.). В коллекциях открытого и закрытого грунта ПАБСИ собран уникальный генофонд мировой флоры – более 2400 видов, подвидов, разновидностей, форм и сортов, из которых 731 выращиваются в оранжерее. Коллекционный фонд тропических и субтропических растений в настоящее время включает 743 образца растений, относящихся к 731 таксону 631 вида из 315 родов 110 семейств. Оранжереи Полярно-альпийского ботанического сада являются центром первичной интродукции декоративных растений в Заполярье, служат богатейшим источником для разработки и обогащения зональных ассортиментов растений защищенного грунта и базой для проведения большой научно-просветительской работы, популяризации ботанических знаний. Фонды оранжерей включают растения, интродуцированные из различных областей земного шара, имеются представители многих морфологических и экологических групп. Коллекции являются хранилищем редких и исчезающих растений.

Цель исследования – провести анализ существующего видового разнообразия группы редких и исчезающих тропических и субтропических растений в коллекции Полярно-альпийского ботанического сада.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектами исследования явились представители группы редких и исчезающих тропических и субтропических растений в коллекции ПАБСИ.

Основной источник пополнения этой группы – семена и живые растения, поступающие по обмену из ботанических садов зарубежных стран, а также приобретенные через торговую сеть.

Растения размещены в двух фондовых оранжереях площадью 555 м² и 150 м², имеющих поликарбонатное покрытие, оснащенных специализированным оборудованием для многолетней эксплуатации и с учетом специфики выращивания растений в условиях интродукционных экспериментов.

Оптимальная для роста и развития тропических и субтропических растений температура воздуха в теплицах поддерживается в течение отопительного сезона при помощи центрального отопления и автоматических форточек; в неотапливаемый (июнь-сентябрь) – зависит от наружных температур воздуха. Начиная с марта, и особенно в летние солнечные дни, она может достигать 30 – 40°C, в пасмурную погоду и ночью – снижаться до 8°C.

Особое внимание уделено оптимизации системы дополнительного облучения растений (использованию ламп ДНаЗ-600 Reflacs/super и ДРИ-3-400) с целью индуцирования их генеративного развития, в том числе, в период «полярной ночи». Это позволяет поднять уровень освещенности в теплицах до 10 тыс. лк и продлить световой день до 16 часов даже в самые темные дни.

Средние значения относительной влажности воздуха в коллекционных оранжереях в период с апреля по август являются наивысшими и могут достигать 95%, в остальные месяцы находятся в пределах от 25 до 45%. Для повышения влажности в теплицах используются полив и опрыскивание растений.

Проблемы повышения устойчивости интродуцируемых тропических и субтропических растений решаются комплексно, т.е. с привлече-

РЕДКИЕ И ИСЧЕЗАЮЩИЕ ТРОПИЧЕСКИЕ РАСТЕНИЯ

нием специалистов-агрохимиков, физиологов, агрономов. Фитосанитарный контроль за коллекционными растениями осуществляется четко, не допуская массового распространения вредителей и болезней. Из средств защиты применяется в основном биологический метод, а химический используется в крайнем случае и локально.

Номенклатура таксонов (семейств и родов) приводится в соответствии с системой А. Л. Тахтаджяна (1987), названия видов – в соответствии с The Plant List (2013).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно данным Международного союза охраны природы (The IUCN, 2017) редкие и исчезающие виды растений тропической и субтропической флоры имеют разные категории охранного статуса: виды, исчезающие в дикой природе (природоохранный статус EW); виды, находящиеся на грани полного исчезновения (природоохранный статус CR); виды, находящиеся под угрозой исчезновения (природоохранный статус EN); виды, находящиеся в уязвимом положении (природоохранный статус VU); виды, находящиеся в состоянии близком к угрожаемому (природоохранный статус NT); виды, вызывающие наименьшие опасения (природоохранный статус LC).

В оранжереях ПАБСИ такие растения представлены 129 видами, относящимися к 74 родам 35 семейств (таблица).

Максимальное число редких растений насчитывается в семействе Sactaceae (77 видов 29 родов) – самом крупном по числу видов в коллекции тропических и субтропических растений ПАБСИ. Они составляют более половины всех нуждающихся в охране видов растений и содержатся в отдельной оранжерее для суккулентов.

Самая многочисленная группа редких растений – это группа видов, вызывающих наименьшие опасения (природоохранный статус LC). Она состоит из 95 видов, относящихся к 54 родам 26 семейств. Виды, находящиеся в состоянии близком к угрожаемому (природоохранный статус NT), представлены 9 видами 9 родов из 5 семейств. Наиболее высокие категории охранного статуса по базе данных Международного союза охраны природы в коллекции ПАБСИ имеют 25 видов 24 родов 13 семейств, из них 13 видов 12 родов из 7 семейств – виды, находящиеся в уязвимом положении (природоохранный статус VU); 11 видов 11 родов из 5 семейств – виды, находящиеся под угрозой исчезновения

(природоохранный статус EN); *Brugmansia arborea* – вид, исчезающий в дикой природе (природоохранный статус EW).

Более половины редких и исчезающих видов коллекции находятся в вегетативном состоянии (69 видов). Генеративное состояние отмечено у 60 видов; 39 из них периодически (*Stephanotis floribunda*, *Cleistocactus strausii*, *C. winteri*, *Disocactus flagelliformis*, *Mammillaria decipiens*, *Parodia chrysacanthion*, *Pilosocereus royenii*, *Selenicereus grandiflorus*, *Arbutus unedo*, *Camellia sasanqua*, cv. *Alba*) или ежегодно (*Zantedeschia aethiopica*, *Aloë elegans*, *Aechmea fasciata*, *Disocactus ackermannii*, *Echinopsis ancistrophora*, *Epiphyllum oxypetalum*, *Gymnocalycium michanovichii*, *Hatiora rosea*, *Lepismium houlettianum*, *L. warmingianum*, *Mammillaria bocasana*, *M. hahniana*, *M. karwinskiana*, *M. klissingiana*, *M. orcuttii*, *M. polythele*, *Opuntia phaeacantha*, *Parodia concinna*, *Rebutia albiflora*, *R. fiebrigii*, *Rhipsalis pachyptera*, *R. teres*, *Schlumbergera truncata*, *Campanula fragilis*, *Dionea muscipula*, *Myrtus communis*, *Brugmansia arborea*) цветут, но не образуют плодов. Цветение *Caryota mitis* и образование стробил у *Cycas revoluta* наблюдалось всего один раз за все время выращивания этих растений в оранжерее.

Фазы плодоношения, семеношения и спороношения достигают 21 вид растений. Всхожие семена образуются у 18 видов (*Alocasia odora*, *Brasiliopuntia brasiliensis*, *Disocactus biformis*, *Epiphyllum anguliger*, *Mammillaria prolifera*, *Opuntia dillenii*, *O. engelmannii*, *Pereskia grandifolia*, *Pfeiffera ianthothele*, *Pseudorhipsalis ramulosa*, *Rebutia fiebrigii*, *Rhipsalis baccifera*, *R. crispata*, *R. micrantha*, *R. pilocarpa*, *Cupressus sempervirens*, *Cyperus alternifolius*, *Euphorbia leuconeura*). У двух видов (*Ficus carica* и *Camellia japonica*) плоды созревают, но семена не завязываются из-за отсутствия необходимых опылителей. Единственный в коллекции редких видов папоротник *Adiantum capillis-veneris* ежегодно производит жизнеспособные споры.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Опыт интродукции тропических и субтропических растений Полярно-альпийского ботанического сада показал, что в оранжереях за Полярным Кругом возможно культивирование редких и нуждающихся в охране тропических и субтропических растений.

РЕДКИЕ И ИСЧЕЗАЮЩИЕ ТРОПИЧЕСКИЕ РАСТЕНИЯ

Таблица. Список редких растений в оранжереях Полярно-альпийского ботанического сада

Table. List of rare plants in the greenhouses of the Polar Alpine Botanical Garden

Семейства Families	Виды Species	F.Ph.	C.S.
1	2	3	4
<i>Adiantaceae</i> (C. Presl) Ching	<i>Adiantum capilis-veneris</i> L.	Сп	LC
<i>Araceae</i> Juss.	<i>Alocasia odora</i> (Lodd.) Spach	П	LC
	<i>Zantedeschia aethiopica</i> (L.) Spreng.	Ц	LC
<i>Araucariaceae</i> F. Neger	<i>Araucaria heterophylla</i> (Salisb.) Franco	В	VU
<i>Arecaceae</i> Sch.-Bip.	<i>Caryota mitis</i> Lour.	Ц	LC
	<i>Dypsis lutescens</i> (H. Wendl.) Beentje & J. Dransf.	В	NT
	<i>Washingtonia filifera</i> H. Wendl. ex Wats.	В	NT
<i>Asclepiadaceae</i> R. Br.	<i>Stephanotis floribunda</i> Brongn.	Ц	VU
<i>Asphodelaceae</i> Juss.	<i>Aloë elegans</i> Tod.	Ц	LC
	<i>Aloë ferox</i> Mill.	В	LC
<i>Asteliaceae</i> Dum.	<i>Cordyline stricta</i> (Sims.) Endl.	В	LC
<i>Bignoniaceae</i> Juss.	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	В	VU
<i>Bromeliaceae</i> Juss.	<i>Aechmea fasciata</i> (Lindl.) Baker	Ц	LC
	<i>Tillandsia ionantha</i> Planch.	В	LC
<i>Buxaceae</i> Dum.	<i>Buxus sempervirens</i> L.	В	LC
<i>Cactaceae</i> Juss.	<i>Austrocylindropuntia subulata</i> (Mühlenpf.) Backeb.	В	LC
	<i>Brasiliopuntia brasiliensis</i> (Willd.) A. Berger	П	LC
	<i>Carnegiea gigantea</i> (Engelm.) Br. et R.	В	LC
	<i>Cereus peruvianus</i> (L.) Mill.	Ц	LC
	<i>Cleistocactus baumannii</i> (Lem.) Lem.	В	LC
	<i>Cleistocactus sepium</i> (Kunth) A. Weber	В	LC
	<i>Cleistocactus strausii</i> (Heese) Backeb.	Ц	LC
	<i>Cleistocactus winteri</i> D.R. Hunt	Ц	EN
	<i>Cylindropuntia kleiniae</i> (DC.) Knuth	В	LC
	<i>Disocactus ackermannii</i> (Haw.) Ralf Bauer	Ц	LC
	<i>Disocactus biformis</i> (Lindl.) Lindl.	П	EN
	<i>Disocactus flagelliformis</i> (L.) Barthlott	Ц	NT
	<i>Echinocactus grusonii</i> Hildm.	В	EN

Продолжение таблицы
Table

1	2	3	4
Cactaceae Juss.	<i>Echinopsis ancistrophora</i> Speg.	II	VU
	<i>Echinopsis calochlora</i> K. Schum.	B	LC
	<i>Echinopsis oxygona</i> (Link.) Zucc. ex Pfeiff. et Otto	B	LC
	<i>Epiphyllum anguliger</i> (Lem.) D. Don.	II	LC
	<i>Epiphyllum oxypetalum</i> (DC.) Haw.	II	LC
	<i>Ferocactus peninsulae</i> (Web.) Br. et R.	B	LC
	<i>Gymnocalycium michanovichii</i> (Frič et Gürke) Br. et R.	II	LC
	<i>Gymnocalycium mostii</i> (Guerke) Br. et R.	B	LC
	<i>Gymnocalycium saglione</i> (Cels.) Br. et R.	B	LC
	<i>Harrisia balansae</i> (K. Schum.) N.P. Taylor	B	LC
	<i>Harrisia pomanensis</i> (Web.) Br. et R.	B	LC
	<i>Hatiora rosea</i> (Lagerh.) Barthlott	II	NT
	<i>Lepismium houlletianum</i> (Lem.) Barthlott	II	LC
	<i>Lepismium warmingianum</i> (K. Schum.) Barthlott	II	LC
	<i>Lophophora williamsii</i> (Lem. ex Salm-Dyck) J.M. Coult.	B	VU
	<i>Mammillaria bocasana</i> Poselg.	II	LC
	<i>Mammillaria decipiens</i> Scheidw.	II	LC
	<i>Mammillaria hahniana</i> Werderm.	II	NT
	<i>Mammillaria karwinskiana</i> Mart.	II	LC
	<i>Mammillaria klissingiana</i> Boed.	II	LC
	<i>Mammillaria magnimamma</i> Haw.	B	LC
	<i>Mammillaria microhelix</i> Werderm.	B	EN
	<i>Mammillaria orcuttii</i> Boed.	II	LC
	<i>Mammillaria polythele</i> Mart.	II	LC
	<i>Mammillaria prolifera</i> (Mill.) Haw.	II	LC
	<i>Myrtillocactus geometrizans</i> (Mart.) Console	B	LC
	<i>Neobuxbaumia euphorbioides</i> (Haw.) Buxb.	B	VU
	<i>Opuntia anacantha</i> Speg.	B	LC
	<i>Opuntia dillenii</i> (Ker-Gawl.) Haw.	II	LC
	<i>Opuntia elata</i> Link et Otto ex Salm-Dyck	B	LC
	<i>Opuntia engelmannii</i> Salm-Dyck	II	LC
	<i>Opuntia leucotricha</i> DC.	B	LC
	<i>Opuntia microdasys</i> (Lehm.) Pfeiff.	B	LC

РЕДКИЕ И ИСЧЕЗАЮЩИЕ ТРОПИЧЕСКИЕ РАСТЕНИЯ

Продолжение таблицы

Table

1	2	3	4
Cactaceae Juss.	<i>Opuntia phaeacantha</i> Engelm.	II	LC
	<i>Opuntia robusta</i> H. Wendl.	B	LC
	<i>Opuntia stenopetala</i> Engelm.	B	LC
	<i>Opuntia streptacantha</i> Lem.	B	LC
	<i>Parodia chrysacanthion</i> (K. Schum.) Backeb.	II	LC
	<i>Parodia concinna</i> (Monv.) N.P. Taylor	II	LC
	<i>Parodia lenninghausii</i> (Haage) F.H. Brandt	B	EN
	<i>Parodia mammulosa</i> (Lem.) N.P. Taylor	B	LC
	<i>Parodia schumanniana</i> (Nicolai) F.H. Brandt.	B	VU
	<i>Parodia scopa</i> (Spreng.) N.P. Taylor	B	VU
	<i>Pereskia aculeata</i> (Plum.) Mill.	B	LC
	<i>Pereskia grandifolia</i> Haw.	II	LC
	<i>Pfeiffera ianthothele</i> (Monv.) Web.	II	LC
	<i>Pilosocereus leucocephalus</i> (Poselg.) Byl. et G.D. Rowley	B	LC
	<i>Pilosocereus royenii</i> (L.) Byles & G.D. Rowley	II	LC
	<i>Pseudorhipsalis ramulosa</i> (Salm-Dyck) Barthlott	II	LC
	<i>Rebutia albiflora</i> F. Ritt. et Buin.	II	EN
	<i>Rebutia deminuta</i> (F.A.C. Weber) Britton & Rose	B	LC
	<i>Rebutia fiebrigii</i> (Gurke) B. & R. ex L.H. Bailey	II	LC
	<i>Rebutia pygmaea</i> (R.E. Fr.) Br. & R.	B	LC
	<i>Rebutia ritteri</i> (Wessner) Buining & Donald	B	LC
	<i>Rhipsalis baccifera</i> (J.S. Muell.) Stearn	II	LC
	<i>Rhipsalis cereuscula</i> Haw.	B	LC
	<i>Rhipsalis crispata</i> (Haw.) Pfeiff.	II	EN
	<i>Rhipsalis micrantha</i> (Kunth) DC.	II	LC
	<i>Rhipsalis pachyptera</i> Pfeiff.	II	LC
	<i>Rhipsalis paradoxa</i> (Salm-Dyck ex Pfeiff.) Salm-Dyck.	B	LC
	<i>Rhipsalis pilocarpa</i> Loefgr.	II	VU
	<i>Rhipsalis teres</i> (Vell.) Steud.	II	LC
	<i>Schlumbergera truncata</i> (Haw.) Moran.	II	VU
	<i>Selenicereus grandiflorus</i> (L.) Br. et R.	II	LC

Продолжение таблицы

Table

1	2	3	4
<i>Campanulaceae</i> Juss.	<i>Campanula fragilis</i> Cyr	II	LC
<i>Cupressaceae</i> F. Neger	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> (Murr.) Parl.	B	NT
	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	B	LC
	<i>Cupressus sempervirens</i> L.	CM	LC
	<i>Platycladus orientalis</i> L.	B	NT
	<i>Tuja occidentalis</i> L.	B	LC
	<i>Tujopsis dolabrata</i> (L. fil.) Siebold et Zucc.	B	LC
<i>Cycadaceae</i> L.A.S. Johnson	<i>Cycas circinalis</i> L.	B	EN
	<i>Cycas revoluta</i> Thunb.	CTP	LC
<i>Cyperaceae</i> Juss.	<i>Cyperus alternifolius</i> L.	II	LC
<i>Dracaenaceae</i> Salisbury	<i>Dracaena draco</i> L.	B	VU
<i>Droseraceae</i> Salisb.	<i>Dionaea muscipula</i> Sol. ex J. Ellis	II	VU
<i>Ericaceae</i> Juss.	<i>Arbutus unedo</i> L.	II	LC
<i>Euphorbiaceae</i> Juss.	<i>Euphorbia leuconeura</i> Boiss.	II	VU
	<i>Euphorbia neriifolia</i> L.	B	LC
	<i>Euphorbia tirucalli</i> L.	B	LC
<i>Ginkgoaceae</i> Lindl.	<i>Ginkgo biloba</i> L.	B	EN
<i>Juncaceae</i> Juss.	<i>Juncus decipiens</i> (Buchenau) Nakai	B	LC
<i>Lauraceae</i> Juss.	<i>Laurus nobilis</i> L.	B	LC
	<i>Persea americana</i> Mill.	B	LC
	<i>Persea indica</i> (L.) Spreng.	B	LC
<i>Magnoliaceae</i> Juss.	<i>Magnolia grandiflora</i> L.	B	LC
<i>Malvaceae</i> Juss.	<i>Hibiscus moscheutos</i> L.	B	LC
<i>Moraceae</i> Link	<i>Ficus carica</i> L.	II	LC
<i>Myrtaceae</i> Juss.	<i>Eugenia uniflora</i> L.	B	LC
	<i>Myrtus communis</i> L.	II	LC
<i>Nepenthaceae</i> Dumort.	<i>Nepenthes alata</i> Blanco	B	LC
<i>Pandanaceae</i> R. Br.	<i>Pandanus tectorius</i> Soland.	B	LC
<i>Sapindaceae</i> Juss.	<i>Dimocarpus longan</i> Lour.	B	NT
<i>Sarraceniacae</i> Dum.	<i>Sarracenia psittacina</i> Michx.	B	LC
<i>Solanaceae</i> Juss.	<i>Brugmansia arborea</i> (L.) Steud.	II	EW
<i>Taxaceae</i> Lindl.	<i>Taxus baccata</i> L.	B	LC
<i>Taxodiaceae</i> F. Neger	<i>Cryptomeria japonica</i> (L. fil.) D. Don	B	NT
	<i>Metasequoia glyptostroboides</i> Hu et Cheng	B	EN

РЕДКИЕ И ИСЧЕЗАЮЩИЕ ТРОПИЧЕСКИЕ РАСТЕНИЯ

Продолжение таблицы

		Table	
1	2	3	4
<i>Theaceae</i> D. Don	<i>Camellia japonica</i> L.	П	LC
	<i>Camellia sasanqua</i> Thunb. cv. <i>Alba</i>	Ц	LC
<i>Zamiaceae</i> Horan.	<i>Dioon spinulosum</i> Dyer ex Eichl.	В	EN

Примечание: F.Ph. – конечная фаза развития, C.S. – охранный статус, В – вегетация, Ц – цветение, Стр – образование стробил, П – плодоношение, П – возможен самосев, См – семеношение, Сп – спороношение.

Note: F.Ph. – the final phase of development, C.S. – conservation status, В – vegetation, Ц – bloom, Стр – appearance of strobile, П – fruiting, См – seed bearing, Сп – sporulation.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Демидов А. С., Потапова С. А. Деятельность ботанических садов России по сохранению и увеличению коллекционных фондов // Ботанические сады в 21 веке: сохранение биоразнообразия, стратегия развития и инновационные решения: матер. междунар. научн.-практ. конф. Белгород: ИПЦ «ПОЛИТЕРА», 2009. С. 3 – 5.

Растения Красной книги России в коллекциях ботанических садов и дендрариев. М.: ГБС РАН, Тула: ИПП «Гриф и К», 2005. 144 с.

Тахтаджян А. Л. Система магнолиофитов. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1987. 338 с.

The IUCN Red List of Threatened Species 2017-3. URL: <http://www.IUNC.Redlist.org> (дата обращения 5.12.2018).

The Plant List, 2013. Version 1.1; URL: <http://www.theplantlist.org> (дата обращения 5.12.2018).

Образец для цитирования:

Виравчева Л. Л., Иванова Л. А. Редкие и исчезающие тропические и субтропические растения в коллекции Полярно-альпийского ботанического сада // Бюл. Бот. сада Сарат. гос. ун-та. 2019. Т. 17, вып. 1. С. 18 – 29.
DOI: 10.18500/1682-1637-2019-1-18-29.

RARE AND ENDANGERED TROPICAL AND SUBTROPICAL PLANTS IN POLAR ALPINE BOTANICAL GARDEN COLLECTIONS

L. L. Viracheva, L. A. Ivanova

N. A. Avrorin Polar Alpine Botanical Garden
18^А Fersmana Str., Apatity 184209, Russia
E-mail: viracheva-ljubov@yandex.ru

Received 23 January 2019, Accepted 25 March 2019

The results of species diversity analysis of a group of rare and endangered tropical and subtropical plants in the greenhouse of Polar-alpine botanical garden are presented 129 species of plants belonging to 74 genera of 35 families that need protection is revealed. All of them are included in the database of the International Union for Conservation of Nature (IUNC): extinct in the wild (conservation status EW) – 1 species; endangered species (conservation status EN) – 11 species; vulnerable species (conservation status VU) – 13 species; near threatened species (conservation status NT) – 9 species; least concern species (conservation status LC) – 95 species. Noted that 69 rare and endangered species in the collection are in the sowing state, 60 species are in the generative state (39 species annually or periodically bloom, but do not form fruits; 21 species reach fruiting phase, seed bearing and sporulation; the bloom of *Caryota mitis* Lour. and appearance of strobile bay *Cycas revoluta* Thunb. was observed only once during the entire cultivation). 18 plant species give germinating seeds. Most rare plants are counted in the family *Cactaceae* Juss. (77 species of 29 genera).

Key words: The Arctic, introduction, protected ground, tropical and subtropical plants, rare and endangered species.

DOI: 10.18500/1682-1637-2019-1-18-29

REFERENCES

Demidov A. S., Potapova S. A. Activities of botanical gardens of Russia to preserve and increase collection funds. In: *Botanical gardens in the 21st century: biodiversity conservation, development strategy and innovative solutions: Materials of International scientific and practical conference*. Belgorod: POLITERA Publ., 2009. pp. 3 – 5. (in Russian).

Plants of the Red Book of Russia in the collection of botanical gardens and arboretums. Moscow: MGB of RAS; Tula: Grif and K Publ. 144 p. (in Russian).

РЕДКИЕ И ИСЧЕЗАЮЩИЕ ТРОПИЧЕСКИЕ РАСТЕНИЯ

Takhtadjyan A. L. *Magnoliefites system*. St. Petersburg: Nauka Publ., 1987. 338 p. (in Russian).

The IUCN Red List of Threatened Species. 2017-3. <http://www.IUNC.Redlist.org> (Accessed 5-December-2018).

The Plant List, 2013. Version 1.1; URL: <http://www.theplantlist.org> (Accessed 5-December-2018).

Cite this article as:

Viracheva L. L., Ivanova L. A. Rare and endangered tropical and subtropical plants in Polar Alpine Botanical Garden collections. *Bulletin of Botanic Garden of Saratov State University*, 2019, vol. 17, iss. 1, pp. 18 – 29. (in Russian).
DOI: 10.18500/1682-1637-2019-1-18-29.

УДК 581.8

**ПЕРВЫЕ ИТОГИ ИНТРОДУКЦИИ
АВРАНА ЛЕКАРСТВЕННОГО
(*GRATIOLA OFFICINALIS* L., SCROPHULARIACEAE)
В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ СГУ**

Ю. А. Демочко, Н. А. Петрова

*Саратовский национальный исследовательский государственный
университет им. Н. Г. Чернышевского
Россия, 410012, Саратов, ул. Астраханская, 83
E-mail: nasch-1@yandex.ru*

Поступила в редакцию 23.11.2018 г., принята 25.03.2019 г.

Приводятся результаты интродукционных наблюдений за представителем флоры Саратовской области – авраном лекарственным (*Gratiola officinalis* L.) в ботаническом саду Саратовского государственного университета. Изучен ритм сезонного развития аврана лекарственного в интродукционных условиях, выявлены сроки прохождения основных фенологических фаз. Проведена оценка перспективности введения аврана лекарственного в культуру в Саратовской области по шкале успешности интродукции В. Н. Былова и Р. А. Карпионовой. Авран лекарственный успешно проходит все фенологические фазы и образует жизнеспособные семена в условиях ботанического сада. Установлено, что продолжительность цветения аврана лекарственного составляет около трех месяцев. Вегетация длится около шести с половиной месяцев. По шкале успешности интродукции вид отнесен к достаточно перспективным для интродукции в Саратовской области. Таким образом, авран лекарственный может быть рекомендован к введению в культуру в Поволжье как ценное лекарственное растение.

Ключевые слова: авран лекарственный, *Gratiola officinalis* L., фенофаза, фенологические ритмы, отрастание, бутонизация, массовое цветение, интродукционная оценка.

DOI: 10.18500/1682-1637-2019-1-30-38

Авран лекарственный (*Gratiola officinalis* L.) – многолетнее травянистое растение семейства норичниковых (Scrophulariaceae). Распространен на Кавказе, в Западной Сибири, Казахстане, Средней Азии,

ИТОГИ ИНТРОДУКЦИИ АВРАНА ЛЕКАРСТВЕННОГО

Иране, Средней и Атлантической Европе, Средиземноморье, Северной Америке (Иванина, 1981). Растет на влажных и сырых плодородных супесчаных, суглинистых и иловатых почвах в поймах рек, по берегам озер, прудов, низинных болот, на сырых и солонцеватых лугах, на аллювиальных песках. Хорошо развивается на богатых гумусом, слабокислых почвах. Цветет с конца мая по сентябрь, плоды созревают с июля. Размножается семенами и отрезками корневища (Атлас..., 1962; Иванина, 1981). В Саратовской области авран лекарственный нередко встречается по сырым лугам, берегам водоёмов, иногда в воде (Еленевский и др., 2009; Маевский, 2014).

Трава аврана лекарственного содержит гликозиды грациотоксин и грациолин, которыми и обусловлено основное лечебное действие этого растения. Кроме того, в нем содержатся сапонины, яблочная и бетулиновая кислота, дубильные вещества, жирные эфирные масла, минералы и др. (Атлас..., 1962). В последнее время вид активно исследуется разными авторами в связи со своими лечебными свойствами (Полуконова и др., 2013; 2016). Установлено его противоопухолевое, антикахексическое, противотуберкулезное, противовоспалительное, жаропонижающее и антимикробное действие. Авран лекарственный входит в состав сбора Здренко, используемого при лечении некоторых форм рака (Куркин, 2007). Оценены запасы лекарственного сырья на территории острова Чардымский р. Волги в Саратовской области. Полученные данные (урожайность и запасы аврана лекарственного) свидетельствуют о возможности организации промысловых заготовок (Полуконова и др., 2016). Оценены успешность микрклонального размножения и адаптация регенерантов аврана лекарственного в условиях Республики Удмуртия (Баранова, Колдомова, 2016).

Цель данной работы: изучение ритма развития аврана лекарственного в интродукционных условиях, оценка перспективности введения его в культуру в условиях Саратовской области.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В Ботаническом саду Саратовского государственного университета авран лекарственный произрастает с мая 2011 года. Образец привезен из Краснокутского района Саратовской области в виде живых растений и высажен в открытый грунт с учетом экологических предпочтений: вблизи основных магистральных поливных линий и в условиях полутени.

Полив осуществляется дождеванием два-три раза в неделю (в зависимости от погодных условий), продолжительностью 4 – 5 часов.

Интродукционный участок Ботанического сада СГУ расположен в черте г. Саратова, на пологом южном склоне с отметками абсолютных высот 100 – 120 м. Тип почвы – чернозем южный. Климатические параметры вегетационных сезонов для г. Саратова приведены в таблице 1. За годы наблюдения средняя температура вегетационного сезона (апрель-октябрь) в г. Саратове составила 16.38°C, за этот период выпало в среднем 297.43 мм осадков, средняя влажность воздуха составила 59, 54%. Из рассматриваемого периода наиболее теплым и сухим был вегетационный сезон 2012 г. Самой низкой средняя температура была в апреле-октябре 2017 г., в этом сезоне выпало наибольшее количество осадков, а влажность воздуха была выше средней.

Таблица 1. Климатические условия вегетационных сезонов в г. Саратове
Table 1. The climatic conditions of the vegetation seasons in Saratov

Год Year	Температура Temperature		Количество осадков Rainfall		Влажность воздуха Air humidity	
	Средняя температура за апрель-октябрь, °C Average temperature in April-October, °C	Отклонение от среднего значения, °C Deviation from the mean value, °C	Сумма осадков за апрель-октябрь, мм Amount of precipitation for April-October, mm	Отклонение от среднего значения, мм Deviation from the mean, mm	Средняя влажность воздуха за апрель-октябрь, % Average humidity for April-October, %	Отклонение от среднего значения, % Deviation from the mean, %
2012	18.07	1.69	277	–20.43	50.86	–8.68
2013	16.10	–0.28	382	84.57	65.14	5.60
2014	15.90	–0.48	195	–102.43	57.14	–2.40
2015	16.36	–0.02	275	–22.43	56.86	–2.68
2016	16.44	0.06	301	3.57	64.43	4.89
2017	14.76	–1.62	416	118.57	64.33	4.79
2018	17.00	0.62	236	–61.43	58.00	–1.54
$\bar{x}$	16.38		297.43		59.54	

ИТОГИ ИНТРОДУКЦИИ АВРАНА ЛЕКАРСТВЕННОГО

На участке высажено 7 растений на расстоянии около 40 см. С момента посадки и до настоящего времени ведутся фенологические наблюдения за видом.

Фенологические наблюдения проводили с 2012 по 2018 гг. Под фенологическими фазами понимали внешние проявления сезонных изменений растения. Для выявления особенностей сезонного развития отмечались следующие фенологические фазы: начало отрастания, бутонизация, начало цветения, массовое цветение, конец цветения, массовое созревание семян, конец вегетации. Результаты наблюдений в виде фенодат были переведены в непрерывный ряд чисел (Зайцев, 1978). Для каждой фенофазы рассчитывали среднее арифметическое (M), среднее квадратическое отклонение, ошибку средней арифметической (m). Затем средние округлялись и переводились в обычные календарные даты. Ошибки средних арифметических также округлялись до целого числа, умножались на 3 и записывались со знаком $\pm$ рядом со средней арифметической. Таким образом устанавливалась средняя фенодата с возможными отклонениями: $M \pm 3m$ (Зайцев, 1978). Полученные данные приводятся в таблице 2.

Для оценки успешности интродукции за основу была взята шкала В. Н. Былова и Р. А. Карпионовой (1978) с некоторыми дополнениями и изменениями (Шилова и др., 2001; Шилова и др., 2007), учитывающими местные погодные-климатические условия. Данная шкала учитывает способность растений к семенному и вегетативному размножению, их общее состояние и продуктивность цветения, устойчивость к вредителям и болезням, состояние после зимовки и летней засухи. Каждый параметр оценивался по 3-балльной шкале, при этом балл 1 ставится при низших показателях. Оценка производится путём суммирования показателей по всем признакам. Суммарная оценка видов позволяет отнести их к одному из трех типов по успешности интродукции в данной зоне, а также показывает возможность их реинтродукции в места естественного обитания. По данной шкале, малоперспективные к введению в культуру виды имеют суммарную оценку от 6 до 10 баллов, перспективные виды – от 11 до 15 баллов, очень перспективные – от 16 до 18 баллов (Былов, Карпионов, 1978).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В условиях открытого грунта ботанического сада вид зимует достаточно успешно, признаков вымерзания не обнаружено. Проходит все

стадии развития. Даёт немногочисленный самосев. Семена дают всходы только после прохождения периода покоя.

Как видно из таблицы 2, отрастание побегов аврана лекарственного в условиях ботанического сада начинается не раньше начала-середины апреля (12.04 ± 6 дней), бутонизация происходит в середине-конце мая (24.05 ± 9 дней). Цветение аврана лекарственного проходит несколькими этапами, и продолжается с середины-конца мая (30.05 ± 9 дней) по начало осени (29.08 ± 9 дней), когда и происходит массовое созревание семян. Фаза плодоношения у данного вида очень растянута, единичные семена начинают созревать примерно через месяц после начала цветения. В разные годы вегетации сроки наступления фенологических фаз немного варьируют в зависимости от погодных условий, но в целом довольно стабильны. Так, в 2018 году наблюдалось самое позднее отрастание побегов из-за долгого таяния снега. Весь период вегетации был короче в данном году. Бутонизация и начало цветения в более прохладном 2015 году сместились на начало июня. В 2016 и 2017 гг. начало цветения так же приходилось на первые дни июня из-за холодной весны. Конец вегетации, как правило, связан с первыми осенними заморозками. Однако в 2018 году он наступил раньше из-за длительной засухи и отсутствия полива по техническим причинам. В целом наступление и продолжительность фенологических фаз в условиях Ботанического сада в большей степени зависит от температуры, чем от суммы осадков. Продолжительность цветения аврана лекарственного в условиях Ботанического сада составляет около трех месяцев. Вегетация длится около 6.5 месяцев.

В условиях БС авран прекрасно вегетирует, цветет, завязывает семена. Способность к семенному размножению аврана лекарственного может быть оценена на 2 балла, так как самосев вида незначителен, и по проведенным нами наблюдениям, прорастания семян сроком хранения 1-6 месяцев не происходит, что говорит о периоде покоя свежих семян. Семена прорастают только в следующий вегетационный период. Вид прекрасно размножается черенками и корневищем, поэтому по способности к вегетативному размножению оценен по высшему баллу – 3. В силу своих ядовитых свойств устойчив к вредителям и болезням, в связи с чем оценён по каждому из этих параметров на 3 балла. Прекрасно зимует под снегом (3 балла). К засухе восприимчив – в засушливый период, несмотря на полив, растения вянут,

ИТОГИ ИНТРОДУКЦИИ АВРАНА ЛЕКАРСТВЕННОГО

края их листьев засыхают. Этот параметр оценен нами в 2 балла. В общей сложности, авран лекарственный по шкале успешности интродукции набирает 15 баллов, что свидетельствует о перспективности введения его в культуру в Саратовской области.

Таблица 2. Даты наступления основных фенологических фаз *Gratiola officinalis* L.
Table 2. Dates of occurrence of the main phenological phases of *Gratiola officinalis* L.

Годы наблюдений Years of observations	Начало отрастания Beginning regrowth	Бутонизация The appearance of buds	Начало цветения Beginning flowerings	Массовое цветение Mass flowering	Конец цветения End flowerings	Массовое созревание семян Mass seed maturation	Конец вегетации End of vegetation	Продолжительность цветения, дни Duration of flowering, days	Продолжительность вегетации, дни The duration of the vegetation period, days
2012	13.04	20.05	28.05	09.06	01.09	-	30.10	96	200
2013	15.04	13.05	18.05	16.06	22.08	-	21.10	96	189
2014	11.04	23.05	28.05	10.06	26.08	05.09	29.10	90	201
2015	15.04	05.06	11.06	10.07	30.08	30.08	05.11	80	204
2016	03.04	27.05	02.06	01.07	10.09	10.09	19.10	100	199
2017	10.04	31.05	05.06	26.06	30.08	8.09	26.10	86	199
2018	22.04	21.05	29.05	8.06	25.08	10.09	10.10	88	171
Среднее значение	12.04±6	24.05±9	30.05±9	20.06±15	29.08±9	06.09±6	24.10±9	91±9	195±15

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, авран лекарственный успешно проходит все фенологические фазы в условиях ботанического сада, хорошо размножается вегетативно. Вид может быть рекомендован к введению в культуру в Поволжье как ценное лекарственное растение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Атлас лекарственных растений СССР / Гл. ред. акад. Н. В. Цицин. М.: Медгиз, 1962. 702 с.

Баранова О. Г., Колдомова Е. А. Оценка успешности микроклонального размножения и адаптации растений-регенерантов *Gratiola officinalis* L. в ботаническом саду удмуртского университета // Биотехнология как инструмент сохранения биоразнообразия растительного мира (физиолого-биохимические, эмбриологические, генетические и правовые аспекты): матер. VI Междунар. научно-практической конф. Симферополь: АРИАЛ, 2014. С 80.

Былов В. Н. Карписонова Р. А. Принципы создания и изучения коллекций малораспространенных декоративных многолетников // Бюллетень Главного ботанического сада. 1978. № 107. С. 77 – 82.

Еленевский А. Г., Буланый Ю. И., Радыгина В. И. Определитель сосудистых растений Саратовской области. Саратов: Изд-во «ИП Баженов», 2009. 248 с.

Зайцев Г. Н. Фенология травянистых многолетников. М.: Наука. 1978. 50 с.

Иванина Л. И. Сем. 142. Scrophulariaceae Juss. – Норичниковые // Флора европейской части СССР. Т 5. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1981. С. 201 – 311.

Куркин В. А. Фармакогнозия: учебник для фарм. вузов (факультетов). 2-е изд. Самара: Офорт, 2007. 1239 с.

Маевский П. Ф. Флора Средней полосы европейской части России. 11-е изд. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2014 г. 635 с.

Полуконова Н. В., Дурнова Н. А., Курчатова М. Н., Наволокин Н. А., Голиков А. Г. Химический анализ и способ получения новой биологически активной композиции из травы аврана лекарственного (*Gratiola officinalis* L.) // Химия растительного сырья. 2013. № 4. С. 165 – 173.

Полуконова Н. В., Дурнова Н. А., Хахулина Н. Н. Фитоценозы и запасы сырья аврана лекарственного (*Gratiola officinalis* L.) на территории острова Чардымского р. Волги Саратовской области // Бюллетень Ботанического сада Саратовского государственного университета. 2016. Т.14, № 2. С. 56 – 61.

Шилова И. В., Панин А. В., Маевский В. В. Редкие и охраняемые растения в коллекции ботанического сада Саратовского госуниверситета // Известия Саратовского государственного университета. Серия Биологическая, выпуск специальный. 2001. С. 502 – 506.

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

Образец для цитирования:

Демочко Ю. А., Петрова Н. А. Первые итоги интродукции аврана лекарственного (*Gratiola officinalis* L., Scrophulariaceae) в Ботаническом саду СГУ // Бюл. Бот. сада Саратов. гос. ун-та. 2019. Т. 17, вып. 1. С. 30 – 38.
DOI: 10.18500/1682-1637-2019-1-30-38.

**THE FIRST RESULTS OF THE INTRODUCTION
OF *GRATIOLA OFFICINALIS* L. (SCROPHULARIACEAE)
IN THE BOTANICAL GARDEN OF SARATOV STATE UNIVERSITY**

Y. A. Demochko, N. A. Petrova

*N. G. Chernyshevsky Saratov State University
83 Astrakhanskaya Str., Saratov 410012, Russia
E-mail: nasch-1@yandex.ru*

Received 23 November 2018, Accepted 25 March 2019

The article presents the results of introduction observations of the representative of the Saratov region flora – *Gratiola officinalis* L. in the Botanical garden of the Saratov state University. The rhythm of seasonal development of *G. officinalis* in the introduction conditions is studied, the terms of passage of the main phenological phases in the conditions of the introduction site are revealed. Estimated the promise of *gratiola* introducing in culture in the Saratov region by the introduction success scale of V. N. Belova and R. A. Karpushova. *G. officinalis* successfully passes all phenological phases and forms viable seeds in the Botanical garden. It is established that the duration of flowering of *G. officinalis* is about three months. Vegetation lasts about six and a half months. According to the scale of success of introduction, the species is considered to be quite promising for introduction in the Saratov region. Thus, *G. officinalis* can be recommended for introduction into culture as a valuable medicinal plant in the Volga region.

Key words: *Gratiola officinalis* L., phenological stage, phenological rhythms, sprouting, budding, flowering mass, introduction evaluation.

DOI: 10.18500/1682-1637-2019-1-30-38

REFERENCES

- Atlas of medicinal plants of the USSR*. Moscow: Medgiz, 1962. 702 p. (in Russian).
Baranova O. G., Koldomova E. A. Evaluation of the success of microclonal reproduction and adaptation of plants, regenerants of *Gratiola officinalis* L., in the Botanical garden of the University of the Udmurt. In: *Biotechnology as a tool for the conservation of plant biodiversity (physico-biochemical, embryological, genetic and legal aspects)*. VI international. scientific and practical Conf. Simferopol: Arial Press, 2014. p. 80. (in Russian).

Bylov V. N., Karpisheva R. A. Principles of creation and analysis of the collection of rare decorative perennial plants. *Bulletin of the Central Botanical Garden*, 1978, vol. 107, pp. 77 – 82. (in Russian).

Elenevsky A. G., Bulanyi Y. I., Radygina V. I. *The vascular plants of the Saratov region*. Saratov: IP Bazhenov, 2009. 248 p. (in Russian).

Ivanina L. I. Ed. 142. Scrophulariaceae Juss. – Norichnikovye. In: *Flora of the European part of the USSR*. Vol. 5. Leningrad.: Nauka Publ., 1981. pp. 201 – 311. (in Russian).

Kurkin V. A. *Pharmacognosy: a textbook for Pharm. universities (faculties)*. 2st edn. Samara: Ofort, 2007. 1239 p. (in Russian).

Majewski P. F. *Flora of the middle zone of the European part of Russia*, 11th edn. Moscow: KMK Scientific Press Ltd., 2014. 635 p.

Polukonova N. V., Durnova N. A., Chachulina N. N. Phytocenoses *Gratiola officinalis* L., productivity and its inventories of raw materials in the islands Chardym'skogo r. Volga Saratov region. *Bulletin of Botanic Garden of Saratov State University*, 2016, vol. 14, iss. 2, pp. 56 – 61. (in Russian).

Polukonova N. I., Durnova N. A., Kurchatova M. N., Navolokin N. A. The chemical analysis and the method of obtaining a new biologically active composition of the herb avran medicinal (*Gratiola officinalis* L.). *Chemistry of plant raw materials*, 2013, vol. 4, pp. 165 – 173. (in Russian).

Shilova I. V., Panin A. V., Mayevsky V. V. Rare and protected plants in the collection of the Botanical garden of Saratov state University. *News Saratov State University. Biological series*, 2001, special issue, pp. 502 – 506. (in Russian).

Shilova I. V., Panin A. V., Kashin A. S., Mashurchak N. V., Berdnikov A. V., Solov'yova M. V. *Methods of introduction study of medicinal plants: educational method. A Handbook for students of biological faculty*. Saratov: IC "Nauka", 2007. 45 p. (in Russian).

Zaitsev G. N. *Phenology of herbaceous perennials*. Moscow: Nauka Publ., 1978. 50 p. (in Russian).

Cite this article as:

Demochko Y. A., Petrova N. A. The first results of the introduction of *Gratiola officinalis* L., (Scrophulariaceae) in the Botanical garden of Saratov State University. *Bulletin of Botanic Garden of Saratov State University*, 2019, vol. 17, iss. 1, pp. 30 – 38. (in Russian). DOI: 10.18500/1682-1637-2019-1-30-38.

УДК 581.9

ЯДОВИТЫЕ СОСУДИСТЫЕ РАСТЕНИЯ ГОРОДА САРАТОВА

Н. А. Дурнова, И. А. Кузнецова, А. С. Потапова

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

Поступила в редакцию 14.03.2019 г., принята 25.03.2019 г.

Представлены результаты изучения ядовитых растений города Саратова. Для данной территории приводится 46 ядовитых видов сосудистых растений, принадлежащих к 29-ти семействам. Анализ видов этой группы по биотопической приуроченности показал, что большинство ядовитых видов произрастает в рекреационной и селитебной зонах; анализ по жизненной форме выявил, что большая часть ядовитых растений представлена травянистыми многолетниками; анализ по химическому составу показал, что ведущей группой растительных токсикантов являются алкалоиды; в большинстве рассмотренных растений ядовитые вещества содержатся в надземной части. Отдельное внимание уделено таким видам, как хмель обыкновенный и болиголов пятнистый. Хмель (*Humulus lupulus* L.) – официальное растение, которое распространено практически повсеместно, но, так в его составе содержится алкалоид хумулин, этот вид представляет скрытую угрозу для населения. Болиголов (*Conium maculatum* L.) содержит опаснейшие алкалоиды, главным из которых является кониин, отравление которым вызывает паралич дыхания. Большинство ядовитых видов применяется как в народной, так и в официальной медицине, вследствие чего возникает угроза отравления при их бесконтрольном употреблении. Отсутствие информированности населения об ядовитых растениях, их привлекательный внешний вид и ароматный запах, которые вызывают наибольшее любопытство у маленьких детей на природе, являются основными причинами отравлений растительными ядами на территории города Саратова. В связи с этим, необходимо дальнейшее изучение химического состава, токсического действия, фармакологических свойств, а также распространенности ядовитых растений на территории города Саратова и Саратовской области в целом.

Ключевые слова: биологические и экологические особенности, ядовитые растения, сосудистые растения, *Humulus lupulus*, *Conium maculatum*.

DOI: 10.18500/1682-1637-2019-1-39-54

Отравления ядовитыми растениями являются распространёнными видами интоксикаций и составляют в общей структуре отравлений 4 – 12.3% (Рокин, 1998). Несмотря на многообразие данных о ядовитых растениях (Фруентов и др., 1971; Кречетович, 1931; Никитин и др., 1982) и токсикантах (Гусынин, 1947), содержащихся в них, химический состав и токсическое действие многих растений до сих пор недостаточно изучены, в том числе и тех растений, которые применяются в медицине. Также многие виды ядовитых растений имеют разнообразные фармакологические свойства, их глубокое изучение актуально для целей выявления потенциально лекарственных видов растений.

В последние годы в Саратовской области, в том числе и в Саратове участились случаи отравления дикорастущими растениями, и часто они носят массовый характер и, как настоящая эпидемия, уносят десятки человеческих жизней (<https://news.sarbc.ru/tags/отравление>). В связи с этим актуально изучение различных видов ядовитых растений и их токсинов, анализ ядовитых растений города Саратова.

Цель исследования: изучить видовой состав и распространённость ядовитых растений, произрастающих на территории города Саратова, а также проанализировать сведения об их химическом составе, биотопической приуроченности, жизненным формам, местам локализации токсических веществ в растениях.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследования послужили ядовитые растения, произрастающие на территории города Саратова. Сбор материала проводился в полевой сезон 2018 г. с мая по август на территории города Саратова (район 4-й дачной, 10-й дачной, 1-й дачной, природный парк «Кумысная поляна», Городской парк культуры и отдыха, аллея на ул. Рахова, студгородок на ул. Московская/Университетская, Детский парк).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенного исследования на территории города Саратова было выявлено 46 видов ядовитых сосудистых растений, принадлежащих к 29 семействам. Ниже приводится список выявленных видов (табл. 1). Определение видов и номенклатура даются в соответствии со сводкой С. К. Черепанова (1995) и другими определителями (Махлаюк, 1992; Журба и др., 2008; Маевский, 2014).

ЯДОВИТЫЕ СОСУДИСТЫЕ РАСТЕНИЯ ГОРОДА САРАТОВА

Таблица 1. Список ядовитых растений города Саратова

Table 1. List of poisonous plants of the city of Saratov

N	Семейство / Family	N	Вид / Species
1	2	3	4
1	Зонтичные (<i>Apiaceae</i>)	1	Резак обыкновенный (<i>Falcaria vulgaris</i> Bernh.)
		2	Болиголов пятнистый (<i>Conium maculatum</i> L.)
2	Кутровые (<i>Apocynaceae</i>)	3	Барвинок малый (<i>Vinca minor</i> L.)
3	Эфедровые (<i>Ephedraceae</i>)	4	Эфедра двуколосковая (<i>Ephedra distachya</i> L.)
4	Кирказоновые (<i>Aristolochiaceae</i>)	5	Кирказон ломоносовидный (<i>Aristolochia clematitis</i> L.)
		6	Копытень европейский (<i>Asarum europaeum</i> L.)
5	Бальзаминовые (<i>Balsaminaceae</i>)	7	Недотрога мелкоцветковая (<i>Impatiens parviflora</i> DC.)
		8	Недотрога обыкновенная (<i>Impatiens noli-tangere</i> L.)
6	Крушиновые (<i>Rhamnaceae</i>)	9	Жостер слабительный (<i>Rhamnus cathartica</i> L.)
7	Мареновые (<i>Rubiaceae</i>)	10	Ясменник душистый (<i>Asperula odorata</i> Scop.)
8	Норичниковые (<i>Scrophulariaceae</i>)	11	Норичник шишковатый (<i>Scrophularia nodosa</i> L.)
		12	Льнянка дроколистная (<i>Linaria genistifolia</i> Mill.)
9	Жимолостные (<i>Caprifoliaceae</i>)	13	Жимолость татарская (<i>Lonicera tatarica</i> L.)
10	Бобовые (<i>Fabaceae</i>)	14	Донник лекарственный (<i>Melilotus officinalis</i> Lam.)
		15	Ракитник русский (<i>Chamaecytisus ruthenicus</i> Fisch. ex Wol.)
11	Молочайные (<i>Euphorbiaceae</i>)	16	Молочай Вальдштейна (<i>Euphorbia waldsteinii</i> Waldst.)
		17	Клещевина обыкновенная (<i>Ricinus communis</i> L.)
12	Сложноцветные (<i>Asteraceae</i>)	18	Пижма обыкновенная (<i>Tanacetum vulgare</i> L.)
		19	Тысячелистник обыкновенный (<i>Achillea millefolium</i> L.)
		20	Полынь горькая (<i>Artemisia absinthium</i> L.)
		21	Ромашка далматская (<i>Pyrethrum cinerariaefolium</i> Trevir.)
13	Капустные (<i>Brassicaceae</i>)	22	Чесночница черешчатая (<i>Alliaria petiolata</i> M. Bieb.)
		23	Желтушник раскидистый (<i>Erysimum diffusum</i> Ehrh.)
		24	Горчица сарептская (<i>Brassica juncea</i> L.)
		25	Кардация крупковидная (<i>Cardaria draba</i> L.)
14	Маковые (<i>Papaveraceae</i>)	26	Чистотел большой (<i>Chelidonium majus</i> L.)
15	Губоцветные (<i>Lamiaceae</i>)	27	Будра плющевидная (<i>Glechoma hederacea</i> L.)
		28	Чистец лесной (<i>Stachys sylvatica</i> L.)

Окончание табл. 1

Table 1

1	2	3	4
16	Бересклетовые (<i>Celastraceae</i>)	29	Бересклет бородавчатый (<i>Euonymus verrucosus</i> Scop.)
17	Маслиновые (<i>Oleaceae</i>)	30	Бирючина обыкновенная (<i>Ligustrum vulgare</i> L.)
		31	Сирень обыкновенная (<i>Syringa vulgaris</i> L.)
18	Гвоздичные (<i>Cariophyllaceae</i>)	32	Звездчатка ланцетовидная (<i>Stellaria holostea</i> L.)
19	Паслёновые (<i>Solanaceae</i>)	33	Картофель клубеносный (<i>Solanum tuberosum</i> L.)
20	Розоцветные (<i>Rosaceae</i>)	34	Абрикос обыкновенный (<i>Prunus armeniaca</i> L.)
		35	Вишня обыкновенная (<i>Prunus cerasus</i> L.)
		36	Слива домашняя (<i>Prunus domestica</i> L.)
21	Зверобойные (<i>Guttiferaceae</i>)	37	Зверобой продырявленный (<i>Hypericum perforatum</i> L.)
22	Лютиковых (<i>Ranunculaceae</i>)	38	Водосбор обыкновенный (<i>Aquilegia vulgaris</i> L.)
23	Щитовниковые (<i>Dryopteridaceae</i>)	39	Папоротник мужской (<i>Dryopteris filix-mas</i> Schott.)
24	Коноплевые (<i>Cannabaceae</i>)	40	Конопля сорная (<i>Cannabis ruderalis</i> Janisch.)
		41	Хмель обыкновенный (<i>Humulus lupulus</i> L.)
25	Крапивные (<i>Urticaceae</i>)	42	Крапива двудомная (<i>Urtica dioica</i> L.)
26	Тыквенные (<i>Cucurbitaceae</i>)	43	Переступень белый (<i>Bryonia alba</i> L.)
27	Вьюнковые (<i>Convolvulaceae</i>)	44	Вьюнок полевой (<i>Convolvulus arvensis</i> L.)
28	Бурачниковые (<i>Boraginaceae</i>)	45	Чернокорень лекарственный (<i>Cynoglossum officinale</i> L.)
29	Хвощовые (<i>Equisetaceae</i>)	46	Хвощ полевой (<i>Equisetum arvense</i> L.)

В таксономическом плане большая доля среди выявленных ядовитых видов приходится на семейства *Asteraceae* (8.7% от всех обнаруженных видов), *Brassicaceae* (8.7%), *Rosaceae* (6.5%). Примерно 35% всех выявленных видов являются официальными, остальные применяются в народной медицине.

Распределение исследованных видов на группы по месту локализации токсических веществ показывает (табл. 2), что у большей части

ЯДОВИТЫЕ СОСУДИСТЫЕ РАСТЕНИЯ ГОРОДА САРАТОВА

опасных в этом отношении растений данной территории ядовитые вещества локализованы во всей надземной части (52%), что составляет наибольшую опасность, так как надземная часть – наиболее доступная часть растения. У меньшей части видов токсины локализованы в семенах (17%) и плодах (13%). Так же иногда ядовитые вещества могут содержаться в корнях и соцветиях.

Таблица 2. Распределение исследованных видов по месту локализации ядовитых веществ

Table 2. The distribution of the studied species at the place of localization of toxic substances

Локализация ядовитых веществ Localization of toxic substances	Число видов / Number of species	
	Абсолютное / Absolute	%
Все растение / Whole plant	6	13
Надземная часть / Elevated part	24	52
Плоды / Fruits	6	13
Семена / Seeds	7	19
Корни и корневища / Roots and rhizomes	2	2
Соцветия / Inflorescences	1	1

По сравнению с Энгельсским районом (Дурнова и др., 2010), в Саратове произрастет больше ядовитых растений с местом локализации токсических веществ в семенах и плодах. Так же на территории Саратова присутствуют растения с содержанием токсических веществ в соцветии.

Среди выявленных видов опасность представляют виды с привлекательными для детей плодами (*Aristolochia clematitis*, *Convallaria majalis*, *Lonicera tatarica*, *Rhamnus catartica*, *Ligustrum vulgare*) и цветами (*Chamaecytisus ruthenicus*, *Pyrethrum cinerariaefolium*, *Euonymus verrucosus*).

Важным критерием в изучении ядовитых растений является стабильность произрастания того или иного вида на определенной территории. На данный критерий влияет множество факторов, в том числе антропогенные факторы, почвенный состав и жизненная форма самого растения. Виды с более длительным жизненным циклом (деревья, кустарники, полукустарники, травянистые многолетники) способны сохраняться на одном и том же месте в течение десятилетий. Что касается видов с коротким жизненным циклом (однолетники и двулетники),

то их присутствие во флоре нестабильно, что затрудняет контроль за их распространением и натурализацией (Степановских, 2001).

Распределение исследованных видов по жизненным формам (табл. 3) показывает, что состав ядовитых растений города Саратова имеет тенденцию к стабильности во времени. Если же принять во внимание антропогенный фактор, к которому самыми устойчивыми являются такие жизненные формы, как деревья (6.5% от исследованных видов) и кустарники (16.2%), травянистые многолетники (52.2%), а кустарнички (1%), двулетники (13.2%) и однолетники (10.9%) являются, напротив, уязвимыми, то можно констатировать, что деятельность человека может внести существенные изменения в состав ядовитых растений исследованной территории.

Таблица 3. Распределение исследованных видов по жизненным формам

Table 3. The distribution of the studied species in life forms

Жизненная форма Life forms	Число видов / Number of species	
	Абсолютное / Absolute	%
Дерево / Tree	3	6.5
Кустарник / Shrub	7	16.2
Полукустарник / Semi-shrub	0	0.0
Кустарничек / Shrublet	1	1.0
Травянистый многолетник / Herb Perennial	24	52.2
Двулетник / Biennial	6	13.2
Однолетник / Annual	5	10.9

По сравнению с Энгельсским районом (Дурнова и др., 2010), где состав ядовитых растений так же имеет тенденцию к стабильности во времени, в Саратове больше кустарниковых ядовитых растений, при этом отсутствуют полукустарниковые жизненные формы.

Анализ исследованных видов по биотопам (табл. 4) показал, что 87% всех выявленных ядовитых растений произрастает в рекреационной зоне (парки, скверы), в том числе в природном парке «Кумысная поляна», где перед токсикантами, содержащимися в растениях уязвимы дети, так как многие растения имеют привлекательный внешний вид, ароматный запах и вызывают наибольшее любопытство у маленьких детей на природе. 58.7% выявленных видов «обитают» в селитебной зоне (жилые застройки) и 63% в зонах дачных участков, что составляет наибольшую опасность для всего населения. Причина

ЯДОВИТЫЕ СОСУДИСТЫЕ РАСТЕНИЯ ГОРОДА САРАТОВА

в том, что многие садоводы не догадываются, то среди их любимых растений есть ядовитые, а растения, растущие в полисадниках и клумбах возле домов, представляют опасность для детей и взрослых, которые могут не знать о ядовитых свойствах того или иного вида.

Таблица 4. Распределение исследованных видов по биотопам

Table 4. The distribution of the studied species in biotopes

Биотоп Biotope	Число видов / Number of species	
	Абсолютное / Absolute	%
Селитебная зона / Residential area	27	58.7
Рекреационная зона / Recreation area	40	87.0
Техногенная зона / Technogenic area	19	41.3
Зона дачных участков / Suburban area	29	63.0

Токсичность ядовитых растений зависит от образования и наличия в них ядовитых соединений. Анализ химического состава (Фруентов и др., 1971; Кречетович, 1931; Гусынин, 1947; Даниленко и др., 1986) выявленных ядовитых растений города Саратова (табл. 5) показал, что алкалоиды наиболее часто встречаются в качестве действующих начал, кроме того, в выявленных растениях содержатся гликозиды, кумарины и другие токсические вещества.

Таблица 5. Сведения о токсических началах выявленных видов

Table 5. Information on toxic substances of the identified species

Вид Species	Ядовитые вещества Toxic substances
1	2
Резак обыкновенный <i>Falcaria vulgaris</i>	Алкалоиды
Болиголов пятнистый <i>Conium maculatum</i>	Алкалоиды, производные пиперидина: конииин (самый ядовитый), метилконииин, конгидрин, псевдоконгидрин
Барвинок малый <i>Vinca minor</i>	Алкалоиды: винкамин, изовинкамин, винкаминорин, минорин, винин, пубесцин, эрвамин
Эфедрa двуколосковая <i>Ephedra distachya</i>	Алкалоиды с азотом в боковой цепи: Эфедрин и псевдоэфедрин
Кирказон ломоносовидный <i>Aristolochia clematitis</i>	Органические кислоты: аристолохиевая кислота

Продолжение табл. 5

Table 5

1	2
Копытень европейский <i>Asarum europaeum</i>	Алкалоиды: азарин
Недотрога мелкоцветковая <i>Impatiens parviflora</i>	Алкалоиды, флавоновые гликозиды, γ-лактоны: кумарин
Недотрога обыкновенная <i>Impatiens noli-tangere</i>	
Жостер слабительный <i>Rhamnus cathartica</i>	Антрапроизводные: франгулин, франгулаэмодин
Ясменник душистый <i>Asperula odorata</i>	Гликозиды: кумарин
Норичник шишковатый <i>Scrophularia nodosa</i>	Алкалоиды, кумарины
Льнянка дреколистная <i>Linaria genistifolia</i>	Алкалоиды, флавоновые гликозиды: пеганин, линарин, неолинарин
Жимолость татарская <i>Lonicera tatarica</i>	Алкалоиды, кумарины, высшие алифатические углеводороды
Донник лекарственный <i>Melilotus officinalis</i>	Кумарины: дикумарин
Ракитник русский <i>Chamaecytisus ruthenicus</i>	Алкалоиды: d-лупанин, d-спартенин, цитизин
Молочай Вальдштейна <i>Euphorbia waldsteinii</i>	Тритерпеноиды: эуфол, эуфорбол
Клещевина обыкновенная <i>Ricinus communis</i>	Белковые вещества, алкалоиды: токсальбумин рицин, ричинин
Пижма обыкновенная <i>Tanacetum vulgare</i>	Эфирные масла (бициклические терпеновые кетоны и туйоны): туйон
Тысячелистник обыкновенный <i>Achillea millefolium</i>	Алкалоиды: ахиллеин
Полынь горькая <i>Artemisia absinthium</i>	Сесквитерпеновые лактоны, эфирные масла: сантонин, таурицин, туйон
Ромашка далматская <i>Pyrethrum cinerariaefolium</i>	Пиретрины и цинерины: пиретрин I и II, цинерин I и II
Чесночница черешчатая <i>Alliaria petiolata</i>	Гликозиды: синигрин
Желтушник раскидистый <i>Erysimum diffusum</i>	Гликозиды: эризимин, эризимозид

ЯДОВИТЫЕ СОСУДИСТЫЕ РАСТЕНИЯ ГОРОДА САРАТОВА

Продолжение табл. 5

Table 5

1	2
Горчица сарепская <i>Brassica juncea</i>	Гликозиды: синигрин
Кардария крупковидная <i>Cardaria draba</i>	Алкалоиды, кумарины
Чистотел большой <i>Chelidonium majus</i>	Алкалоиды, производные изохинолина, органические кислоты: сангвинарин, хелеритрин, хелидонин, хелидоновая кислота
Будра плющевидная <i>Glechoma hederacea</i>	Эфирное масло, органические кислоты
Чистец лесной <i>Stachys sylvatica</i>	Бетаиновые основания, смолы, органические кислоты: стахидрин, бетоницин, тригонеллин
Бересклет бородавчатый <i>Euonymus verrucosus</i>	Алкалоиды: эволин
Бирючина обыкновенная <i>Ligustrum vulgare</i>	Алкалоиды, смолы
Сирень обыкновенная <i>Syringa vulgaris</i>	Алкалоиды, кумарины, фитонциды, фенолгликозиды: сирингин
Звездчатка ланцетовидная <i>Stellaria holostea</i>	Токсичные сапонины
Картофель клубненосный <i>Solanum tuberosum</i>	Алкалоиды, кумарины: соланин, томатин, лептин, демессин, умбеллиферон
Абрикос обыкновенный <i>Prunus armeniaca</i>	Гликозиды: амигдалин
Вишня обыкновенная <i>Prunus cerasus</i>	Гликозиды, кумарины: амигдалин
Слива домашняя <i>Prunus domestica</i>	Гликозиды: амигдалин
Зверобой продырявленный <i>Hypericum perforatum</i>	Алкалоиды
Водосбор обыкновенный <i>Aquilegia vulgaris</i>	Алкалоиды
Папоротник мужской <i>Dryopteris filix-mas</i>	Фенольные соединения: аспидинол, филиксовая и флаваспидиновая кислоты
Конопля сорная <i>Cannabis ruderalis</i>	Производные дибензопирана: каннабинол
Хмель обыкновенный <i>Humulus lupulus</i>	Флавоноиды: 2-метил-3-бутен-2-ола

Окончание табл. 5

Table 5

1	2
Крапива двудомная <i>Urtica dioica</i>	Органические кислоты, гликозиды: муравьиная кислота, гистамин, уртицин, нитриты
Переступень белый <i>Bryonia alba</i>	Алкалоиды, кумарины: брионицин
Вьюнок полевой <i>Convolvulus arvensis</i>	Смолистое вещество гликозидного характера: конвульбулин
Чернокорень лекарственный <i>Cynoglossum officinale</i>	Алкалоиды: циноглоссин, циноглоссеин, консолидин
Хвощ полевой <i>Equisetum arvense</i>	Алкалоиды, флавоновые гликозиды: палюстрин, эквизетонин, соли кремниевой кислоты

У 20% выявленных ядовитых растений химический состав недостаточно изучен, несмотря на это, они применяются в народной медицине. В связи с этим в дальнейшем является перспективным изучение химического состава недотроги мелкоцветковой (*Impatiens parviflora*) и водосбора обыкновенного (*Aquilegia vulgaris*), так как в настоящее время наблюдается массовая натурализация недотроги мелкоцветковой в лесные экосистемы природного парка «Кумысная поляна» в окр. г. Саратов (Дурнова и др., 2017), а также повсеместное распространение водосбора обыкновенного в парках, садах и других зеленых зонах г. Саратова.

Особое внимание на себя обращают такие виды как хмель обыкновенный (*Humulus lupulus*) и болиголов пятнистый (*Conium maculatum*), так как хмель распространен практически повсеместно, его можно встретить зонах дачных участков, селитебной зоне, рекреационной, тем самым этот вид представляет скрытую угрозу для населения, а болиголов пятнистый содержит опаснейшие алкалоиды, главным из которых является кониин, отравление которым вызывает паралич дыхания.

Хмель обыкновенный – фармакопейное растение, в медицине водные настои из созревших соцветий хмеля применяют для возбуждения аппетита, улучшения пищеварения, при болезнях желчного пузыря и печени. Экстракт шишек хмеля входит в состав комплексного препарата «Уролесан», который разрешен к применению в медицинской практике как средство для лечения заболевания почек, печени

ЯДОВИТЫЕ СОСУДИСТЫЕ РАСТЕНИЯ ГОРОДА САРАТОВА

и желчных путей, при камнях в почках и печени (Гаммерман, 1990). В народной медицине для лечения подагры и ревматизма используют мазь из порошка шишек (Журба и др., 2008). При этом хмель – ядовитое растение, содержащее алкалоид хумулин. Лечение препаратами хмеля должно проводиться под наблюдением врача, так как бесконтрольное применение может повлечь за собой общее недомогание, головную боль, тошноту, рвоту, боль в области сердца и одышку, повышение температуры, экзему (Гусев и др., 2011; Решетникова, 1993).

Болиголов пятнистый известен как лекарственное растение, что отмечал еще знаменитый греческий врач Гиппократ. Лекарственное значение имеет трава болиголова, которую применяют как успокаивающее, противосудорожное и болеутоляющее средство при хоре, эпилепсии, коклюше, мигрени, а наружно – при подагре, ревматизме и в качестве обволакивающего средства при роже, волчанке (Гусев и др., 2011). В официальной медицине применяется настойка гомеопатическая матричная, получаемая из свежей травы цветущего, но еще не плодоносящего болиголова (Справочник наименований гомеопатического материала. Утвержден Решением Коллегии Евразийской экономической комиссии от 17 ноября 2015 г. № 155). Помимо целебных свойств, болиголов пятнистый является одним из самых ядовитых видов среди высших растений. Это очень распространенный вид сорняков, принадлежащих к семейству *Ariaceae*. Он содержит некоторые алкалоиды группы пиперидина (кониин, метилкониин, конгидрин, псевдоконгидрин) (Vetter, 2004). Обычно листьях содержится до 0.1% алкалоидов, а в плодах – до 2%. Главным алкалоидом является кониин, впервые выделенный в 1827 году. Помимо высокой токсичности кониин известен тем, что оказался первым алкалоидом, который удалось получить синтетически путем в 1886 году (Фруентов и др., 1971). Большинство отравлений кониинном – несчастные случаи при употреблении в пищу болиголова вместо хрена или его листьев вместо петрушки. Признаки отравления кониинном наступают быстро вследствие его высокой всасываемости. Картина отравления довольно сложна. Выделяют три основные формы: паралич центральной нервной системы, бредовую и форму головокружения с расстройством зрения. Смертельная доза кониина для человека она равна 0.5 – 1 г (Лудевиг, 2016).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С каждым годом все чаще наблюдаются случаи отравления ядовитыми растениями в Саратовской области, в частности, в городе Саратове. В основном период отравлений приходится на весенне-летний период, когда большая часть растений начинает цвести и плодоносить. Причины отравлений разнообразны: невнимательность взрослых, незнание того, что данное растение относится к числу ядовитых, многие растения легко спутать с обычными травами, употребляемыми в пищу. Большинство ядовитых видов применяется в медицине, в том числе в официальной, вследствие чего возникает угроза отравления от их бесконтрольного употребления. В связи с этим, актуально и необходимо дальнейшее изучение ядовитых растений, их химического состава, токсического действия, фармакологических свойств, а также их распространенности на территории города Саратова и Саратовской области в целом.

Выражаем благодарность профессору, д.б.н. Березуцкому М. А. за помощь в определении видов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Гаммерман А. Ф. Лекарственные растения (Растения-целители): Справ. пособ., 4-е изд. М.: Высшая школа, 1990. 542 с.

Гусев Н. Ф., Немерешина О. Н., Петрова Г. В., Филиппова А. В. Лекарственные и ядовитые растения Урала как фактор биологического риска. Оренбург: ИЦ ОГАУ, 2011. 400 с.

Гусынин И. А. Токсикология ядовитых растений. М.: Огиз-сельхозгиз, 1947. 275 с.

Даниленко В. С., Родионов П. В. Острые отравления растениями. 3-е изд. Киев: Здоровье, 1986. 108 с.

Дурнова Н. А., Березуцкий М. А., Васина А. С. Биологическая активность и применение в медицине недотроги мелкоцветковой // Тенденции развития науки и образования: сб. науч. тр. Ч. 2. Самара: Изд. НИЦ «ЛЖурнал», 2017. 44 с.

Дурнова Н. А., Кузнецова И. А., Березуцкий М. А. Предварительные результаты изучения ядовитых сосудистых растений Энгельсского района Саратовской области // Бюллетень ботанического сада Саратовского государственного университета. 2010. Вып. 9. С. 13 – 17.

Журба О. В., Дмитриев М. Я. Лекарственные, ядовитые и вредные растения. М.: Колос-С, 2008. 512 с.

ЯДОВИТЫЕ СОСУДИСТЫЕ РАСТЕНИЯ ГОРОДА САРАТОВА

Куркин В. А. Фармакогнозия – Учебник для фармацевтических вузов и факультетов, Самара: Изд-во Самар. гос. мед. ун-та, 2004. 1239 с.

Кречетович Л. М. Ядовитые растения, их польза и вред. М.: Сельхозгиз, 1931. 317 с.

Лудевиг Р. Острые отравления. М.: Медицина, 2016. 560 с.

Маевский П. Ф. Флора средней полосы Европейской части России. 11-е изд. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2014. 635 с.

Махлаюк В. П. Лекарственные растения в народной медицине. Саратов: Приволж. кн. изд-во, 1992. 544 с.

Никитин А. А., Панкова И. А. Анатомический атлас полезных и некоторых ядовитых растений. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1982. 762 с.

Решетникова А. В. Лечение растениями. Киев: Феникс, 1993. 276 с.

Рокин С. Р. Острые отравления вератрином: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Екатеринбург, 1998. 25 с.

Степановских А. С. Экология: Учебник для вузов. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. 703 с.

Справочник наименований гомеопатического материала. Утвержден Решением Коллегии Евразийской экономической комиссии от 17 ноября 2015 г. № 155.

Фруентов Н. К., Кадаев Г. Н. Ядовитые растения. Медицинская токсикология Дальнего Востока. Хабаровск: Кн. изд-во, 1971. 256 с.

Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с.

Vetter J. Poison hemlock (*Conium maculatum* L.) // Food and Chemical Toxicology. 2004. Vol. 42. P. 1373 – 1382.

Информационное агентство СарБК. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://news.sarbc.ru/tags/отравление>.

Образец для цитирования:

Дурнова Н. А., Кузнецова И. А., Потапова А. С. Ядовитые сосудистые растения города Саратова // Бюл. Бот. сада Сарат. гос. ун-та. 2019. Т. 17, вып. 1. С. 39 – 54. DOI: 10.18500/1682-1637-2019-1-39-54.

POISONIC VASCULAR PLANTS OF THE CITY SARATOV

N. A. Durnova, I. A. Kuznetsova, A. S. Potapova

V. I. Razumovsky Saratov State Medical University
112 B. Kazachya Str., Saratov 410012, Russia
Email: ndurnova@mail.ru

Received 14 March 2019, Accepted 25 March 2019

The results of the study of poisonous plants in the city of Saratov are presented. For this territory, 46 poisonous species of vascular plants belonging to 29 families are listed. The analysis of species of this group by biotopic confinement showed that the majority of poisonous species grow in the recreational and residential areas; analysis of the life form revealed that most of the poisonous plants are represented by herbaceous perennials; chemical analysis showed that the leading group of plant toxicants are alkaloids; in most of the plants examined, poisonous substances are contained in the aboveground part. Special attention is paid to species such as *Humulus lupulus* L. and *Conium maculatum* L. *H. lupulus* is an official plant that is widely distributed almost everywhere, but, as it contains humulin alkaloid, this species is a latent threat to the population. *C. maculatum* contains the most dangerous alkaloids, the main of which is koniin, poisoning of which causes respiratory paralysis. Most poisonous species are used in both folk and officinal medicine, as a result of which there is a threat of poisoning when they are used uncontrollably. The lack of awareness of the population about poisonous plants, their attractive appearance and fragrant smell, which cause the greatest curiosity in young children in nature, are the main causes of poisoning with plant poisons in the city of Saratov. In this regard, it is necessary to further study the chemical composition, toxic action, pharmacological properties, as well as the prevalence of poisonous plants in the city of Saratov and the Saratov region as a whole.

Key words: biological and ecological features, poisonous plants, vascular plants, *Humulus lupulus*, *Conium maculatum*.

DOI: 10.18500/1682-1637-2019-1-39-54

REFERENCES

- Cherepanov S.K. Vascular plants of Russia and adjacent states. St. Petersburg: *Mir I Semya*, 1995. 992 p. (in Russian).
Danilenko V. S., Rodionov P.V. *Acute Poisoning Plants*. 3rd ed. Kiev: Zdorovie Press, 1986. 108 p. (in Russian).

ЯДОВИТЫЕ СОСУДИСТЫЕ РАСТЕНИЯ ГОРОДА САРАТОВА

Durnova N. A., Berezutsky M. A., Vasina A. S. Biological activity and use in medicine of an *impatiens parviflora*. *Trends in the development of science and education. Collection of scientific papers. Part 2*. Samara: Ed. SRC "LZhurn Journal", 2017. 44 p. (in Russian).

Durnova N. A., Kuznetsova I. A., Berezutsky M. A. Preliminary results of the study of poisonous vascular plants in Engels district, Saratov region. *Bulletin of Botanic Garden of Saratov State University*, 2010, vol. 9, pp. 13 – 17. (in Russian).

Fruentov N. K., Kadayev G. N. *Poisonous Plants. Medical Toxicology of the Far East*. Khabarovsk: Knizhnoe Izdatel'stvo, 1971. 256 p. (in Russian).

Gusev N. F., Nemereshina O. N., Petrova G.V., Filippova A.V. *Medicinal and Poisonous Plants of the Urals as a Factor of Biological Risk*. Orenburg: Publishing center OGAU. 2011. 400 p. (in Russian).

Gusynin I. A. *Toxicology of Poisonous Plants*. Moscow: Ogiz-agricultural Press, 1947. 275 p. (in Russian).

Hammerman A. F. *Medicinal Plants (Healing plants): Ref. manual. 4th ed.* Moscow: Vysshaya Shkola Publ., 1990. 542 p. (in Russian).

Information Agency SarBK. [Electronic resource]. Access mode: <https://news.sarbc.ru/tags/отравление>. (in Russian).

Kurkin V. A. *Pharmacognosy: a textbook for pharmaceutical universities and faculties*. Samara: Samara State Medical University, 2004. 1239 p. (in Russian).

Krechetovich L. M. *Poisonous Plants, Their Benefits and Harm*. Moscow: Selhlozgis Publ., 1931. 317 p. (in Russian).

Ludewig R. *Acute Poisoning*. Moscow: Medicine, 2016. 560 p. (in Russian).

Majewski P. F. *Flora of the middle zone of the European part of Russia, 11th edn*. Moscow: KMK Scientific Press Ltd., 2014. 635 p. (in Russian).

Makhlaiuk V. P. *Medicinal Plants in Folk Medicine*. Saratov: Privolzhsky Publ., 1992. 544 p. (in Russian).

Nikitin A. A., Pankova I. A. *Anatomical Atlas of Useful and Some Poisonous Plants*. Leningrad: Nauka Publ., 1982. 762 p. (in Russian).

Reshetnikova A. V. *Treatment with Plants*. Kiev: Phoenix Press, 1993. 276 p. (in Russian).

Rokin S. R. *Acute poisoning with veratrin: abstract of dissertation for the degree of candidate of medical sciences*. Ekaterinburg, 1998. 25 p. (in Russian).

Reference names of homeopathic material. Approved by the Decision of the Board of the Eurasian Economic Commission on November 17, 2015 No. 155. (in Russian).

Stepanovskih A. S. *Ecology: Textbook for Universities*. Moscow: Unity-Dana Press, 2001. 703 p. (in Russian).

Vetter J. *Poison Hemlock (Conium maculatum L.). Food and Chemical Toxicology*, 2004, vol. 42, pp. 1373 – 1382.

Н. А. Дурнова, И. А. Кузнецова, А. С. Потапова

Zhurba O. V., Dmitriev M. Y. *Medicinal, Poisonous and Harmful Plants*. Moscow: Koloss-S, 2008. 512 p. (in Russian).

Cite this article as:

Durnova N. A., Kuznetsova I. A., Potapova A. S. Poisonous vascular plants of the city of Saratov. *Bulletin of Botanic Garden of Saratov State University*, 2019, vol. 17, iss. 1, pp. 39 – 54. (in Russian). DOI: 10.18500/1682-1637-2019-1-39-54.

СТРУКТУРНАЯ БОТАНИКА, ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ

УДК 581.144+547.71/.72/.78

ВЛИЯНИЕ (ТИО)СЕМИКАРБАЗОНОВ 2,4-ДИАРИЛБИЦИКЛО[3.3.1]НОН-2-ЕН-9-ОНОВ НА РОСТ ПРОРОСТКОВ *TRITICUM AESTIVUM* L.

**В. В. Коробко, Н. В. Пчелинцева, Н. В. Миронова,
Я. Г. Крылатова, Е. С. Жестовская**

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

Поступила в редакцию 04.03.2019 г., принята 25.03.2019 г.

Проведено биологическое тестирование синтетических N-производных бициклических кетонов соединений – (тио)семикарбазонов 2,4-диарилбицикло[3.3.1]нон-2-ен-9-онов, которые отличаются характером арильных заместителей и N-нуклеофила. Исследуемые соединения получены на кафедре органической и биоорганической химии Института химии Саратовского национального исследовательского государственного университета. Объектом исследования служили проростки яровой мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L. сорта Саратовская 36. Для оценки физиологической активности испытуемых соединений использовали сравнительный анализ морфометрических показателей роста и развития корневой системы и побега опытных и контрольных растений. Исследование физиологической активности (тио)семикарбазонов 2,4-диарилбицикло[3.3.1]нон-2-ен-9-онов показало, что энергия прорастания семян в контроле и во всех вариантах опыта не имеет существенных различий. Показатель корнеобеспеченности опытных растений превышает контрольные значения. Испытуемые соединения оказывают стимулирующее действие на рост корневой системы растений. Исключение составили семикарбазон 2,4-дифенилбицикло[3.3.1]нон-2-ен-9-она в концентрации 10^{-6} М и тиосемикарбазон 2-(4'-хлорфенил)-4-фенилбицикло[3.3.1]нон-2-ен-9-она. Установлено, что соединения, отличающиеся

В. В. Коробко, Н. В. Пчелинцева, Н. В. Миронова и др.

характером арильных заместителей и N-нуклеофила, оказывают различное действие на рост надземной части растений. Установлена зависимость между концентраций растворов и их влиянием на рост.

Ключевые слова: карбоциклические соединения, регуляторы роста, биотестирование, рост и развитие растений мягкая пшеница.

DOI: 10.18500/1682-1637-2019-1-55-64

Высокая биологическая активность органических соединений способствует их широкому использованию в качестве препаратов бактерицидного, фунгицидного, гербицидного действия (Мельников, Новожилов, Белан, 1995). В связи с этим, изучение влияния этих веществ на рост и развитие растительных организмов является необходимой составляющей изучения их свойств. Биологическое тестирование является объективным, надежным и относительно быстрым способом оценки физиологической активности веществ. Оценивая влияние на растительный организм веществ, обладающих физиологически активными свойствами, целесообразным является использование комплекса морфометрических показателей, сопоставление которых позволит выявить особенности роста и развития проростка в целом (Коробко и др., 2018).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в 2018 году на кафедре микробиологии и физиологии растений Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского.

Биотестированию подвергнуты (тио)семикарбазоны 2,4-диарилбицикло[3.3.1]нон-2-ен-9-онов (рис.1, 4 – 6), отличающиеся характером арильных заместителей и N-нуклеофила, а именно семикарбазон 2,4-дифенилбицикло[3.3.1]нон-2-ен-9-она (СК), тиосемикарбазон 2-(4'-хлорфенил)-4-фенилбицикло[3.3.1]нон-2-ен-9-она (ХТСК) и тиосемикарбазон 2-фенил-4-(4'-метоксифенил)бицикло[3.3.1]нон-2-ен-9-она (МТСК). Исследуемые соединения получены с выходом 70 – 86% при кипячении в абсолютном этаноле с добавлением ацетата натрия или пропаноле-2 исходных кетонов с (тио)семикарбазидом (рис.1) на кафедре органической и биоорганической химии Института химии СГУ (Колеватова, 2009; Жестовская, Крылатова, 2012). Синтезированные N-производные 2,4-диарилбицикло[3.3.1]нон-2-ен-9-онов представляют собой бесцветные кристаллические вещества, с высокими темпера-

ВЛИЯНИЕ БИЦИКЛИЧЕСКИХ КЕТОНОВ НА РОСТ ПРОРОСТКОВ

турами плавления хорошо растворимые в этаноле, плохо – в хлороформе и 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.

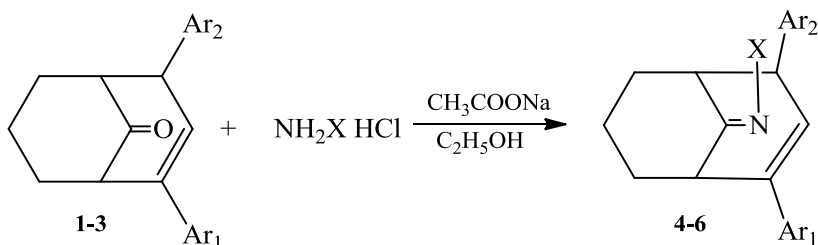


Рис. 1. Получение (тио)семикарбазонов 2,4-диарилбицикло[3.3.1]нон-2-ен-9-онов: 1, 4 $\text{Ar}_1 = \text{Ar}_2 = \text{C}_6\text{H}_5$, $\text{X} = \text{NHC(O)-NH}_2$ (СК); 2, 5 $\text{Ar}_1 = 4\text{-ClC}_6\text{H}_4$, $\text{Ar}_2 = \text{C}_6\text{H}_5$, $\text{X} = \text{NHC(S)-NH}_2$ (ХТСК), 3, 6 $\text{Ar}_1 = \text{C}_6\text{H}_5$, $\text{Ar}_2 = 4\text{-CH}_3\text{OC}_6\text{H}_4$, $\text{X} = \text{NHC(S)-NH}_2$ (МТСК)

Fig. 1. Preparation of (thio) semicarbazones 2,4-diarylbi-cyclo [3.3.1] non-2-en-9-ones: 1, 4 $\text{Ar}_1 = \text{Ar}_2 = \text{C}_6\text{H}_5$, $\text{X} = \text{NHC(O)-NH}_2$ (SC); 2, 5 $\text{Ar}_1 = 4\text{-ClC}_6\text{H}_4$, $\text{Ar}_2 = \text{C}_6\text{H}_5$, $\text{X} = \text{NHC(S)-NH}_2$ (CTSK), 3, 6 $\text{Ar}_1 = \text{C}_6\text{H}_5$, $\text{Ar}_2 = 4\text{-CH}_3\text{OC}_6\text{H}_4$, $\text{X} = \text{NHC(S)-NH}_2$ (MTSK)

Объектом исследования служили проростки яровой мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L. сорта Саратовская 36. Использовали неповрежденные, выровненные по размеру семена 2016 года репродукции, с хорошей всхожестью ($\geq 95\%$). Для изучения влияния веществ на рост и развитие растений зерновки проращивали в воде в течение двух суток, затем культивировали на водных растворах испытуемых веществ. Контролем служили растения, выращенные на дистиллированной воде.

Культивирование проростков осуществлялось в климатостате при температуре $+18^\circ\text{C}$. Ежедневно проводили учет проросших семян; в соответствии с общепринятой методикой определяли скорость прорастания и энергию прорастания. На семидневных проростках проводили количественный учет роста и развития: определяли абсолютно сухую массу надземной и подземной части, длину и количество корней проростка, длину пластинки и влагалища первого листа ($n = 20$). По полученным данным рассчитывали показатели корневого индекса

и корнеобеспеченности. Результаты исследований подвергались статистической обработке в табличном процессоре Excel пакета MS Office 2010.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Скорость прорастания, наряду с всхожестью, является важнейшим показателем посевных качеств семян. По мнению ряда авторов (Бухаров и др., 2016) термин «скорость прорастания» является недостаточно точным. Более точно отражает суть этот показателя термин «средне взвешенное значение периода прорастания семян», который рассчитывается как частное от деления суммы всех отдельных произведений процента проросших семян и соответствующего числа дней от начала до завершения их прорастания на суммарный процент всхожести семян за весь срок испытания (Бухаров и др., 2016.). Установлено, что данный показатель во всех вариантах опыта варьирует в пределах 2.6 – 3.2 дней. При этом средне взвешенное значение периода прорастания семян, культивированных на растворах СК в концентрации 10^{-12} М и ХТСК в концентрациях 10^{-6} М и 10^{-9} М, составило 3.2 – 3.3 дня, что соответствует контрольному значению. В других вариантах опыта средне взвешенное значение периода прорастания семян на 14 – 19% меньше, чем в контроле.

Исследование показало, что энергия прорастания семян в контроле и во всех вариантах опыта не имеет существенных различий.

Одним из показателей развития проростка является корнеобеспеченность, как отношение абсолютно сухой массы корневой системы к абсолютно сухой массе побега. Установлена связь между данным показателем и устойчивостью растений к неблагоприятным условиям окружающей среды (Шарипова и др., 2017; Коробко, Степанов, 2017). Исследование показало, что корнеобеспеченность семидневных контрольных растений составляет 0.92 отн.ед. Показатель корнеобеспеченности опытных растений превышает контрольные значения (рис. 2). Исключение составили проростки, культивированные на растворе ХТСК наименьшей концентрации, показатель корнеобеспеченности которых на 1.5% ниже контрольных значений (различия статистически не достоверны). Максимальные значения корнеобеспеченности – 1.19 – 1.21 отн.ед. характерны проросткам, культивированным на СК и МХСК в концентрации 10^{-6} М. При уменьшении концен-

ВЛИЯНИЕ БИЦИКЛИЧЕСКИХ КЕТОНОВ НА РОСТ ПРОРОСТКОВ

трации этих растворов показатель корнеобеспеченности снижается, составляя 1.13 – 1.15 отн. ед. в варианте с СК и 1.09 – 1.12 – с МХСК.

При культивировании растений на растворах ХТСК наибольшие значения исследуемого показателя отмечены при концентрации 10^{-9} М (1.16 отн.ед., что на 26% выше контрольных значений), наименьшие – при концентрации 10^{-12} М (0.91, что составляет около 99% от контроля).

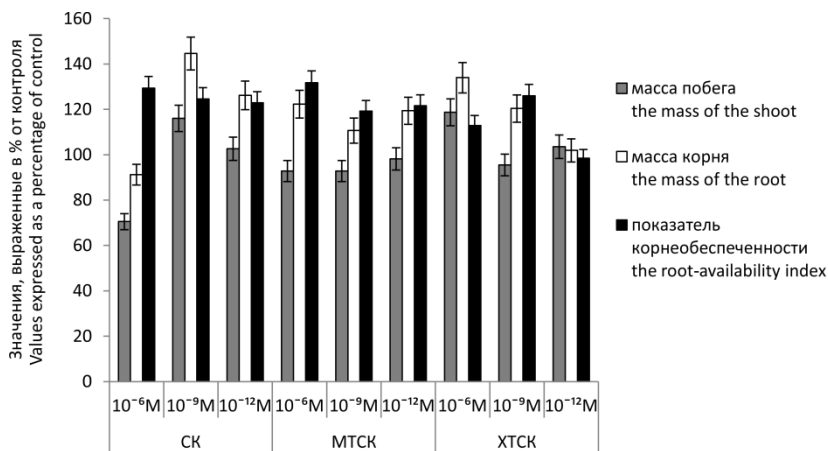


Рис. 2. Влияние (тио)семикарбазонов 2,4-диарилбицикло[3.3.1]нон-2-ен-9-онов на показатель корнеобеспеченности проростков: СК – семикарбазон 2,4-ди-фенилбицикло[3.3.1]нон-2-ен-9-она; ХТСК – тиосемикарбазон 2-(4'-хлорфенил)-4-фенилбицикло[3.3.1]нон-2-ен-9-она; МТСК – тиосемикарбазон 2-фенил-4-(4'-метоксифенил)бицикло[3.3.1]нон-2-ен-9-она.

Fig. 2. The effect of (thio)semicarbazone 2,4-diarylbiyclo[3.3.1]non-2-en-9-ones on the root-availability index of seedlings: СК – semicarbazone 2,4-diphenylbiyclo[3.3.1] non-2-en-9-one; ХТСК – thiosemicarbazone 2-(4'-chlorophenyl)-4-phenylbiyclo[3.3.1]non-2-en-9-one; МТСК – thiosemicarbazone 2-phenyl-4-(4'-methoxyphenyl)biyclo[3.3.1]non-2-ene-9-one.

Растворы исследуемых соединений (за исключением ХТСК в концентрации 10^{-12} М и СК в концентрации 10^{-6} М) оказали стимулирующее действие на рост корневой системы (таблица). Общая длина корней опытных растений на 13 – 30% превысила контроль; при этом максимальные

значения отмечены при использовании в качестве субстрата культивирования СК в концентрациях 10^{-12} и 10^{-9} М, МТСК – в концентрации 10^{-6} М.

Таблица. Влияние карбоциклических соединений на рост корневой системы и побега проростков пшеницы сорта Саратовская 36

Table. The influence of carbocyclic compounds on the growth of the root system and the shoot of wheat seedlings of the variety Saratovskaya 36

Варианты Options		Показатели / Indicators		
		корневой индекс, отн.ед. root index, rel. units	длина корней, мм root length, mm	длина побега, мм shoot length, mm
Контроль Control		1.00	204.0 ± 8.20	54.3 ± 2.3
СК	C= 10^{-6} М	0.76	168.6 ± 7.05	33.9 ± 3.2
	C= 10^{-9} М	1.26	265.6 ± 12.3	66.0 ± 4.2
	C= 10^{-12} М	1.17	251.8 ± 9.54	57.0 ± 3.6*
МТСК	C= 10^{-6} М	1.11	257.9 ± 11.2	51.4 ± 2.1
	C= 10^{-9} М	1.16	239.7 ± 9.91	54.6 ± 3.1*
	C= 10^{-12} М	1.16	240.8 ± 12.10	59.9 ± 1.9
ХТСК	C= 10^{-6} М	1.09	242.0 ± 10.3	57.7 ± 2.9*
	C= 10^{-9} М	1.08	230.3 ± 8.12	53.3 ± 2.2*
	C= 10^{-12} М	0.86	158.2 ± 7.01	50.6 ± 1.2

Примечание: * – различия между контрольными и опытными значениями недостоверны. СК – семикарбазон 2,4-ди-фенилбическло[3.3.1]нон-2-ен-9-она; ХТСК – тиосемикарбазон 2-(4'-хлор-фенил)-4-фенилбическло[3.3.1]нон-2-ен-9-она; МТСК – тиосемикарбазон 2-фенил-4-(4'-метоксифенил)бическло[3.3.1]нон-2-ен-9-она.

Note: * – differences between control and test values are not significant. СК – semicarbazone 2,4-diphenylbicyclo[3.3.1] non-2-en-9-one; ХТСК – thiosemicarbazone 2-(4'-chlorophenyl)-4-phenylbicyclo[3.3.1]non-2-en-9-one; МТСК – thiosemicarbazone 2-phenyl-4-(4'-methoxyphenyl)bicyclo[3.3.1]non-2-ene-9-one.

Корневой индекс рассчитывали как среднее значение длины самых длинных корней, отнесенное к аналогичному в контроле. Максимальными значениями данного показателя – на 26% выше контрольных – характеризуются проростки, выращенные на растворе СК в концентрации 10^{-9} М; минимальными – 76% от контроля – на растворе СК в концентрации 10^{-6} М. Значения корневого индекса семидневных проростков, культивированных на растворах МТСК, возрастают при снижении концентрации испытуемого раствора и превышают контроль на

ВЛИЯНИЕ БИЦИКЛИЧЕСКИХ КЕТОНОВ НА РОСТ ПРОРОСТКОВ

11 – 16%, тогда как при культивировании растений на растворах ХТСК в ряду понижения концентрации опытного раствора наблюдается снижение корневого индекса проростков.

Растворы (тио)семикарбазонов кетонов в некоторых концентрациях оказывают влияние на рост надземной части. Ингибирующий рост побега эффект проявился при культивировании растений на растворах СК и МТСК в наибольшей концентрации, растворе ХТСК – в наименьшей концентрации. Стимулирующим действием на рост надземной части растений характеризуются растворы СК в концентрации 10^{-9} М (на 22% выше контроля) и МТСК в концентрации 10^{-12} М (на 10% выше контроля). В остальных вариантах опыта влияние испытуемых растворов на рост побега не выявлено или является статистически не достоверным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование позволяет оценить физиологическую активность (тио)семикарбазонов 2,4-диарилбицикло[3.3.1]нон-2-ен-9-онов, отличающихся характером арильных заместителей и N-нуклеофила.

Установлено, что семикарбазон 2,4-дифенилбицикло[3.3.1]нон-2-ен-9-она (СК) в концентрации 10^{-6} М оказывает ингибирующее действие на рост корней и побега. Менее концентрированные растворы СК обладают ростостимулирующими свойствами, которые максимально проявляются при культивировании растений на СК в концентрации 10^{-9} М. При этом показатель корнеобеспеченности варьирует в пределах 1.13 – 1.18 отн.ед, что превышает контрольные значения на 23 – 29%.

Тиосемикарбазон 2-(4'-хлорфенил)-4-фенилбицикло[3.3.1]нон-2-ен-9-она (ХТСК) и тиосемикарбазон 2-фенил-4-(4'-метоксифенил)бицикло[3.3.1]нон-2-ен-9-она (МТСК) оказывают положительное влияние на рост корневой системы (исключение составил раствор ХТСК в наименьшей концентрации из испытуемых), при этом следует отметить, что при культивировании растений на растворах МТСК наблюдается больший стимулирующий эффект, чем при культивировании на растворах ХТСК тех же концентраций. Различный характер действия испытуемых соединений проявился в отношении роста побега: наблюдается прямая зависимость между длиной надземной части опытных растений и концентрацией раствора ХТСК, тогда как при культивировании на растворах МТСК – зависимость обратная.

Таким образом, следует заключить, что изученные

В. В. Коробко, Н. В. Пчелинцева, Н. В. Миронова и др.

(тио)семикарбазоны 2,4-диарилбицикло[3.3.1]нон-2-ен-9-оны, отличающиеся характером арильных заместителей и N-нуклеофила, обладают различной физиологической активностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бухаров А. Ф., Балеев Д. Н., Бухарова А. Р. Кинетика прорастания семян. Система методов и параметров: учеб.-метод. пособ. М.: Изд-во РГАЗУ, 2016. 60 с.

Жестовская Е. С., Крылатова Я. Г. Синтез 2,4-динитрофенилгидразонов и тиосемикарбазонов 2,4-диарилбицикло[3.3.1]нон-2-ен-9-онов // Вопросы биологии, экологии, химии и методики обучения: сб. науч. ст. Вып. 14. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2012. С. 38 – 39.

Колеватова Я. Г. 2,4-Диарилбицикло[3.3.1]нон-2-ен-9-оны: синтез, строение и некоторые химические превращения: дис. ...канд. хим. наук. Саратов, 2009. 139 с.

Коробко В. В., Пчелинцева Н. В., Самсонова Е. А., Баталин С. Д., Лунёва М. А. Влияние N,O,S-содержащих гетероциклических соединений на рост корневой системы проростков *Triticum aestivum* L. // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Химия. Биология. Экология. 2018. Т. 18, вып. 1. С. 45 – 51.

Коробко В. В., Степанов С. А. Влияние температуры на развитие корневой системы проростков твёрдой пшеницы // Вопросы биологии, экологии, химии и методики обучения: сб. науч. ст. Вып. 19. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2017. С. 3 – 6.

Мельников Н. Н., Новожилов К. В., Белан С. Р. Пестициды и регуляторы роста растений. Справочник. М.: Химия, 1995. 576 с.

Шарилова Г. В., Веселов Д. С., Чернов В. Е., Пендинен Г. И., Кудоярова Г. Р. Ростовая реакция на засоление у растений разных сортов ячменя и ее связь с соотношением массы побег/корень и характером изменения транспирации // Современная физиология растений: от молекул до экосистем: тез. докл. междунар. конф. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 2007. С. 427 – 429.

Образец для цитирования:

Коробко В. В., Пчелинцева Н. В., Миронова Н. В., Крылатова Я. Г., Жестовская Е. С. Влияние (тио)семикарбазонов 2,4-диарилбицикло[3.3.1]нон-2-ен-9-онов на рост проростков *Triticum aestivum* L. // Бюл. Бот. сада Саратов. гос. ун-та. 2019. Т. 17, вып. 1. С. 55 – 64. DOI: 10.18500/1682-1637-2019-1-55-64.

**INFLUENCE (THIO) SEMICARBAZONES
2,4-DIARYLBICYCLO [3.3.1] NON-2-EN-9-ONES
ON GROWTH OF *TRITICUM AESTIVUM* L. SEEDLING**

**V. V. Korobko, N. V. Pchelintseva, N. V. Mironova,
Ya. G. Krylatova, E. S. Zhestovskaya**

*N. G. Chernyshevsky Saratov State University
83 Astrakhanskaya Str., Saratov 410012, Russia
E-mail: v.v.korobko@mail.ru*

Received 4 March 2019, Accepted 25 March 2019

Biological testing of synthetic compounds – (thio) semicarbazones 2,4-diaryl-bicyclo [3.3.1] non-2-en-9-ones, differing in the nature of aryl substituents and N-nucleophile, was carried out. The compounds under study were obtained at the Department of Organic and Bioorganic Chemistry of the Institute of Chemistry of the Saratov National Research State University. The object of the study was seedlings of spring soft wheat *Triticum aestivum* L. of the Saratovskaya 36 variety. To assess the physiological activity of the tested compounds, we used a valuable analysis of the morphometric parameters of growth and development of the root system and shoot of the test and control plants. The study of the physiological activity of (thio) semicarbazones 2,4-diaryl-bicyclo [3.3.1] non-2-en-9-ones showed that the germination energy of the seeds in the control and in all variants of the experiment does not have significant differences. The index of root-supply of experimental plants exceeds the control values. The tested compounds have a stimulating effect on the growth of the root system of plants. The exception was semicarbazone 2,4-diphenylbicyclo [3.3.1] non-2-en-9-one at a concentration of 10^{-6} M and thiosemicarbazone 2-(4'-chlorophenyl)-4-phenylbicyclo[3.3.1]non-2-en-9-one. It has been established that compounds, differing in the character of aryl substituents and N-nucleophile, have a different effect on the growth of the aerial part of plants. The relationship between the concentrations of solutions and their effect on growth is established.

Key words: carbocyclic compounds, growth regulators, biotesting, plant growth and development, soft wheat.

DOI: 10.18500/1682-1637-2019-1-55-64

REFERENCES

Bukharov A. F., Baleev D. N., Bukharova A. R. *Kinetics of Seed Germination. The System of Methods and Parameters: a teaching aid*. Moscow: Izdatel'stvo RGAZU, 2016. 60 p. (in Russian).

В. В. Коробко, Н. В. Пчелинцева, Н. В. Миронова и др.

Zhestovskaya E. S., Krylatova Ya. G. Synthesis of 2,4-dinitrophenylhydrazones and thiosemicarbazones 2,4-diarylbiacyclo[3.3.1] non-2-en-9-ones. In: *Questions of biology, ecology, chemistry and teaching methods: Collection of scientific articles. Vol. 14.* Saratov: Izdatel'stvo Saratovskogo Gosudarstvennogo Universiteta, 2012. pp.38 – 39. (in Russian).

Kolevatova Ya. G. 2,4-Diarylbiacyclo[3.3.1] non-2-en-9-ones: synthesis, structure and some chemical transformations: dis. ... cand. chemical sciences. Saratov, 2009. 139 p. (in Russian).

Korobko V. V., Pchelintseva N. V., Samsonova E. A., Batalin S. D., Luneva M. A. Effect of N, O, S-containing heterocyclic compounds on the growth of the root system of *Triticum aestivum* L. seedlings. *Izvestiya of Saratov University. New series. Series Chemistry. Biology. Ecology*, 2018, vol. 18, iss. 1, pp. 45 – 51. (in Russian).

Korobko V. V., Stepanov S. A. The influence of temperature on the development of the root system of durum wheat seedlings. In: *Questions of biology, ecology, chemistry and methods of learning: Collection of scientific articles. Vol. 19.* Saratov: Izdatel'stvo Saratovskogo Gosudarstvennogo Universiteta, 2017. pp. 3 – 6. (in Russian).

Melnikov N. N., Novozhilov K. V., Belan S. R. *Pesticides and Plant Growth Regulators*. M.: Khimiya Publ., 1995. 576 p. (in Russian).

Sharipova G. V., Veselov D. S., Chernov V. E., Pendinen G. I., Kudoyarova G. R. Growth response to salinity in plants of different varieties of barley and its relationship with the ratio of the shoot / root mass and the nature of changes in transpiration. In: *Modern Plant Physiology: from molecules to ecosystems: Abstracts of the international conference*. Syktyvkar: Izdatel'stvo Komi SC UB RAS, 2007. pp. 427 – 429. (in Russian).

Cite this article as:

Korobko V. V., Pchelintseva N. V., Mironova N. V., Krylatova Ya. G., Zhestovskaya E. S. Influence (thio) semicarbazones 2,4-diarylbiacyclo [3.3.1] non-2-en-9-ones on growth of *Triticum aestivum* L. seedling. *Bulletin of Botanic Garden of Saratov State University*, 2019, vol. 17, iss. 1, pp. 55 – 64. (in Russian).
DOI: 10.18500/1682-1637-2019-1-55-64

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 581.144

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ СОДЕРЖАНИЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ В УЗЛАХ ПОБЕГА *TRITICUM AESTIVUM* L.

Э. Г. Хачатуров, В. В. Коробко

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

Поступила в редакцию 04.03.2019 г., принята 25.03.2019 г.

Объектом исследования служили растения мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L. сорта Саратовская 29. Представлены сведения о количественном содержании пигментов фотосинтеза (хлорофиллов и каротиноидов) в узлах верхних вегетативных метасмеров побега яровой мягкой пшеницы. Содержание пигментов определяли спектрофотометрическим методом. Установлено, что в период цветения растений содержание фотосинтезирующих пигментов максимально и составляет в тканях седьмого узла 4.79 мг/г, шестого – 9.39 мг/г. При этом соотношение хлорофиллов *a* и хлорофилла *b* в тканях шестого узла составило 0.76, а седьмого – 1.82. Количественное содержание каротиноидов в момент цветения растений в тканях седьмого узла в 1.7 раз выше, чем в тканях шестого. Выявлено изменение содержания фотосинтезирующих пигментов в тканях узлов побега пшеницы до цветения, в период цветения, формирования эндосперма и зародыша зерновки. Сравнительный анализ динамики содержания пигментов показал, что в период формирования эндосперма и зародыша соотношение хлорофиллов *a/b* составляет 1.9 – 2.9 в тканях шестого узла, 1.2 – 1.8 в тканях седьмого узла. Установлено, что количественное соотношение каротиноидов и зеленых пигментов максимально в фазе восковой спелости зерновки.

Ключевые слова: стеблевые узлы, мягкая пшеница, хлорофилл, каротиноиды, пигменты.

DOI: 10.18500/1682-1637-2019-1-65-72

В решении одной из актуальных задач физиологии растений – поиске путей согласования интенсивности фотосинтеза и продуктивности – большие надежды возлагаются на выяснение вклада различных вегетативных органов в фотосинтез целого растения (Чиков, 1997; Даштоян и др., 2008). Исследования показали, что у некоторых растений в определенные периоды фотосинтез нелистовых органов может превышать вклад фотосинтеза листьев. Кроме того, установлено, что фотосинтез нелистовых органов менее подавляется в условиях засухи (Амелин, 2001). С целью выявления регуляторных механизмов взаимодействия, оценки между донором и акцептором, установления характера их взаимодействия проводят экспериментальную работу, включающую изменение соотношения между донорами и акцепторами ассимилятов. Целый ряд работ посвящен изменению суммарной площади листовой поверхности и интенсивности освещения листьев (Киризий, 2003).

Настоящая работа является частью исследования структурно-функциональной организации узла побега однодольных растений.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проведены в 2018 году на кафедре микробиологии и физиологии Саратовского национального исследовательского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского. Объектом исследования служили растения яровой мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L. сорта Саратовская 29. Этот сорт получен в НИИСХ Юго-Востока методом сложной ступенчатой гибридизации от скрещивания сортов гибридного происхождения Альбидум-24 и Лютесценс-55/11.

Проведено количественное измерение фотосинтетических пигментов в узлах верхних метамеров побега спектрофотометрическим методом (Коробко, Касаткин, 2017). Измерение проводилось в тканях собственно стеблевого узла и листовой подушки, окружающей узел. Отбор первой пробы произведен за неделю до цветения, последующие пробы брали с недельным интервалом. Результаты исследований подвергались статистической обработке в табличном процессоре Excel пакета MS Office 2010.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Установлено, что количественное содержание фотосинтезирующих пигментов в узлах верхних метамеров достигает наибольших зна-

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ СОДЕРЖАНИЕ ПИГМЕНТОВ

чений в момент цветения растений (рис. 1, 2): содержание зеленых пигментов в тканях шестого узла составило 9.39 мг/г, седьмого – 4.79 мг/г. Дальнейшее развитие зерновки сопровождается уменьшением количественного содержания хлорофиллов в тканях изученных узлов. Содержание каротиноидов в тканях шестого узла в период проведения эксперимента варьирует от 0.29 до 0.49 мг/г, достигая максимального значения в момент цветения. В седьмом узле содержание каротиноидов в момент цветения составляет 0.81 мг/г, по мере развития эндосперма и зародыша снижается до 0.24 – 0.52 мг/г.

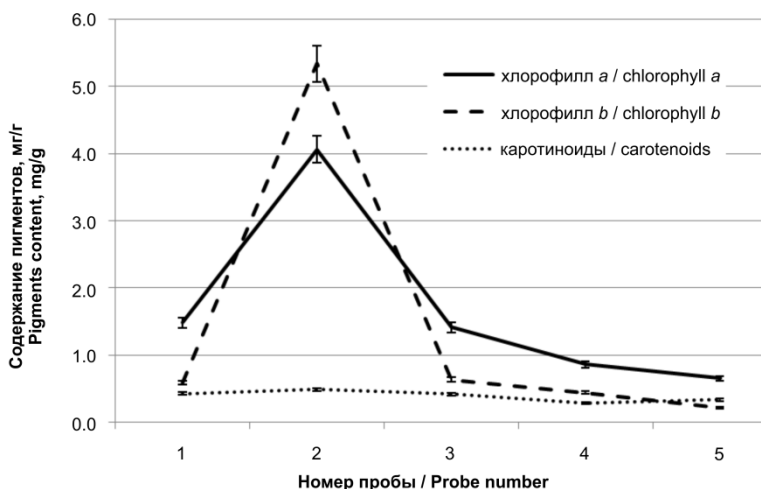


Рис. 1. Количественное содержание пигментов в тканях шестого узла побега *Triticum aestivum* сорта Саратовская 29: 1 – неделя до цветения; 2 – цветение; 3 – 4 – фаза молочной пелости зерновки; 5 – фаза восковой спелости зерновки.
Fig. 1. The quantitative content of pigments in the tissues of the sixth node of the shoot *Triticum aestivum* variety Saratovskaya 29: 1 – week before flowering; 2 – flowering; 3 – 4 – phase of milky ripeness; 5 – phase of wax ripeness.

При изучении пигментного состава тканей растительных объектов не-обходимо учитывать не только количественное содержание различных пигментов, но и соотношения различных форм хлорофилла и каротиноидов в пигментном комплексе (Коробко, Шевлягина, 1917).

Различные соотношения фотосинтетических пигментов приводят к изменению активности фотосинтетического аппарата, скорости накопления ассимилятов, что, в конечном итоге, отражается на росте и продуктивности растений (Тарчевский, Андрианов, 1980).

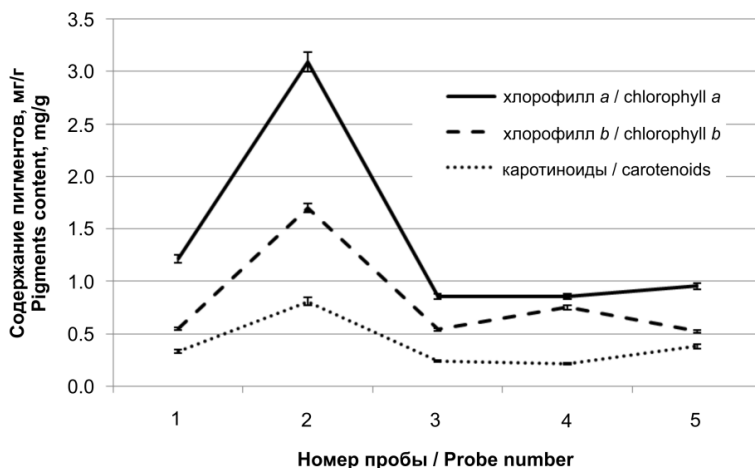


Рис. 2. Количественное содержание пигментов в тканях седьмого узла побега *Triticum aestivum* сорта Саратовская 29: 1 – неделя до цветения; 2 – цветение; 3 – 4 – фаза молочной спелости зерновки; 5 – фаза восковой спелости зерновки.
Fig. 2. The quantitative content of pigments in the tissues of the seventh node of the shoot *Triticum aestivum* variety Saratovskaya 29: 1 – week before flowering; 2 – flowering; 3 – 4 – phase of milky ripeness; 5 – phase of wax ripeness.

Сравнительный анализ количественного и качественного состава зеленых пигментов в тканях шестого и седьмого узлов показал существенные отличия. В период цветения содержание хлорофилла *b* в тканях шестого узла составляет 56.8% от общего количества зеленых пигментов; в фазе восковой спелости снижается до 25% от общего количества хлорофиллов. Количественное содержание хлорофилла *b* в тканях седьмого узла в момент цветения составляет 1.7 мг/г или 35.4% от общего количества зеленых пигментов, по мере формирования зерновки снижается до 0.75 – 0.52 мг/г.

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ СОДЕРЖАНИЕ ПИГМЕНТОВ

Из литературных данных известно, что повышение доли хлорофилла *b* в фотосинтезирующих тканях свидетельствует о повышении их светособирающей способности в области дальнего красного света (Ivanov et al., 2013). Следовательно, соотношение хлорофиллов *a* и *b* определяет адаптационную способность к изменениям освещенности, позволяя скоординировать распределение ресурсов для достижения и поддержания оптимальных скоростей фотосинтеза.

Экспериментальные данные показали, что количественное соотношение хлорофиллов *a* и *b* в шестом узле с момента цветения постепенно увеличивается от 0.76 до 2.94; в седьмом – за неделю до цветения составляет 2.2, затем постепенно снижается до 1.14 и возрастает в фазе восковой спелости, когда происходит окончательное формирование зародыша, до 1.82.

Одним из показателей активности фотосинтетического аппарата является относительное содержание каротиноидов и хлорофиллов (Мокроносов и др., 2006). В период цветения соотношение каротиноидов и зеленых пигментов в тканях шестого узла снижается в два раза, в процессе формирования эндосперма и зародыша возрастает, достигая 0.38. В тканях седьмого узла с начала эксперимента наблюдается снижение соотношения каротиноиды/хлорофиллы с 0.19 до 1.13, тогда как в фазу восковой спелости данный показатель составляет 0.26 – 0.28.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Фотосинтетическая активность различных частей растений обусловлена характером их донорно-акцепторных отношений. В определенные периоды между отдельными потребляющими органами возникает конкуренция за получение ассимилятов. С формированием генеративных структур физиологические процессы переориентируются, прежде всего, на их обеспечение.

В период цветения содержание фотосинтезирующих пигментов в тканях узлов верхних междоузлий максимально. При этом соотношение хлорофиллов *a/b* в тканях шестого узла составило 0.76, а седьмого – 1.82. Сравнительный анализ динамики содержания пигментов показал, что после завершения цветения, в период формирования эндосперма и зародыша соотношение хлорофиллов *a/b* составляет 1.9 – 2.9 в тканях шестого узла, 1.2 – 1.8 в тканях седьмого узла. Количественное содержание каротиноидов в момент цветения растений в тканях седьмого уз-

ла в 1.7 раз превышает аналогичное значение в ниже расположенном узле. Отмечено, что количественное соотношение каротиноидов и зеленых пигментов максимально в фазе восковой спелости зерновки.

Выявленные особенности количественного и качественного содержания пигментов в узлах верхних междоузлий побега, динамика изменения содержания фотосинтезирующих пигментов и их соотношения в тканях узлов в период подготовки растения к цветению, формирования эндосперма и зародыша зерновки, обусловлены положением этих структур в системе донорно-акцепторных связей целого растения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Амелин А. В. Фотовосстановительная активность хлорофиллсодержащих органов и вклад их в фотосистему растения у примитивных форм и современных сортов гороха // Вестник Башкирского университета. 2001. № 2 (I). С. 6 – 8.

Даштова Ю. В., Меринова Н. В., Степанов С. А. Мегамерная изменчивость состава и содержания пигментов фотосинтеза листьев пшеницы // Вестник Саратовского государственного аграрного университета. 2008. № 2. С. 24 – 25.

Кириций Д. А. Влияние дефолиации и затенения на фотосинтез и продуктивность в системе донорно-акцепторных отношений растительного организма // Физиология и биохимия культурных растений. 2003. Т. 35, № 2. С. 95 – 107.

Коробко В. В., Касаткин М. Ю. Физиология растений: большой практикум. Саратов: Изд-во «Саратовский источник», 2017. 120 с.

Коробко В. В., Шевлягина О. Ф. Влияние температуры культивирования проростков твердой пшеницы на содержание фотосинтезирующих пигментов // Вавиловские чтения – 2017: сб. ст. междунар. науч.-практ. конф., посвященной 130-й годовщине со дня рождения академика Н. И. Вавилова. Саратов, Изд-во Саратов. гос. аграр. ун-та, ООО «Амирит», 2017. С. 207 – 210.

Тарчевский И. А., Андрианова Ю. Е. Содержание пигментов как показатель мощности развития фотосинтетического аппарата у пшеницы // Физиология растений. 1980. Т. 27, № 2. С. 341 – 348.

Чиков В. И. Связь фотосинтеза с продуктивностью растений // Соросовский образовательный журнал. 1997. № 12. С. 23 – 27.

Ivanov L. A., Ivanova L. A., Ronzhina D. A., Yudina P. K. Changes in the chlorophyll and carotenoid contents in the leaves of steppe plants along a latitudinal gradient in South Ural // Russian Journal of Plant Physiology. 2013. V. 60, № 6. P. 812 – 820.

Образец для цитирования:

Хачатуров Э. Г., Коробко В. В. Количественное содержание фотосинтетических пигментов в узлах побега *Triticum aestivum* L. // Бюл. Бот. сада Саратов. гос. ун-та. 2019. Т. 17, вып. 1. С. 65 – 72. DOI: 10.18500/1682-1637-2019-1-65-72.

**THE QUANTITATIVE CONTENT
OF PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS IN THE NODES
OF THE SHOOT *TRITICUM AESTIVUM* L.**

E. G. Hachaturov, V. V. Korobko

*N. G. Chernyshevsky Saratov State University
83 Astrakhanskaya Str., Saratov 410012, Russia
E-mail: v.v.korobko@mail.ru*

Received 4 March 2019, Accepted 25 March 2019

The object of the study was seedlings of spring soft wheat *Triticum aestivum* L. of the Saratovskaya 29 variety. Information is presented on the quantitative content of photosynthesis pigments (chlorophylls and carotenoids) in the nodes of the upper vegetative metamers of spring soft wheat. The content of pigments was determined by the spectrophotometric method. It was established that in the period of flowering of plants the content of photosynthetic pigments is maximum and amounts to 4.79 mg/g in the tissues of the seventh node, and sixth – 9.39 mg/g. The ratio of chlorophylls a and chlorophyll b in the tissues of the sixth node was 0.76, and the seventh was 1.82. The quantitative content of carotenoids at the time of flowering of plants in the tissues of the seventh node is 1.7 times higher than in the tissues of the sixth. A change in the content of photosynthesizing pigments in the tissues of the wheat shoot nodes before flowering, during the flowering period, the formation of the endosperm and the germ of the weevil has been revealed. A comparative analysis of the dynamics of the pigment content showed that during the period of formation of the endosperm and the embryo, the ratio of chlorophylls a/b is 1.9 – 2.9 in the tissues of the sixth node, 1.2 – 1.8 in the tissues of the seventh node. It was established that the quantitative ratio of carotenoids and chlorophylls is maximal in the phase of wax ripeness.

Key words: stem nodes, soft wheat, chlorophyll, carotenoids, pigments.

DOI: 10.18500/1682-1637-2019-1-65-72

REFERENCES

- Amelin A. V. Photoreductive activity of chlorophyll-containing organs and their contribution to the plant photosystem in primitive forms and modern pea varieties. *Bulletin of Bashkir University*, 2001, vol. 2 (I), pp. 6 – 8. (in Russian).
- Dashtoyan Yu. V., Merinova N. V., Stepanov S. A. Metameric variability of the composition and content of wheat leaf photosynthesis pigments. *Bulletin of Saratov State Agrarian University*, 2008, vol. 2, pp. 24 – 25. (in Russian).

Kyriziy D. A. Influence of defoliation and shading on photosynthesis and productivity in the system of donor-acceptor relations of the plant organism. *Physiology and Biochemistry of Cultivated Plant*, 2003, vol. 35, iss. 2, pp. 95 – 107. (in Russian).

Korobko V. V., Kasatkin M. Yu. *Plant Physiology: a large workshop*. Saratov: Izdatel'stvo "Saratovskiy istochnik", 2017. 120 p. (in Russian).

Korobko V. V., Shevlyagina O. F. The influence of the temperature of cultivation of durum wheat seedlings on the content of photosynthetic pigments. In: *Vavilov Readings – 2017: collection of scientific articles*. Saratov: Izdatel'stvo Saratovskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta, Amirit Press, 2017. pp. 207 – 210. (in Russian).

Tarchevsky I. A., Andrianova Yu. E. Pigment content as an indicator of the power of development of the photosynthetic apparatus in wheat. *Russian Journal of Plant Physiology*, 1980, vol. 27, iss. 2, pp. 341 – 348. (in Russian).

Chikov V. I. The relationship of photosynthesis with plant productivity. *Soros Educational Journal*, 1997, vol. 12, pp. 23 – 27. (in Russian).

Ivanov L. A., Ivanova L. A., Ronzhina D. A., Yudina P. K. Changes in the chlorophyll and carotenoid contents in the leaves of steppe plants along a latitudinal gradient in South Ural. *Russian Journal of Plant Physiology*, 2013, vol. 60, iss. 6, pp. 812 – 820.

Cite this article as:

Hachaturov E. G., Korobko V. V. The quantitative content of photosynthetic pigments in the nodes of the shoot *Triticum aestivum* L. *Bulletin of Botanic Garden of Saratov State University*, 2019, vol. 17, iss. 1, pp. 65 – 72. (in Russian).

DOI: 10.18500/1682-1637-2019-1-65-72.