



HORTUS BOTANICUS

Журнал Совета ботанических садов СНГ при МААН

11 / 2016

HORTUS BOTANICUS

Журнал Совета ботанических садов СНГ при МААН

11 / 2016

ISSN 1994-3849

Эл № ФС 77-33059 от 11.09.2008

Главный редактор

А. А. Прохоров

Редакционный совет

П. Вайс Джексон
Лей Ши
Йонг-Шик Ким
В. Н. Решетников
М. С. Романов

Редакционная коллегия

Г. С. Антипина
Е. М. Арнаутова
А. В. Бобров
Ю. К. Виноградова
Е. В. Голосова
Е. Ф. Марковская
Ю. В. Наумцев
Е. В. Спиридович
К. Г. Ткаченко
А. И. Шмаков

Редакция

Е. А. Платонова
С. М. Кузьменкова
Е. В. Голубев

Адрес редакции

185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Анохина, 20, каб. 408.

E-mail: hortbot@gmail.com

<http://hb.karelia.ru>

© 2001 - 2016 А. А. Прохоров

На обложке:

На Балу хризантем в Никитском ботаническом саду (фото Ю. Югансона)

Разработка и техническая поддержка

Отдел объединенной редакции научных журналов ПетрГУ, РЦ НИТ ПетрГУ,
Ботанический сад ПетрГУ

Петрозаводск

2016

Календарь цветения и морфометрические признаки пыльцы некоторых инвазионных видов растений в Средней России

ВИНОГРАДОВА
Юлия Константиновна

Главный ботанический сад им. Н. В. Цицина РАН,
gbsad@mail.ru

КУКЛИНА
Алла Георгиевна

Главный ботанический сад им. Н. В. Цицина РАН,
alla_gbsad@mail.ru

Ключевые слова:

наука, in situ, инвазионные
виды, пыльцевые зерна,
календарь цветения

Аннотация:

На основе обобщения наблюдений по срокам цветения наиболее распространенных инвазионных растений составлен "Календарь цветения" этих видов для Средней России. Приведены описания пыльцевых зерен 17 видов и выделены три группы, согласно размерам пыльцы.

Получена: 15 марта 2016 года

Подписана к печати: 01 мая 2016 года

Введение

Поллиноз является сезонным явлением и определяется аллергической реакцией организма человека на пыльцу. Концентрация пыльцы зависит от климата, географических особенностей и растительности региона. Постоянный мониторинг концентрации пыльцы в воздухе может предоставлять своевременную информацию для широкой общественности и помочь сенситизированным пациентам и врачам предотвратить или облегчить аллергические реакции (Nadih et al., 2012). "Календари пыления", отражающие периоды возникновения высоких концентраций пыльцы в атмосфере, предназначены для прогнозирования вероятного учащения случаев аллергических заболеваний населения. В сезон цветения на территории Москвы, Санкт-Петербурга и еще 7 городов России проводится программа определения и анализа пыльцевых аллергенов, и каждый чувствительный к поллинозу человек может ознакомиться со сроками массового цветения различных растений в Средней России на сайтах <http://www.allergology.ru/monitoring.aspx>, <http://www.iaci.ru> и <http://herba.msu.ru>. Подобную информацию можно получить и для стран Центральной Европы на сайтах <http://www.microvita.ru/allergeny.php?page=6> и <http://www.polleninfo.org/>.

Имеются данные, свидетельствующие, что в Европе количество респираторных аллергических реакций, вызванных пыльцой (симптомы астмы, аллергический риноконъюнктивит и экзема), в последние десятилетия увеличилось, и, по некоторым оценкам, распространенность поллиноза достигла 40%. Как источники аллергенной пыльцы на первом месте (в 95% случаев) стоят представители семейства *Gramineae* (*Poaceae*), затем следуют ветроопыляемые древесные виды и, наконец, виды семейства *Compositae* (*Asteraceae*) (Amato et al., 2007).

Аэробиологические и аллергологические исследования показывают, что "пыльцевая карта" Европы в последние десятилетия меняется, причем не только в результате изменения климата, но и под влиянием социальных факторов. К последним относятся, например, массовое озеленение городов интродуцированными чужеродными растениями или натурализация случайно занесенных из туристических поездок видов (как это случилось с амброзией в ряде стран Западной Европы). В результате в Европе появились новые аэроаллергены: пыльца *Acer negundo* L., *Platanus occidentalis* L., *Salix babylonica* L. (Ribeiro et al., 2009) и даже *Ficus benjamina* L. (Amato et al., 2007).

Во многих регионах выявлена положительная корреляция между пиком цветения ряда неаборигенных растений и увеличением числа больных, обратившихся за врачебной помощью, и предложено проводить комплексные междисциплинарные исследования этой проблемы (Ribeiro et al., 2009). Изучение биологических признаков чужеродных видов - возможных источников пыльцы - началось у древесных растений. Подсчитано, например, что клен ясенелистный *Acer negundo* имеет в среднем 12-25 веток, на каждой ветви от 4 до 55 соцветий (в среднем 6-28), каждое из которых состоит из 8-19 цветков (в среднем 11-13); каждый цветок, в свою очередь, содержит 3-5 пыльников с 12-217 тысячами пыльцевых зерен. Таким образом, одно дерево продуцирует в среднем 28-99 млн. пыльцевых зерен. *Acer negundo* рассматривается как источник аллергенной пыльцы и у себя на родине - в Северной Америке. Исследования, проведенные в

пригороде Нью-Йорка в 1993-2000 гг. показали, что 32,8% пациентов, страдающих аллергическими заболеваниями, гиперчувствительны к пыльце *Acer negundo* (Lin et al., 2002).

Среди случайно занесенных видов особую опасность представляют представители рода *Ambrosia* L. Созданы специальные международные проекты по изучению расселения этих вредоносных растений, все виды амброзий включены в список карантинных растений.

Новые источники пыльцы появляются и в России. В "Черном списке" ("black"-лист) перечислены 100 агрессивных чужеродных видов, среди которых реальную опасность представляет первая десятка наиболее широко расселившихся видов со статусом инвазионности 1 или 2 (Виноградова и др., 2010; 2015). Сведения по морфологии пыльцы некоторых из них (*Fraxinus pennsylvanica* Marsall, *Amelanchier spicata* (Lam.) K. Koch, *Amelanchier alnifolia* (Nutt.) Nutt. & M. Roem., *Erigeron annuus* (L.) Pers., *Symphyotrichum* × *salignum* (Willd.) G. L. Nesom, *Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. & Gray и *Reynoutria* × *bohemica* Chrtek & Chrtková) отсутствуют в международной палинологической базе данных (<http://www.palдат.org>).

Целью данной работы явилось изучение морфометрических особенностей пыльцевых зерен у наиболее агрессивных инвазионных видов растений и составление для них "Календаря цветения" Средней России.

Объекты и методы исследований

"Календарь цветения" составлен на основе фенологических наблюдений авторов в Московской, Тверской, Калужской, Белгородской областях в 2010-2015 гг. и сведений по гербарным сборам [МНА] из областей Средней России за период 1964-2014 гг. Все чужеродные растения в нем идентифицированы до вида, в отличие от существующих "Календарей пыления", опирающихся на сведения по концентрации в воздухе пыльцы растений, в подавляющем большинстве случаев определенных только до рода.

При составлении "Календаря цветения" по рекомендациям европейских служб, контролирующих аллергию (Nilsson, Speksma, 1994), отмечены 3 фазы цветения (начало, массовое, конец). Известно, что в начале цветения в воздухе присутствует только 2,5-12%, а в период массового цветения – до 75% пыльцевых зерен.

Объектами изучения стали 17 наиболее широко расселившихся чужеродных видов, занесенных в "black"-лист инвазионных растений России (Виноградова и др., 2015). Пыльцу *Ambrosia artemisiifolia* собирали в инвазионной популяции Венгрии, поскольку в Средней России вид пока мало распространен и цветет не каждый год.

Сем. *Aceraceae*. 1. *Acer negundo* – город Москва, около станции метро Владыкино.

Сем. *Oleaceae*. 2. *Fraxinus pennsylvanica* – город Москва, около станции метро Владыкино и в районе Новокошино.

Сем. *Rosaceae*. 3. *Amelanchier spicata* – Московская область, Орехово-Зуевский район, около села Хотейчи, инвазионная популяция в сосняке. 4. *Amelanchier alnifolia* – г. Москва, посадки в дендрарии Главного ботанического сада РАН (ГБС).

Сем. *Balsaminaceae*. 5. *Impatiens parviflora* DC. – город Москва, ГБС РАН, дубрава. 6. *Impatiens glandulifera* Royle - Москва, Останкино, ГБС РАН, левый берег реки Лихоборка.

Сем. *Cucurbitaceae*. 7. *Echinocystis lobata* - Московская обл., окрестности города Звенигород.

Сем. *Polygonaceae*. 8. *Reynoutria* × *bohemica* – город Москва, район Новокошино, одичавшие заросли по оврагу.

Сем. *Asteraceae*. 9. *Erigeron annuus* - Московская область, Одинцовский район, деревня Носоново, луговина. 10. *Chamomilla suaveolens* (Pursh) Rydb. – а) Московская область, Орехово-Зуевский район, село Хотейчи; б) Москва, около станции метро Владыкино. 11. *Symphyotrichum* × *salignum* - Московская область: а) Одинцовский район, окрестности деревни Носоново; б) Орехово-Зуевский район, село Хотейчи. 12. *Symphyotrichum novae-angliae* (L.) G. L. Nesom - Московская область, Одинцовский район, деревня Носоново (а - соцветия с голубыми и б - соцветия с розовыми краевыми цветками). 13. *Helianthus tuberosus* L. а) Московская область, Люберецкий район, окрестности деревни Марусино, придорожная полоса; б) Москва, район Новокошино. 14. *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen: а) г. Калуга, городской пустырь; б) Белгородская область, Вейделевский район, село Вейделевка. 15. *Ambrosia artemisiifolia* - Венгрия, город Мошонмадяровар (Mosonmagyaróvár), инвазионная популяция на правом берегу реки Лайта (Lajta). 16. *Solidago canadensis* L. - город Москва, территория ГБС РАН. 17. *Solidago gigantea* Ait. - Московская область, окрестности города Звенигород.

Морфометрические признаки свежей пыльцы определяли в фазе начала цветения растений с помощью цифрового микроскопа Keyence–VHX1000, без добавления воды на предметное стекло. При описании пыльцевых зерен использовали общепринятую палинологическую терминологию (<http://www.palдат.org>). Пыльцевые зерна по длине полярной оси распределяли по группам: мелкие (10-25 мкм), средние (25-50 мкм), крупные (50-100 мкм) и очень крупные (свыше 100 мкм). Характеристику пыльцевых зерен приводили в соответствии с работами G. Erdtman (1952), Л. А. Куприяновой и Л. А. Алешиной (1967, 1972). Форму пыльцевых зерен оценивали по отношению длины полярной оси к экваториальному диаметру с выделением 4 групп: $<1,0$ – сплюснуто-шаровидная, $\geq 1,0-1,4$ – сфероидальная, $1,4-1,6$ – эллипсоидальная, $\geq 1,6$ – продолговато-эллипсоидальная. Объем пыльцевых зерен находили по математической формуле для сфероида $V=4/3\pi \times a^2 \times b$, где a – $1/2$ экваториального диаметра; b – $1/2$ полярной оси. Выборка для каждого образца растений составила 50 пыльцевых зерен. Полученные результаты обрабатывали статистически с использованием программ Past и Microsoft Excel. Допустимая ошибка измерений не превышала нормы ($P \leq 5\%$). Виды инвазионных растений при описании пыльцевых зерен и в "Календаре цветения" распределены по срокам цветения.

Результаты и обсуждение

Acer negundo – Клен ясенелистный

Цветение мужских деревьев в Средней России начинается в конце апреля и длится 10-15 дней. По наблюдению в 2015 г. цветение в Московском регионе проходило с 24.04 по 06.05.

Пыльцевые зерна одиночные, изредка собраны в триады. Полярная ось длиной 23,1-29,5 мкм ($27,0 \pm 0,8$), длина экваториального диаметра пыльцевого зерна 11,9-22,6 мкм ($18,1 \pm 1,5$). Пыльцевые зерна среднего размера. По отношению длины полярной оси к экваториальному диаметру 1,2-2,1 ($M=1,6 \pm 0,1$) форма пыльцевых зерен эллипсоидальная. В очертании с полюса их форма радиально-симметричная. трехлопастная. Средний объем пыльцевых зерен 4975 мкм^3 . Скульптура эскины зернистая (рис. 1а).

Fraxinus pennsylvanica – Ясень пенсильванский

Цветение мужских деревьев начинается во второй декаде мая и длится до конца мая, около 10 дней. В Московском регионе в 2015 г. цветение проходило с 07.05 по 16.05.

Пыльцевые зерна одиночные, либо собраны в полиады (включая диады и триады), мелкого размера. Длина полярной оси 16,2-25,8 ($22,3 \pm 0,4$) мкм; экваториальный диаметр 17,4-26,3 ($21,7 \pm 0,3$) мкм. По соотношению длины полярной оси и экваториального диаметра 0,8-1,2 ($1,0 \pm 0,0$) форма сфероидальная. В очертании с полюса форма почти округлая, радиально-симметричная. Средний объем пыльцевых зерен 5623 мкм^3 . Эскина сетчатой скульптуры, борозды едва заметны (рис. 1е).

Согласно www.palдат.org, у аборигенного вида *Fraxinus excelsior* L. пыльцевые зерна крупнее, среднего размера (26-50 мкм), шаровидные и лопастные.

Amelanchier spicata – Ирга колосистая

Цветение начинается во второй декаде мая, реже в начале июня, и длится около 10-12 дней. Согласно гербарным сборам [МНА], в Москве зафиксированы следующие сроки цветения - 29.05.1971 и 12.06.2006. По наблюдению в 2015 г., цветение в Московском регионе проходило с 07.05 по 18.05.

Пыльцевые зерна одиночные, билатерально-симметричные, среднего размера. Экваториальный диаметр 21,2-26,6 ($24,2 \pm 0,3$) мкм; длина полярной оси 32,6-46,2 ($38,4 \pm 0,5$) мкм. По отношению длины полярной оси к экваториальному диаметру 1,4-1,9 ($M=1,6 \pm 0,0$) форма пыльцевых зерен продолговато-эллипсоидальная; с полюса форма округлая. Средний объем пыльцевых зерен 11872 мкм^3 . Скульптура эскины мелко-ребристая. Вдоль полюсов заметна борозда средней глубины (рис. 1д).

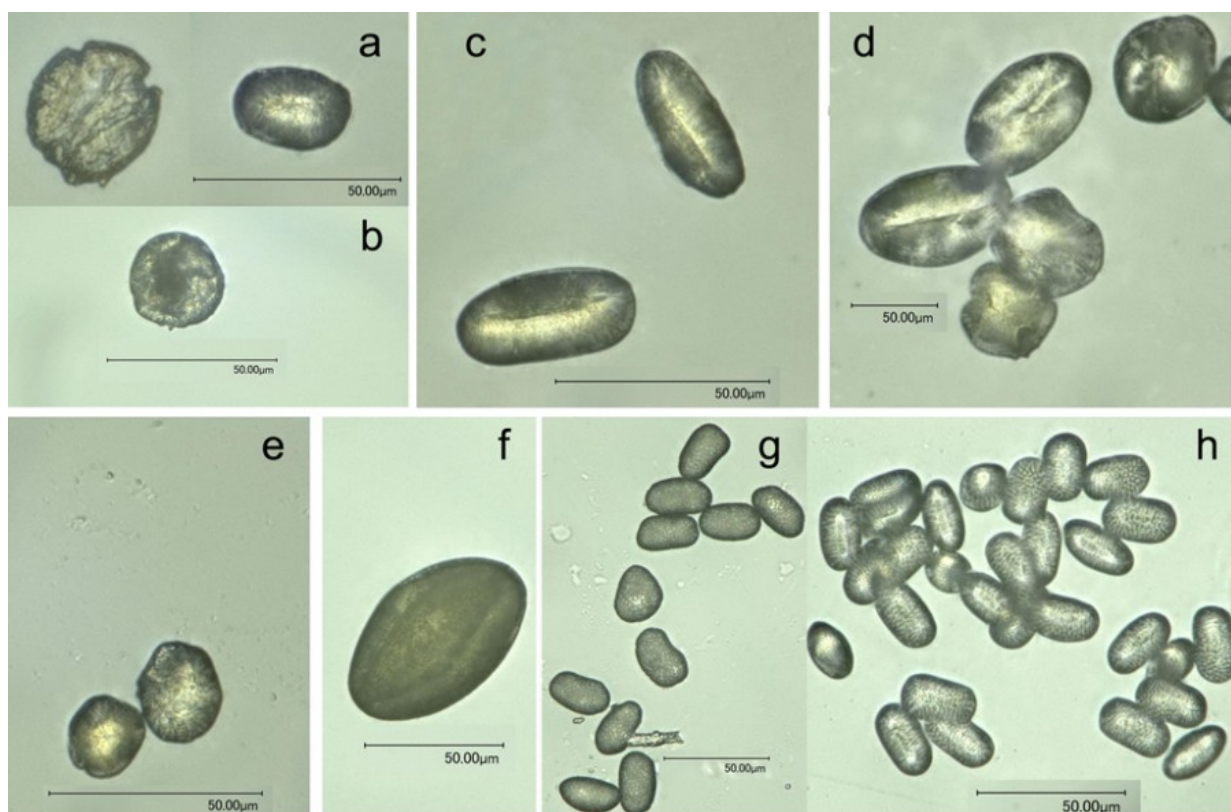


Рис. 1. Пыльцевые зерна инвазивных видов: а - *Acer negundo*; б - *Reynoutria x bohemica*; в - *Amelanchier alnifolia*; д - *Amelanchier spicata*; е - *Fraxinus pennsylvanica*; ф - *Echinocystis lobata*; г - *Impatiens parviflora*; х - *Impatiens glandulifera*.

Fig. 1. Pollen grains of invasive species: а - *Acer negundo*; б - *Reynoutria x bohemica*; в - *Amelanchier alnifolia*; д - *Amelanchier spicata*; е - *Fraxinus pennsylvanica*; ф - *Echinocystis lobata*; г - *Impatiens parviflora*; х - *Impatiens glandulifera*.

***Amelanchier alnifolia* - Ирга ольхолистная**

Цветение вида в Средней России наступает в середине мая, позже, чем у *Amelanchier spicata*, завершается в первой декаде июня, длится около 12 дней. В Московском регионе в 2015 г. цветение отмечено в период 09.05-20.05.

Пыльцевые зерна одиночные, билатерально-симметричные, среднего размера. Экваториальный диаметр 16,9-30,6 ($23,0 \pm 0,5$) мкм; длина полярной оси 33,4-45,1 ($40,1 \pm 0,6$) мкм. По соотношению длины полярной оси и экваториального диаметра 1,3-2,3 ($1,8 \pm 0,0$) пыльцевые зерна продолговато-эллипсоидальной формы; в очертании с полюса – округлые. Их средний объем 11267 мкм^3 . Скульптура эскины мелко-ребристая. Вдоль полюсов заметна неглубокая борозда (рис. 1с).

Согласно www.palдат.org, у аборигенного европейского вида *Amelanchier ovalis* Medik. пыльцевые зерна, тоже изополярные, сфероидальные, среднего размера (26-50 мкм), собраны в монады.

***Erigeron annuus* – Мелколепестник однолетний**

Syn.: *Stenactis annua* (L.) Cass. & Less., *Phalacrolooma annua* (L.) Dumort.

Согласно наблюдениям и гербарным сборам [МНА], цветение этого однолетника в Средней России начинается в середине июня, заканчивается в середине октября, длится более 100 дней. В Брянской области цветение отмечено 18.07.1974, 29.08.1985, 06.09.1975; Белгородской области – 23.06.1968; Тульской области - 07.06.2006, Смоленской области – 09.08.2008; Калужской области – 22.06.1986, 07.07.2003; Рязанской области – 18.08.1968; Московской области - 09.06.2012, 17.07.1990, 17.08.2006, 10.10.1982. В 2015 г. мелколепестник в Московском регионе цвел с 02.07 по 20.10.

Пыльцевые зерна одиночные, либо собраны в полиады из 8 зерен, радиально-симметричные, мелкого

размера. Экваториальный диаметр 14,9-25,2 ($18,8 \pm 0,4$) мкм; длина полярной оси 15,7-26,7 ($20,3 \pm 0,4$) мкм. По соотношению длины полярной оси и экваториального диаметра 0,9-1,3 ($M=1,1 \pm 0,0$) их форма сфероидальная, в очертании с полюса - округлая. Средний объем пыльцевых зерен 3747 мкм³. Скульптура экины мелкошиповатая (рис. 2d).

***Chamomilla suaveolens* - Ромашка душистая**

Syn.: *Matricaria suaveolens* (Pursh) Buchen, *Matricaria matricarioides* (Less.) Porter.

По наблюдениям, цветение этого однолетника в Средней России проходит с июня по октябрь, в течение 130 дней. В 2015 г. цветение в Московском регионе длилось с 04.06 по 15.10. В гербарных сборах [МНА] отмечены даты цветения в Тамбовской области - 20.07.1966; Воронежской области - 09.06.1966; Калужской области - 22.06.1986; Тверской области - 02.07.2013; 20.07.1966.

Пыльцевые зерна одиночные, билатерально-симметричные, среднего размера. Экваториальный диаметр 17,7-27,8 ($20,6 \pm 0,4$) мкм; длина полярной оси 19,8-31,3 ($27,3 \pm 0,5$) мкм. По отношению длины полярной оси к экваториальному диаметру 1,0-1,7 ($M=1,3 \pm 0,0$) форма пыльцевых зерен варьирует от сфероидальной до эллипсоидальной, в очертании с полюса форма округлая. Средний объем пыльцевых зерен 6159 мкм³. Скульптура экины мелкошиповатая (рис. 2e).

***Echinocystis lobata* – Эхиноцистис шиповатый**

По многолетним наблюдениям в Средней России цветение этого однолетника длится с конца июня до начала октября. В гербарных сборах [МНА] отмечены следующие даты цветения: Брянская область – 25.07.1976; Тамбовская область – 20.06.2007; Липецкая область - 17.06.1988; Воронежская область – 09.06.1966; Калужская область – 22.06.1986; Смоленская область - 10.08.2009; Московская область - 03.07.1991, 07.09.1990; Тверская область - 10.07.2013; Владимирская область - 02.09.1983. В Московском регионе в 2015 г. цветение длилось с 15.07 по 04.10, около 90 дней.

Пыльцевые зерна одиночные, радиально-симметричные, крупного размера. Экваториальный диаметр длиной 41,7-53,4 ($48,0 \pm 0,8$) мкм; длина полярной оси 49,0-82,5 ($69,1 \pm 1,5$) мкм. Отношение длины полярной оси к экваториальному диаметру 1,0-1,9 ($M=1,5 \pm 0,0$). Форма пыльцевых зерен переменчива, от сфероидальной до продолговато-эллипсоидальной. В очертании с полюса пыльцевые зерна округлые. Средний объем пыльцевых зерен 83358 мкм³ (рис. 3). Скульптура экины мелкоячеистая. Вдоль полюсов заметна неглубокая дистальная борозда (рис. 1f).

***Impatiens parviflora* – Недотрога мелкоцветковая**

В Средней России цветение этого однолетника начинается июне и длится до конца сентября. По гербарным сборам [МНА] в Московской области цветение отмечено 06.06.2009 и 10.10.1999; в Белгородской - 15.06.2007. Наблюдения в 2015 г. показали, что цветение вида в Московском регионе длится около 90 дней, с 18.06 по 20.09.

Пыльцевые зерна одиночные, среднего размера. Экваториальный диаметр 17,7-25,0 ($20,9 \pm 0,3$) мкм; длина полярной оси 27,5-38,2 ($34,6 \pm 0,3$) мкм. По отношению длины полярной оси к экваториальному диаметру 1,2-2,0 ($M=1,7 \pm 0,0$) пыльцевые зерна продолговато-эллипсоидальные. С полюса форма неправильно-округлая, имеются асимметричные пыльцевые зерна. Средний объем пыльцевых зерен 7977 мкм³. Скульптура экины сетчатая или ячеистая (рис. 1g).

Согласно www.paldat.org, пыльцевые зерна этого вида растения изополярные, с экватора эллиптически-сплюснутые.

***Impatiens glandulifera* – Недотрога железконосная**

Цветение вида начинается в июле, позже, чем у *I. parviflora*, длится до конца сентября. По гербарии [МНА] цветение этого однолетника отмечено в Брянской области 23.6.1976; Смоленской области 08.07.2006; Калужской области 23.08.1983; Тверской области 18.08.2012; Московской области - 07.07.2012. В 2015 г. цветение в Московском регионе - с 20.07 по 14.10, около 85 дней.

Пыльцевые зерна одиночные, радиально симметричные, среднего размера. Экваториальный диаметр 15,4-20,2 ($18,0 \pm 0,2$) мкм; длина полярной оси 24,9-32,2 ($28,8 \pm 0,3$) мкм. По отношению длины полярной оси к

экваториальному диаметру 1,3-1,9 ($M=1,6\pm0,0$) форма пыльцы эллипсоидальная; с полюса – овально-округлая. Средний объем пыльцевых зерен 4912мкм^3 . Скульптура эскины сетчато-зернистая (рис. 1h).

По описанию в международной базе данных (www.paldat.org) сухие пыльцевые зерна сплюснутые, с полюсов четырехугольные, однако наши наблюдения, проведенные на свежей пыльце, с этими данными не согласуются.

***Solidago canadensis* – Золотарник канадский**

Цветение этого многолетника в Средней России начинается в июле и длится до конца сентября, в отдельные годы может продолжаться в октябре. По гербарным сборам [МНА] отмечены следующие даты цветения вида: в Калужской области - 11.08.2007; Смоленской области – 09.08.2008, 17.09.2014; Рязанской области – 13.08.2013; Московской области - 07.07.1987, 17.08.2009, 23.09.2012, 10.10.1981; Ярославской области - 16.08.2013. В 2015 г. в Московском регионе цветение длилось около 60 дней, с 27.07 по 25.09.

Пыльцевые зерна одиночные или собраны в полиады, радиально-симметричные, мелкого размера. Экваториальный диаметр 14,1-18,2 ($16,6\pm0,2$) мкм, CV= 6%; длина полярной оси 22,4-27,0 ($25,0\pm0,3$) мкм, CV=5% (Виноградова, 2012). Соотношение длины полярной оси и экваториального диаметра - 1,5. Форма пыльцевых зерен эллипсоидальная, с полюса округлая. Средний объем пыльцевых зерен 3602мкм^3 . Скульптура эскины шиповатая (рис. 2g).

***Solidago gigantea* - Золотарник гигантский**

В Средней России этот вид зацветает в середине июля, вслед за *S. canadensis*, отставая на 1-1,5 недели, и цветет несколько дольше, до середины октября. По данным гербария [МНА], цветение вида зафиксировано в Брянской области – 15.08.2011; Белгородской области - 29.08.2007; Смоленской области - 05.10.2008; Калужской области – 10.08.2007, 18.08.2004; Московской области - 07.07.2009, 05.10.1997. В 2015 г. в Московском регионе цветение длилось с 29.07 по 02.10, около 65 дней.

Согласно исследованию Ю. К. Виноградовой (2012), пыльцевые зерна одиночные или собраны парами, радиально-симметричные. Экваториальный диаметр 16,4-21,8 ($19,2\pm0,2$) мкм, CV= 8%; длина полярной оси 25,5-33,0 ($28,6\pm0,2$) мкм, CV= 5%. Пыльцевые зерна среднего размера, крупнее, чем у *Solidago canadensis*. По отношению длины полярной оси к экваториальному диаметру - 1,5 форма пыльцевых зерен эллипсоидальная. Средний объем пыльцевых зерен 5514мкм^3 . Скульптура эскины шиповатая (рис. 2h).

Наши данные не согласуются с базой данных <http://www.paldat.org>, где указывается, что размер пыльцевых зерен маленький (10-25 мкм).

***Helianthus tuberosus* – Подсолнечник клубненосный (топинамбур)**

Многолетнее позднецветущее травянистое растение, цветение которого в Средней России обычно наступает в конце августа - начале сентября. Исследования инвазионной флоры показали, что в процессе освоения вторичного ареала сроки цветения вида становятся более ранними (Виноградова и др., 2010). По наблюдениям в Московском регионе, в 2015 г. период цветения продолжался с 28.07 по 01.11 (около 90 дней). Согласно гербарным сборам [МНА], цветение вида зафиксировано в Смоленской области 10.08.2008, 05.10.2008; Калужской области 22.08.2005; Рязанской области 13.08.2013; Липецкой области 12.08.1980; Московской области 17.08.1981, 09.09.1981, 11.10.2011, 24.10.2004.

Пыльцевые зерна одиночные, иногда собраны в полиады, среднего размера, радиально-симметричные. Экваториальный диаметр 28,3-40,5 ($35,0 \pm 0,5$) мкм; длина полярной оси 29,6-46,6 ($39,9 \pm 0,7$) мкм. Соотношение длины полярной оси и экваториального диаметра составляет 1,0-1,3 ($M=1,1 \pm 0,0$), таким образом, форма пыльцевых зерен сфероидальная. Средний объем пыльцевых зерен 25953 мкм^3 . Скульптура экзины шиповатая (рис. 2i).

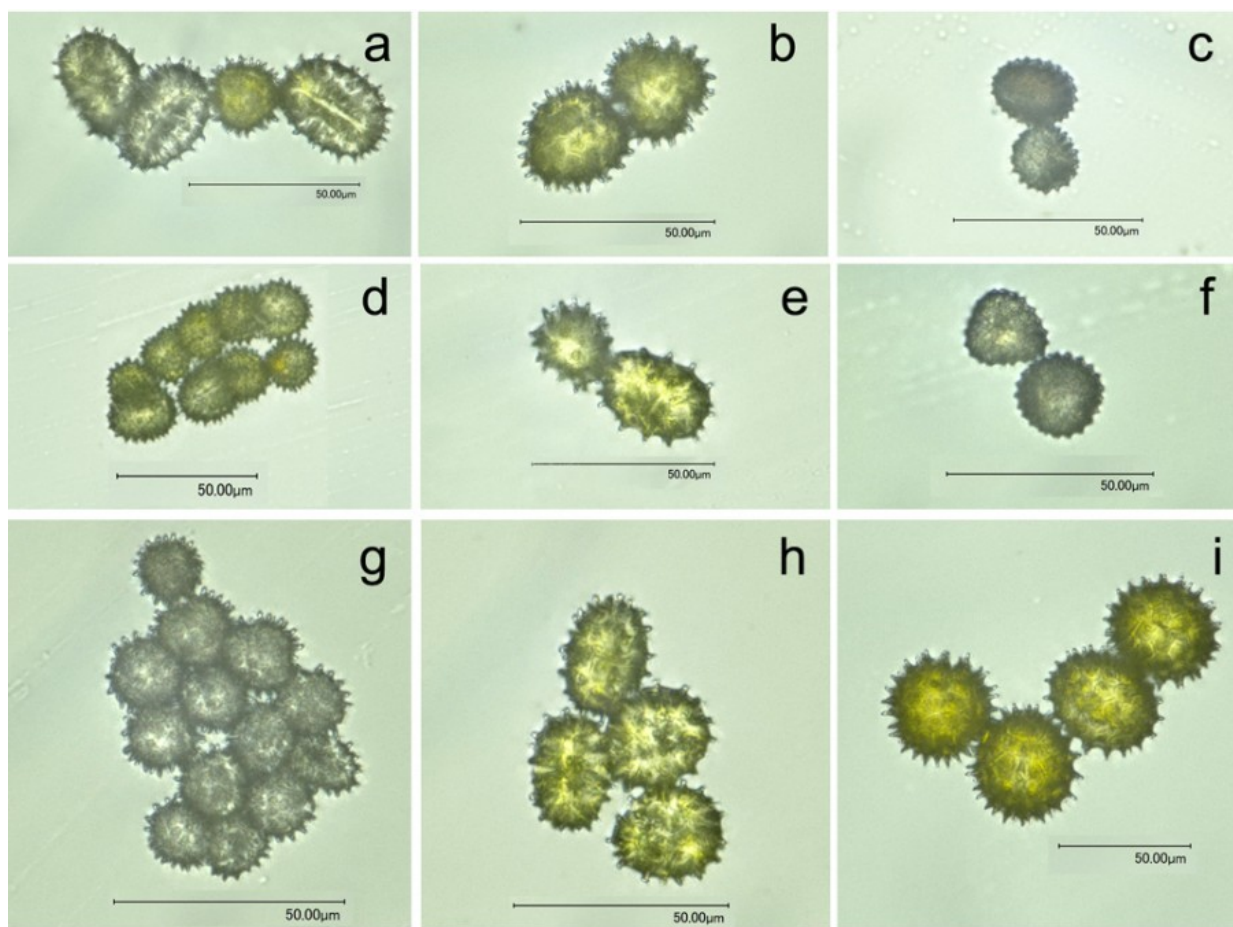


Рис. 2. Пыльцевые зерна инвазионных видов сем. *Asteraceae*: а - *Symphyotrichum novae-angliae*; б – *Symphyotrichum* × *salignum*; в - *Cyclachaena xanthiifolia*; д - *Erigeron annuus*; е - *Chamomilla suaveolens*; ф - *Ambrosia artemisiifolia*; г - *Solidago canadensis*; h – *Solidago gigantea*; i - *Helianthus tuberosus*.

Fig. 2. Pollen grains of *Asteraceae* invasive species: а - *Symphyotrichum novae-angliae*; б – *Symphyotrichum* × *salignum*; в - *Cyclachaena xanthiifolia*; д - *Erigeron annuus*; е - *Chamomilla suaveolens*; ф - *Ambrosia artemisiifolia*; г - *Solidago canadensis*; h – *Solidago gigantea*; i - *Helianthus tuberosus*.

***Symphotrichum* × *salignum* – Астра ивовая**

Syn.: *Aster* × *salignus* Willd. (*A. lanceolatus* Willd. × *A. novi-belgii* L.).

Вид характеризуется поздним цветением, в августе - октябре (Виноградова и др., 2010). По гербарным сборам [МНА] отмечены следующие даты цветения этого многолетника: Брянская область 05.09.1979; Смоленская область 14.07.2005; Калужская область 22.08.2006; Владимирская область 22.08.2007; Московская область 15.07.1982, 14.08.1991, 15.09.1982, 15.10.2003. В 2015 г. в Московской области цветение (20.07 - 01.10) длилось около 70 дней.

Пыльцевые зерна радиально-симметричные, среднего размера, собраны в многочисленные полиады. Форма пыльцевых зерен сфероидальная. Средний объем пыльцевых зерен 13375 мкм^3 . Скульптура экзины шиповатая.

Образец 1 (Звенигородский район). Экваториальный диаметр 22,9-30,7 ($26,3 \pm 0,3$) мкм; полярная ось 30,6-42,0 ($36,8 \pm 0,4$) мкм. Отношение длины полярной оси к экваториальному диаметру 1,2-1,6 ($M=1,4 \pm 0,0$) (рис. 2b).

Образец 2 (Орехово-Зуевский район). Экваториальный диаметр 22,0-25,6 ($24,0 \pm 0,1$) мкм; полярная ось 27,3-35,0 ($31,1 \pm 0,8$) мкм. Отношение длины полярной оси к экваториальному диаметру 1,1-1,5 ($M=1,3 \pm 0,0$).

***Cyclachaena xanthiifolia* - Циклахена дурнишниковлистная**

Syn.: *Iva xanthiifolia* Nutt.

В Средней России вид зацветает в конце лета, цветение длится до начала октября. В Брянской области цветение отмечено 25.08.2006; Белгородской области - 10.09.2007, 25.09.2006; Тамбовской области - 17.09.1966; Калужской области - 10.08.2015; Московской области - 03.09.1983, 11.09.1981, 23.09.1982, 27.09.2013 [МНА].

Пыльцевые зерна одиночные, иногда собраны цепочкой в полиады, радиально-симметричные, мелкого размера, сфероидальные. Скульптура экзины шиповатая (рис. 2с).

Образец 1 (город Калуга). Экваториальный диаметр 11,8-18,2 ($16,1 \pm 0,4$) мкм; длина полярной оси 17,9-23,0 ($19,8 \pm 0,4$). Отношение длины полярной оси к экваториальному диаметру 1,1-1,6 ($1,2 \pm 0,0$). Средний объем пыльцевых зерен 2689 мкм^3 .

Образец 2 (Белгородская область). Экваториальный диаметр 12,7-20,8 ($18,1 \pm 0,3$) мкм; длина полярной оси 16,3-27,3 ($21,6 \pm 0,5$) мкм. Отношение длины полярной оси к экваториальному диаметру 1,0-1,5 ($M=1,2 \pm 0,0$). Средний объем пыльцевых зерен 3832 мкм^3 .

***Symphotrichum novae-angliae* – Астра новоанглийская**

Syn.: *Aster novae-angliae* L.

Многолетнее растение, цветет в Средней России поздней осенью, с середины сентября до заморозков (в ноябре). По гербариям [МНА] из Калужской области цветение отмечено 31.10.1987. В Московском регионе сборы цветущих растений сделаны 05.09.1992 и 26.11.2010; в 2015 г. цветение длилось с 10.09 по 25.10, около 75 дней.

Пыльцевые зерна среднего размера, объединены цепочкой в полиады. Форма пыльцевых зерен эллипсоидальная, с полюса округлая. Скульптура экзины шиповатая, заметна дистальная щель.

Образец 1 (с голубыми цветками). Экваториальный диаметр 23,6-31,9 ($26,9 \pm 0,2$) мкм; длина полярной оси 28,5-42,6 ($37,4 \pm 0,3$) мкм. Отношение длины полярной оси к экваториальному диаметру 1,0-1,6 ($M=1,4 \pm 0,0$). Средний объем пыльцевых зерен 14190 мкм^3 (рис. 2а).

Образец 2 (с розовыми цветками). Экваториальный диаметр 18,9-31,2 ($22,5 \pm 0,2$) мкм; длина полярной оси 25,5-36,5 ($32,6 \pm 0,3$) мкм. Отношение длины полярной оси к экваториальному диаметру 1,1-1,6 ($M=1,5 \pm 0,0$). Средний объем пыльцевых зерен 8725 мкм^3 .

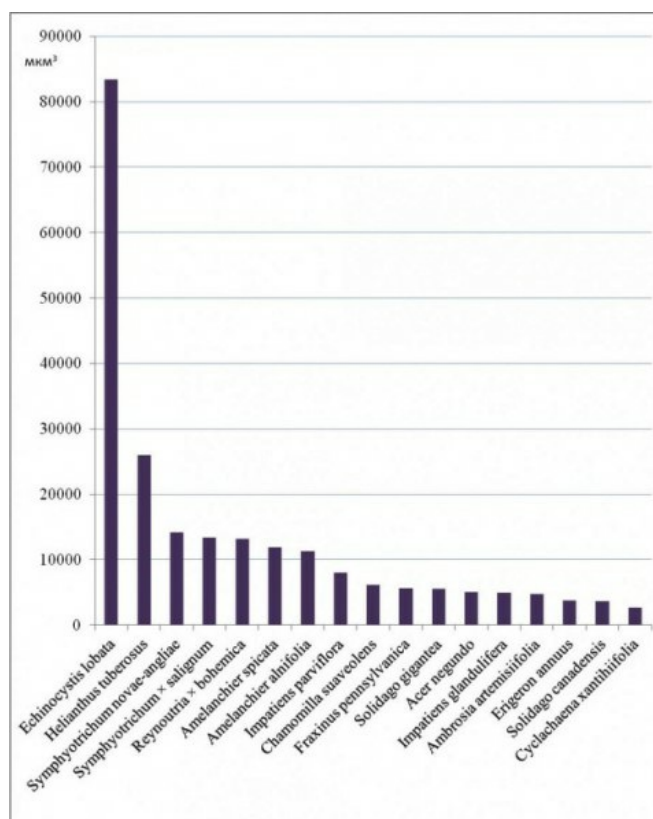


Рис. 3. Объем пыльцевых зерен инвазионных видов (мкм³).

Fig. 3. The volume of pollen grains of invasive species (мкм³).

***Reynoutria x bohemica* – Рейнутрия богемская**

В 2015 г. цветение этого многолетника в Московском регионе длилось с 20.09 по 22.10 (около 35 дней). В Московском регионе сборы цветущих растений сделаны [МНА] 31.08.2008, 09.09.1990, 12.09.1997, 27.09.2013.

Пыльцевые зерна одиночные, радиально-симметричные или асимметричные, среднего размера. Экваториальный диаметр 17,7-40,0 ($26,9 \pm 0,9$) мкм; длина полярной оси 19,8-42,8 ($31,2 \pm 1,0$) мкм. Отношение длины полярной оси к экваториальному диаметру 1,0-1,6 ($M=1,2 \pm 0,0$). Форма варьирует от сфероидальной до эллипсоидальной, с полюса пыльцевые зерна трехлопастные. Скульптура экины зернистая (рис. 1b).

По литературным данным, в Словении только 50% пыльцы *R. x bohemica* является жизнеспособной (Krajsek et al., 2011).

***Ambrosia artemisiifolia* – Амброзия полыннолистная**

В Среднюю Россию пыльца этого однолетника попадает с воздушными массами из южных областей России и с Украины (<http://herba.msu.ru>). В Московском регионе цветение вида случается не часто, по гербарным сборам [МНА] - 09.08.2012, 14.09.1984, 23.09.2008, 17.10.1989. В Калужской области цветение зафиксировано 10.09.2005; во Владимирской области - 01.10.1984. Нами отмечено массовое цветение вида 25.08.2015 в Венгрии.

Пыльцевые зерна одиночные, мелкого размера, иногда собраны цепочкой в полиады. Экваториальный диаметр 18,1-22,1 ($20,5 \pm 0,2$) мкм; длина полярной оси 19,6-23,8 ($21,5 \pm 0,2$) мкм. По отношению длины полярной оси к экваториальному диаметру 1,0-1,2 ($M=1,1 \pm 0,0$) форма пыльцевых зерен сфероидальная. В очертании с полюса пыльцевые зерна округло-треугольные, радиально-симметричные. Средний объем пыльцы 4732 мкм³. Скульптура экины шиповатая (рис. 2f).

В "Календаре цветения" (рис. 4), составленном для 17 инвазионных видов в Средней России, видно, что особенно неблагоприятный период с максимальным пылением растений приходится на август-сентябрь. В

конце сентября-октябре возможно пыление амброзии.

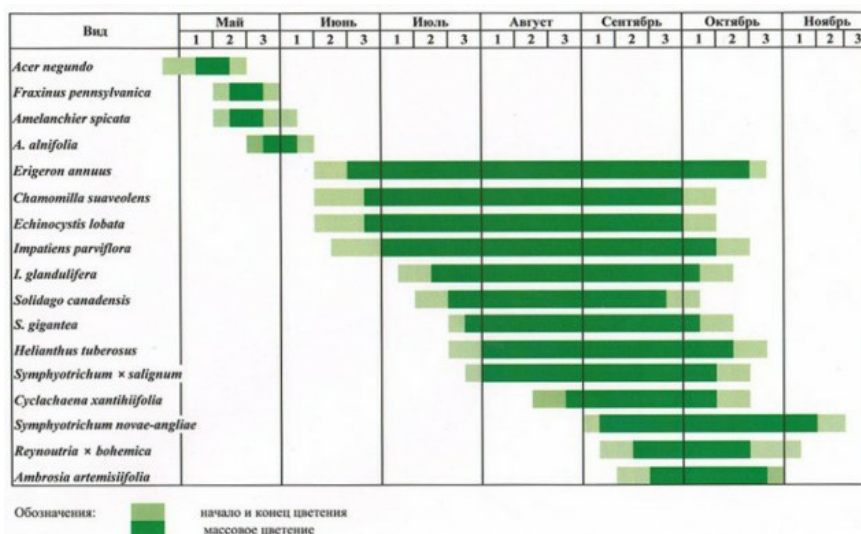


Рис. 4. Календарь цветения инвазивных видов в Средней России.

Fig. 4. Flowering Calendar of invasive species for Middle Russia.

Заключение

Инвазивные виды растений в Средней России цветут, в основном, в те периоды, когда аборигенные виды или еще не цветут, или уже отцветают: первый пик цветения приходится на раннюю весну (*Acer negundo*, *Fraxinus pennsylvanica*), второй – на конец лета-осень (инвазивные представители сем. *Asteraceae* и *Reynoutria*). Тем самым чужеродные виды, согласно взглядам В. Osborne и М. Gioria (2014), в некоторой степени избегают конкуренции с аборигенными растениями. Таким образом, массовое расселение инвазивных видов привело к продлению опасного для людей, склонных к аллергии, периода высокой концентрации пыльцы в воздухе.

По размерам пыльцы можно выделить три группы. Мелкие пыльцевые зерна (средняя длина полярной оси 19,8-22,3 мкм) отмечены у *Ambrosia artemisiifolia*, *Cyclachaena xanthiifolia*, *Erigeron annuus* и *Fraxinus pennsylvanica*.

Средние пыльцевые зерна (средняя длина полярной оси 25,0-40,1 мкм) характерны для *Helianthus tuberosus*, *Symphyotrichum x salignum*, *S. novae-angliae*, *Solidago canadensis*, *S. gigantea*, *Chamomilla suaveolens*, *Reynoutria bohemica*, *Amelanchier spicata*, *A. alnifolia*, *Acer negundo*.

Только у одного вида – *Echinocystis lobata* средняя длина полярной оси пыльцевых зерен достигает 69,1 мкм, и его следует относить к видам с крупной пыльцой. Видов с очень крупной пыльцой мы не наблюдали.

Инвазивные самоопыляемые виды (*Erigeron annuus*, *Chamomilla suaveolens*), практически не опасны для людей, склонных к аллергии, так как их цветки пыльцу не выпускают.

Требуются детальные клинические исследования широко расселившихся чужеродных видов семейства *Asteraceae* (*Helianthus tuberosus*, *Symphyotrichum x salignum*, *S. novae-angliae*, *Solidago* spp. и др.) для выявления их возможности вызывать аллергическую реакцию, поскольку их пыльца имеет такую же крупно-шиповатую скульптуру экины, как и близкородственные виды, уже признанные аллергенами.

Благодарности

Авторы благодарят Н. М. Решетникову за любезное предоставление образцов пыльцы *Cyclachaena xanthiifolia* из Калужской области и Е. В. Ткачёву за поиск публикаций о пыльце инвазивных видов.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ, проект № 15-29-02556.

Литература

Виноградова Ю. К., Майоров С. Р., Хорун Л. В. Черная книга флоры Средней России: чужеродные виды

растений в экосистемах Средней России. . М.: ГЕОС, 2010. 512 с.

Виноградова Ю. К. Биоразнообразие таксонов рода *Solidago* L. по микроморфологическим признакам // Матер. Междунар. конф. "Биоразнообразие: проблемы изучения и сохранения". Тверь, 2012. С. 346—350.

Виноградова Ю. К., Акатова Т. В., Аненхонов О. А. и др. "Black"-лист инвазионных растений России // Проблемы промышленной ботаники индустриально развитых регионов (Кемерово, 1-2 октября 2015 г.). Кемерово, 2015. С. 68—72.

Диагностика и лечение аллергии . URL: <http://www.microvita.ru/allergeny.php?page=6> (Accessed 14.02.2016).

Здоровая красота и красивое здоровье. URL: <http://www.medikforum.ru> (дата обращения 06.06.2015).

Куприянова Л. А., Алёшина Л. А. Палинологическая терминология покрытосеменных растений. Л.: Наука, 1967. 83 с.

Куприянова Л. А., Алёшина Л. А. Пыльца и споры растений флоры европейской части СССР. Л.: Наука, 1972. Т. 1. 171 с.; 1978. Т. 2. 184 с.

Пыльцевой мониторинг. URL: <http://www.allergology.ru/monitoring.aspx> (Accessed 02.02.2016).

Amato G. D., Cecchi L., Bonini S., Nunes C., Annesi-Maesano I., Behrendt H., Liccardi G., Popov T., Cauwenberge P. Van. Allergenic pollen and pollen allergy in Europe // *Allergy*. 2007. Vol. 62. № 9. P. 976–990. DOI: 10.1111/j.1398-9995.2007.01393.x.

Erdtman G. Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms. Stockholm, 1952. 539 p.

Krajsek S. S., Erhatic T., Vesnic S., Jogan N., Jasna D. K. Sexual Reproduction in the Japanese Knotweed (*Fallopia japonica*) in Slovenia // EMAP 2011. Materials of 11th International Conference on the Ecology and Management of Alien Plant Invasions. Hungary, Szombathely. 2011. P. 90.

Lin R. Y., Clauss A. E., Bennett E. S. Hypersensitivity to common tree pollens in New York City patients // *Allergy and asthma proceedings*. 2002. Vol. 23. № 4. P. 253—258.

Molina R. T., Rodriguez A. M., Palacios I. S., Lopez F. G. Pollen production in anemophilous trees // *Grana*. 1996. Vol. 35. № 1. P. 38—46.

Nadih M., Knezevic Z. M., Josipovic R., Grgic I., Cvitkovic. A pollen counts in Slavonski Brod, Croatia during the pollination period 2008 to 2010 // *Arhiv za higijenu rada i toksikologiju-Archives of industrial hygiene and toxicology*. 2012. Vol. 63, № 1. P.35—40. DOI: 10.2478/10004-1254-62-2011-2117. MAR 2012.

Nilsson S., Speksma F. Th. M. Allergy Service Guide in Europe. Stockholm, 1994. 123 p.

Osborne B., Gioria M. Taking Advantage of a Window of Opportunity: The Significance of Early Establishment and Growth of Invasive Plant Species // *Proceedings of 8th International Conference on Biological Invasions: from understanding to action*. Antalia, 2014. P. 41.

Palynological Database. URL: <https://www.palдат.org>. (Accessed 17.10.2015).

Pollenwarndienst: Länderauswahl. URL: <http://www.polleninfo.org/> (Accessed 10.02.2016).

Ribeiro H., Oliveira M., Ribeiro N., Cruz A., Ferreira A., Machado H., Reis A., Abreu I. Pollen allergenic potential nature of some trees species: A multidisciplinary approach using aerobiological, immunochemical and hospital admissions data // *Environmental research*. 2009. Vol. 109. № 3. P. 328-333. DOI: 10.1016/j.envres.2008.11.008: APR 2009.

Flowering calendar and morphometric features of pollen for some invasive species in the Middle Russia

VINOGRADOVA
Yulia

Moscow Botanical Garden of Academy of Sciences,
gbsad@mail.ru

KUKLINA
Alla

Moscow Botanical Garden of Academy of Sciences,
alla_gbsad@mail.ru

Key words:

science, in situ, invasive species,
pollen grains, blooming calendar

Summary:

Based on the results of the flowering typical for the invasive plants, a flowering calendar was made for these species of the Middle Russia. Seventeen types of seeds are described in the article; they are divided into three groups according to the size of the pollen. "Blooming calendar" for the worst alien plants of the Middle Russia has been made on the basis of multiyear phenological observations. It is the complement to the "Pollen calendar", based on the concentration of airborne pollen (pollen can't usually identify as the concrete species). The 17 most widely distributed alien species were under studying: *Acer negundo*, *Fraxinus pennsylvanica*, *Amelanchier spicata*, *A. alnifolia*, *Impatiens parviflora*, *I. glandulifera*, *Echinocystis lobata*, *Reynoutria × bohemica*, *Erigeron annuus*, *Chamomilla suaveolens*, *Symphyotrichum × salignum*, *S. novae-angliae*, *Helianthus tuberosus*, *Cyclachaena xanthiifolia*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Solidago canadensis*, *S. gigantea*. The descriptions of pollen grains are presented. Morphometric data for the pollen size were identified. The sample for each species consisted of 50 pollen grains. Microphotos of pollen grains which has been made by means of digital microscope Keyence -VHX1000 are presented. The graph of pollen's volume for studying species has been made. "Blooming calendar" has been composed following our phenological observations in 2015 and herbarium data for the Middle Russia during 1964-2014. There are two peaks of flowering. The first period comes at the early spring (*Acer negundo*, *Fraxinus pennsylvanica*), the second one - at the end of the summer (*Asteraceae* spp., *Reynoutria* spp.). Thus, the resettlement of invasive species results to prolongation of period with high concentration of pollen in the air, which is dangerous for allergies. Three groups of pollen grains according to their size has been detected. Small pollen grains (the average length of polar axis 19,8-22,3 µm) were observed in *Ambrosia artemisiifolia*, *Cyclachaena xanthiifolia*, *Erigeron annuus* and *Fraxinus pennsylvanica*. The average pollen grains (the average length of polar axis 25,0-40,1 µm) is observed for *Helianthus tuberosus*, *Symphyotrichum × salignum*, *S. novae-angliae*, *Solidago canadensis*, *S. gigantea*, *Chamomilla suaveolens*, *Reynoutria bohemica*, *Amelanchier spicata*, *A. alnifolia*, *Acer negundo*. Only *Echinocystis lobata* has large pollen grains with average length of polar axis 69,1 µm. None species with the very large pollen (polar axis more than 100 µm) we observed. Clinical experiments for widely distributed alien *Asteraceae* (*Helianthus tuberosus*, *Symphyotrichum × salignum*, *S. novae-angliae*, *Solidago* spp., etc.) should be made. It is necessary to determine their ability to cause allergic reactions, because their pollen has echinate exine, similar with closely related species, which already recognized as the source of allergy.

Is received: 15 march 2016 year

Is passed for the press: 01 may 2016 year

References

- Vinogradova Yu. K., Majorov S. R., Khorun L. V. Tchernaya kniga flory Srednej Rossii: tchuzherodnye vidy rastenij v ekosistemakh Srednej Rossii. . M.: GEOS, 2010. 512 s.
- Vinogradova Yu. K. Bioraznoobrazie taksonov roda *Solidago* L. po mikromorfologitcheskim priznakam // Mater. Mezhdunar. konf. "Bioraznoobrazie: problemy izutcheniya i sokhraneniya". Tver, 2012. S. 346—350.
- Vinogradova Yu. K., Akatova T. V., Anenkhonov O. A. i dr. "Blask"-list invazionnykh rastenij Rossii // Problemy promyshlennoj botaniki industrialno razvitykh regionov (Kemerovo, 1-2 oktyabrya 2015 g.). Kemerovo, 2015. S. 68—72.
- Diagnostika i letchenie allergii . URL: <http://www.microvita.ru/allergeny.php?page=6> (Accessed 14.02.2016).
- Zdorovaya krasota i krasivoe zdorove. URL: <http://www.medikforum.ru> (data obratsheniya 06.06.2015).
- Kupriyanova L. A., Alyoshina L. A. Palinologicheskaya terminologiya pokrytosemennyykh rastenij. L.: Nauka, 1967. 83 s.

Kupriyanova L. A., Alyoshina L. A. Pyltsa i spory rastenij flory evropejskoj tchasti SSSR. L.: Nauka, 1972. T. 1. 171 s.; 1978. T. 2. 184 s.

Pyltsevoj monitoring. URL: <http://www.allergology.ru/monitoring.aspx> (Accessed 02.02.2016).

Amato G. D., Cecchi L., Bonini S., Nunes C., Annesi-Maesano I., Behrendt H., Liccardi G., Popov T., Cauwenberge P. Van. Allergenic pollen and pollen allergy in Europe // *Allergy*. 2007. Vol. 62. № 9. P. 976–990. DOI: 10.1111/j.1398-9995.2007.01393.x.

Erdtman G. Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms. Stockholm, 1952. 539 p.

Krajsek S. S., Erhatic T., Vesnic S., Jogan N., Jasna D. K. Sexual Reproduction in the Japanese Knotweed (*Fallopia japonica*) in Slovenia // *EMAPI 2011. Materials of 11th International Conference on the Ecology and Management of Alien Plant Invasions*. Hungary, Szombathely. 2011. P. 90.

Lin R. Y., Clauss A. E., Bennett E. S. Hypersensitivity to common tree pollens in New York City patients // *Allergy and asthma proceedings*. 2002. Vol. 23. № 4. P. 253–258.

Molina R. T., Rodriguez A. M., Palacios I. S., Lopez F. G. Pollen production in anemophilous trees // *Grana*. 1996. Vol. 35. № 1. P. 38–46.

Nadih M., Knezevic Z. M., Josipovic R., Grgic I., Cvitkovic. A pollen counts in Slavonski Brod, Croatia during the pollination period 2008 to 2010 // *Arhiv za higijenu rada i toksikologiju-Archives of industrial hygiene and toxicology*. 2012. Vol. 63, № 1. P.35–40. DOI: 10.2478/10004-1254-62-2011-2117. MAR 2012.

Nilsson S., Speksma F. Th. M. Allergy Service Guide in Europe. Stockholm, 1994. 123 p.

Osborne B., Gioria M. Taking Advantage of a Window of Opportunity: The Significance of Early Establishment and Growth of Invasive Plant Species // *Proceedings of 8th International Conference on Biological Invasions: from understanding to action*. Antalia, 2014. P. 41.

Palynological Database. URL: <https://www.palдат.org>. (Accessed 17.10.2015).

Pollenwarndienst: Länderauswahl. URL: <http://www.polleninfo.org/> (Accessed 10.02.2016).

Ribeiro H., Oliveira M., Ribeiro N., Cruz A., Ferreira A., Machado H., Reis A., Abreu I. Pollen allergenic potential nature of some trees species: A multidisciplinary approach using aerobiological, immunochemical and hospital admissions data // *Environmental research*. 2009. Vol. 109. № 3. P. 328-333. DOI: 10.1016/j.envres.2008.11.008: APR 2009.

Цитирование: Виноградова Ю. К., Куклина А. Г. Календарь цветения и морфометрические признаки пыльцы некоторых инвазионных видов растений в Средней России // *Hortus bot.* 2016. T. 11, 2016, стр. 72 - 84, URL: <http://hb.karelia.ru/journal/atricle.php?id=3342>. DOI: [10.15393/j4.art.2016.3342](https://doi.org/10.15393/j4.art.2016.3342)
Cited as: Vinogradova Y., Kuklina A. (2016). Flowering calendar and morphometric features of pollen for some invasive species in the Middle Russia // *Hortus bot.* 11, 72 - 84. URL: <http://hb.karelia.ru/journal/atricle.php?id=3342>