

О ВОЗМОЖНОСТЯХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ОТСРОЧЕННОСТИ ИНВАЗИОННОЙ ОПАСНОСТИ ЗАНΟΣНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ

© 2011 Хорун Л.В.

Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого,
Тула 300026, Россия, khoroon@mail.ru

Поступила в редакцию 03.01.2011

Представлены результаты анализа данных, позволяющие выявить степень отсроченности инвазионной опасности чужеродных видов растений через присутствие их в заносных флорах регионов мира и историческую динамику степеней натурализации этих видов.

Ключевые слова: инвазионный вид, степень натурализации, заносная флора, природная флора, природный ареал, вторичный ареал.

Введение

Достоверное определение инвазионной опасности заносных видов растений – одна из существенных задач, решение которой позволит сократить затраты на борьбу с инвазионными видами и снизить опасность, связанную с их расселением и внедрением в естественные растительные сообщества.

Теоретически любой вид может быть занесен в любую точку Земного шара и стать там инвазионно-опасным. Но на практике, по целому ряду причин, инвазионно-опасными становятся относительно небольшое число видов, и их внедрение во флоры происходит в разные промежутки времени. Поэтому правильнее говорить не столько об инвазионной опасности вида, сколько о степени ее отсроченности. Последнюю следует понимать как *промежуток времени, в течение которого вид потенциально способен внедриться во флору и достичь в ней высокой степени натурализации.*

Этот показатель может определяться в широком диапазоне – от очень низкой степени отсроченности, когда вид прочно входит в состав флоры буквально за несколько лет, до очень высокой, когда вероятность его

внедрения и даже заноса на новую территорию очень мала.

Решение вопроса об определении степени отсроченности инвазионной опасности, как нам кажется, возможно через анализ пространственных и временных характеристик внедрения видов во флоры. Причем этот анализ исходит из особенностей отдельных видов и видового состава природных флор регионов, которые являются потенциальными донорами видов в другие флоры.

Материал и методика исследования

На первой стадии мы анализируем списки видов заносных флор регионов мира, по возможности большего их числа. Очевидно, что чем в большем числе флор представлен вид, тем больше вероятность формирования им обширного вторичного ареала и больше площадь взаимодействия между неоднородными по генетической структуре популяциями.

Для проведения сравнения мы использовали в качестве модельного объекта список видов природной флоры Тульской области, насчитывающий 1006 видов [Шереметьева и др., 2008].

С другой стороны, для анализа были использованы списки заносных флор 24 государств мира и их частей, расположенных на разных географических широтах: Гавайских островов [Staples, Herbst, Imada, 2000], Испании [Sanz Elorza, Dana, Sobrino, 2001], Киева [Mosyakin, Yavorska, 2002], Чехии [Půšek, Sádlo, Mandák, 2002], Ирландии [Reynolds, 2002], Азорских островов [Silva et al., 2005], Венгрии [Balogh, Dancza, Király, 2004], Южной Кореи [Kil et al., 2004], Японии [Mito, Uesugi, 2004], Мексики [Villaseñor, Espinosa-García, 2004], Чили [Castro et al., 2005], Словакии [Gojdičová,

Svachova, Karasová, 2002], Балеарских островов [Vilaginés, Larrucea, 2005], Швейцарии [An inventory ..., 2005], района Dobrogea, Румыния [Anastasiu, Negrean, 2006], континентальной Португалии [Domingues de Almeida, Freitas, 2006], район Canterbury, Новая Зеландия [Mahon, 2007], Doon Valley, северо-западные Гималаи, Индия [Negi, Hajra, 2007], Babitonga Bay Region, Бразилия [Berger, 2008], Латвии [Čakstina et al., 2008], Италии [Celesti-Grapow et al., 2009], Северной Кореи [Pak Hyong Son et al., 2009], острова Сахалин, Россия [Баркалов, Таран, 2008], (таблица 1).

Таблица 1. Участие видов природной флоры Тульской области в адвентивных флорах регионов мира

№	Регион	Географическая широта (°)	Площадь территории (км ²)	Полушарие	Общее число видов флоры		
					Природной	Адвентивной	
						Всего	Из них в составе природной флоры Тульской области
1.	Тульская область, Россия	53–55° с.ш.	25 700	в.п.	1006	416	–
2.	Новая Зеландия (район Кантербери)	43°6′ ю.ш.	45 346	з.п.			216
3.	Япония	24°20′–45°40′ с.ш.	377 944	в.п.		1552	155 (10%)
4.	о. Сахалин, Россия	46°–54°30′ с.ш.	76 600	в.п.	1233	288	115 (39%)
5.	Ирландия	51°25′–55°23′ с.ш.	70 200	в.п.		928	97 (10.5%)
6.	Тверская область, Россия			в.п.		682	95 (13.9%)
7.	Чехия	48°30′–51°7′ с.ш.	78 864	в.п.		1378	92 (6.7%)
8.	Чили	19–55° ю.ш.	756 950	з.п.		428	88 (20.6%)
9.	Азорские острова	38°36′ с.ш.	2 346	з.п.		739	85 (11.5%)
10.	Латвия	55°50′–58° с.ш.	64 589	в.п.		638	80 (13.6%)
11.	Мексика	16–32° с.ш.	1 972 550	з.п.	22968	618	72 (11.7%)
12.	Южная Корея	33°10′–38°30′ с.ш.	99 274	в.п.		281	46 (16.4%)
13.	г. Киев, Украина	50°47′ с.ш.	824	в.п.		536	40 (7.5%)
14.	Словакия	47°50′–49°44′ с.ш.	48 845	в.п.		587	20 (3.4%)
15.	Италия	35°30′–47°06′ с.ш.	301 336	в.п.	6711	1023	18 (1.8%)
16.	Швейцария	47°50′–45°44′ с.ш.	41 284	в.п.	2505	362	16 (4.4%)
17.	Континентальная Португалия	37°10′–42°10′ с.ш.	92 391	в.п.		564	15 (2.7%)
18.	Северная Корея	37°45′–43°10′ с.ш.	120 540	в.п.		226	13 (5.8%)
19.	Венгрия	45°44′–48°30′ с.ш.	93 030	в.п.		719	12 (1.7%)
20.	Балеарские острова	39°10′–40°00′ с.ш.	4 992	в.п.	1617	308	8 (2.6%)

21.	Район Бабитонга Бей, Санта Катарина, Бразилия	26°03'–26°17' ю.ш.	493	з.п.			8
22.	Гавайские острова	21°18' с.ш.	28 311	з.п.		469	7 (1.5%)
23.	Дун Вэлли, с.-з. Гималаи, Индия	30°00'–30°30' с.ш.	2 244	в.п.		436	6 (1.4%)
24.	Добруджа, Румыния	43°–45°30' с.ш.	15 500	в.п.		140	4 (2.9%)
25.	Испания	36°–43°39' с.ш.	504 782	в.п.			1

Результаты анализа вносились в базу данных, фрагмент которой представлен в таблице 2. Таким образом, в базе данных обозначен факт наличия или

отсутствия конкретного вида природной флоры Тульской области в списках заносных флор регионов мира и их частей.

Таблица 2. Фрагмент базы данных представленности видов природной флоры Тульской области в мировых заносных флорах

Тульская область 53°–55° с.ш.	Венгрия 45°44'– 48°30' с.ш.	о.Сахалин 46°–54°30' с.ш.	Словакия 47°50'– 49°44' с.ш.	Киев 50°47' с.ш.	Чехия 48°30'– 51°7' с.ш.	Ирландия 51°25'– 55°23' с.ш.	Латвия 55°50'–58° с.ш.
<i>Artemisia absinthium</i>					1	1	1
<i>Artemisia armeniaca</i>							
<i>Artemisia austriaca</i>							1
<i>Artemisia campestris</i>						1	
<i>Artemisia latifolia</i>							
<i>Artemisia scoparia</i>					1		1
<i>Artemisia sericea</i>							
<i>Artemisia vulgaris</i>		1					
<i>Aster amellus</i>							
<i>Bidens cernua</i>							
<i>Bidens radiata</i>							
<i>Bidens tripartita</i>		1					
<i>Carduus acantoides</i>				1	1		1
<i>Carduus crispus</i>					1		
<i>Carduus nutans</i>				1		1	1
<i>Carlina biebersteinii</i>							
<i>Centaurea jacea</i>						1	
<i>Centaurea marschalliana</i>							
<i>Centaurea phrygia</i>							
<i>Centaurea pseudomaculosa</i>							
<i>Centaurea pseudophrygia</i>							
<i>Centaurea ruthenica</i>							
<i>Centaurea scabiosa</i>							
<i>Cichorium intybus</i>		1	1	1	1	1	
<i>Cirsium arvense</i>					1		
<i>Cirsium canum</i>							
<i>Cirsium heterophyllum</i>							
<i>Cirsium oleraceum</i>						1	

Очевидно, что факта наличия или отсутствия вида в мировых заносных флорах совершенно недостаточно для прогноза степени отсроченности его инвазионной опасности. Во-первых, потому, что процент регионов мира, для которых составлены эти списки, невелик, а их полнота и достоверность заслуживают отдельного обсуждения. Во-вторых, необходимо знать, в течение какого периода времени вид, в статусе заносного, внедрился во флору региона-реципиента. Принципиально важно при этом, сколько степеней натурализации и за какой промежуток времени прошел вид на той территории, где он является заносным. Получить такого рода данные возможно при помощи исторического анализа заносных флор регионов.

Насколько нам известно, такой анализ сделан в настоящее время для флор некоторых регионов России: Тульской, Тверской, Калужской областей и Республики Мордовия.

Теоретический подход к такого рода анализу описан в работе «Количественная оценка динамики адвентивных флор (на примере Тульской области)» [Хорун и др., 2006].

Вкратце содержание описанного в работе подхода можно выразить следующим образом:

Подробный конспект заносной флоры Тульской области является основой для создания базы данных многолетней динамики региональной заносной флоры [Хорун, 1999]. Цель создания такой базы данных – оценить изменения, произошедшие в заносной флоре территории за изучаемый период времени.

Временной отрезок включает последние 200 лет, представленные последовательно, с шагом в 1 год. Выбор начала отсчета (1804 год) объясняется тем, что в этом году были опубликованы первые флористические данные по изучаемой территории.

Шаг в 1 год позволяет точно указывать дату первой находки вида на временной шкале. В качестве

источников информации используются доступные гербарные коллекции, статьи, монографии и т. д. Во многих случаях привлекаются данные по сопредельным территориям.

Все источники выстраиваются в хронологическом порядке, и, на основе современного списка, для каждого вида уточняется дата его первого обнаружения во флоре. Затем делается заключение об изменениях степени натурализации вида на протяжении 200 лет. Конечно, в старых источниках степень натурализации не обозначена, однако такой вывод можно сделать на основе анализа распространения вида в Тульской области и сопредельных регионах в соответствующий период времени.

Для оценки степени натурализации мы использовали классификацию Шредера [Schroeder, 1969], которая является традиционной для восточноевропейской флористической школы. На ее основе выделяют 4 степени натурализации: эфемерофит, колонофит, эпекофит и агриофит. Аналог этой классификации существует и в западноевропейской школе: *Casual alien plants*, *Naturalized plants*, *Invasive plants and Transformers* [Richardson et al., 2000]. Каждая группа видов по степени натурализации обозначена цифрами: 1, 2, 3 и 4. Отсутствие вида обозначается через 0. Если степень натурализации неизвестна, она обозначается знаком вопроса (?).

Следующий этап состоит в сглаживании полученных трендов изменения степеней натурализации видов заносной флоры с помощью вейвлет-анализа. Этот математический метод успешно используется в астрономии и метеорологии и позволяет сгладить пики в трендах, связанные с неодинаковой активностью исследователей на протяжении 200 лет и сделать данные независимыми от этого показателя.

Таким образом, в результате анализа мы получили 4 группы видов, в соответствии с их степенями

натурализации, а также изменения этого показателя на протяжении 200 лет, выраженные в интегральных индексах,

интерполированные и сглаженные с помощью вейвлет-анализа (рис.).

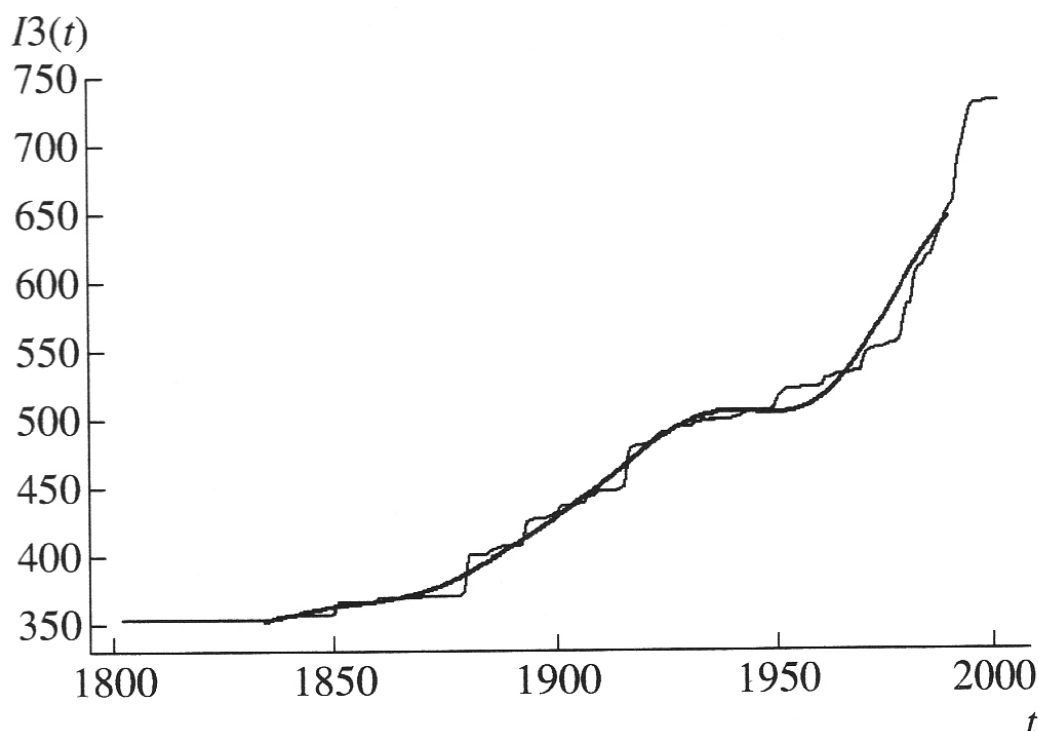


Рис. [из: Хорун и др., 2006]. Сглаженный интерполированный интегральный индекс $I_3(t)$ степеней натурализации видов заносной флоры Тульской обл. с учетом эфемерофитов, колонофитов и эпекофитов (жирная кривая) на фоне несглаженного интерполированного интегрального индекса (тонкая кривая).

На основе этих данных были сделаны следующие выводы:

1. Обогащение заносной флоры региона происходит относительно медленно и с постоянной скоростью: (12.5–15 видов в 10 лет).

2. Число видов, изменяющих свою степень натурализации, также остается стабильным (10 видов в 10 лет).

3. Обогащение заносной флоры новыми видами и изменения их степеней натурализации не связаны напрямую с уровнем антропогенной освоенности территории в определенные периоды времени. Идея увеличения числа новых интродуцированных видов растений и ускорения процесса их натурализации основана на неоднородном характере флористических исследований в различные периоды времени.

Эти выводы в целом согласуются с известным «правилом десяти» («tens

rule»). Впоследствии австралийские авторы [Caley et al., 2008] также обратились к подобному способу прогноза степени инвазивности видов, однако они использовали для своего анализа не всю заносную флору Австралии, а только преднамеренно занесенные виды (эргазиофиты). Кроме того, в ходе исторического анализа авторы не учитывали скорость прохождения всех степеней натурализации, а лишь разницу между первым появлением вида и переходом его на стадию эпекофита. Представленность вида в мировых заносных флорах также не анализировалась.

В ходе первого этапа анализа мы рассматривали природную флору Тульской области для выявления видов, встречающихся за пределами региона как заносные (пространственная составляющая анализа), а затем, в ходе второго этапа, динамику заносной

флоры (временная составляющая анализа). Мы полагаем, что есть возможность объединить эти две составляющие.

В таблице 3 показаны природные виды Тульской области, являющиеся заносными в более северной Тверской области. Их девяносто пять (95). Для каждого вида определены следующие показатели: представленность вида в составе заносных флор, способ заноса (ксенофит/эргазиофит), дата первого сбора вида на территории Тверской области, современная степень натурализации и динамика степеней натурализации за 200 лет. Показатели выражены в баллах, которые суммируются с целью прогноза степени отсроченности их инвазионной опасности.

Параметры, по которым определяется степень отсроченности инвазионной опасности вида, таковы:

1. Число заносных флор, в которых отмечен вид (за пределами естественного ареала):

- 0 – 0 баллов;
- 1–3 – 1 балл;
- 4–6 – 2 балла;
- 7–10 – 3 балла;
- Более 10 – 4 балла.

2. Динамика степеней натурализации вида в анализируемой флоре.

Степень натурализации понизилась за время нахождения вида во флоре – 0 баллов;

Степень натурализации не изменилось за время нахождения вида во флоре, при этом вид известен во флоре:

- Более 200 лет – 1 балл;
- 120–200 лет – 2 балла;
- 80–120 лет – 3 балла;
- 50–80 лет – 4 балла;
- 20–50 лет – 5 баллов;
- Менее 20 лет – 6 баллов.

Степень натурализации возросла за время нахождения вида во флоре:

- На 1 ступень с момента первой находки – 1 балл;
- На 2 ступени – 2 балла;
- На 3 ступени – 3 балла.

Увеличение степени натурализации вида произошло в промежутке времени:

- Более 200 лет – 1 балл;
- 120–200 лет – 2 балла;
- 80–120 лет – 3 балла;
- 50–80 лет – 4 балла;
- 20–50 лет – 5 баллов;
- Менее 20 лет – 6 баллов.

Приведем несколько примеров суммирования баллов для видов с разной степенью отсроченности инвазионной опасности. В качестве анализируемой флоры используется заносная флора Тверской области по: [Нотов, 2009]. Количественные данные представлены в таблице 3.

1. Например, *Bromopsis riparia* (Rehm.) Holub. – присутствует в составе трех из 24 проанализированных нами заносных флор (1 балл), известен во флоре Тверской области 31 год (с 1979 г.), при этом степени натурализации не менял, оставаясь на протяжении всего этого времени колонофитом (5 баллов). Итого: 6 баллов;

2. *Digitaria ischaemum* (Schreb.) Muehl. – присутствует в составе шести из 24 проанализированных нами заносных флор (2 балла), собрана в Тверской области только 1 раз в 1924 г. и, следовательно, уменьшила свое присутствие во флоре (0 баллов). Итого: 2 балла.

В данном случае мы условно принимаем, что к настоящему времени вид выпал из состава флоры, хотя в любое время он может быть снова обнаружен в ее составе, и тогда балльную оценку следует изменить.

3. *Populus nigra* L. – присутствует в составе девяти из 24 проанализированных нами заносных флор (3 балла), присутствует во флоре Тверской области более 200 лет, при этом степень его натурализации увеличилась на 3 ступени (3 балла) за последние 30 лет, так как в 1980 г. было отмечено вегетативное, а в 2005 г. – семенное возобновление вида в пределах Тверской области (5 баллов). Итого: 11 баллов.

В этом примере есть дискуссионный вопрос: каким образом учитывать соотношение времени присутствия вида во флоре и времени, в течение которого произошел рост его способности к натурализации. В конкретном примере мы предлагаем один из вариантов, а именно учитывать только тот промежуток времени (30 лет) в течение которого произошла реальная смена степеней натурализации. Однако, есть и другие варианты, например, учитывать все время нахождения вида во флоре (более 200 лет с конца XVIII столетия) или промежуток времени от первого указания (приблизительно 1800 г.) до начала натурализации (1980 г.) – всего 180 лет.

4. *Prunus spinosa* L. – присутствует в составе трех из 24 проанализированных нами заносных флор (1 балл), известен во флоре Тверской области с 2004 г. как эфемерофит, степени натурализации не изменил (6 баллов). Итого: 7 баллов.

В этом случае достаточно высокий балл (7) указывает скорее на недостаток эмпирических данных, чем на низкую степень отсроченности инвазионной опасности, так как вид известен в составе флоры только 6 лет, и его инвазионный потенциал неизвестен. Для примерной оценки можно использовать данные для сопредельных регионов, если они имеются и существенно отличаются от данных для Тверской области.

5. *Anthemis cotula* L. – присутствует в составе двенадцати из 24 проанализированных нами заносных флор (4 балла), вид собран на территории Тверской области только 1 раз – в 1997 г., а затем не встречался (0 баллов). Итого: 4 балла.

6. *Artemisia austriaca* Jacq. – присутствует в составе двух из 24 проанализированных нами заносных флор (1 балл), известна во флоре 93 года (с 1917 г., 3 балла) и прошла за это время 2 ступени натурализации (эфемерофит – эпекофит; 2 балла). Итого: 6 баллов.

Этот пример содержит сразу два спорных вопроса. Первый: как определить реальный промежуток времени, в течение которого вид натурализовался? И второй: считать ли для многолетних (и тем более древесных видов) за точку отсчета стадию эфемерофита или колонофита? Этот вопрос особенно актуален, так как часто новый многолетний вид обнаруживают уже разросшимся, а это как правило классифицируется как колонофит. Что считать в этом случае эфемерофитом – не дающий поросли экземпляр, обнаруженный вне мест культивирования?

Даже такой краткий обзор примеров показывает объективные трудности стандартизации данных в этом направлении и влияние недостатка данных на выводы. Тем не менее, имеющиеся возможности уточнения и накопления данных дают основания полагать, что прогнозы относительно способностей к натурализации отдельных видов впоследствии могут стать существенно точнее.

Полученные результаты и их обсуждение

При анализе данных (таблицы 1, 2), полученных при сравнении списков заносных и природных флор, обращает на себя внимание следующее:

1. Наибольшее число видов, встречающихся в природной флоре Тульской области, переходит в заносные флоры регионов, расположенных на широтах, сходных с Тульской областью, в Северном и Южном полушариях: Японии (155 видов), острова Сахалин (115 видов), Ирландии (97 видов), Чехии (92 вида), Чили (88 видов), Латвии (80 видов). Меньшее число анализируемых видов во флорах Словакии (20), Южной Кореи (46), Северной Кореи (13) мы связываем скорее с неполнотой и несовершенством списков заносных флор, чем с более южным географическим положением региона. Вероятно, для города Киева

(40 видов) имеет значение еще и небольшая площадь города в сравнении с площадью Тульской области.

2. Богатыми по числу видов, относящихся к природной флоре Тульской области, оказываются островные флоры: Новой Зеландии (район Canterbury) – 216 видов и Азорских островов (85 видов). Помимо эффекта островных флор, что в большей степени можно отнести к Азорскому архипелагу, играет роль географическое положение Новой Зеландии, расположенной в Южном полушарии на широтах, сходных с Тульской областью. Заносная флора Чили также содержит значительное число анализируемых видов (88) и, следовательно, можно предположить, что виды природной флоры Тульской области могут эффективно внедряться во флоры Южного полушария на сходные с Тульской областью широты. Препятствует этому малое количество суши в этих районах земного шара.

3. Хорошо изученные заносные флоры европейских стран, расположенных южнее Тульской области, включают малое число видов природной флоры Тульской области, в частности: Италия (18), Швейцария (16), Португалия (15), Венгрия (12), Румыния (4), Испания (1). Следует отметить, что для Румынии анализируется заносная флора только одного района (Добруджа), а для Испании приводится не вся заносная флора, а лишь инвазионные виды. В целом же такое распределение согласуется с преимущественным распространением заносных видов с юга на север, а не в обратном направлении. Поэтому, вероятно, заносные флоры более северных регионов включают в целом больше видов флоры лесостепной зоны Тульской области, чем более южные, в пределах умеренных широт обеих полушарий.

4. Тропические флоры, как и следовало ожидать, бедны

анализируемыми видами. Во флоре Балеарских островов их отмечено 8, района Бабитонга Бей (Бразилия) – 8, Гавайских островов – 7, Дун Вэлли (северо-западные Гималаи, Индия) – 6. Исключение составляет заносная флора Мексики, которая включает 72 вида природной флоры Тульской области.

Нами не обнаружено ни одного вида, общего для всех сравниваемых флор. Наибольшее количество флор, в которых имеются общие виды – 12. Причем в 12 флорах обнаружен только один общий вид – *Trifolium hybridum* L., в 11 флорах 3 вида: *Brassica nigra* (L.) Koch, *Melilotus albus* Medik., *Anthemis cotula* L., в 10 флорах 4 вида: *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv., *Thlaspi arvense* L., *Conium maculatum* L., *Cichorium intybus* L., в 9 флорах – 4 вида: *Rumex crispus* L., *Sisymbrium officinale* (L.) Scop., *Anthemis arvensis* L., *Senecio vulgaris* L., в 8 флорах 14 общих видов: *Dactylis glomerata* L., *Populus nigra* L., *Lychnis chalconica* L., *Scleranthus annuus* L., *Stellaria media* (L.) Vill., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Trifolium pratense* L., *T. repens* L., *Erodium cicutarium* (L.) L'Herit., *Convolvulus arvensis* L., *Veronica arvensis* L., *Plantago major* L., *Lapsana communis* L., *Taraxacum officinale* Wigg. s.l., в 7 флорах 19 общих видов, в 6 – 17, в 5 – 18, в 4 – 35, в 3 – 48, в 2 – 91, только в одной флоре встречены 173 вида, ни в одной из анализируемых заносных флор не обнаружено 578 видов.

Далее (см. таблицу 3) мы объединили данные о пространственном распространении видов природной флоры Тульской области в качестве заносных за пределами естественного ареала и исторический анализ 95 видов заносной флоры Тверской области, которые являются природными в Тульской, и провели анализ степени отсроченности инвазионной опасности этих видов для территории Тверской области.

Таблица 3. Виды природной флоры Тульской области, отмеченные в Тверской области в качестве адвентивных

№	Степень отсроченности инвазионной опасности (в баллах)	Вид	Количество адвентивных флор, в которых присутствует вид	Способ заноса (ксенофит/эргазиофит)	Дата первого сбора/сколько лет вид присутствует во флоре	Современная степень натурализации	Динамика степеней натурализации видов за 200 лет							
							Степень натурализации не менялась	Степень натурализации менялась						
								В сторону уменьшения	В сторону увеличения, на 1,2,3 ступени					
							за период 0-20 лет		21-50 лет	51-90 лет	91-120 лет	121-200 лет	Более 200 лет	
1.	6	<i>Bromopsis riparia</i> (Rehm.) Holub.	3	ксен.	1979/31	колонофит	+							
2.	3	<i>Bromus arvensis</i> L.	4	ксен.	1800/210	эфемерофит	+							
3.	8	<i>B. mollis</i> L.	3	ксен.	1854/156	эпекофит						2		
4.	2	<i>Digitaria ischaemum</i> (Schreb.) Muehl.	6	ксен.	1924/86	эфемерофит		+						
5.	1	<i>Festuca vallesiaca</i> Gaud.	1	ксен.	1917/93	эфемерофит		+						
6.	4	<i>Koeleria cristata</i> (L.) Pers.	1	ксен.	1900/110	эфемерофит	+							
7.	4	<i>Bolboschoenus maritimus</i> (L.) Palla	1	ксен.	1925/85	колонофит	+							
8.	7	<i>Carex disticha</i> Huds.	1	ксен.	2001/9	эфемерофит		+						
9.	5	<i>Cyperus fuscus</i> L.	1	ксен.	1936/74	эфемерофит		+						
10.	10	<i>Lemna gibba</i> L.	2	ксен.	1990/20	агрио-эпекофит			3					
11.	6	<i>Juncus gerardii</i> Loisel	3	ксен.	1987/23	колонофит	+							
12.	3	<i>Allium rotundum</i> L.	1	ксен.	1869/141	эфемерофит		+						
13.	6	<i>Asparagus officinalis</i> L.	8	эрг.	1913/97	колонофит	+							
14.	4	<i>Lilium martagon</i> L.	2	эрг.	1913/97	колонофит	+							
15.	4	<i>Veratrum lobelianum</i> Bernh.	1	ксен.	1900/110	эфемерофит	+							

16.	11	<i>Populus nigra</i> L.	9	эрг.	1800/210	эфемерофит	+							
17.	3	<i>Salix acutifolia</i> Willd.	2	эрг.	1800/210	колонофит	+							
18.	9	<i>S. alba</i> L.	4	эрг.	1800/210	эфемерофит	+							
19.	6	<i>Thesium arvense</i> Horvat.	2	ксен.	1985/25	эфемерофит	+							
20.	6	<i>Aristolochia clematitis</i> L.	2	эрг.	1962/48	колонофит	+							
21.	6	<i>Aconogonon alpinum</i> (All.) Schur	2	ксен.	1979/31	эфемерофит	+							
22.	10	<i>Atriplex sagittata</i> Borkh.	7	ксен.	1973/37	эпекофит				2				
23.	5	<i>Chenopodium foliosum</i> Aschers.	7	ксен.	1868/142	эфемерофит	+							
24.	5	<i>Ch. glaucum</i> L.	6	ксен.	ранее 1800/ более 200	эпекофит								2
25.	2	<i>Corispermum marschalii</i> Stev.	2	ксен.	1800/210	эфемерофит		+						
26.	6	<i>Dianthus borbasii</i> Vandas	1	эрг.	1962/48	эфемерофит	+							
27.	6	<i>Gypsophila altissima</i> L.	2	ксен.	1985/25	эфемерофит	+							
28.	6	<i>Lychnis chalconica</i> L.	9	эрг.	1899/111	эфемерофит	+							
29.	4	<i>Alyssum desertorum</i> Stapf	1	ксен.	1897/113	эфемерофит	+							
30.	2	<i>Brassica campestris</i> L.	5	ксен.	1850/160	эфемерофит		+						
31.	4	<i>B. nigra</i> (L.) Koch	12	ксен.	ранее 1800/ более 200	эфемерофит		+						
32.	6	<i>Camelina microcarpa</i> Andrz.	7	ксен.	1917/93	эфемерофит	+							
33.	3	<i>Rorippa x armoracioides</i> (Tausch) Fuss	2	ксен.	1975/35	колонофит	+							
34.	6	<i>R. austriaca</i> (Crantz.) Bess	6	ксен.	1850/160	эпекофит								2
35.	4	<i>Filipendula vulgaris</i> Moench	3	ксен.	1900/110	эфемерофит	+							
36.	8	<i>Fragaria moschata</i> (Duch.) Weston	3	эрг.	1993/17	колонофит	+							
37.	5	<i>Potentilla recta</i> L.	5	ксен.	1900/110	эфемерофит	+							
38.	7	<i>Prunus spinosa</i> L.	3	эрг.	2004/6	эфемерофит	+							
39.	3	<i>Pyrus communis</i> L.	6	ксен/эрг.	1987/23	эфемерофит	+							
40.	7	<i>Rosa canina</i> L.	4	ксен/эрг.	1978/32	эфемерофит	+							
41.	5	<i>R. villosa</i> L.	2	ксен/эрг.	1899/111	эпекофит							2	
42.	4	<i>Sanguisorba officinalis</i> L.	1	ксен.	1900/110	колонофит	+							

43.	4	<i>Astragalus austriacus</i> Jacq.	1	ксен.	1917/93	колонофит	+								
44.	6	<i>A. cicer</i> L.	2	ксен.	1978/32	колонофит	+								
45.	3	<i>Chamaecytisus ruthenicus</i> (Fisch. ex Woloszcz.) Klaskova	1	ксен./эрг.	1879/131	колонофит							1		
46.	6	<i>Chrysaspus campestris</i> (Schreb.) Desv.	6	ксен.	1974/36	эфемерофит	+								
47.	8	<i>Lathyrus tuberosus</i> L.	5	ксен.	1952/58	эпекофит					2				
48.	7	<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall.	8	ксен.	1784/226	эпекофит								3	
49.	6	<i>Coronilla varia</i> L.	3	ксен.	1979/31	колонофит	+								
50.	6	<i>Vicia tenuifolia</i> Roth.	1	ксен.	1989/21	эфемерофит	+								
51.	6	<i>Euphorbia uralensis</i> Fisch. ex Link.	1	ксен.	1978/32	эфемерофит	+								
52.	7	<i>Euonymus europaea</i> L.	2	эрг.	1980/30	колонофит				1					
53.	6	<i>Acer campestre</i> L.	3	эрг.	1988/22	эфемерофит	+								
54.	3	<i>A. tataricum</i> L.	2	эрг.	1879/131	колонофит							1		
55.	4	<i>Rhamnus cathartica</i> L.	1	эрг.	1856/154	колонофит							1		
56.	6	<i>Lavatera thuringiaca</i> L.	2	ксен.	1851/159	эпекофит							3		
57.	6	<i>Viola odorata</i> L.	8	эрг.	1900/110	колонофит	+								
58.	4	<i>Chaerophyllum prescottii</i> DC.	1	ксен.	1917/93	эфемерофит	+								
59.	4	<i>Eryngium planum</i> L.	2	ксен./эрг.	1850/160	колонофит							1		
60.	5	<i>Falcaria vulgaris</i> Bernh.	3	ксен.	1926/84	колонофит				1					
61.	6	<i>Torilis japonica</i> (Houtt.) DC.	2	ксен.	1985/25	эфемерофит	+								
62.	3	<i>Cornus sanguinea</i> L.	1	эрг.	1980/30	эфемерофит	+								
63.	5	<i>Cuscuta epilinum</i> Weihe	5	ксен.	1900/110	эфемерофит	+								
64.	4	<i>Asperugo procumbens</i> L.	5	ксен.	1850/160	эфемерофит	+								
65.	3	<i>Lithospermum arvense</i> L.	4	ксен.	ранее 1800/ более 200	эфемерофит	+								
66.	7	<i>Lappula squarrosa</i> (Retz.) Dumort.	4	ксен.	ранее 1800/ более 200	эпекофит								3	
67.	5	<i>Myosotis sylvatica</i> Hoffm.	5	эрг.	1850/160	колонофит							1		

68.	5	<i>Nonea pulla</i> DC.	3	ксен.	1917/93	колонофит						1		
69.	1	<i>Ajuga genevensis</i> L.	1	ксен.	1917	эфемерофит		+						
70.	7	<i>Ballota nigra</i> L.	6	ксен.	1986/24	эфемерофит	+							
71.	6	<i>Dracocephalum thymiflorum</i> L.	5	ксен.	1800/210	эпекофит								3
72.	3	<i>Lamium amplexicaule</i> L.	8	ксен.	1800/210	эфемерофит		+						
73.	7	<i>Nepeta pannonica</i> L.	1	ксен.	2001/9	эфемерофит	+							
74.	5	<i>Salvia pratensis</i> L.	2	ксен.	1917/93	колонофит						1		
75.	5	<i>S. verticillata</i> L.	4	ксен.	1850/160	эпекофит							2	
76.	4	<i>Thymus marschallianus</i> Willd.	2	ксен.	1917/93	колонофит	+							
77.	3	<i>Verbascum densiflorum</i> Bertol.	3	ксен.	1842/168	эфемерофит	+							
78.	6	<i>V. lychnitis</i> L.	2	ксен.	1982/28	эфемерофит	+							
79.	7	<i>V. orientale</i> Bieb.	1	ксен.	2007/3	колонофит	+							
80.	5	<i>V. phoenicium</i> L.	3	ксен.	1923/87	эфемерофит	+							
81.	4	<i>Veronica prostrata</i> L.	2	ксен.	1917/93	эфемерофит	+							
82.	5	<i>Achillea nobilis</i> L.	4	ксен.	1917/93	колонофит	+							
83.	4	<i>Anthemis cotula</i> L.	12	ксен.	1997	эфемерофит		+						
84.	5	<i>A. ruthenica</i> Bieb.	3	ксен.	1929/81	эфемерофит	+							
85.	4	<i>Artemisia abrotanum</i> L.	5	эрг/ксен.	1850/160	колонофит	+							
86.	6	<i>A. austriaca</i> Jacq.	2	ксен.	1917/93	эпекофит						3		
87.	5	<i>A. scoparia</i> Waldst. et Kit.	4	ксен.	1917/93	эфемерофит	+							
88.	8	<i>Carduus acanthoides</i> L.	5	ксен.	1918/92	эпекофит						3		
89.	7	<i>C. nutans</i> L.	6	ксен.	1850/160	эпекофит							3	
90.	6	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	6	ксен.	1934/76	колонофит	+							
91.	8	<i>Echinops sphaerocephalus</i> L.	4	ксен.	2006/4	колонофит	+							
92.	6	<i>Onopordum acanthium</i> L.	8	ксен.	1900/110	эфемерофит	+							
93.	3	<i>Ptarmica vulgaris</i> Hill	2	ксен/эрг.	1987/23	колонофит	+							
94.	3	<i>Tragopogon dubius</i> Scop.	3	ксен.	1831/179	эфемерофит	+							
95.	1	<i>T. podolicus</i> (DC.) S. Nikit.	1	ксен.	1971	эфемерофит		+						

Результаты следует оценивать отдельно по группе видов, изменивших степень натурализации за период нахождения в составе анализируемой заносной флоры и не изменивших ее. Если анализировать совокупность видов, изменивших степень натурализации, то, с учетом количества последовательных смен степеней натурализации и периодов времени, в течение которых это произошло, можно говорить об *очень низкой степени отсроченности инвазионной опасности* (12–13 баллов); *низкой* (9–10 баллов); *средней* (7–8 баллов); *высокой* (5–6 баллов) и *очень высокой* (4 балла и менее). Если анализируется несколько заносных флор, следует вывести средний балл и ряды баллов по каждой проанализированной флоре.

Если анализировать совокупность видов, не изменивших степень натурализации за время нахождения во флоре, то наивысший балл (10) покажет не столько низкий уровень степени отсроченности инвазионной опасности, сколько небольшой период времени, в течение которого этот вид присутствует во флоре. В этом случае вопрос можно попытаться решить с помощью анализа данных по этому виду из нескольких сопредельных заносных флор.

Виды природной флоры Тульской области, известные как заносные в Тверской, распределяются по степени отсроченности инвазионной опасности следующим образом (см. количественные данные в таблице 3): видов, уменьшивших степень натурализации за период нахождения во флоре 8 из 95, им соответствуют низкие баллы (1–4) и, следовательно, высокий и очень высокий уровень отсроченности инвазионной опасности.

Видов, не изменивших степень натурализации, всего 58. Максимально возможный балл для них – 10, однако в данном случае ни один вид не имеет 10 баллов. 8 баллов имеют 2 вида, 7 – 6 видов, 6 – 21 вид, 5 – 8 видов; 4 – 13 видов; 3 – 8 видов, 1 – 1 вид. 2 балла не имеет ни один вид. Чем более высокий балл, тем больше вид представлен в

составе анализируемых флор и тем меньше период времени, в течение которого он известен в данной флоре. Таким образом, эти баллы скорее указывают на недостаток данных и необходимость дополнительных наблюдений или включение анализа поведения вида на сопредельных территориях.

Увеличили степень натурализации за время присутствия во флоре 29 видов, из них 3 вида имеют 10 баллов. Это *Lemna gibba*, *Populus nigra*, *Atriplex sagittata*, 5 видов имеют 8 баллов, 6 – 7 баллов, 3 – 6 баллов, 8 – 5 баллов, 2 – 4 балла, 2 – 3 балла. 2 и 1 балл в этом случае исключаются.

В этой группе видов результаты могут быть точнее и, следовательно, 3–4 балла соответствуют *очень высокой степени отсроченности инвазионной опасности*. В эту категорию попадают виды, известные в немногих заносных флорах и изменившие степень натурализации на 1 ступень за большой промежуток времени. *Высокая степень* соответствует 5–6 баллам, *средняя* 7–8 баллам, *низкая* 9–11 баллам, и *очень низкая* 12–13. Таким образом, для заносной флоры Тверской области по отношению к природной флоре Тульской нет видов с *очень низкой степенью отсроченности инвазионной опасности*, 3 вида – с *низкой степенью*, 11 – со *средней*, 11 – с *высокой* и 4 вида – с *очень высокой*.

Следует отметить, что при использовании такой методики целесообразно проводить повторный анализ данных с учетом накопившихся изменений раз в 10 лет. Нам представляется также важным сравнение поведения вида по указанным параметрам а) в заносных флорах регионов, относительно близко расположенных к природному ареалу вида и б) в мировых заносных флорах. На наш взгляд, это позволит более детально оценить перспективы поведения вида в случае его заноса на большие расстояния от границ природного ареала.

Заключение

Мы отдаем отчет в том, что на этом этапе необходимо провести математическую обработку результатов анализа, так как балльная оценка обладает целым рядом недостатков. Это, мы надеемся, будет сделано в ходе нашей дальнейшей работы.

Следует отметить, что в большинстве работ по инвазионной экологии растений предлагается вывести совокупность признаков или правил, согласно которым вид можно отнести к потенциально инвазионно-опасным. Мы считаем, что функциональный подход к решению этой проблемы существенно лучше. Основными недостатками его являются скудность и низкая стандартизованность данных о видовом составе и динамике заносных флор мира. Однако, учитывая очевидный прогресс в этой области в последнее время, можно ожидать, что организация направленных исследований может иметь перспективы.

Благодарности

Автор выражает особую признательность за обсуждение материалов статьи и ценные рекомендации С.Р. Майорову, а также рецензентам работы.

Литература

Баркалов В.Ю., Таран А.А. Список видов сосудистых растений острова Сахалин (Электронный документ) // 2008 // (<http://www.biosoil.ru/files/00000309.pdf>) Проверено: 21.11.2010.

Бармин Н.А. Адвентивная флора Республики Мордовия: Дис. ... канд. биол. наук. М., 2000. 356 с.

Крылов А.В. Адвентивный компонент флоры Калужской области: динамика и натурализация видов: Дис. ... канд. биол. наук. М., 2008. 208 с.

Маркелова Н.Р. Динамика состава и структуры адвентивной флоры тверской области: Дис. ... канд. биол. наук. М., 2004. 282 с.

Нотов А.А. Адвентивный компонент флоры Тверской области: динамика

состава и структуры. Тверь: Твер. гос. ун-т, 2009. 473 с.

Хорун Л.В. Адвентивная флора Тульской области: Дис. ... канд. биол. наук. М., 1999. 368 с.

Хорун Л.В., Захаров В.Г., Соколов Д.Д. Количественная оценка динамики адвентивной флоры (на примере Тульской области) // Журнал общей биологии. 2006. Т. 67, № 4. С. 298–310.

Шереметьева И.С., Хорун Л.В., Щербаков А.В. Конспект флоры сосудистых растений Тульской области. Тула: Гриф и К, 2008. 274 с.

An inventory of alien species and their threat to biodiversity and economy in Switzerland // CABI Bioscience Switzerland Centre report to the Swiss Agency for Environment, Forests and Landscapes / Ed. R. Wittenberg. Delemont, 2005. 416 p.

Anastasiu P., Negrean G. Alien vascular plants in Dobrogea (Romania) and their impact on different types of habitats. // Plant, fungal and habitat diversity investigation and conservation: Proceedings of IV BBC. Sofia, 2006. P. 590–596.

Balogh L., Dancza I., Király G. Actual list of neophytes in Hungary and their classification according to their success // Biological invasions in Hungary. Invasive plants / Eds. B. Mihaly, Z. Botta-Dukát. Budapest, 2004. P. 61–92.

Berger J. Z. Vascular flora of the Babitonga Bay Region (Santa Catarina, Brazil): Diversity and origins (Электронный документ) // 2008 // (http://www.opus.ub.uni-erlangen.de/opus/voltexte/2008/1017/pdf/ZifferBerger_Dissertation.pdf) Проверено 15.11.2010.

Čakstina I., Daukste, R., Klavinš A., Šenina A. List of alien plants in Latvia (Электронный документ) // Latvian Alien Species Database. 2008. // (<http://www.latvijasdaba.lv/>). Проверено 15.11.2010.

Caley P., Groves R.H., Barker R. Estimating the invasion success of introduced plants // Diversity and Distributions. 2008. 14. P. 196–203.

- Castro S.A., Figueroa J.A., Muñoz-Schick M., Jaksic F.M. Minimum residence time, biogeographical origin and life cycle as determinants of the geographical extent of naturalized plants in continental Chile // *Diversity and Distributions*. 2005. 11. P. 183–191. Appendix S1. Checklist of 428 naturalized plants in continental Chile (Электронный документ) // (<http://www.blackwellpublishing.com/products/journals/suppmat/DDI/DDI145/DDI145smhtm>). Проверено 15.11.2010.
- Celesti-Grapow L., Alessandrini A., Arrigoni P.V. et al. Inventory of the non-native flora of Italy // *Plant Biosystems*. 2009. V. 143, № 2. P. 386–430.
- Domingues de Almeida J., Freitas, H. Exotic naturalized flora of continental Portugal – a reassessment // *Botanica Complutensis*. 2006. 30. P. 117–30.
- Gojdičová E., Cvachová A., Karasová E. Zoznam nepovodných, invázných a expanzivných cievnatých rastlín Slovenska 2 [List of non-native, invasive and expansive vascular plants of Slovakia 2] // *Ochrana Prirody*. 2002. 21. P. 39–58.
- Kil J.H., Shim K.C., Park S.H. et al. Distributions of Naturalized Alien Plants in South Korea // *Weed Technology*. 2004. V. 18, № 3. P. 1493–1495.
- Mahon D.J. Canterbury naturalised vascular plant checklist (Электронный документ) // 2007 // (<http://www.doc.govt.nz/upload/documents/conservation/threats-and-impacts/weeds/canterbury-naturalised-plants.pdf>). Проверено 15.09.2009.
- Mito T., Uesugi T. Invasive alien species in Japan: the status quo and the new regulation for prevention of their adverse effects // *Global Environmental Research*. 2004. V. 8, № 2. P. 171–191.
- Mosyakin S.L., Yavorska O.G. The Nonnative Flora of the Kiev (Kyiv) Urban Area Ukraine: A Checklist and Brief Analysis (Электронный журнал) // *Urban Habitats*. 2002. I. № I. ISSN 1541-7115. P. 45–65. // (<http://www.urbanhabitats.org>). Publ. Online December 24, 2002. Проверено 24.05.2009.
- Negi P.S., Hajra P.K. Alien flora of Doon Valley, Northwest Himalaya // *Current Science*. 2007. V. 92, № 7. P. 968–979.
- Pak Hyong Son, Ju Il Yop, Kang Chol Gyu, Choe Su Shol. Inventory and Impact Assessment of Alien Plants in DPR Korea. Juche: Foreign Book Publishing House., 2009. 134 p.
- Pyšek P., Sádlo J., Mandák B. Catalogue of alien plants of Czech Republic // *Preslia*. 2002. 74. P. 97–186.
- Reynolds Sylvia G.P. A catalogue of alien plants in Ireland // *Occasional Papers*. 2002. № 14. 414 p.
- Richardson D.M., Pyšek P., Rejmanek M., Barbour M.G., Dane Panetta F. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions // *Diversity and Distributions*. 2000. 7. P. 93–107.
- Sanz Elorza M., Dana E., Sobrino E. Checklist of invasive alien plants in Spain (Iberian Peninsula and Balearic Islands) // *Lazaroa*. 2001. 22. P. 121–131.
- Schroeder F.G. Zur Klassifizierung der Anthropophoren // *Vegetatio*. 1969. V. 16, № 5–6. P. 225–238.
- Silva L., Pinto N., Press B., Rumsey F., Carine M., Henderson S., Sjögren E. List of vascular plants (Pteridiophyta and Spermatophyta) // A list of the terrestrial fauna (Mollusca and Arthropoda) and flora (Bryophyta, Pteridiophyta and Spermatophyta) from the Azores / Eds. P.A.V. Borges, R. Cunha, R. Gabriel, A.F. Martins, A. Silva, V. Vieira. Direcção Regional do Ambiente and Universidade dos Açores, Horta, Angra do Heroísmo and Ponta Delgada, 2005. P. 131–156.
- Staples G.W., Herbst D., Imada K.T. Survey of Invasive or Potentially Invasive Cultivated Plants in Hawai'i // *Bishop Museum Occasional Papers*. 2000. № 65. 15. 35 p.
- Vilaginés A.T., Larrucea J.R. Flora Alóctona de las Islas Baleares (Электронный документ) // 2005 // (<http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/9371/temb1de1.pdf?sequence=1>). Проверено 17.06.2011.
- Villaseñor J.L., Espinosa-García F.J. The alien flowering plants of Mexico // *Diversity and Distributions*. 2004. 10. P. 113–123.

ON POSSIBILITIES OF DETERMINATION OF INVASION THREAT DELAY DEGREE OF ALIEN PLANT SPECIES

© 2011 Khoroon L.V.

L.N. Tolstoy Tula State Pedagogical University,
Tula, 300026, Russia, khoroon@mail.ru

The data analysis results allowing revelation the degree of invasion threat delay of alien plant species by their presence in drift floras of world regions and historical dynamics of naturalization degree of these species are given.

Key words: invasive species, naturalization degree, drift flora, natural flora, natural range, secondary range.