

УДК 581.9(470.44)

ТЕНДЕНЦИИ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ТАКСОНОМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ АБОРИГЕННОЙ ФЛОРЫ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

М. А. Березуцкий

*Саратовский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского
Россия, 410012, Саратов, Астраханская, 83
E-mail: berezutsky61@mail.ru*

Поступила в редакцию 25.12.13 г.

Тенденции антропогенной трансформации таксономической структуры аборигенной флоры южной части Приволжской возвышенности. – Березуцкий М. А. – Анализируются тенденции антропогенной трансформации таксономической структуры аборигенной флоры южной части Приволжской возвышенности (в границах Саратовской области). Изучена временная динамика данной структуры в трёх локальных флорах за прошедшие 100 лет. Показана степень толерантности таксонов цветковых растений исследованной флоры ко всему комплексу антропогенных местообитаний и к отдельным их типам. В каждом таксоне выявлена доля видов, для которых характерны антропогенные географические миграции. Предлагается использовать процентное соотношение видов в классах Magnoliophyta в качестве индикатора степени и стадий антропогенной трансформации флоры.

Ключевые слова: флора, таксономическая структура, антропогенная трансформация, Саратовская область.

Anthropogenic transformation trends of the taxonomic structure of the native flora in the southern Volga Uplands. – Berezutsky M. A. – Trends in the anthropogenic transformation of the taxonomic structure of the native flora in the southern Volga Uplands (within the Saratov region) are analyzed. The temporal dynamics of this structure in three local floras was studied for the past 100 years. The degree of tolerance of the flowering plant taxa in the flora studied to a full range of anthropogenic habitats and to their individual types is shown. The proportion of species characterized by anthropogenic geographical migrations was estimated for each taxon. The percentage species ratio in the Magnoliophyta classes is proposed to be used as an indicator of the degree and stage of anthropogenic transformation of the flora.

Key words: flora, taxonomic structure, anthropogenic transformation, Saratov region.

ВВЕДЕНИЕ

Антропогенное воздействие на биосферу в настоящее время достигло такого уровня, при котором начинаются быстрые и необратимые процессы в глобальной экосистеме (Barnosky et al., 2012). В этих условиях особенно важно понять, как автотрофные организмы реагируют на эти процессы и какие системы и организмы являются наиболее уязвимыми по отношению к антропогенному воздействию (Weller et al., 2013). Флора как сложнейшая многокомпонентная биологическая система, состоящая из многих сотен и тысяч отдельных элементов с различной чувствительностью к тем или иным видам антропогенного воздействия, возможно, является одним из наиболее чувствительных индикаторов из всех надорганизменных уровней организации автотрофных объектов по отношению к антропогенному

фактору. Таксономическая структура флоры является главной и наиболее специфичной структурой (Юрцев, Камелин, 1991), присущей только данному уровню организации автотрофных объектов. Представители отечественной флористической школы сделали исключительно много для изучения принципов формирования и функционирования таксономической структуры в естественных условиях (Шмидт, 1962, 1970, 1980; Толмачев, 1970, 1974; Малышев, 1972; Камелин, 1973, 1990; Малышев и др., 1998 и многие другие). К сожалению, изучению антропогенной трансформации таксономической структуры аборигенной флоры, особенно в ранге крупных таксонов, в настоящее время уделяется еще недостаточно внимания. Остается неясным, сходны или различны тенденции этих процессов в разных зонах растительности и флористических областях, как соотносятся эти тенденции в разных типах трансформированных флор одной и той же территории, к каким факторам антропогенного воздействия эта структура является наиболее восприимчивой.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для изучения тенденций трансформации таксономической структуры аборигенной флоры нами была выбрана территория южной части Приволжской возвышенности (в границах Саратовской области), так как природа севера Нижнего Поволжья за последнее столетие претерпела глубокие изменения под влиянием антропогенных факторов (Завьялов и др., 2004). Исследования проводились в период с 1984 по 2013 г.; при этом нами было использовано три подхода.

Во-первых, изучалась временная динамика таксономической структуры трех локальных флор (окрестности пос. Октябрьского, с. Чемизовки и г. Саратова) за период с конца XIX – начала XX в. Полные флористические списки двух локальных флор – окрестностей пос. Октябрьский (Татищевский район) и окрестностей с. Чемизовка (Аткарский район) – содержатся в работах Н. Ф. Смирнова (1885) и А. Я. Тугаринова (1901). Список видов флоры окрестностей г. Саратова был взят из работы «Флора окрестностей Саратова» (Иванова и др., 1976, 1983, 1984). Нами было проведено повторное изучение этих локальных флор с последующим сравнением списков и выявлением процента исчезнувших аборигенных видов в том или ином таксоне.

Во-вторых, изучалась адаптация аборигенной флоры к антропогенным местообитаниям исследуемого региона. Для этого было проведено детальное изучение аборигенной флоры всех основных типов местообитаний, созданных в результате антропогенной деятельности: урбанизированных территорий, техногенных участков, искусственных лесных насаждений, агрофитоценозов. Полученные данные сравнивались с общим списком сосудистых растений флоры южной части Приволжской возвышенности (Конспект флоры..., 1977 – 1983; Еленевский и др., 2008) и выяснялось, какая доля видов того или иного таксона исследуемой флоры обнаружена на всем комплексе антропогенных местообитаний и на отдельных их типах.

Кроме того, в каждом таксоне аборигенной флоры южной части Приволжской возвышенности нами были выявлены виды, для которых по литературным данным

ТЕНДЕНЦИИ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

известны антропогенные географические миграции, антропогенное расширение ареала, занос в результате деятельности человека за пределы естественного географического распространения. То есть было проведено выявление антропохорофильного элемента аборигенной фракции флоры. Для этого были тщательно проанализированы все доступные отечественные и зарубежные источники по адвентивным фракциям флор различных территорий. Наиболее близка к исследованиям в данном направлении работа Е. Jager (1988), в которой обосновывается необходимость определения состава аборигенных видов сем. Asteraceae флоры Северной Америки, обладающих потенциальной возможностью к антропохории и способных со временем появиться на территории Европы в качестве адвентиков. Однако, судя по литературным данным, ни одна из флор так и не была проанализирована на наличие в ней антропохорофильного элемента. Нами подобная работа проведена впервые.

Объем таксонов принимался нами в соответствии со сводкой С. К. Черепанова (1995). В связи с тем, что другими авторами объемы таксонов Magnoliophyta понимаются по-иному, а также из-за того, что процессы, исследуемые нами, еще очень далеки от завершения, в данной статье мы можем говорить лишь о тенденциях антропогенной трансформации таксономической структуры.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Изучение динамики таксономической структуры в трех локальных флорах южной части Приволжской возвышенности за последние 100 лет показало, что во всех случаях однодольные потеряли больший процент видов (пос. Октябрьский – 14.68%; с. Чемизовка – 6.01%; г. Саратов 6.21%), чем двудольные (6.82%; 2.50%; 5.36% соответственно). Переходя к сравнению доли исчезнувших видов среди крупнейших семейств исследуемых локальных флор, можно сделать вывод о наличии определенных тенденций. Во всех трех флорах среди семейств, пострадавших сильнее всего, преобладают таксоны, характерные для влажных и отчасти холодных регионов – Ranunculaceae и Cypripaceae, а также Caryophyllaceae. Группа семейств, пострадавших слабее всего, представлена семействами, наиболее характерными для флористических областей с аридным климатом – Polygonaceae, Chenopodiaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Boraginaceae. Исключительно высокая устойчивость отмечена у семейства Rosaceae. Приведенные выше данные позволяют говорить о наличии тенденции сдвига таксономической структуры исследуемых локальных флор за последние 100 лет под воздействием антропогенных факторов в направлении от бореальных флор к аридным. Но говорить можно лишь о тенденции, так как уязвимость каждого отдельного семейства в различных флорах различается. Сравнение списка наиболее сильно пострадавших крупных родов показывает, что в различных локальных флорах пострадали сильнее других различные роды: во флоре окрестностей пос. Октябрьского – *Helictotrichon*, *Ranunculus*, *Rorippa*; во флоре окрестностей с. Чемизовка – *Carex*; во флоре окрестностей г. Саратова – *Silene*, *Stipa*. Сравнение списка исчезнувших видов исследуемых локальных флор показывает, что они резко отличаются друг от друга. Несмотря на значительное сходство и самих флор и факторов антропогенного воздействия на

них, общими из исчезнувших для всех трех локальных флор являются лишь *Agrostemma githago* L. и *Antennaria dioica* (L.) Gaertn.

Обобщая изложенные выше данные, можно отметить интересную закономерность: чем выше ранг таксона, тем больше сходства наблюдается в тенденциях антропогенной трансформации отдельных локальных флор. Другими словами, чем выше ранг таксона, тем более четко, определенно проявляется степень его уязвимости по отношению ко всей совокупности антропогенных факторов на данной территории за прошедший момент времени. На видовом и родовом уровне такое сходство практически отсутствует, на уровне семейств оно проявляется в виде тенденции, а на уровне классов во всех трех флорах были получены одинаковые результаты. Не исключено, что в основе данной особенности лежит явление, которое было отмечено А. И. Толмачевым (1970, 1974) при сравнении таксономической структуры отдельных флор в рамках одной природной зоны. А. И. Толмачев показал, что чем более экстремальные условия характерны для природной зоны, тем более сходными оказываются соотношения между крупными таксонами в отдельных флорах, нежели непосредственно их видовой и родовой составы, так как возможность приспособления к экстремальным условиям присуща более или менее ограниченному кругу семейств. Несомненно, что антропогенное воздействие на флору – это экстремальный фактор и, возможно, что особенности антропогенной трансформации таксономической структуры, выявленные при нашем исследовании, и закономерности, описанные А. И. Толмачевым, являются двумя сторонами одного и того же явления.

Изучение адаптации аборигенной флоры к антропогенным местообитаниям исследуемого региона показало, что из двух классов цветковых растений класс Magnoliopsida на антропогенных местообитаниях в целом представлен лучше (69.76% от всех видов этого таксона во флоре южной части Приволжской возвышенности), чем класс Liliopsida (54.88%). На каждом отдельном типе антропогенных местообитаний наблюдается такая же картина, но в агроценозах и искусственных лесных насаждениях разрыв в показателях у этих классов становится особенно большим (36.21 – 18.18% и 48.91 – 26.60% соответственно). При анализе доли видов, обнаруженных на антропогенных местообитаниях, среди крупнейших по числу видов семейств цветковых растений выявляется та же тенденция, что и при изучении временной динамики таксономической структуры за последние 100 лет (табл. 1): лучшую толерантность по отношению к антропогенным местообитаниям в целом имеют таксоны, характерные для аридных территорий – Chenopodiaceae, Lamiaceae, Polygonaceae, а также семейства Poaceae, Brassicaceae, Asteraceae. Высок процент проникновения на антропогенные местообитания в целом и у семейства Caryophyllaceae и Apiaceae. Напротив, худшую адаптационную активность показывает характерное для бореальных флор семейство Sauraceae и семейство Orchidaceae. Однако следует подчеркнуть, что у отдельных охраняемых в Саратовской области видов последнего таксона плотность и численность особей на антропогенных местообитаниях превышает таковые на естественных (Березуцкий и др., 2012). У охраняемых видов семейства Sauraceae такого явления не наблюдается (Решетникова, Березуцкий, 2013), что свидетельствует о правильно

ТЕНДЕНЦИИ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

выбранных подходах к формированию списка видов осоковых для второго издания «Красной книги Саратовской области» (Шляхтин и др., 2006).

Таблица 1

Количество видов, произрастающих на антропогенных местообитаниях, и антропохорофильных видов в крупнейших семействах Magnoliophyta исследуемой флоры

Семейство	Количество видов во флоре южной части Приволжской возвышенности	Количество видов на антропогенных местообитаниях южной части Приволжской возвышенности		Количество антропохорофильных видов	
		Абс.	%	Абс.	%
Asteraceae	191	134	70.16	92	48.17
Poaceae	122	89	72.95	81	66.39
Fabaceae	86	59	68.60	49	56.97
Brassicaceae	80	58	72.50	42	52.50
Caryophyllaceae	65	48	73.85	32	49.23
Lamiaceae	57	46	80.70	31	54.38
Cyperaceae	57	27	47.37	18	31.58
Rosaceae	54	35	64.81	41	75.92
Apiaceae	51	37	72.55	27	52.94
Scrophulariaceae	44	30	68.18	33	75.0
Chenopodiaceae	43	36	83.72	27	62.79
Boraginaceae	36	25	69.44	19	52.78
Ranunculaceae	34	23	67.65	15	44.12
Polygonaceae	29	22	75.86	23	79.31
Orchidaceae	17	6	35.29	3	17.65

Переходя к сравнению адаптационной активности каждого крупного семейства на отдельных типах антропогенных местообитаний, можно отметить, что для всех семейств, за исключением Caryophyllaceae, наиболее неблагоприятными оказались агроценозы. Для Caryophyllaceae самым неблагоприятным типом антропогенных местообитаний являются урбанизированные территории. Напротив, для многих других семейств (Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Brassicaceae, Cyperaceae, Rosaceae, Polygonaceae) городская среда оказалась наиболее оптимальной из всех типов местообитаний, созданных человеком. Это хорошо соотносится с данными, полученными при изучении урбанофлор многих других территорий (Березуцкий, Панин, 2007). Искусственные лесные насаждения оказались наиболее благоприятными и для семейств Caryophyllaceae, Apiaceae, Scrophulariaceae, Boraginaceae, Orchidaceae. Техногенные местообитания являются наиболее предпочтительными для семейств Lamiaceae и Chenopodiaceae. На железнодорожных насыпях повышен также процент видов семейства Rosaceae, что является типичным явлением для данного типа техногенных местообитаний (Скворцова, Березуцкий, 2008). Из крупных семейств лишь два (Cyperaceae и Orchidaceae) в каждом из четырех типов антропогенных местообитаний представлены меньшим процентом, чем виды флоры в целом.

Среди крупнейших родов исследуемой флоры большей долей на антропогенных местообитаниях в целом представлены *Galium*, *Vicia*, *Veronica*, *Salix*, *Rumex*,

Silene, *Centaurea* (табл. 2). Худшую адаптационную активность имеют *Carex*, *Astragalus* (обращает на себя внимание, что это – два самых крупных рода флоры), *Allium*, *Potentilla*, *Euphorbia*, *Artemisia*.

Таблица 2

Количество видов, произрастающих на антропогенных местообитаниях, и антропохорофильных видов в крупнейших родах Magnoliophyta исследуемой флоры

Род	Количество видов во флоре южной части Приволжской возвышенности	Количество видов на антропогенных местообитаниях южной части Приволжской возвышенности		Количество антропохорофильных видов	
		Абс.	%	Абс.	%
<i>Carex</i>	39	13	33.33	13	33.33
<i>Astragalus</i>	21	11	52.38	6	28.37
<i>Artemisia</i>	19	11	57.89	11	57.89
<i>Centaurea</i>	18	13	72.22	10	55.55
<i>Potentilla</i>	18	10	55.55	15	83.33
<i>Euphorbia</i>	16	9	56.25	5	31.25
<i>Allium</i>	15	8	53.33	4	26.27
<i>Silene</i>	15	11	73.33	6	40.0
<i>Veronica</i>	15	12	80.0	14	93.33
<i>Galium</i>	14	13	92.86	11	78.57
<i>Salix</i>	14	11	78.57	6	42.86
<i>Rumex</i>	13	10	76.92	13	100.0
<i>Dianthus</i>	12	8	66.67	4	33.33
<i>Potamogeton</i>	12	8	66.67	1	8.33
<i>Vicia</i>	12	10	83.33	9	75.0

Многие из видов, обнаруженных на антропогенных местообитаниях, встречаются там очень редко и, возможно, сохранились с момента существования естественных местообитаний. Лишь около 450 видов имеют многочисленные популяции с большим числом особей на одном типе антропогенных сообществ или стабильно встречаются и являются нередкими сразу в нескольких типах антропогенных местообитаний. Распределение этих антропотолерантных видов по элементам таксономической структуры показывает, что процентное соотношение между классами однодольных (около 22%) и двудольных (около 78%) оказывается очень близким к таковому в современной аборигенной флоре южной части Приволжской возвышенности. Распределение антропотолерантных аборигенных видов по семействам также позволяет констатировать, что по сравнению с общей флорой исследованного региона картина принципиально не меняется. Напротив, распределение антропотолерантных аборигенных видов по родам показывает коренное отличие от родового спектра современной флоры. Возможно, это сходство в соотношениях таксонов крупного ранга не является случайностью. Ранее В. Н. Голубев и Н. В. Голубева (1989) на примере флоры Крыма показали, что эколого-биологическая структура сформировавшейся адвентивной фракции более или менее точно соответствует аналогичной структуре аборигенной фракции флоры той же терри-

тории. Сравнивая эти данные, можно предположить наличие у структуры флоры буферных свойств, которые обеспечивают сохранение основных соотношений ее элементов в условиях сильного антропогенного воздействия. Причем, на наш взгляд, главным фактором, который обеспечивает устойчивость этих соотношений, как и при естественном флорогенезе, является макроклимат. Кроме того, мы и здесь наблюдаем повышение сходства процентных соотношений с повышением ранга таксона.

Выявление антропохорофильного элемента исследуемой флоры показало, что из двух классов цветковых растений класс Magnoliopsida содержит больший процент аборигенных видов (59.36%), для которых характерно антропогенное расширение ареала, чем класс Liliopsida (50.18%). Среди крупнейших семейств Magnoliophyta наиболее высокий процент антропохорофильных видов характерен для Polygonaceae, Rosaceae и Scrophulariaceae (см. табл. 1). Данные по последнему таксону являются довольно неожиданными, так как в семействе норичниковых имеется много симбиотически связанных видов (паразитов и, особенно, полупаразитов). Высок процент антропохорофильных видов и у наиболее космополитического семейства цветковых растений – Роасеае, которое одинаково богато представлено видами как в тропической, так и в умеренной зоне. Напротив, наименьший процент видов, для которых известно антропогенное расширение ареала, содержат семейства Ochidaceae, Cyperaceae, Ranunculaceae и Asteraceae. Данные по трем первым семействам хорошо вписываются в общую картину снижения этих таксонов в адвентивных флорах (Бочкин, 1989; Игнатов, Чичев, 1989 и др.). Семейство Asteraceae, напротив, считается основным «поставщиком» адвентивных видов во флоры умеренной зоны (Jager, 1988). Но это, возможно, связано не с большей долей видов, склонных к антропогенному расширению ареала, в составе данного семейства, а с большим объемом самого таксона. В частности, в изучаемой нами флоре именно сложноцветные содержат наибольшее абсолютное число антропохорофильных видов.

Данные по крупнейшим родам аборигенной фракции исследуемой флоры свидетельствуют (см. табл. 2), что наибольший процент видов, для которых характерно антропогенное расширение ареала, отмечен у родов *Rumex*, *Veronica*, *Potentilla*, *Galium*, *Vicia*, а наименьший – у родов *Potamogeton*, *Allium*, *Astragalus*, *Euphorbia*, *Carex*, *Diantus*.

Обобщая изложенные выше данные, можно отметить, что наблюдается сходство тенденций трансформации таксономической структуры исследуемой флоры в процессе временной динамики и в процессе рецентных ценотических миграций аборигенных видов на антропогенные местообитания. Наиболее полно это сходство проявляется на уровне классов цветковых растений. По этой причине соотношение между классами Magnoliophyta, на наш взгляд, можно использовать для количественной и качественной (стадии) индикации процесса антропогенной трансформации флоры.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для более четкого и глубокого отслеживания процессов, происходящих в биосфере под влиянием антропогенных факторов и изменения климата, необходи-

мо создание в ближайшей перспективе системы глобального флористического мониторинга на основе локальных флор пограничных территорий (находящихся на стыке различных природных и ландшафтных зон, флористических областей, провинций и т.д.), так как из всех региональных типов флор именно пограничные флоры являются наиболее чувствительными по отношению к антропогенному влиянию. Причем, в первую очередь, отслеживаться в этих флорах должны те показатели, которые являются наиболее специфическими для флористических систем, в частности, изменение таксономической структуры флор, в том числе и в ранге крупных таксонов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Березуцкий М. А., Панин А. В.* Флора городов : структура и тенденции антропогенной динамики // Бот. журн. 2007. Т. 92, № 10. С. 1481 – 1489.
- Березуцкий М. А., Решетникова Т. Б., Серова Л. А., Кашин А. С.* Экологическая деспециализация видов семейства Orchidaceae Juss. на территории севера Нижнего Поволжья // Поволж. экол. журн. 2012. № 4. С. 455 – 458.
- Бочкин В. Д.* Адвентивные растения Московского участка Курской железной дороги // Проблемы изучения адвентивной флоры СССР. М. : Наука, 1989. С. 36 – 38.
- Голубев В. Н., Голубева Н. В.* Эколого-биологическая структура адвентивной флоры Крыма // Проблемы изучения адвентивной флоры СССР. М. : Наука, 1989. С. 72 – 74.
- Еленевский А. Г., Буланый Ю. И., Радыгина В. И.* Конспект флоры Саратовской области. Саратов : Изд. центр «Наука», 2008. 232 с.
- Завьялов Е. В., Шляхтин Г. В., Табачишин В. Г., Якушев Н. Н., Березуцкий М. А., Мосолова Е. Ю.* Генезис природных условий и основные направления современной динамики ареалов животных на севере Нижнего Поволжья. Сообщение 7. Динамика распространения птиц под действием антропогенных факторов // Поволж. экол. журн. 2004. № 2. С. 144 – 172.
- Иванова Р. Д., Колоскова И. Г., Рябова Т. П., Чигуряева А. А.* Флора окрестностей Саратова // Вопросы ботаники Юго-Востока. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1976. Вып. 2. С. 60 – 69.
- Иванова Р. Д., Колоскова И. Г., Рябова Т. П., Чигуряева А. А.* Флора окрестностей Саратова // Вопросы ботаники Юго-Востока. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1983. Вып. 3. С. 48 – 62.
- Иванова Р. Д., Колоскова И. Г., Рябова Т. П., Чигуряева А. А.* Флора окрестностей Саратова // Вопросы ботаники Юго-Востока. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1984. Вып. 4. С. 29 – 49.
- Игнатов М. С., Чичев А. В.* Краткий анализ адвентивной флоры Московской области // Проблемы изучения адвентивной флоры СССР. М. : Наука, 1989. С. 30 – 31.
- Камелин Р. В.* Флорогенетический анализ естественной флоры горной Средней Азии. Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1973. 356 с.
- Камелин Р. В.* Флора Сырдарьинского Каратау : Материалы к флористическому районированию Средней Азии. Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1990. 146 с.
- Конспект флоры Саратовской области : в 4 ч. / ред. А. А. Чигуряева. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1977 – 1983. Ч. 1. 80 с.; Ч. 2. 88 с.; Ч. 3. 108 с.; Ч. 4. 64 с.
- Малышев Л. И.* Флористические спектры Советского Союза // История флоры и растительности Евразии. Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1972. С. 17 – 40.
- Малышев Л. И., Байкова К. С., Доронькин В. М.* Таксономические спектры флоры Сибири на уровне семейств // Бот. журн. 1998. Т. 83, № 10. С. 3 – 17.
- Решетникова Т. Б., Березуцкий М. А.* Видовой состав и распространение представителей семейства Осоковые на антропогенных местообитаниях южной части Приволжской возвышенности // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2013. Т. 13, вып. 4. С. 86 – 89.

ТЕНДЕНЦИИ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

- Скворцова И. В., Березуцкий М. А.* Флора железнодорожных насыпей южной части Приволжской возвышенности // Поволж. экол. журн. 2008. № 1. С. 55 – 64.
- Смирнов Н. Ф.* Явнобрачные растения окрестностей с. Николаевского Саратовского уезда // Тр. о-ва естествоиспытателей при Император. Казанском ун-те. 1885. Т. 14, вып. 3. С. 1 – 48.
- Толмачев А. И.* О некоторых количественных соотношениях во флорах земного шара // Вестн. ЛГУ. Сер. 3. 1970. № 15. С. 62 – 74.
- Толмачев А. И.* Введение в географию растений. Л. : Изд-во ЛГУ, 1974. 244 с.
- Тугаринов А. Я.* Материалы к флоре Аткарского уезда Саратовской губернии // Тр. Саратов. о-ва естествоиспытателей и любителей естествознания. 1901. Т. 3, вып. 1. С. 1 – 49.
- Черепанов С. К.* Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб. : Мир и семья, 1995. 992 с.
- Шляхтин Г. В., Завьялов Е. В., Березуцкий М. А.* Теоретическое обоснование и основные подходы в подготовке второго издания «Красной книги Саратовской области» // Поволж. экол. журн. 2006. Вып. спец. С. 5 – 17.
- Шмидт В. М.* О методе таксономического анализа Смирнова Е. С. и некоторых возможностях его применения в ботанике // Бот. журн. 1962. Т. 47, № 10. С. 1748 – 1854.
- Шмидт В. М.* О двух методах таксономического анализа // Бот. журн. 1970. Т. 53, № 3. С. 390 – 396.
- Шмидт В. М.* Статистические методы в сравнительной флористике. Л. : Изд-во ЛГУ. 1980. 176 с.
- Юрцев Ю. А., Камелин Р. В.* Основные понятия и термины флористики. Пермь : Изд-во Перм. ун-та, 1991. 80 с.
- Barnosky A. D., Hadly E. A., Bascompte J., Berlow E. L., Brown J. H., Fortelius M., Getz W. M.* Approaching a state shift in Earth's biosphere // Nature. 2012. Vol. 486, № 7401. P. 52 – 58.
- Jäger E.* Möglichkeiten der Prognose synanthroper Pflanzen ausbreitungen // Flora. 1988. Bd. 180, hf. 1 – 2. S. 101 – 131.
- Weller S. G., Suding K., Sakai A. K.* Botany and a changing world : Introduction to the Special Issue on Global Biological Change // Amer. J. of Botany. 2013. Vol. 100, № 7. P. 1229 – 1233.