

УДК 581.5

**А.В. Егошин**

### **Адвентивная флора Северо-Западного Кавказа**

*Экологический образовательный и научный центр ФГБУ «Сочинский национальный парк», Краснодарский край, г. Сочи, ул. Московская, 21, 354000; ecoid@yandex.ru*

В статье представлены данные анализа флористического комплекса адвентивных видов, натурализовавшихся на территории Северо-Западного Кавказа. Получены биоклиматические и эколого-географические требования адвентивных видов.

Ключевые слова: *флора, инородные виды, адвентивные виды, Северо-Западный Кавказ.*

Адвентизация аборигенных флор является актуальной экологической проблемой, представляющей угрозу биоразнообразию планеты. В качестве причин адвентизации многими авторами называются конкурентные преимущества видов-адвентиков по сравнению с аборигенными видами, а также неполноценность биоценозов, сформировавшихся в результате антропогенной деятельности [1–4].

В России регионом, имеющим наиболее комфортные и разнообразные климатические условия, является Северо-Западный Кавказ. Разнообразие рельефа, почв, климатических условий способствует интенсивной адвентизации нативной флоры этого региона, что представляет угрозу для биоразнообразия. Поэтому лучшее понимание процессов адвентизации будет способствовать выработке эффективных мер по предотвращению натурализации адвентиков в экосистемах Северо-Западного Кавказа.

В связи с этим становятся актуальными оценка адвентивного комплекса флоры Северо-Западного Кавказа, а также установление биоклиматических и эколого-географических требований видов, входящих в этот комплекс.

На первом этапе проведения научно-исследовательских работ был проведен анализ различных флористических списков Российского Причерноморья и сопредельных регионов, составленных рядом авторов [5–9], на предмет наличия в них чужеродных видов.

Полевые исследования проводили в 2012 и 2013 гг. В ходе данных исследований фиксировались географические координаты мест произрастания особей адвентивных видов. Помимо этого в ходе выполнения работ были использованы географические координаты мест произрастания особей исследуемых видов, представленные на сайте глобального информационного фонда по биоразнообразию ([www.gbif.org](http://www.gbif.org)). Для последующего анализа географические координаты мест произрастания чужеродных видов импортировали в среду ArcGIS [10].

В результате была составлена база данных, содержащая географические координаты около двух миллионов мест произрастания особей исследуемых видов по всему миру. Эти данные использовали для установления биоклиматических и эколого-географических требований адвентивных видов.

Для решения этой задачи использовали биоклиматические переменные BIOCLIM, представленные набором растровых изображений (GRID) с разрешением около 1 км<sup>2</sup>, каждая ячейка которых содержит информацию о том или ином климатическом показателе (табл. 1).

Кроме того, использовали растровые слои, содержащие другую эколого-географическую информацию: высоту над уровнем моря, уклон в градусах, экспозицию, степень застроенности территории, глубину снежного покрова, вегетационный потенциал, чистую первичную продуктивность, сумму температур вегетационного периода, влажность почвы, а также содержание в ней органического углерода.

Таблица 1. Биоклиматические переменные BIOCLIM

Код	Биоклиматический параметр
bio1	Средняя годовая температура
bio2	Средняя суточная амплитуда температуры за каждый месяц
bio3	Изотермичность (bio1/bio7) * 100
bio4	Стандартное отклонение температур
bio5	Максимальная температура самого тёплого месяца года
bio6	Минимальная температура самого холодного месяца года
bio7	Годовая амплитуда температуры (bio5-bio6)
bio8	Средняя температура самой влажной четверти года
bio9	Средняя температура самой сухой четверти года
bio10	Средняя температура самой тёплой четверти года
bio11	Средняя температура самой холодной четверти года
bio12	Годовая сумма осадков
bio13	Сумма осадков в самом влажном месяце года
bio14	Сумма осадков в самом сухом месяце года
bio15	Коэффициент вариации осадков
bio16	Сумма осадков во влажной четверти года
bio17	Сумма осадков в сухой четверти года
bio18	Сумма осадков в самой тёплой четверти года
bio19	Сумма осадков в самой холодной четверти года

На следующем этапе с помощью инструментария ArcGIS извлекали из растровых слоёв значения эколого-географических и биоклиматических переменных в каждой точке произрастания особей изучаемых видов.

Полученные данные использовали для вычисления минимальных, максимальных средних и медианных значений, а также изменчивости биоклиматических и эколого-географических характеристик мест произрастания особей адвентивных видов.

Кластерный анализ проводили с использованием методов Варда и К-средних.

На основании проведённых полевых исследований все адвентивные виды Северо-Западного Кавказа были разделены на 5 классов инвазионной валентности: 1 класс – виды, не образующие самоподдерживающихся популяций, которые без постоянного притока генетического материала, как правило, быстро угасают; 2 – виды, формирующие популяции, которые обладают способностью к самоподдержанию в течение определённого периода времени, не внедряясь в природные экосистемы; 3 – виды, распространяющиеся в антропогенно нарушенных экосистемах (линии электропередач, дороги и т. д.), 4 – виды, внедряющиеся в естественно нарушенные природные экосистемы (ывалы деревьев, берега горных рек). К видам 5 класса инвазионной валентности отнесли виды, способные проникать в ненарушенные природные экосистемы.

Проведённый анализ флоры показал, что количество наиболее агрессивных адвентивных видов на Северо-Западном Кавказе, относящихся к 3–5 классам инвазионной валентности, составляет 283. Эти виды принадлежат к 68 семействам. Наиболее многочисленны инородные виды семейств *Roaceae* (42 вида) и *Asteraceae* (37 видов). Родиной большинства агрессивных чужеродных видов, натурализовавшихся на Северо-Западном Кавказе, являются Северная и Центральная Америка (88 видов), а также Юго-Восточная Азия и Япония (74 вида). Ряд усреднённых биоклиматических и эколого-географических переменных, характеризующих места произрастания некоторых наиболее агрессивных адвентивных видов, приведён в таблицах 2 и 3.

Из приведённых в таблице 2 видов наиболее теплолюбивым видом является *Eleusine indica* (L.) Gaertn., который легко переносит недостаток осадков в сухое время года. Самыми «холодостойкими» из наиболее агрессивных адвентивных видов Северо-Западного Кавказа являются *Commelina communis* L. и *Amorpha fruticosa* L. Последняя, как и *Eleusine indica* (L.) Gaertn., является самым засухоустойчивым адвентиком.

Таблица 2. Значения биоклиматических переменных для некоторых адвентивных видов

Вид	Биоклиматические переменные													
	bio1	bio5	bio6	bio8	bio9	bio10	bio11	bio12	bio13	bio14	bio16	bio17	bio18	bio19
<i>Paspalum dilatatum</i>	16,8	27,9	4,1	21,4	12,8	22,2	10,9	902	120	41	332	140	283	186
<i>Eleusine indica</i>	21,4	31,2	11,6	23,6	20,2	25,0	17,3	1300	212	30	549	111	368	169
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	9,8	23,9	-1,1	16,0	5,6	17,5	2,5	753	80	45	222	147	208	173
<i>Robinia pseudoacacia</i>	10,1	23,3	-0,4	15,2	6,2	17,2	2,9	737	74	47	213	151	199	180
<i>Setaria viridis</i>	9,8	22,8	-1,2	15,5	5,6	16,9	2,4	714	75	44	214	142	199	165
<i>Phytolacca americana</i>	11,6	27,2	0,2	16,4	7,2	20,4	3,7	794	106	45	296	144	213	177
<i>Duchesnea indica</i>	1,0	24,3	0,4	11,6	6,9	18,2	3,7	755	74	46	216	146	198	165
<i>Conyza canadensis</i>	9,9	21,9	-0,1	11,0	6,0	16,7	3,2	740	75	45	215	147	198	179
<i>Galinsoga ciliate</i>	9,9	22,0	-0,4	11,5	5,9	16,7	2,9	763	75	47	217	153	202	181
<i>Phalacroglom a annuum</i>	9,9	23,8	-1,5	16,6	5,5	17,5	2,0	746	77	47	216	150	211	173
<i>Rosa multiflora</i>	9,6	22,8	-2,7	15,5	4,0	17,0	1,7	931	103	47	290	155	241	180
<i>Paulownia tomentosa</i>	12,1	28,5	-4,6	12,7	8,0	21,3	2,6	1359	136	84	376	277	351	310
<i>Commelina communis</i>	12,7	29,7	-5,2	22,5	2,7	23,7	1,4	1366	233	35	599	119	588	130
<i>Elaeagnus pungens</i>	15,6	31,7	-0,3	24,2	11,2	25,0	5,7	1372	173	71	484	242	465	282
<i>Acalypha australis</i>	15,3	30,3	0,2	22,5	6,0	24,7	5,9	1563	217	52	581	173	562	174
<i>Trachycarpus fortune</i>	14,9	30,2	0,2	22,0	5,9	24,5	5,9	1508	201	52	534	172	491	176
<i>Ligustrum lucidum</i>	11,6	28,6	-3,7	15,4	7,2	21,2	2,8	1049	109	67	306	215	288	228
<i>Amorpha fruticosa</i>	12,4	31,0	-4,8	19,2	1,9	23,0	0,9	715	106	28	289	96	259	120
<i>Ailanthus altissima</i>	11,6	28,6	-3,7	15,4	7,2	21,2	2,8	1049	109	67	306	215	288	228

\*Примечание: bio1 – средняя годовая температура, °С; bio5 – максимальная температура самого тёплого месяца года, °С; bio6 – минимальная температура самого холодного месяца года, °С; bio8 – средняя температура самой влажной четверти года, °С; bio9 – средняя температура самой сухой четверти года, °С; bio10 – средняя температура самой тёплой четверти года, °С; bio11 – средняя температура самой холодной четверти года, °С; bio12 – годовая сумма осадков, мм; bio13 – сумма осадков в самом влажном месяце года, мм; bio14 – сумма осадков в самом сухом месяце года, мм; bio16 – сумма осадков во влажной четверти года, мм; bio17 – сумма осадков в сухой четверти года, мм; bio18 – сумма осадков в самой тёплой четверти года, мм; bio19 – сумма осадков в самой холодной четверти года, мм.

Таблица 3. Значения эколого-географических переменных для некоторых инвазивных видов

Вид	Эколого-географические переменные									
	w	H	c	pH	alt	slope	built	veg	npp	gdd
<i>Paspalum dilatatum</i>	88,8	0,0	6,0	6,2	135	0,9	0	9	0,8	4423
<i>Eleusine indica</i>	94,6	0,0	6,2	6,2	168	0,8	0	8	0,7	5660
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	97,7	0,4	6,5	6,0	88	0,5		5	0,7	1784
<i>Robinia pseudoacacia</i>	94,9	0,3	5,9	6,0	94	0,5	4	5	0,7	1805
<i>Setaria viridis</i>	92,6	0,4	6,3	6,0	90	0,5	3	5	0,7	1772
<i>Phytolacca americana</i>	91,7	0,1	6,3	6,0	115	0,6	4	5	0,7	2283
<i>Duchesnea indica</i>	94,6	0,1	5,7	6,0	78	0,7	14	5	0,7	2158
<i>Coryza canadensis</i>	93,4	0,3	6,0	6,0	47	0,3	5	5	0,7	1755
<i>Galinsoga ciliate</i>	99,2	0,3	6,3	6,0	42	0,3	7	5	0,7	1755
<i>Phalacroglom a annuum</i>	98,9	0,6	6,2	6,1	174	0,6	2	5	0,7	1853
<i>Rosa multiflora</i>	105,9	0,8	6,7	6,0	90	0,7	5	5	0,7	1770
<i>Paulownia tomentosa</i>	124,8	1,3	4,8	5,3	648	1,8	0	8	0,8	2467
<i>Commelina communis</i>	135,3	0,5	5,4	6,1	123	1,3	5	8	0,8	2731
<i>Elaeagnus pungens</i>	113,0	0,0	5,3	5,3	108	0,6	5	4	0,7	3493
<i>Acalypha australis</i>	135,6	0,0	7,9	6,0	73	0,9	8	8	0,8	3191
<i>Trachycarpus fortune</i>	135,3	0,0	8,9	6,0	57	0,9	10	8	0,8	3012
<i>Ligustrum lucidum</i>	107,3	0,8	5,3	5,5	201	0,9	4	5	0,7	2427

<i>Amorpha fruticosa</i>	79,5	1,4	6,1	6,5	338	0,7	1	9	0,6	2894
<i>Ailanthus altissima</i>	107,3	0,8	5,3	5,5	201	0,9	4	5	0,7	2427

\*Примечание: *w* – влажность почвы мм/м; *h* – глубина снежного покрова, м; *c* – содержание органического углерода, кг/м<sup>2</sup>; *alt* – высота над уровнем моря, м; *slope* – уклон, градусы; *built* – застроенность территории, %/км<sup>2</sup>; *veg* – принадлежность к биому (1 – тропические вечнозелёные леса, 2 – тропические листопадные леса, 3 – широколиственные вечнозелёные леса умеренного пояса, 4 – хвойные вечнозелёные леса умеренного пояса, 5 – листопадные леса умеренного пояса, 6 – бореальные вечнозелёные леса, 7 – бореальные листопадные леса, 8 – вечнозелёные/листопадные смешанные леса, 9 – саванны, 10 – луга и степи, 11 – местность, покрытая плотной древесно-кустарниковой растительностью, 12 – местность, покрытая разреженной древесно-кустарниковой растительностью, 13 – тундра, 14 – полярные пустыни/скалы); *npp* – чистая первичная продуктивность (кг-С/м<sup>2</sup>/год); *gdd* – сумма температур вегетационного периода.

Согласно данным таблицы 3, большинство адвентивных видов, натурализовавшихся на Северо-Западном Кавказе, приурочено к биому листопадных лесов умеренного пояса.

Из рассматриваемых иноземных видов наименее чувствительна к влажности почвы Аморфа кустарниковая (*Amorpha fruticosa* L.), наиболее – Акалифа южная (*Acalypha australis* L.). *Acalypha australis* L., как и *Trachycarpus fortune* (Hook.) H. Wendl, приурочена к почвам, содержащим большое количество органики.

Кластерный анализ, проведённый по методу Варда, позволил выделить четыре кластера адвентивных видов.

Первый кластер представлен преимущественно адвентиками Северной Америки и Восточной Азии, принадлежащим к семействам: *Poaceae*, *Fabaceae*, *Asteraceae* (*Ambrosia trifida* L., *Paspalum setaceum* Michx., *Pueraria lobata* (Willd.) Ohwi и др.).

Второй кластер образуют в основном инвазивные виды, родиной которых являются Северная Америка и Европа. Виды этого кластера представлены большей частью семействами: *Asteraceae*, *Brassicaceae* и *Poaceae* (*Phalacrolooma annuum* (L.) Dumort., *Solidago canadensis* L., *Solidago gigantea* Aiton, *Bunias orientalis* L. и др.).

Третий кластер объединяет иноземные виды, прибывшие из Азии и Южной Америки. Эти виды в основном принадлежат к семействам *Poaceae* и *Asteraceae* (*Conyzanthus graminifolius* (Sprengel) Tamamsch., *Eleusine indica* (L.) Gaertn., *Digitaria violascens* Link. и др.).

Четвёртый кластер представлен преимущественно адвентивными видами Северной Америки и Средиземноморья, принадлежащими к семействам *Poaceae*, *Asteraceae* и *Cyperaceae* (*Sorghum halepense* (L.) Pers., *Cyperus esculentus* L. *Conyza bonariensis* (L.) Cronqist).

Результаты кластеризации, проведённой методом К-средних приведены на графике средних (рис. 1).

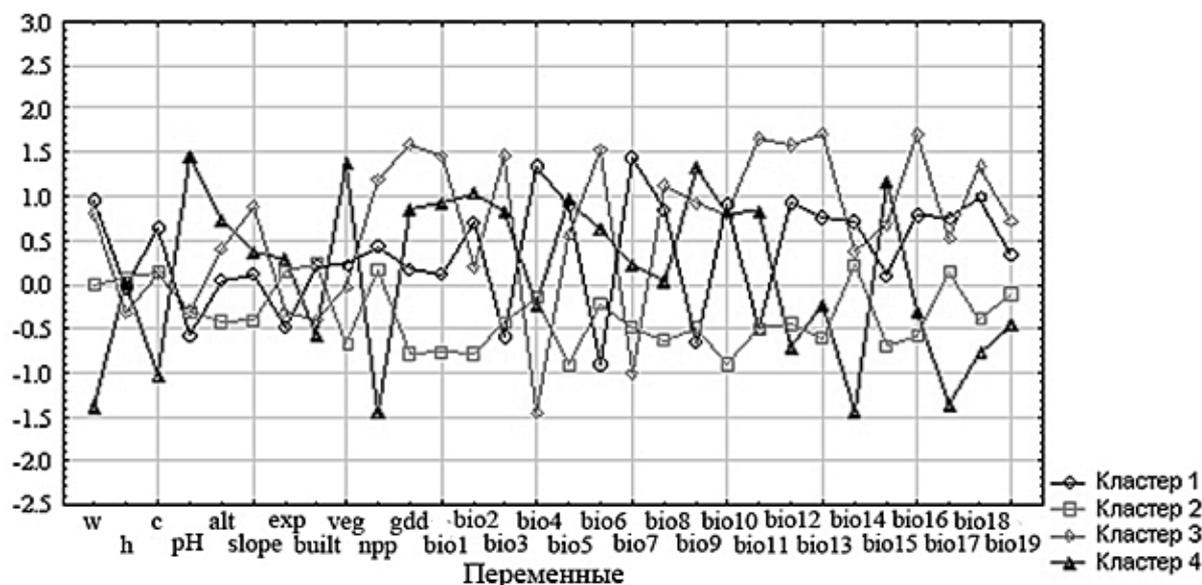


Рис. 1. Результаты кластеризации биоклиматических и эколого-географических переменных методом К-средних (параметры: 1 – влажность почвы, 2 – глубина снежного покрова, 3 – содержание органического углерода в почве, 4 – pH почвы, 5 – высота над уровнем моря, 6 – уклон в градусах, 7 – экспозиция, 8 – % застроенной территории, 9 – вегетационный потенциал (принадлежность к биому), 10 – чистая первичная продуктивность, 11 – сумма температур вегетационного периода, 12 – средняя годовая температура, 13 – средняя суточная амплитуда температуры за каждый месяц, 14 – изотермичность, 15 – стандартное отклонение температур, 16 – максимальная температура самого тёплого месяца, 17 – минимальная температура самого холодного месяца года, 18 – годовая амплитуда температуры, 19 – средняя температура самой влажной четверти года, 20 – средняя температура самой сухой четверти года, 21 – средняя температура самой тёплой четверти года, 22 – средняя температура самой холодной четверти года, 23 – годовая сумма осадков, 24 – сумма осадков в самом влажном месяце года, 25 – сумма осадков в самом сухом месяце года, 26 – коэффициент вариации осадков, 27 – сумма осадков во влажной четверти года, 28 – сумма осадков в сухой четверти года, 29 – сумма осадков в самой тёплой четверти года, 30 – сумма осадков в самой холодной четверти года)

Из рис. 1 видно, что адвентивные виды кластера 1 приурочены к более богатым почвам. Эти виды способны выносить высокие годовые амплитуды температур, а также низкие температуры в самый холодный месяц года.

Инвазивные виды, принадлежащие к кластеру 2, произрастают преимущественно на равнинных территориях, на небольших высотах над уровнем моря. Кроме того, для мест произрастания особей видов этого кластера характерны наименьшая, по сравнению с другими кластерами видов, средняя годовая температура, средняя температура самой холодной четверти года, средняя суточная амплитуда, а также наименьшая сумма температур вегетационного периода и коэффициент вариации осадков.

Иноземные виды третьего кластера зачастую приурочены к территориям со сложным рельефом, для которых характерна относительно высокая средняя годовая температура. Места произрастания видов этого кластера также характеризуются высокой температурой как самого холодного месяца и четверти года, так и всего вегетационного периода, а также самой низкой годовой амплитудой температуры и наибольшей годовой суммой осадков. Экосистемы, в которые внедряются иноземные виды третьего кластера, как правило, имеют высокую чистую продуктивность.

Адвентики четвертого кластера устойчивы к недостатку осадков в засушливый период времени года. Они приурочены к почвам, имеющим наименьшую влажность и плодородность. Для экосистем-акцепторов инвазивных видов этой группы характерна низкая первичная продуктивность.

Таким образом, в ходе проведённых исследований было установлено, что количество наиболее агрессивных адвентивных видов, способных внедряться в экосистемы юга Российского Причерноморья, составляет 283. Родиной большинства этих видов являются Северная и Центральная Америка (88 видов), а также Юго-Восточная Азия и Япония (74 вида). Несмотря на то, что большинство чужеродных видов, натурализовавшихся на Северо-Западном Кавказе, исторически приурочено к биому листопадных лесов умеренного пояса, изучаемые виды характеризуются разнообразными биоклиматическими и эколого-географическими особенностями мест произрастания.

Все адвентики могут быть разделены на четыре кластера, каждый из которых отличается особенностями биоклиматических и эколого-географических параметров.

#### Литература

1. Акатов В.В., Акатова Т.В., Шадже А.Е. Видовое богатство древесного и кустарникового ярусов прирусловых лесов Западного Кавказа с доминированием инородных видов // Экология. – 2012. – № 4. – С. 276–283.
2. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Чёрная книга флоры Средней России. – М.: Геос, 2010. – 512 с.
3. Reinhart K.O., Greene E., Gallaway R.M. Effects of *Acer platanoides* invasion on understory plant communities and tree vegetation in the Rocky Mountains // *Ecography*. – 2005. – V. 28. – P. 573–583.
4. Réjmanek M., Richardson D.M., Pysek P. Plant invasions and invisibility of plant communities // *Vegetation ecology* / Eds. van der Maarel. – Oxford: Blackwell, 2005. – P. 332–355.
5. Зернов А.С. Иллюстрированная флора юга Российского Причерноморья. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2013. – 588 с.
6. Маренчук Ю.А. Адвентивный элемент флоры Центрального Предкавказья // *Фундаментальные исследования*. – 2009. – № 3. – С. 50–51.
7. Серегин А.П., Шведчикова Н.К. Дополнения к флоре Северо-Западного Кавказа // *Бюл. МОИП. Отд. биол.*, 2009. – Т. 114, вып. 3. – С. 62–63.
8. Тимухин И.Н. Флора сосудистых растений Сочинского национального парка // *Инвентаризация основных таксономических групп и сообществ, зоологические исследования Сочинского национального парка – первые итоги первого в России национального парка: монография* / под ред. Б.С. Туниева. – М.: Престиж, 2006. – С. 41–84.
9. Егошин А.В. Чужеродные виды Большого Сочи, их биоклиматические и эколого-географические требования // *Постолимпийский Сочи: экологические проблемы и перспективы сохранения природного и историко-культурного наследия: материалы научно-практической конференции (г. Сочи, 5–7 июля 2014 г.)* / отв. ред. А.Н. Садовой. – Сочи: ФГБУН «Сочинский научно-исследовательский центр РАН», 2014. – С. 79–83.
10. Егошин А.В. Моделирование пространственного распределения видов на территориях ООПТ Западного Кавказа с использованием геоинформационных систем // *Биоразнообразие государственного природного заповедника «Утриш». Научные труды. Т. 1.* – Анапа, 2013. – 340 с.

Поступила в редакцию 18 апреля 2014 г.

UDC 581.5

**Adventive flora of Northwestern Caucasus**

*A.V. Egoshin*

*Ecological Educational and research Center of Sochi National Park, Krasnodar region, Sochi, Moskovskaya st., 21, 354000; ecoid@yandex.ru*

The article represents the results of the analysis floristic complex of invasive species of Northwestern Caucasus. Bioclimatic, ecological and geographical requirements of invasive species have been obtained.

Keywords: *flora, alien species, adventitious species, Northwestern Caucasus.*

*Received 18 April, 2014*