

УДК 581.527.7.

## ПЛОЩАДЬ И СТЕПЕНЬ СИНАНТРОПИЗАЦИИ И АДВЕНТИВИЗАЦИИ ФРАГМЕНТОВ ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

© Ю.С. Загурная

*Кавказский государственный природный биосферный заповедник,  
385000, Республика Адыгея, г. Майкоп, ул. Советская, 187,  
тел. 8-(8772) 52-10-61; e-mail: juseza@mail.ru*

В статье анализируется соотношение между площадью фрагментов лесных фитоценозов и долей в их составе синантропных и адвентивных видов, которое показало, что степень синантропизации и адвентивизации лесных фрагментов выше, чем неизолированных лесных сообществ, однако она не зависит от их площади.

**Ключевые слова:** фрагментация, лесные фитоценозы, синантропные виды, адвентивные виды, площадь фрагмента.

Природные экосистемы предгорной части Северо-Западного Кавказа (Западного Предкавказья) значительно изменены хозяйственной деятельностью человека (Литвинская, 1997; Белюченко, 2005). Так, лесистость Закубанской наклонной равнины из-за развития агрокультурных ландшафтов значительно снижена, а остатки равнинных и низкогорных широколиственных лесов с доминированием дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) представлены отдельными фрагментами, окруженными сельскохозяйственными землями, залежами, дорогами и различными нарушенными местообитаниями (Супруненко, 1963; Калгин, 1967; Виноградов и др., 1996).

Считается, что антропогенная фрагментация природных сообществ облегчает проникновение в них синантропных (сегетальных, рудеральных и адвентивных) видов растений (Мяло, Дикарева, 2006). Причем по ряду причин следует ожидать, что степень синантропизации и адвентивизации конкретных изолированных участков растительности должна определяться их площадью. Во-первых, соотношение размеров локальных видовых пулов лесных сообществ и окружающих их сообществ других типов, включая луговые, сегетальные и рудеральные ценозы, будет меняться в пользу последних на градиенте уменьшения размера лесных фрагментов. Во-вторых, изоляция лесных участков способствует вымиранию части оставшихся видов (долговременный эффект инсуляризации: Уилкоккс, 1983), место которых занимают виды соседних местообитаний, в том числе синантропные (Мяло, Дикарева, 2006). Поскольку, в соответствии с теорией островной экологии Р. Мак

Артура и Э. Уилсона (Уилкоккс, 1983), степень проявления данного эффекта зависит от площади изолята, степень синантропизации и адвентивизации фитоценозов должна быть выше на небольших по площади участках природных сообществ. Наконец, синантропные виды обычно концентрируются вдоль границ фрагмента (экотонный эффект), однако на небольших участках могут распространяться по всей их площади. В последнем случае изолированные лесные сообщества на всей площади будут иметь экотонный характер (Шварц, 2004). Таким образом, в силу всех этих причин, можно ожидать увеличения степени синантропизации и адвентивизации лесных сообществ на градиенте уменьшения площади лесных фрагментов. Следует при этом отметить, что несмотря на важность как проблемы фрагментации растительного покрова, так и его синантропизации и адвентивизации публикации, посвященные анализу соотношения этих процессов, являются большой редкостью. В частности, известно всего несколько работ, посвященных адвентивному компоненту во флоре и растительности Северо-Западного Кавказа (Бондаренко, 2003; Зернов, 2003; Акатов, Акатова, 2006; Акатов и др., 2009; Акатова и др., 2009), однако в обособленных предгорных лесных сообществах подобные исследования практически не проводились.

Цель настоящего исследования – оценить влияние площади фрагментов широколиственных лесов Западного Предкавказья на степень их синантропизации и адвентивизации.

**Материал и методика исследований.** Исследованиями были охвачены 27 фрагментов леса с участием или доминированием дуба че-

решчатого площадью от 9,5 до 616 га. Обследованные лесные фитоценозы расположены в предгорной зоне Северо-Западного Кавказа (Западного Предкавказья), в бассейнах рек Кубани, Белой, Лабы и их притоков. Расстояние до пояса нефрагментированных широколиственных лесов составляет от 0,2 до 37,8 км, среднее расстояние до трех ближайших фрагментированных участков леса того же типа – от 0,1 до 19,2 км. Выбор конкретных фрагментов и определение их площади осуществляли на основе топографических карт масштабом 1:50000 и 1:200000, разработанных на основе аэрофотоснимков 1986 г.

В течение апреля-сентября 2005-2009 гг. исследуемые изолированные растительные сообщества посещали с целью составления и уточнения списков видов для каждого фрагмента. Собранный гербарный материал обрабатывали с применением традиционных методов. Латинские названия видов даны по сводке Черепанова (1995). В пределах удаленной от опушки гомогенной территории каждого фрагмента на пробном участке размером 1 га регулярным способом были заложены 10 площадок размером 300 м<sup>2</sup> (общая площадь 0,3 га). Дополнительно было обследовано 13 пробных участков в пределах сплошных (не фрагментированных) массивов дубовых лесов.

Для каждого фрагмента леса были определены следующие показатели:  $S_g$ ,  $S_{syn}$ ,  $S_{adv}$  – общее число видов сосудистых растений, число синантропных и адвентивных видов на фрагментах, соответственно;  $N_g$ ,  $N_{syn}$ ,  $N_{adv}$  – общая численность видов сосудистых растений, численность синантропных и адвентивных видов на пробных участках, соответственно.

Уровень синантропизации фрагментированных и нефрагментированных лесных предгорных фитоценозов оценивали как долю (%) синантропных видов от общего числа видов растений как на пробном участке ( $P_{Nsyn}$ ), так и на фрагменте в целом ( $P_{Ssyn}$ ); уровень адвентивизации – как долю (%) адвентивных видов на пробном участке ( $P_{Nadv}$ ) и на фрагменте в целом ( $P_{Sadv}$ ).

Характер зависимости между степенью синантропизации и адвентивизации лесных фрагментов и их площадью определялся с помощью корреляционно-регрессионного метода. Дополнительно мы сравнили показатели синантропизации и адвентивизации сообществ на

пробных площадках, расположенных на неизолированных лесных массивах, больших изолированных фрагментах леса (площадь от 123,5 до 616 га) и малых изолированных фрагментах (площадь от 9,5 до 84 га). Статистическая значимость выявленных различий оценивалась методом однофакторного дисперсионного анализа. Расчеты были выполнены с использованием программ Microsoft Excel 2003 и Statistica 6.0.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Всего в пределах изолированных дубовых фитоценозов Западного Предкавказья нами было выявлено 262 вида сосудистых растений, относящихся к 74 семействам и 179 родам. Почти четверть анализируемой флоры (21%) приходится на синантропные виды, что указывает на нарушенность данных лесных фитоценозов. В их составе также обнаружено 14 адвентивных видов растений, которые составляют 5% ценофлоры.

**Синантропизация сообществ.** На рисунке 1 и в таблице 1 представлены результаты анализа соотношения между степенью синантропизации фрагментированных лесов и их площадью. Из рисунка 1 видно, что доля синантропных видов, как на пробном участке, так и на фрагменте, в целом, варьирует примерно в одинаковых пределах – 10-30% и лишь в одном случае она превысила 30%. В соответствии с классификацией, предложенной Л.М. Абрамовой и Б.М. Миркиным (Абрамова, Миркин, 2002; по Абрамова, 2003), это соответствует слабому уровню синантропизации. Между логарифмом площади и степенью синантропизации фрагментированных лесов имеет место отрицательная зависимость, которая, однако, статистически незначима (табл. 1).

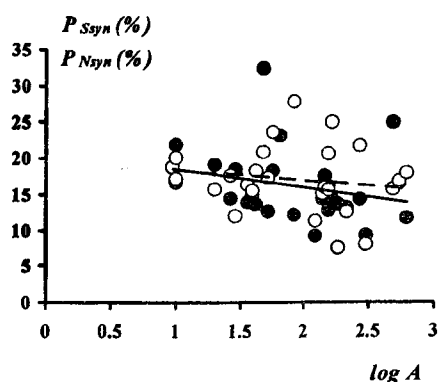


Рис. 1. Соотношение между уровнем синантропизации лесных сообществ и площадью фрагментов (A):  
○ – пунктирная линия – на фрагменте в целом ( $P_{Ssyn}$ );  
● – сплошная линия – на пробной площадке ( $P_{Nsyn}$ ).

Таблица 1. Результаты корреляционного анализа зависимости уровня синантропизации сообществ от площади фрагментов

Показатели уровня синантропизации	<i>n</i>	<i>r</i>	<i>P</i>
$P_{N_{Syn}}$	27	-0.27	—
$P_{S_{Syn}}$	27	-0.15	—

Обозначения:  $P_{N_{Syn}}$  — доля синантропных видов на пробном участке;  $P_{S_{Syn}}$  — доля синантропных видов на фрагменте в целом; *n* — число фрагментов и пробных участков; *r* — коэффициент корреляции между  $P_{N_{Syn}}$ ,  $P_{S_{Syn}}$  и логарифмом площади фрагментов ( $\log A$ ); *P* — уровень значимости.

Как упоминалось выше, если изолированный участок леса имеет относительно небольшие размеры, то в его центральную часть может проникать сравнительно больше синантропных видов растений, чем на крупных участках. Однако, как видно из рисунка 1, наши результаты не подтверждают данное предположение. Разница в степени синантропизации лесных фрагментов в целом и зоны их ядра фактически не меняется на градиенте площади фрагментов. На основе представленных результатов можно сделать вывод, что применительно к нашему объекту исследований усиление проявления «эко-тонного эффекта» по мере снижения площади изолированных лесных участков не выражено.

Дополнительно мы сравнили уровень синантропизации фрагментированных лесов и нефраgmentированных лесных сообществ. Средние и предельные значения показателей синантропизации небольших и крупных фрагментов лесов, а также неизолированных лесных сообществ, выявленные на пробных участках, представлены в таблице 2. Из нее видно, что число синантропных видов и их доля снижаются на градиенте площади фрагментов. Проверка этой тенденции методом однофакторного дисперсионного анализа выявила ее статистическую значимость применительно к доле синантропных видов ( $F=13.78$ ,  $P<0.0001$ ). Результаты расчета силы влияния фактора площади на значения этого параметра показали, что размер лесного участка определяет степень синантропизации сообщества на 43% по Плохинскому и 50% по Снедекору.

Таблица 2. Уровень синантропизации лесных сообществ на пробных участках

Участки	<i>n</i>	$N_{Syn}$	$P_{N_{Syn}}$
Небольшие фрагменты	14	6 (4-11)	17.8 (12.12-31.35)
Крупные фрагменты	13	5.62 (3-11)	14.46 (9.1-25)
Неизолированные участки	13	4.15 (2-8)	9.17 (4.2-16.33)

Обозначения:  $N_{Syn}$  — число синантропных видов на пробном участке;  $P_{N_{Syn}}$  — доля синантропных видов на пробном участке (%); *n* — число пробных участков.

Таким образом, анализ уровня синантропизации только по фрагментам лесов не показывает существенного влияния площади на процесс проникновения нехарактерных для леса видов, несмотря на довольно сильное различие в размерах исследуемых сообществ. Однако это влияние проявляется при сопоставлении степени синантропизации участков сообществ фрагментированных и нефраgmentированных лесов.

**Адвентивизация сообществ.** На пробных участках, заложенных в 14 из 27 фрагментов леса (52% участков), были отмечены в общей сложности пять адвентивных видов растений, причем 8 (30%) из этих участков расположены в пределах небольших (до 100 га) и 6 (22%) — в пределах крупных лесных фрагментов. Чаще других на пробных участках сообществ встречался мелколепестник однолетний *Phalacrologa annuum* (L.) Dumort. [*Erigeron annuus* (L.) Pers.] (13 участков). Робиния ложная акация *Robinia pseudoacacia* L. отмечена на двух участках; амброзия полынолистная *Ambrosia artemisiifolia* L., девичий виноград пятилиственный *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch. и золотарник канадский *Solidago canadensis* L. — на одном. На 4 пробных участках, расположенных в неизолированных лесах (31%), был отмечен только один адвентивный вид — мелколепестник однолетний.

Что касается лесных фрагментов в целом, то на 23 (85%) из них обнаружены адвентивные виды. Общее число адвентивных видов составило 14. Помимо пяти видов, указанных ранее, в пределах фрагментов обычно встречались: клен ясенелистный *Acer negundo* L., гледичия трехколючковая *Gleditsia triacanthos*, орех грецкий *Juglans regia* L., аморфа кустарниковая *Amorpha fruticosa* L., череда многолистная *Bidens frondosa* L., кониза (мелколепестник) канадский *Conyza canadensis* (L.) Cronq. [*Erigeron canadensis* L.], виноград американский *Vitis labrusca* L., бархат амурский *Phellodendron amurense* Rupr., нарцисс поэтический *Narcissus poeticus* L.

Результаты сопоставления числа адвентивных видов как на лесных фрагментах в целом, так и на пробных участках представлены на рис. 2 А, доли таких видов, соответственно, — на рис. 2 Б. Как видно из рисунка 2 А, число заносных видов выше на крупных лесных фрагментах в целом; однако связь данного показателя с площадью статистически не значима ( $r = 0.28$ ,  $n = 27$ ). На пробных участках эти виды или отсутствуют, или их число незначительно. Из рисунка 2 Б следует, что доля адвентивных видов в составе лесных фрагментированных сообществ как в целом, так и на пробных участках, невысока и составляет 0-6%. Статистически значи-

мая связь между уровнем адвентивизации, как пробных участков так и фрагментов в целом, и площадью обособленных лесов отсутствует (табл. 3).

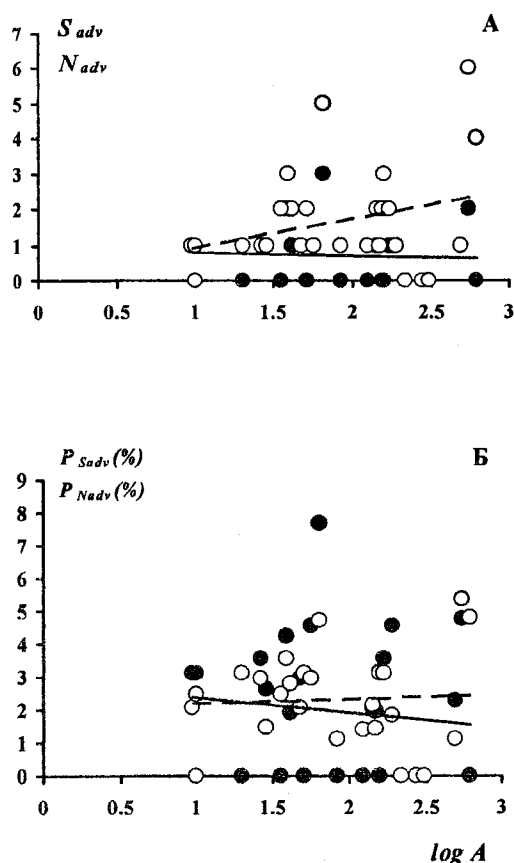


Рис. 2. Число адвентивных видов и уровень адвентивизации сообществ на фрагментированных участках леса разной площади.

- А) ○ – прерывистая линия - на фрагменте в целом ( $S_{adv}$ );  
● – сплошная линия – на пробном участке ( $N_{adv}$ );  
Б) ○ – прерывистая линия - на фрагменте в целом ( $P_{Sadv}$ );  
● – сплошная линия – на пробном участке ( $P_{Nadv}$ ).

Таблица 3. Результаты корреляционного анализа зависимости уровня адвентивизации сообществ от площади фрагментов

Показатели степени адвентивизации	$n$	$r$	$P$
$N_{adv}$	27	-0.07	–
$S_{adv}$	27	0.28	–
$P_{Nadv}$	27	-0.11	–
$P_{Sadv}$	27	0.05	–

Обозначения:  $N_{adv}$ ,  $S_{adv}$  – число адвентивных видов, соответственно, на пробном участке и на лесном фрагменте в целом;  $P_{Nadv}$ ,  $P_{Sadv}$  – доля адвентивных видов соответственно на пробном участке и фрагменте леса в целом;  $n$  – число пробных участков;  $r$  – коэффициент корреляции между показателями степени адвентивизации и логарифмом площади фрагментов ( $\log A$ );  $P$  – уровень значимости.

Результаты сопоставления числа и доли адвентивных видов на пробных участках, рас-

положенных в пределах больших и малых изолированных и неизолированных фрагментов леса, представлены в таблице 4. Из нее видно, что доля заносных видов повышается на градиенте: неизолированные участки – большие изолированные фрагменты – малые изолированные фрагменты. Данное различие проверили с применением однофакторного дисперсионного анализа. Значение критерия Фишера ( $F$ ) оказалось выше критического на уровне значимости менее 0.05.

Таблица 4. Уровень адвентивизации лесных сообществ на пробных участках

Участки	$n$	$N_{adv}$	$P_{Nadv}$
Небольшие фрагменты	14	2.42 (0-7.7)	0.86 (0-3)
Крупные фрагменты	13	1.47 (0-4.8)	0.54 (0-2)
Неизолированные участки	13	0.64 (0-2.4)	0.31 (0-1)

Обозначения:  $N_{adv}$ ,  $P_{Nadv}$  – число и доля (%) адвентивных видов на пробном участке, соответственно;  $n$  – число пробных участков.

Таким образом, уровень как синантропизации, так и адвентивизации сообществ лесных фрагментов Западного Предкавказья несколько выше, чем сплошных массивов широколиственных лесов, однако в целом он относительно невысок и практически не зависит от площади фрагментов. Соответственно, наши результаты не подтверждают существующие представления о значительном влиянии фрагментации растительного покрова на распространение чужеродных видов (Sax, Brawn, 2000; Миркин, Наумова, 2002; Шварц, 2004).

#### ЛИТЕРАТУРА

Абрамова Л.М. Некоторые методы и опыт изучения синантропизации флоры и растительности // Мат ер. науч. конфер. «Проблемы изучения адвентивной и синантропной флоры в регионах СНГ» / Под ред. В.С. Новикова, А.В. Щербакова. М.: Изд-во Бот. сада МГУ; Тула: Гриф и К<sup>о</sup>, 2003. С. 5-7.

Акатов В.В., Акатова Т.В. Об устойчивости естественных растительных сообществ Западного Кавказа к инвазии чужеродных видов // Экол. Вестник научн. Центров ЧЭС. 2006. Приложение. С. 5-12.

Акатов В.В., Акатова Т.В., Шадже А.Е. Вторжение *Robinia pseudoacacia* L. в пойменные леса долины реки Белая (Западное Предкавказье): масштаб и последствия для аборигенных

видов // Экол. Вестник Сев. Кавказа. Краснодар. 2009б. Т. 5. № 1. С. 28-35.

Акатова Т.В., Акатов В.В., Ескина Т.Г., Загурная Ю.С. О распространении некоторых адвентивных видов травянистых растений на Западном Кавказе // Экол. Вестник Сев. Кавказа. Краснодар, 2009. Т. 5. № 2. С.41-50.

Белюченко И.С. Экология Кубани. Ч. I. Краснодар, 2005. 512 с.

Бондаренко С.В. Адвентивная флора бассейна реки Афипис (Северо-Западный Кавказ) // Матер. науч. конфер. «Проблемы изучения адвентивной и синантропной флоры в регионах СНГ» / Под ред. В.С. Новикова и А.В. Щербакова. М. Изд-во Бот. сада МГУ; Тула: Гриф и К°, 2003. С. 21-22.

Виноградов В.Г., Мартынов А.С., Тепляков В.К. История лесов Европейской России с XVII века по настоящее время / Атлас биологического разнообразия лесов Европейской России и сопредельных территорий. М.: ПАИМС, 1996. 144 с.

Зернов А.С. Об адвентивной флоре Северо-Западного Кавказа // Матер. науч. конфер. «Проблемы изучения адвентивной и синантропной флоры в регионах СНГ» / Под ред. В.С. Новикова, А.В. Щербакова. М.. Изд-во Бот. сада МГУ; Тула: Гриф и К°, 2003. С. 44-45.

Калгин П.Г. Леса лесостепной зоны Адыгеи // Природа Северного Кавказа и ее охрана Тез. докл. конфер., посвященной 50-летию Советской власти. Нальчик: КБГУ, 1967. С. 54-55.

Литвинская С.А. Историческая экология (региональный очерк): учеб. пособие. Краснодар: Кубан. гос. ун-т, 1997. 214 с.

Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Адвентивизация растительности в призме идей современной экологии // Журн. общ. биологии. 2002. Т. 3. № 6. С. 500-508.

Мяло Е.Г., Дикарева Т.В. Глобальные изменения биомов суши // Современные глобальные изменения природной среды. В 2-х томах. Т. 2. М.: Научный мир, 2006. С. 377-389.

Супруненко Л.Е. Леса Северного Кавказа и их промышленное освоение. М.: Гослесбумиздат, 1963. 131 с.

Уилкоккс Б.А. Островная экология и охрана природы // Биология охраны природы. М.: Мир, 1983. 430 с.

Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья, 1995, 1995. 990 с.

Шварц Е.А. Сохранение биоразнообразия: сообщества и экосистемы. М.: Т-во науч. изданий КМК, 2004. 112 с.

MacArthur R.H., Wilson E.O. The theory of Island Biogeography. Princeton N. Y. 1967. Princeton Univ. Press. 1967. 203 p.

Sax D.F., Brawn, J.H. The paradox of invasion // Global Ecology and Biogeography. 2000. V. 9. P. 363-371.

## AREA AND SYNANTHROPIZATION AND ADVENTIVIZATION DEGREE OF FRAGMENTED BROADLEAVE WOODS OF THE WESTERN CISCAUCASIA

**J.S. Zagurnaja**

The relationship between area of woodland fragments and part of synanthropic and adventive species in their floristic composition is analysed. The results are showed, that degree synanthropization and adventivization fragmented woodlands is higher than unisolated woodland communities, but it is independent of area of the fragments.

*Keywords:* fragmentation, woodland communities, synanthropic species, adventive species, area of fragment