

История землепользования как фактор современного состояния растительного покрова (на примере юго-востока Белоруссии)

А. П. ГУСЕВ

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины
246019, Гомель, ул. Советская, 104
E-mail: gusev@gsu.by

Статья поступила 04.03.2013

АННОТАЦИЯ

Изучена взаимосвязь между историей землепользования и современным состоянием растительного покрова юго-востока Белоруссии. Для лесных экосистем, образовавшихся на месте бывших пахотных, луговых и других нелесных земель, характерны: пониженная доля лесных видов, повышенная доля синантропных видов, высокий уровень адвентизации, низкая встречаемость поздне-сукцессионных видов деревьев, задержка сукцессионного процесса.

Ключевые слова: растительность, ландшафт, история землепользования, лесные экосистемы, сукцессия, Белоруссия.

Исследование динамики ландшафтной структуры и ее влияния на экологические процессы является одной из главных задач ландшафтной экологии [Wu, Hobbs, 2002; Turner, 2005]. В связи с этим в ландшафтной экологии часто обсуждается эффект наследия (legacy effect), под которым понимается влияние на современную структуру и функционирование экосистем прошлых нарушений (т. е. современный экологический ответ на прошлое воздействие). Подчеркивается, что предшествующие условия (история землепользования, пожары, инвазии и т. д.) накладывают отпечаток на современный растительный покров и являются важным фактором динамики ландшафтов [Delcourt, Delcourt, 1988; Turner, 2005]. В ряде исследований показано, что изучение истории землепользования позволяет объяснять особенности современного состава и динамики лес-

ных сообществ [Foster et al., 1998]. Изучено влияние предшествующей антропогенной деятельности на биоразнообразие различных регионов. Так, на примере северо-восточной Франции установлено, что воздействие древнего земледелия отражается на видовом разнообразии лесных сообществ, возникших на бывших пахотных землях. Предполагается, что эти эффекты могут быть обусловлены долгосрочными изменениями химических и структурных свойств почвы [Dupouey et al., 2002].

В центре внимания при изучении эффектов наследия находятся два взаимосвязанных вопроса: 1) в какой степени современная структура ландшафтного покрова обусловлена прошлым землепользованием или прошлыми нарушениями? 2) какие будущие экологические последствия будет иметь современная ландшафтная структура? Несмотря на многочисленные исследования динамики ланд-

шафтного покрова, базирующихся преимущественно на дистанционных методах, в настоящее время однозначных ответов на указанные вопросы не имеется. Поскольку динамика ландшафтного покрова тесно связана с сукцессиями растительности, то необходимо исследование исторических предпосылок формирования современного растительного покрова. На территории Белоруссии влияние истории хозяйственного освоения на современный растительный покров практически не изучено.

Цель исследования – выяснение связи между историей землепользования и современным состоянием растительного покрова юго-востока Белоруссии. Решались следующие задачи: изучение временной динамики структуры землепользования; выяснение предшествующего землепользования в ареалах современных лесных экосистем; сравнительный анализ характеристик современных лесных и нелесных сообществ, различающихся историей землепользования; выяснение особенностей лесных экосистем, сформировавшихся на месте бывших пахотных, луговых и других нелесных земель.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось в ландшафтах юго-востока Белоруссии, различающихся по природным условиям и антропогенной преобразованности. Климатические особенности района исследования: средняя температура самого холодного месяца (январь) -7°C ; средняя температура самого теплого месяца (июль) $+18,5^{\circ}\text{C}$; годовая сумма температур выше 10°C – 2400–2500 $^{\circ}\text{C}$; годовое количество осадков – около 630 мм; коэффициент увлажнения 1,3. По гидротермическим показателям территория относится к суббореальным гумидным (широколиственно-лесным) ландшафтам. Район исследования охватывает основные рода природных ландшафтов: пойменный (17,6 % территории), вторичный водно-ледниковый (22,3 %), моренно-зандровый (22,4 %) и аллювиальный террасированный (37,7 %). Общая площадь района составляет 555,1 км². В пределах района расположен г. Гомель.

Для составления карт землепользования на двух временных срезах (начало XX и начало XXI в.) использовались топографические

карты масштаба 1 : 100 000 (1923–1931 и 1985–1988 гг.), космоснимки Landsat (2005–2007 гг.) и материалы Google Earth (2006 г.). Привязка и оцифровка растров выполнялись в Quantum GIS 1.6.0.

Полевые работы по изучению растительности проводились по общепринятой методике геоботанической съемки (метод пробных площадок). Размер пробных площадок от 25 (начальные стадии) до 400 м² (лесные стадии). Получены характеристики растительности на 465 ключевых участках (каждый ключевой участок характеризуется описаниями на 2–5 пробных площадках; общее число пробных площадок – 1280), имеющих различный сукцессионный статус (нелесные стадии – 35 %; лесные стадии – 65 %).

При обработке материалов применялся эколого-флористический метод Браун-Бланке [Braun-Blanquet, 1964]. Диагностика возрастных состояний деревьев проводилась по известным методам [Диагнозы..., 1989]. Оценка сукцессионного статуса лесных сообществ выполнялась по критериям О. В. Смирновой [2004].

В качестве критериев оценки состояния растительного покрова использовались следующие показатели: ТФ – доля терофитов в спектре жизненных форм (% от всех видов на ключевом участке); ФФ – доля фанерофитов в спектре жизненных форм (% от всех видов на ключевом участке); QF – представленность видов класса *Quercus-Fagetum* Br.-Bl. et Vlieger in Vlieger 1937 (мезофитные и мезоксерофитные широколиственные листопадные леса) эколого-флористической классификации Браун-Бланке (% от общего числа видов на ключевом участке); VP – представленность видов класса *Vaccinio-Piceetum* Br.-Bl. in Br.-Bl., Siss. et Vlieger 1939 (бореальные хвойные леса) эколого-флористической классификации Браун-Бланке (% от общего числа видов на ключевом участке); ЛЕС – представленность лесных видов (виды всех лесных классов растительности, % от общего числа видов на ключевом участке); СИН – синантропизация (доля видов синантропных классов *Stellarietum media* (Br.-Bl. 1931) Tx., Lohmeyer et Preisling in Tx. 1950 em Huppe et Hofmeister 1990, *Artemisietum vulgaris* Lohm., Prsg. et R. Tx. in R. Tx. 1950 em Kopecky in Hejny et al. 1979, *Agropyretum*

repentis Oberd., Th. Muller et Gors in Oberd. et al. 1967, *Plantaginetea majoris* R. Tx. et Prsg. 1950 эколого-флористической классификации Браун-Бланке, % от общего числа видов на ключевом участке); АД₁ – доля адвентивных видов (% от общего числа видов на ключевом участке); АД₂ – доля адвентивных видов в покрытии (% от общего проективного покрытия на ключевом участке); АД₃ – доля адвентивных видов деревьев от общего числа древесных видов на ключевом участке (%); АД₄ – доля адвентивных видов деревьев от общей численности естественного возобновления на ключевом участке (%).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

История антропогенных преобразований ландшафтов района исследований охватывает более 2 тыс. лет. С момента образования г. Гомеля (XI в.) масштаб антропогенного воздействия непрерывно возрастал. Анализ картографического материала показал, что территория района в конце XVIII – начале XIX в. представляла собой сельскохозяйственный ландшафт (местами распаханность превышала 70 % площади). В 1920-е годы г. Гомель был одним из крупнейших городов региона (численность населения – более 100 тыс. чел.). Активно развивалось городское и железнодорожное строительство, осушительная мелиорация, велась разработка месторождений торфа и строительных материалов. Пахотные земли занимали около 30 % площади района, застроенные и нарушенные земли – 6,5 %, лесные экосистемы – 29,1 %.

Исследование структуры землепользования на двух временных срезах позволяет про-

следить динамику ландшафтов (пространственно-временные изменения мозаики экосистем). Изучение переходов между типами землепользования в пределах района исследований показало, что в течение рассматриваемого периода обрабатываемые земли частично были застроены (17,4 % от исходной площади), частично перешли в леса (9,6 %) и луга (5,5 %), но большая их часть (67,2 %) и сейчас используется под пашню. Из лесных земель в начале XXI в. осталось под лесом 86 %, а остальная часть перешла в другие категории (6 % застроено, 3 % распаханно и т. д.). В большей степени были преобразованы болота: к началу XXI в. сохранилось только 16,4 % от исходной площади. Значительная часть болот была осушена, и в настоящее время представляет собой обрабатываемые земли (34,2 %), луга (29,4 %) и леса (10,1 %).

Сравнительный анализ ландшафтного покрова на двух временных срезах дает возможность выяснить предшествующее состояние лесных земель в различных ландшафтах (табл. 1). Видно, что 80,1 % современных лесов в начале XX в. также были лесами, а 19,9 % сформировались на месте обрабатываемых земель, луговых угодий и болот. В разных видах ландшафтов это соотношение существенно меняется. Так, в моренно-зандровом ландшафте большая часть современных лесов существует на месте обрабатываемых земель (74,6 %). В пойменном ландшафте 45,2 % современных лесов в начале XX в. были лугами (пастбищами и сенокосами). В аллювиальном террасированном ландшафте большая часть лесов (92,1 %) существуют длительное время.

Т а б л и ц а 1

Происхождение лесного покрова (% от общей площади в ландшафте)

Начало XX в.	Лесные экосистемы (начало XXI века)				
	АТ	МЗ	П	ВВЛ	Весь район
Обрабатываемые земли	1,8	74,6	0	17,5	9,0
Леса	92,1	9,0	53,7	68,7	80,1
Застроенные и нарушенные земли	0	3,6	0	0	0,1
Луга, кустарники	3,5	12,6	45,2	12,6	8,7
Болота	2,5	0,1	0,5	1,2	1,9
Водные объекты	0	0	0,6	0	0

П р и м е ч а н и е. АТ – аллювиальный террасированный; МЗ – моренно-зандровый; П – пойменный; ВВЛ – вторичный водноледниковый ландшафт.

Современные лесные экосистемы формировались в результате сложного сочетания рубок разных типов и интенсивности, лесоразведения, низовых и верховых пожаров, земледельческого использования, изменений гидрогеологического режима при осушительной мелиорации и т. д. Изменение структуры и интенсивности землепользования обуславливают закономерные смены антропогенных модификаций экосистем, которые носят как дигрессивный, так и восстановительный характер.

Для изучения влияния предшествующего землепользования на современное состояние растительного покрова выделено четыре типа динамики землепользования: обрабатываемые и застроенные земли → лесные экосистемы (А → Л); лесные экосистемы → лесные экосистемы (Л → Л); обрабатываемые и застроенные земли → обрабатываемые и застроенные земли (А → А); лесные экосистемы → обрабатываемые и застроенные земли (Л → А). Все ключевые участки сгруппированы по этим четырем типам. Для каждого типа получены сводные показатели, позволяющие оценить состояние растительности (табл. 2).

Наблюдаются существенные отличия в характеристиках растительности лесных экосистем, различающихся предшествующей историей. Лесные экосистемы, сформировавшиеся на месте бывших пахотных, луговых и других нелесных земель (А → Л), имеют более низкую представленность лесных видов – в 3 раза по сравнению с лесными эко-

системами, существующими длительное время (Л → Л), фанерофитов – в 1,5 раза, видов класса *Quercus-Fagetea* – в 3,4 раза, видов класса *Vaccinio-Piceetea* – в 2,3 раза. Для них также характерна более высокая степень адвентизации (например, доля адвентивных видов выше в 4,3 раза), синантропизации и терофитизации (см. табл. 2).

Влияние предшествующего землепользования обнаруживается также в нелесных сообществах, представленных различными стадиями восстановительных и дигрессивных сукцессий. Растительность длительно нарушенных земель (А → А) отличается более высокой синантропизацией (в 1,7 раза), терофитизацией (в 2 раза), адвентизацией (1,8–2,5 раза) и т. д. (см. табл. 2).

Ключевую роль в лесных экосистемах играют деревья (формируют значительную часть биомассы и обладают средообразующими свойствами). Они также представляют собой наиболее информативные индикаторы: предполагается, что блок деревьев коррелятивно связан с другими видами биоты, которые слабо поддаются непосредственному учету. Поэтому состояние ценопуляций деревьев-эдификаторов имеет важное значение для оценки лесных экосистем.

В ходе исследования изучены особенности распространения ценопопуляций раннесукцессионных и поздне-сукцессионных деревьев на участках с различными типами динамики землепользования (табл. 3). Видно, что в длительно существующих лесных экосистемах встречаемость поздне-сукцессионных

Т а б л и ц а 2

Характеристики растительного покрова на участках с различными типами динамики землепользования

Показатель, %	Тип динамики землепользования			
	А → Л (n = 68)*	Л → Л (n = 238)	А → А (n = 110)	Л → А (n = 49)
ЛЕС	19,3 ± 1,7**	57,9 ± 1,7	0,3 ± 0,1	4,5 ± 0,9
СИН	23,0 ± 1,9	5,8 ± 0,7	71,8 ± 1,9	41,3 ± 3,2
ТФ	11,4 ± 0,9	4,0 ± 0,3	40,2 ± 2,3	20,0 ± 2,6
ФФ	28,2 ± 1,5	40,9 ± 0,7	2,9 ± 0,8	11,2 ± 1,5
QF	9,3 ± 1,1	31,6 ± 1,5	0,2 ± 0,1	1,7 ± 0,4
VP	6,4 ± 1,0	14,7 ± 0,9	0,1 ± 0,1	1,3 ± 0,5
АД ₁	7,8 ± 1,1	1,8 ± 0,3	23,1 ± 1,3	13,1 ± 1,6
АД ₂	5,5 ± 1,2	2,0 ± 0,5	29,7 ± 2,3	13,8 ± 2,8
АД ₃	21,7 ± 3,7	4,9 ± 0,9	42,6 ± 9,5	16,8 ± 5,8
АД ₄	23,2 ± 4,2	6,0 ± 1,2	42,6 ± 9,5	20,0 ± 6,7

* – число ключевых участков, ** – среднее значение и ошибка среднего.

Т а б л и ц а 3

**Встречаемость эдификаторов на участках с различными типами динамики землепользования
(% от числа ключевых участков)**

Вид	Тип динамики землепользования			
	A → Л (n = 68)	Л → Л (n = 238)	A → A (n = 110)	Л → A (n = 49)
Позднесукцессионные				
<i>Quercus robur</i> L.	50,0	87,4	0	12,2
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	25,0	21,0	0	0
<i>Tilia cordata</i> Mill.	13,2	26,9	0	0
<i>Acer platanoides</i> L.	25,0	59,7	0	6,1
<i>Carpinus betulus</i> L.	4,4	46,2	0	0
Раннесукцессионные				
<i>Pinus sylvestris</i> L.	47,1	67,2	0,9	20,4
<i>Betula pendula</i> Roth.	50,0	57,6	8,2	44,9
<i>Populus tremula</i> L.	64,7	38,7	6,4	30,6
<i>Acer negundo</i> L.	32,4	11,8	9,1	12,2
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	22,1	4,2	3,6	4,1

видов существенно выше, чем в лесных экосистемах, сформировавшихся на месте нелесных земель (*Quercus robur* – в 1,7 раза, *Tilia cordata* – в 2 раза, *Acer platanoides* – в 2,4 раза, *Carpinus betulus* – в 10,5 раза). Для раннесукцессионных адвентивных видов (*Acer negundo*, *Robinia pseudoacacia*) характерна обратная тенденция – их встречаемость возрастает в лесных экосистемах, возникших на месте нелесных земель. Изучение онтогенетических спектров ценопопуляций позднесукцессионных видов показало, что встречаемость регрессивных спектров (ценопопуляция не способна к самовозобновлению) выше

на территориях с типом динамики A > Л, причем на 30 % ключевых участков позднесукцессионные виды не обнаружены.

Из табл. 4 видно, что онтогенетические спектры *Pinus sylvestris*, *Betula pendula*, *Populus tremula*, *Acer platanoides* в сравниваемых лесных экосистемах практически не различаются. На территориях с типом динамики A → Л *Carpinus betulus*, *Tilia cordata*, *Fraxinus excelsior* имеют фрагментарные спектры (в основном представлены ювенильными особями), а адвентивные виды *Acer negundo* и *Robinia pseudoacacia* характеризуются нормальными спектрами.

Т а б л и ц а 4

Онтогенетические спектры деревьев в лесных экосистемах с различной предшествующей историей

Вид	A → Л (n = 17)			Л → Л (n = 50)		
	j	im + v	g	j	im + v	g
<i>Pinus sylvestris</i>	7,8	3,5	88,7	9,2	2,0	93,0
<i>Betula pendula</i>	13,8	20,0	66,2	18,7	38,8	42,5
<i>Populus tremula</i>	33,3	37,1	29,6	62,9	11,3	25,8
<i>Acer negundo</i>	44,7	33,8	21,5	–	–	–
<i>Robinia pseudoacacia</i>	36,5	28,8	34,7	–	–	–
<i>Quercus robur</i>	71,4	14,3	14,3	56,5	25,2	18,3
<i>Carpinus betulus</i>	100	0	0	41,4	46,6	12,0
<i>Acer platanoides</i>	58,5	35,0	6,5	59,1	33,0	7,9
<i>Tilia cordata</i>	100	0	0	50,5	40,4	9,1
<i>Fraxinus excelsior</i>	100	0	0	52,0	28,0	20,0

П р и м е ч а н и е. Возрастные состояния: j – ювенильное, im – имматурное, v – виргинильное, g – генеративное.

Отсутствие или угнетенное состояние ценных популяций поздне-сукцессионных эдификаторов ведет к торможению естественного сукцессионного процесса и задержке сукцессии на стадии раннесукцессионного леса.

Зависимость встречаемости деревьев от предшествующего землепользования наблюдается также и на нелесных стадиях сукцессий (см. табл. 3). На длительно нарушенных землях ($A \rightarrow A$) естественное возобновление поздне-сукцессионных видов полностью отсутствует, а раннесукцессионные виды встречаются реже чем на относительно недавно нарушенных землях ($L \rightarrow A$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Влияние предшествующего землепользования отражается в показателях как лесных, так и нелесных сообществ. Несмотря на восстановительные процессы, для лесных экосистем, образовавшихся на месте бывших пахотных, луговых и других нелесных земель, характерна пониженная доля лесных видов и повышенная доля синантропных видов во флоре. В таких сообществах имеет место высокий уровень адвентизации. Поздне-сукцессионные виды деревьев имеют более низкую встречаемость, а на значительной части ключевых участков вообще отсутствуют. Сукцессионный процесс задерживается на стадии раннесукцессионного леса.

Увеличение лесистости староосвоенных ландшафтов не гарантирует восстановление лесной флоры, элиминацию синантропных и адвентивных видов, регенерацию популяций поздне-сукцессионных эдификаторов и соответственно полноценных лесных экосистем. Этот факт необходимо учитывать при создании сети особо охраняемых природных территорий, планировании мероприятий по охране биологического разнообразия, прогнозировании лесовосстановительных процессов.

ЛИТЕРАТУРА

- Диагнозы и ключи возрастных состояний лесных растений: деревья и кустарники: Методические разработки. М.: Прометей, 1989. 104 с.
- Смирнова О. В. Методологические подходы и методы оценки климаксового и сукцессионного состояния лесных экосистем (на примере восточноевропейских лесов) // Лесоведение. 2004. № 3. С. 15–27.
- Braun-Blanquet J. Pflanzensociologie. Wien; New York: Springer-Verlag, 1964. 865 S.
- Delcourt H. R., Delcourt P. A. Quaternary landscape ecology: Relevant scales in space and time // Landscape Ecology. 1988. Vol. 2. P. 23–44.
- Dupouey J. L., Dambrine E., Laffite J. D., Moares C. Irreversible impact of past land use on forest soils and biodiversity // Ecology. 2002. Vol. 83. P. 2978–2984.
- Foster D. R., Motzkin G., Slater B. Land-Use History as Long-Term Broad-Scale Disturbance: Regional Forest Dynamics in Central New England // Ecosystems. 1998. Vol. 1, N 1. P. 96–119.
- Turner M. Landscape Ecology: What Is the State of the Science? // Ann. Rev. of Ecol., Evolution and Systematic. 2005. Vol. 36. P. 319–344.
- Wu J., Hobbs R. Key issues and research priorities in landscape ecology: an idiosyncratic synthesis // Landscape ecology. 2002. Vol. 17. P. 355–365.

Land Use History as a Factor of the Contemporary State of Plant Cover (Using the Example of the Southeast of Belarus)

A. P. GUSEV

*F. Skorina Gomel State University
246019, Gomel, Sovetskaya str., 104
E-mail: gusev@gsu.by*

Legacy effect of land use history on the contemporary state of the plant cover in the southeast of Belarus was studied. Forest ecosystems formed on arable lands, meadows and other non-forest lands are characterized by: few forest species and many synanthropic species, high level of invasion, low occurrence of late successional species, braking of successions.

Key words: vegetation, landscape, land use history, forest ecosystems, succession, Belarus.