

Научная статья

УДК 581.52+581.55:630*181

DOI: 10.32516/2303-9922.2023.46.6

Структура ценофлоры живого напочвенного покрова в постагрогенных лесах в Кенозерском национальном парке

Елена Николаевна Наквасина¹, Надежда Вячеславовна Петрова²

¹ Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова, Архангельск, Россия, nakvasina@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7360-3975>

² Национальный парк «Кенозерский», Архангельск, Россия, fenolog@kenozero.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1637-929X>

Аннотация. На примере постагрогенных лесов Кенозерского национального парка (Архангельская область) показаны особенности влияния подсеčno-огневой и переложной систем земледелия на последующее формирование ценофлоры живого напочвенного покрова в лесах на бывших пашнях и перелогах в сравнении с естественными лесами. Подбор объектов исследований проводили согласно планам межевания части Олонецкой губернии XIX века, наложенным на современные топоосновы и планы лесонасаждений. Через 100 лет после естественного зарастания пашни и перелоги, отличающиеся повышенным плодородием почв, не достигли сходства по ценофлоре напочвенного покрова с естественными биогеоценозами. В напочвенном покрове лесов, сформировавшихся на постоянных пашнях и перелогах, нет значительных различий ни по числу видов, ни по биоразнообразию, ни по структуре ценофлоры. Короткая пахота вызвала гетерогенность почв на перелогах, что привело к пестроте живого напочвенного покрова и к различиям по доминантам ценофлоры с лесами на постоянных пашнях. На старых пашнях доминантом ценофлоры является *Oxalis acetosella*, создающая ровный фон с высоким коэффициентом участия вида. На бывших перелогах доминирует *Calamagrostis epigeios*, синузии которого перемежаются с *Oxalis acetosella*.

Ключевые слова: историческое картографирование, постагрогенные леса, перелог, пашня, живой напочвенный покров, ценофлора, эколого-ценотический анализ, доминанты, ассоциации.

Благодарности. Авторы выражают благодарность А. В. Козыкину, Н. А. Прожериной, А. А. Алейникову, принимавшим участие в полевых работах. Исследования выполнены в рамках темы «Идентификация объектов подсеčno-огневого и переложного ведения хозяйства на территории Кенозерского национального парка».

Для цитирования: Наквасина Е. Н., Петрова Н. В. Структура ценофлоры живого напочвенного покрова в постагрогенных лесах в Кенозерском национальном парке // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2023. № 2 (46). С. 89—101. URL: http://vestospu.ru/archive/2023/articles/6_46_2023.pdf. DOI: 10.32516/2303-9922.2023.46.6.

Original article

The structure of coenoflora of the living ground cover in post-agrogenic forests in the Kenozero National Park

Elena N. Nakvasina¹, Nadezhda V. Petrova²

¹ Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia, nakvasina@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7360-3975>

² Kenozersky National Park, Arkhangelsk, Russia, fenolog@kenozero.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1637-929X>

Abstract. Using the example of post-agrogenic forests of the Kenozero National Park (Arkhangelsk Region), the article reveals the impact of slash-and-burn and shift farming systems on the subsequent formation of the

© Наквасина Е. Н., Петрова Н. В., 2023

coenoflora of the ground cover in forests on former arable land and forest fallows in comparison with natural forests. The selection of research objects was carried out according to the plans of surveying a part of the Olonets province of the 19th century, superimposed on modern topographical bases and forest plantation plans. 100 years after the natural overgrowth of arable lands and fallows, characterized by increased soil fertility, did not achieve similarity in the coenoflora of the ground cover with natural biogeocenoses. There are no significant differences in the ground cover of forests formed on permanent arable land and forest fallows, either in the number of species, or in biodiversity, or in the structure of the coenoflora. Short plowing caused heterogeneity of soils on fallows, which led to the diversity of the living ground cover and to differences in the dominants of the coenoflora from forests on permanent arable lands. On old arable lands, *Oxalis acetosella* dominates the coenoflora, creating an even background with a high participation rate of the species. The former fallows are dominated by *Calamagrostis epigeios*, the synusia of which are interspersed with *Oxalis acetosella*.

Keywords: historical mapping, postagrogenic forests, forest fallows, arable land, ground cover, coenoflora, ecological and coenotic analysis, dominants, associations.

Acknowledgments. The authors are grateful to A. V. Kozykin, N. A. Prozherina, and A. A. Aleynikov, who took part in the field work. The research was carried out within the framework of the topic “Identification of objects of slash-and-burn and shifting farming in the territory of the Kenozero National Park”.

For citation: Nakvasina E. N., Petrova N. V. The structure of coenoflora of the living ground cover in post-agrogenic forests in the Kenozero National Park. *Vestnik of Orenburg State Pedagogical University. Electronic Scientific Journal*, 2023, no. 2 (46), pp. 89—101. DOI: <https://doi.org/10.32516/2303-9922.2023.46.6>.

Введение

Леса, сформированные на залежных сельскохозяйственных землях различного использования — постагрогенные леса, являются одним из направлений формирования вторичных лесов, требующих особых принципов и адаптивных стратегий управления и сохранения. Вторичные леса в России, Европе и на планете в целом в настоящее время образуют общий фон, их доля оценивается как $\frac{3}{4}$ существующего лесного фонда [19; 26]. Основными причинами формирования вторичных лесов являются рубки и землепользование, в том числе исторически сложившиеся в лесной зоне системы подсеčno-огневого и лесопольного земледелия. Площадь лесов, сформированных на старых сельхозугодьях в подзоне средней тайги Архангельской области, оценивается почти в 1 млн. га [16].

Рядом отдельных исследований показано, что леса, сформированные на бывших сельскохозяйственных угодьях, отличаются от коренных по флористическому составу, свойствам почв, продуктивности, перераспределению пула углерода и другим показателям [3; 13; 14; 24]. Эти различия определяются зональными особенностями факторов почвообразования и сукцессионной смены растительности [2].

Большое значение в сукцессионных процессах имеет история полей, плодородие почв, применяемые орудия и технологические приемы, длительность обработки почвы и выращиваемые культуры. Тип предыдущего землепользования создает достаточно устойчивые факторы, прежде всего почвенные, которые в процессе естественного зарастания слабо меняются под воздействием природных и влияют на формирующиеся леса [23]. Согласно проведенным исследованиям, история землепользования сохраняется в течение нескольких столетий и может проявляться в изменении биоразнообразия, морфологии и свойств почвы, структуры и продуктивности лесных насаждений [20; 24; 26]. Исследования в постагрогенных лесах на зональных и аazonальных почвах региона показали, что рост древесных пород усиливается, производительность повышается на 1—2 класса бонитета, однако снижается качество древесины [3]. В подобных лесах проявляются различия и по свойствам почв, по структуре ценофлоры, что требует необходимых корректировок классификационных и терминологических подходов, в том числе для целей лесоустройства.

Особый интерес представляют спелые постагрогенные леса, сформировавшиеся на бывших полях в системе подсеčno-огневого и лесопольного земледелия. Несмотря на существовавшую в то время мелкопольность, участки этих лесов при определенном навыке

или картографической подготовке хорошо идентифицируются, особенно в системе особо охраняемых природных территорий (ООПТ), и прежде всего в национальных парках, где поддерживают историю культурного освоения ландшафтов [11]. В Кенозерском национальном парке А. В. Козыкиным [7] проведена работа по наложению планов межевания части Олонецкой губернии 1861 г. на современные топоосновы в виде лесных планов. Это позволило подобрать необходимые объекты исследования с разной историей полей и провести их почвенную идентификацию для решения поставленных целей.

Цель нашего исследования состояла в рассмотрении особенностей формирования ценофлоры напочвенного покрова постагрогенных лесов на залежах с разной историей освоения сельскохозяйственных угодий в исторических ландшафтах Кенозерского национального парка.

Объекты и методы

В северной части Кенозерского национального парка, вблизи д. Вершинино (Плесецкий район Архангельской области) подобраны два участка старых сельскохозяйственных угодий, описанных на межевых планах XIX века как перелог и пашни, относящиеся к наделу ранее существовавшего поселения (рис. 1).

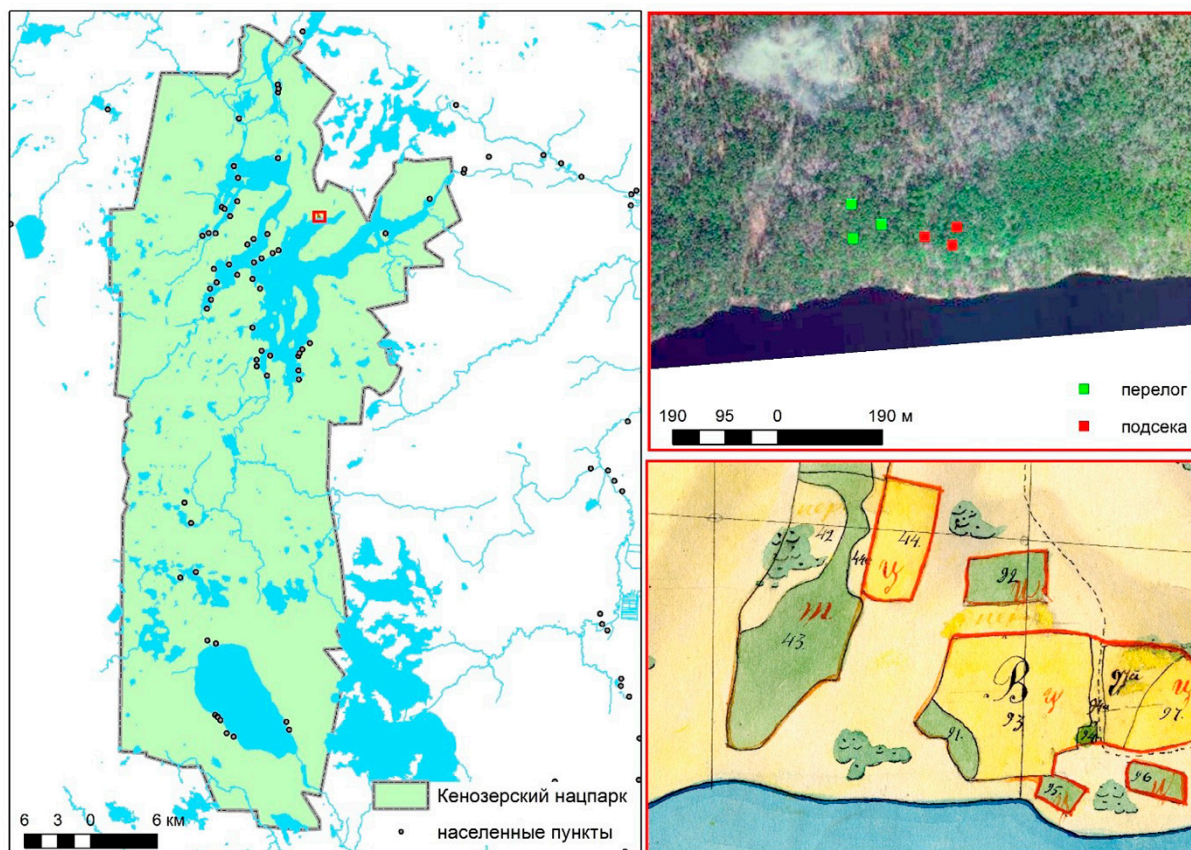


Рис. 1. Местоположение участка исследований на карте Кенозерского национального парка (слева), расположения пробных площадей в Ручевой Лахте (справа сверху) и фрагмент старого межевого плана Ручевой Лахты с выделенными пахотными наделами (справа внизу)

При рекогносцировочном обследовании обращали внимание на артефакты (кучи камней, межпольные борозды), которые помогали идентификации старых наделов. На каждом поле проводили почвенное опробование и закладывали почвенный разрез для выявления присущих пахоте строения и признаков почвенного профиля, это позволило подтвердить наличие обработок почвы разной длительности и проработки пахотного/освоенного горизонта.

Было подтверждено правомерное отнесение трех старых полей к категории перелог (кратковременно используемый участок после отжига леса) и трех полей к категории постоянных пашен. Все поля осваивались в результате отжига леса, что соответствовало найденным в почвенном профиле, чаще в освоенном пахотой горизонте, углей, более крупных (до 1 см и более) на переложных участках и мелких (до 2 мм) на пашнях.

Освоение наделов (пашен и перелогов) проводилось подсекой. Перелог после отжига леса использовали для выращивания культур «на золе» в течение 2—10 лет, затем оставляли на зарастание для восстановления плодородия почв, после чего могли использовать снова. Перелог часто считались резервом земель, были выгодны земледельцам, так как не облагались налогами. Пашни формировались в результате многолетней обработки и удобрения освоенных земель, их использовали для возделывания наиболее значимых культур (репа, зерновые). Строение и плодородие почв таких участков отличалось и в то время и сохранило свои отличия до сих пор, несмотря на их зарастание лесом (табл. 1). Исходной почвой на освоенных участках была подзолистая, что подтверждается сохранившимися пятнами оподзоливания и наличием незатронутого освоенным иллювиального горизонта, типичных в строении почвенного профиля подзолистых почв.

Таблица 1

Характеристика древостоя и почв на пробных площадях

Номер ПП	Категория землепользования старых угодий	Состав древостоя (возраст)	Характеристика освоенного горизонта			Название почвы
			Мощность, см	С орг, %	pH _{сол}	
КП-01	Пашня	8Б2Е (90)	15	2,53	4,2	Агрозем текстурно-дифференцированный постагрогенный мелкопахотный легкосуглинистый
КП-02	Пашня	7Б3Е ед.Олс (85)	17	3,36	4,4	Агрдерновоподзол постагрогенный супесчаный мелкопахотный
КП-03	Пашня	7Б3Е (80)	11	3,89	4,8	Агрозем текстурно-дифференцированный постагрогенный мелкопахотный легкосуглинистый
КП-04	Перелог	8Б1Ос1С (105)	16	3,25	3,7	Агрдерново-подзолистая текстурно-дифференцированная реградирующая гетерогенная легкосуглинистая
КП-05	Перелог	9Б1Ос (105)	9	2,16	3,6	Агрдерново-подзолистая текстурно-дифференцированная реградирующая гетерогенная легкосуглинистая
КП-06	Перелог	9Е1Олс (115)	11	2,90	4,0	Агрдерново-подзолистая текстурно-дифференцированная реградирующая гетерогенная легкосуглинистая
К	Естественное насаждение	4Е2С4Б (100)	—	0,2*	3,6*	Подзол альфегумусный поверхностно-осветленный иллювиально-железисто-гумусовый легкосуглинистый

Примечание: Е — ель обыкновенная (*Picea abies* (L.) Karst. × *P. obovata* Ledeb.), С — сосна лесная (*Pinus sylvestris* L.), Б — береза повислая (*Betula pendula* Roth), Ос — осина (*Populus tremula* L.), Олс — ольха серая (*Alnus incana* (L.) Moench); * — для верхней 20 см толщи почвы.

Время забрасывания участков определяли по максимальному возрасту деревьев.

На перелогам в верхней части почвенного профиля хорошо просматривается гетерогенный горизонт с мозаикой пятен лесной подстилки, подзолистого и иллювиального горизонта, что говорит о слабом агрогенном воздействии. На пашнях сформирован типичный пахотный горизонт с равномерной окраской за счет длительного агрогенного воздействия, с ровной нижней границей, четко ориентированной на глубину пахоты сохой. Название почв давали по Классификации [6].

Содержание органического углерода в процентах определяли элементным анализом (EA-3000) в ЦКП «Арктика», рН солевой вытяжки — иономером «Эксперт 001» (табл. 1).

На каждом поле закладывали пробные площади размером 20×20 м, что соответствовало площади полей того времени и не позволяло выйти за их границы. На пробной площади на площадке 100 м² делалось геоботаническое описание [8] с определением абсолютного проективного покрытия видов [4; 15]. Эколого-ценотический анализ ценофлоры напочвенного покрова проводили по общепринятым методам [15], используя региональные сводки флоры [18]. Латинские названия видов сосудистых растений даны по сводке С. К. Черепанова [17].

Сравнение структуры живого напочвенного покрова пашен и перелогов проводили с естественным насаждением близкого возраста, расположенным вблизи изучаемого надела (см. табл. 1).

Для оценки сходства флористического состава использовался индекс Жаккара. Ценологическая значимость видов на пробных площадях оценивалась путем расчета коэффициента участия (КУ) по доминирующим видам в сообществах [15]:

$$КУ = \frac{ПП_{ср.}}{\sum ПП_{ср.}} \cdot p = \frac{ПП_{ср.}}{\sum ПП_{ср.}} \cdot \frac{a}{n},$$

где ПП_{ср.} — среднее проективное покрытие вида, *p* — встречаемость вида, *a* — число площадок, на которых вид встретился, *n* — общее число площадок.

Результаты и их обсуждение

Сформированные на перелогам и пашнях насаждения представлены в основном березой повислой, первой поселившейся на залежах, ель обыкновенная поселилась на 20—30 лет позже, занимая экологические ниши. Древостои высокополнотные, с абсолютной полнотой на старых пашнях 40—46 м²/га, на перелогам — 33—49 м²/га. Много валежа и сухой древесины. Естественное возобновление и подлесок отсутствуют.

Несмотря на высокую кислотность почв, вызванную поселением лесной растительности, в верхних освоенных горизонтах почв спустя 85—115 лет после забрасывания полей сохраняется достаточно высокое плодородие, способное изменить и продуктивность древостоев, и экологическую структуру растительности нижних ярусов биогеоценоза.

На обследованных бывших пашнях и перелогам выявлено всего 38 видов сосудистых растений, относящихся к 34 родам и представляющих 21 семейство [12]. Ведущими семействами являются Ericaceae (3 рода, 4 вида), Scrophulariaceae (2 рода, 4 вида), Rosaceae (3 рода, 3 вида), Apiaceae (3 рода, 3 вида) и др. В естественном лесном насаждении зафиксировано 18 видов сосудистых растений, относящихся к 15 родам и представляющих 14 семейств. Ведущими семействами являются Ericaceae (1 род, 2 вида), Rosaceae (1 род, 2 вида) и Equisetaceae и др. (1 род, 2 вида).

Представленность видов на отдельных полях (перелогам и пашнях) ограничена 25 видами. В естественном насаждении встречаемость по количеству видов меньше в 1,5 раза. Число видов мохово-лишайникового яруса в нарушенных насаждениях выше, чем в естественных (табл. 2).

Распределение числа видов напочвенного покрова на пробных площадях

Показатель	Номер пробной площади						Естественное лесное насаждение
	Пашни			Перелог			
	КП-01	КП-02	КП-03	КП-04	КП-05	КП-06	
Травяно-кустарничковый ярус							
Число видов	20	25	22	23	25	20	18
Число родов	18	24	22	22	25	19	15
Число семейств	13	15	13	15	16	13	14
Мохово-лишайниковый ярус							
Число видов	4	4	0	5	5	3	3
Число родов	4	4	0	5	5	3	3
Число семейств	4	4	0	5	5	3	3

Неоднократно отмечалось, что при зарастании сельскохозяйственных угодий лесом эволюция идет в направлении зональных типов лесных экосистем с зарастанием залежей доступными от стен леса породами, однако плодородие почв на залежах может вносить свои коррективы и определять начальные этапы восстановительных сукцессий [3; 22]. Плодородие почв на изучаемых пашнях и перелогах (табл. 1) спустя 100 лет после прекращения сельскохозяйственного использования остается достаточно высоким, по содержанию органического углерода, а следовательно, и гумуса, оно выше, чем на сельскохозяйственных угодьях региона [1, с. 52], и в 10—15 раз превышает содержание углерода в типичных лесных почвах. До сих пор нет единого мнения о том, какое действие (положительное или отрицательное) оказывает повышенное плодородие на восстановление растительности, структуру сообществ при реновации [22].

По мнению авторов работы [10], наиболее активно демулационные изменения в структуре и составе вторичных сообществ происходят на залежных пашнях. Однако спустя 100 лет после забрасывания на изученных перелогах и пашнях значимых различий по численности видов и биоразнообразию не наблюдается. Возможно, это связано с поддержанием плодородия почв в первые годы после отчуждения за счет разрастания травянистой растительности в период залужения [3, с. 80].

Сравнение биоразнообразия ценофлоры напочвенного покрова на перелогах и пашнях показало их достаточно высокое сходство, индекс Жаккара (I) колеблется от 34 до 58% (табл. 3).

Таблица 3

Сходство ценофлоры напочвенного покрова — индекс Жаккара, %

Пробная площадь	Пашни			Перелог			Естественное лесное насаждение
	КП-01	КП-02	КП-03	КП-04	КП-05	КП-06	
КП-01		51,4	42,9	40,5	38,5	34,3	25,0
КП-02			57,1	50,0	43,9	52,9	35,1
КП-03				45,9	55,6	58,1	33,3
КП-04					81,3	64,5	35,1
КП-05						55,9	33,3
КП-06							43,3
Естественное лесное насаждение							

Между собой старые пашни менее схожи (I равен 41—57%), чем перелог с гетерогенным почвенным покровом (56—81%). Это может быть связано с историей пашенного воздействия, его длительностью, выращиваемыми культурами. Есть мнения, что длительность сохранения различий между естественными и постагрогенными насаждениями определяется в сотни лет [2; 21; 24; 27], причем изменения в почвенной составляющей происходят медленнее и отстают от демуляции растительности [9].

И пашни, и перелог в течение сотни лет после отчуждения не достигли уровня биоразнообразия естественного насаждения (контроль), сходство с которым невысоко (I равен 25—43%). Из-за близости видового состава напочвенного покрова различий по сходству у пашен и перелогов с естественным насаждением не наблюдается.

На пашнях и перелогах состав доминирующих видов близок: *Calamagrostis epigeios*, *Oxalis acetosella*, *Equisetum arvense*, *Rubus saxatilis*, *Fragaria vesca*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Vaccinium myrtillus*, *Convallaria majalis*, *Pyrola rotundifolia*, *Maianthemum bifolium* (табл. 4). Однако эти виды имеют разную фитоценотическую значимость в лесах на участках с разным агрогенным воздействием. В насаждениях на бывших постоянных пашнях фоновым индикатором (проективное покрытие до 80%) является *Oxalis acetosella*, что связано с сохранением эффективного плодородия почв. Именно она определяет формирование ассоциаций: кислично-грушанко-фиалковая, кислично-хвощево-костяничная, кислично-землянично-костянично-майниковая.

Таблица 4

Коэффициент участия доминирующих по абсолютному проективному покрытию видов на пробных площадях

Пробная площадь	Доминирующие виды	ППср, %	p, %	KY, %
КП-01	<i>Oxalis acetosella</i>	80	100	57
	<i>Pyrola rotundifolia</i>	30	100	21
	<i>Viola mirabilis</i>	30	66	14
КП-02	<i>Oxalis acetosella</i>	80	100	37
	<i>Equisetum arvense</i>	80	100	37
	<i>Fragaria vesca</i>	55	100	25
КП-03	<i>Oxalis acetosella</i>	80	100	29
	<i>Rubus saxatilis</i>	55	16	3
	<i>Maianthemum bifolium</i>	55	100	20
	<i>Fragaria vesca</i>	80	100	29
КП-04	<i>Calamagrostis epigeios</i>	80	50	16
	<i>Oxalis acetosella</i>	55	100	22
	<i>Vaccinium myrtillus</i>	55	66	14
	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	55	83	18
КП-05	<i>Calamagrostis epigeios</i>	80	50	29
	<i>Oxalis acetosella</i>	55	100	40
КП-06	<i>Calamagrostis epigeios</i>	80	50	21
	<i>Oxalis acetosella</i>	55	100	28
	<i>Convallaria majalis</i>	55	83	24
Естественное лесное насаждение	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	65	50	17
	<i>Maianthemum bifolium</i>	65	50	17
	<i>Vaccinium myrtillus</i>	60	75	23

На перелогах, в отличие от постоянных пашен, в напочвенном покрове лесов доля кислицы ниже (проективное покрытие до 55%), а доминантным видом становится *Cala-*

magrostis epigeios. Это приводит к образованию на участках перелогов чередующихся злаковых и кисличных синузий. Для перелога характерны вейниково-кислично-чернично-брусничные ассоциации, вейниково-кислично-костяничные и снытево-вейниково-кислично-ландышевые ассоциации.

В естественном насаждении в составе напочвенного покрова преобладает брусника (проективное покрытие 65%), майник двулистный (проективное покрытие 65%), в меньшей степени представлена черника с проективным покрытием 60%. Для изученного естественного насаждения характерна ассоциация бруснично-майниково-черничная.

Oxalis acetosella на пашнях и перелогах имеет 100%-ную встречаемость, однако коэффициент участия в ценофлоре на старых пашнях вдвое выше, чем на перелогах, где она участвует в формировании мозаики синузий с вейником.

На изученных пробных площадях присутствуют и менее обильные виды с высокой встречаемостью, которые также достаточно значимы в формировании ценофлоры (*Convallaria majalis*, *Pyrola rotundifolia*, *Maianthemum bifolium*, *Fragaria vesca*, *Equisetum arvense*). В то же время присутствуют и виды с высоким проективным покрытием, но с низкой встречаемостью. К ним можно отнести *Rubus saxatilis*, который, несмотря на высокое абсолютное проективное покрытие, имеет низкое значение КУ, что связано с синузальной мозаикой.

В естественном насаждении ни *Calamagrostis epigeios*, ни *Oxalis acetosella* в доминантах не представлены.

Различия в плодородии почв и синузальной мозаике напочвенного покрова в формирующихся на залежах лесах отразились и на расселении мхов. На бывших пашнях основной мохово-лишайниковый покров чаще представлен *Pleurozium schreberi*, *Dicranum polysetum*, *Mnium* sp., *Ptilidium ciliare*. Первые три вида распространены и в естественном насаждении. Гетерогенность почв и синузальность напочвенного покрова на перелогах привели к появлению в моховом ярусе *Hylocomium splendens*, *Rhytidiadelphus triquetrus*.

Проведен биоэкологический анализ ценофлоры на бывших пашнях и перелогах. За время зарастания лесов они прошли несколько сукцессионных стадий, связанных с распространением растительности различных экологических групп: от луговой в начале залежеобразования до лесной при формировании лесного насаждения. Согласно нашим сукцессионным исследованиям [3], смена луговой стадии на лесную происходит примерно через 40 лет после отчуждения сельскохозяйственных земель из активного аграрного использования. И в структуре ценофлоры формирующихся лесов могут быть представлены виды, оставшиеся после луговой стадии.

Представленность экологических групп видов напочвенного покрова приведена в таблице 5. В напочвенном покрове лесов на пашнях и перелогах преобладает комбинативная группа растений, имеющих способность к произрастанию как под пологом леса, так и в луговых сообществах.

Таблица 5

Представленность видов эколого-ценотических групп в напочвенном покрове, шт./%

Группа	КП-01	КП-02	КП-03	КП -04	КП-05	КП-06	Естественное лесное насаждение
Лесная	7/35	8/32	8/36	6/26	6/25	6/30	10/59
Луговая	1/5	1/4	1/5	1/4	2/8	0/0	1/6
Комбинативная	12/60	16/64	13/59	16/70	16/67	14/70	6/35

Часть видов осталась от стадии зарастания пахотных земель луговыми травами (*Solidago virgaurea*, *Trifolium pratense*). Лесные виды на пашнях и перелогах появляются

в ценофлоре позже, при зарастании полей лесом, когда начинается формирование полога древесных пород (*Trientalis europaea*, *Pyrola rotundifolia*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Anthriscus sylvestris* и др.). На бывших пашнях за счет выравненности почвенного покрова число лесных видов несколько выше, тогда как гетерогенность почв на перелогах способствует сохранению луговых и комбинативных видов. Высокая представленность видов комбинированной группы характерна в целом для постагрогенных лесов Каргопольского района Архангельской области [3, с. 79].

В напочвенном покрове естественного насаждения преобладают виды, относящиеся к лесной группе, такие как *Maianthemum bifolium*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea* и др. Из группы луговых встречается *Filipendula ulmaria*. Доля видов комбинативной группы значительно ниже (35%) и представлена *Fragaria vesca*, *Rubus saxatilis*, *Geranium sylvaticum* и др.

На исследуемых пашнях и перелогах, заросших лесом, преобладают мезофиты и мезотрофы (табл. 6), которые произрастают в среде с достаточным плодородием и увлажнением, что характерно для лесов региона [5, с. 62]. Мезофиты представлены: *Pyrola rotundifolia*, *Convallaria majalis*, *Maianthemum bifolium*, *Fragaria vesca*, *Veronica chamaedrys*, *Atragene sibirica*, *Angelica sylvestris*, *Hypericum perforatum*, *Viola mirabilis*, *Vicia sylvatica*, *Paris quadrifolia*, *Vaccinium myrtillus*, *Trientalis europaea*, *Equisetum sylvaticum*. Небольшую долю составляют гигрофиты, среди которых только два вида: *Oxalis acetosella* и *Rubus saxatilis*.

Таблица 6

Распределение видов по экологическим особенностям — по отношению к увлажнению и трофности, шт./%

Группа	Представленность групп по пробным площадям						
	Пашни			Перелог			Естественное лесное насаждение
	КП-01	КП-02	КП-03	КП-04	КП-05	КП-06	
По отношению к увлажнению							
Мезофит	19/95	24/96	22/100	22/96	24/96	18/90	15/88
Гигрофит	1/5	1/4	0/0	1/4	1/4	2/10	2/12
Всего видов	20/100	25/100	22/100	23/100	25/100	20/100	17/100
По отношению к трофности							
Мезотроф	20/100	21/84	21/91	20/87	22/88	18/90	14/82
Эвтроф	0/0	1/4	0/0	1/4	1/4	1/5	2/12
Олиготроф	0/0	3/12	2/9	2/9	2/8	1/5	1/6
Всего видов	20/100	25/100	23/100	23/100	25/100	20/100	17/100

Для естественного лесного насаждения, так же как для пашен и перелогов, по отношению к увлажнению почвы преобладают растения мезофиты, представленные лесными видами (*Vaccinium myrtillus*, *Fragaria vesca*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Geranium sylvaticum* и др.). Гигрофиты представлены двумя видами: *Oxalis acetosella* и *Filipendula ulmaria*.

В ценофлоре пашен и перелогов преобладают мезотрофы (*Oxalis acetosella*, *Trientalis europaea*, *Convallaria majalis*, *Melampyrum sylvaticum* и др.), в меньшей степени встречаются олиготрофы (*Orthilia secunda*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Lerchenfeldia flexuosa*). Требовательные к плодородию почвы эвтрофы (*Chamaenerion angustifolium*, *Aegopodium podagraria*) чаще встречаются на бывших перелогах, занимая мозаичные ниши с гумусированными почвами.

Распределение видов по трофности в естественном лесном насаждении близко к агрогенно нарушенным участкам. Также большинство видов относится к мезотрофам

(*Trientalis europaea*, *Angelica sylvestris*, *Fragaria vesca* и др.). Меньшую долю занимают эвтрофы, всего два вида (*Chamaenerion angustifolium*, *Filipendula ulmaria*), и олиготрофы, которые представлены одним видом (*Vaccinium vitis-idaea*).

Почвенная неоднородность при короткой пахоте на перелогах может усиливаться при поселении древесных и кустарниковых пород при зарастании залежей лесом [25]. Но в то же время видовой состав ценофлоры залежей в таежных регионах обусловлен представленностью видов в соседних сообществах, которыми при мелкополье того времени чаще и выступали стены леса. Именно состав стен леса и величина поля определяют характер зарастания залежей и структуру ценофлоры [3].

Заключение

Историческая картография — наложение старых межевых планов на современные топоосновы и лесные планы — позволяет достаточно точно выявить постагроденные леса, сформированные на старых сельскохозяйственных участках с разной технологией использования (в нашем случае пашни и перелог). Изучение разных аспектов формирования лесных насаждений, в том числе особенностей живого напочвенного покрова и почвенных свойств, позволяет проследить сукцессионные изменения и оценить прогнозы реновации насаждений.

Через сто лет после забрасывания и естественного зарастания сельскохозяйственные угодья (пашни и перелог), несмотря на протекание зональных процессов почвообразования и ренативации, не достигли сходства по ценофлоре напочвенного покрова с естественными биогеоценозами. Причиной может быть сохраняющееся повышенное плодородие почв и отсутствие ярко выраженных процессов оподзоливания, типичных для лесов таежной зоны. В напочвенном покрове лесов, сформировавшихся на постоянных пашнях и перелогах, нет значительных различий ни по числу видов, ни по биоразнообразию, ни по структуре ценофлоры. Короткая пахота вызвала гетерогенность почв на перелогах, что привело к пестроте живого напочвенного покрова и к различиям по доминантам ценофлоры с лесами на постоянных пашнях, с выравненными по плодородию верхними горизонтами почв. На старых пашнях доминантом ценофлоры является *Oxalis acetosella*, создающая ровный фон с высоким коэффициентом участия вида. На бывших перелогах доминирует *Calamagrostis* sp., синузиды которого перемежаются с *Oxalis acetosella*.

В результате формируются леса с различными ассоциациями напочвенного покрова, не характерного для естественных таежных лесов. На старых пашнях — кисличные с включением рецессивных лесных видов разной представленности, на перелогах — вейниково-кисличные в сочетании с другими видами в составе ассоциаций и с хорошо заметной синузидальной мозаикой доминантных видов. Эти ассоциации проявляются в пределах площади заброшенного поля, часто небольшой, и наряду с артефактами (камни, межи) могут быть видимым основанием при поиске и идентификации постагроденных лесов в регионе.

Список источников

1. Блынская Т. А., Любова С. В., Кононов О. Д., Наквасина Е. Н. Агроэкологическая оценка сельскохозяйственных угодий Архангельской области. Архангельск : ИПЦ САФУ, 2013. 124 с.
2. Бобровский М. В. Лесные почвы Европейской России: биотические и антропогенные факторы формирования. М. : Т-во науч. изданий КМК, 2010. 359 с.
3. Голубева Л. В., Наквасина Е. Н. Трансформация постагроденных земель на карбонатных отложениях. Архангельск : Изд-во КИРА, 2017. 152 с.
4. Ипатов В. С., Мирин Д. М. Описание фитоценоза: Методические рекомендации : учеб.-метод. пособие. СПб. : [С.-Петербургский гос. ун-т], 2008. 71 с.

5. Кекишева Ю. Е., Наквасина Е. Н., Кучеров И. Б. Еловые леса средней тайги: геоботанический аспект. Архангельск : САФУ, 2017. 137 с.
6. Классификация и диагностика почв России / авт. и сост. Л. Л. Шишов, В. Д. Тонконогов, И. И. Лебедева, М. И. Герасимова. Смоленск : Ойкумена, 2004. 342 с.
7. Козыкин А. В. Методика оценки изменений агрокультурного ландшафта на основе ГИС-обработки планов межевания 1861 г. и современного описания лесного фонда Национального парка «Кенозерский» // Историческая информатика. 2021. № 2. DOI: 10.7256/2585-7797.2021.2.35089.
8. Лайдинен Г. Ф., Ларионова Н. П., Лантратова А. С. Геоботаническое изучение луговой растительности // Методы полевых и лабораторных исследований растений и растительного покрова : сб. статей / Петрозавод. гос. ун-т ; редкол.: Е. Ф. Марковская, А. С. Лантратова, И. Т. Кищенко. Петрозаводск : ПетрГУ, 2001. С. 243—296.
9. Литвинович А. В., Павлова О. Ю., Дричко В. Ф., Чернов Д. В., Фомина А. С. Изменение кислотно-основных свойств окультуренной дерново-подзолистой песчаной почвы в зависимости от срока нахождения в залежи // Почвоведение. 2005. № 10. С. 1232—1239.
10. Москаленко С. В., Иващенко К. В., Бобровский М. В., Ананьева Н. Д. Состояние растительных сообществ и микробного компонента почвы на залежах в заповеднике «Калужские засеки» // Разнообразие лесных почв и биоразнообразие лесов : сб. материалов V Всерос. науч. конф. по лесному почвоведению. Пушино : ИФХиБПП РАН, 2013. С. 182.
11. Наквасина Е. Н., Голубева Л. В. Идентификация постагрогенных лесов в национальном парке «Кенозерский» // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Сер. Естественные науки. 2015. № 4. С. 75—82.
12. Петрова Н. В., Наквасина Е. Н., Козыкин А. В. Эколого-ценотическая структура живого напочвенного покрова на пашнях и перелогах, заросших лесом, в Национальном парке «Кенозерский» // Растительный покров Европейского Севера и Арктики: XIV Перфильевские научные чтения, посвященные 140-летию со дня рождения Ивана Александровича Перфильева : сб. материалов межрегион. науч. конф., Архангельск, 17—18 марта 2022 г. / сост. Т. А. Паринова. Архангельск : КИРА, 2022. С. 163—170.
13. Рыжова И. М., Ерохова А. А., Подвезенная М. А. Изменение запасов углерода в постагрогенных экосистемах в результате естественного восстановления лесов в Костромской области // Лесоведение. 2015. № 4. С. 307—317.
14. Телеснина В. М. Постагрогенная динамика растительности и свойств почвы в ходе демулационной сукцессии в южной тайге // Лесоведение. 2015. № 4. С. 293—306.
15. Тиходеева М. Ю., Лебедева В. Х. Практическая геоботаника. Анализ состава растительных сообществ : учеб. пособие. СПб. : Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2015. 166 с.
16. Трубин Д. В. Агрофорест: пашня и лес в неразрывной связи // Экопотенциал. 2016. № 2 (14). С. 12—21.
17. Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб. : Мир и семья, 1995. 992 с.
18. Шмидт В. М. Флора Архангельской области. СПб. : Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2005. 346 с.
19. Ярошенко А. Ю., Потапов П. В., Турубанова С. А. Малонарушенные лесные территории Европейского Севера России. М. : Гринпис России, 2001. 75 с.
20. Clark J. D., Johnson A. H. Carbon and Nitrogen Accumulation in Post-Agricultural Forest Soils of Western New England // Soil Science Society of America Journal. 2011. Vol. 75, N 4. P. 1530—1542. DOI: 10.2136/sssaj2010.0180.
21. Flinn K. M., Vellend M. Recovery of forest plant communities in postagricultural landscapes // Frontiers in Ecology and the Environment. 2005. Vol. 3, N 5. P. 243—250. DOI: 10.1890/1540-9295(2005)003[0243:ROF-PCI]2.0.CO;2.
22. Gibson D. J., Middleton B. A., Foster K., Honu Y. A. K., Hoyer E. W., Mathis M. Species frequency dynamics in an old-field succession: Effects of disturbance, fertilization and scale // Journal of Vegetation Science. 2005. Vol. 16. P. 415—422.
23. Kopecký M., Vojta J. Land-use legacies in post-agricultural forests in the Doupovské Mountains, Czech Republic // Applied Vegetation Science. 2009. Vol. 12, N 2. P. 251—260. DOI: 10.1111/j.1654-109X.2009.01023.x.
24. Naaf T., Kolk J. Colonization credit of post-agricultural forest patches in NE Germany remains 130—230 years after reforestation // Biological Conservation. 2015. Vol. 182. P. 155—163. DOI: 10.1016/j.biocon.2014.12.002.
25. Okayasu T., Okuro T., Jamsran U., Takeuchi K. Degraded rangeland dominated by unpalatable forbs exhibits large-scale spatial heterogeneity // Plant Ecology. 2012. Vol. 213. P. 625—635. DOI: 10.1007/s11258-012-0027-3.

26. Sewerniak P. Survey of some attributes of post-agricultural lands in Polish State Forests // *Ecological Questions*. 2015. Vol. 22. P. 9—16. DOI: 10.12775/EQ.2015.018.

27. Vellend M., Verheyen K., Flinn K. M., Jacquemyn H., Kolb A., Van Calster H., Peterken G., Graae B. J., Bellemare J., Honnay O., Runet J. B., Wulf M., Gerhardt F., Hermy M. Homogenization of forest plant communities and weakening of species — environment relationships via agricultural land use // *Journal of Ecology*. 2007. Vol. 95, N 3. P. 565—573. DOI: 10.1111/j.1365-2745.2007.01233.x.

References

1. Blynskaya T. A., Lyubova S. V., Kononov O. D., Nakvasina E. N. *Agroekologicheskaya otsenka sel'skokhozyaistvennykh ugodii Arkhangel'skoi oblasti* [Agroecological assessment of agricultural land in the Arkhangelsk region]. Arkhangelsk, IPTs SAFU Publ., 2013. 124 p. (In Russian)

2. Bobrovskii M. V. *Lesnye pochvy Evropeiskoi Rossii: bioticheskie i antropogennye faktory formirovaniya* [Forest soils of European Russia: biotic and anthropogenic factors of formation]. Moscow, T-vo nauch. izdaniy KMK Publ., 2010. 359 p. (In Russian)

3. Golubeva L. V., Nakvasina E. N. *Transformatsiya postagrogennykh zemel' na karbonatnykh otlozheniyakh* [Transformation of post-agrogenic lands on carbonate deposits]. Arkhangelsk, KIRA Publ., 2017. 152 p. (In Russian)

4. Ipatov V. S., Mirin D. M. *Opisanie fitotsenoza: Metodicheskie rekomendatsii: ucheb.-metod. posobie* [Description of phytocenosis. The guidelines]. St. Petersburg, S.-Peterburgskii gos. un-t Publ., 2008. 71 p. (In Russian)

5. Kekisheva Yu. E., Nakvasina E. N., Kucherov I. B. *Elovye lesa srednei taigi: geobotanicheskii aspekt* [Spruce forests of the middle taiga: geobotanical aspect]. Arkhangelsk, SAFU Publ., 2017. 137 p. (In Russian)

6. Shishov L. L., Tonkonogov V. D., Lebedeva I. I., Gerasimova M. I. *Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii* [Classification and diagnostics of Russian soils]. Smolensk, Oikumena Publ., 2004. 342 p. (In Russian)

7. Kozykin A. V. Metodika otsenki izmenenii agrokul'turnogo landshafta na osnove GIS-obrabotki planov mezhevaniya 1861 g. i sovremennogo opisaniya lesnogo fonda Natsional'nogo parka "Kenozerskii" [A technique to evaluate agricultural landscape changes on the basis of GIS-processed 1861 demarcation plans and current description of Kenozero National park]. *Istoricheskaya informatika*, 2021, no. 2. DOI: 10.7256/2585-7797.2021.2.35089. (In Russian)

8. Laidinen G. F., Larionova N. P., Lantratova A. S. Geobotanicheskoe izuchenie lugovoi rastitel'nosti [Geobotanical study of meadow vegetation]. *Metody polevykh i laboratornykh issledovaniy rastenii i rastitel'nogo pokrova: sbornik statei* [Methods of field and laboratory studies of plants and vegetation. Collect. of articles]. Petrozavodsk, PetrGU Publ., 2001, pp. 243—296. (In Russian)

9. Litvinovich A. V., Pavlova O. Yu., Drichko V. F., Chernov D. V., Fomina A. S. Izmenenie kislотно-основных свойств окультуренной дерново-подзолистой песчаной почвы в зависимости от срока нахождениа в залежи [Changes in the acid-base properties of cultivated sandy soddy-podzolic soils as related to the layland state duration]. *Pochvovedenie — Eurasian Soil Science*, 2005, no. 10, pp. 1232—1239. (In Russian)

10. Moskalenko S. V., Ivashchenko K. V., Bobrovskii M. V., Anan'eva N. D. Sostoyanie rastitel'nykh soobshchestv i mikrobnogo komponenta pochvy na zalezakh v zapovednike "Kaluzhskie zaseki" [The state of plant communities and the microbial component of soil on fallows in the "Kaluzhskie Zaseki" Nature Reserve]. *Raznoobrazie lesnykh pochv i bioraznoobrazie lesov: sbornik materialov V Vseros. nauch. konf. po lesnomu pochvovedeniyu* [Diversity of forest soils and biodiversity of forests. Proceed. of the V All-Russia sci. conf. in forest soil science]. Pushchino, IFKHiBPP RAN Publ., 2013, pp. 182. (In Russian)

11. Nakvasina E. N., Golubeva L. V. Identifikatsiya postagrogennykh lesov v natsional'nom parke "Kenozerskii" [Identification of postagrogenic forests in Kenozero national park]. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Ser. Estestvennye nauki — Vestnik of Northern (Arctic) Federal University. Natural Sciences*, 2015, no. 4, pp. 75—82. (In Russian)

12. Petrova N. V., Nakvasina E. N., Kozykin A. V. Ekologo-tsenoticheskaya struktura zhivogo napochvennogo pokrova na pashnyakh i perelogakh, zarosshikh lesom, v Natsional'nom parke "Kenozerskii" [Ecological and coenotic structure of the living ground cover on arable lands and fallows overgrown with forests in the National Park "Kenozersky"]. *Rastitel'nyi pokrov Evropeiskogo Severa i Arktiki: XIV Perfil'evskie nauchnye chteniya, posvyashchennye 140-letiyu so dnya rozhdeniya Ivana Aleksandrovicha Perfil'eva: sb. materialov mezhtregion. nauch. konf., Arkhangel'sk, 17—18 marta 2022 g.* [Vegetation cover of the European North and the Arctic: XIV Perfil'ev scientific readings dedicated to the 140th anniversary of the birth of Ivan Aleksandrovich Perfil'ev. Proceed. of Interregional sci. conf., Arkhangelsk, March 17—18, 2022]. Arkhangelsk, KIRA Publ., 2022, pp. 163—170. (In Russian)

13. Ryzhova I. M., Erokhova A. A., Podvezennaya M. A. *Izmenenie zapasov ugleroda v postagrogennykh ekosistemakh v rezul'tate estestvennogo vosstanovleniya lesov v Kostromskoi oblasti* [Alterations of the carbon storages in postagrogenic ecosystems due to natural reforestation in Kostroma oblast]. *Lesovedenie — Russian Journal of Forest Science*, 2015, no. 4, pp. 307—317. (In Russian)
14. Telesnina V. M. *Postagrogennaya dinamika rastitel'nosti i svoystv pochvy v khode demutatsionnoi suktessii v yuzhnoi taige* [Postagrogenic dynamics of vegetation and soil properties during demutational succession in South Taiga]. *Lesovedenie — Russian Journal of Forest Science*, 2015, no. 4, pp. 293—306. (In Russian)
15. Tikhodeeva M. Yu., Lebedeva V. Kh. *Prakticheskaya geobotanika. Analiz sostava rastitel'nykh soobshchestv: ucheb. posobie* [Practical geobotany. Analysis of the composition of plant communities. Textbook]. St. Petersburg, S.-Peterb. un-t Publ., 2015. 166 p. (In Russian)
16. Trubin D. V. *Agroforest: pashnya i les v nerazryvnoi svyazi* [Agroforest: arable land and forest in conjunction]. *Ekopotentsial — Eko-potencial*, 2016, no. 2 (14), pp. 12—21. (In Russian)
17. Cherepanov S. K. *Sosudistye rasteniya Rossii i sopredel'nykh gosudarstv (v predelakh byvshego SSSR)* [Vascular plants of Russia and neighboring countries (within the former USSR)]. St. Petersburg, Mir i sem'ya Publ., 1995. 992 p. (In Russian)
18. Shmidt V. M. *Flora Arkhangel'skoi oblasti* [Flora of the Arkhangelsk region]. St. Petersburg, S.-Peterb. un-t Publ., 2005. 346 p. (In Russian)
19. Yaroshenko A. Yu., Potapov P. V., Turubanova S. A. *Malonarushennyye lesnye territorii Evropeiskogo Severa Rossii* [Intact forest territories of the European North of Russia]. Moscow, Grinpis Rossii Publ., 2001. 75 p. (In Russian)
20. Clark J. D., Johnson A. H. Carbon and Nitrogen Accumulation in Post-Agricultural Forest Soils of Western New England. *Soil Science Society of America Journal*, 2011, vol. 75, no. 4, pp. 1530—1542. DOI: 10.2136/sssaj2010.0180.
21. Flinn K. M., Vellend M. Recovery of forest plant communities in postagricultural landscapes. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2005, vol. 3, no. 5, pp. 243—250. DOI: 10.1890/1540-9295(2005)003[0243:RO FPCI]2.0.CO;2.
22. Gibson D. J., Middleton B. A., Foster K., Honu Y. A. K., Hoyer E. W., Mathis M. Species frequency dynamics in an old-field succession: Effects of disturbance, fertilization and scale. *Journal of Vegetation Science*, 2005, vol. 16, pp. 415—422.
23. Kopecký M., Vojta J. Land-use legacies in post-agricultural forests in the Doupovské Mountains, Czech Republic. *Applied Vegetation Science*, 2009, vol. 12, no. 2, pp. 251—260. DOI: 10.1111/j.1654-109X.2009.01023.x.
24. Naaf T., Kolk J. Colonization credit of post-agricultural forest patches in NE Germany remains 130—230 years after reforestation. *Biological Conservation*, 2015, vol. 182, pp. 155—163. DOI: 10.1016/j.biocon.2014.12.002.
25. Okayasu T., Okuro T., Jamsran U., Takeuchi K. Degraded rangeland dominated by unpalatable forbs exhibits large-scale spatial heterogeneity. *Plant Ecology*, 2012, vol. 213, pp. 625—635. DOI: 10.1007/s11258-012-0027-3.
26. Sewerniak P. Survey of some attributes of post-agricultural lands in Polish State Forests. *Ecological Questions*, 2015, vol. 22, pp. 9—16. DOI: 10.12775/EQ.2015.018.
27. Vellend M., Verheyen K., Flinn K. M., Jacquemyn H., Kolb A., Van Calster H., Peterken G., Graae B. J., Bellemare J., Honnay O., Runet J. B., Wulf M., Gerhardt F., Hermy M. Homogenization of forest plant communities and weakening of species — environment relationships via agricultural land use. *Journal of Ecology*, 2007, vol. 95, no. 3, pp. 565—573. DOI: 10.1111/j.1365-2745.2007.01233.x.

Информация об авторах

Е. Н. Наквасина — доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Н. В. Петрова — научный сотрудник

Information about the authors

E. N. Nakvasina — Doctor of Agricultural Sciences, Professor
N. V. Petrova — Researcher

Статья поступила в редакцию 18.01.2023; одобрена после рецензирования 19.02.2023;
принята к публикации 20.05.2023

The article was submitted 18.01.2023; approved after reviewing 19.02.2023;
accepted for publication 20.05.2023