

ЛЮБОВЬ ВЛАДИМИРОВНА ГОЛУБЕВА

преподаватель, Архангельский педагогический колледж, аспирант кафедры лесоводства и почвоведения Лесотехнического института, Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова (Архангельск, Российская Федерация)
gapk_2010@mail.ru

ЕЛЕНА НИКОЛАЕВНА НАКВАСИНА

доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесоводства и почвоведения Лесотехнического института, Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова (Архангельск, Российская Федерация)
nakvasina@yandex.ru

СМЕНА НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НА СТАРОПАХОТНЫХ ЗАЛЕЖАХ КАРГОПОЛЬСКОГО РАЙОНА АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Рассмотрена смена ценофлоры старопахотных залежей в средней подзоне тайги Архангельской области (Каргопольский район), характеризующейся высокоплодородными дерново-подзолистыми почвами, сформированными на карбонатной морене. Объектом исследования являются 15–130-летние залежи (27 ПП), вышедшие из активного сельскохозяйственного оборота. Для геоботанического описания использовались общепринятые методики. Исследования показали, что на старопахотных залежах на протяжении длительного периода (более 100 лет) происходит смена ценофлоры или вторичная сукцессия, которая имеет определенные этапы сукцессионного перехода. На начальной стадии интенсивно разрастаются луговые травы и долгое время (до 40 лет) сохраняются виды, используемые в севообороте. Формируется *Gramineae – Asteraceae – Rosaceae – Leguminosae* ассоциация с наибольшим числом сегетальных растений в ее составе. Разнотравье представлено луговыми травами. В 40 лет происходит резкая смена фитоценоза, что доказывается при анализе сходства ценофлор. Формируется *Asteraceae – Leguminosae* ассоциация с включением лесных трав и появлением мохово-лишайникового подъяруса. Напочвенный покров состоит преимущественно из теневыносливых видов. Через 60 лет (после смыкания древостоя) в напочвенном покрове начинают преобладать лесные виды, происходит стабилизация лесной обстановки. В напочвенном покрове доминируют аборигенные виды, сегетальные вымешиваются ближе к опушкам или исчезают совсем. Однако даже в спелом насаждении среди доминантов напочвенного покрова встречаются луговые виды трав.

Ключевые слова: залежные поля, напочвенный покров, сукцессия, динамика, виды, сходство ценофлор

По данным ряда авторов, в Российской Федерации в настоящее время на площади более 10 млн га сельскохозяйственных угодий идет процесс зарастания древесной и кустарниковой растительностью. Эти процессы происходят в различных лесорастительных зонах, имеют принципиальные отличия и изучены недостаточно, особенно в отношении трансформации травяного покрова в процессе смены постагротермальной залежи лесом [3], [4], [5], [7], [8]. Вторичная сукцессия постагротермальных залежей происходит поэтапно, но в степной и таежной зонах различительно отличается. В условиях степной и лесостепной зон первые 2–3 года пашня зарастает одно- и двулетними видами, в последующие 5–7 лет – корневищными, которые затем сменяются рыхло-кустовыми и плотнокустовыми злаками [9; 180]. В подзоне южной тайги, где зарастание залежей происходит с участием древесных и кустарниковых пород, Н. Н. Новоселова по времени, прошедшему с момента прекращения использо-

вания, выделяет четыре стадии зарастающих угодий [7]. По ее данным, уже на четвертой стадии (15–20 лет) происходит формирование молодого сомкнутого леса (высота деревьев превышает 12 м) и появляются лесные виды трав при сохранении луговых.

Трансформация растительности на залежных полях более северных территорий до сих пор не изучена.

Наши исследования посвящены изучению напочвенного покрова постаграрных земель Каргопольского района, расположенного на юго-западе Архангельской области (подзона средней тайги). Одной из особенностей района являются почвообразующие породы, представленные карбонатной локальной мореной, распространенной в районах выхода известняков на поверхность. На карбонатной морене формируются высокопродуктивные дерново-карбонатные и дерново-подзолистые остаточно-карбонатные почвы, по

свойствам существенно отличающиеся от зональных подзолистых.

История залежеобразования (отчуждения сельскохозяйственных земель из активного пользования) в районе позволила подобрать сукцессионный ряд пробных площадей различных сроков забрасывания (до 130 лет). Наиболее старые залежи образовывались в результате естественного процесса переселения жителей и утрат мелких деревень, позднее – банкротства сельскохозяйственных предприятий.

Геоботанические описания выполняли по общепринятой методике [6], изучение ценофлоры согласно [2]. Латинские названия растений напочвенного покрова даны по С. К. Черепанову [10]. Для оценки разнообразия видового состава использовали индексы: Шеннона, Жаккара, статистическую значимость средних значений показателей устанавливали, используя критерий Стьюдента. На основе индекса Шеннона вычисляли показатель выравненности [1].

Видовое разнообразие напочвенного покрова представлено более чем 20 семействами. В табл. 1 приведен список 10 ведущих семейств растений, формирующих растительные ценозы на старопахотных залежах разного возраста. Самые многочисленные из них: Gramineae Juss. (Poaceae Barnh.) (17 видов), Leguminosae Juss. (8 видов) и Asteraceae Dumort (13 видов). Остальные растительные семейства представлены меньшим числом видов.

Большинство многолетних трав семейства злаковых и бобовых (*Dactylis glomerata* L., *Festuca pratensis* Huds., *Festuca rubra* L., *Phleum pratense* L., *Vicia sativa* L., *Trifolium pratense* L.) использовались в севооборотах, поэтому некоторые виды (*Dactylis glomerata* L., *Trifolium pratense* L.) спустя 25–40 лет продолжают доминировать и имеют среднее проективное покрытие 30–20% и 10–15% соответственно. На залежах 60–130 лет сохраняется доминирование вида только *Trifolium*

pratense, среднее проективное покрытие которого на ПП варьирует от 30 до 25 %. Встречаются старопахотные 80–130-летние залежи с проективным покрытием *Trifolium pratense* до 80 % под пологом древостоя.

По мере сукцессионного развития залежей прежде всего резко уменьшается число видов семейства Gramineae: с 10–12 видов на ранних стадиях (в возрасте залежей до 40 лет) до 5 видов в возрасте залежей 80–130 лет, заросших лесом. Причем динамика смены неравномерна. В возрасте 40–60 лет залежеобразования происходит резкое снижение их количества, что подтверждается рассчитанным критерием Стьюдента (см. табл. 1). Между числом видов II–III сроков забрасывания различия статистически значимы ($t_{0,05} = 2,6$ при $t_{st} = 2,17$). Далее численность видов в напочвенном покрове остается достаточно стабильной, что связано с формированием на залежах лесной обстановки за счет смыкания крон деревьев.

При анализе ценофлоры все виды на старопахотных залежах были разделены на биогруппы, при этом выделяли: аборигенные (автохтонные), рудеральные, сегетальные, адвентивные (иммигранты) и виды-космополиты.

На всех залежах разных возрастов преобладают аборигенные (местные) виды, характерные для средней подзоны тайги (рис. 1). Число сегетальных (*Avena tatica* L., *Pimpinella saxifraga* L., *Achillea millefolium* L. и др.) и рудеральных (*Arctium lappa* L., *Urtica dioica* L.) видов сохраняется до 40 лет, затем постепенно сокращается. Из адвентивных видов встречается только *Heracleum sosnowskyi* Manden. на залежах 15–25 лет. С течением времени он исчезает в зарослях и сохраняется только на открытых местах, лесных опушках, около лесовозных дорог. Неморальные виды на всей изученной территории отсутствуют.

Таблица 1

Динамика представленности видов ведущих семейств на залежах различных лет забрасывания

Семейство	Среднее число видов, шт.					Существенность различия (эмпирические значения критерия Стьюдента, t_{st}) между группами залежей по возрасту			
	I*	II	III	IV	V	I–II	II–III	III–IV	IV–V
Gramineae	12	10	4	3	5	1,1	2,6**	0,2	0,1
Asteraceae	12	7	4	2	4	14,1	1,3	0,6	0,1
Rosaceae	7	5	8	6	7	1,9	1,7	9,0	0,5
Leguminosae	6	4	5	4	3	1,3	0,5	0,5	0,2
Umbelliferae	4	3	2	1	2	0,6	0,5	0,2	0,1
Ranunculaceae	3	2	1	4	3	0,4	0,3	1,4	0,8
Equisetaceae	1	2	1	3	1	0,5	0,5	1,4	1,2
Orchidaceae	2	2	0	0	1	0,3	3,3	0,3	0,3
Pyrolaceae	0	0	3	2	1	0,3	2,8	1,8	0,3
Liliaceae	0	0	2	1	2	0,3	3,4	0,6	0,4

Примечание. * – длительность залежи: I – 15–25 лет, II – 25–40 лет, III – 40–60 лет, IV – 60–80 лет, V – 80–130 лет. ** – жирным шрифтом выделены показатели различия, достоверные при 5 % уровне значимости.

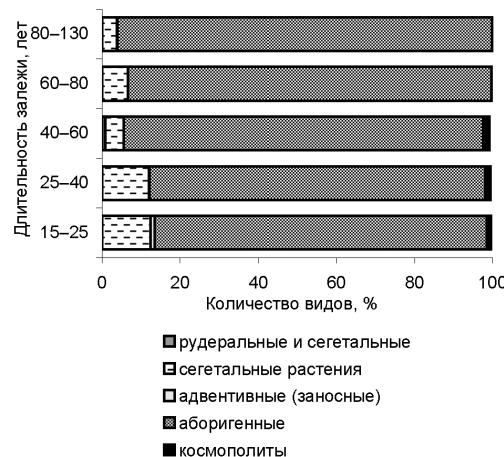


Рис. 1. Представленность растений по биогруппам в динамике залежеобразования

Все виды растений были распределены на эколого-ценотические группы: лесные, луговые, комбинированные (растут на лугу и в лесу) (рис. 2). Залежные пахотные земли постепенно застают сначала луговыми травами (*Leucanthemum Hill vulgare* Lam., *Campanula patula* L., *Achillea L. s. l. millefolium* L., *Alchemilla glomerulans* Bus., *Briza media* L., *Centaurea scabiosa* L., *Campanula persicifolia* L. и др.), затем появляются лесные (*Athyrium filix-femina* (L.) Roth, *Oxalis acetosella* L., *Maianthemum Wigg. bifolium* (L.) F. W. Schmidt, *Pyrola rotundifolia* L. и др.).

Луговые травы начинают терять свое преимущество в травостое уже через 25 лет залежеобразования. Достоверность различия по числу луговых трав между залежами I-II групп возраста доказана ($t_{0,05} = 14,2$ при $t_{st} = 1,9$). Смена луговой ценоты на лесную, в состав которой включаются лесные виды трав (*Rubus saxatilis* L., *Trientalis europaea* L., *Paris quadrifolia* L. и др.),

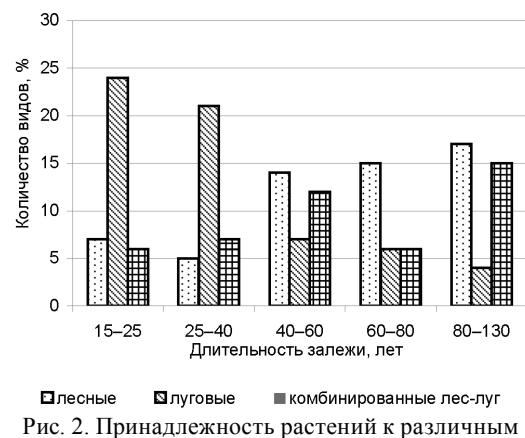


Рис. 2. Принадлежность растений к различным эколого-ценотическим группам

происходит после 40 лет, при этом в напочвенном покрове долгое время сохраняются виды, применяемые в севообороте до забрасывания земель (*Dactylis glomerata* L. и *Trifolium pratense* L.). Идет формирование лесной обстановки под пологом древостоя. Различия доказываются критерием Стьюдента при 5% значимости по всем представленным эколого-ценотическим группам: $t_{0,05} = 3,01; 3,70; 3,00$ при табличном $t_{st} = 2,05$ (возраст залежей III-IV, табл. 2).

Видовое разнообразие трав связано как с запасом семян в почвах залежей, так и с заносом их из окружающих ценозов. Залежи всех сроков забрасывания имеют высокое разнообразие трав, что доказывается информационной мерой разнообразия Шеннона (табл. 3), согласно которому разнообразие сообщества тем выше, чем больше в нем количество видов и выше его выравненность [1]. Это подтверждается показателем выравненности, указывающим на численное обилие видов, который во всех случаях приближается к 1 ($E = 0,8 \dots 0,9$).

Таблица 2

Сравнение представленности видов различных ценофлор в динамике залежеобразования (критерий Стьюдента, 5%)

Эколого-ценотическая группа	Критерий Стьюдента							
	Эмпирические значения, t_{st}				Табличные значения, $t_{0,05}$			
	I-II	II-III	III-IV	IV-V	I-II	II-III	III-IV	IV-V
Лесные	1,11	0,4	3,01	-2,4	2,09	2,2	2,05	2,1
Луговые	14,2	0,8	3,70	2,2	1,9	2,01	2,05	2,05
Комбинированные (лес - луг)	0,66	0	3,00	-1,3	2,08	2,02	2,05	2,01

Примечание. * – длительность залежи: I – 15–25 лет, II – 25–40 лет, III – 40–60 лет, IV – 60–80 лет, V – 80–130 лет.

Таблица 3

Индекс Шеннона биоразнообразия напочвенного покрова (при $t_{0,05} = 1,9$)

Длительность залежи, лет (группа)	Коэффициент Шеннона и стандартная ошибка, Н	Показатель выравненности коэффициента Шеннона, Е	Коэффициент Стьюдента ($t_{0,05}$) между группами залежей разного возраста			
			10,9*	0,07	1,14	6,2
15–25 (I)	$3,90 \pm 0,72$	-0,90				
25–40 (II)	$3,41 \pm 0,64$	-0,86				
40–60 (III)	$3,20 \pm 0,65$	-0,82				
60–80 (IV)	$2,96 \pm 0,52$	-0,80				
80–130 (V)	$3,26 \pm 0,63$	-0,86				

Примечание. * – жирным шрифтом выделены различия индекса Шеннона, доказанные на 5% уровне значимости.

Информационная мера разнообразия – показатель Шеннона – в природных популяциях обычно варьирует в пределах 1,5–3,5, редко превышая эту цифру [1]. В нашем случае на свежих залежах показатель превышает значения природных сообществ и достигает $3,90 \pm 0,72$. Позднее показатель Шеннона закономерно снижается, достигая наиболее низких значений в залежах 60–80 лет ($H = 2,96 \pm 0,52$). Наиболее сильно видовое разнообразие меняется в 15–25 лет, то есть на начальных стадиях сукцессии, и в 60–80 лет, когда происходит стабилизация лесной обстановки. Так, доказано различие (табл. 3) между показателями видового разнообразия залежей I и II сроков забрасывания ($t_{0,05} = 10,9$) и IV и V сроков забрасывания ($t_{0,05} = 6,2$).

В первые годы залежеобразования происходит стабилизация ценоза, тогда как в 40–60 лет после забрасывания полей после пахоты – постепенная смена флористического состава (рис. 3), что подтверждается коэффициентом Жаккара, который показывает сходство видового состава сообществ. Высокий процент сходства установлен между относительно молодыми залежами (15–40 лет) (60 %), а также между старыми залежами (60–130 лет) (56 %). Снижение показателя сходства наблюдается в период залежеобразования с 40 до 60 лет. Сходство видового состава между молодыми и старыми залежами (начало и конец сукцессии), согласно коэффициенту Жаккара, одинаково низкое и составляет 7 %.



Рис. 3. Оценка видового сходства сообществ по срокам длительности залежи: I – 15–25 лет, II – 25–40 лет, III – 40–60 лет, IV – 60–80 лет, V – 80–130 лет

Таким образом, исследования показали, что на старопахотных залежах происходит смена цено-флоры, или вторичная сукцессия, которая имеет определенные этапы сукцессионного перехода.

В 15–25 лет после забрасывания сельскохозяйственных угодий на стадии залужения формируется *Gramineae – Asteraceae – Rosaceae – Leguminosae* ассоциация с наибольшим числом сегетальных растений в ее составе. Разнотравье представлено луговыми травами. Высота травос-

тоя и повышенная плотность сухой ветоши мешают естественному возобновлению древесных пород. На пробных площадях в большей степени растут подлесочные виды вегетативного происхождения, такие как ивы.

В 25–40 лет стадия залужения продолжается с формированием *Gramineae – Asteraceae – Rosaceae – Leguminosae* ассоциации. В составе разнотравья все также присутствуют луговые светолюбивые виды трав. Высота травостоя сохраняется, что препятствует росту древесного яруса. Смыкания крон древесных пород не происходит. Между 15–40-летними залежами наблюдается высокий процент видового сходства, что объясняется высоким плодородием почвы, сохранившимся после сельскохозяйственного использования, наличием семян трав в почве и отсутствием явной конкуренции видов (большие площади залежных полей).

После 40 лет залежеобразования происходит резкая смена фитоценозов и формируется *Rosaceae – Leguminosae* ассоциация с включением лесных трав и появлением мохово-лишайникового подъяруса. Напочвенный покров состоит преимущественно из теневыносливых видов. В два раза снижается высота травостоя. Конкуренчные отношения между травяным и древесным ярусами исчезают. Происходит смыкание крон древесных пород. Данный период можно считать переходным между луговым и лесным фитоценозом.

На залежах старше 60 лет под пологом древесного яруса формируется лесная обстановка, наступает стабилизация лесного напочвенного покрова. В составе травостоя доминируют аборигенные виды. Сегетальные виды вымещаются ближе к опушкам или выпадают совсем. Выпадения луговых трав полностью не происходит, но в их числе больше трав теневыносливых и комбинированных (растущих на лугу и в лесу). Древесный ярус полностью сформирован, кроны сомкнуты. Полная смена фитоценозов подтверждается низким коэффициентом Жаккара (7 %), между 15-летними и 80–130-летними залежами.

Залежи до 40-летнего срока забрасывания могут быть использованы как сенокосы, под лесокультурное или плантационное лесоразведение, а при необходимости и слабом зарастании древесными породами – восстановлены для активного сельскохозяйственного пользования (пашни). Однако возникнет проблема засоренности полей, подбора технологий создания лесных культур, возможно, подбора гербицидов. Залежи старшего возраста, заросшие лесом, потребуют лесоводственных уходов за древесным ярусом для формирования высокополнотных древостоев.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- География и мониторинг биоразнообразия / Под ред. Н. С. Касимова. М., 2002. 432 с.
- Гнатьюк Е. П., Крышень А. М. Методы исследования ценофлор (на примере растительных сообществ вырубок Карелии): Учебно-методическое пособие. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2005. 68 с.

3. Г о р я и н о в а И. Н., Л е о н о в а Н. Б., Ф е о д о р и т о в В. М. Процессы зарастания сельскохозяйственных земель в средней тайге Архангельской области // Вестник Московского университета. М., 2012. Вып. 3. С. 41–47.
4. Л ю р и Д. И., Г о р я ч к и н С. В., К о р о в а е в а Н. А. и др. Динамика сельскохозяйственных земель России в XX веке и постагротенное восстановление растительности и почв. М.: ГЕОС, 2010. 426 с.
5. М о р о з о в А. М. Формирование насаждений на землях, исключенных из сельскохозяйственного оборота, в подзоне предлесостепенных сосново-березовых лесов Свердловской области: Автoref. дисс. ... канд. с.-х. наук. Екатеринбург: Уральский гос. лесотехнический ун-т, 2008. 20 с.
6. Н а к в а с и н а Е. Н., Ш а в р и н а Е. В. Геоботанические исследования. Архангельск: Поморский гос. ун-т, 2001. 43 с.
7. Н о в о с е л о в а Н. Н. Формирование лесных насаждений на землях, вышедших из-под сельскохозяйственного использования, в таежной зоне Пермского края: Автoref. дисс. ... канд. экон. наук. Екатеринбург, 2007. 20 с.
8. С о к о л о в Н. Н. Рост и продуктивность сосновых древостоев по старым пашням // Лесной журнал. 1978. Вып. 4. С. 22–25.
9. С у к а ч е в В. Н. Растительные сообщества (введение в фитоценологию). 4-е изд. Л.; М.: Книга, 1928. 232 с.
10. Ч е р е п а н о в С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с.

Golubeva L. V., Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russian Federation)
Nakvasina E. N., Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russian Federation)

GROUND COVER CHANGE ON FALLOW FIELDS OF KARGOPOL DISTRICT OF ARKHANGELSK REGION

The paper analyses old cultivated herbaceous vegetation deposits located in the middle taiga subzone of Arkhangelsk region (Kargopol district), which are characterized by extremely fertile sod podsol on the carbonate moraine base. While carrying out the research, ancient deposits (15–130 years old; sample plots – 27) no longer used for agricultural purposes were investigated. Conventional geobotanic description techniques were applied. The research revealed occurrences of the herbal phytocenosis rotation (secondary succession) with specific succession in transition stages. The change was observed in the old cultivated herbaceous vegetation deposits for a significant period of time (over 100 years). In the early stages, meadow grass grows intensively, and agricultural species used in the crop rotation survive up to 40 years. Simultaneously, Gramineae – Asteraceae – Rosaceae – Leguminosae association is formed, its composition includes the largest number of weed species and forbs composed of meadow grass. Then, an abrupt phytocenosis change takes place after 40 year term of rotation. This conclusion is proven by the analysis of phytocenosis similarities. At this stage, Rosaceae – Leguminosae association including forest grass species and the moss lichen sublevel are formed. The canopy predominantly consists of the shade tolerant species. Furthermore, when the stand canopy closed (60 years later), the native forest species started to dominate in the ground cover. The forest conditions began to stabilize. However, the obtained results showed that meadow grass species invade dominating ground cover.

Key words: fallow fields, ground cover, succession, dynamics, species, similarity, coenofloras

REFERENCES

1. География и мониторинг биоразнообразия [Geography and monitoring of biodiversity]. Moscow, 2002. 432 p.
2. Гнатюк Е. П., Крышн А. М. Методы изучения тундро-лесных сообществ в вырубках Карелии [Methods for investigating coenofloras (example of plant communities in harvested forest areas in Karelia)]. Petrozavodsk: Karel'skiy nauchnyy tsentr RAN Publ., 2005. 68 p.
3. Г о р я и н о в а И. Н., Л е о н о в а Н. Б., Ф е о д о р и т о в В. М. Процессы зарастания сельскохозяйственных земель в средней тайге Архангельской области [Процессы зарастания сельскохозяйственных земель в средней тайге Архангельской области]. Вестник Московского университета [The Moscow University Herald]. 2012. № 3. P. 41–47.
4. Л ю р и Д. И., Г о р я ч к и н С. В., К о р о в а е в а Н. А. и др. Динамика сельскохозяйственных земель в XX веке и постагротенное восстановление растительности и почв [Dynamics of Russian agricultural land in the XX century and post-agricultural recovery of vegetation and soils]. Moscow, GEOS Publ., 2010. 426 p.
5. М о р о з о в А. М. Формирование насаждений на землях, исключенных из сельскохозяйственного оборота, в подзоне предлесостепенных сосново-березовых лесов Свердловской области: Автoref. дисс. ... канд. с.-х. наук [Formation of plantations on lands excluded from agricultural use in the subzone of pine and birch forests of Sverdlovsk region region. PhD in Agriculture. Sci. diss.]. Ekaterinburg, 2008. 20 p.
6. Н а к в а с и н а Е. Н., Ш а в р и н а Е. В. Геоботанические исследования [Geobotanical studies]. Arkhangelsk, 2001. 43 p.
7. Н о в о с е л о в а Н. Н. Формирование лесных насаждений на землях, вышедших из-под сельскохозяйственного использования, в таежной зоне Пермского края: Автoref. дисс. ... канд. экон. наук [Formation of forest plantations on lands out of agricultural use in the taiga zone of Perm Krai. PhD in Agriculture. Sci.diss.]. Ekaterinburg, 2007. 20 p.
8. С о к о л о в Н. Н. Рост и продуктивность сосновых древостоев по старым пашням [Rost i produktivnost' sosnovykh drevostoev po starym pashnym]. Лесной журнал [Journal of forest]. 1978. № 4. P. 22–25.
9. С у к а ч е в В. Н. Растительные сообщества (введение в фитоценологию) [Plant communities (introduction to phytocenology)]. Leningrad, Moscow, Kniga Publ., 1928. 232 p.
10. Ч е р е п а н о в С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) [Vascular plants of on lands out of agricultural use states (the former USSR)]. St. Petersburg, 1995. 992 p.

Поступила в редакцию 28.03.2014