

ЭКОЛОГИЯ

УДК 630.43

А.А. Малиновских
A.A. Malinovskikh

АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ЦЕНОФЛОРЫ ГАРИ 2006 г. В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАРНАУЛЬСКОГО ЛЕНТОЧНОГО БОРА

CENOFLORA ECOLOGICAL STRUCTURE ANALYSIS OF THE BURNT AREA OF 2006 IN THE NORTH-EASTERN PART OF THE BARNAULSKIY BELT PINE FOREST

Ключевые слова: ценофлора гари, флористический состав, экологическая структура, растительный покров, пирогенная сукцессия, сосновый лес, ленточный бор.

Выполнен детальный анализ экологической структуры ценофлоры гари 2006 г. в северо-восточной части Барнаульского ленточного бора. Все виды растений, произрастающих после пожара в разные отрезки времени, были распределены по экологическим группам. Выделены следующие экологические группы видов растений: по отношению к влаге, свету, почвенному богатству, приуроченности к песчаному субстрату. Динамика экологических групп оказалась неравномерной на протяжении хода пирогенной сукцессии, т.к. микроклиматические условия на гари не совпадают с условиями под пологом соснового леса. Различия в динамике экологических групп подтверждают наши предыдущие исследования и вывод о том, что стадии сукцессии имеют прямую связь с условиями произрастания. Условия произрастания оказывают наибольшее влияние на растительный покров после пожара именно на начальных стадиях сукцессии. На это указывает присутствие на гари видов растений из экологических групп, которые не встречаются в лесу. Характерна и обратная ситуация – в составе ценофлоры гари отсутствуют виды экологических групп типичных для леса. Установлено, что на гари за наблюдаемый период (10 лет) в растительном покрове преобладают: по отношению к влаге – мезофиты, к свету – факультативные гелиофиты, к почвенному богатству – олиготрофы, к песчаному субстрату – факультативные псаммофиты. Стадии пирогенной сукцессии относятся к нелесному этапу процесса восстановления лесной сосновой экосистемы.

Keywords: burnt area cenoflora, floristic composition, ecological structure, vegetation cover, pyrogenic succession, pine forest, belt pine forest.

Detailed analysis of cenoflora ecological structure of the burnt area of 2006 in the north-eastern part of the Barnaulskiy belt pine forest is presented. All plant species that grew after the fire in different periods of time were divided into ecological groups. The following ecological groups of plant species were distinguished: in relation to moisture, light, soil fertility and association with sandy substrate. It was found that the dynamics of ecological groups was uneven in the course of the pyrogenic succession since the microclimate conditions in the burnt area differed from those under pine forest canopy. The differences in the dynamics of ecological groups confirm our previous studies and the conclusion that the stages of succession are directly related to the growing conditions. The growing conditions have the greatest effect on the vegetation cover after fire at the initial stages of succession. This is proved by the presence in the burnt area of plant species from ecological groups that are not found in the forest. The opposite situation is also characteristic: there are no species of the ecological groups typical of the forest in the burnt area cenoflora composition. It has been found that the following species dominate in the vegetation cover of the burnt area over the study period (10 years): in relation to moisture – mesophytes; in relation to light – facultative heliophytes; in relation to soil fertility – oligotrophic plants; and facultative psammophytes in relation to sandy substrate. The stages of pyrogenic succession belong to a non-forest stage of pine-forest ecosystem restoration.

Малиновских Алексей Анатольевич, к.б.н., доцент каф. лесного хозяйства, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-63-52. E-mail: almaa1976@yandex.ru.

Malinovskikh Aleksey Anatolyevich, Cand. Bio. Sci., Assoc. Prof., Chair of Forestry, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-63-52. E-mail: almaa1976@yandex.ru.

Введение

После пожара в лесу резко меняются экологические режимы. Наилучшим способом проследить эти изменения является анализ флоры гарей и горельников по экологическим параметрам, т.к. растительный покров является индикатором условий местообитания [1]. Видовой состав, его обилие, встречаемость указывают на определенный тип условий, который складывается после пожара. При изменении условий меняется и растительный покров, в свою очередь, влияя на режимы света, тепла и влаги. В сухих лесорастительных условиях ленточных боров Алтайского края лимитирующим фактором для развития растительных сообществ, формирования послепожарной флоры является влага. Количество влаги в почве в сочетании с другими факторами (свет, плодородие почвы и др.) задаёт вектор развития растительных вторичных послепожарных сообществ в ленточных борах. В связи с этим целесообразно проследить указанные изменения в составе ценофлоры гарей для сосновых насаждений в северо-восточной части Барнаульского ленточного бора и проанализировать их.

Цель работы – выполнить анализ экологической структуры ценофлоры гари 2006 г. в северо-восточной части Барнаульского ленточного бора.

Задачи:

- распределить виды растений ценофлоры гари 2006 г. по экологическим группам по отношению к влаге, свету, почвенному богатству, приуроченности к песчаному субстрату;
- проанализировать динамику экологических групп за период 10 лет;
- установить связь экологических условий на месте гари со стадиями пирогенной сукцессии.

Объекты и методы

Объектом исследования является гарь 2006 г., расположенная в 41 кв. Власихинского участкового лесничества Барнаульского лесничества в северо-восточной части Барнаульского ленточного бора (табл.).

Пожар низовой устойчивый произошел в июне 2006 г. Общая площадь гари – 4 га. Погибший при пожаре древостой сосны вырублен, выполнена санитарная рубка сплошная. Тип леса – свежий бор (Свб) и сухой бор пологих всхолмлений (Сбп). Для изучения пирогенной сукцессии использовался метод непосредственного наблюдения за ходом смен растительности, пробных площадей, учетных площадок, геоботанических описаний, сбора гербария [2, 3]. Первые 5 лет после пожара исследования проводились три раза в сезон: весной, в середине лета, осенью. В последующие годы однократно в середине лета, в период максимального развития растительного покрова на гари.

Результаты и их обсуждение

Анализ экологической структуры ценофлоры гарей может быть полезным при обсуждении вопроса выделения стадий пирогенной сукцессии [4]. Ориентируясь на общий характер увлажнения, были выделены следующие экологические группы видов растений по отношению фактору влаги: мезогигрофиты, мезофиты, мезоксерофиты, ксерофиты. С учетом того, что лесорастительные условия на гари характеризуются как сухие (А1) и свежие (А2), процессов переувлажнения и заболачивания не наблюдается, экологические группы гидрофиты и гигрофиты отсутствуют и в анализе не используются.

Таблица

Таксационная характеристика пробных площадей

Пробная площадь	Древостой					Класс бонитета	ТУМ	Тип леса
	состав	ярус, высота яруса, м	возраст, лет	высота, м	диаметр, см			
№ 1. Кв. 41, выд. 1 (гарь)	9С1С+С	1; 20	75; 35; 90	21; 10	22; 10	II	A2	Свежий (западный) бор (Свб)
№ 2. Кв. 41, выд. 3 (гарь)	6С2С2С	1; 18	85; 60; 30	21; 18; 10	24; 18; 8	III	A1	Сухой бор пологих всхолмлений (Сбп)
№ 3. Кв. 41, выд. 4 (контроль)	8С2С+С	1; 21	70; 95; 35	20; 23	22; 32	II	A2	Свежий (западный) бор (Свб)
№ 4. Кв. 41, выд. 6 (контроль)	4С2С2С	1; 17	85; 60; 30	21; 17; 9	26; 16; 8	III	A1	Сухой бор пологих всхолмлений (Сбп)

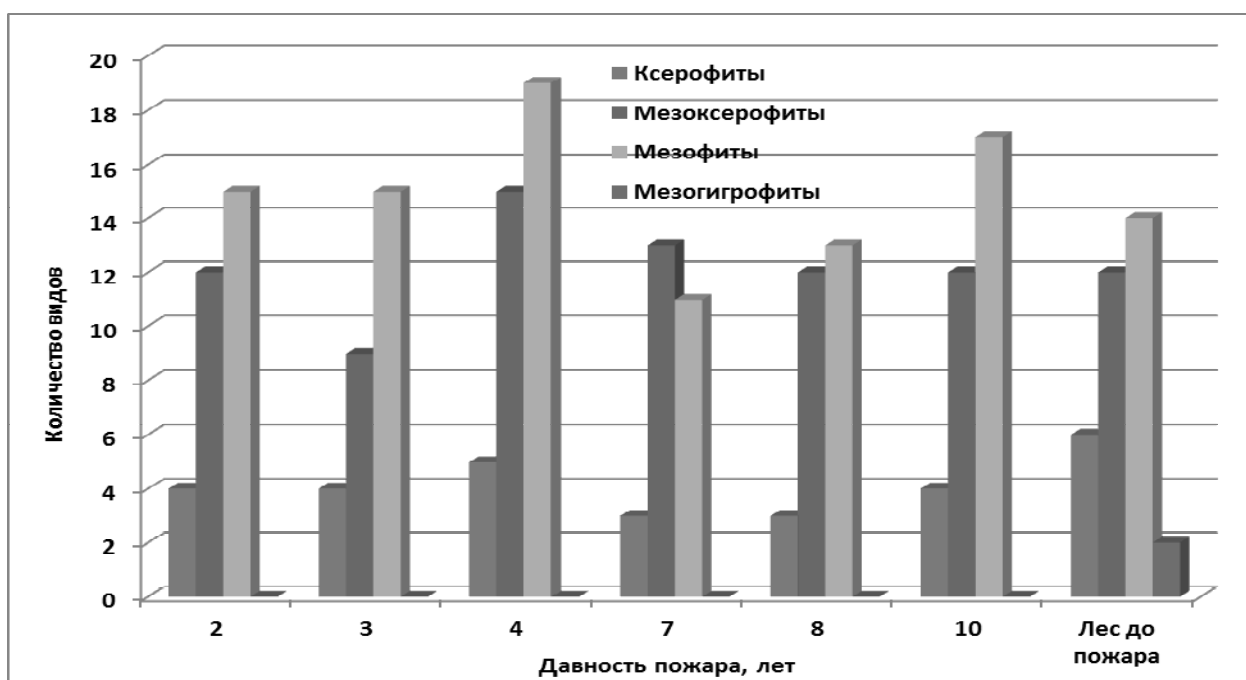


Рис. 1. Динамика экологических групп видов растений по отношению к влаге на гари 2006 г. в северо-восточной части Барнаульского ленточного бора

Динамика экологических групп видов растений по отношению к влаге на гари 2006 г. в северо-восточной части Барнаульского ленточного бора представлена на рисунке 1.

Ядро ценофлоры гарей представлено группой мезофитов, составляя в отдельные годы от 40,7 до 53,6%, а в контроле – 41,2% от общего числа видов. Среди них такие виды, как *Erigeron canadensis* (мелколепестник канадский), *Chamerion angustifolium* (кипрей узколистный), *Hieracium umbellatum* (ястребинка зонтичная) и др. На втором месте по доле участия группа мезоксерофитов – от 32,1 до 48,1%, в контроле – 35,3%. Виды группы приспособлены к переменным условиям увлажнения – от засушливых к свежим: *Carex ericetorum* (осока верещатниковая), *Calamagrostis epigeios* (вейник наземный) и др. На третьем месте группа ксерофитов – от 10,7 до 14,3%, в контроле – 17,6%. Ксерофиты принимают участие в сложении сообществ преимущественно на вершинах и южных склонах, в более засушливых условиях. Среди ксерофитов *Pinus sylvestris* (сосна обыкновенная), *Potentilla humifusa* (лапчатка распростёртая) и др. Группа мезогигрофитов отсутствует в ценофлоре гари, но в контроле насчитывает 5,9% от общего числа видов. Это типичные лесные виды растений, которые растут только под пологом леса: *Chimaphila umbellata* (зимолобка зонтичная), *Neottianthe succulata* (гнездоцветка клобучковая) и др. Резюми-

руя полученные данные, можно отметить, что режим увлажнения на гари смешанного типа, т.к. свежие участки чередуются с засушливыми, а древесный полог отсутствует. На протяжении прослеженных трех стадий сукцессии: мелколепестниковой (1-2 год), кипрейной (3-6 год), вейниковой (7-10 год) резких изменений в соотношении между группами видов по степени увлажнения не отмечено (рис. 1). Очевидно, что группа мезогигрофитов появится в ходе сукцессии только при наступлении лесных стадий – хвойных (смешанных) молодняков, средневозрастных насаждений, после восстановления древесного полога и микроклимата леса [5-7].

Динамика экологических групп видов растений по отношению к свету на гари 2006 г. в северо-восточной части Барнаульского ленточного бора представлена на рисунке 2.

Учитывая уровень освещенности на гари и под пологом леса, были выделены экологические группы видов растений по требовательности к свету: гелиофиты, факультативные гелиофиты, сциофиты. Большая часть видов на гари относится к группе факультативных гелиофитов, в отдельные годы составляя от 60,6 до 67,9%, в контроле – 61,8% от общего числа видов. Виды данной группы легче других «перестраиваются» под меняющийся в ходе сукцессии уровень освещения: *Calamagrostis epigeios* (вейник наземный), *Viola arenaria* (фиалка песчаная), *Antennaria dioica* (кошачья лап-

ка) и др. Второе место принадлежит группе гелиофитов – от 32,1 до 38,5%, в контроле – 23,5%. Это растения открытых мест с полным уровнем освещения принимают активное участие в сложении пирогенных сообществ: *Pinus sylvestris* (сосна обыкновенная), *Populus tremula* (осина), *Erigeron canadensis* (мелколепестник канадский) и др. Группа сциофитов – исключительно теневыносливых видов присутствует в сообществах только до пожара, составляя 14,7% (рис. 2). Это виды лесной ценотической принадлежности: *Orthilia secunda* (ортилия однобокая), *Chimaphila umbellata* (зимолюбка зонтичная), *Hypopytis monotropa* (подъельник обыкновенный) и др. Отсутствие сциофитов на данной гари за период 10 лет указывает на прохождение нелесных стадий пирогенной сукцессии, когда растительный покров сформирован травянистыми видами растений, не способными создать допозарное (лесное) затенение и поддерживать его.

Распределение видов растений ценофлоры гари на группы по отношению к почвенному плодородию (богатству) выполнено с учетом специфики почвенных особенностей в ленточных борах и на основе собственных многолетних наблюдений в природе. Были выделены группы видов: олиготрофы, олиго-мезотрофы, олиго-мегатрофы, мезотрофы, мегатрофы.

Динамика экологических групп видов растений по отношению к почвенному плодородию на гари 2006 г. в северо-восточной части Барнаульского ленточного бора представлена на рисунке 3.

В ходе пирогенной сукцессии соотношение экологических групп видов растений по отношению к почвенному плодородию не остается постоянным. В течение первых 7 лет после пожара преобладает группа олиготрофы, составляя от 39,3 до 43,5%, в контроле – 47,1% от общего числа видов. Сюда относятся: *Pinus sylvestris* (сосна обыкновенная), *Carex ericetorum* (осока верещатниковая), *Potentilla humifusa* (лапчатка распростёртая) и др. Эти нетребовательные к почвенному питанию виды составляют основу растительных сообществ типов леса сухой и свежий бор, бывших здесь до пожара. Доля олигофитов снижается с 8 по 10 год до 32,1-33,3%, уступая группе мезотрофов. Доля видов группы мезотрофов на гари в первые 7 лет составляет 32,3-40,7%, с 8-го по 10-й год увеличивается до 48,5%, в контроле – 38,2%. Мезотрофы – растения умеренного

почвенного плодородия, активно участвуют в послепожарной демутиации: *Solidago virgaurea* (золотая розга), *Populus tremula* (осина), *Lactuca serriola* (латук компасный) и др. На третьем месте по доле участия группа олиго-мезотрофов – виды, способные расти в диапазоне от бедных до умеренно плодородных почв, составляя от 12,8 до 18,2% в отдельные годы. Среди них *Calamagrostis epigeios* (вейник наземный), *Crepis tectorum* (скерда кровельная), *Oxytropis campanulata* (остролодочник колокольчатый) и др. Виды группы олиго-мегатрофов активно участвуют в сложении растительного покрова на начальных стадиях пирогенной сукцессии, хотя их доле участие небольшое: от 2,6 до 6,4%, в контроле – 2,9%. Это два вида: *Erigeron canadensis* (мелколепестник канадский), *Carex praecox* (осока ранняя). Характерным является присутствие только на гари видов группы мегатрофов – растений, произрастающих преимущественно на нарушенных (антропогенных) местообитаниях с плодородными почвами. Доля участия мегатрофов колеблется от 3,6 до 6,4%. Среди них *Rubus idaeus* (малина обыкновенная), *Sonchus arvensis* (осот полевой), *Artemisia vulgaris* (полынь обыкновенная). На начальных стадиях пирогенной сукцессии мегатрофы нередко принимают участие в сложении сообществ, не являясь, впрочем, доминирующими видами [8-10].

В качестве дополнительного вида анализа мы решили определить соотношение экологических групп видов по отношению к песчаному субстрату в ходе пирогенной сукцессии. Были выделены следующие группы: облигатные псаммофиты, факультативные псаммофиты и непсаммофиты. Ленточные боры приурочены к песчаным отложениям речного происхождения. В связи с этим в составе растительных сообществ ленточных боров принимают участие виды растений, способных произрастать на песчаных, песчано-каменистых, каменистых субстратах с очень низким содержанием питательных элементов, нередко сухих, очень сухих, особенно в верхних горизонтах. Виды псаммофиты принимают активное участие в послепожарных сукцессионных процессах [11].

Динамика экологических групп видов растений по отношению к песчаному субстрату на гари 2006 г. в северо-восточной части Барнаульского ленточного бора представлена на рисунке 4.

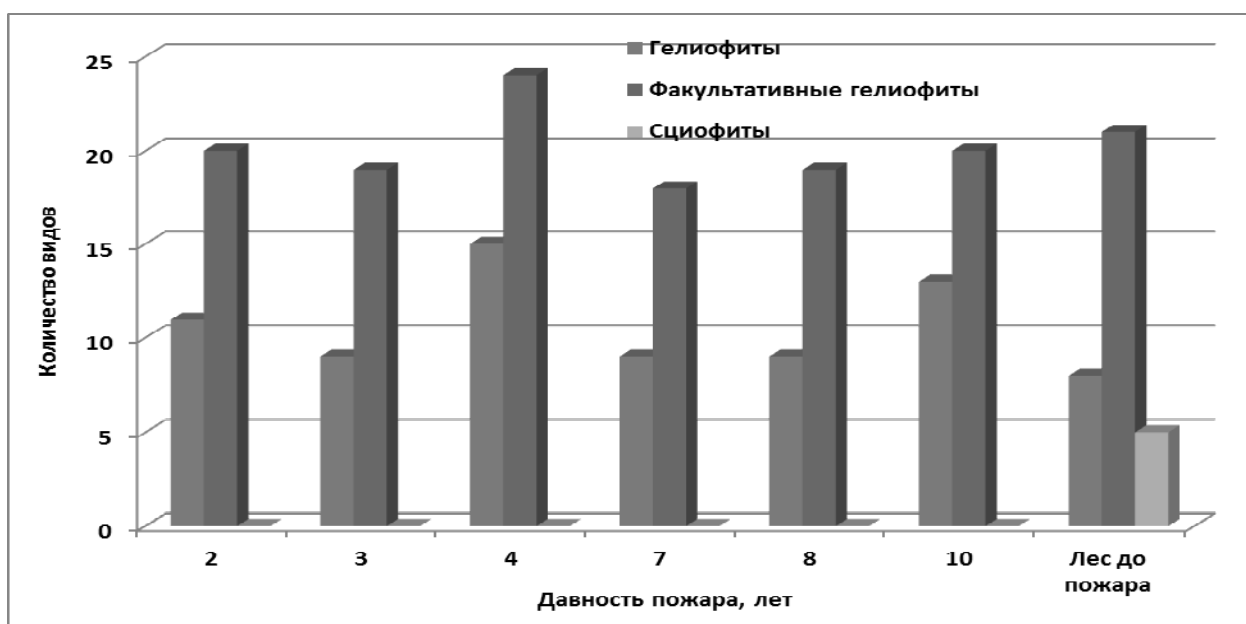


Рис. 2. Динамика экологических групп видов растений по отношению к свету на гари 2006 г. в северо-восточной части Барнаульского ленточного бора

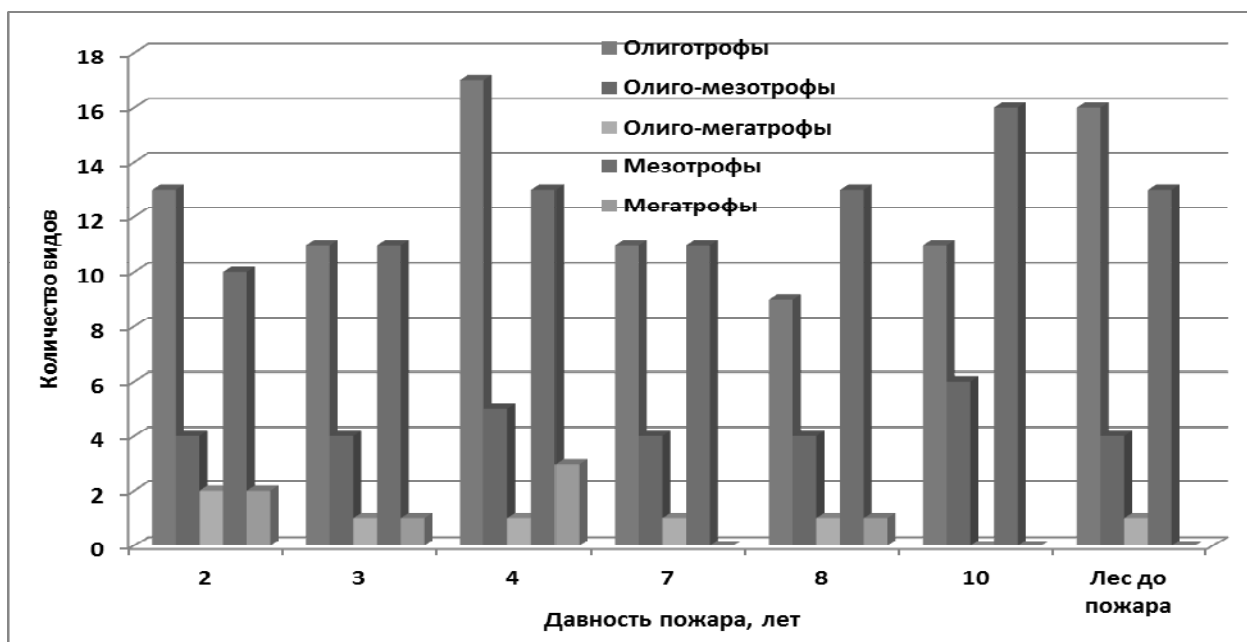


Рис. 3. Динамика экологических групп видов растений по отношению к почвенному плодородию на гари 2006 г. в северо-восточной части Барнаульского ленточного бора

Преобладает в составе ценофлоры гарей группа факультативных псаммофитов, способных успешно произрастать на песчаных и непесчаных почвах. Доля участия их колеблется от 43,6 до 53,6% в отдельные годы, в контроле – 50,0%. Сукцессионно активны *Calamagrostis epigeios* (вейник наземный), *Pinus sylvestris* (сосна обыкновенная), *Viola arenaria* (фиалка песчаная) и др. Второе место по доле участия в демулационных процессах принадлежит группе непсаммофитов – от 40,8 до 46,1%, в контроле – 41,2%. Среди них *Chamerion angustifolium* (кипрей узколистный),

Hieracium umbellatum (ястребинка зонтичная), *Trifolium lupinaster* (клевер люпиновый) и др. Участие группы облигатных псаммофитов в составе ценофлоры гари не превышает 10%, в контроле – 8,8%. К ним относятся: *Otites parviflora* (ушанка мелкоцветковая), *Koeleria glauca* (тонконог сизый), *Carex ericetorum* (осока верещатниковая) и др. Слабое доленое участие облигатных псаммофитов является характерным в северо-восточной части Барнаульского бора, т.к. обширных открытых песчаных субстратов здесь нет, в отличие от юго-западной части.

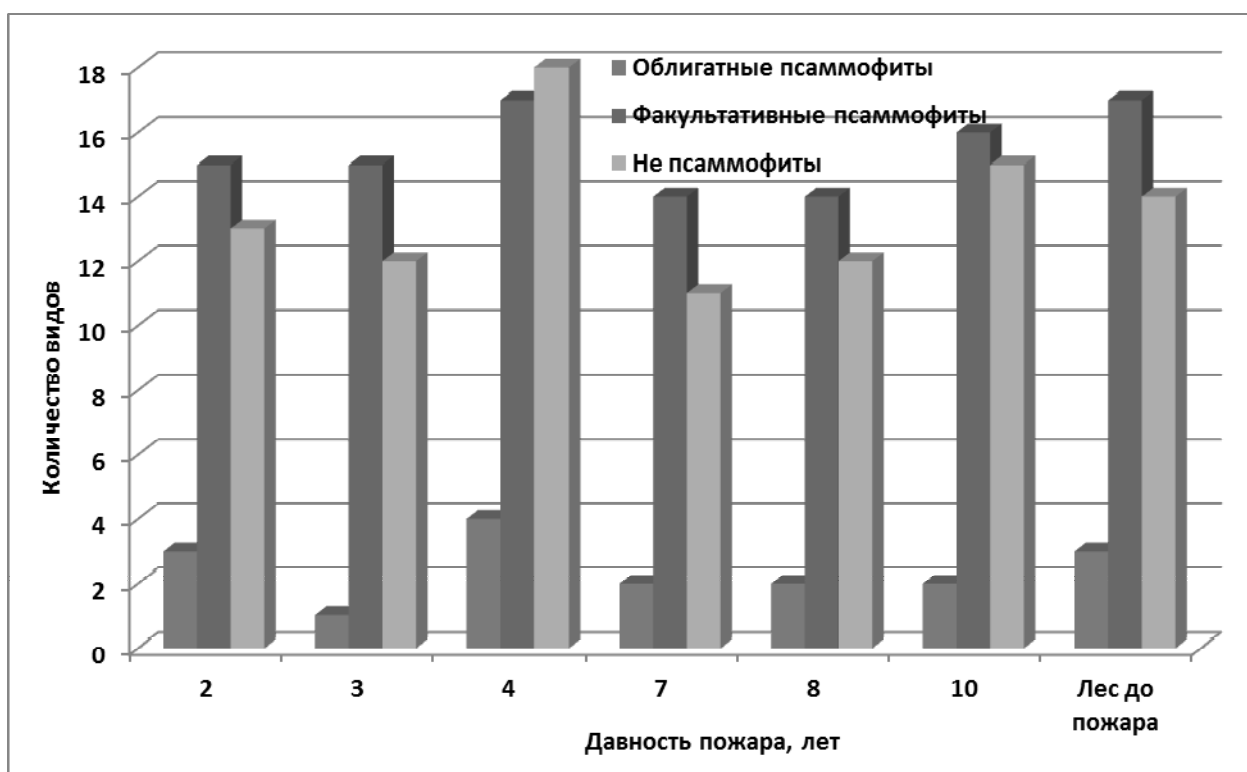


Рис. 4. Динамика экологических групп видов растений по отношению к песчаному субстрату на гари 2006 г. в северо-восточной части Барнаульского ленточного бора

Заключение

В ходе пирогенной сукцессии в составе ценофлоры гари 2006 г. в северо-восточной части Барнаульского ленточного бора среди экологических групп видов растений преобладают по отношению:

- к влаге – мезофиты;
- к свету – факультативные гелиофиты;
- к почвенному богатству – олиготрофы;
- к песчаному субстрату – факультативные псаммофиты.

Дополнительной характеристикой для первых 3 наблюдаемых стадий пирогенной сукцессии – мелкопестниковой (1-2 год), кипрейной (3-6 год), вейниковой (7-10 год) является отсутствие-присутствие отдельных экологических групп. На гари отсутствуют виды из групп мезогигрофиты и сциофиты, отмечены только в лесу до пожара; присутствуют виды из группы мегатрофы, отсутствуют в лесу до пожара.

Согласно выполненному экологическому анализу ценофлоры гари вышеперечисленные стадии пирогенной сукцессии относятся к нелесному этапу процесса восстановления лесной экосистемы. Сформировавшийся на месте гари растительный покров развиг по типу вторичного злаково-осочково-

разнотравного луга с активным возобновлением сосны.

Библиографический список

1. Раменский Л.Г. Избранные работы: проблемы и методы изучения растительного покрова. – Л.: Наука, 1971. – 334 с.
2. Понятовская А.А. Учет обилия и характера размещения растений в сообществах // Полевая геоботаника. – М.; Л.: Наука, 1964. – Т. 3. – С. 209-285.
3. Методы изучения лесных сообществ. – СПб.: НИИХимии СПбГУ, 2002. – 240 с.
4. Малиновских А.А., Куприянов А.Н. Пирогенные сукцессии в равнинных сосновых лесах южной части Западной Сибири: монография. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2015. – 208 с.
5. Маленко А.А., Малиновских А.А., Чичкарев А.С. Динамика горимости лесов юга Западной Сибири // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 6. – С. 68-72.
6. Малиновских А.А., Куприянов А.Н. Экологическая структура флоры гарей и этапы их зарастания в равнинных сосновых лесах Алтайского края // Сибирский эко-

логический журнал. – 2013. – № 5. – С. 653-660.

7. Шубин Д.А., Малиновских А.А., Залесов С.В. Влияние пожаров на компоненты лесного биогеоценоза в Верхне-Обском боровом массиве // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – № 6. – С. 205-208.

8. Малиновских А.А. Динамика встречаемости видов растений сосновых лесов Алтайского края после пожара 1997 года // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 8. – С. 62-65.

9. Макарычев С.В., Малиновских А.А., Болотов А.Г., Беховых Ю.В. Послепожарные изменения почв и особенности флоры гарей равнинных сосновых лесов Алтайского края // Ползуновский вестник. – 2011. – № 4-2. – С. 107-110.

10. Малиновских А.А. Экологическая структура конкретных флор сосновых лесов Алтайского края после пожара 1997 г. // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2011. – № 5. – С. 47-51.

11. Малиновских А.А., Куприянов А.Н., Заблоцкий В.И. Начальные этапы сингенеза растительного покрова гарей юго-западной части ленточных боров // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. – Барнаул, 2004. – Вып. 10. – С. 44-51.

References

1. Ramenskiy L.G. Izbrannye raboty: Problemy i metody izucheniya rastitelnogo pokrova. – L.: Nauka, 1971. – 334 s.

2. Ponyatovskaya A.A. Uchet obiliya i kharaktera razmeshcheniya rasteniy v soobshchestvakh // Polevaya geobotanika. – M.-L.: Nauka, 1964. – Т. 3. – С. 209-285.

3. Metody izucheniya lesnykh soobshchestv. – SPb.: NIIKhimii SPbGU, 2002. – 240 s.

4. Malinovskikh A.A., Kupriyanov A.N. Pirogennyye suksessii v ravninnykh sosnovykh lesakh yuzhnoy chasti Zapadnoy Sibiri: monografiya. – Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2015. – 208 s.

5. Malenko A.A., Malinovskikh A.A., Chichkarev A.S. Dinamika gorimosti lesov yuga Zapadnoy Sibiri // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – № 6. – С. 68-72.

6. Malinovskikh A.A., Kupriyanov A.N. Ekologicheskaya struktura flory garey i etapy ikh zarastaniya v ravninnykh sosnovykh lesakh Altayskogo kraya // Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal. – 2013. – № 5. – С. 653-660.

7. Shubin D.A., Malinovskikh A.A., Zalesov S.V. Vliyanie pozharov na komponenty lesnogo biogeotsenoza v Verkhne-Obskom borovom massive // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – № 6. – С. 205-208.

8. Malinovskikh A.A. Dinamika vstrechaemosti vidov rasteniy sosnovykh lesov Altayskogo kraya posle pozhara 1997 goda // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – № 8. – С. 62-65.

9. Makarychev S.V., Malinovskikh A.A., Bolotov A.G., Bekhovyykh Yu.V. Poslepozharные izmeneniya pochv i osobennosti flory garey ravninnykh sosnovykh lesov Altayskogo kraya // Polzunovskiy vestnik. – 2011. – № 4-2. – С. 107-110.

10. Malinovskikh A.A. Ekologicheskaya struktura konkretnykh flor sosnovykh lesov Altayskogo kraya posle pozhara 1997 g. // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2011. – № 5. – С. 47-51.

11. Malinovskikh A.A., Kupriyanov A.N., Zablotskiy V.I. Nachalnye etapy singeneza rastitelnogo pokrova garey yugo-zapadnoy chasti lенточnykh borov // Botanicheskie issledovaniya Sibiri i Kazakhstana. – Barnaul, 2004. – Vyp. 10. – С. 44-51.

