

THE FILTRATION CHARACTERISTIC OF FIR-SPRUCE FOREST SOILS (BASALT PLATEAU, MIDDLE SIKHOTE-ALIN)

G.N. BUTOVETS, G.A. GLADKOVA

Institute of Biology and Soil Science, FEB RAS

159, Prospect Stoletiya, VLADIVOSTOK, Russia, 690022, butovets@ibss.dvo.ru

The water permeability test under the field conditions in fir-spruce forest soils (basalt plateau, basins of the rivers Malaya Syetlaya, Bol'shaya Peya, Kaban'ya) made it possible to isolate the waterproof horizons. Under the conditions of normal water drainage they are appeared periodically (because of the heavy precipitation and during the snow melting) in the humus horizons (AO or AY). Higher filtration ability is characteristic for the heavy loam or clay illuvial horizons as a result of the presence here of the coarse fragments of basalt.

УДК 630.23(571.621)

ОСОБЕННОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ПОДРОСТА В ШИРОКОЛИСТВЕННО- КЕДРОВЫХ ЛЕСАХ ЗАПОВЕДНИКА «БАСТАК» В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОСТОЯНИЯ ВЕРХНИХ ЯРУСОВ ДРЕВОСТОЯ

A.C. ВОЗМИЩЕВА

690022 ВЛАДИВОСТОК, Проспект 100-летия Владивостока, 159

Биолого-почвенный институт ДВО РАН

Проанализирована зависимость качественно-количественных показателей подроста от состояния верхних ярусов. Среди факторов, влияющих на развитие молодых деревьев, были рассмотрены: избирательность к породе-доминанту, зависимость встречаемости и высоты особей подроста каждого вида от дистанции до края светового окна, а также от его характеристик: площади и относительной высоты.

Кедрово-широколиственные леса представляют собой растительную формацию, характеризующуюся богатым флористическим разнообразием, сложным многоярусным строением и разновозрастностью древостоев, сформированных видами с различной экологией и разной продолжительностью жизненного цикла. Это обуславливает сложные межвидовые и внутривидовые взаимоотношения в процессе естественной динамики поколений. Обычно кедрово-широколиственные леса имеют 4-5-ярусное строение и сильно развитую внеярусную растительность из деревянистых лиан и эпифитных споровых растений. При этом всегда хорошо развиты первый и второй ярусы древостоя, подлесок и травяной покров. Третий ярус обычно сильно разрежен и в ряде случаев трудно отделим от высокого яруса подлеска. Поскольку кроны верхних ярусов имеют разную плотность, количество света, проникающего через полог леса, неоднородно на различных участках. Также в пределах одной породы радиация изменяется в связи с изменением возраста и сомкнутости древостоев. При выпадении из состава первого и второго яруса крупных деревьев или их группы, в пологе леса образуются световые окна. На этих участках значительно возрастает влияние солнечной радиации. Данные обстоятельства объясняют сложный радиационный режим. От количества поступающих под полог леса солнечных лучей зависит температура почвы и воздуха, а следовательно, и процессы жизнедеятельности растений [1]. Также свет прямым образом влияет на фотосинтетическую активность, определяемую количеством солнечной радиации. В целом же, световые окна прямым образом влияют на структуру сообщества, сохранение видового разнообразия и стабильность всей экосистемы [9, 16, 24]. Поэтому для понимания естественной динамики широколиственно-кедровых лесов необходимо изучение влияния светового режима на подрост различных видов древесных растений.

На зависимость развития и распространения подроста древесных видов от светового режима указывают многие авторы [2, 3, 4 и др.]. Однако работ, посвященных детальному изучению влияния света на виды, входящие в состав широколиственно-кедровых лесов - немного, а рассмотренные в них факторы светового режима не отличаются разнообразием [7, 9]. Поэтому зависимость распределения и развития подроста древесных видов от солнечной радиации в зоне распространения этих лесов характеризуется малой изученностью. В связи с этим, целью данной работы является оценка влияния различных аспектов светового режима на подрост разных видов древесных растений.

Материалы и методика исследования. В работе использованы данные, впервые полученные на основе описаний 4 постоянных пробных площадей, заложенных в 2002 году, в течение полевых исследований в июле 2007 года в заповеднике Бастак.

В 2002 году на пробных площадях были произведены первичные измерения, носящие общий характер: определены средние параметры взрослого древостоя: диаметр, средняя высота, объем стволов и др.; возобновление не изучалось [6]. В 2007 году нами проведено детальное картирование положений стволов, измерения проекций крон, измерения высот и диаметров каждого дерева, а также детальные измерения возобновления. Была определена видовая принадлежность каждой древесной породы [8]. Визуально определили состояние каждой древесной породы (здоровое, фаутовое, сухое).

Выбор участков для постоянных пробных площадей, произведен с учетом критериев, рекомендованных методикой биогеоценотических исследований [5] и стандартными международными методиками [14].

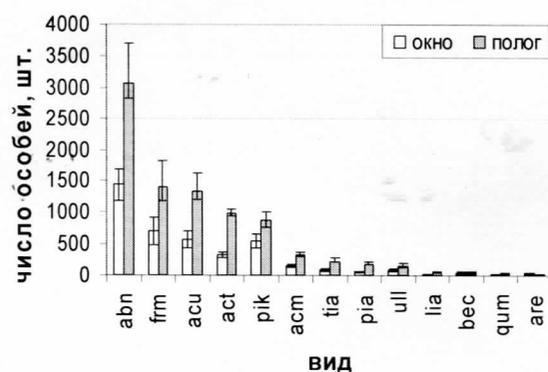
Полученные данные были проанализированы при помощи пакета статистических программ Statistica Realise 8. 0 (StatSoft Inc), Microsoft *Excel* 97. Изучены: количественное соотношение встречаемости подроста древесных видов под пологом и на открытых участках; зависимость встречаемости от породы-доминанты верхних ярусов; зависимость высоты и встречаемости от площади и высоты светового окна; зависимость встречаемости подроста от дистанции до края окна.

Результаты и обсуждение. Максимальный отмеченный размер окна в пологе широколиственно-хвойного леса – 443 м². Однако, большинство окон было размером меньше 100 м². Несмотря на то, что идеальной формой светового окна является гантелеобразная, с тремя зонами влияния [15, 24], большинство, все же, имело неправильную форму. Большая часть окон на исследованных пробных площадях были окружены кронами *Abies nephrolepis*.

На момент исследования на четырех постоянных пробных площадях произрастало 12763 особь подроста 21-го вида, высотой не более 6-ти метров. Диаметр ствола подроста не превышал 4 см. Для выявления закономерностей характера распределения подроста в зависимости от параметров светового окна и дистанции до края окна были проанализированы виды, численность которых превышала 50 особей (13 пород). Остальные виды, по причине невозможности получения достоверных результатов, не подвергались статистической обработке.

Изучив зависимость встречаемости особей подроста каждого вида от характера верхних ярусов, был выявлен ряд пород, произрастающих преимущественно под пологом леса. Общее же число особей подроста под пологом было более чем в два раза выше (8683 шт. против 4080 шт. подроста в окнах) (рис.1 а).

а)



б)

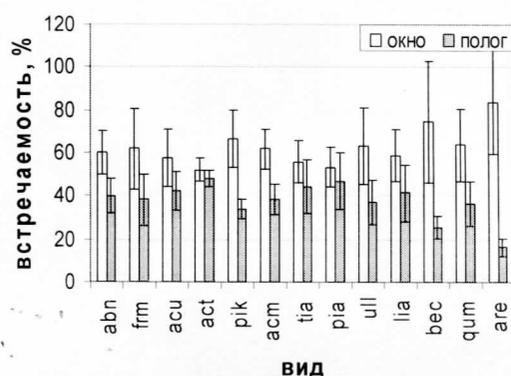


Рис. 1. Зависимость числа особей (а) и встречаемости (б) от состояния верхних ярусов

Однако, учитывая тот факт, что общая площадь световых окон в 3,22 раза меньше общей площади проективного покрытия (0,93 га/3 га), встречаемость под пологом леса несколько ниже у *Acer tegmentosum* (48%), *Picea ajanensis* (47%), *Tilia amurensis* (44%), *Acer ukurunduense* (42%), *Ligustrina amurensis* (41%), *Abies nephrolepis* (40%), *Acer mono* (38%), *Fraxinus mandshurica* (38%), *Ulmus laciniata* (37%), *Quercus mongolica* (36%), *Pinus koraiensis* (34%) (рис. 1 б). Среди видов, встреченных, в основном, в световых окнах были: *Betula costata* (75%) и *Aralia elata* (84%).

Также, в связи с неоднородными условиями освещенности под пологом леса, была выявлена зависимость встречаемости особей подроста каждого вида от породы-доминанта микрогруппировки (табл. 2).

Таблица 2. Зависимость встречаемости (в %) подроста различных видов от доминанты микрогруппировки.

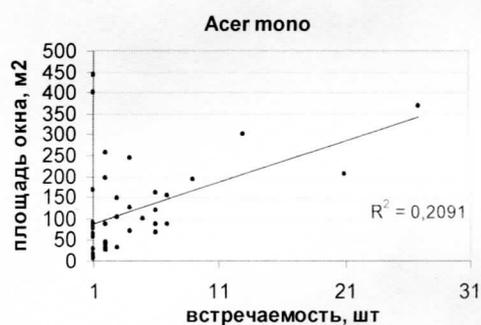
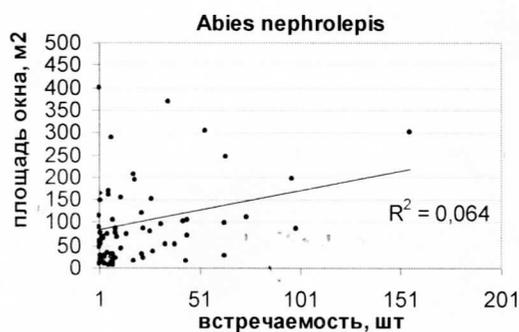
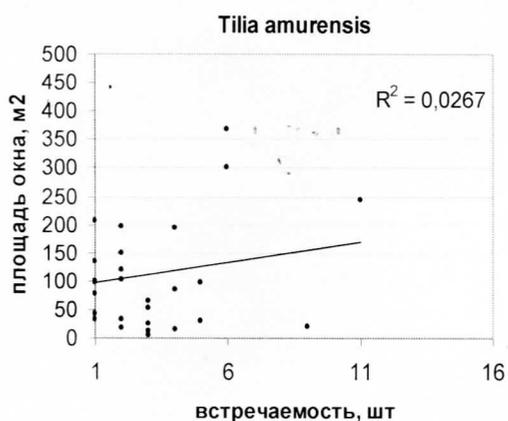
Подрост/Доминант	Ab n	Ac m	Bec	Bel	Frm	Pha	Pia	Pik	Tia	Bep	Lad
abn	14	1	7	9	2	1	5	18	7	30	3
acm	15	1	19	3	11	16	2	15	14	2	0
act	13	1	19	7	8	1	6	19	14	6	1
acu	19	1	7	8	2	0	7	20	15	18	1
frm	13	6	31	0	2	0	2	23	18	3	0
lia	4	4	21	2	8	0	2	8	21	9	21
pia	0	19	9	10	0	1	7	10	10	31	3
pik	19	2	16	5	6	2	5	9	16	13	4
tia	11	1	10	7	3	0	2	20	9	31	0
ull	23	7	22	0	7	1	4	26	7	0	0

Основная часть подроста *Abies nephrolepis* (30%) произрастает под *Pinus koraiensis* (18%) и *Abies nephrolepis* (14%). Встречаемость под другими породами незначительна (см. табл. 2). Число особей *Acer mono* было практически одинаковым (14-

19%) под пологом из *Tilia amurensis*, *Pinus koraiensis*, *Abies nephrolepis*, *Phellodendron amurense* и *Betula costata*. Однако, несмотря на то, что количество деревьев-доминантов *Phellodendron amurense* крайне невелико, а встречаемость остальных видов под этой породой не превышает 2%, встречаемость *Acer mono* (16%) на их фоне-выглядит весьма значительно. Подобные результаты получены при анализировании видов, встреченных под *Acer mono* и *Larix davurica*. Несмотря на то, что микрогруппировок с доминирующим участием этих пород мало, под первой из них произрастало 19% *Picea ajanensis*, а под второй – 21% *Ligustrina amurensis*. Доля подростка остальных видов, встреченных под этими породами, весьма незначительна. Основная часть особей подростка *Acer tegmentosum* и *Fraxinus mandshurica* была встречена под *Betula costata* (19 и 31%) и *Pinus koraiensis* (19 и 23%). Несколько ниже у этих видов показатели встречаемости под *Abies nephrolepis* (13%).

Практически одинаковое число особей *Acer ukurunduense* было обнаружено под *Pinus koraiensis*, *Abies nephrolepis* и *Betula platyphylla* (20, 19, 18%). Встречаемость этого вида под *Tilia amurensis* – несколько ниже (15%). Основная часть подростка *Ligustrina amurensis* произрастала под *Betula costata*, *Tilia amurensis* и *Larix davurica* (21%). Весьма значительная (31%) встречаемость подростка *Picea ajanensis* и *Tilia amurensis* обнаружена под *Betula platyphylla*. Практически одинаковые показатели у подростка *Pinus koraiensis*, произрастающего под *Abies nephrolepis* (19%), *Betula costata* (16%) и *Tilia amurensis* (16%), несколько ниже – под *Betula platyphylla* (16%). Основная часть подростка *Ulmus laciniata* практически с одинаковой частотой была встречена под *Pinus koraiensis* (26%), *Abies nephrolepis* (23%) и *Betula costata* (22%).

Изучив зависимость встречаемости особей каждого вида от площади светового окна, была выявлена тенденция к увеличению встречаемости на единицу площади при увеличении площади светового окна у всех видов (рис 2.). Наиболее она выражена у *Fraxinus mandshurica*, а наименее - у *Picea ajanensis*. Схожими невысокими показателями увеличения также характеризуются: *Acer ukurunduense*, *A. tegmentosum*, *Tilia amurensis*, и *Abies nephrolepis*. Встречаемость у *Acer mono* и *Pinus koraiensis* приближается к таковой у *Fraxinus mandshurica*.



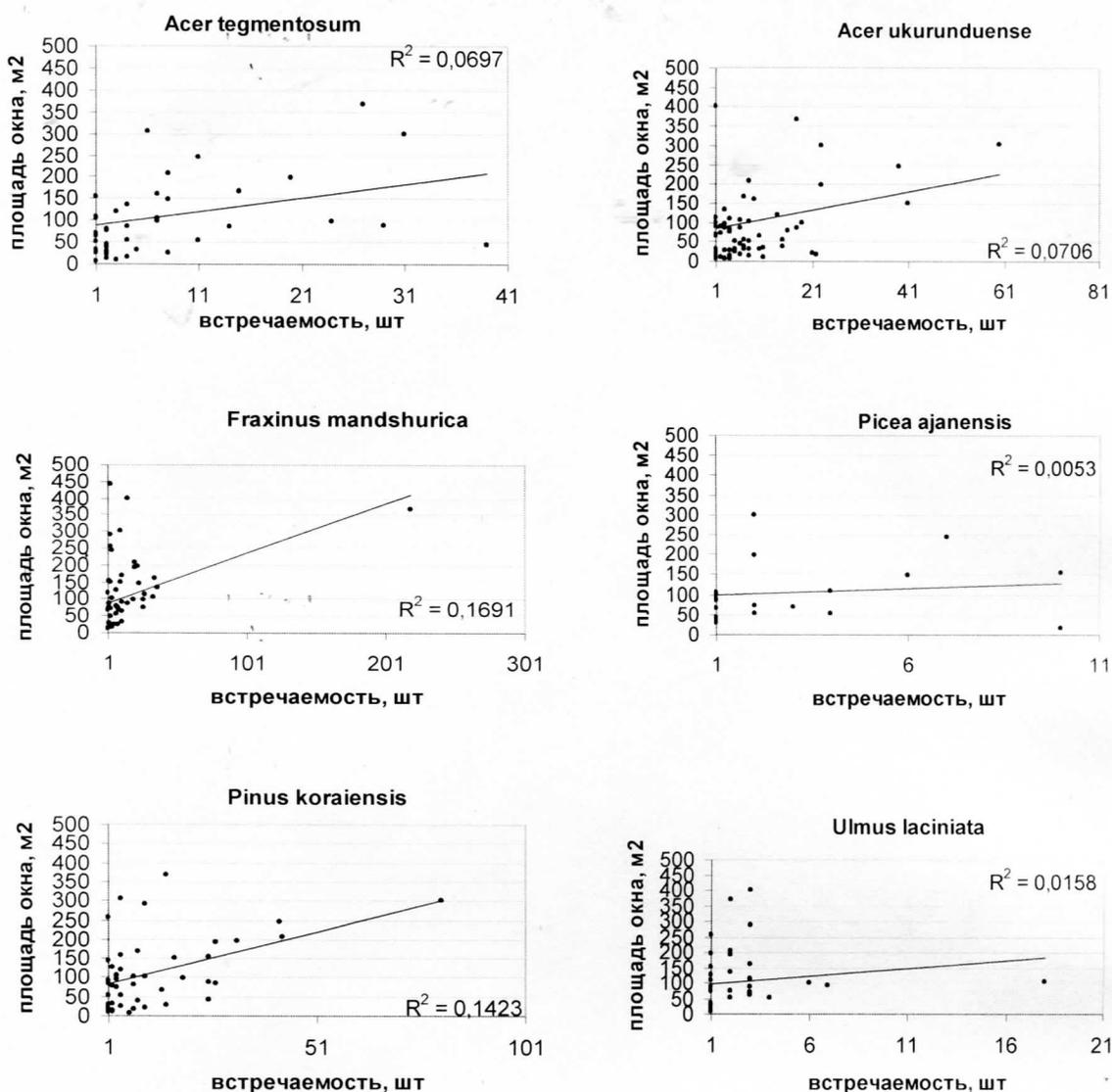


Рис. 2. Зависимость числа особей от площади светового окна.

Выявлена тенденция к увеличению средней высоты подроста с увеличением площади светового окна у всех основных видов, кроме *Abies nephrolepis* (высота особей не зависит от площади светового окна). Низкий подрост *Fraxinus mandshurica* был гораздо чаще встречен в окнах большей площади, чем все остальные виды с аналогичными ростовыми показателями. Однако с увеличением площади светового окна эти различия постепенно сглаживаются. Такой же высоты *Pinus koraiensis* и *Acer mono* были встречены в несколько меньших по площади световых окнах, хотя с увеличением площади тенденции к увеличению высоты больше у *Pinus koraiensis*. Наиболее чувствительны к состоянию верхних ярусов - *Tilia amurensis* и *Acer tegmentosum*, а наименее - *Fraxinus mandshurica* и *Picea ajanensis*.

Исследование зависимости высоты подроста от высоты светового окна у тех же видов выявило тенденцию к уменьшению средней высоты с увеличением высоты окна одинаковой площади. Используя показатель отношения высоты светового окна к его площади (H/S), обнаружена приуроченность низкого подроста *Tilia amurensis* (H/S=3,4) *Acer ukurunduense* (H/S=3,0) и *A. tegmentosum* (H/S=2,9) к световым окнам большей высоты, по сравнению с другими породами (H/S_{ср}=2,3). Однако, с увеличением относительной высоты светового окна, высоты подроста *Tilia amurensis* возрастает значительно больше, чем *Acer ukurunduense*. Высота подроста *Acer tegmentosum*, *A. mono*,

Abies nephrolepis и *Fraxinus mandshurica* практически не зависит от высоты светового окна.

Изучив зависимость встречаемости подроста всех видов от дистанции до края окна, было выявлено, что подрост *Acer mono* и *A. ukurunduense* произрастает на самом большом расстоянии от края светового окна (10,7 и 10,3 м). Дистанция до края окна у *Abies nephrolepis* и *Pinus koraiensis* несколько ниже (по 9,3 м). Почти одинаковые показатели у *Fraxinus mandshurica* и *Picea ajanensis* (8 и 7,5 м). Еще меньшей дистанцией характеризуется *Acer tegmentosum* (6,4 м), а ближе всего к краю окна растет *Tilia amurensis* (4,3 м).

Зависимость встречаемости на различной дистанции до края светового окна также значительно варьирует между изученными видами. У подроста *Acer tegmentosum* наблюдается небольшое увеличение численности на дистанции 0,6 м, а также увеличение численности особей на дистанции от 1,4 до 1,8 м. У *Abies nephrolepis* - постепенное уменьшение встречаемости с увеличением дистанции до 3 м, еще большее уменьшение до 5 м, а затем резкое снижение численности особей. У *Acer mono* большое число особей на дистанции 0 м и 1,6 м, а также резкое снижение на дистанции 3,3 м, 4,7 м и с 5,9 м. У *Acer ukurunduense* - постепенное снижение встречаемости, при увеличении дистанции, а с 5 м - резкое; на дистанции 0,8 м - небольшое увеличение. У *Fraxinus mandshurica* - также постепенное снижение численности, однако на дистанции 0,7 м - небольшое увеличение числа особей. У *Picea ajanensis* большая численность на дистанции до 0,2 м и 1,1 м, а с 2-х метров - резкое снижение. У *Pinus koraiensis* - значительное число особей на дистанции 0,5 м, 1,3 м, 1,8 м, а затем - постепенное уменьшение показателей встречаемости. У *Tilia amurensis* - увеличение численности на дистанции 0,1 м и 0,7 м, однако с 2, 5 м - резкое снижение встречаемости.

Выводы:

1. Большая часть подроста (52-64%) древесных растений произрастает в световых окнах. Наименьшая доля особей, встреченных под пологом, у *Betula costata* (75%) и *Aralia elata* (84%).

2. Избирательность к породе-доминанту, а также качественно-количественные характеристики встречаемости подроста - видоспецифичны.

3. Выявлена тенденция к увеличению встречаемости особей подроста при увеличении площади светового окна у всех пород. Скорость увеличения - видоспецифична.

4. Выявлена тенденция к увеличению высоты подроста с увеличением площади светового окна у всех видов, кроме *Abies nephrolepis* (зависимость не обнаружена). Скорость роста высоты - видоспецифична.

5. Выявлена тенденция к уменьшению высоты подроста при увеличении высоты светового окна. Степень зависимости при различной высоте варьирует у всех видов.

6. Выявлены частные особенности зависимости числа особей от дистанции до края светового окна. Подрост каждого вида характеризуется отличными от других видов особенностями.

7. В каждом из рассмотренных аспектов обнаружены виды, характеризующиеся схожими показателями, однако не выявлена явная связь между какими-либо двумя (или более) видами. Также не было выявлено вида, резко отличающегося по реакции на факторы светового режима. Это говорит с одной стороны о видоспецифичной избирательности к различным факторам светового режима, а с другой - о тесной взаимосвязи между подростом всех пород.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лащинский Н.Н. Структура и динамика сосновых лесов Нижнего Приангарья. Новосибирск. Наука, 1981. 271 с.
2. Молчанов А.А. Лес и климат. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 280 с.

3. Маслов А.А. Количественный анализ горизонтальной структуры лесных биогеоценоза. сообществ. М.: Наука, 1990.-160с.
4. Нестерович Н.Д., Г.И.Маргайлик, Влияние света на древесные растения, Минск: Наука и техника, 1969.
5. Программа и методика биогеоценологических исследований. Ред. Н.В.Дылис. М. : Наука, 1974. 403 с.
6. Рубцова Т.А. Растительный покров заповедника «Бастак» // Природа заповедника «Бастак»: тез. докл. Благовещенск: БГПУ, 2004. С. 9-13.
7. Солодухин Е.Д. Лесоводственные основы хозяйства в кедровых лесах Дальнего Востока. Владивосток: Дальневост. кн. изд-во, 1965. 367 с.
8. Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Т.4. // С.С.Харкевич; В.С.Новиков; Н.С.Пробатова и др. 1985. 398 с.
9. Чернышев В. Д. Взаимосвязь климата и растительности в Приморском крае [Текст] / В. Д. Чернышев; Горнотаежная станция им. В. Л. Комарова ДВО РАН (Горнотаежное). - // Растения в муссонном климате. - Владивосток, 1998. - С. 75-77.
10. Denslow J.S. Tropical rain forest gaps and tree species diversity // Ann. Rev. Ecol. Syst. 1987. Vol. 18. P. 431-451.
11. Kitajima K., Mulkey S.S., Wright S.J. Variation in crown light utilization characteristics among tropical canopy trees // Annals of Botany. 2005. pp. 535-47.
12. Lei T.T. Lechowicz M.J. Diverse responses of maple saplings to forest light regimes // Annals of Botany. 1998. Vol. 82. P. 9-19.
13. Lorimer C.G. Relative effects of small and large disturbances on temperate hardwood forest structure // Ecology. 1989. Vol. 70. P. 565-567.
14. Lutmerding H.A., Demarchi D.A., Lea E.C., Meidinger D.V., Vold T. Describing ecosystems in the field. Victoria, 1999. 260 p.
15. Oldeman R.A.A. Architecture and energy exchange of dicotyledonous trees in the forest // Tropical trees as living systems. 1978. P. 537-560.
16. Posada J.M., Lechowicz M.J., Kitajima K. Optimal photosynthetic use of light by tropical tree crowns achieved by adjustment of individual leaf angles and nitrogen content // Annals of Botany. 2009. Vol. 103, N 5. P. 795-805.
17. Runkle J.R. Disturbance regimes in temperate forests // Disturbance and Patch Dynamics. 1985. P. 17-33.
18. Runkle J.R. Gap regeneration in some old-growth forests of the eastern United States // Ecology. 1981. Vol. 62, N 4. P. 1041-1051.
19. Runkle J.R. Synchrony of regeneration, gaps, and latitudinal differences in tree species diversity // Ecology. 1989. Vol. 70. P. 546-547.
20. Shields J. M., Webster C.R., Nagel L.M. Factors influencing tree species diversity and *Betula alleghaniensis* establishment in silvicultural openings // Forestry. 2007. Vol. 80, N 3. P. 293-307.
21. Tabari M., Fayaz P., Espahbodi K., Staelens J., Nachtergale L. Response of oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) seedlings to canopy gap size // Forestry. 2005. Vol. 78. P. 443-450.
22. Takahashi K., Lechowicz M.J. Do interspecific differences in sapling growth traits contribute to the co-dominance of *Acer saccharum* and *Fagus grandifolia*? // Annals of Botany. P. 103-109.
23. Yamamoto S. Gap characteristics and gap regeneration in primary evergreen broad-leaved forests of western Japan // Bot. Mag. Tokyo. 1992. Vol. 105. P. 29-45.
24. Yamamoto S. Gap dynamics in climax *Fagus crenata* forests // Bot. Mag. Tokyo. 1989. Vol. 102. P. 93-114.
25. Yamamoto S. Gap phase dynamics in climax forests // Biological Science. (Tokyo). 1981. Vol. 33. P. 8-16.
26. Yamamoto S. Seedling recruitment of *Chamaecyparis obtusa* and *Sciadopitys verticillata* in different microenvironment in an old-growth *Sciadopitys verticillata* forest // Bot. Mag. Tokyo. 1988. Vol. 101. P. 61-71.
27. Yamamoto S. The gap theory in forest dynamics // Bot. Mag. Tokyo. 1992. Vol. 105. P. 375-383.