

Urals". 1986. pp. 69-76 [in Russian]

5. Shaburov V. I., Belyaeva I. V. Results of works on selection of willow trees in the Urals. *Lesy Urala i khozyaystvo v nikh*. 1995. Vol.18. pp. 119-126 [in Russian]

6. Shchepotev F. L., Pavlenko F. A. Fast-Growing tree species. Moscow. *Selkhozizdat*,

1962. 373 p. [in Russian]

7. Caslin B., Finnan J., Mc. Cracken A. Willow varietal identification guide. The AgriFood and Bioscience Institute in Belfast, Ireland. 2012. URL: https://www.teagasc.ie/media/website/publications/2012/Willow_Identification_Guide_2012.pdf.

УДК 630*18 : 630*231: 582.475

DOI: 10.34655/bgsha.2020.59.2.020

Н. В. Танцырев, Г. В. Андреев

ВЛИЯНИЕ КОНКУРЕНЦИИ МАТЕРИНСКОГО ДРЕВОСТОЯ НА РОСТ ПОДРОСТА КЕДРА СИБИРСКОГО НА ОСНОВНЫХ ТИПАХ СУБСТРАТА

Ключевые слова: *Pinus sibirica*; конкуренция древостоя; индексы корневой, световой, интегральной конкуренции; подрост; древесный валеж.

Под пологом кедровника травяно-зеленомошного в южной части Северного Урала с использованием ранее предложенного комплекса индексов световой, корневой и интегральной конкуренции древостоя проведен сравнительный анализ параметров подростка кедра 20-30-летнего возраста, произрастающего непосредственно на почвенном субстрате с моховым покровом и на микроповышениях, образованных лежащими на поверхности почвы полуразложившимися древесными стволами (валеже). На рост подростка кедра, произрастающего на почвенном субстрате, оказывают отрицательное комплексное влияние два основных определяющих фактора: световая конкуренция древостоя (уровень перехвата его пологом фотосинтетически активной радиации) и, почти равная ей, но несколько ниже, корневая конкуренция за почвенное питание. Теснота и достоверность отрицательной связи ($R^2 = 0,72$) средних за последние пять лет приростов терминальных побегов с комплексным индексом интегральной конкуренции древостоя превышает связи ($R^2 = 0,47-0,54$) с частными индексами этих факторов в 1,3-1,5 раза. На древесном валеже, где подрост кедра до определенной стадии своего развития находится вне корневой конкуренции, прослеживается отрицательная тесная связь ($R^2 = 0,71$) приростов терминальных побегов с влиянием световой конкуренции древостоя, близкая по своему уровню с комплексным влиянием световой и корневой конкуренции на рост подростка на почве. На обоих типах субстрата максимальные средние приросты терминальных побегов подростка кедра (10-15 см) наблюдаются при значении индекса световой конкуренции древостоя не более 20. С увеличением его значения в диапазоне 20-80 величина средних приростов сокращается в 10-15 раз до 0,5 -1 см. Но при одинаковом значении индекса световой конкуренции параметры подростка кедра, произрастающего на валеже, примерно в 1,5 раза выше, чем подростка на почвенном субстрате, что также иллюстрирует отрицательное влияние на него корневой конкуренции материнского древостоя.

N. Tantsyrev, G. Andreev

THE EFFECT OF MATERNAL FOREST COMPETITION ON THE GROWTH OF SIBERIAN STONE PINE UNDERGROWTH ON THE MAIN TYPES OF SUBSTRATE

Keywords: *Pinus sibirica*; stand competition; indices of root, light, integral competition; undergrowth; dead fallen tree stems.

Under the canopy of the grass-greenmoss Siberian stone pine forest in the southern part of the Northern Urals, using the previously proposed complex of light, root, and integral competition indices of the stand, a comparative analysis of the parameters of the Siberian stone pine undergrowth 20-30 years old, growing directly on the soil substrate with moss cover and on micro-elevations, formed by semi-decomposed tree steams, lying on the surface of the soil (dead fallen tree steams). Two main determining factors have a negative complex effect on the growth of the Siberian stone pine undergrowth, growing on soil substrate: the light competition of the stand (the level of photosynthetically active radiation interception by its canopy) and, almost equal to it, but slightly lower, the root competition for soil nutrition. The tightness and reliability of the negative relationship ($R^2 = 0.72$) of the average over the past five years growth of terminal shoots with a complex index of integral competition of the stand exceeds the relationship ($R^2 = 0.47-0.54$) with private indices of these factors of 1.3-1.5 times. On the dead fallen tree steams, where the Siberian stone pine undergrowth, until a certain stage of its development, is outside the root competition, a negative close relationship ($R^2 = 0.71$) of the growth of terminal shoots with the effect of light competition of the stand, close in level with the complex effect of light and root competition on the growth of its undergrowth on soil, is traced. On both types of substrate, the maximum average growths of the terminal shoots of Siberian stone pine undergrowth (10-15 cm) are observed when the index of light competition of the stand is no more than 20. With an increase in its value in the range of 20-80, the average growth rate decreases by 10-15 times to 0.5-1 cm. But with the same value of the light competition index, the parameters of the undergrowth, growing on dead fallen tree steams, are about 1.5 times higher than the undergrowth on the soil substrate, which also illustrates the negative effect of the maternal stand root competition on it.

Танцырев Николай Владимирович, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории популяционной биологии древесных растений и динамики леса; e-mail: 89502076608@mail.ru

Nicolay V. Tantsyrev, Candidate of Biological Science, Researcher of Laboratory of Population Biology of Woody Plants and Forest Dynamics; e-mail: 89502076608@mail.ru

Андреев Георгий Васильевич, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории популяционной биологии древесных растений и динамики леса; e-mail: 8061965@mail.ru

Georgiy V. Andreev Candidate of Agricultural Science, Researcher of Laboratory of Population Biology of Woody Plants and Forest Dynamics; e-mail: 8061965@mail.ru

ФГБУН Ботанический Сад УрО РАН, Екатеринбург, Россия

Botanical Garden, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russian Federation

Введение. В основе решения задачи устойчивого воспроизводства лесов лежит комплексное исследование сложных структурно-функциональных связей с внешними экологическими факторами и между всеми компонентами лесных экосистем

При изучении процессов возобновления кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) и формирования кедровых лесов до недавнего времени, несмотря на гетерогенность и парцеллярную структуру лесных экосистем [2, 14], давалась лишь общая количественная оценка

численности подроста в зависимости от типа леса, структуры и функций древостоя и других составляющих компонентов, влияния среднестатистических параметров условий среды и лишь некоторая констатация приуроченности всходов к определенному субстрату. Отмечаемая уникальная особенность кедра успешно расти и развиваться не только на почве, но и на покрытых мхами упавших полуразложившихся древесных стволах (валеже) и пнях, в которых кедровка (*Nucifraga caryocatactes macrorhynchos* Brehm) также прячет его семена [12, 13, 16, 17], рассматривалась лишь гипотетически, как некая приспособленность к этому типу субстрата. Совершенно иной, резко отличающийся от почвенного для возобновления кедра, в ряде случаев он более предпочитаем кедровкой для создания кормовых запасов.

Несколько больше внимания уделялось влиянию света на рост и состояние подроста. По общему признанию кедр, становясь по мере роста требовательным к свету, в начальные годы жизни отличается высокой теневыносливостью [4, 7; 15]. Причем недостаток света, вызванный световой конкуренцией древостоя, перехватом его пологом фотосинтетически активной радиации (ФАР), считается главным, определяющим фактором ограничения роста и развития подроста и других растений нижних ярусов во всех лесных экосистемах [3, 5, 6, 19, 20]. Между тем влияние на подпологовое возобновление конкуренции за почвенное питание сплошного переплетения корней всех компонентов леса, формирующих подземно-сомкнутую систему [9], рассматривалось гипотетически на качественном уровне. Более детальное изучение влияния общей конкуренции древостоев с обоснованием индекса его корневой конкуренции (ККД) в отношении подроста позволило установить приоритетность в ряде случаев данного фактора [9, 11].

Цель данной работы – сравнительный анализ роста подроста кедра под

пологом на почвенном субстрате и на микроповышениях из полуразложившегося древесного валежа (надпочвенный субстрат) с оценкой по отношению к нему материнского древостоя.

Объекты и методы исследований. Изучение структурно-функциональных связей подроста кедра сибирского с материнским древостоем на основе микроэкосистемного подхода [10, 11] проведено в послепожарном кедровнике травяно-зеленомошном 220-летнего возраста на границе Среднего и Северного Урала в предгорно-низкогорной части подзоны средней тайги его восточного макросклона (Новолялинское лесничество, Свердловская область). Древостой составом 7К2Е1П и относительной полнотой 0,86 (сумма площадей сечений 39,51 м²/га, средняя высота 24 м) по своей структуре не однороден: встречаются как сомкнутые участки с густым древостоем, так и прогалины, образовавшиеся в результате естественного вывала деревьев.

Сопряженный учет параметров древостоя и подроста кедра 20-30-летнего возраста без следов от механических повреждений проведен на 187 систематически размещенных круговых учетных площадках радиусом 7 м. Из них в центре 107 площадок модельный экземпляр подроста кедра произрастает на почвенном субстрате с моховым покровом (в основном, из *Pleurozium Schreberi*). В центре 80 площадок модельный экземпляр подроста произрастает на полуразложившемся древесном валеже, поверхность которого покрыта также *Pl. Schreberi*. Площадки выбирались без подлеска, с редким или единственным подростом, без его влияния [1, 18] на модельный экземпляр.

На каждой площадке определены диаметр всех деревьев на высоте 1,3 м, их высота и расстояние от них до модельного экземпляра подроста в ее центре, видовой состав и степень (по шкале 10 %) проективного покрытия живого напочвенного покрова, тип и доля участия напочвенного субстрата. По взятым у всех

деревьев на площадках возрастным буро-красным с помощью полуавтоматической установки Lintab-6 определены их возраст и радиальный прирост за последние пять лет, на основании которого был рассчитан их прирост по объему. У каждого модельного экземпляра подростка кедровника определены возраст, высота, диаметр корневой шейки и кроны, длина хвои и средний вертикальный прирост терминального побега за последние пять лет. У 42 экземпляров подростка, произрастающих на древесном валеже, определена длина корневой системы и ее распространение по валежу. Оценка конкуренции древостоя в центрах круговых учетных площадок проведена по разработанной Н.С. Санниковой [9-11] методике с применением индексов световой (перехвата древостоем ФАР), корневой (ККД) и интегральной конкуренции древостоя.

Результаты и их обсуждение. В исследуемом кедровнике на круговых площадках в среднем располагается от 3 до 16 деревьев, из них кедровника средним диаметром 40 см – 1–8, ели или пихты средним диаметром 22 см – не более пяти. Подрост кедровника разного возраста в равной степени встречается как в прогалинах, так и под сомкнутым пологом, где проникающая ФАР не превышает 10-20 % (средний индекс световой конкуренции ($I_{скд}$) – $49,9 \pm 1,3$).

Неоднократно отмечалось, что в сомкнутых древостоях подрост кедровника

находится в угнетенном состоянии, где его прирост по высоте к 20-30-летнему возрасту почти прекращается, а его успешный рост и развитие возможны лишь в «окнах» их полога [4, 6, 11; 13, 21]. Согласно полученным результатам наибольшие средние приросты терминальных побегов (12-15 см) подростка кедровника, произрастающего на почвенном субстрате, наблюдается в прогалинах, где среднее значение индекса конкуренции за ФАР ($I_{скд}$) около 15 и индекса корневой конкуренции древостоя ($I_{ккд}$) – 0,04-0,06. С дальнейшим увеличением в 3-4 раза $I_{скд}$ в диапазоне 20-80 и $I_{ккд}$ в диапазоне от 0,04-0,05 до 0,15-0,17 средняя длина терминальных побегов подростка уменьшилась с 7,8 до 0,5 см/год, т.е. почти в 15 раз. В целом, прослеживается отрицательная связь ($R^2 = 0,54$; $p > 0,05$) средних годовых приростов терминальных побегов подростка кедровника с индексом конкуренции древостоя за ФАР (рис. 1а) и близкая к ней, хотя и несколько ниже, связь ($R^2 = 0,47$; $p > 0,05$) с индексом ККД (рис. 1б). При этом теснота и достоверность отрицательной связи ($R^2 = 0,72$; $p > 0,05$) средних приростов терминальных побегов с комплексным индексом интегральной конкуренции древостоя ($I_{кскд}$) (рис. 1в) превышает связи с этими частными индексами в 1,3-1,5 раза. Это доказывает именно комплексное совместное влияние этих основных факторов, определяющих рост и развитие подростка.

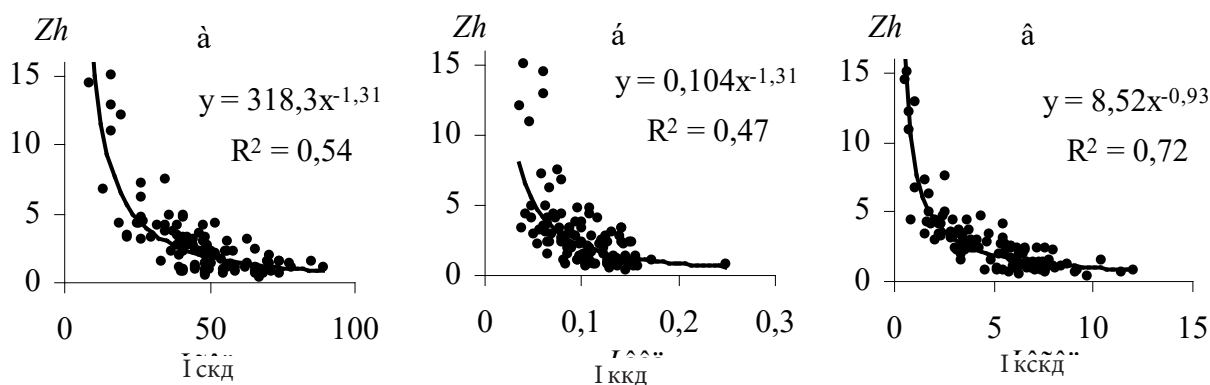


Рисунок 1. Связь средних годовых приростов терминальных побегов (Z_h , см) подростка с индексами световой (а), корневой (б) и интегральной конкуренции (в) материнского кедровника

Одновременно очень близкая к ней проявляется тесная отрицательная связь ($R^2 = 0,71$; $p < 0,05$) с индексом световой конкуренции средних годовичных приростов терминальных побегов

подроста, произрастающего на древесном валеже (рис. 2). При этом, с увеличением $I_{скд}$ в четыре раза (также в диапазоне 20-80) их средняя длина уменьшается лишь в 10 раз (с 10 до 1 см).

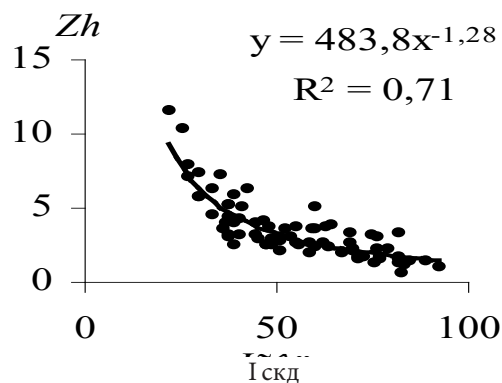


Рисунок 2. Связь годовичного прироста терминальных побегов подроста кедр на древесном валеже с индексом световой конкуренции материнского кедровника.

Zh – средний годовичный прирост, см

Согласно выявленной достоверной связи ($R^2 = 0,87$; $p < 0,05$) длина корней подроста кедр высотой до 60-70 см на валеже не превышает 40 см (рис. 3). Доля участия в напочвенном покрове микроповышений высотой $42 \pm 1,3$ см, образованных из полуразложившихся лежащих древесных стволов кедр, сосны и лиственницы, поверхность которых покрыта зелеными мхами, составляет $5,1 \pm 0,6$ %, неразложившегося древесного валежа (в будущем потенциальный субстрат) – $2,1 \pm 0,5$ %. Корни распространяются вдоль лежащего древесного ствола по его поверхности в полуразложившейся заболонной части

под моховым покровом, не достигая поверхности почвы. Кроме того, моховой покров в нижней части крупного валежа не соприкасается с напочвенными мхами, образуя воздушные пустоты и разрывы, что также препятствует проникновению корней подроста кедр в почву. При этом ядровая часть ствола может быть не подвержена гниению в течение многих лет. Тем самым, до определенного возраста и высоты подроста его корневая система не достигает поверхности почвы, что исключает в его развитии почвенное питание и влияние корневой конкуренции других растений.

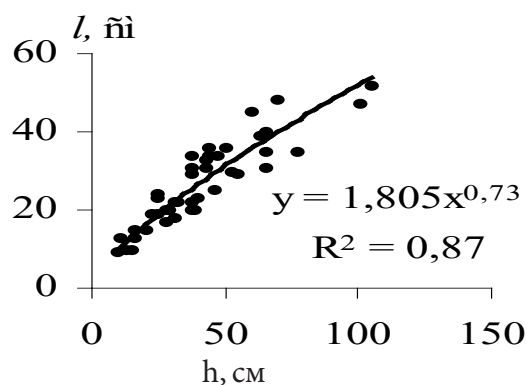


Рисунок 3. Связь длины корневой системы (l , см) с высотой подроста (h , см) кедр на полуразложившемся древесном валеже

Сравнивая параметры подроста, произрастающего на почве и на полуразложившемся древесном валеже при одинаковом уровне проникающей под полог ФАР, выявлен более интенсивный его рост на валеже. В том числе и под сомкнутым пологом, где подрост угнетен и средние значения его параметров очень близки на обоих типах субстрата. Тем не менее, при одинаковом

значении $I_{скд}$ средние параметры относительно одновозрастного подроста кедр, произрастающего на валеже, во всех случаях (в прогалинах, при средней освещенности и под сомкнутым пологом) превышают таковые подроста на почвенном субстрате в 1,4-1,6 раз (табл.). Это может наглядно иллюстрировать дополнительное отрицательное влияние корневой конкуренции материнского древостоя на последний.

Таблица – Параметры подроста кедр 20-30-летнего возраста на основных типах субстрата при соответствующих значениях $I_{скд}$

Диапазон значений $I_{скд}$		20-30	45-55	70-89
параметры подроста кедр на почвенном субстрате с моховым покровом	h	$91 \pm 9,3$	$47 \pm 3,8$	$31 \pm 2,9$
	Zh	$4,7 \pm 0,42$	$2,3 \pm 0,2$	$1,2 \pm 0,11$
параметры подроста кедр на древесном валеже (надпочвенный субстрат) с моховым покровом	$Dкр$	48	22	16
	$dkш$	$1,8 \pm 0,18$	$0,8 \pm 0,1$	$0,6 \pm 0,05$
параметры подроста кедр на почвенном субстрате с моховым покровом	h	$113 \pm 6,7$	$66 \pm 5,0$	$43 \pm 4,9$
	Zh	$8,0 \pm 0,77$	$3,2 \pm 0,14$	$1,9 \pm 0,15$
параметры подроста кедр на древесном валеже (надпочвенный субстрат) с моховым покровом	$Dкр$	54	30	17
	$dkш$	$2,3 \pm 0,17$	$1,3 \pm 0,12$	$0,7 \pm 0,13$

h – средняя высота подроста, см; Zh – средний вертикальный годичный прирост терминального побега, см; $Dкр$ – диаметр кроны, см; $dkш$ – диаметр корневой шейки (основания ствола) подроста, см

В целом, под материнским пологом величины средних приростов терминальных побегов подроста на валеже выше почти в 1,5 раза, чем подроста на почве, уже начиная примерно с 3-летнего возраста. На открытых гарях и вырубках при 100 %-й ФАР подрост кедр первых генераций, произрастающего как на том, так и на другом типе субстрата, обладает почти одинаковой энергией роста и к 10-летнему возрасту достигает высоты в среднем 65-70 см [17]. Возможно, кедр на древесном валеже до определенного времени успешно растет без почвенного минерального питания, довольствуясь органическими соединениями, образующимися в процессе разложения древесины.

Заключение. Применение ранее предложенного и апробированного комплекса индексов конкуренции древостоя позволило установить совместное, примерно равное, влияние корневой и, с небольшим преобладанием, световой

конкуренции материнского древостоя, определяющее рост подроста кедр под его пологом на почвенном субстрате. Основным фактором, определяющим его рост на микроповышениях из полуразложившегося древесного валежа до стадии проникновения корневой системы в почву и, как следствие, без влияния корневой конкуренции древостоя является перехват пологом фотосинтетически активной радиации (световая конкуренция древостоя). Теснота и достоверность связи средних приростов терминальных побегов подроста кедр на валеже с индексом световой конкуренции древостоя близка к связи средних приростов терминальных побегов подроста на почвенном субстрате с индексом интегральной конкуренции древостоя, которая превышает его связи с частными индексами корневой и световой конкуренции в 1,3-1,5 раза. При одинаковом уровне проникающей фотосинтетической активной радиации

параметры подроста кедра на валеже без влияния корневой конкуренции материнского древостоя превышают параметры подроста на почвенном субстрате при совместном влиянии на него

световой и корневой конкуренции примерно в 1,5 раза, что также может наглядно иллюстрировать отрицательное влияние последней.

Работа выполнена в рамках государственного задания Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ботанический Сад УрО РАН (номер гос. регистрации АААА-А17-117072810009-8).

Библиографический список

1. Возмищева А.С. Пространственная структура подроста ключевых видов северных кедрово-широколиственных лесов Дальнего Востока // Научные труды государственного природного заповедника «Присурский». – 2015. – Т. 30. – Вып. 1. – С. 79–84.
2. Дылис Н.В. Основы биогеоценологии. – М.: Изд-во МГУ, 1978. – 150 с.
3. Карев Г.П. О математических моделях популяций растений / Экология популяций. – М.: Наука, 1991. – С.229-238.
4. Кирсанов В.А., Петров М.Ф. Об отношении кедра сибирского к интенсивности освещения // Лесоведение. – 1972. – № 5. – С. 89-91.
5. Колобов А.Н. Моделирование пространственно-временной динамики древесных сообществ: индивидуально-ориентированный подход // Лесоведение. – 2014. – №5. – С. 72–82.
6. Корзухин М.Д., Тер-Микаэлян М.Г. Конкуренция за свет и динамика модельных особей, независимо распределенных по плоскости / Проблемы экологического мониторинга и моделирование экосистем. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – Т. 5. – С. 242-248.
7. Поварницын В.А. Кедровые леса СССР. – Красноярск: Изд-во СибЛТИ, 1944. – 220 с.
8. Поляков В.И., Семечкин И.В. Динамика и устойчивость черневых кедровников Западного Саяна // Лесоведение. – 2004. – № 2. – С. 12–19.
9. Санников С.Н., Санникова Н.С. Лес как подземно-сомкнутая дендроценоэкосистема // Сибирский лесной журнал. – 2014. – № 1. С. 25-34.
10. Санникова Н.С. Микроэкосистемный анализ ценопопуляций древесных растений. – Екатеринбург: Наука, УрО РАН, 1992. – 65 с.
11. Санникова Н.С., Санников С.Н., Петрова И.В., Мишихина Ю.Д., Черепанова О.Е. Факторы конкуренции древостоя-эдификатора: количественный анализ и синтез // Экология. – 2012. – № 6. – С. 403-409.
12. Семечкин И.В. Структура и динамика кедровников Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – 253 с.
13. Смолоногов Е.П. Эколого-географическая дифференциация и динамика кедровых лесов Урала и Западно-Сибирской равнины (эколого-лесоводственные основы оптимизации хозяйства). – Свердловск: РИСО УрО АН СССР, 1990. – 288 с.
14. Сукачев В.Н. Основные понятия лесной биогеоценологии / Основы лесной биогеоценологии. – М.: Наука, 1964. – С. 5-49.
15. Таланцев Н.К. Кедр. – М.: Лесная пром-сть, 1981. – 96 с.
16. Таланцев Н.К., Пряжников А.Н., Мишуков Н.П. Кедровые леса. – М.: Лесная пром-сть, 1978. – 176 с.
17. Танцырев Н.В. Влияние рубок ухода в производных сосняках на последующее возобновление кедра сибирского // Леса России и хозяйство в них. – 2016. – №1(56). – С.25-32.
18. Aubin I., Messier C., Kneeshaw D. Population structure and growth acclimation of mountain maple along a successional gradient in the southern boreal forest // Ecoscience. 2005. V. 12. pp. 540–548.
19. Fraver S., D'Amato A., Bradford J.B., Jonsson B.G., Jonsson M., Esseen P.A. Tree

growth and competition in an old-growth *Picea abies* forest of boreal Sweden: influence of tree spatial patterning // *Journal of Vegetation Science*. 2014. V. 25. pp. 374–385.

20. Pukkala T. Methods describe the competition process in a tree stand. // *Scand. J. Forest. Res.* 1989. V. 4. № 2. p. 187-202.

21. Zhang J., Hao Z.Q., Song B., Ye J., Li B.H., Yao X.L. Spatial distribution patterns and associations of *Pinus koraiensis* and *Tilia amurensis* in broad-leaved Korean pine mixed forest in Changbai Mountains // *Chin. J. Appl. Ecol.* 2007. V. 18 (8). pp. 1681–1687.

1. Vozmishcheva A.S. Key species sapling spatial pattern of the northern broad-leaved Korean pine forest of the Far East. Scientific proceedings of the State Nature Reserve «Prisursky». 2015. V. 30, release 1. pp. 79-84 [in Russian]

2. Dylis N.V. Fundamentals of biogeocenology. Moscow. Publishing House MGU. 1978. 150 p. [in Russian]

3. Karev G.P. On mathematical models of plant populations. Ecology of populations. Moscow. *Nauka*. 1991, pp. 229–238 [in Russian]

4. Kirsanov V.A., Petrov M.F. On the ratio of siberian stone pine to light intensity. *Lesovedenie*. 1972. No 5, pp. 89-91 [in Russian]

5. Kolobov A.N. Modeling of spatiotemporal dynamics of the wooden communities: individual aligned approach. *Lesovedenie*. 2014. No 5. pp. 72-82 [in Russian]

6. Korzukhin M.D., Ter-Mikaelyan M.G. Competition for light and dynamics of model individuals, independently distributed on the plane. Problems of environmental monitoring and ecosystem modeling. Leningrad. *Gidrometioizdat*. 1982. Vol. 5. pp. 242-248 [in Russian]

7. Povarnitsyn V.A. Siberian stone pine forests of the USSR. Krasnoyarsk. Publishing House SibLTI. 1944. 220 p. [in Russian]

8. Polyakov V.I., Semechkin I.V. Dynamics and stability Siberian stone pine forests of Western Sayan. *Lesovedenie*. 2004. No. 2. pp. 12-19 [in Russian]

9. Sannikov S.N., Sannikova N.S. Forest as an underground-closed dendrocene

ecosystem. *Sibirskiy lesnoy zhurnal*. 2014. No1. pp. 25-34 [in Russian]

10. Sannikova N.S. Microecosystem analysis of coenopopulations of woody plants. Ekaterinburg. *Nauka. UrO RAN*. 1992. 65 p. [in Russian]

11. Sannikova N.S., Sannikov S.N., Petrova I.V., Mishchikhina Y.D., Cherepanova O.E. Competitive factors stand-edificator: quantitative analysis and synthesis. Ecology. No 6. 2012. pp. 1-7 [in Russian]

12. Semechkin I.V. Structure and dynamic of siberian stone pine forests in Siberia. Novosibirsk. Publishing House SB RAS. 2002. 253 p. [in Russian]

13. Smolonogov E.P. Ecological and geographical differentiation and dynamics of siberian stone pine forests of the Urals and West Siberian Plain (ecological and forestry bases of optimization of the economy). Sverdlovsk. *RISO UrO RAN*. 1990. 288 p. [in Russian]

14. Sukachev V.N. Basic concepts of forest biogeocenology. Fundamentals of forest biogeocenology. Moscow. *Nauka*. 1964. pp. 5-49 [in Russian]

15. Talantsev N.K. Siberian stone pine. Moscow. *Lesnaya promyshlennost*. 1981. 96 p. [in Russian]

16. Talantsev N.K., Pryazhnicov A.N., Mishukov N.P. Siberian stone pine forests. Moscow. *Lesnaya promyshlennost*. 1978. 176 p. [in Russian]

17. Tantsyrev N.V. Effect of care fellings in derivative pine stands on the following siberian stone pine regeneration. Forests of Russia and their economy. 2016. No 1 (65). pp. 25-32 [in Russian]

18. Aubin I., Messier C., Kneeshaw D. Population structure and growth acclimation of mountain maple along a successional gradient in the southern boreal forest. *Ecoscience*. 2005. V12. pp. 540–548.

19. Fraver S., D'Amato A., Bradford J.B., Jonsson B.G., Jonsson M., Esseen P.A. Tree growth and competition in an old-growth *Picea abies* forest of boreal Sweden: influence of tree spatial patterning. *Journal of Vegetation Science*. 2014. V. 25. pp. 374–385.

20. Pukkala T. Methods describe the competition process in a tree stand. // *Scand.*

J. Forest. Res. 1989. V. 4. № 2. p. 187-202
21. Zhang J., Hao Z.Q., Song B., Ye J.,
Li B.H., Yao X.L. Spatial distribution patterns
and associations of *Pinus koraiensis* and *Tilia*

amurensis in broad-leaved Korean pine mixed
forest in Changbai Mountains. Chin. J. Appl.
Ecol. 2007. V. 18 (8). pp. 1681–1687.

УДК 581.522

DOI: 10.34655/bgsha.2020.59.2.021

Е.А. Тишкина

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАКИТНИКА РУССКОГО *CHAMAECYTISUS RUTHENICUS* (FISCH. EX WOL.) KLASK. В КЕРЖЕНСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ

Ключевые слова: *Chamaecytisus ruthenicus*, ценопопуляция, онтогенетическая и демографическая структура, виталитетный спектр, морфологические параметры.

Статья посвящена исследованию биологических особенностей раkitника русского *Chamaecytisus ruthenicus*. Изучена онтогенетическая, демографическая структура и жизненное состояние данного вида. Дана оценка состояния ценопопуляций *Chamaecytisus ruthenicus* в хвойно-широколиственных лесах в буферной зоне Керженского заповедника Нижегородской области. Исследованные ценопопуляции являются нормальными неполночленными, но способными к самоподдержанию. Отсутствие различных состояний особей генеративного и постгенеративного периодов в отдельных случаях объясняется сукцессионным состоянием ценопопуляций. В онтогенезе *Chamaecytisus ruthenicus* выделены 3 периода и 6 онтогенетических состояний. Характерным типом спектра является левосторонний. Преобладание прегенеративной фракции определяет изученные ценопопуляции, как молодые и переходные. Об этом свидетельствуют индексы восстановления и замещения. Они в большинстве ценопопуляций раkitника выше единицы, это говорит об успешном семенном возобновлении. Почти нулевые отметки индекса старения объясняются выпадением большинства особей в генеративном периоде. Установлено, что все ценопопуляции относятся к слабоповрежденным. При корреляционном анализе установлено, что морфологические параметры раkitника зависят от сомкнутости древесного полога. Чем выше сомкнутость, тем больше площадь проекции и объем кроны и тем меньше плотность ценопопуляции, а с увеличением сомкнутости древесного полога раkitник полностью исчезает. На основе анализа демографических показателей и ряда организменных и популяционных признаков было оценено состояние ценопопуляций вида. В результате выявлено, что наиболее благоприятные условия для существования раkitника являются в березняке орляковом.

E. Tishkina

BIOLOGICAL PECULIARITIES OF *CHAMAECYTISUS RUTHENICUS* (FISCH. EX WOL.) KLASK. IN THE KERZHENSKIY STATE NATURE RESERVE

Keywords: *Chamaecytisus ruthenicus*, coenopopulation, ontogenetic and demographic structure, vitalitet spectrum, morphological parameters.

The article is devoted to the study of biological features of *Chamaecytisus ruthenicus*. The ontogenetic, demographic structure and life status of this species were studied. The assessment of the state of *Chamaecytisus ruthenicus* coenopopulations in coniferous and broad-leaved forests in the buffer zone of the Kerzhensky reserve of the Nizhny Novgorod region is given. The studied