

DOI: 10.31509/2658-607x-202691-190
УДК 581.522

ИЗМЕНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ЧЕРНИКИ ОБЫКНОВЕННОЙ (*VACCINIUM MYRTILLUS* L.) В ХОДЕ ПОСЛЕРУБОЧНОЙ СУКЦЕССИИ В СРЕДНЕТАЕЖНЫХ ЛЕСАХ КАРЕЛИИ

© 2026

Л. В. Амиралиева, Н. В. Геникова*

*Институт леса КарНЦ РАН, ФИЦ «Карельский научный центр РАН»
Россия, 185910 Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11*

*E-mail: genikova@krc.karelia.ru

Поступила в редакцию 05.05.2026
После рецензирования: 11.06.2026
Принята к печати: 18.06.2026

В статье приведены результаты измерения проективного покрытия, высоты побегов черники обыкновенной и содержания фотосинтетических пигментов (хлорофиллов *a* и *b*) в её листьях в лесах на разных стадиях восстановительной сукцессии после рубки древостоя (вырубка, приспевающий лес, перестойный лес) в средней подзоне тайги. Оценки данных характеристик также проводились на опушках, как переходных участках между вырубкой и приспевающим лесом. Измерения общей освещенности и фотосинтетически активной радиации (ФАР) проводились на 19 пробных площадях, оценивалось также проективное покрытие черники и измерялась максимальная высота ее побегов. Измеренные в ясную и пасмурную погоду показатели освещенности и ФАР уменьшались в ряду: вырубка – опушка – сформированные леса. Наименьшие значения проективного покрытия и высоты побегов кустарничка установлены для вырубки и опушки, наибольшие – под пологом леса. Содержание фотосинтетических пигментов в листьях черники было минимально в наиболее освещенных условиях вырубки и опушки и достоверно отличалось от значений, обнаруженных под пологом приспевающего и перестойного лесов.

Ключевые слова: проективное покрытие, высота побегов, фотосинтетические пигменты, освещенность, ФАР, вырубка, опушка

Черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus* L.) является важной составляющей биоценозов бореальной зоны как доминант напочвенного покрова и

кормовой ресурс для разных видов животных (Егошина и др., 2017). В ходе антропогенной трансформации природных экосистем, в частности после рубок, появляются сообщества разных стадий восстановительной сукцессии, значительно отличающиеся друг от друга условиями среды обитания. В результате сведения древостоя на вырубках резко изменяются экологические условия, главным образом многократно увеличивается освещенность, что приводит к гибели большей части растений черники (Тюкавина, Сурина, 2026). Кроме того, сильное нагревание почвы на вырубках приводит к иссушению верхнего слоя почвы, где располагаются корневища и основная масса корней черники, что в свою очередь влияет на морфологические параметры кустарничка: уменьшение линейного прироста годичных побегов и увеличение процента отмерших частей в общем весе растения (Зворыкина, 1970). Однако на краях вырубок в результате воздействия прилегающего лесного массива сохраняются условия, близкие к исходным, что влияет на лучшую сохранность кустарничков (Зайцева, Белоногова, 1981). Измерение внешних (морфологических) и внутренних (физиологических) параметров состояния растений в естественных и нарушенных местообитаниях

позволяет выявить реакцию растения в ответ на изменяющиеся условия и уточнить экологический диапазон произрастания для конкретного вида. Наиболее заметный морфологический признак растения – его высота, которая зависит от многих факторов, в том числе от условий произрастания (Созинов, 2015). Один из важнейших параметров, определяющих функционирование растительного организма – состояние его фотосинтетического аппарата. Содержание фотосинтетических пигментов в листьях черники обыкновенной изучено преимущественно для условий лесных сообществ (Головки и др., 2010; Устинова и др., 2019; Полосухина и др., 2024), меньше для вырубок (Кислицына, 2019), для лесных опушек нам не удалось найти такие сведения. Оценка условий освещенности местообитания позволяет более точно интерпретировать и значения содержания пигментов в растениях и жизненное состояние растений, произрастающих в разных фитоценозах. Так, например, исследуют реакцию ассимиляционного аппарата подроста ели предвзрительной генерации и его морфологические параметры в ответ на осветление после рубки (Зарубина, 2016; Novichonok et al., 2025). В обширной научной литературе, посвященной изучению обилия,

урожайности или других параметров ягодных кустарничков, практически отсутствуют сведения об условиях произрастания растений, выраженных в значениях освещенности или фотосинтетически активной радиации (ФАР). Подразумевается, что в лесу условия освещенности ниже, чем на открытой вырубке, а различия между разными древостоями обычно оценивают с помощью относительной полноты (Малиновских, 2017; Дулина, Чумаченко, 2018), реже используют сомкнутость или сквозистость древесного полога (Кислицына, 2019; Зубкова и др., 2022) или относительную освещенность по сравнению с открытым местом (Черкасов и др., 1988). Однако такими методами невозможно оценить различия между вырубкой и лесной опушкой – местообитаниями, контрастными по обилию и урожайности черники. В методике прогнозирования продуктивности лесных растений (2023) А. А. Колычева предлагает использовать такой информативный показатель, как освещенность на уровне напочвенного покрова, что позволяет более точно оценить урожайность ягодников в многоярусных и многовидовых насаждениях. Таким образом, в научной литературе в настоящее время недостаточно сведений о сопряженном измерении условий освещен-

ности местообитания и морфологических и физиологических параметров произрастающей в этих условиях черники. В нашей работе предпринята попытка восполнить этот пробел.

Цель нашей работы – оценить различия проективного покрытия, высоты побегов черники, а также содержания хлорофилла в листьях черники обыкновенной в разных типах лесных местообитаний: вырубка, опушка, приспевающий лиственный и хвойно-лиственный лес, спелый и перестойный хвойный лес.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились на 19 пробных площадях (ПП) в Пряжинском и Кондопожском районах Республики Карелия в 2025 году. Все ПП заложены в равнинном типе рельефа. ПП представляли собой растительные сообщества разных возрастных стадий: вырубка (2–5 лет после рубки, 3 ПП), приспевающий лес (70–80 лет, 3 ПП), перестойный лес (древостой старше 150 лет, 10 ПП). Дополнительно были исследованы опушки южной и юго-западной экспозиции (3 ПП) – участки, расположенные на границе между исследованными рубками и примыкающим к ним приспевающим лесом. Мезорельеф ПП не выражен. ПП вырубок, опушек и приспевающих лесов

относятся к черничному типу леса (автоморфный тип увлажнения), ПП перестойных сообществ – к черничному и чернично-сфагновому типам леса (автоморфный и полугидроморфный типы увлажнения соответственно).

На ПП с помощью люксметра и датчика MQ-500 Apogee Instruments в 40 разных точках измеряли общую освещенность, выраженную в килолюксах, и плотность потока фотосинтетических фотонов ФАР ($\text{мкмоль м}^{-2} \text{с}^{-1}$) на высоте 0.5 м (условно уровень травяно-кустарничкового яруса) и на высоте 1.3 м (уровень яруса древесного подроста и подлеска) в период с 11:00 до 14:00 в ясную и в пасмурную погоду с конца июня по конец июля.

В конце июля – начале августа на каждой ПП на 30 учетных площадках размером 1 м^2 проводилась оценка проективного покрытия черники и измерялась высота трех наиболее высоких побегов. Показатель высоты нескольких максимально высоких побегов черники на учетной площадке достоверно коррелирует со средней высотой побегов, но более информативен и менее трудозатратен при выявлении изменений обилия кустарничков (Крышень, 1998).

Для определения содержания хлорофилла в листьях однократно брали

по 2–3 образца листьев с каждой ПП, все образцы были взяты в течение одной декады (с 25 июня по 3 июля). Определение содержания фотосинтетических пигментов (мг г^{-1} абсолютно сухой массы листьев) проводили спектрофотометрическим методом (спектрофотометр СФ 2000, Россия). Хлорофилл экстрагировали из свежих листьев 80% ацетоном, полученный экстракт анализировали в диапазоне длин волн 410–700 нм. Расчет пигментов проводили по формулам Н. К. Lichtenthaler (1987). Исследования выполняли на научном оборудовании Центра коллективного пользования Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр Российской Академии наук».

Статистический анализ проводили в программной среде R (R Core Team, 2023). Рассмотрено влияние типа местобитания (вырубка – опушка – приспевающий леса – перестойный лес) в качестве категориального фактора, определяющего уровень освещенности растительного сообщества, морфологические и физиологические показатели черники. В связи с маленьким объемом выборки, для определения влияния фактора на признак применяли критерий Краскела-Уоллиса, для выявления различий между группами данных использовали тест Данна.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Фактор типа местообитаний оказал

достоверное влияние на все исследованные параметры (табл. 1).

Таблица 1. Результаты сравнения значений измеренных параметров между группами пробных площадей (критерий Краскела–Уоллиса, H)

Параметры	H	p-value	Различия между группами
<i>Показатели освещенности и ФАР:</i>			
Освещённость в ясную погоду (0.5 м)	275.3	<0.001	V ^a – O ^b – Пр ^c – П ^c
Освещённость в пасмурную погоду (0.5 м)	317.5	<0.001	V ^a – O ^b – Пр ^d – П ^c
Освещённость в ясную погоду (1.3 м)	306.0	<0.001	V ^a – O ^b – Пр ^c – П ^c
Освещённость в пасмурную погоду (1.3 м)	348.3	<0.001	V ^a – O ^b – Пр ^d – П ^c
ФАР в ясную погоду (0.5 м)	2670.0	<0.001	V ^a – O ^b – Пр ^c – П ^c
ФАР в пасмурную погоду (0.5 м)	325.1	<0.001	V ^a – O ^b – Пр ^d – П ^c
ФАР в ясную погоду (1.3 м)	290.8	<0.001	V ^a – O ^b – Пр ^c – П ^c
ФАР в пасмурную погоду (1.3 м)	343.3	<0.001	V ^a – O ^b – Пр ^d – П ^c
<i>Морфологические показатели черники:</i>			
Проективное покрытие	80.2	<0.001	V ^c – O ^b – Пр ^a – П ^{ab}
Максимальная высота побегов	175.7	<0.001	V ^b – O ^b – Пр ^a – П ^a
<i>Содержание хлорофилла в листьях черники:</i>			
Содержание хлорофилла <i>a</i>	20.4	<0.001	V ^b – O ^b – Пр ^a – П ^a
Содержание хлорофилла <i>b</i>	15.5	<0.001	V ^b – O ^b – Пр ^a – П ^a
Сумма хлорофиллов <i>a+b</i>	18.6	<0.001	V ^b – O ^b – Пр ^a – П ^a

Примечание: в четвертом столбце латинскими буквами показаны различия между группами ПП (В – вырубка, О – опушка, Пр – приспевающие леса, П – перестойные леса). Далее в таблицах и на рисунках: разные латинские буквы указывают на достоверность различий между средними значениями при $p < 0.05$. Первая буква присваивается наибольшему значению параметра (значения приведены на рисунках, в таблице и в тексте).

На вырубке как на высоте 0.5 м, так и на 1.3 м были отмечены наибольшие значения освещенности (44 ± 1.5 и 56 ± 1.0 клк в ясную погоду; 12 ± 0.3 и 16 ± 0.3 клк в пасмурную погоду соответственно) и ФАР (1150 ± 42 и 1389 ± 30 мкмоль·м⁻²·с⁻¹ в ясную погоду; 275 ± 8 и 362 ± 8 мкмоль·м⁻²·с⁻¹ в пасмурную погоду соответ-

ственно) среди всех обследованных типов местообитаний. Средние значения условий освещенности на опушке были также довольно высокими, но уступали таковым на вырубке. Под пологом леса (приспевающие и перестойные насаждения) освещенность и ФАР были наименьшими (рис. 1). Выявлены статистически зна-

чимые различия значений освещенности и ФАР между группами ПП в солнечную и/или в пасмурную погоду (табл. 1). В пасмурную погоду в приспевающих лесах отмечены минимальные значения

из всех групп ПП (освещенность на 0.5 м – 1.4 ± 0.1 клк, на 1.3 м – 1.8 ± 0.1 клк; ФАР на 0.5 м – 33 ± 2 мкмоль·м⁻²·с⁻¹, на 1.3 м – 38 ± 2 мкмоль·м⁻²·с⁻¹).

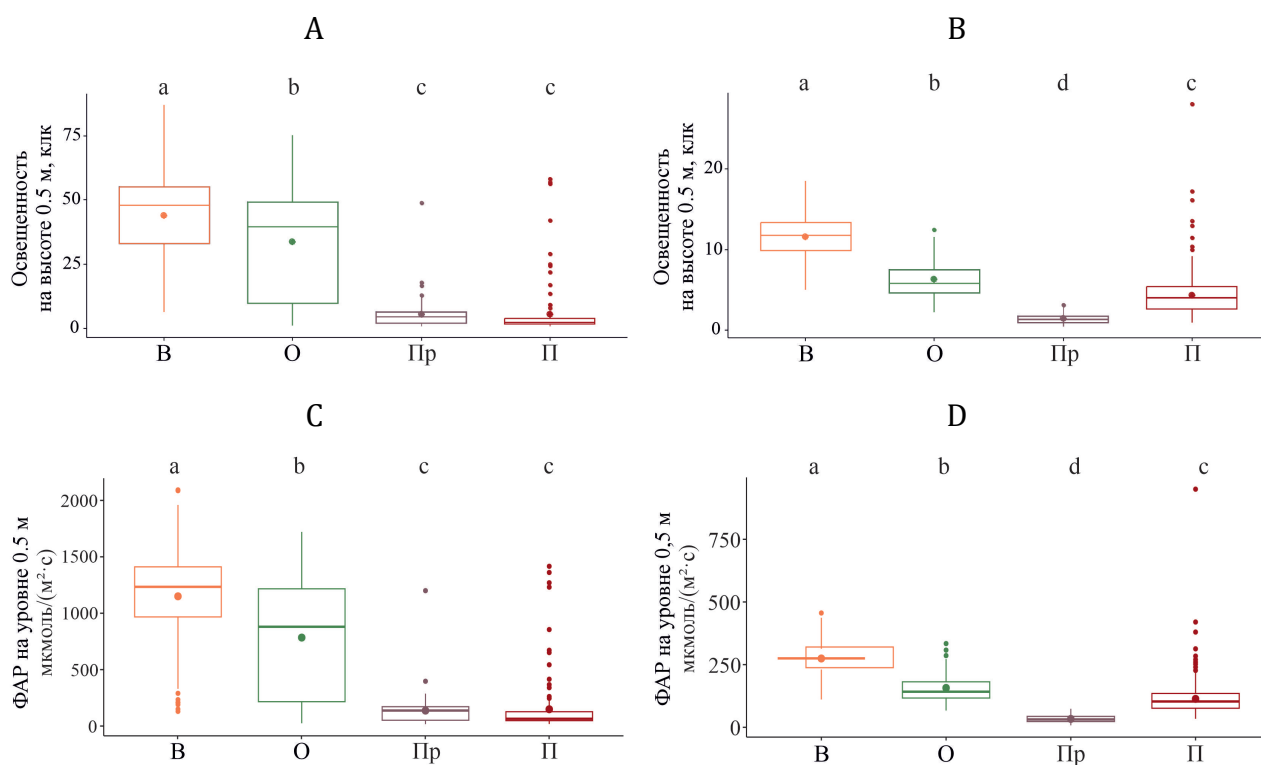


Рисунок 1. Варьирование освещенности (А, В) и ФАР (С, D) в разных типах местообитаний. А, С – на высоте 0.5 м в ясную погоду и В, D – на высоте 0.5 м в пасмурную погоду. Горизонтальной линией в прямоугольнике обозначена медиана, точкой – среднее значение. Обозначения ПП как в таблице 1.

Наименьшее проективное покрытие черники выявлено на вырубке, наибольшее – в приспевающих лесных сообществах ($12 \pm 2\%$ и $39 \pm 3\%$ соответственно) (рис. 2А). Для вырубок и лесных сообществ южной тайги (Костромская область) приводятся сходные значения обилия черники – 16% и 59% соответственно (Черкасов и др., 1988). Резкое

снижение обилия этого теневыносливого растения после рубки древостоя отмечено во многих работах (Atlegrim, Sjöberg, 1996; Крышень, 2006; Vanha-Majamaa et al., 2017 и др.). Изменение микроклимата на вырубке, в том числе многократное увеличение освещенности, по сравнению с исходным лесом, негативно влияет на состояние кустарничка.

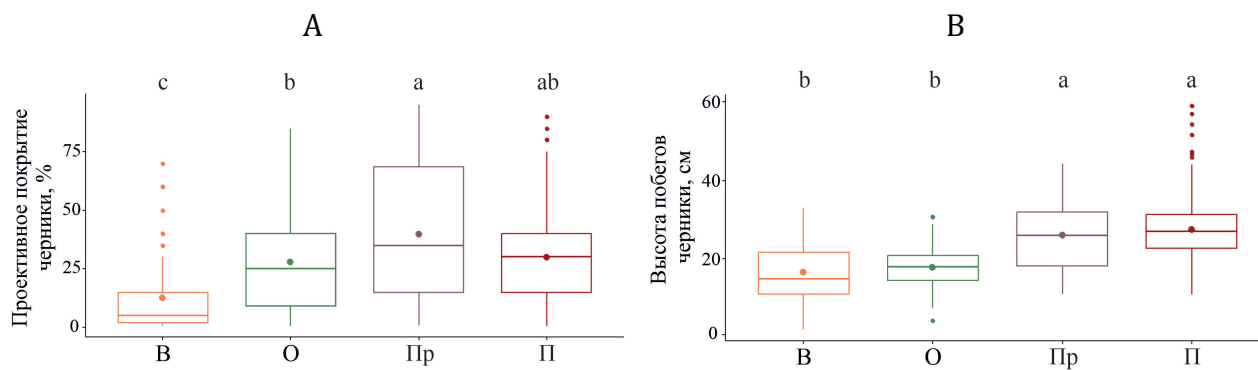


Рисунок 2. А – варьирование проективного покрытия черники (%), В – варьирование средних значений максимальной высоты побегов черники (см) в разных группах ПП. Обозначения ПП как в таблице 1.

Однако и после формирования на вырубке древесного яруса черника медленно восстанавливает свое обилие (Крышень и др., 2021). На опушке при меньших, чем на вырубке, значениях освещенности отмечается большая сохранность кустарничка, что выражается в относительно больших значениях проективного покрытия ($27 \pm 2\%$). Значения обилия черники на опушке (12%), промежуточные между более высокими значениями в ельнике черничном (20%) и более низкими на примыкающей к нему вырубке (4%) на протяжении 11 лет после рубки, были отмечены для экотонов северной подзоны тайги Архангельской области (Торопова, Старицын, 2025). Некоторое повышение обилия черники в наиболее затененных из всех ПП приспевающих лесах по сравнению с перестойными (рис. 1В, 2А) можно объяснить тем, что в таких условиях черника, как теневыносливый

вид, получает конкурентное преимущество по отношению к другим растениям травяно-кустарничкового яруса (Планта-риум. Растения ...).

Высота побегов черники была достоверно ниже на вырубке и на опушке (16.6 ± 0.7 и 17.9 ± 0.6 см соответственно) по сравнению с условиями под пологом леса (26.0 ± 0.8 в приспевающих и 27.4 ± 0.4 см в перестойных лесах) (рис. 2В). Снижение высоты кустарничка на вырубке и опушке вызвано «выгоранием» и отмиранием верхней части побегов в первый год после рубки (Пронина, 1987). В последующие годы прирост побегов черники на вырубленных участках заметно ниже по сравнению с растениями под пологом древостоя (Atlegrim, Sjöberg, 1996; Genikova, Mamontov, 2023). Снижение высоты побегов черники в первые 5 лет после рубки сопровождается уменьшением в 1.5–2 раза по сравнению с лесным

сообществом и других морфологических параметров черники: прироста годичных побегов, длины и ширины листовой пластинки, что представляет собой адаптацию растения к изменившимся условиям произрастания (Черкасов и др., 1988). Полученные нами значения содержания

зеленых пигментов в листьях черники (хлорофиллов *a* и *b*) в перестойных сосняках и ельниках (табл. 2) соответствует результатам других исследователей для хвойных лесов (Czuchajowska, Straczek, 1979; Головки и др., 2010). Анализ листьев *Vaccinium myrtillus* на содержание

Таблица 2. Содержание фотосинтетических пигментов (мг г⁻¹) в листьях черники в разных группах ПП

Параметр	Значение	Вырубка	Опушка	Приспевающие леса	Перестойные леса
Содержание хлорофилла <i>a</i>	min-max, мг г ⁻¹	0.71–2.49	0.98–1.7	2.07–4.86	1.49–3.64
	m±se, мг г ⁻¹	1.42±0.28 ^b	1.34±0.11 ^b	3.33±0.47 ^a	2.73±0.2 ^a
Содержание хлорофилла <i>b</i>	min-max, мг г ⁻¹	0.43–1.51	0.59–0.91	0.87–2.23	0.65–2.02
	m±se, мг г ⁻¹	0.78±0.18 ^b	0.76±0.05 ^b	1.65±0.21 ^a	1.34±0.13 ^a
Сумма хлорофиллов <i>a+b</i>	min-max, мг г ⁻¹	1.14–4.0	1.57–2.61	2.94–7.1	2.14–5.57
	m±se, мг г ⁻¹	2.20±0.46 ^b	2.09±0.16 ^b	4.98±0.68 ^a	4.07±0.33 ^a

Примечание: латинскими буквами показаны различия между группами ПП. m±se – среднее значение и стандартная ошибка среднего.

хлорофиллов, проведенный Устиновой М. В. с коллегами (Устинова и др., 2019) в сосняках на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры, показал, что среднее содержание хлорофилла *a* составляло 2.67 ± 0.51 мг г⁻¹ (min – 1.11 мг г⁻¹; max – 3.83 мг г⁻¹), хлорофилла *b* –

1.44 ± 0.35 мг г⁻¹ (min – 0.53 мг г⁻¹; max – 2.5 мг г⁻¹), общее содержание хлорофилла – 4.11 ± 0.85 мг г⁻¹ (min – 1.64 мг г⁻¹; max – 6.33 мг г⁻¹). Согласно данным по растительным сообществам Мурманской области, полученным Голубевой Е. И. и др. (2019), листья черники содержат в сред-

нем 3.68 мг г^{-1} общего хлорофилла. В работе Тужилкиной В. В. и Бобковой К. С. (Тужилкина, Бобкова, 2010) общее содержание хлорофилла в листьях черники в фитоценозах коренных ельников Европейского Северо-Востока составило $5.68 \pm 0.4 \text{ мг г}^{-1}$ сухой массы. Обнаружены различия в содержании фотосинтетических пигментов между наиболее контрастными по условиям освещенности группами (табл. 2). На вырубке и опушке отмечены наименьшие значения содержания хлорофилла *a*, хлорофилла *b* и суммы хлорофиллов. Это в целом соответствует высоким условиям освещенности в данных группах ПП в ясную погоду (рис. 1А). Тесная положительная корреляция между содержанием хлорофиллов *a* и *b* в листьях черники обыкновенной и сомкнутостью крон деревьев (от 0 до 0.9) выявлена при исследовании варьирования данных показателей на вырубке и в лесах разных типов в Кировской области (Кислицына, 2019).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования выявлены различия в показателях обилия черники обыкновенной и содержания зеленых пигментов в ее листьях в разных типах местообитаний. Значения освещенности и ФАР достигали макси-

мальных значений на вырубке, минимальных – под пологом приспевающего и перестойного леса, на опушке установлены промежуточные значения этих показателей. В затененных местообитаниях приспевающего и перестойного леса и проективное покрытие, и высота кустарничка демонстрировали максимальные значения. Под пологом леса содержание хлорофиллов *a* и *b* в листьях черники оказалось выше по сравнению с местообитаниями вырубке и опушки, где содержание зеленых пигментов в листьях черники сопоставимо, несмотря на значимые различия в освещенности и ФАР. Морфологические и физиологические параметры (проективное покрытие кустарничка и высота побегов, а также содержание хлорофилла в листьях) измерены в лесах на разных стадиях восстановительной сукцессии после рубки. Результаты исследования важны для более глубокого понимания реакции растений черники на изменение условий среды в ходе хозяйственной деятельности человека.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено в рамках государственного задания Института леса КарНЦ РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Головки Т. К., Далькэ И. В., Дымова О. В., За-
хожий И. Г., Табаленкова Г. Н. Пиг-
ментный комплекс растений при-
родной флоры европейского Се-
веро-Востока // Известия Коми
научного центра УРО РАН. 2010. № 1.
С. 39–46.
- Голубева Е. И., Червякова А. А., Шмако-
ва Н. Ю., Зимин М. В., Тимохина Ю. И.
Видовые и фитоценоотические осо-
бенности пигментного состава рас-
тений Севера // Экология. 2019. №
1. С. 6–12. DOI: 0.24411/1728-323X-
2019-11006
- Дулина А. А., Чумаченко С. И. Обзор моде-
лей оценки пищевых ресурсов лесов
центральной части России // Во-
просы лесной науки. 2018. № 1(1).
DOI: 10.31509/2658-607X-2018-1-1-
1-22
- Егошина Т. Л., Егорова Н. Ю., Лугинина Е. А.,
Оботнин С. И., Ярославцев А. В., Гу-
довских Ю. В., Капустина Н. В., Кисли-
цына А. В., Сулейманова В. Н. Значе-
ние дикорастущих ягодников в пи-
тании охотничьих животных // Из-
вестия Самарского научного центра
РАН. 2017. Т. 19. № 2(2). С. 255–260.
- Зайцева Н. Л., Белоногова Т. В. Урожай-
ность дикорастущих ягодников на
вырубках южной Карелии. В кн.:
- Ресурсы недревесной продукции ле-
сов Карелии. Петрозаводск, 1981. С.
41–49.
- Зарубина Л. В. Рост подпологового возоб-
новления ели на вырубках берез-
няка черничного // Известия Санкт-
Петербургской лесотехнической
академии. 2016. № 216. С. 58–68. DOI:
10.21266/2079-4304.2016.216.58-68
- Зворыкина К. В. Плодоношение черники в
лесу и на вырубках // Растительные
ресурсы. 1970. Т. 6. № 4. С. 550–555.
- Зубкова Е. В., Фролов П. В., Быховец С. С.,
Надпорожская М. А., Фролова Г. Г. Мо-
заичность ценопопуляций черники
и брусники, и динамика органиче-
ского вещества почвы в сосняках
южного Подмосковья // Лесоведе-
ние. 2022. № 1. С. 34–46. DOI:
10.31857/S0024114821060127
- Кислицына А. В. Содержание фотосинте-
тических пигментов в листьях чер-
ники обыкновенной // «Устойчивое
развитие территорий: теория и
практика», Материалы X Всероссий-
ской научно-практической конфе-
ренции (14–16 ноября 2019 г.), 2019.
Т. 2. С. 141–143.
- Колычева А. А. Прогноз урожайности чер-
ники, брусники, малины в лесах ев-
ропейской части России. М.: Изда-
тельство «Перо», 2023. 132 с.

- Крышень А. М. К методике изучения фитогенных полей деревьев // Ботанический журнал. 1998. Т. 83. № 10. С. 133 – 143.
- Крышень А. М. Растительные сообщества вырубок Карелии / под ред. В. С. Ипатова. М.: Наука, 2006. 262 с.
- Крышень А. М., Геникова Н. В., Преснухин Ю. В. Ряды восстановления ельников черничных Восточной Фенноскандии // Ботанический журнал. 2021. Т. 106. № 2. С. 107–125. DOI: 10.31857/S0006813621020071
- Малиновских А. А. Влияние уровня освещенности под пологом леса на урожайность черники в условиях средне-Обского бора Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 6 (152). С. 87–92.
- Плантариум. Растения и лишайники России и сопредельных стран: открытый онлайн атлас и определитель растений. 2007—2026. [Электронный ресурс] URL: <https://www.plantarium.ru/> (дата обращения: 12.05.2026).
- Полосухина Д. А., Трусов Д. В., Титов С. В., Прокушкин А. С. Фракционный состав фитомассы и фотосинтетические пигменты кустарничкового яруса смешанного леса в подзоне средней тайги // Сибирский лесной журнал. 2024. № 4. С. 23–37. DOI: 10.15372/SJFS20240403
- Пронина Е. Л. Влияние лесохозяйственных мероприятий на урожайность черники в черничной группе типов леса: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.03. М., 1987. 23 с.
- Созинов О. В. Морфологические и ресурсные характеристики *Calluna vulgaris* (Ericaceae) в нарушенных фитоценозах северо-запада Республики Беларусь // Растительные ресурсы. 2015. Т. 51. Вып. 4. С. 473–490.
- Торопова Е. В., Старицын В. В. Динамика проективного покрытия черники и брусники в экотонной зоне лес – вырубка в северотаежных ельниках Архангельской области со второго по одиннадцатый год после лесозаготовки // Journal of agriculture and environment. 2025. № 5(57). DOI: 10.60797/JAE.2025.57.1
- Тужилкина В. В., Бобкова К. С. Хлорофилльный индекс в фитоценозах коренных ельников европейского северо-востока // Известия ВУЗов. Лесной журнал. 2010. № 2. С. 17–23.
- Тюкавина О. Н., Сурина Е. А. Ресурсные возможности напочвенного покрова ельников черничных на разных этапах его формирования в северо-

- таежном лесорастительном районе
Архангельской области // Известия
ТСХА. 2026. Вып. 1. С. 36–51. DOI:
10.26897/0021-342X-2026-1-36-51
- Устинова М. В., Кравченко И. В., Русак С. Н.,
Ядгарова Д. А. Баланс пулов фото-
синтетических пигментов и феноль-
ных соединений у кустарничков в
условиях слабонарушенной терри-
тории // Самарский научный вест-
ник. 2019. Т. 8. № 3(28). С. 84–89. DOI:
10.24411/2309-4370-2019-13114
- Черкасов А. Ф., Шутов В. В., Миронов К. А.
Восстановление зарослей брусники
и черники после сплошных рубок // *Лесоведение*. 1988. №4. С. 42–48.
- Atlegrim O., Sjöberg K. Response of bilberry
(*Vaccinium myrtillus*) to clear-cutting
and single-tree selection harvests in
uneven-aged boreal *Picea abies* forests
// *Forest Ecology and Management*.
1996. № 86. P. 39–50. DOI:
10.1016/S0378-1127(96)03794-2
- Czuchajowska Z., Strączek T. Seasonal
changes of pigments concentration in
the leaves of *Vaccinium myrtillus* and
Vaccinium vitis-idaea and the influence
of industrial emissions // *Acta Socie-
tatis Botanicorum Poloniae*. 1979. Vol.
48. № 4. P. 551–558.
- Genikova N., Mamontov V. Microhabitat con-
ditions influencing ground vegetation
dominants in an ecotone between a
spruce (*Picea abies* (L.) H. Karst.) forest
and clear-cut site during ten post-log-
ging years // *Forests*. 2023. № 14. P.
21–25. DOI: 10.3390/f14112125
- Lichtenthaler H. K. Chlorophylls and carote-
noids – pigments of photosynthetic
biomembrans // *Methods of Enzymol-
ogy*. 1987. Vol. 148. P. 350–382. DOI:
10.1016/0076-6879(87)48036-1
- Novichonok E., Klimova A., Nikerova K., So-
fronova I., Serkova A., Galibina N. Accli-
matization of Norway spruce saplings
to thinning-induced stress: Photo-
chemical activity and metabolic needle
responses // *Forest Ecology and Man-
agement*. 2025. Vol. 602. Article
123362. DOI: 10.1016/j.foreco.
2025.123362
- R Core Team, R: A Language and Environ-
ment for Statistical Computing, Vienna,
Austria: R Foundation for Statistical
Computing, 2023. Available at:
<https://www.R-project.org/> (05 May,
2026).
- Vanha-Majamaa I., Shorohova E., Kush-
nevskaya H., Jalonen J. Resilience of un-
derstory vegetation after variable re-
tention felling in boreal Norway spruce
forests – A ten-year perspective // *For-
est Ecology and Management*. 2017. №

393. P. 12–28. DOI: 10.1016/j.foreco.
2017.02.040

REFERENCES

- Atlegrim O., Sjöberg K., Response of bilberry (*Vaccinium myrtillus*) to clear-cutting and single-tree selection harvests in uneven-aged boreal *Picea abies* forests, *Forest Ecology and Management*, 1996, Vol. 86, pp. 39–50, DOI: 10.1016/S0378-1127(96)03794-2
- Cherkasov A. F., Shutov V. V., Mironov K. A., Vosstanovlenie zaroslej brusniki i cherniki posle sploshnyh rubok (Regeneration of *Vaccinium vitis-idaea* and *V. myrtillus* after clear fellings), *Lesovedenie*, 1988, No 4, pp. 42–48.
- Czuchajowska Z., Strączek T., Seasonal changes of pigments concentration in the leaves of *Vaccinium myrtillus* and *Vaccinium vitis-idaea* and the influence of industrial emissions, *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 1979. Vol. 48, No 4, pp. 551–558.
- Dulina A. A., Chumachenko S. I., Obzor modelей оценки pishchevyh resursov lesov central'noj chasti Rossii (Review of models of estimation of food resources of forests of the central part of Russia), *Voprosy lesnoj nauki*, 2018, No 1(1), DOI: 10.31509/2658-607X-2018-1-1-1-22
- Egoshina T. L., Egorova N. Yu., Luginina E. A., Obotnin S. I., Yaroslavtsev A. V., Gudovskikh Yu. V., Kapustina N. V., Kislitsyna A. V., Suleimanova V. N., Znachenie dikorastushchih yagodnikov v pitanii ohotnich'ih zhivotnyh (The importance of wild berry plants in the diet of game animals), *Izvestiya of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 2017, No 19(2-2), pp. 255–260.
- Genikova N., Mamontov V., Microhabitat conditions influencing ground vegetation dominants in an ecotone between a spruce (*Picea abies* (L.) H.Karst.) forest and clear-cut site during ten post-logging years, *Forests*, 2023, Vol. 14, pp. 21–25, DOI: 10.3390/f14112125
- Golovko T. K., Dalke I. V., Dymova O. V., Zakhokhiy I. G., Tabalenkova G. N., Pigmentnyj kompleks rastenij prirodnoj flory evropejskogo Severo-Vostoka (Pigment complex of plants in the natural flora of the European North-East), *Izvestiya Komi Nauchnogo Tsentra URO RAN*, 2010, No 1, pp. 39–46.
- Golubeva E. I., Chervyakova A. A., Shmakova N. Y., Zimin M. V., Timokhina Y. I., Vidovye i fitocenoticheskie osobennosti pigmentnogo sostava rastenij Severa (Specific and phytocenotic peculiarities of the pigment structure of the

- plants of the North), *Ecologia*, 2019, No 1, pp. 6–12, DOI: 0.24411/1728-323X-2019-11006
- Kislitsyna A. V., Soderzhanie fotosinteticheskikh pigmentov v list'yah cherniki obyknovЕННОЙ (The content of photosynthetic pigments in the leaves of common bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.)), In: *Sustainable development of territories: Theory and practice: Materials of the X All-Russian Scientific and Practical Conference* (November 14–16, 2019), 2019, Vol. 2, pp. 141–143.
- Kolysheva A. A., *Prognoz urozhajnosti cherniki, brusniki, maliny v lesah evropejskoj chasti Rossii* (Predicted yields of blueberry, cowberry and raspberry in the forests of the European Russia), Moscow: Publishing House «Pero», 2023, 132 p.
- Kryshen A. M., Genikova N. V., Presnukhin Yu. V., Ryady vosstanovleniya el'nikov chernichnykh Vostochnoj Fennoskandii (Succession series of bilberry spruce forests in Eastern Fennoscandia), *Botanicheskii Zhurnal*, 2021, Vol. 106(2), pp. 107–125, DOI: 10.31857/S0006813621020071
- Kryshen A. M., K metodike izucheniya fitogennykh polej derev'ev (On the methods of tree phytogenic fields study), *Botanicheskii Zhurnal*, 1998, Vol. 83(10), pp. 133–143.
- Kryshen A. M., Rastitel'nye soobshchestva vyrubok Karelii (Plant communities of cutover areas in Karelia), Nauka, 2006, 262 p.
- Lichtenthaler H. K., Chlorophylls and carotenoids – pigments of photosynthetic biomembranes, *Methods of Enzymology*, 1987, No 148, pp. 350–382, DOI: 10.1016/0076-6879(87)48036-1
- Malinovskikh A. A., Vliyanie urovnya osveshchennosti pod pologom lesa na urozhajnost' cherniki v usloviyah sredne-Obsskogo bora Altajskogo kraja (The effect of illumination level under forest canopy of European blueberry yield under the conditions of the sredne-Obsskoy pine forest of the Altai region), *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2017, No 6 (152), pp. 87–92.
- Novichonok E., Klimova A., Nikerova K., Sofronova I., Serkova A., Galibina N., Acclimatization of Norway spruce saplings to thinning-induced stress: Photochemical activity and metabolic needle responses, *Forest Ecology and Management*, 2025, Vol. 602, Article 123362, DOI: 10.1016/j.foreco.2025.123362
- Plantarium. Plants and lichens of Russia and

- neighboring countries: open online galleries and plant identification guide, 2007–2026, URL: <https://www.plan-tarium.ru/> (12 May, 2026).
- Polosukhina D. A., Trusov D. V., Titov S. V., Prokushkin A. S., Frakcionnyj sostav fitomassy i fotosinteticheskie pigmenty kustarnichkovogo yarusа smeshannogo lesа v podzone srednej tajgi (Fractional composition of phytomass and photosynthetic pigments of the shrub layer in a mixed forest of the middle taiga subzone), *Sibirskij Lesnoj Zhurnal*, 2024, No 4, pp. 23–37, DOI: 10.15372/SJFS20240403
- Pronina E. L., *Vliyanie lesohozyajstvennyh meropriyatij na urozhajnost' cherniki v chernichnoj gruppe tipov lesа Avtoref. diss. cand. s.-kh. nauk* (The impact of forest management activities on blueberry yields in the bilberry forest type group. Candidate's agricult. sci. thesis), Moscow, 1987, 23 p.
- R Core Team, R: A Language and Environment for Statistical Computing, Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2023, <https://www.R-project.org/> (05 May, 2026).
- Sozinov O. V., Morfologicheskie i resursnye harakteristiki *Calluna vulgaris* (Ericaceae) v narushennyh fitocenozah severo-zapada Respubliki Belarus' (Morphological and resource characteristics of *Calluna vulgaris* (Ericaceae) in disturbed phytocenoses of the north-west of the Republic of Belarus), *Rastitel'nye Resursy*, 2015, Vol. 51(4), pp. 473–490.
- Toropova E. V., Staritsin V. V., Dinamika proektivnogo pokrytiya cherniki i brusniki v ekotonnoj zone les – vyrubka v severotaezhnyh el'nikah Arhangel'skoj oblasti so vtorogo po odinnadcatyj god posle lesozagotovki (Dynamics of projective cover of bilberries and cowberries in the ecotone zone forest — cutting in north taiga spruce forests of Arkhangelsk oblast from the second to eleventh year after harvesting), *Journal of agriculture and environment*, 2025, No 5 (57), DOI: 10.60797/JAE.2025.57.1
- Tuzhilkina V. V., Bobkova K. S., Hlorofill'nyj indeks v fitocenozah korennyh el'nikov evropejskogo severo-vostoka (Chlorophyllous index in phytocenoses of virgin spruce forests in European North-East), *Izvestiya vuzov. Lesnoj zhurnal*, 2010, No 2, pp. 17–23.
- Tyukavina O. N., Surina E. A., Resursnye vozmozhnosti napochvennogo pokrova el'nikov chernichnyh na raznyh etapah ego formirovaniya v severotaezhnom lesorastitel'nom rajone

- Arhangel'skoj oblasti (Resource potential of ground vegetation in blueberry spruce forests at different developmental stages in the North taiga forest area of the Arkhangelsk Region, Russia), *Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii*, 2026, No 1, pp. 36–51, DOI: 10.26897/0021-342X-2026-1-36-51
- Ustinova M. V., Kravchenko, I. V., Rusak S. N., Yadgarova D. A., Balans pulov fotosinteticheskikh pigmentov i fenol'nyh soedinenij u kustarnichkov v usloviyah slabonarushennoj territorii (The balance of photosynthetic pigments and phenolic compounds pools in dwarf shrubs under conditions of a weakly disturbed territory), *Samarskii Nauchnyi Vestnik*, 2019, No 8(3), pp. 84–89, DOI: 10.24411/2309-4370-2019-13114
- Vanha-Majamaa I., Shorohova E., Kushnevskaia H., Jalonen J., Resilience of understory vegetation after variable retention felling in boreal Norway spruce forests – A ten-year perspective, *Forest Ecology and Management*, 2017, Vol. 393, pp. 12–28, DOI: 10.1016/j.foreco.2017.02.040
- Zarubina L. V., Rost podpologovogo vozobnovleniya eli na vyrubkakh bereznyaka chernichnogo (Growth of understory spruce renewal on felling of birch forests bilberry), *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhnicheskoi Akademii*, 2016, No 216, pp. 58–68. doi: 10.21266/2079-4304.2016.216.58-68
- Zaytseva N. L., Belonogova T. V., Urozhajnost' dikorastushchih yagodnikov na vyrubkakh yuzhnoj Karelii (Urozhajnost' dikorastushchikh yagodnikov na vyrubkakh yuzhnoj Karelii (Yield of wild berry plants on clear-cuts in southern Karelia), In: *Resursy nedrevesnoj produktsii lesov Karelii* (Resources of non-timber forest products of Karelia), Petrozavodsk, 1981, pp. 41–49.
- Zubkova E. V., Frolov P. V., Bykhovets S. S., Nadporozhskaya M. A., Frolova G. G., Mozaichnost' cenopopulyacij cherniki i brusniki, i dinamika organicheskogo veshchestva pochvy v sosnyakah yuzhnogo Podmoskov'ya (Mosaic structure of blueberry and lingonberry cenopopulations and the dynamics of soil organic matter in the southern Moscow region pine forests), *Lesovedenie*, 2022, No 1, pp. 34–46, DOI: 10.31857/S0024114821060127
- Zvorykina K. V., Plodonoshenie cherniki v lesu i na vyrubkakh (Fruiting of bilberry in forest and on clear-cuts), *Rastitel'nye Resursy*, 1970, Vol. 6, No 4, pp. 550–555.

CHANGES IN THE STATE OF BILBERRY (*VACCINIUM MYRTILLUS* L.) DURING POST-HARVEST SUCCESSION IN THE MIDDLE TAIGA FORESTS OF KARELIA

L. V. Amiralieva, N. V. Genikova*

*The Forest Research Institute of Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences
Pushkinskaya st. 11, Petrozavodsk, Republic of Karelia 185910, Russian Federation*

*E-mail: genikova@krc.karelia.ru

Received 05.05.2026

Revised: 11.06.2026

Accepted: 18.06.2026

This article presents the results of a study on the morphological parameters of common bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) and the content of photosynthetic pigments (chlorophyll *a*, chlorophyll *b*) in its leaves within plant communities at different stages of secondary succession after clearcutting (clearcut, maturing forest, overmature forest). The research was conducted in the middle taiga subzone. Forest edges, as transitional areas between clearcuts and maturing forests, were additionally investigated. On 19 sample plots, the measurements of illumination and photosynthetic photon flux density (PPFD) of photosynthetically active radiation (PAR) were carried out, bilberry projective cover was assessed, and the maximum shoot height was measured. The content of photosynthetic pigments in bilberry leaves was determined. The illumination and PAR levels, measured in clear and cloudy weather, decreased along the gradient: clearcut – forest edge – forest community. The lowest projective cover and shoot height of the dwarf shrub were recorded on the clearcut and forest edge, while the highest values were found under the forest canopy. The content of photosynthetic pigments (chlorophyll *a*, chlorophyll *b*) in bilberry leaves was minimal under the most illuminated conditions of the clearcut and forest edge and differed significantly from the conditions under the canopy of maturing and overmature forests.

Keywords: *projective cover, shoot height, photosynthetic pigments, illumination, PAR, clearcut, forest edge*

Рецензент: к. б. н., н. с. Иванова Е. А.