

Е.П. Верховцева, Ж.А. Бруева, П.А. Феклистов, А.В. Грязькин

**МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЯГОД И УРОЖАЙНОСТЬ
ЧЕРНИКИ (*VACCINIUM MYRTILLUS* L.)
В РАЗНЫХ ТИПАХ ЛЕСА В СЕВЕРНОЙ ТАЙГЕ**

Введение. Одним из важнейших направлений исследований является изучение динамики биологических ресурсов вообще и пищевых в частности. Использование этих ресурсов регламентируется Лесным кодексом¹, ст. 25, 34 и 35. Однако использование этих ресурсов недостаточно и часто не находит отражение даже в сценариях лесопользования [Коптев и др., 2023]. Одним из важнейших пищевых ресурсов в северной тайге является черника (*Vaccinium myrtillus* L.). Оценки этого ресурса имеются в многочисленных публикациях, вышедших в разных регионах страны [Лукин, Чертовской, 1974; Фриш, 1979; Астрологова, Наквасина, 1982; Астрологова, 1992; Астрологова, 2012; Петров, 2012; Казанцева и др., 2016; Торопова, Старицын, 2019]. На первый взгляд кажется, что вопрос достаточно хорошо изучен. Однако при более внимательном рассмотрении на зонально-типологической основе видно, что это не так. Например, урожайность ягод черники сильно варьирует даже в одном типе леса в разных регионах. Урожайность ягод в северной тайге ХМАО составляет в среднем 453,7 кг/га [Казанцева и др., 2016], в Архангельской области в северной тайге – 110–190 кг/га [Астрологова, 1992], в справочнике [Таксационный..., 2018] – от 70 до 140 кг/га, в среднетаежных лесах Карелии – 180–540 кг/га [Петров, 2012], в средней подзоне тайги Архангельской области – 981 кг/га [Старицын, Беляев, 2012]. Для получения данных урожайности нередко использовалась только одна пробная площадь в сосняке черничном, но в динамике за несколько лет [Астрологова, 1998]. Кроме этого, важно учесть влияние древостоя на формирование нижних ярусов растительности [Иванова, 2023] и влияние пожаров [Гаврилова и др., 2023]. В то же время наряду с природными сукцессиями происходит и антропогенная трансформация лесов [Бурова, Феклистов, 2007]. Это происходит прежде всего в связи с различного рода рубками [Панин и др., 2021], прокладкой дорог,

¹ Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 № 200-ФЗ.

разработкой месторождений полезных ископаемых и т. п. В связи с этим для рационального использования такого ресурса важным является его оценка в коренных и производных лесах на разных этапах сукцессионных изменений.

Целью нашей работы было проведение морфометрических исследований зарослей черники под пологом наиболее распространенных в типологическом отношении сосняков

Материалы и методика исследования. Исследования выполнялись на территории Приморского района Архангельской области (Исакогорское участковое лесничество). Это северная подзона тайги [Курнаев, 1973]. Были подобраны однородные участки разных типов сосняков: сосняк черничный влажный, сосняк черничный и сосняк кустарничково-сфагновый. Все они близки по возрасту, по составу чистые или с небольшой примесью других пород и отличаются по бонитету (табл. 1).

Таблица 1

Таксационная характеристика пробных площадей

Taxation characteristics of sample plots

№ п/п	Тип леса	Состав	Порода	Средние		Полнота		Возраст, лет	Бонитет	Запас, м ³ /га
				диам., см	высота, м	абс., м ² /га	относ.			
1	С.черн. влажн.	9С1Б	С	19,2	17,6	26,9	0,79	90	4	234
2	С. черн	9С1Б	С	21,6	17,8	28,2	0,83	88	4	246
3	С. куст-сф.	10С ед.Б	С	13,1	10,5	16	0,69	89	5	87

Закладка пробных площадей осуществлялась в соответствии с общепринятыми методиками и рекомендациями [Программа..., 1966; Анучин, 1982; Гусев, 2000; Андреева и др., 2002; Усольцев, 2007; Лесная таксация, 2023]. При определении типа леса пользовались лесотипологической схемой В.Н. Сукачева [Программа..., 1966].

Для изучения растений напочвенного покрова традиционно геоботаниками закладываются площадки 10×10 м. Однако Б.М. Миркин [1976] провел специальные исследования по этому поводу и пришел к выводу, что размеры можно уменьшить в зависимости от количества растений. Указанная площадь приемлема, если число видов 20 и менее. При большем числе видов до-

статочно закладывать геоботанические площадки 2×2 м для получения той же точности. Этот размер больше подходит к нашим объектам. Например, в ельниках черничных и сосняках отмечалось более 50 видов растений травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов. В то же время было показано, что при отсутствии антропогенного влияния для точного выявления всех видов достаточна площадь в 8–10 м² [Бурова, Феклистов, 2007]. В связи с этим мы приняли за основу закладку площадок 1×1 м по диагонали пробной площади в количестве 10 шт. в систематической последовательности через каждые 3 м. Растения определялись с использованием известных пособий и определителей [Губанов и др., 2002–2004; Флора..., 2013]. Описание растений проводили по ярусам: травяно-кустарничковому и мохово-лишайниковому – с указанием проективного покрытия в %.

На всех площадках были собраны ягоды черники и затем по этим данным получены: количество ягод на каждой площадке, масса ягод в свежем состоянии, диаметр ягод, высота. Всего обмерено около 1300 ягод. На основе всех этих данных были получены все статистические показатели, а также биологический и эксплуатационный запас.

Биологический запас рассчитывали по верхнему пределу урожайности:

$$B = Y + 2m, \quad (1)$$

где B – биологический запас, кг/га; Y – средняя урожайность черники, кг/га; m – ошибка среднего арифметического, кг/га.

Эксплуатационный запас (Е) (промысловый) рассчитывается уменьшением до нижнего предела урожайности:

$$E = Y - 2m, \quad (2)$$

Анализ и обработка данных проводились с использованием пакета программ Microsoft Office [Наследов, 2011; Бондаренко, Жигунов, 2016].

Обсуждение. Изучение размера ягод на трех пробных площадях в сосняках черничном влажном, черничном и кустарничково-сфагновом показало, что размеры ягод на учетных площадках колеблются от 6,7 до 8,0 мм (табл. 2) Все рассчитанные показатели достоверны при уровне значимости 0,05. Критерий Стьюдента колеблется от 31 до 72. Изменчивость диаметра ягод черники варьирует от 12 до 19%. В среднем размер диаметра ягоды в этом типе леса составляет $7,21 \pm 0,05$ мм.

Размеры ягод в сосняке черничном мало отличаются от сосняка черничного влажного. Они колеблются от 6,3 до 7,7 мм на разных учетных площадках. Все показатели также достоверны при уровне значимости 0,05 (табл. 3). В среднем размер ягод в этом типе леса – $7,12 \pm 0,06$ мм.

Таблица 2

Диаметр ягод черники (мм) в сосняке черничном влажном

The diameter of bilberries (mm) in moist bilberry pine forest

Статистические показатели	Номера учетных площадок									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Среднее, мм	8,0	7,26	6,7	7,4	7,3	6,9	6,9	7,8	7,1	7,5
Ст. отклонение, мм	1,2	1,2	1,1	1,3	0,9	0,9	1,3	1,2	1,0	1,2
Ошибка среднего, мм	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
Коеф. изменчивости, %	15	17	16	17	13	12	19	15	14	16
Точность, %	1,7	0,0	0,0	2,4	2,4	2,6	3,1	3,2	2,9	2,7
Достоверность	60	69	72	42	41	39	32	31	34	37

Примечание: $t_{0,05} = 1.98$.

Таблица 3

Диаметр ягод черники (мм) в сосняке черничном

The diameter of bilberries (mm) in bilberry pine forest

Статистические показатели	Номера учетных площадок									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Среднее, мм	7,2	7,7	7,0	6,3	6,9	7,4	7,2	6,8	7,5	7,2
Ст. отклонение, мм	1,6	1,5	1,2	1,0	1,2	1,2	1,2	0,8	1,2	1,0
Ошибка среднего, мм	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,3
Коеф. изменчивости, %	23	19	17	15	17	17	16	11	15	14
Точность, %	3,2	4,1	2,4	2,7	3,1	2,2	1,9	2,4	2,4	3,7
Достоверность	31	25	41	37	33	45	53	42	42	27

Примечание: $t_{0,05} = 1.98$.

Диаметр ягод в сосняке кустарничково-сфагновом, еще более отличающемся по увлажнению почвы от сосняка черничного влажного, колеблется на разных учетных площадках от 6,4 до 7,4 мм; коэффициент изменчивости варьирует по площадкам от 12 до 18%. Все показатели достоверны при уровне значимости 0,05. В среднем размер ягод в сосняке кустарничково-сфагновом составляет $7,06 \pm 0,06$ мм (табл. 4)

Таблица 4

Диаметр ягод черники (мм) в сосняке кустарничково-сфагновом
The diameter of bilberries (mm) in the shrub-sphagnum pine forest

Статистические показатели	Номера учетных площадок									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Среднее, мм	7,1	7,1	7,0	7,4	7,1	7,2	6,4	7,2	6,9	6,7
Ст. отклонение, мм	1,2	1,2	0,9	1,3	1,2	1,0	0,9	1,0	0,8	1,1
Ошибка среднего, мм	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
Коэф. изменчивости, %	17,5	16,6	12,8	17,3	17,0	13,7	13,4	13,9	11,6	16,2
Точность, %	2,8	2,9	2,8	2,3	1,9	2,3	2,6	4,6	3,1	3,2
Достоверность	36	35	36	44	53	43	38	22	32	31

Примечание: $t_{0,05} = 1.98$.

Казалось бы, по средним значениям средний диаметр ягод в сосняке черничном влажном несколько выше, чем в сосняке черничном, то есть более высокая влажность почвы ведет к некоторому увеличению диаметра. Однако сравнение средних значений по критерию Стьюдента показывает, что различия недостоверны. Критерий Стьюдента равен 1,11. Сравнение диаметра ягод в сосняке черничном влажном и сосняке кустарничково-сфагновом также показывает, что различия недостоверны, критерий Стьюдента – 1,90.

Таким образом, сравнение диаметров ягод черники в разных типах леса показывает, что несмотря на разные условия произрастания диаметр ягод черники одинаков.

Интересно сравнение количества ягод на учетных площадках, которые располагались в разных точках однородного выдела (в систематической последовательности через каждые 3 м) в разных типах леса. Оказалось, что в сосняке черничном влажном наблюдается большой разброс по количеству ягод – от 23 до 173 шт. на 1 м². В сосняке черничном разброс составил от 14 до 73 шт. на 1 м², в сосняке кустарничково-сфагновом от 9 до 80 ягод на 1 м².

Среднее количество ягод на площадке в 1 м² в сосняке черничном влажном – 62 шт., в черничном – 39 шт. (т. е. почти в два раза меньше), в кустарничково-сфагновом – 34 шт. (табл. 5). То есть при одинаковых размерах ягод их количество в сосняке черничном влажном значительно больше, в то время как в сосняке черничном и кустарничково-сфагновом почти одинаково. В то же время обращает на себя внимание тот факт, что количество ягод по пло-

щади распределено неравномерно и сильно изменяется. Для сосняка черничного влажного коэффициент изменчивости составляет 88%, в сосняке черничном – 48%, а в сосняке кустарничково-сфагновом – 63% (табл. 5).

Таблица 5

Среднее количество ягод на учетных площадках (шт.)

The average number of bilberries on the subplots (pcs.)

Тип леса	Статистические показатели					
	Среднее знач., шт.	Станд. откл., шт.	Ошибка сред, шт.	Коэф.изм., %	Точность, %	Достовер.
С.черн.вл.	61,6	53,9	17,1	87,6	27,7	3,6
С. черн.	38,9	18,6	5,9	47,9	15,1	6,6
С. куст. сф.	33,9	21,2	6,7	62,6	19,8	5,1

Примечание: $t_{0,05} = 2.10$

В соответствии с количеством ягод на 1 м^2 находится их масса. Самая большая масса – в сосняке черничном влажном, она достигает 20 г/м^2 (рис. 1), что значительно больше, чем в сосняке черничном (12 г/м^2) и сосняке кустарничково-сфагновом (10 г/м^2). Судя по планкам погрешностей (ошибка среднего), различия в сосняке черничном и сосняке кустарничково-сфагновом, хотя и несколько разные, но достоверно не различаются.

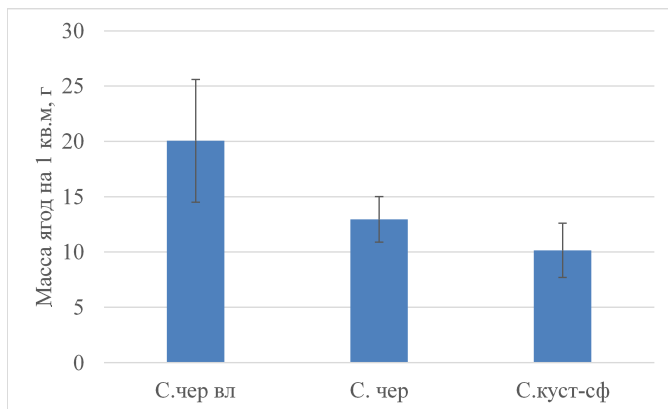


Рис. 1. Средняя масса ягод в разных типах леса

Fig. 1. The average weight of bilberries in different types of forests

В разных типах леса параметры ягод черники в основном различались и весьма существенно, за исключением диаметра, как было показано ранее. Высота ягод достоверно отличалась от диаметра: критерий Стьюдента соответственно для сосняка черничного влажного – 8,12, для сосняка черничного – 6,15, для сосняка кустарничково-сфагнового – 8,83 при $t_{0,05}$ 2,01. В то же время высота ягоды в сосняке черничном влажном и сосняке черничном достоверно не отличалась ($t = 0,78$), а вот высоты ягод в сосняке черничном и сосняке кустарничково-сфагновом различались достоверно ($t = 3,81$). Проективное покрытие на учетных площадках самым высоким было в сосняке черничном (78%), а в сосняке кустарничково-сфагновом и черничном влажном – соответственно 65 и 67%. (табл. 6). Варьировало количество ягод на учетной площадке. Наибольшим количеством характеризовался сосняк черничный влажный, там количество ягод составило 62 шт./м², в других типах немного меньше. Интересна изменчивость массы ягод: она максимальна в сосняке черничном влажном (20 г/м²), в черничном и кустарничково-сфагновом почти в два раза меньше (12 и 10 г/м² соответственно). С учетом такой разной массы определилась и урожайность черники. Она колебалась по типам леса от 102 до 201 кг/га.

Таблица 6

Параметры ягодников черники и биологический и эксплуатационный запас
Parameters of bilberry berries and biological and operational reserve
operational reserve of pine forest

Тип леса	Среднее проективное покрытие, %	Кол-во ягод, шт./м ²	Масса ягод, г/м ²	Параметры ягод			Средняя урожайность ягод, кг/га	Биологический запас, кг/га	Эксплуатационный запас, кг/га
				Средняя масса 1 ягоды, г	Средний диаметр ягоды, мм	Средняя высота ягоды, мм			
С. чер.вл	67,00±6,33	61,6±17,05	20,06±5,55	0,32±0,01	7,21±0,05	6,69±0,04	200,6	311,6	89,6
С. чер.	78±3,35	38,9±5,89	12,95±2,07	0,34±0,08	7,12±0,06	6,64±0,05	129,5	170,9	88,1
С. куст-сф.	64,5±4,86	33,9±6,71	10,16±2,45	0,28±0,02	7,06±0,06	6,37±0,05	101,6	150,6	52,6

Несмотря на то, что данных по урожайности черники в целом немало, они весьма противоречивые и разнородные, часто не привязаны к типу леса или приводятся для черничного типа леса. Наши результаты более всего согласуются с данными Л.Е. Астрологовой [1992], но они даны только для сосняка черничного. Весьма интересные данные приводятся для Дарвин-

ского заповедника (юг Вологодской области) для сосняка чернично-бруснично-зеленомошного [Фриш, 1979]. Здесь средняя урожайность черники составляет 676 кг/га. Но интересно другое: средняя масса ягоды 0,33 г, а у нас 0,32 г, пункты исследования удалены друг от друга на сотни км, а масса практически одна. Следовательно, в конечном итоге урожайность определяется количеством ягод на 1 м².

Для оценки потенциала черники для типа леса или региона нередко используется показатель проективного покрытия, то есть запасы ягод привязываются к проективному покрытию или соответствию урожая проективному покрытию. Такой подход для приближенной оценки имеет право на существование. Однако на урожай влияет масса других факторов, как связанных с биологическими особенностями фитоценозов черники, так и экологических: возраст кустов черники, полнота древостоя, его состав, метеоусловия во время цветения, различного рода рубки [Панин и др., 2021], мелиорация и т. п., то есть связь не всегда однозначна. Оценка зависимости урожая от проективного покрытия в разных типах сосняков показала, что в сосняке черничном эта зависимость проявляется (рис. 2). При проективном покрытии 50–60% масса ягод находится примерно на одном уровне, и лишь при дальнейшем увеличении начинает расти и урожай. Для других типов леса такой четкой зависимости не получили, имеется лишь некоторый тренд увеличения урожая с увеличением проективного покрытия.

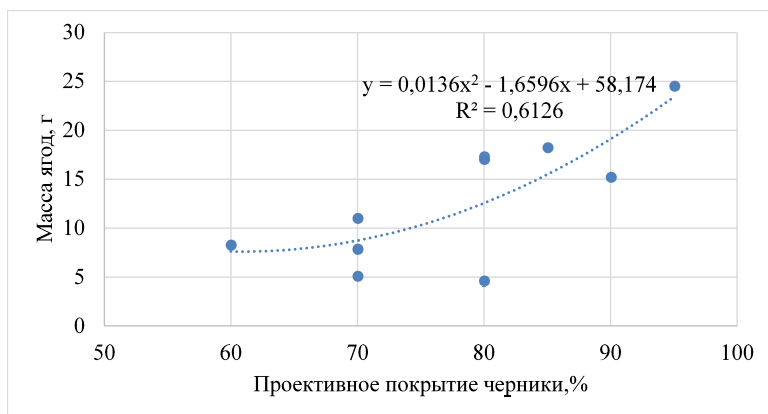


Рис. 2. Зависимость массы ягод (г/м²) от проективного покрытия в сосняке черничном

Fig. 2. Dependence of the mass of bilberries (g/m²) on the projective coating in blueberry pine forest

Заключение

- диаметр ягод в сосняке черничном влажном, черничном и кустарничково-сфагновом соответственно следующий: $7,21 \pm 0,05$ мм; $7,12 \pm 0,06$ мм; $7,06 \pm 0,06$ мм. Различия имеются, но по критерию Стьюдента недостоверны при уровне значимости 0,05. В разных условиях местопроизрастания диаметр ягод одинаков;
- средняя масса одной ягоды по типам леса соответственно $0,32 \pm 0,01$ г; $0,34 \pm 0,08$ г; $0,28 \pm 0,02$ г;
- количество ягод в разных типах леса на площадке 1 м^2 разное: в сосняке черничном влажном – 62 шт./ м^2 , в черничном – 39 шт./ м^2 , то есть почти в два раза меньше, в сосняке кустарничково-сфагновом – 34 шт./ м^2 . Количество ягод на 1 м^2 варьирует по площади выдела наиболее сильно в сосняке черничном влажном и кустарничково-сфагновом и более стабильно в черничном;
- самая большая масса ягод – в сосняке черничном влажном (20 г/м^2), в сосняке черничном – 12 г/м^2 , в сосняке кустарничково-сфагновом – 10 г/м^2 ;
- средняя урожайность ягод черники следующая: в сосняке черничном влажном – 200,6 кг/га, в сосняке черничном – 129,5 кг/га, в сосняке кустарничково-сфагновом – 101,6 кг/га. Эксплуатационный запас соответственно 89,6; 88,1; 52,6 кг/га. Доступный же для сбора запас ягод будет еще меньше, для его расчета требуется учитывать целый ряд факторов и прежде всего транспортную доступность;
- четкой зависимости массы ягод на 1 м^2 от проективного покрытия не обнаружили. Такая связь прослеживается для сосняка черничного, но имеется лишь тренд для сосняка черничного влажного и сосняка кустарничково-сфагнового.

Вклад авторов. Все авторы в равной степени участвовали в написании статьи.

Сведения о финансировании исследования. Исследования проводились в рамках государственного задания Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова УрО РАН (№ гос. регистрации – 122011400384-2).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Библиографический список

Андреева Е.Н., Баккал И.Ю., Горшков В.В., Лянгузова И.В., Мазная Е.А., Неиштаев В.Ю., Неиштаева В.Ю. Методы изучения лесных сообществ. СПб.: НИИХ, 2002. 240 с.

Анучин Н.П. Лесная таксация : [Учеб. для лесохоз. и лесоинж. спец. вузов]. 5-е изд., доп. М.: Лесн. пром-сть, 1982. 552 с.

Астрологова Л.Е. Урожайность черники в сосняках черничных Архангельской области // Лесной журнал. 1992. № 4. С. 74–78.

Астрологова Л.Е. Изменение структуры и продуктивности растений в процессе восстановления соснового древостоя. Архангельск: АГТУ, 1998. 156 с.

Астрологова Л.Е. Урожайность черники в сосняках черничных Архангельской области в 2010–2011 годах // Экологические проблемы Арктики и северных территорий: межвузовский сборник научных трудов. Архангельск: Изд-во САФУ, 2012. Вып. 15. С. 72–74.

Астрологова Л.Е., Наквасина Е.Н. Интенсивность плодоношения черники в сосняках черничных Архангельской области // Растительные ресурсы. 1982. Т. 18. Вып. 1. С. 30–33.

Бондаренко А.С., Жигунов А.В. Статистическая обработка материалов лесоводственных исследований. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. 125 с.

Бурова Н.В., Феклистов П.А. Антропогенная трансформация пригородных лесов. Архангельск: Изд-во Арх. гос. техн. ун-та, 2007. 264 с.

Гаврилова О.И., Грязькин А.В., Чэн Тун, Семенова Е.И. Состав и запасы ресурсных видов растений на постпирогенных землях // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2023. Вып. 243. С. 28–45. DOI: 10.21266/2079–4304.2023.243.28–45.

Губанов И.А., Киселева К.В., Новиков В.С., Тихомиров В.Н. Иллюстрированный определитель растений Средней России. М.: МГУ, 2002–2004. В 4 т.

Гусев И.И. Таксация древостоя: учеб. пособие. Архангельск: Изд-во АГТУ, 2000. 72 с.

Иванова Н.С. Влияние древостоя на фитомассу и видовое разнообразие травяно-кустарничкового яруса в горных лесах Южного Урала // Лесной вестник. 2023. Т. 27. № 4. С. 14–22. DOI: 10.18698/2542–1468–2023–4–14–22.

Казанцева М.Н., Глазунов В.А., Николаенко С.А. Продуктивность дикорастущих ягодников Тазовских тундр // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 11–2. С. 356–356.

Коптев С.В., Третьяков С.В., Ильинцев А.С., Дрожжин Д.П., Шамонтьев И.Г. Многовариантные сценарии динамики использования лесов Архангельской области // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2023. Вып. 246. С. 191–205. DOI: 10.21266/2079–4304.2023.246.191–205.

Курнаев С.Ф. Лесорастительное районирование СССР. 1973. 203 с.

Лесная таксация. Ч. 4. Закладка и описание пробных площадей при проведении научных исследований и подготовке выпускных квалификационных работ: учеб. пособие. Архангельск: САФУ, 2023. 119 с.

Лукин И.Н., Чертовской В.Г. Урожайность и запасы дикорастущих ягод, грибов и лекарственных растений в Архангельской области // Повышение продуктивности лесов Европейского Севера. 1974. С. 211–219.

Миркин Б.М. О некоторых требованиях, предъявляемых к исходным данным геоботанического исследования с использованием аппарата математической ста-

истики // Аспекты оптимизации количественных исследований растительности. АН СССР Башкирский филиал институт биологии. Уфа, 1976. С. 36–60.

Наследов А. SPSS 19: профессиональный статистический анализ данных. СПб.: Питер, 2011. 400 с.

Панин И.А., Аржанников Ю.А., Боярский А.А., Грудцын А.А. Влияние проходных рубок на ресурсы черники обыкновенной Североуральской среднегорной лесорастительной провинции // Леса России и хозяйство в них. 2021. № 1 (76). С. 4–12. DOI: 10.51318/FRET.2021.31.56.002

Петров Н.В. Особенности и оценка ресурсного потенциала лесов в разных типах географического ландшафта северо-запада таежной зоны России (на примере Республики Карелия): автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. СПб., 2012. 20 с.

Программа и методика биогеоценологических исследований / В.Н. Сукачев, Н.В. Дылис. М.: Наука, 1966. 332 с.

Старицын В.В., Беляев В.В. Показатели урожайности черники (*Vaccinium myrtillus* L.) и брусники (*Vaccinium vitis-idaea* L.) на территории Плесецкого тектонического узла Архангельской области // Экологические проблемы Арктики и северных территорий: межвуз. сб. науч. тр. Архангельск: Изд-во САФУ, 2012. Вып. 15. С. 69–71.

Таксационный справочник по лесным ресурсам России (за исключением древесины). Пушкино: ВНИИЛМ, 2018. 282 с.

Торопова Е.В., Старицын В.В. Морфобиологические особенности *Vaccinium myrtillus* L. в экотонной зоне лес – вырубка, в подзоне северной тайги Архангельской области // Экологические проблемы северных регионов и пути их решения: тез. докл. VII Всерос. Междунар. науч. конф. Апатиты, 2019. С. 91–92.

Усольцев В.А. Биологическая продуктивность лесов Северной Евразии: методы, база данных с ее приложениями. Екатеринбург: УрО РАН, 2007. 636 с.

Флора средней полосы России: атлас-определитель. М.: ООО Фитон 21, 2013. 544 с.

Фриш В.А. Сезонное развитие и урожайность черники в Дарвинском заповеднике в 1972–1974 годах // Труды Дарвинского государственного заповедника. Вологда: Северо-Западное книжное изд-во, 1979. Вып. 15: Болота и болотные ягодники. С. 156–162.

References

Andreeva E.N., Bakkal I.Y., Gorshkov V.V., Lyanguzova I.V., Maznaya E.A., Neshataev V.Y., Neshataeva V.Y. Methods of studying forest communities. St. Petersburg: Publishing House of the Research Institute of Chemistry, 2002. 240 p. (In Russ.)

Anuchin N.P. Forest taxation : [Study. for forestry. and lesoinj. special universities]. 5th ed., add. M.: Lesn. prom-st, 1982. 552 p. (In Russ.)

Astrologova L.E. Bilberry yield in bilberry pine forests of the Arkhangelsk region in 2010–2011. *Environmental problems of the Arctic and Northern territories: An interuniversity collection of scientific papers*, 2012, iss. 15, pp. 72–74. (In Russ.)

Astrologova L.E. Bilberry yield in bilberry pine forests of the Arkhangelsk region. *Lesnoy zhurnal*, 1992, no. 4, pp. 74–78. (In Russ.)

Astrologova L.E. Changes in the structure and productivity of plants in the process of restoration of a pine stand. Arkhangelsk: AGTU, 1998. 156 p. (In Russ.)

Astrologova L.E., Nakvasina E.N. The intensity of bilberry fruiting in bilberry pine forests of the Arkhangelsk region. *Plant resources*, 1982, vol. 18, iss. 1, pp. 30–33. (In Russ.)

Bondarenko A.S., Zhigunov A.V. Statistical processing of forestry research materials. St. Petersburg, Polytechnic Univer. Publishing House, 2016. 125 p. (In Russ.)

Burova N.V., Feklistov P.A. Anthropogenic transformation of suburban forests. Arkhangelsk: Publishing House of the Arch. State Technical University, 2007. 264 p. (In Russ.)

Flora of the central part of Russia: atlas-identification guide. M.: LLC Fiton 21, 2013. 544 p. (In Russ.)

Forest taxation. Part 4. Laying and description of trial areas during scientific research and preparation of final qualifying works: textbook. Arkhangelsk: SAFU, 2023. 119 p. (In Russ.)

Frish V.A. Seasonal development and yield of bilberries in the Darwin Nature Reserve in 1972–1974. *Proceedings of the Darwin State Nature Reserve*. Vologda: North-Western Book Publishing House, 1979, iss. 15: Swamps and swamp berry fields, pp. 156–162. (In Russ.)

Gavrilova O.I., Gryazkin A.V., Cheng Tong, Semenova E.I. Composition and reserves of resource plant species on post-pyrogenic lands. *Izvestiya St. Petersburg Forestry Academy*, 2023, iss. 243, pp. 28–45. DOI: 10.21266/2079–4304.2023.243.28–45. (In Russ.)

Gubanov I.A., Kiseleva K.V., Novikov V.S., Tikhomirov V.N. Illustrated field guide of plants of Central Russia. M.: Moscow State University, 2002–2004. In 4 vol. (In Russ.)

Gusev I.I. Taxation of the stand: a textbook. – Arkhangelsk: Publishing House of AGTU, 2000. 72 p. (In Russ.)

Ivanova N.S. The influence of the stand on the phytomass and species diversity of the grass–shrub layer in the mountain forests of the Southern Urals. *Forest Bulletin*, 2023, vol. 27, no. 4, pp. 14–22. DOI: 10.18698/2542–1468–2023–4–14–22. (In Russ.)

Kazantseva M.N., Glazunov V.A., Nikolaenko S.A. Productivity of wild berry bushes of the Taz tundra. *International Journal of Applied and Fundamental Research*, 2016, no. 11–2, pp. 356–356. (In Russ.)

Koptev S.V., Tretyakov S.V., Ilyintsev A.S., Drozhzhin D.P., Shamontyev I.G. Multivariate scenarios for the dynamics of forest use in the Arkhangelsk region. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhnicheskoy Akademii*, 2023, iss. 246, pp. 191–205. DOI: 10.21266/2079–4304.2023.246.191–205. (In Russ.)

Kurnaev S.F. Forest-growing zoning of the USSR. 1973. 203 p. (In Russ.)

Lukin I.N., Chertovskoy V. G. Productivity and stocks of wild berries, mushrooms and medicinal plants in the Arkhangelsk region. *Increasing productivity of forests of the European North*, 1974, pp. 211–219. (In Russ.)

Mirkin B.M. On some requirements for the initial data of geobotanical research using the apparatus of mathematical statistics. *Aspects of optimization of quantitative vegetation studies*. Bashkir branch of the Institute of Biology of the USSR Academy of Sciences. Ufa, 1976, pp. 36–60. (In Russ.)

Nasledov A. SPSS 19: Professional statistical data analysis. St. Petersburg: Peter, 2011. 400 p. (In Russ.)

Panin I.A., Arzhannikov Yu.A., Boyarsky A.A., Grudtsyn A.A. The influence of logging on the resources of bilberries of the ordinary North Ural mid-mountain forest province. *Forests of Russia and their management*, 2021, no. 1 (76), pp. 4–12. DOI: 10.51318/FRET.2021.31.56.002. (In Russ.)

Petrov N.V. Features and assessment of the resource potential of forests in different types of the geographical landscape of the North–West of the taiga zone of Russia (on the example of the Republic of Karelia): autoref. diss. ... of the Candidate of Agriculture. Sciences'. St. Petersburg, 2012. 20 p. (In Russ.)

Program and methodology of biogeocenological research / V.N. Sukachev, N.V. Dylis. M: Nauka, 1966. 332 p. (In Russ.)

Staritsyn V.V., Belyaev V.V. Yield indicators of bilberries (*Vaccinium myrtillus* L.) and cranberries (*Vaccinium vitis-idaea* L.) on the territory of the Plesetsk tectonic node of the Arkhangelsk region. *Environmental problems of the Arctic and Northern territories*: An interuniversity collection of scientific papers. Arkhangelsk: SAFU Publishing House, 2012, vol. 15, pp. 69–71. (In Russ.)

Taxational handbook on Russian forest resources (except wood). Pushkino: VNIILM, 2018. 282 p. (In Russ.)

Toropova E.V., Staritsyn V.V. Morphobiological features of *Vaccinium myrtillus* L. in the forest-cutting ecoregion, in the northern taiga subzone of the Arkhangelsk region. *Ecological problems of the northern regions and ways to solve them*: Abstracts of the VII All-Russian International Scientific Conference. Apatity, 2019, pp. 91–92. (In Russ.)

Usoltsev V.A. Biological productivity of forests of Northern Eurasia: methods, database with its applications. Yekaterinburg; Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2007. 636 p. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию 26.04.2024

Верховцева Е.П., Бруева Ж.А., Феклистов П.А., Грязькин А.В. Морфометрические параметры ягод и урожайность черники (*Vaccinium myrtillus* L.) в разных типах леса в северной тайге // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2024. Вып. 251. С. 186–201. DOI: 10.21266/2079-4304.2024.251.186-201

Исследования выполнялись на территории Приморского района Архангельской области в разных типах сосняков: в сосняке черничном влажном, сосняке черничном и сосняке кустарничково-сфагновом. Древостои близки по

возрасту, чистые по составу или с небольшой примесью других пород. На площадках 1×1 м, заложенных по диагонали пробной площади в систематической последовательности, были собраны ягоды черники и затем по этим данным получены: количество ягод на каждой площадке, масса ягод в свежем состоянии, диаметр ягод, высота. Установлено, что диаметр ягод в разных типах леса колебался от $7,06 \pm 0,06$ до $7,21 \pm 0,05$ мм. Различия по критерию Стьюдента недостоверные. Высота ягод (от места прикрепления до самой нижней точки) достоверно различается. Самая высокая ягода – в сосняке черничном влажном, затем идет по убыванию в сосняке черничном и самая низкая – в сосняке кустарничково-сфагновом. Средняя масса одной ягоды в сосняке черничном влажном – $0,32 \pm 0,01$ г; в сосняке черничном – $0,34 \pm 0,08$ г; в сосняке кустарничково-сфагновом – $0,28 \pm 0,02$ г. Среднее количество ягод в разных типах леса на площадке 1 м^2 разное: в сосняке черничном влажном – 62 шт./м^2 , в черничном – 39 шт./м^2 , то есть почти в два раза меньше, а в сосняке кустарничково-сфагновом – 34 шт./м^2 . Самая большая масса ягод в сосняке черничном влажном – 20 г/м^2 , в сосняке черничном – 12 г/м^2 и в сосняке кустарничково-сфагновом – 10 г/м^2 . Средняя урожайность ягод черники следующая: в сосняке черничном влажном – $200,6 \text{ кг/га}$, в сосняке черничном – $129,5 \text{ кг/га}$, в сосняке кустарничково-сфагновом – $101,6 \text{ кг/га}$. Четкой зависимости массы ягод на 1 м^2 от проективного покрытия нет, но имеется тренд: чем больше проективное покрытие, тем больше масса ягод на 1 м^2 .

Ключевые слова: черника, ягоды, урожайность, биологический запас, тип леса, сосняки.

Verkhovtseva E.P., Brueva J.A., Feklistov P.A., Gryazkin A.V. Morphometric parameters of berries and productivity of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) in different types of forests in the northern taiga. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhniceskoj Akademii*, 2024, iss. 251, pp. 186–201 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2024.251.186-201

The research was carried out on the territory of the Primorsky district of the Arkhangelsk region in different types of pine forests: moist bilberry pine, bilberry pine and shrub-sphagnum pine. Forest are close in age and pure in composition or with a small admixture of other species. Bilberries were collected in a systematic sequence on 1×1 m sites laid diagonally across the test area. Then, using these data, we obtained: the number of bilberries on each site, the mass of bilberries in fresh condition, the diameter of bilberries, the height of bilberries. It was found that the diameter of bilberries in different types of forest ranged from 7.06 ± 0.06 to 7.21 ± 0.05 mm. The differences according to the Student's criterion are unreliable. The height of bilberries from the place of attachment to the lowest point significantly differs. The highest bilberry berry is in the moist bilberry pine, then it goes down in the bilberry pine and the lowest in the shrub-sphagnum pine. The average weight of one bilberry berry in moist bilberry pine is 0.32 ± 0.01 g; in bilberry

pine – 0.34 ± 0.08 g; and in shrubby sphagnum pine – 0.28 ± 0.02 g. The average number of bilberries in different types of forest on a site of 1 m^2 is different: in the moist bilberry pine – 62 pcs./ m^2 , in the bilberry pine – 39 pcs./ m^2 , that is almost half as much, and in the shrubby-sphagnum pine – 34 pcs./ m^2 . The largest mass of bilberries in the moist bilberry pine is $20 \text{ g}/\text{m}^2$, in the bilberry pine – $12 \text{ g}/\text{m}^2$ and in the shrub-sphagnum pine – $10 \text{ g}/\text{m}^2$. The average yield of bilberries is as follows: in the moist bilberry pine – $200.6 \text{ kg} / \text{ha}$, in the bilberry pine – $129.5 \text{ kg}/\text{ha}$, in the shrub-sphagnum pine $101.6 \text{ kg} / \text{ha}$. There is no clear dependence of the mass of bilberries per 1 m^2 on the projective coating, but there is a trend: the larger the projective cover is the greater the mass of berries per 1 m^2 will be.

Key words: bilberry, berries, productivity, biological reserve, forest type, pine forests.

ВЕРХОВЦЕВА Елена Павловна – аспирант ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова» (САФУ).

163002, наб. Северной Двины, д. 17, г. Архангельск, Россия. E-mail: verkhovtseva@narfu.ru

VERKHOVTSEVA Elena P. – PhD student of Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov (SAFU).

163002. Severnaya Dvina emb. 17. Arkhangelsk. Russia. E-mail: verkhovtseva@narfu.ru

БРУЕВА Жанна Алексеевна – аспирант ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова» (САФУ).

163002, наб. Северной Двины, д. 17, г. Архангельск, Россия. E-mail: bruevazh@bk.ru

BRUEVA Zhanna A. – PhD student of Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov (SAFU)

163002. Severnaya Dvina emb. 17. Arkhangelsk. Russia. E-mail: bruevazh@bk.ru

ФЕКЛИСТОВ Павел Александрович – главный научный сотрудник лаборатории приарктических лесных экосистем ФГБУН «Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаврова» УрО РАН. ORCID: 0000-0001-8226-893X.

163020, Никольский пр., д. 20, г. Архангельск, Россия. E-mail: pfeklistov@yandex.ru

FEKLISTOV Pavel A. – Chief Researcher at the Laboratory of Arctic Forest Ecosystems of Federal Research Center for Integrated Arctic Studies named after Academician N.P. Laverov Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. ORCID: 0000-0001-8226-893X.

163020. Nikolskiy av. 20. Arkhangelsk. Russia. E-mail: pfeklistov@yandex.ru

ГРЯЗЬКИН Анатолий Васильевич – профессор кафедры лесоводства Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова, доктор сельскохозяйственных наук. ORCID: 0000-0002-7901-2180.

194021, Институтский пер., д. 5, лит. У, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: lesovod@bk.ru

GRYAZKIN Anatoly V. – DSc (Agricultural), Professor of the Department of Forestry, St.Petersburg State Forestry University. ORCID: 0000-0002-7901-2180.

1194021. Institute per. 5. Let. U. St. Petersburg. Russia. E-mail: lesovod@bk.ru