

19. Maslov B.S. *Gidrologiya torfyanykh bolot.* – М.: Rossel'khozakademiya, 2009. – 266 s.

20. Moskalenko N.T., Shur Yu.L. *Temperaturnyi rezhim poverkhnosti i sloya sezonnogo ottaivaniya gruntov ozerno-allyuvial'nykh*

ravnin Severa Zapadnoi Sibiri. – М.: VSMEGINGEO, *Geokriologicheskie issledovaniya*, 1975. – Вып. 87. – С. 76-97.

Работа выполнена при поддержке Минобрнаука (госзадание ТГПУ № 174).



УДК 581.5

А.А. Малиновских
A.A. Malinovskikh

**ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ ОСВЕЩЕННОСТИ ПОД ПОЛОГОМ ЛЕСА
НА УРОЖАЙНОСТЬ БРУСНИКИ
В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕ-ОБСКОГО БОРА АЛТАЙСКОГО КРАЯ**

**THE EFFECT OF ILLUMINATION LEVEL UNDER FOREST CANOPY ON COWBERRY YIELD
UNDER THE CONDITIONS OF THE SREDNE-OBSKOY PINE FOREST OF THE ALTAI REGION**

Ключевые слова: экологические факторы, свет, полнота древостоя, брусника обыкновенная, урожайность, пробная площадь, приобские боры.

Анализируется зависимость биологической урожайности брусники обыкновенной от уровня освещенности под пологом леса. Исследования выполнялись в лесном фонде Каменского лесничества, расположенного в Средне-Обском бору Алтайского края. Вопрос влияния уровня освещенности изучался под пологом сосновых древостоев мшисто-ягодниковых типов леса с разной полнотой. Установлено, что полнота и, следовательно, освещенность с высокой степенью достоверности влияют на общую массу плодов, массу одной ягоды, среднюю массу плодов и процент плодоносящих растений брусники. Брусника является относительно светолюбивым лесным кустарничком, проявляя наибольшую продуктивность проявляет в низкополотных и среднеполотных древостоях. Под пологом этих древостоев брусника хорошо обеспечена, прежде всего, светом, а также необходимым количеством тепла и влаги. Под пологом высокополотных сосновых древостоев растения брусники испытывают нехватку света, что проявляется в низких значениях плодоносящих особой и невысокой урожайности. Используя полученные данные, нетрудно высчитать среднюю биологическую урожайность брусники в Каменском лесничестве – 191,83 кг/га. Данный показатель является довольно высоким для Западной Сибири (70-230 кг/га). На территории Каменского лесничества на всей доступной для сбора площади величина биологического урожая по бруснике составляет 677,8 т. Основная доля дикорастущих брусничников произрастает в высокополотных сосновых древостоях, хотя наиболее

обильные урожаи отмечены нами в низкополотных древостоях.

Keywords: *environmental factors, light, forest density, cowberry (Vaccinium vitis-idaea L.), yielding capacity, sampling area, Ob pine forests.*

The dependence of the biological yielding capacity of cowberry on the illumination level under forest canopy is investigated. The study was conducted in the forest areas of the Kamenskoye forest district located in the Sredne-Obskoy pine forest of the Altai Region. The issue of the illumination level effect was studied under the canopy of pine stands of berry-bearing moss forest types of different density. It has been found that the density and consequently the illumination affect the total weight of berries, one berry weight, average berry weight and the percentage of fruit-bearing cow-berry plants with high significance level. Cowberry is a relatively light-demanding forest dwarf shrub which reveals the highest productivity in low-density and medium-density stands. Under the canopy of those forest stands, cowberry is well supplied first of all by light and by the required amount of heat and moisture. Under the canopy of high-density pine stands cowberry plants lack light and this is revealed by fewer fruit-bearing plants and low yields. By using the obtained data it is easy to calculate the average biological yielding capacity of cowberry in the Kamenskoye forest district – 191.83 kg per ha. This figure is quite high for West Siberia (70-230 kg ha). The value of the biological yield of cowberry makes 677.8 tons for the area of the Kamenskoye forest districts from all accessible berry picking areas. The largest percentage of wild cowberry grows in the high-density pine stands although the most abundant harvests were found in low-density stands.

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

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

Введение

По запасам дикорастущих грибов и ягод наша страна занимает первое место в мире. По экспертным оценкам МПР России, средний ежегодный эксплуатационный или промысловый урожай дикорастущих грибов составляет 2,2 млн т, основных ягод – 4,75 млн т, из них: брусники – 1,5; черники – 1,3; клюквы – 1,1; голубики – 0,5; морошки – 0,12 млн т. Биологический урожай ягод и грибов в два раза выше промыслового [1].

Фактический объём сбора дикорастущих плодов и ягод относительно небольшой. Он составляет по разным оценкам 2,5% от биологического урожая, хотя по отдельным регионам может быть значительно выше [2].

На рост и плодоношение дикорастущих кустарников и кустарничков сильно влияют типы условий местопроизрастания. Под пологом леса урожайность ягод колеблется в зависимости от типа леса от 0,1 до 10 ц/га и более. На вырубках урожайность увеличивается в 2-3 раза. За один день можно собрать 8-10 кг ягод, а при хорошем урожае – 15-20 кг [3].

В Алтайском крае наиболее богаты дикорастущими ягодниками приобские боры: Верхне-Обский и Средне-Обский [4]. В таком типе леса, как сосняк мшисто-ягодный вполне возможен промышленный сбор брусники и черники. Однако биологическая урожайность этих ягодоносных угодий, в т.ч. вопросы влияния на неё местных лесорастительных и экологических условий остаются малоизученными.

Цель работы – определить влияние освещенности под пологом сосновых древостоев на урожайность брусники в условиях Средне-Обского бора Алтайского края. Были поставлены **задачи**:

- заложить пробные площади в мшисто-ягодниковых сосняках с разной полнотой древостоя с целью определения биологической урожайности брусники;
- определить общий и эксплуатационный запас брусники;
- установить зависимость урожайности ягод от полноты древостоя;
- определить возможный ежегодный размер заготовки брусники.

Объекты и методы исследования

Объектами исследований являлись сосняки мшисто-ягодниковые коренные (Смяк) в лесном фонде Каменского лесничества в Средне-Обском бору.

Исследования проводились методом временных пробных площадей, отбор насаждений для закладки которых проводился по материалам лесоустройства. Затем на выбранных участках составлялась таксационная характеристика для установления соответствия имеющимся лесотаксационным материалам [5, 6]. Таким образом, были выделены участки с различной полнотой: 0,3; 0,5; 0,7; 0,9 ед. На каждом участке была заложена пробная площадь, равная 0,25 га. Площадки для учета брусники с размерами 1x1 м по 30 шт. на пробной площади размещались равномерно. Характеристика пробных площадей представлена в таблице 1.

Таблица 1

Таксационное описание пробных площадей

Показатель	ПП № 1, полнота 0,3 Кв. 44, выд. 9	ПП № 2, полнота 0,5 Кв. 44, выд. 15	ПП № 3, полнота 0,7 Кв. 44, выд. 3	ПП № 4, полнота 0,9 Кв. 50, выд. 1
Породный состав	8С2Б	8С2Б	8С2Б	10С+Б
Ярус	1	1	1	1
Высота яруса, м	23,9	24,4	24,3	25,1
Элемент леса	СБ	СБ	СБ	СБ
Возраст, лет	70; 60	75; 65	75; 65	110; 75
Диаметр, см	23; 20	24; 20	24; 21	31; 22
Подрост	7С3БС	9С16	10С	10С
Подлесок	Карагана древовидная	Карагана древовидная	Карагана древовидная	Карагана древовидная
Класс возраста	4	4	4	6
Бонитет	I	I	I	II
Тип леса	СМЯК	СМЯК	СМЯК	СМЯК
Полнота	0,3	0,5	0,7	0,9
Запас леса на 1 га, дес. м ³	18,6	30,7	44,8	60,2

Результаты исследований

Для урожайности брусники и черники в мшисто-ягодниковых типах леса полнота древостоя является определяющим фактором. От полноты древостоя зависит сомкнутость полога, а значит, и поступление под полог древостоя световой и тепловой энергии, а также влаги. Также от полноты древостоя зависят состав и развитие живого напочвенного покрова, который может создавать конкуренцию изучаемым кустарничкам.

Наибольшее влияние полнота древостоя оказывает на количество экземпляров или общую массу ягоды с единицы площади.

В таблице 2 приведены статистические показатели, отражающие зависимость массы плодов брусники от полноты соснового древостоя.

Приведенные данные свидетельствуют, что наибольшая масса плодов брусники формируется в низкополотных насаждениях – 0,3 ед., затем резко убывает с увеличением полноты (табл. 2). Брусника является относительно светолюбивым растением, поэтому наибольшие её урожаи бывают в низкополотных насаждениях, вырубках или гарях. В условиях Средне-Обского бора предпочитает более сухие лесорастительные условия, чем черника.

Одним из наиболее важных показателей развития живого напочвенного покрова леса является степень проективного покрытия почвы каким-либо отдельным видом растения (в нашем случае – брусники). Но проективное покрытие неточно отражает зависимость урожайности ягодников от полноты древостоя. Важным показателем в данном случае будет являться процент плодоносящих растений под пологом древостоя.

В таблице 3 приведены статистические показатели, отражающие зависимость количества плодоносящих растений брусники от полноты соснового древостоя.

Данные таблицы 3 показывают, что со снижением полноты древостоя закономерно увеличивается процент плодоносящих кустарничков брусники к общему числу данных кустарничков. Из полученных данных следует, что при полноте 0,9 плодоносит всего 25% кустарничков, остальным для плодоношения не хватает необходимых условий, в первую очередь света, и произрастают они без плодов, в вегетирующем состоянии.

Рассмотрим ещё один показатель урожайности ягод, зависящий от полноты древостоя, – среднюю массу одной ягоды.

В таблице 4 приведены статистические показатели, отражающие зависимость массы одной ягоды брусники от полноты древостоя.

Таблица 2

Зависимость массы плодов брусники (г) от полноты древостоя

№ п/п	Полнота, доля ед.	Статистические показатели			
		$M \pm m$	δ	V, %	P, %
1	0,3	27,22±3,39	18,58	68,26	4,29
2	0,5	20,15±2,65	14,60	71,23	8,21
3	0,7	16,90±2,72	14,24	88,40	7,29
4	0,9	12,46±0,20	11,39	91,41	8,38

Примечание. M – среднее арифметическое; m – ошибка среднего арифметического; δ – среднее квадратическое отклонение; V – коэффициент вариации; P – точность опыта.

Таблица 3

Зависимость процента плодоносящих растений брусники от полноты древостоя

№ п/п	Полнота, доля ед.	Статистические показатели			
		$M \pm m$	δ	V, %	P, %
1	0,3	78,93±4,54	24,08	30,51	2,91
2	0,5	66,85±5,20	27,04	40,45	4,62
3	0,7	42,96±4,79	23,97	55,80	6,38
4	0,9	25,00±4,62	21,25	85,00	9,40

Таблица 4

Зависимость массы одной ягоды брусники от полноты древостоя

№ п/п	Полнота, доля ед.	Статистические показатели			
		$M \pm m$	δ	V, %	P, %
1	0,3	0,18±0,01	0,05	27,78	3,33
2	0,6	0,17±0,01	0,06	35,29	1,18
3	0,7	0,17±0,02	0,08	47,06	2,32
4	0,9	0,16±0,01	0,01	6,26	6,25

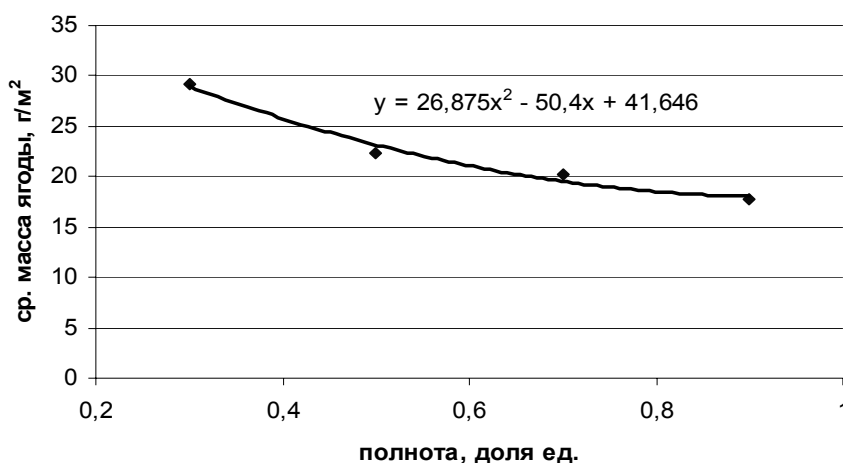


Рис. Регрессионный анализ зависимости средней массы плодов брусники от полноты соснового древостоя

Данные таблицы 4 показывают, что с увеличением полноты древостоя и соответственно, количества освещенности масса одной ягоды планомерно уменьшается, так что в низкополотных древостоях ягоды имеют большую массу, чем в средне- и низкополотных.

При изучении зависимостей нередко возникает потребность дать количественную оценку связи, то есть узнать, как изменится результивный показатель (Y) при изменении факторного (X) на единицу его измерения. Например, на сколько грамм изменится средняя масса ягод с участка 1х1 м при изменении полноты древостоя на 0,1 ед.

Чтобы получать ответы на подобные вопросы, применяют регрессионный анализ.

В данном случае полнота древостоя будет являться факторным показателем (X), а средняя масса плодов брусники с учётной площадки при определённой полноте – результивным (Y) (рис.).

Полученное уравнение регрессии может быть использовано для расчета массы плодов черники и брусники в зависимости от полноты древостоя. Следует помнить, что вычисляемые таким образом результаты имеют приближенный (прогнозный) характер. При вычислениях в пределах изученной области определения переменной x (интерполяция) результаты более надежны, чем при вычислениях за пределами этой области (экстраполяция).

Для примера вычислим возможную среднюю массу плодов брусники с учётной площадки при полноте 0,4 ед.:

$$\begin{aligned}
 Y &= 26,875x^2 - 50,4x + 41,646 = \\
 &= 26,875 \times (0,4)^2 - 50,4 \times 0,4 + \\
 &\quad + 41,646 = 25,79 \text{ г.}
 \end{aligned}$$

Расчет по регрессионной модели позволил установить, что при увеличении полноты

древостоя с 0,3 до 0,4 ед. средняя масса плодов брусники с учётной площадки снизится на 3,41 г.

В целом наибольшая изменчивость показателей, рассмотренных в данной работе, в зависимости от полноты проявляется в количестве экземпляров брусники, а отсюда и её общей массы. Остальные показатели продуктивности и обилия изменяются не так резко.

Данные, изложенные выше, показывают, что от условий произрастания и состояния древостоя (полнота, густота, сомкнутость) напрямую зависит урожайность плодоносящих популяций брусники в насаждениях.

Исследования показали, что одним из главных факторов, влияющих на произрастание и продуктивность брусники в условиях Средне-Обского бора, является различная степень освещенности под пологом древостоя.

Таким образом, используя полученные данные, нетрудно высчитать среднюю биологическую урожайность брусники в Каменском лесничестве – 191,83 кг/га. Данный показатель является довольно высоким для Западной Сибири (70-230 кг/га).

На территории Каменского лесничества на всей доступной для сбора площади величина биологического урожая по бруснике составляет 677,8 т. Основная доля дикорастущих брусничников произрастает в высокополотных сосновых древостоях, хотя наиболее обильные урожаи отмечены нами в низкополотных древостоях.

Учитывая, что промысловый урожай брусники составляет не более 70% от биологического урожая [7], получим величину промыслового урожая равную 474,5 т. Эксплуатационный урожай равен промысловому урожаю, за минусом различных потерь, в размере 15%. Итоговый ежегод-

ный объем возможного заготавливаемого урожая брусники в лесном фонде лесничестве составит 403,3 т. Однако в целях сохранения и восстановления популяций брусники заготовке подлежит 1/5 часть всего урожая – 80,66 т.

Выводы

1. Выявлено, что из всех лесоводственных показателей наибольшее влияние на урожайность ягоды оказывает полнота древостоев, которая характеризует сомкнутость древесного полога и освещенность под ним, оказывая прямое влияние на изменение биологических показателей брусники. Наибольшей продуктивности дикорастущие ягодники брусники в условиях Средне-Обского бора достигают в низкополнотных сосновых древостоях.

2. Методом учетных площадок подсчитан запас брусники на единицу площади леса. Для брусники он составил (в среднем) 193,81 кг/га.

3. Расчеты показали, что в лесном фонде Каменского лесничества, не снижая биологической продуктивности и устойчивости популяций брусники обыкновенной, ежегодно можно заготавливать по 80,66 т ягод брусники в свежем виде.

Библиографический список

1. Кожухов Н.И. Пищевые недревесные ресурсы леса для продовольственного рынка России. – М., 2005. – 316 с.
2. Шутов В.В. Возможные пути организации работы предприятий по заготовке и переработки недревесной продукции леса // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2005. – № 10. – С. 25-28.
3. Черепнин В.Л. Пищевые растения Сибири. – Новосибирск: Наука, 1987. – 190 с.

4. Малиновских А.А. Виды недревесных лесных ресурсов и уровень их использования в лесном фонде Алтайского края // Аграрная наука – сельскому хозяйству: матер. XI Междунар. науч.-практ. конф. – Барнаул, 2016. – С. 395-397.

5. Методы изучения лесных сообществ. – СПб.: НИИХимии СПбГУ, 2002. – 240 с.

6. Лесохозяйственный регламент Каменского лесничества Алтайского края. – Барнаул, 2011. – 96 с.

7. Телишевский Д.А. Комплексное использование недревесной продукции леса. – М.: Лесная промышленность, 1986. – 261 с.

References

1. Kozhukhov N.I. Pishchevye nedrevesnye resursy lesa dlya prodovol'stvennogo rynka Rossii. – M., 2005. – 316 s.

2. Shutov V.V. Vozmozhnye puti organizatsii raboty predpriyatii po zagotovke i pererabotki nedrevesnoi produktsii lesa // Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa. – 2005. – № 10. – С. 25-28.

3. Cherepnin V.L. Pishchevye rasteniya Sibiri. – Novosibirsk: Nauka, 1987. – 190 s.

4. Malinovskikh A.A. Vidy nedrevesnykh lesnykh resursov i uroven' ikh ispol'zovaniya v lesnom fonde Altaiskogo kraia // Mater. Khl mezhdunar. nauch.-prakt. konf. «Agrarnaya nauka – sel'skomu khozyaistvu». – Barnaul, 2016. – Kn. 2. – S. 395-397.

5. Metody izucheniya lesnykh soobshchestv. – SPb.: NIIXimii SpbGU, 2002. – 240 s.

6. Lesokhozyaistvennyi reglament Kamenskogo lesnichestva Altaiskogo kraia. – Barnaul, 2011. – 96 s.

7. Telishevskii D.A. Kompleksnoe ispol'zovanie nedrevesnoi produktsii lesa. – M.: Lesnaya promyshlennost', 1986. – 261 s.



УДК 630*181.351

**В.В. Реуцкая, Н.Ю. Белозубова, А.В. Гапоненко
V.V. Reutskaya, N.Yu. Belozubova, A.V. Gaponenko**

АНАЛИЗ КОМПОЗИЦИОННОГО РАЗНООБРАЗИЯ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ СРЕДНЕРУССКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

THE COMPOSITION DIVERSITY ANALYSIS OF FOREST ECOSYSTEMS OF THE CENTRAL RUSSIAN FOREST-STEPPE

Ключевые слова: композиционное разнообразие, устойчивость, болезни растений, патогены, Среднерусская лесостепь, экосистемы, биоразнообразие.

Key words: composition diversity, sustainability, plant diseases, pathogens, Central Russian forest-steppe, ecosystems, biodiversity.