

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
Отделение биологических наук
Научно-практический центр по биоресурсам
Центральный ботанический сад

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИИ, ПРОВЕДЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОНИТОРИНГОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

Материалы международной научной конференции,
посвященной 95-летию со дня рождения
члена-корреспондента НАН Беларуси Е. А. Сидоровича
(9–10 марта 2023 года, Минск)

Минск
«ИВЦ Минфина»
2023

УДК 502.175:[502.211:582](476)(082)
ББК 28.588(4Бел)я43
Т33

Редакционная коллегия:

доктор биологических наук, член-корреспондент НАН Беларуси
Ж. А. Рупасова (ответственный редактор); кандидат биологических наук *П. Н. Белый*;
доктор биологических наук *Н. В. Гетко*; кандидат биологических наук *Л. В. Гончарова*;
С. М. Кузьменкова; доктор биологических наук *Е. Н. Кутас*;
кандидат биологических наук *А. П. Яковлев*

Рецензенты:

доктор биологических наук, член-корреспондент НАН Беларуси, доцент *В. Н. Прохоров*
(Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича
Национальной академии наук Беларуси);
доктор биологических наук, доцент *О. В. Созинов*
(Гродненский государственный университет имени Янки Купалы)

Т33 **Теоретические** и прикладные аспекты организации, проведения и использования мониторинговых наблюдений : материалы международной научной конференции, посвященной 95-летию со дня рождения члена-корреспондента НАН Беларуси Е. А. Сидоровича (Минск, 9–10 марта 2023 г.) / Нац. акад. наук Беларуси [и др.] ; редкол.: Ж. А. Рупасова [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2023. – 383 с.

ISBN 978-985-880-314-8.

В сборнике представлены материалы по изучению теоретических и прикладных аспектов организации, проведения и использования мониторинговых наблюдений для оценки и прогноза изменений состояния растительности под воздействием природных и антропогенных факторов. Обсуждаются актуальные проблемы рационального природопользования, охраны окружающей среды и рекультивации нарушенных земель.

УДК 502.175:[502.211:582](476)(082)
ББК 28.588(4Бел)я43

ISBN 978-985-880-314-8

© ГУО «Центральный ботанический сад
Национальной академии наук Беларуси», 2023
© Оформление. УП «ИВЦ Минфина», 2023

2019 г. – Минск: Колорград, 2019. – С. 163–169. URL: https://kpfu.ru/staff_files/F_1670930879/minsk_2019.pdf

4. Fedorova, S. V. Methodological Approaches in Population Botany and Plant Ecology / S. V. Fedorova // American Journal of BioScience. Special Issue: Innovative Methodological Approaches in Botany and Plant Population Ecology. – 2020. – Vol. 8, № 3. – P. 73–90. DOI: 10.11648/j.ajbio.20200803

МЕТОДЫ УЧЁТА ОБИЛИЯ И УРОЖАЙНОСТИ ФИТОМАССЫ *VACCINIUM VITIS-IDAEA*: СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА

П. П. Филипчик*, О. В. Созинов**

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,
г. Гродно, Республика Беларусь, *polina_filipchik@mail.ru; **o.sozinov@grsu.by

Резюме. Проведена оценка обилия брусники *Vaccinium vitis-idaea* глазомерно и цифровым методом уколов (с помощью программы ImageJ) в сосняках Вороновского района Беларуси. Сравнимые методы показали высокую точность относительного определения проективного покрытия (отклонение до 10 %). Созданные регрессионные уравнения связи урожайности растительного сырья и обилия *Vaccinium vitis-idaea* применимы для экспресс-оценки ресурсной фитомассы (*Vaccinium vitis-idaea cormi*, возд.-сух. 144,11 г/м²).

Summary. Filipchik P. P., Sozinov O. V. **Methods for accounting for the abundance and productivity of phytomass *Vaccinium vitis-idaea*: comparative evaluation.** The abundance of cowberry *Vaccinium vitis-idaea* was assessed visually and by digital injection method (using the ImageJ program). The compared methods showed a high accuracy of the relative determination of the projective coverage (deviation up to 10 %). The created regression equations for the relationship between the yield of plant raw materials and the abundance of *Vaccinium vitis-idaea* are applicable for the express assessment of the resource phytomass (*Vaccinium vitis-idaea cormi* air-dry 144.11 g/m²).

В современном ботаническом ресурсоведении важны быстрые, точные и неdestructивные методы оценки обилия и урожайности лекарственного сырья [2, 3].

Целью работы является сравнение глазомерного и программного метода оценки обилия (проективного покрытия) надземной фитомассы *Vaccinium vitis-idaea* и проверка ранее созданных регрессионных уравнений на данных полевого сезона 2022 года. Исследование обилия и урожайности *Vaccinium vitis-idaea cormi* проводили в сосновых лесах Вороновского района Гродненской области Беларуси с июля до середины октября в 2015–2016 и 2022 гг. Всего заложено восемь пробных площадей 400 м² (по 6 на каждый полевой сезон). Изученные фитоценозы относятся к соснякам брусничным (3), соснякам мшистым (2), бе-

резнякам брусничным (2) и осинникам брусничным (1) (изменчивость относительной полноты от 0,4 до 0,9; возраст древостоя от 25 до 75 лет) [4]. Урожайность побегов брусники изучали методом учётных площадок 900 см² (30×30 см, по 20 на пробную площадь) по градиенту обилия брусники. Проективное покрытие оценивали глазомерным и программным способами (цифровой аналог метода уколов) [1]. С помощью цифрового фотоаппарата (20,2 Мп) на высоте 0,5 м делали фотографии учётных площадок, регулировали яркость и контрастность изображений в программе Adobe Photoshop CS6, обрезали по внутреннему краю квадрата = 900 см². Далее в цифровой среде программы ImageJ с помощью плагина Grid формировали 100 точек (меток). Затем подсчитывали количество попавших точек на листья и

побеги брусники (плагин Cell Counter). По итогу в программе отображается общее число меток, которое является проективным покрытием брусники в пределах учётной площадки (всего УП 120 на каждый год исследований) [4].

Надземную фитомассу брусники (облиственные побеги *Vaccinium vitis-idaea cormi*) срезали с каждой учётной площадки и сушили воздушно-теневым способом [5]. Далее определяли воздушно-сухую фитомассу брусники на аналитических весах до второго знака после запятой.

Проводили корреляционный и регрессионный анализы в программе Statistica 10 для выявления связи проективного покрытия и массы лекарственного сырья. Проводили дисперсионный анализ в Past 3.17 для выявления различий среднего проективного покрытия *Vaccinium vitis-idaea* за три года на пробных площадях.

Полученные результаты показали, что различия в оценке проективного покрытия глазомерным и программным методом варьируют до 10 % (табл. 1).

Таблица 1 – Разногодичная изменчивость проективного покрытия брусники (учётная площадка равна 900 см²)

Фитоценоз; возраст (формула состава древостоя)	2015 г.		2016 г.		2022 г.	
	ППгл/ ППпр, %	Откло- нение (абсо- лютное)	ППгл/ ППпр, %	Откло- нение (абсо- лютное)	ППгл/ ППпр, %	Откло- нение (абсо- лютное)
Березняк бруснично-мшистый; 50 лет (8Б(б)ЕОс + ДС)	$44,4 \pm 6,05$ $49,1 \pm 6,44$	4,7	$48,45 \pm 7,37$ $48,35 \pm 6,51$	0,1	Нет данных	
Осиново-березняк бруснично- вейниковый; 25 лет (7Б(б)2ОсС)	$54,55 \pm 6,89$ $51,75 \pm 6,34$	2,8	$47,35 \pm 7$ $47,75 \pm 6,44$	0,4	Нет данных	
Сосняк бруснично-мшистый; 75 лет (10С)	$45,15 \pm 6,76$ $44,35 \pm 6,08$	0,8	$49,7 \pm 6,97$ $48,9 \pm 6,08$	0,8	$51,1 \pm 7,06$ $53,25 \pm 5,81$	2,15
Сосняк бруснично-мшистый; 70 лет (9СБ(б))	$41,35 \pm 5,39$ $41,15 \pm 4,70$	0,2	$47,45 \pm 6,62$ $43,2 \pm 5,78$	4,25	$51,4 \pm 6,17$ $48,65 \pm 5,36$	2,75
Сосняк бруснично-мшистый; 70 лет (9СД)	$49,45 \pm 6,38$ $49,15 \pm 6,29$	0,3	$50,7 \pm 7,09$ $50,65 \pm 6,26$	0,08	$45,3 \pm 6,77$ $50,3 \pm 6,66$	5
Сосново-осинник бруснично- мшистый; 75 лет (7Ос3С)	$45,35 \pm 5,31$ $46,85 \pm 5,69$	1,5	$42,65 \pm 5,78$ $42,7 \pm 5,09$	0,05	$52,85 \pm 5,77$ $49 \pm 4,72$	3,85
Сосняк бруснично-мшистый; 60 лет (9СБ(б))	Нет данных				$28,25 \pm 4,06$ $29,75 \pm 4,04$	1,5
Сосново-березняк бруснично- мшистый; 60 лет (7СЗБ(б))	Нет данных				$40,3 \pm 6,07$ $42,45 \pm 5,48$	2,15

Примечание. ППгл – проективное покрытие глазомерное, ППпр – проективное покрытие программное.

Отклонение значений обилия, рассчитанного с помощью глазомерного и программного методов, находится в пределах до 10 %, что свидетельствует о достаточной точности использования обоих методических подходов. По данным 2022 года заметно увеличение отклонения, связанное с перерывом в проведении полевых работ (опосредованно связано с сукцессионными процессами в лесных экосистемах и лесохозяйственными мероприятиями).

При проведении однофакторного дисперсионного анализа разногодичной изменчивости (2015, 2016 и 2022 гг.) проективного покрытия *Vaccinium vitis-idaea* на постоянных пробных площадях достоверных различий не выявлено ($p > 0,05$).

На основе данных 2016 г. созданы регрессионные уравнения ($r > 0,85$, $p < 0,05$) для экспресс-оценки урожайности *Vaccinium vitis-idaea* по проективному покрытию, снятого глазомерно и программно (табл. 2).

Таблица 2 – Расчётная и фактическая средняя масса сырья (побеги)
Vaccinium vitis-idaea (2016 год)

Регрессионное уравнение	r	r ²	Средняя масса сырья, г/0,09 м ²		Различие между расчётными и фактическими данными, г
			расчётная	фактическая	
$m = 0,6902 + 0,2736 \cdot x$ ППгл	0,85	0,72	12,02±2,74	13,9±0,92	-1,88
$m = -1,0061 + 0,3143 \cdot x$ ППпр	0,87	0,76	13,73±2,43		-0,17

Примечание. m – воздушно-сухая масса сырья, г/м²; ППгл – проективное покрытие глазомерное, %; ППпр – проективное покрытие программное, %; r – коэффициент корреляции; r² – коэффициент детерминации.

Различие между расчётными и фактическими данными воздушно-сухой фитомассы имеют отрицательный характер, что свидетельствует о некотором занижении расчётной массы сырья по отношению к фактической. Выявлена более высокая точность оценки фитомассы брусники при применении цифрового метода учёта обилия по отношению к глазомерной съёмке (табл. 1).

Возможно применение (после апробации) регрессионных уравнений для экспресс-оценки урожайности брусники в схожих фитоценозах с подобными экологическими условиями в пределах физико-географического района [3]. Регрессионные уравнения 2016г. (табл. 2) на данных 2022 г. показали, что разность между расчётными данными массы сырья не превышает 10 % (табл. 3).

Таблица 3 – Расчётная фитомасса *Vaccinium vitis-idaea*

Параметр	2016 г.	2022 г.	Отклонение (абс.)
Расчётная масса по ППгл, г/0,09 м ²	12,02±2,74	12,97±1,05	0,95 / 7,29%
Расчётная масса по ППпр, г/0,09 м ²	13,73±2,43	13,32±1,09	0,41 / 3,11%

Примечание. ППгл – проективное покрытие глазомерное; ППпр – проективное покрытие программное.

Таким образом, исследование урожайности *Vaccinium vitis-idaea cormi* в сосновых лесах Вороновского района Гродненской области (151 г/м² и 154,44 г/м² за 2015–2016 гг. соответственно), показали, что глазомерный метод оценки обилия (46,71±1,89 % в 2015 г.; 47,72±1,14 % в 2016 г.; 44,87±3,84 % в 2022 г.) брусники корректен в применении. Цифровой метод уколов (47,06±1,56 % в 2015 г.; 46,92±1,32 % в 2016 г.; 45,57±3,48 % в 2022 г.)

требует больше времени для обработки фотографий учётных площадок с брусникой, но обладает достаточно высокой точностью определения проективного покрытия (и всегда может быть повторно проверен). Регрессионные уравнения связи урожайности растительного сырья и обилия *Vaccinium vitis-idaea*, полученные в одном сезоне можно использовать для оценки урожайности облиственных побегов в схожих лесотипологических условиях.

Список цитированных источников

1. Бузук, Г. Н. Методы учёта проективного покрытия растений: сравнительная оценка с использованием фотоплощадок / Г. Н. Бузук, О. В. Созинов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014 – Т. 16, № 5(5). – С. 1644–1649.
2. Созинов, О. В. Информационные технологии в ботаническом ресурсоведении: результаты и перспективы / О. В. Созинов // Растительные ресурсы. – 2015. – Т. 51, № 3. – С. 449–462.
3. Созинов, О. В. Определение ресурсных показателей растений: регрессионные зависимости и проективный вес *Vaccinium vitis-idaea* / О. В. Созинов, Г. Н. Бузук // Социально-экологические технологии (Вестник МГТУ им. М. А. Шолохова). – 2017. – № 4. – С. 9–26.
4. Созинов, О. В. Сравнительный анализ методик определения обилия и ресурсной фитомассы брусники (*Vaccinium vitis-idaea*) / О. В. Созинов, П. П. Филипчик // Современные проблемы

природопользования и звероводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 95-летию ВНИИОЗ им. проф. Б. М. Житкова (22–25 мая 2017 г.) / ФГБНУ ВНИИОЗ им. проф. Б. М. Житкова. — Киров, 2017. — С. 625–627.

5. Чиков, П. С. Пособие по сбору и заготовке лекарственных растений / П. С. Чиков. — М.: Лесн. пром-сть. — 1983. — 120 с.

ИЗМЕНЕНИЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА ОДНОЛЕТНЕГО ПРИ ДЕЙСТВИИ 24-ЭПИКАСТАСТЕРОНА И ЕГО ТЕТРАГЕМИСУКЦИНАТА В ЛАБОРАТОРНЫХ И ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

Я. В. Хомюк¹, А. В. Василевская¹, Р. П. Литвиновская²

¹Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина,
г. Брест, Республика Беларусь, archibasovayana@gmail.com

²Институт биоорганической химии НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь

Резюме. Проведено двухэтапное исследование биологической активности 24-эпикастатсерона (ЭК) и его эфира с янтарной кислотой (тетрагемитсукцинат 24-эпикастатсерона – ТГСЭК) в опытах по влиянию на ростовые параметры подсолнечника однолетнего *Helianthus annuus* L. (сорт Гелиос) в зависимости от условий выращивания. В лабораторных условиях положительное влияние на ростовые параметры оказывает ЭК в концентрациях 10^{-8} М, 10^{-10} М и 10^{-7} М, а также в концентрации 10^{-8} М. В полевых условиях на ростовые параметры подсолнечника положительно повлияла предпосевная обработка ЭК и ТГСЭК в концентрациях 10^{-10} М и 10^{-8} М, а при внекорневой обработке активность проявил ЭК в концентрации 10^{-8} М. На урожайность семян благотворно повлияли оба вещества с наилучшими результатами в концентрации 10^{-8} М.

Summary. *Khamiuk Y. V., Vasileuskaya A. V., Litvinovskaya R. P.* A two-stage study of the biological activity of 24-epicastatserone (EC) and its ester with succinic acid (24-epicastatserone tetrahemisuccinate – THSEC) was carried out in experiments on the effect on the growth parameters of the annual sunflower *Helianthus annuus* L. (Helios) depending on growing conditions. In laboratory test, EC has a positive effect on the growth parameters at concentrations of 10^{-8} M, 10^{-10} M and 10^{-7} M, as well as THSEC at a concentration of 10^{-8} M. In field test, the soaking seeds treatment of EC and SA at concentrations of 10^{-10} M and 10^{-8} M positively affected the growth parameters of sunflower, and EC at a concentration of 10^{-8} M showed activity for foliar treatment. Both substances gave the best results at a concentration 10^{-8} M.

Для проведения исследования были выбраны синтезированные в лаборатории химии стероидов Института биоорганической химии НАН Беларуси 24-эпикастатсерон и его тетрагемитсукцинат [1]. Данный эфир сочетается в одной молекуле остаток янтарной кислоты с брассиностероидным фрагментом. Биологическое действие СК впервые исследовано на перспективной для Республики Беларусь сельскохозяйственной культуре — подсолнечнике однолетнем сорта «Гелиос».

На начальном этапе исследования в лабораторных условиях на беспочвенной среде из широкого диапазона концентраций гормонов (10^{-7} М, 10^{-8} М, 10^{-9} М, 10^{-10} М, 10^{-11} М) выбраны оптимальные концентрации действующих веществ для семян подсолнечника согласно параметрам: энергия прорастания и всхожесть семян [2], длина подземной и надземной частей проростков [3]. Обработка исследуемыми веществами проводилась однократно в виде замачивания семян в течение