УДК 630*28:581.5(470.11)

ВЛИЯНИЕ НИЗКОЧАСТОТНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ ДИКОРАСТУЩЕЙ БРУСНИКИ (*VACCINIUM VITIS-IDAEA* L.) В ТАЕЖНОЙ ЗОНЕ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

²Смирнов А.И., ²Орлов Ф.С., ¹Беляев В.В., ¹Бойцова Т.А., ³Аксенов П.А., ¹Неверов Н.А.

¹Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. Н.П. Лаверова РАН,
Архангельск, e-mail: beljaew29@mail.ru;

²ООО «Разносервис», Москва, e-mail: 364-27-37@mail.ru;

³Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, Мытищи, e-mail: axenov.pa@mail.ru

В представленной работе показаны результаты совместного исследования Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики им. Н.П. Лаверова РАН, МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана и ООО «Разносервис» (г. Москва), которое проводилось в 2017 г. на постоянных пробных площадках в фазе обильного цветения брусничном в 2014–2016 гг. в Устьянском районе Архангельской области на территории Вельско-Устьянского тектонического узла и за его пределами. Целью исследования было изучение влияния низкочастотного электромагнитного поля (ЭМП) на урожайность дикорастущей брусники (*Vaccinium vitis-idaea* L.). Объектами исследования были кустарнички брусники на опытных и контрольных площадках в фазе обильного цветения. Обработка опытных площадок ЭМП проводилась низкочастотным генератором «Рост-Актив» по технологии «ПОСЭП» (предпосевная обработка семян электромагнитным полем). Полученные результаты исследования говорят о положительном влиянии низкочастотного ЭМП на урожайность брусники, причем в разных вариантах опыта, различающихся положением пробных площадей относительно границ тектонического узла. Так же было отмечено, что кроме повышения урожайности, обработка низкочастотным ЭМП оказывает влияние и на качественные характеристики плодов брусники, так в опытных образцах отмечено значительное увеличение содержания аскорбиновой кислоты до 200% относительно контроля. Выявлено значительное падение содержания влаги и увеличение зольности в плодах брусники, произрастающей на территории тектонического узла. С удалением от центра тектонического узла к периферии зольность плодов снижается. Достоверно установлено, что обработка низкочастотным ЭМП может изменить биохимические характеристики плодов брусники в сторону улучшения их потребительских свойств. В этой связи мы надеемся, что наше исследование будет иметь теоретическое и прикладное значение для лесного хозяйства.

Ключевые слова: низкочастотное электромагнитное поле, технология ПОСЭП, брусника (*Vaccinium vitis-idaea*), урожайность, аскорбиновая кислота

INFLUENCE OF LOW-FREQUENCY ELECTROMAGNETIC FIELD ON THE YIELD OF WILD LINGONBERRY (*VACCINIUM VITIS-IDAEA* L.) IN TAIGA OF ARKHANGELSK REGION

²Smirnov A.I., ²Orlov F.S., ¹Belyaev V.V., ¹Boytsova T.A., ³Aksenov P.A., ¹Neverov N.A.

¹Federal Center for Integrated Arctic Research after N.P. Laverova RAS,
Arkhangelsk, e-mail: beljaew29@mail.ru;

²A limited liability company under the laws of Russian Federation «Raznoservis»,
Moscow, e-mail: 364-27-37@mail.ru;

³Mytishchi branch of MSTU N.E. Bauman, Mytishi, e-mail: axenov.pa@mail.ru

The presented work shows the results of a joint research of the Federal Research Center for the Integrated Study of the Arctic named after N.P. Laverov RAS, and Moscow State Technical University named after N.E. Bauman and LLC «Raznoservis» (Moscow), which was carried out in 2017 on permanent test plots laid in lingonberry -Pine forest during 2014-2015 in Ustyansky district of Arkhangelsk region on the territory of Velsko-Ustyansky tectonic node and beyond. The aim of the research was to study the effect of low-frequency electromagnetic field (EMF) on the yield of wild-growing lingonberries (*Vaccinium vitis-idaea* L.). The objects of research were lingonberry shrubs in experimental and control sites in the phenophase of abundant flowering. The processing of EMF test sites was carried out with «Rost-Aktiv» low-frequency generator using «POSEP» technology (presowing treatment of seeds with electromagnetic field). The results of the study indicate a positive effect of low-frequency EMF on yields of lingonberries, and in different versions of the experiment, which differs in position of the trial plots in relation to the boundaries of the tectonic node. It was also noted that in addition to increasing yield, low-frequency electromagnetic treatment also affects the quality characteristics of lingonberry fruits, so in the experimental samples there was a significant increase in content of ascorbic acid up to 200% in relation to the control. Also, in fruits of lingonberry, depending on position of the experimental registration sites in relation to the center of the tectonic node, a decrease in content of ash elements was registered. A significant drop in moisture content and an increase in ash content in fruits of lingonberry growing on the territory of the given tectonic node were revealed. It has been reliably established that treatment with low-frequency electromagnetic fields can change biochemical characteristics of lingonberry fruits in the direction of improving their consumer properties. In this regard, we hope that our study will have theoretical and applied value for forestry.

Keywords: low-frequency electromagnetic field, POSEP technology, lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.), crop yield, ascorbic acid

Использование низкочастотного ЭМП в лесном хозяйстве России является мало изученным, но перспективным направле-

нием. Так, в результате проведенных исследований в лабораториях и в лесных питомниках, авторами статьи была разра-

ботана простая и экологически безопасная технология предпосевной обработки семян и сеянцев электромагнитным полем (ПОСЭП) [1] и создан прибор «Рост-Актив» – генератор низкочастотного ЭМП.

Изначально технология ПОСЭП применялась для повышения урожайности различных сельскохозяйственных культур [1–3], но в процессе анализа полученных положительных результатов было отмечено, что обработка семян низкочастотным ЭМП оказывает влияние и на качественные характеристики выращиваемой сельхозпродукции. Так исследования показали, что обработка пшеницы ЭМП повышала основной показатель ее качества – клейковину, а при обработке картофеля и сахарной свеклы значительно повышалось содержание крахмала и сахара. С 2012 г. авторами технологии ПОСЭП ведутся исследовательские работы в лесном хозяйстве, результаты которых позволяют говорить об эффективности обработки семян и сеянцев низкочастотным ЭМП по технологии ПОСЭП [4].

Леса России необычайно богаты не только качественной древесиной, но и различными видами недревесных ресурсов, рациональное использование которых может способствовать росту экономического потенциала лесного хозяйства. И здесь особое место занимают пищевые ягодные растения, которые пользуются большим спросом, как на внутреннем, так и на внешнем рынках.

В связи с этим, учитывая положительный опыт применения технологии ПОСЭП в сельском хозяйстве, возникает предположение, что и дикорастущие ягодные кустарнички, обработанные низкочастотным ЭМП, могут увеличить урожайность и улучшить ряд биохимических характеристик плодов в зависимости от воздействия тектонических узлов.

Вместе с тем, в последнее время активно исследуются процессы межгеосферного взаимодействия, как одного из актуальных направлений комплексного изучения окружающей среды [5]. В результате этих исследований установлено, что именно тектонические разломы являются наиболее активным структурообразующим элементом геологической среды, а при увеличении числа пересекающихся разломов степень раздробленности, глубинности и проницаемости тектонического узла возрастает [6, 7]. Также тектонические узлы характеризуются аномальными параметрами окружающей среды [8], непосредственно над тектоническими узлами отмечается посто-

янный «дефицит» атмосферного давления (до 25 mb) [9, 10]. Что касается частоты выпадения осадков, то их количество в центре и на периферии тектонических узлов, существенно различаются, так в центре тектонических узлов осадки выпадали значительно реже, а их объем до 26 % меньше, чем на периферии. В результате такого распределения осадков гидросеть повторяет контуры тектонического узла, снежный покров на периферии устанавливается раньше и большей глубины, а стаивание происходит позже, чем на фоновых территориях. Данные получены при панхроматической съемке со спутника Монитор-Э. По периферии узлов отмечается глубинная дегазация и повышенная частота гроз, именно на этих участках зафиксировано повышенное количество лесных пожаров [10, 11].

Таким образом, в районах тектонических узлов все эти факторы влияют на свойства многих, если не всех, компонентов биогеоценозов.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились на постоянных пробных площадях (ППП), заложенных в 2014–2016 гг. в основных типах леса, в том числе и в сосняках брусничных, на территории Вельско-Устьянского тектонического узла и за его пределами (рис. 1).

При проведении исследований использовались общепринятые методики ботанических и почвенных описаний, мониторинга и учетов урожайности ягод, отбор [12]. Детальное описание их подробно изложено в наших предыдущих работах [13–15]. Из данных табл. 1 видно, что насаждения на ППП имеют практически одинаковые таксационные показатели и различаются только расположением по отношению к тектоническому узлу (центр, узла и вне узла – контроль). Характеристика насаждений на пробных площадях представлена в табл. 1.

В июле 2017 г. в Устьянском районе Архангельской области, включая территорию Вельско-Устьянского тектонического узла в сосняке брусничнике, на указанных выше пробных площадях впервые проведена обработка кустарничков дикорастущей брусники в фазе обильного цветения низкочастотным ЭМП генератором «Рост-Актив» по технологии ПОСЭП. Воздействие осуществлялось ЭМП с частотой 16 Гц с возрастающим значением индукции магнитного поля от 0,4 до 2,0 мТл, время экспозиции 11 минут [4] (рис. 2).

Рис. 1. Карта-схема расположения пробных площадей. Обозначения: 1 – местоположения ППП в сосняке брусничнике; 2 – изолинии плотности тектонических нарушений (Вельско-Устьянский узел)

Таблица 1

Таксационные показатели насаждений на постоянных пробных площадях (Устьянский район)

3	Средние		Полнота	Состав	Возраст, лет	Бонитет	Запас, м ³ /га
	Высота, м	Диаметр, см					
Центр	18	18	0,7	8С2Б	80	III	220
Контроль	18	16-18	0,7	8С2Б	70	III	210

Рис. 2. Обработка дикорастущей брусники низкочастотным ЭМП

Методикой исследования определялось, что пробная площадь брусничника разделяется на две части, одну часть обрабатывают низкочастотным ЭМП по технологии ПО-СЭП – это опыт, а вторая часть остается в качестве контроля. Это же правило соблюдалось на пробной площади в центре узла и на пробной площади за его пределами. Заложенные

пробные площади имеют координатную привязку (GPS «Garmin Oregon 450») (табл. 2).

В конце вегетационного сезона 2017 г. был проведен учет урожайности брусники. Методика определения урожайности брусники сводилась к сбору плодов на 20 учетных площадках, каждая размером 0,5×0,5 м., которые через равные расстояния закладывались по диагоналям обработанной и не обработанной части пробной площади (рис. 3). Собранные плоды с каждой площадки взвешивали и рассчитывали среднюю урожайность брусники в кг/га. Содержание влаги в ягодах определяли гравиметрическим методом [16], содержание минеральных веществ – после сухого озоления (500 °С) согласно методики [17]. Содержание аскорбиновой кислоты определяли спектральным методом на спектрофотометре UV-1800 (Shimadzu, Япония) с использованием 2,6-дихлорфенолиндофенола (краска Тильманса) согласно [18].

Таблица 2

Географические координаты постоянных пробных площадей (ППП)

№ п/п	Координаты PPP	Положение PPP относительно Вельско-Устьянского тектонического узла
1	N 61° 13' 239"; E 042° 49' 568"	Территория тектонического узла (центр)
2	N 61° 07' 555"; E 043° 30' 661"	Контроль (за границами территории узла)

Рис. 3. Учет урожайности брусники

Результаты исследования и их обсуждение

Урожайность брусники на PPP в зависимости от положения относительно Вельско-Устьянского тектонического узла в контроле и после обработки НЧ ЭМП в 2017 г. представлена в табл. 3.

В результате, подтвердились, прежде всего, предыдущие данные о существенном различии в урожайности брусники между центром и периферией тектонического узла [19].

Предварительно, можно говорить о разном влиянии низкочастотного ЭМП на урожайность брусники произрастающей на территории тектонического узла и за его пределами. На всех участках, обработанных низкочастотным ЭМП урожайность брусники значительно увеличилась. Так, в центре узла при воздействии и без него урожайность различается в 5 раз, а на контроле, за территорией узла, на 35% (табл. 3). Различия средних показателей опытов достоверны при $P < 0,001$.

На этих же объектах в сентябре 2017 г. были отобраны образцы плодов брусники для последующих химических анализов на содержание витаминов и минеральных элементов.

Проведенные исследования показали увеличение зольности ягод от центра узла к контролю в 1,7–1,8 раза, это возможно обусловлено литохимическими особенностями

ми осадочных пород, слагающих верхнюю часть разреза тектонического узла и аэрогенным переносом веществ с них в составе пылевых частиц на поверхность ягод брусники. Обработка низкочастотным ЭМП снижает содержание зольных элементов в опыте за границами тектонического узла (табл. 4). Данный факт также связан с увеличением урожайности, преимущественно за счёт увеличения размеров плодов брусники. Содержание влаги в плодах брусники на 13-15% выше в контроле, чем в центре узла, возможно, эту зависимость можно объяснить значительным различием в количестве осадков, особенно в засушливые годы. Обработка ЭМП за границами территории узла повышает концентрацию аскорбиновой кислоты на 5%. В центре узла концентрация повышается в 1,6 раза, а при дополнительной обработке низкочастотным ЭМП содержание аскорбиновой кислоты в ягодах превышает 200% относительно контроля. Наблюдаемое увеличение содержания аскорбиновой кислоты в плодах брусники при воздействии низкочастотного ЭМП указывает на его стимулирующее действие, влияющее на скорость метаболических процессов растений и накопление биологически активных метаболитов.

Заключение

Таким образом, влияние низкочастотного ЭМП повышает урожайность ягод брусники и может изменять биохимические характеристики плодов в сторону улучшения их потребительских свойств. Урожайность брусники, произрастающей в зоне тектонических узлов значительно ниже, при этом плоды имеют более высокую зольность и пониженное содержание влаги в сравнении с контрольными участками. Технологию ПОСЭП можно рассматривать как способ повышения продуктивности и качества недревесных ресурсов леса.

Для лесного хозяйства, использование низкочастотного ЭМП является принципиально новым и перспективным направлением, которое может способствовать развитию и повышению экономической эффективности лесного хозяйства РФ.

Таблица 3

Урожайность брусники на ППП в зависимости от положения относительно тектонического узла в контроле и после обработки НЧ ЭМП в 2017 г.

№	Вариант опыта	Территория тектонического узла (центр), кг/га	Контроль (за границами территории узла), кг/га
1	Контроль	$2 \pm 0,08$	$26 \pm 1,1$
2	Обработка ЭМП	$11 \pm 0,6$	$35 \pm 1,4$
% к контролю		550	135
$T_{\text{факт.}} (t_{\text{ст при } 0,001} = 3,85)$		14,8	5,1

Таблица 4

Средние показатели влажности, зольности и содержания аскорбиновой кислоты плодов брусники ($t_{\text{ст при } \alpha = 0,05} = 2,05$)

№	Вариант опыта	Влажность, %	Зольность, %	Содержание аскорбиновой кислоты в 100 г, мг
1	Контроль (за границами территории узла)	$87,5 \pm 0,12$	$0,93 \pm 0,01$	$309,0 \pm 0,37$
2	Обработка ЭМП (за границами территории узла)	$87,6 \pm 0,11$	$0,73 \pm 0,01$	$326,9 \pm 3,51$
	% к контролю	100,1	78,5	105,8
	$t_{\text{расчетное}}$	0,6	14,1	5,1
3	Территория тектонического узла	$76,2 \pm 0,12$	$1,64 \pm 0,01$	$486,7 \pm 3,96$
	% к контролю	87,1	176,3	157,5
	$t_{\text{расчетное}}$	66,5	50,2	44,7
4	Обработка ЭМП в центре тектонического узла	$75,0 \pm 0,15$	$1,69 \pm 0,06$	$627,9 \pm 6,75$
	% к контролю	85,7	181,7	203,2
	$t_{\text{расчетное}}$	65,1	12,5	47,2

Исследования проведены в ходе выполнения государственного задания ФГБУН ФИЦКИА РАН № гос. регистрации АААА-А18-118012390305-7.

Список литературы / References

- Смирнов А.И., Орлов Ф.С. Способ предпосевной обработки семян и устройство для его осуществления // Патент России № 2591969. Патентообладатель ООО «Разносервис». 2014.
- Рубцова Е.И., Хныкина А.Г. Влияние импульсного электрического поля на энергию прорастания семян сои // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2009. № 12. С. 26–27.
- Rubtsova E.I., Hnykina A.G. Influence of pulsed electric field on the energy of soybean seed germination // Mechanization and electrification of agriculture. 2009. № 12. P. 26–27 (in Russian).
- Старухин Р.С., Белицин И.В., Хомутов О.И. Метод предпосевной обработки семян с использованием эллиптического электромагнитного поля // Ползуновский вестник. 2009. № 4. С. 97–103.
- Starukhin R.S., Belitsin I.V., Khomutov O.I. The method of presowing treatment of seeds using an elliptical electromagnetic field // Polzunovskiy vestnik. 2009. № 4. P. 97–103 (in Russian).
- Смирнов А.И. Влияние низкочастотного электромагнитного поля на всхожесть семян и рост сеянцев сосны обыкновенной в питомниках зоны смешанных лесов: дис. ... канд. с.-х. наук. Мытищи, 2016. 102 с.
- Smirnov A.I. Influence of a low-frequency electromagnetic field on seed germination and growth of common pine seedlings in nurseries of a mixed forest zone: dis... kand. s.-kh. nauk. Mytishchi, 2016. 102 p. (in Russian).
- Кутинов Ю.Г., Чистова З.Б. Комплексная модель процессов межгеосферного взаимодействия в тектонических узлах Севера Русской плиты // Электронное научное издание Альманах Пространство и Время. 2012. Т. 1. Вып. 1. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.j-space-time.com/actual%20content/t1v1/1109.php> (дата обращения: 20.02.2020).
- Kutinov Yu.G., Chistova Z.B. A complex model of the processes of intergeospheric interaction in the tectonic nodes of the North of the Russian Plate // Electronic scientific publication Almanac Space and Time. 2012. T. 1. Issue. 1. [Electronic resource]. URL: <http://www.j-space-time.com/actual%20content/t1v1/1109.php> (date of access: 20.02.2020).
- Гофаров М.Ю., Кутинов Ю.Г., Болотов И.Н. Ландшафты Беломорско-Кулойского плато: тектоника, подстилающие породы, рельеф и растительный покров. Екатеринбург: УрО РАН, 2006. 167 с.
- Gofarov M.Yu., Kutinov Yu.G., Bolotov I.N. Landscapes of the White Sea-Kuloy plateau: tectonics, underlying rocks, relief and vegetation. Yekaterinburg: UrO RAN, 2006. 167 p. (in Russian).
- Кутинов Ю.Г., Чистова З.Б. Разломно-блоковая тектоника и ее роль в эволюции литосферы // Литосфера и гидросфера европейского Севера России. Геоэкологические проблемы / Под ред. Ф.Н. Юдакина. Екатеринбург: УрО РАН, 2001. С. 68–113.
- Kutinov Yu.G., Chistova Z. B. Fault-block tectonics and its role in the evolution of the lithosphere // Lithosphere and hydrosphere of the European North of Russia. Geoecological problems / Pod red. F.N. Yudakhina. Yekaterinburg: UrO RAN, 2001. P. 68–113 (in Russian).

8. Кутинов Ю.Г., Чистова З.Б. Геоэкологическое районирование северных территорий земли для организации системы мониторинга // Электронное научное издание Альманах Пространство и время. 2011. № 4 (6). [Электронный ресурс]. URL: <https://space-time.ru/space-time/article/view/2226-7271provst4-6.2011.86> (дата обращения: 20.02.2020).

Kutinov Yu.G., Chistova Z.B. Geoeological zoning of the Northern territories of the earth for the organization of a monitoring system. // Electronic scientific publication Almanac Space and Time, 2011, No. 4 (6). P. 185–195. [Electronic resource]. URL: <https://space-time.ru/space-time/article/view/2226-7271provst4-6.2011.86> (date of access: 20.02.2020) (in Russian).

9. Кутинов Ю.Г., Чистова З.Б., Бурлаков П.С. Влияние тектонических нарушений (дегазация, наведенные токи, вариации геомагнитного поля) севера Русской плиты на окружающую среду (на примере Архангельской области) // Вестник КРАУНЦ. Серия Науки о Земле. 2009. № 2(14). С. 77–89.

Kutinov Yu.G., Chistova Z.B., Burlakov P.S. The influence of tectonic disturbances (degassing, induced currents, variations of the geomagnetic field) of the north of the Russian Plate on the environment (by the example of the Arkhangelsk region). // Vestnik KRAUNTS. Seriya Nauki o Zemle. 2009. № 2(14). P. 77–89 (in Russian).

10. Беляев В.В., Кутинов Ю.Г., Чистова З.Б., Хмара К.А. Влияние узлов пересечения тектонических дислокаций на характер выпадения осадков в лесных экосистемах // Вестник Поморского государственного университета. Серия: Естественные и точные науки. 2009. № 2. С. 45–50.

Belyaev V.V., Kutinov Yu.G., Chistova Z.B., Khmara K.A. Influence of tectonic faults junctions on precipitation features in forest ecosystems // Vestnik Pomorskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Yestestvennyye i tochnyye nauki. 2009. № 2. P. 45–50 (in Russian).

11. Сывороткин В.Л. Глубинная дегазация Земли и глобальные катастрофы. М.: ООО «Геоинформцентр», 2002. 250 с.

Syvorotkin V.L. Deep degassing of the Earth and global catastrophes. M.: ООО «Geoinformtsentr», 2002. 250 p. (in Russian).

12. Старицын В.В. Влияние отдельных геоэкологических факторов на популяции черники (*Vaccinium myrtillus* L.) и брусники (*Vaccinium vitis-idaea* L.) на территории Плесецкого тектонического узла // Ломоносова достойные потомки: Материалы X ежегодной региональной молодежной научно-практической конференции. Архангельск: ОАО «Северодвинская типография», 2012. С. 400–402.

Staritsyn V.V. The influence of individual geoeological factors on the populations of blueberries (*Vaccinium myrtillus* L.) and lingonberries (*Vaccinium vitis-idaea* L.) on the territory of the Plesetsk tectonic node // Lomonosova dostoinnyye

potomki: Materialy X yezhegodnoy regional'noy molodezhnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Arkhangel'sk: ОАО «Severodvinskaya tipografiya», 2012. P. 400–402 (in Russian).

13. Беляев В.В., Дурнин С.Н. О влиянии тектонических узлов на популяции некоторых в лекарственных растений Архангельской области // Вестник КРАСГАУ. 2015. № 5. С. 131–135.

Belyaev V.V., Durnin S.N. About the tectonic outgrowth influence on the population of some medicinal plants in Arkhangelsk region // Vestnik KRASGAU. 2015. № 5. P. 131–135 (in Russian).

14. Старицын В.В. Оценка влияния геоэкологических условий (на примере тектонических узлов) на состояние ресурсов лесных ягод Архангельской области: дис. ... канд. с.-х. наук. Архангельск, 2013. 168 с.

Staritsyn V.V. Assessment of the influence of geoeological conditions (using tectonic nodes as an example) on the state of forest berries resources in the Arkhangelsk Region: dis. ... kand. s.-kh. nauk. Arkhangelsk, 2013. 168 p. (in Russian).

15. Старицын В.В., Беляев В.В. Ресурсы основных видов ягод в наиболее распространенных условиях местопроизрастания // Вестник Архангельского областного отделения ПАНИ. Вып. 2. Архангельск, 2010. С. 11–15.

Staritsyn V.V., Belyaev V.V. Resources of the main types of berries in the most common conditions of location // Vestnik Arkhangel'skogo oblastnogo otdeleniya PANI. Vyp. 2. Arkhangel'sk, 2010. P. 11–15 (in Russian).

16. ГОСТ 16483.7-71 Древесина. Методы определения влажности. 1973. 4 с.

17. ГОСТ Р 56881-2016 Биомасса. Определение зольности стандартным методом. 2017. 8 с.

18. Воскресенская О.Л., Алябышева Е.А., Половникова М.Г. Большой практикум по биоэкологии: учеб. Пособие. Ч. 1. Йошкар-Ола: МарГУ, 2006. 107 с.

Voskresenskaya O.L., Alyabysheva E.A., Polovnikova M.G. A large workshop on bioecology: Textbook. Ch. 1. Yoshkar-Ola: MarGU, 2006. 107 p. (in Russian).

19. Старицын В.В., Беляев В.В. Урожайность и содержание витамина С в бруснике (*Vaccinium vitis-idaea* L.) и чернике (*Vaccinium myrtillus* L.) в пределах Плесецкого тектонического узла // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2015. № 1 (343). С. 78–84.

Staritsyn V.V., Belyaev V.V. Productivity and Vitamin C Content in Blueberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.) and Cowberry (*Vaccinium myrtillus* L.) in the Plesetsk Tectonic Centre // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Lesnoy zhurnal. 2015. № 1 (343). P. 78–84 (in Russian).