

и депонированы во Всероссийский НИИ сельскохозяйственной микробиологии (г. Санкт-Петербург), как перспективные для восстановления нефтезагрязненных мерзлотных почв.

Научная новизна разработки подтверждена получением патента РФ под №2446900 «Способ очистки мерзлотных почв от нефти спорообразующими бактериями *Bacillus subtilis*», зарегистрированного в Государственном реестре изобретений РФ 10.04.2012 г.

### Литература

1. Заварзин Г.А. Лекции по природоведческой микробиологии. – М.: Наука, 2003. – 208 с.
2. Легостаева Я.Б. Показатели состояния мерзлотных почв при вторичном загрязнении нефтепродуктами / Я.Б. Легостаева, Б.С. Боесков // Наука и образование. – 2009. – №2. – С.16–21.
3. Ермоленко З.М. Влияние некоторых факторов окружающей среды на выживаемость внесенных бактерий, разрушающих нефтяные углеводороды / З.М.Ермоленко, В.А.Чугунов, В.Н.Герасименко // Биотехнология. – 1997. – №5. – С.10–18.
4. Петров В.Б. Микробиологические препараты в биологизации земледелия России / В.Б.Петров, В.К.Чеботарь, А.Е. Казаков // Достижения науки и техники АПК. – 2002. – №10. – С.16–20.
5. Compant S. Use of PGPR for biological control of plant diseases: principles, mechanisms of action and future prospects / S. Compant, B.Duffy, J.Nowak e.a Appl. Environ. Microbiol. – 2005. – №9. – P.4951–4959.
6. Montesions E. Development, registration and commercialization of microbial pesticides for plant protection // International Microbiology. – 2003. – №6. – P. 245–252.
7. Тихонович И.А. Кооперация растений и микроорганизмов: новые подходы к конструированию экологически устойчивых агросистем / И.А. Тихонович, Н.А. Проворов // Усп. совр. биологии. – 2007. – №4. – С.339–357.
8. Чеботарь В.К. Биохимические критерии оценки агрономически значимых свойств бацилл, используемых при создании микробиологических препаратов / В.К. Чеботарь, В.Б. Петров, А.И. Шапошников, Л.В. Кравченко // Сельскохозяйственная биология. – 2011. – №3. – С.119–122.
9. Тарабукина Н.П. Ветеринарно-санитарные мероприятия при инфекционных болезнях животных в условиях РС(Я) / Н.П.Тарабукина, М.П.Неустроев. – Якутск, 2000. – 191 с.
10. Гендрин А.Г. Экологическое сопровождение нефтегазовых месторождений / А.Г. Гендрин, Г.А. Надаховская, Т.Н.Сидоренко, Ю.П. Мыльников и др. – Новосибирск, 2005. – 112 с.
11. Смирнов В.В. Спорообразующие аэробные бактерии – продуценты биологически активных веществ / В.В. Смирнов, С.Р. Резник, И.П. Василевская. – Киев, 1982. – 270 с.
12. Киреева Н.А. Влияние загрязнения почв нефтью на физиологические показатели растений и ризосферную микробиоту / Н.А. Киреева, Е.И. Новоселова, А.С. Григориади // Агрохимия. – 2009. – №7. – С.71–80.

Поступила в редакцию 21.12.2012

УДК 634.738(571.56)

## Особенности возрастных структур ценопопуляций брусники в лиственничных лесах Центральной Якутии

А.В. Татаринова

Приводятся результаты исследований возрастной структуры и урожайности ценопопуляции брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.). Дана оценка урожайности ценопопуляций брусники в зеленомошно-брусничном и разнотравно-брусничном лиственничниках Хангаласского улуса.

Ключевые слова: брусника обыкновенная, ценопопуляция, растительность, возрастная структура, урожайность, лиственничник.

*The results of investigations of age structure and productivity of cowberry (Vaccinium vitis-idaea) cenopopulation in Hangalassky raion of Yakutia are presented. The estimation of the cowberry cenopopulation productivity for green-moss-cowberry and different grass-cowberry larch forests is given.*

Key words: *Vaccinium vitis-idaea*, cenopopulation, vegetation, age structure, productivity, larch forest.

Важной характеристикой ценопопуляций является возрастной (онтогенетический) спектр,

который представляет собой результат внутрипопуляционного распределения особей по возрастным (онтогенетическим) состояниям. Определенное соотношение возрастных групп в ценопопуляциях дает достаточно четкое представление об общем жизненном состоянии популя-

ТАТАРИНОВА Айталиа Владимировна – н.с. отдела экологии северных городов АН РС(Я), aita\_bgf@mail.ru.

ции, ее способности к самовоспроизведению и перспективах развития [1].

Объектом исследования является брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea* L.), относящаяся к семейству вересковых (*Ericaceae* L.) [2].

Брусника – корнеподстилочный вид, подземные побеги которого играют не только проводящую, но и запасающую роль, а также выполняют функцию воспроизводства новых парциальных кустов. Ягоды и листья имеют большое лечебное свойство [3].

### Методика исследований

Описание лесной растительности проводилось на стандартном бланке по ярусам растительности: 1-й ярус – древостой, 2-й ярус – кустарниковый подлесок, 3-й ярус – травяно-кустарниковый покров, 4-й ярус – моховой и лишайниковый покров.

Наблюдения проводились под двумя типами лиственный леса (зеленомошно-брусничного и разнотравно-брусничного) в условиях Хангаласского улуса. Описание зеленомошно-брусничного лиственный леса проведено в июне 2008–2009 гг. в 2 км северо-восточнее от с. Булгунняхтах. Пробные площади расположены на пологом склоне северной экспозиции. Участок характеризуется нанорельефом с небольшими бугорками и распространением неглубокопротаивающих мерзлотных таежных палевых почв. Структура опада слоистая и рыхлая. Почва мерзлотная-таежная палевая.

Древостой чистый, лиственный (10Л). Сомкнутость крон 0,5. Господствующая высота древостоя 11 м при диаметре стволов 13 см. Встречается много валежников. Подлесок не выражен, местами есть ива грушанколистная (*Salix pyrolifolia* L.) и спирея средняя (*Spiraea media* L.).

Описание разнотравно-брусничного лиственный леса сделано в июне 2008–2009 гг. в 5 км севера от с. Булгунняхтах. Пробные площади расположены на межлесном пространстве. Участок характеризуется хорошо выраженным нанорельефом с небольшими бугорками и распространением глубокопротаивающих мерзлотных таежных палевых осолоделых почв. Почва мерзлотная-таежная осолодевшая.

Древостой одноярусный, лиственный (9Л). Сомкнутость крон 0,4. Господствующая высота древостоя 12 м при диаметре стволов 19 см. Встречается мало валежников. Подлесок слабо выражен, проективное покрытие 10%, единично встречаются береза кустарниковая (*Betula fruticosa* L.), ива Бебба (*Salix bebbiana* L.), шиповник иглистый (*Rosa acicularis* L.) и спирея средняя (*Spiraea media* L.).

При исследовании возрастных состояний парциальных кустов брусники нами принята методика, предложенная [3], согласно которой выделены 11 возрастных состояний: имматурное (im), виргинильное ( $v^1$ ), молодое генеративное ( $g_1$ ), молодое генеративное нецветущее ( $g_1v$ ), средневозрастное генеративное ( $g_2$ ), средневозрастное генеративное нецветущее ( $g_2v$ ), старое генеративное ( $g_3$ ), старое генеративное нецветущее ( $g_3v$ ), субсенильное (ss), сенильное (s) и отмирающее (sc).

Л.В. Прокопьева [4], изучая возрастное состояние парциальных кустов брусники, отметила, что возрастные спектры полицентрических особей брусники в пределах одной ценопопуляции могут быть то однородными, то гетерогенными. Спектры отличаются то очень высокой частотой имматурных парциальных кустов, то средневозрастных генеративных, то отмирающих парциальных кустов. Она утверждает, что по-видимому, типы возрастных спектров парциальных кустов брусники обусловлены не фитоценотическими условиями, а историей становления соответствующих ценопопуляций.

Изучение возрастной структуры нами было проведено на учетных площадках 25х25 см<sup>2</sup> в десяти повторностях на каждой пробной площади. В каждом типе леса были заложены по 3 пробные площади.

### Обсуждение результатов исследований

Результаты исследований доказывают, что плотность парциальных кустов ценопопуляций брусники зависит от условий местообитания и погодных условий. В благоприятных условиях разнотравно-брусничного лиственный леса при хорошей освещенности, отсутствии мохового покрова и глубоком залегании многолетней мерзлоты отмечается высокая плотность парциальных кустов брусники до 1308,8–1580,8 ед./м<sup>2</sup>. На северном склоне в зеленомошно-брусничном лиственный лесу при затененности, близком залегании многолетней мерзлоты и развитии мохового покрова плотность парциальных кустов брусники понижается от 1238,4 до 1419,2 ед./м<sup>2</sup>.

Исследования установили, что в изучаемых типах леса в разные годы в ценопопуляциях брусники преобладали парциальные кусты 3–5-летнего календарного возраста. Старые (семи-летние) парциальные кусты брусники составляли незначительную долю (рис. 1).

Результаты исследований спектра возрастных состояний ценопопуляции брусники выявили двувёршинность возрастного состояния (рис. 2). Первая вершина спектра находится в области молодых виргинильных возрастных состояний ( $v^1$ ) особей ценопопуляций брусники.

# ОСОБЕННОСТИ ВОЗРАСТНЫХ СТРУКТУР ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ БРУСНИКИ В ЛИСТВЕННИЧНЫХ ЛЕСАХ

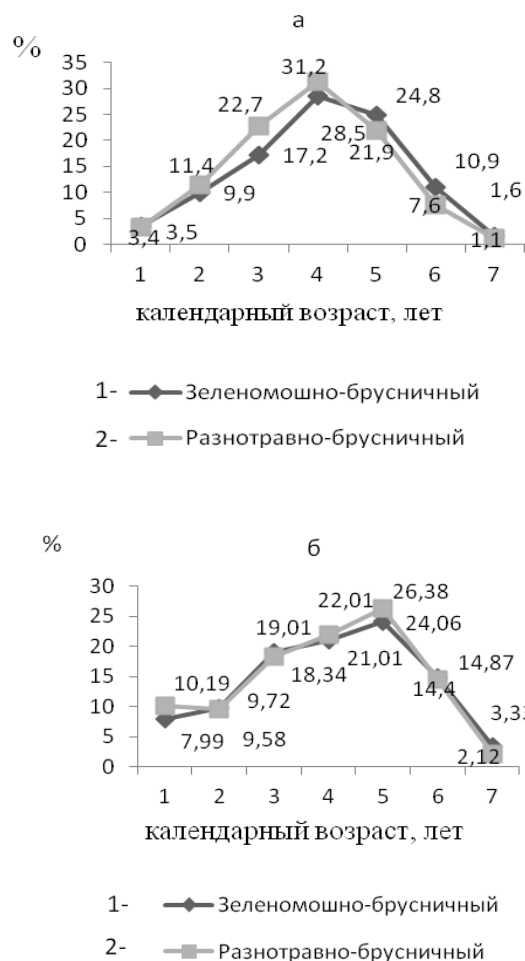


**Рис.1.** Распределение парциальных кустов брусники в ценопопуляции по календарному возрасту в 2008 г. (а) и 2009 г. (б)

В ценопопуляции брусники число особей им-матурного возрастного состояния (im) доста-точно высокое. Молодые парциальные кусты им-матурного возрастного состояния брусники имеют светлые и более мягкие листья, чем кусты молодого виргинильного возрастного со-стояния. Исследования установили, что в цено-популяциях число особей им-матурных и моло-дых виргинильных (v<sub>1</sub>) возрастных состояний брусники составляет значительный процент. В зеленомошно-брусничном лиственничнике этот показатель варьирует от 15 до 26% в зависимо-сти от погодных условий. Следует отметить, что в разнотравно-брусничном лиственничнике число особей им-матурных и молодых вирги-нильных (v<sub>1</sub>) было повышенным и достигало от 18 до 32%. При этом в 2009 г. наблюдалось по-вышенное число особей им-матурного возраст-ного состояния, что свидетельствует о разви-вающемся и молодом состоянии ценопопуляции брусники.

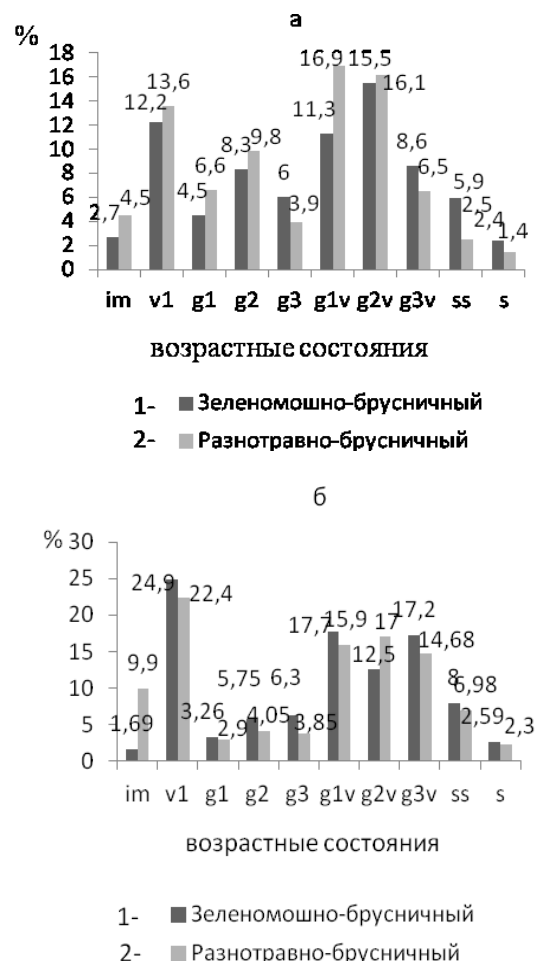


**Рис.2.** Процентное соотношение парциальных кустов брусники в ценопопуляции по возрастным состояниям в 2008 г. (а) и 2009 г. (б)

Как отмечает Л.В. Прокопьева [4], в условиях подтаежных лесов Марийской низменности 46% особей им-матурного возрастного состояния пе-реходит в молодое виргинильное возрастное состояние. Некоторые парциальные кусты брусники пропускают 1–2 онтогенетических состояния и переходят в молодое генеративное (28%) или средневозрастное генеративное (12%) состояния, либо сразу в постгенеративный пе-риод (11%).

В условиях Центральной Якутии (Хангалас-ский улус) развитие генеративного возрастного состояния особей брусники зависит от влияния погодных условий предыдущего года. В зеле-номошно-брусничном лиственничнике засуш-ливый июнь 2008 г. и поздневесенние заморозки в 2009 г. (-1,4°C), в период заложения генера-тивных почек, сформировали пониженную плотность парциальных кустов генеративного возрастного состояния от 24 до 15%. Аналогич-ная тенденция сложилась и в разнотравно-брусничном лиственничнике (от 25 до 11%).

Таблица 1

## Урожайность ягод брусники в разных типах леса

| Год<br>иссле-<br>дования             | Количество<br>ягод, ед./м <sup>2</sup> | Масса одной<br>ягоды, г | Урожайность по двум методам,<br>кг/га |          |
|--------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|----------|
|                                      |                                        |                         | количественный                        | весовой  |
| Зеленомошно-брусничный лиственничник |                                        |                         |                                       |          |
| 2008                                 | 78,4±6,0                               | 0,104±0,004             | 81,536                                | 72,0±4,0 |
| 2009                                 | 190,0±15,2                             | 0,186±0,009             | 353,4                                 | 278,4±20 |
| Разнотравно-брусничный лиственничник |                                        |                         |                                       |          |
| 2008                                 | 105,6±12,8                             | 0,097±0,005             | 102,432                               | 88,0±12  |
| 2009                                 | 211,2±22,4                             | 0,115±0,003             | 242,9                                 | 220±24   |

Таблица 2

## Изменение количества соцветий брусники к периоду плодоношения

| Год исследования                     | Общая плотность парциальных кустов (пкк), ед./м <sup>2</sup> | Плотность генеративных (пкк) |      | Число соцветий весной, ед./м <sup>2</sup> | Число плодоносящих кистей осенью |      |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------|------|-------------------------------------------|----------------------------------|------|
|                                      |                                                              | ед./м <sup>2</sup>           | %    |                                           | ед./м <sup>2</sup>               | %    |
| Зеленомошно-брусничный лиственничник |                                                              |                              |      |                                           |                                  |      |
| 2008                                 | 1238,4±127,7                                                 | 300,8±34,2                   | 24,3 | 390,4±9,6                                 | 35,2±2,4                         | 9,0  |
| 2009                                 | 1419,2±148,8                                                 | 217,6±28,8                   | 15,3 | 268,8±33,6                                | 73,2±5,0                         | 27,2 |
| Разнотравно-брусничный лиственничник |                                                              |                              |      |                                           |                                  |      |
| 2008                                 | 1308,8±174,7                                                 | 324,8±35,0                   | 24,8 | 475,2±12,8                                | 38,4±3,2                         | 8,1  |
| 2009                                 | 1580,8±176,0                                                 | 171,2±24,0                   | 10,8 | 206,4±30,4                                | 61,2±4,8                         | 29,7 |

Вторая вершина спектра возрастных состояний находится в области «нецветущих» возрастных состояний ( $g_{1v}$ ,  $g_{2v}$ ,  $g_{3v}$ ). Как нами отмечено, особи данных возрастных групп находятся в состоянии относительного покоя, т.е. не цветут и не плодоносят [4]. Данные возрастные группы включают 3–5-летние парциальные кусты брусники. Парциальные кусты, относящиеся к возрастным состояниям  $g_{1v}$ ,  $g_{2v}$  и  $g_{3v}$  и имеющие долевое участие в ценопопуляции до 45–50%, при соответствующих благоприятных условиях могут формировать генеративные органы. Поэтому высокие показатели этих возрастных состояний не говорят о старении ценопопуляции. В разных типах леса субсильные (ss) и селильные (s) возрастные группы составляют 4–10%. Эти показатели в общем спектре возрастных состояний незначительны.

Полученные результаты по возрастному состоянию ценопопуляций брусники в различных типах леса по классификации ценопопуляции, предложенной [5], находятся в нормальном состоянии.

Нами определена урожайность ягод брусники двумя методами: «весовым» и «количественным». Весовой метод определения урожайности ягод заключается в выявлении массы ягод, собранной с единицы площади.

Влияние погодных условий на урожайность брусники отмечают многие исследователи, так в период обильных осадков не наблюдается активное опыление насекомыми и, кроме того, происходит гниение цветков [6]. По данным [7] в аналогичных типах леса Усть-Алданского улуса (с. Соттинцы) урожайность ягод брусники была значительно выше – 589,9 кг/га.

В 2008 г. наблюдалась низкая биологическая урожайность ягод брусники в зеленомошно-брусничном (72,0±4,0 кг/га) и в разнотравно-брусничном (88,0±12,0 кг/га) лиственныйничниках. Показатели урожайности 2008 г. находятся в прямой зависимости от плотности генеративных парциальных кустов (табл. 1).

В 2009 г. (в сравнении с 2008 г.) отмечалось некоторое повышение урожайности в зеленомошно-брусничном (278,4±20 кг/га) и разнотравно-брусничном (220,0±24 кг/га) лиственныйничниках. При этом урожайность ягод брусники оказалась больше, несмотря на уменьшение числа генеративных особей.

Так, в разнотравно-брусничном лиственныйничнике более высокая урожайность ягод брусники (88,0±12,0 кг/га) соответствовала большей плотности генеративных кустов (324,8±35,0 ед./м<sup>2</sup>). В зеленомошно-брусничном лиственныйничнике меньшая плотность генеративных кустов (300,8±34,2 ед./м<sup>2</sup>) коррелирует с низкой урожайностью (72,0±4,0 кг/га). Аналогичные соотношения урожайности и плотности генеративных кустов брусники наблюдались и в 2009 г. Нами установлено, что уменьшение плотности генеративных особей брусники вызывает понижение числа соцветий (табл. 2). В сравнении с 2009 г. в 2008 г. была сформирована низкая урожайность ягод брусники.

В 2009 г. количество плодоносящих кистей брусники зеленомошно-брусничного лиственныйничника было больше в 3 раза, чем в 2008 г.

Аналогичные изменения произошли в структуре соцветия. Так, весной 2009 г. в соцветии насчитывалось чуть меньше цветков, чем в предыдущем году (табл. 3).

Таблица 3

## Изменение структуры соцветия брусники к периоду плодоношения

| Год исследования                     | Число цветков в соцветии, ед. | Число ягод в кисти, ед. |      |
|--------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|------|
|                                      |                               | всего                   | %    |
| Зеленомошно-брусничный лиственничник |                               |                         |      |
| 2008                                 | 7,2±0,2                       | 2,3±0,07                | 31,9 |
| 2009                                 | 6,9±0,2                       | 4,3±0,2                 | 62,3 |
| Разнотравно-брусничный лиственничник |                               |                         |      |
| 2008                                 | 8,6±0,1                       | 3,7±0,15                | 43   |
| 2009                                 | 7,6±0,3                       | 5,2±0,2                 | 68,4 |

Т а б л и ц а 4  
Среднее месячное количество осадков (мм)  
по данным метеостанции Покровска

| Месяц  | Годы наблюдения |       |      | Средние многолетние |
|--------|-----------------|-------|------|---------------------|
|        | 2007            | 2008  | 2009 |                     |
| Июнь   | 26,6            | 16,2  | 5,1  | 26                  |
| Июль   | 75              | 117,7 | 19,6 | 44                  |
| Август | 85,3            | 38,7  | 34   | 34                  |

Т а б л и ц а 5  
Средняя месячная температура воздуха (°C)  
по данным метеостанции Покровска

| Месяц  | Годы наблюдения |      |      | Средние многолетние |
|--------|-----------------|------|------|---------------------|
|        | 2007            | 2008 | 2009 |                     |
| Июнь   | 15,4            | 18,9 | 18,2 | 14,3                |
| Июль   | 15,9            | 19,7 | 20   | 17,8                |
| Август | 15,9            | 16   | 14,3 | 14,1                |

Тем не менее, к осени число завязавшихся плодов превышало в 1,5–2 раза прошлогодние показатели. Таким образом, преобладание ягод и числа плодоносящих кистей привело к повышению урожая ягод брусники в 2009 г.

Лимитирующим фактором, влияющим на величину урожайности ягод брусники, являются погодные условия. Низкую урожайность ягод брусники (2008 г.) можно объяснить выпадением поздневесенних заморозков ( $-1,4^{\circ}\text{C}$ ) и большим количеством осадков в июле до 117,7 мм, что превышало более 2 раз многолетние нормы (табл. 4).

Небольшие заморозки ( $-0,2^{\circ}\text{C}$ ) в поздневесенний период не оказывают губительное влияние на формирование и развитие цветков ягод брусники. Температурные условия за июнь–июль 2009 г. несколько превышали средние многолетние данные (табл. 5). Таким образом, создавшиеся более благоприятные температурные условия в вегетационный период (2009 г.) способствовали формированию высокого урожая.

Для применения «количественного» метода определения урожайности проведен подсчет количества ягод на учетной площадке. Затем урожайность ягод была определена как произведение этих показателей на массу одной ягоды. Многие исследователи применяют данный метод из-за возможности преждевременного сбора ягод населением. Применение количественного метода определения урожайности показывает более высокую урожайность в разнотравно-брусничном лиственничнике ( $102,432\text{--}242,9\text{ кг/га}$ ).

### Выводы

1. Более благоприятные условия местообитания разнотравно-брусничного лиственничника (глубокое залегание многолетней мерзлоты, хорошая освещенность и отсутствие мохового покрова) обеспечивают высокорослость парциальных кустов брусники и большее число листьев.

2. Крупными листьями обладают парциальные кусты брусники молодого и средневозрастного генеративного состояния. Отмечается некоторое варьирование величины листьев в зависимости от погодных условий вегетационного периода.

3. В ценопопуляциях брусники в обоих типах леса преобладают 3–5-летние парциальные кусты. Ценопопуляции брусники находятся в нормальном и равновесном состоянии.

4. Урожайность брусники в разные годы в разнотравно-брусничном лиственничнике составляла  $88,0\pm 12,0$  –  $220\pm 24\text{ кг/г}$ , в зеленомошно-брусничном –  $72,0\pm 4,0$  –  $278,4\pm 20\text{ кг/га}$ .

В условиях Центральной Якутии (Хангаласский улус) низкая урожайность в изученных типах леса обусловлена влиянием погодных условий в вегетационный период. На формирование урожайности ягод брусники значительное влияние оказывают поздние весенне-летние заморозки.

### Литература

- Гонтарь Э.М., Курочкина Н.Ю. Возрастная структура ценопопуляций *Hypericum perforatum* (Clusiaceae), *Polemonium caeruleum* (Polemoniaceae) и *Primula macrocalyx* (Primulaceae) в Хакасии, на Алтае и в Восточном Казахстане // Раст. ресурсы – 2005. – №2. – С. 17 – 28.
- Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. – СПб., 1995. – 990 с.
- Серебряков И.Г., Чернышева М.Б. О морфогенезе жизненной формы кустарничка у черники, брусники и некоторых болотных Ericaceae // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 1955. – Т. 60, вып. 2. – С. 65 – 77.
- Прокопьева Л.В. Экологические особенности популяций брусники *Vaccinium vitis-idaea* L. в условиях подтаежных лесов Марийской низменности: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Институт экологии растений и животных Уральского отделения РАН. – Нижний Новгород, 2006. – 22 с.
- Татарина А.В. Морфология и возрастная структура парциальных кустов брусники разных возрастных состояний // Лучшие доклады научной конференции студентов ЯГУ, посвященной 80-летию Н.С. Охлопкова (14–15 мая 2009 г.). – Якутск: Изд-во ЯГУ, 2009. – С. 162–165.
- Работнов Т.А. Вопросы изучения состава популяций для целей фитоценологии // Проблемы ботаники. – М., 1950. – Вып. 1. – С. 465–483.
- Борисова Н.И. Урожайность брусники в разнотравно-брусничных лиственничниках Центральной Якутии // Проблемы сохранения разнообразия растительного покрова Внутренней Азии: материалы Всероссийской научной конференции с международным участием (7–10 сентября 2004 г.). – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2004. – Ч. 2. – С. 72–74.

Поступила в редакцию 12.12.2012