

Summary

The correlation between the contents of biophile elements in the plant — forest floor — soil system was studied in pine forests of Berezin biosphere reserve. A close relation was revealed between biophile elements and major dominants of soil cover. The most significant correlation was observed between the content of biophile elements in soil and that in forest floor.

Литература

1. Бережная Л. И., Маврищев В. В. // Ботаника: Исслед. Мн., 1992. Вып. 31. С. 101—112.
2. Карпачевский Л. О. Пестрота почвенного покрова в лесном биогеоценозе. М., 1977.
3. Кылли Р. К. // Почвоведение. 1980. № 10. С. 12—121.
4. Кылли Р. К. // Почвоведение. 1988. № 4. С. 96—107.
5. Пузаченко Ю. Г., Мошкин А. В. // Итоги науки. Сер. мед.-геогр. 1969. Вып. 3.
6. Снакин В. В. // Биогеохимический круговорот веществ в биосфере. М., 1987. С. 50—56.
7. Сукачев В. Н. Избр. тр. Л., 1972. Т. 1.

Институт экспериментальной ботаники
им. В. Ф. Купревича АН Беларуси

Поступила в редакцию
25.03.96

УДК 634.738:581.522.4:581.43

Н. Б. ПАВЛОВСКИЙ

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДЗЕМНЫХ ОРГАНОВ ИНТРОДУЦИРУЕМОЙ VACCINIUM VITIS-IDAEA L.

Знание морфологической структуры подземных органов растения и закономерностей их формирования имеет большое значение в интродукционной работе. Анализ литературных данных и практический опыт культивирования брусники позволяют отметить, что строение корневой системы этого вида во многом определяется способом размножения.

У кустарничков, развивающихся из семян, вырастает вертикально вниз сильно ветвящийся главный корень. В дальнейшем после формирования хорошо развитого разветвленного корневища происходит отмирание главного корня [1—4]. Корневая система таких растений представлена сетью придаточных корней, образовавшихся на корневищах. Аналогичное строение подземных органов имеют растения, полученные путем посадки парциальных кустов, а также побегов с частью корневища и корневищ.

Строение корневой системы кустарничков, сформировавшихся из укорененных стеблевых черенков, отличается от системы корней растений, выросших из семян или корневищ. Существенное отличие в строении подземных органов обусловлено слабым образованием у таких растений корневищ, на что указывают ряд зарубежных исследователей [5—7].

Что касается изученности морфологии подземных органов брусники, то можно отметить достаточно полную их характеристику, данную многими исследователями [2—4, 8—10] для дикорастущих особей, т. е. сформировавшихся из семян и корневищ. И лишь в некоторых работах [11—16] приводятся фрагментарные данные о корневой системе растений этого вида, выросших из стеблевых черенков. А поскольку сортовую бруснику размножают в основном черенками, возникает необходимость более полного изучения особенностей формирования и строения ее подземных органов при данном типе посадочного материала.

Целью настоящей работы являлось изучение морфологических признаков подземных органов у 5 интродуцируемых сортов брусники, выращенных из укорененных стеблевых черенков на различных почвенных субстратах в условиях закрытого и открытого грунта.

Исследования проводились на Ганцевичской научно-экспериментальной базе ЦБС АН Беларуси в 1990—1995 гг. на основе методических указаний [17].

Расположение подземных органов в почве изучали на пятилетних посадках сорта Kogalle. Посадки созданы укорененными стеблевыми черенками, высаженными по схеме 30x70 см. Почва на данном участке супесчаная с рН 5,0 (в данном и всех остальных случаях приводится величина рН водной вытяжки). При раскопках фиксировали глубину залегания основной массы корней, а также глубину размещения корневищ, их толщину и протяженность. Учитывали порядок ветвления, длину корней на материнском растении и на корневищах.

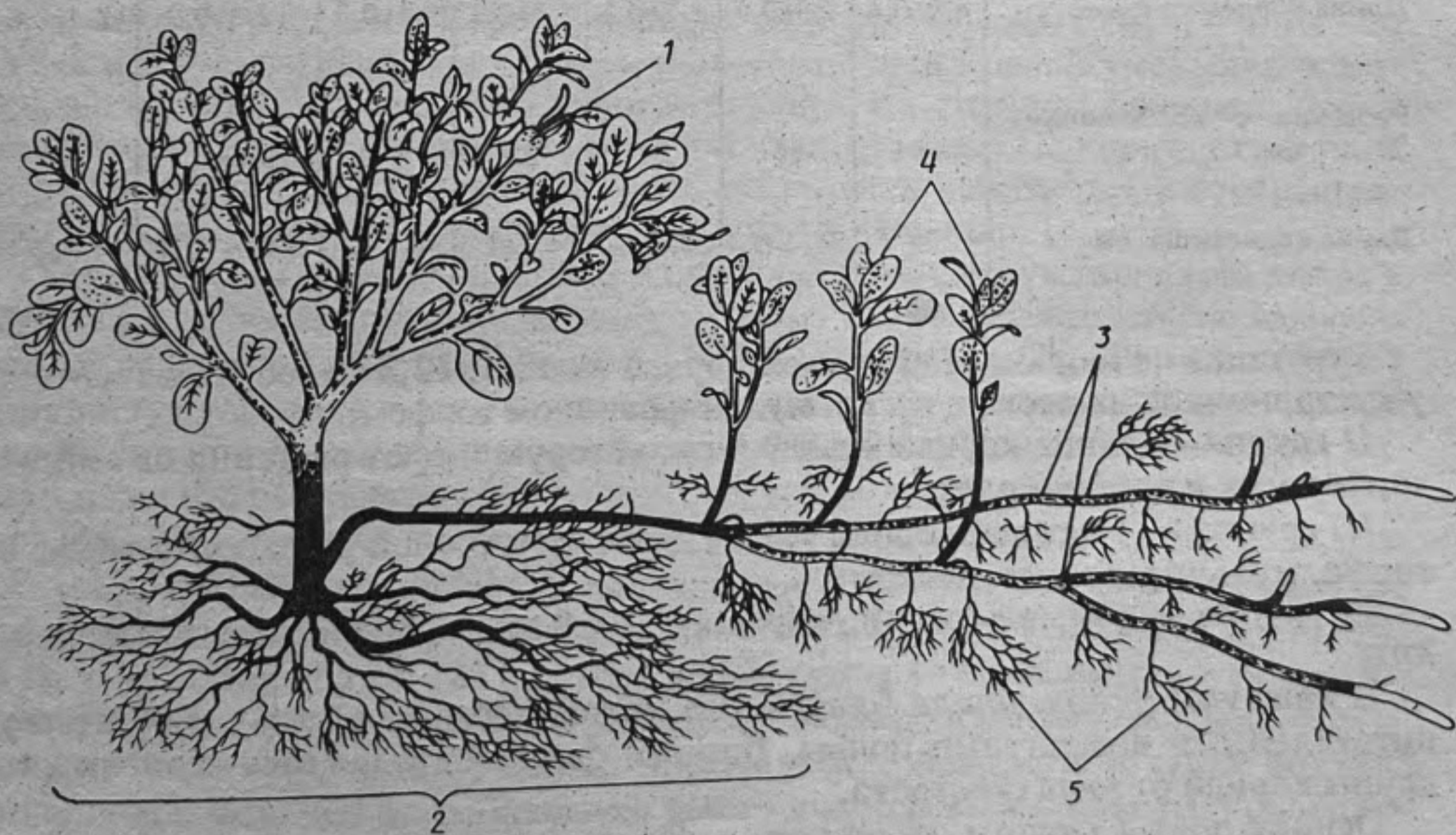
Наблюдения за интенсивностью парциации вели в течение пяти лет на посадках сортов Kogalle, Erntedank, Erntekrone, Ernteseegen и Masovia. Почва на этом участке — среднеразложившийся пушицево-сфагновый мелкозалежный торфяник с рН 4,5. Схема посадки 30x30 см.

Опыты по изучению влияния разных почвенных смесей на морфологию корней и образование корневищ проводили в отапливаемой оранжерее. В качестве субстратов использовали торф, песок, перлит, торф+песок (1:1), торф+перлит (1:1), торф, мульчированный двухсантиметровым слоем песка, и песок, мульчированный двухсантиметровым слоем торфа. Торф — среднеразложившийся пушицево-сфагновый с рН 4,5; песок — среднезернистый, строительный с рН 5,0; перлит — пористый легкий материал, химически нейтрален. В эти смеси высаживали черенки сорта Kogalle.

Изучение сортовой специфики образования корневищ проводилось также в закрытом грунте. В смесь торф+песок высаживали черенки пяти вышеназванных сортов. На каждый вариант опыта в закрытом грунте брали по 200 стеблевых черенков длиной 4—6 см в трехкратной повторности. Спустя 15 мес с момента посадки раскапывали по 30 растений в каждом варианте. Отмывали корневые системы, проводили учет и замеры корневищ и корней. Статистическую обработку данных проводили по стандартной программе на ЭВМ.

В результате исследований установлено, что кустарнички брусники, выросшие из укорененных стеблевых черенков, имеют мочковатую корневую систему, состоящую из корней, образовавшихся на базальной части черенка (рисунок). Особи, полученные таким путем, также формируют и корневища.

Корни на материнском растении распространяются в основном горизонтально, подавляющая их масса залегает в верхнем 10-сантиметровом слое почвы. Радиус распространения корней пятилетних растений сорта Kogalle пре-



Vaccinium vitis-idaea L., сформировавшаяся из стеблевого черенка: 1 — материнское растение, 2 — корневая система материнского растения, 3 — корневища, 4 — парциальные растения, 5 — корневищные корни

вышает 18 см, т. е. выходит за пределы проекции кроны. Имеют они I—V порядки ветвления. Корни I порядка достигают 18 см длины. Они ветвятся на корни II порядка длиной до 10 см. Те, в свою очередь, ветвятся на корни III, IV и V порядков длиной 6, 2 и 1 см соответственно. Цвет корней коричневый: чем они моложе, тем светлее их окраска.

Ряд авторов [7, 18, 19] указывают, что корни брусники не имеют корневых волосков, они снабжены микоризой, образованной мицелием гриба *Phoma radicis Vaccinii*. Она может быть также образована видами *Rhizoctonia*. Встречается как эндо-, так и эктотрофная микориза. Многие исследователи [16, 20—22] отмечают, что зачаток микоризы у брусники находится во всех частях растения, даже в зародыше семени. Существуют мнения, что эрикоидную микоризу образуют также грибы из родов *Cladosporium* [23] и *Phyllophoma* [21].

Морфологические признаки корневой системы брусники существенно изменяются в зависимости от субстрата, в котором она развивается. Использование различных почвенных смесей для укоренения черенков сорта Kogalle показало, что у растений сформировалась корневая система с характерными для каждого почвенного субстрата морфологическими особенностями. В торфе образовались тонкие и разветвленные корни. На песке менее развитые, но более толстые и длинные. Для перлита характерны короткие и упругие корешки. Корневая система, сформировавшаяся у брусники на смесях из этих субстратов, имела промежуточные признаки. Так, на торфопесчаной смеси корни были более толстыми и менее развитыми, чем на торфе, но тоньше, короче и разветвленнее, чем на песке. Длинные и относительно толстые корни образовались в песке, мульчированном торфом, в слое мульчи развилась густая сеть тонких корней.

Корневые системы, образовавшиеся на разных почвенных субстратах, по длине корневого пучка можно разделить на четыре группы (табл. 1):

Т а б л и ц а 1. Биометрические показатели подземных органов брусники Kogalle на разных субстратах

Показатель	Субстрат						
	перлит	торф	торф, мульч. песком	Торф+ перлит	Торф+ песок	песок, мульч. торфом	песок
Длина корневого пучка, см	4,9±0,4	7,5±0,5	7,7±0,3	9,5±0,7	9,1±0,3	13,3±0,9	12,4±0,6
Растения с корневищами, %	—	18	24	35	14	16	8
Длина корневища, см	—	27,4±9,1	22,5±6,7	14,2±2,3	19,2±4,0	38,3±17,4	19,0±3,1

I группа — с наибольшей длиной корней — 12,4, 13,3 см, образовавшихся у кустарничков на песке и песке, мульчированном торфом;

II группа — длина корней 9,1 и 9,5 см, которую имеют растения на смесях торф+песок и торф+перлит;

III группа — с длиной корней 7,5 и 7,7 см, отмеченной у особей на торфе и торфе, мульчированном песком;

IV группа — самые короткие корешки — 4,9 см — имели растения на перлите.

В каждую группу вошли близкие по механическому составу и богатству питательными веществами почвы. Данный факт подтверждает зависимость длины корней от вида субстрата.

Основу почв I группы составляет песок — субстрат, характеризующийся хорошей дренированностью и незначительным питательным потенциалом. Это создает благоприятные условия для роста корней “в поисках элементов питания”. Основным компонентом почв III группы является торф — почва, богатая элементами питания, с высокой водоудерживающей способностью,

что затрудняет его воздухопроницаемость. Поэтому у растений на торфе об-
разуется густая сеть относительно коротких корней. Почвенным смесям, вхо-
дящим во II группу, свойственны промежуточные характеристики водно-воз-
душного режима и обеспеченности питательными веществами по сравнению с
компонентами, из которых они состоят: торф и песок или торф и перлит. В ре-
зультате у растений на этих смесях отмечены средние значения длины корне-
вого пучка. Что касается IV группы корней, то отсутствие элементов питания
в перлите лимитирует их рост, несмотря на благоприятный водно-воздушный
режим.

Как мы уже отмечали, у брусники, полученной путем укоренения черен-
ков, формируются и корневища. Прежде чем приводить их морфологическое
описание, необходимо отметить, что в литературе встречаются различные на-
звания этого подземного органа. В большинстве случаев исследователи назы-
вают их "корневища" [1, 3, 5, 8, 9, 18, 19, 24, 25]. Часто встречаются назва-
ния "подземные побеги" [3, 7, 8, 18, 19, 25, 26] и "столоны" [25—28], реже
— "столоновидные корневища" [26, 27], "столоновидные побеги" [1, 28],
"ксилоризомы" [27] и "ризомы" [22].

Основная функция корневищ брусники — естественное вегетативное раз-
множение. Формируются они из спящих почек, расположенных в базальной
части прикрытого почвой побега. Это длинные шнуровидные корневища со
спирально расположенными мелкими чешуйками (редуцированными листь-
ями), в пазухах которых находятся почки. Верхушечная часть столона (2—7
см) белая, округлая в поперечном сечении с диаметром около 3 мм. Для ос-
тальной части корневища характерен коричневый цвет. В период его актив-
ного роста длина белой зоны увеличивается до 10—15 см. С приобретением
корневищем коричневого цвета его толщина постепенно уменьшается до
2,0—1,5 мм и оно становится ребристым, иногда сплюснутым. Так выглядит
большая часть столона. Далее, по мере приближения к основанию корневища
его ребристость уменьшается и исчезает, а толщина увеличивается до 3 мм.
Эта часть подземного побега деревянистая и упругая. Основная, средняя
часть — гибкая. Верхушечная зона — хрупкая.

На ксилоризомах придаточные корни начинают расти в 3—5 см от точки
роста. Образуются они над почками; как правило, над каждой почкой форми-
руется одна корневая мочка. Придаточные корни на корневищах имеют I—V
порядки ветвления, по биометрическим показателям заметно уступая корням
материнского растения. Корни I порядка имеют длину до 12 см, II—8, III—5,
IV—2 и V—1 см. Длина и степень разветвленности корней уменьшаются от
основания подземного побега к его верхушке. На столонах брусники корни
растут в различных направлениях, в том числе и вверх. Но корни, отходящие
от ризом вертикально вверх или вниз, постепенно изгибаются и распростра-
няются горизонтально по направлению роста корневища.

Ксилоризомы обычно залегают на глубине 2—8 см, суммарная их длина у
одного растения может составлять несколько метров. В литературе имеются
разные данные о длине корневищ: 1—1,5 [3], 3—4 [10], 7,5 [2] и 18 м [8, 19].
Они растут горизонтально, не выходя на поверхность почвы. Из имеющихся
на них спящих почек образуются новые корневища. Но чаще почки дают на-
чало подземным побегам, растущим под углом вверх по направлению роста
столона, которые, достигнув поверхности почвы, становятся основной скелет-
ной осью нового парциального куста. Этим брусника отличается от других
представителей семейства *Vacciniaceae*, в частности от *Vaccinium myrtillus* L.
[8] и *V. praestans* Lamb. [29], парциальные кусты которых формирует изгиба-
ющаяся вверх и выходящая на дневную поверхность верхушка корневища.
Точка роста корневища брусники иногда может отмирать, в таких случаях
одна или две боковые верхние почки дают начало новым столонам, продолжа-
ющим горизонтальный рост. По некоторым сведениям [8, 22], ризомы не
только дают начало новым парциальным кустам, но и выполняют запасую-
щую функцию — клетки сердцевины у них заполнены крахмальными зерна-
ми.

При изучении влияния различных почвенных субстратов на образование брусникой *Kogalle* столонов выяснилось, что большее их количество образуют растения на более богатых смесях (табл. 1). Если на перлите ни одно растение не дало начала подземным побегам, на песке столоны отмечены у 8 % особей, то на органогенных субстратах ксилоризомы сформировали от 14 до 35 % кустарничков. Ю. Б. Лабокасом и Д. К. Будрюнене [15] также получены результаты, указывающие на более интенсивное образование корневищ брусникой, полученной из черенков на торфе и торфопесчаной смеси, чем на песке. По-видимому, формирование корневищ, как и общая продуктивность фитомассы, определяется плодородием почвы.

В результате пятилетних наблюдений за посадками разных сортов брусники установлено, что они в значительной степени различаются по способности к образованию дочерних растений. Поскольку парциальные растения формируются из корневищ, то об их образовании можно судить по интенсивности парциации. Наиболее быстро она идет у сорта *Erntedank* — уже на двухлетних посадках этого сорта появляются парциальные кусты. На четвертый год образуется заросль, в которой трудно различить материнские растения от дочерних. Сорта *Kogalle* и *Masovia* характеризуются менее интенсивным формированием парциальных кустов. Слабо дочерние растения образует сорт *Erntekröne* и почти не образует сорт *Erntesege*n.

Характеристика парциации сортов дает лишь косвенную оценку интенсивности образования ими корневищ. Для определения количественных показателей были проведены подсчет и замеры образовавшихся ксилоризом по истечении 15 мес с момента посадки черенков в оранжерею на укоренение (табл. 2).

Т а б л и ц а 2. Образование корневищ различными сортами брусники

Показатель	Сорт				
	<i>Erntedank</i>	<i>Kogalle</i>	<i>Masovia</i>	<i>Erntekröne</i>	<i>Erntesege</i> n
Растения с корневищами, %	23	14	5	—	—
Средняя длина корневищ, см	21,0±2,3	19,2±4,0	17,3±4,2	—	—

Установлено, что наибольшее число растений, образовавших корневища (23 %), отмечено у сорта *Erntedank*. Необходимо указать, что у единичных растений этого сорта сформировалось по 2—3 ризомы. Максимальная их длина отмечена также у сорта *Erntedank* — 21,0 см. Далее по числу растений, образовавших корневища, и их средней протяженности следует брусника *Kogalle* — 14 % и 19,2 см. Столоны у сорта *Masovia* сформировались у 5 % растений, со средней суммарной длиной 17,3 см. Сорта *Erntekröne* и *Erntesege*n подземных побегов не образовали.

Таким образом, способность брусники к образованию корневищ генетически детерминирована, с различной степенью ее выраженности у исследуемых сортов. Учитывая данные табл. 1 и интенсивность парциации сортов брусники, по способности образования корневищ их можно расположить в следующий нисходящий ряд: *Erntedank*, *Kogalle*, *Masovia*, *Erntekröne* и *Erntesege*n.

Ризологические особенности сортов необходимо учитывать при создании плантационных участков, а также декоративных посадок брусники. Сорта, характеризующиеся слабым формированием корневищ, следует высаживать рядами, что позволяет применять механизированный способ уборки урожая. Используя их в декоративных целях, можно получить зеленые бордюры. Для сортов с интенсивной парциацией, образующих сплошной покров, лучше применять ленточную схему посадки, при которой ягоды собирают вручную.

На основании вышеизложенного можно заключить, что подземные органы у брусники, выросшей из укорененных стеблевых черенков, представлены совокупностью корней и корневищ, развивающихся в верхнем 10-сантиметро-

вом слое почвы. Разновременность начала образования столонов и интенсивность их формирования у исследуемых сортов генетически детерминированы. Корневая система растений, не сформировавших корневища, состоит из придаточных корней, образовавшихся на заглубленной в почве части стебля. Морфологические признаки корней существенно изменяются в зависимости от субстрата, в котором они развиваются.

Summary

Underground organs of *Vaccinium vitis-idaea* L. grown from rooted stem cuttings are presented by an aggregate of roots and rhizomes developing in the upper 10-cm layer of soil. The ability of cowberry for stolon formation is genetically determined. In terms of intensity of stolon formation the varieties tested are arranged in a downgoing row: Erntedank, Koralle, Masovia, Erntekrone and Erntesege.

Литература

1. Богданова Г. А., Муратов Ю. М. Брусника в лесах Сибири. Новосибирск, 1978.
2. Кирикова Л. А. // Бот. журн. 1983. Т. 68, вып. 8. С. 1083—1085.
3. Солоневич И. Г. // Экология и биология растений восточноевропейской лесотундры. Л., 1970. С. 145—164.
4. Серебряков И. Г. Экологическая морфология растений. М., 1962.
5. Lehmushovi A., Sakõ J. // Ann. Agric. Fen. 1975. Vol. 14, N 3. P. 227—230.
6. Liebster G. // Erwerbstobstbau. 1975. Jg. 17. S. 58—61.
7. Müller A. // Erwerbstobstbau. 1982. Jg. 24. S. 155—158.
8. Серебряков И. Г., Чернышева М. Б. // Бюл. МОИП, отд. биол. 1955. Т. 60, вып. 2. С. 65—77.
9. Кирикова Л. А. // Бот. журн. 1970. Т. 55, вып. 9. С. 1290—1299.
10. Бандзайтене З. Ю. // Тр. АН ЛитССР. Сер. В. 1981. Т. 3(75). С. 39—52.
11. Бандзайтене З. Ю. // Тр. АН ЛитССР. Сер. В. 1978. Т. 1(81) С. 25—34.
12. Бандзайтене З. Ю. // Тр. АН ЛитССР. Сер. В. 1981. Т. 1(73). С. 5—15.
13. Волчков В. Е., Бобровникова Т. И. // Ресурсы дикорастущих плодово-ягодных растений, их рациональное использование и организация плантационного выращивания хозяйственно ценных видов в свете решения Продовольственной программы СССР. Гомель, 1983. С. 102—103.
14. Бандзайтене З. Ю. // Тр. АН ЛитССР. Сер. В. 1987. Т. 3(99). С. 46—57.
15. Лабокас Ю. Б., Будрюнене Д. К. // Плантационное выращивание грибов и ягод. Гомель, 1988. С. 56—60.
16. Рипа А. К., Коломийцева В. Ф., Аудриня Б. А. Клюква крупноплодная, голубика высокая, брусника. Рига, 1992.
17. Шалыт М. С. // Полевая геоботаника. М.; Л. 1960. Т. 2. С. 163—207.
18. Ritchie J. C. // J. of Ecology. 1955. Vol. 43, N 2. P. 701—708.
19. Баландина Т. П., Вахрамеева М. Г. // Биологическая флора Московской области. 1978. Вып. 4. С. 167—178.
20. Жуковский П. М. Ботаника. М., 1964.
21. Бандзайтене З. Ю. // Тр. АН ЛитССР. Сер. В. 1978. Т. 4(84). С. 11—19.
22. Розанова М. А. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. Л., 1934. С. 121—177.
23. Черкасов А. Ф., Буткус В. Ф., Горбунов А. Б. Клюква. М., 1981.
24. Бандзайтене З. Ю. // Тр. АН ЛитССР. Сер. В. 1975. Т. 3(71). С. 13—20.
25. Марозаў А. У. // Весці АН БССР. Сер. біял. навук. 1991. № 2. С. 29—33.
26. Жуйкова И. В. // Бот. журн. 1959. Т. 44, № 3-4. С. 322—332.
27. Мазуренко М. Т. Вересковые кустарнички Дальнего Востока. М., 1982.
28. Таргонский П. Н., Богданова Г. А., Сакова В. Г. // Растительные ресурсы. 1984. Т. 20, вып. 1. С. 29—33.
29. Красикова В. И. Биология и рациональное использование красники на Сахалине. Владивосток, 1987.

Центральный ботанический сад
АН Беларуси

Поступила в редакцию
12.12.95