

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОЦЕНКА  
ВТОРИЧНОГО ЦВЕТЕНИЯ И ПЛОДОНОШЕНИЯ *VACCINIUM*  
*VITIS-IDAEA* L. ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В БЕЛОРУССКОМ ПОЛЕСЬЕ

О. В. Морозов, Л. В. Иванцов, Т. И. Василевская, В. И. Горбачевич

Значительное сокращение в Белорусской ССР природных ресурсов дикорастущей брусники *Vaccinium vitis-idaea* L. (Кудинов, Шарковский, 1978) определяет актуальность ее плантационного выращивания. Проводя исследования по интродукции аборигенной дикорастущей брусники, мы столкнулись с явлением ее вторичного (летнего) цветения и плодоношения. Анализ литературных данных показал, что сведений по этому вопросу очень мало. В работах З. Ю. Бандзайтене (1975), В. Ф. Юдиной и соавторов (1986) имеются некоторые данные о биологии вторичного цветения у дикорастущей брусники. В. Е. Волчков, Т. И. Бобровникова (1983) приводят величину вторичного урожая ягод в 2—3-летних культурных посадках. W. Dierking, E. Kruger (1984) отмечают, что при промышленном возделывании брусники собирают осенний урожай ягод, так как он значительно обильнее, чем первый, летний.

Цель нашей работы — изучение биологии вторичного цветения и плодоношения брусники, биохимического состава плодов, оценка хозяйственного использования вторичного плодоношения на промышленных плантациях.

Исследования проводили на Ганцевичской опытно-экспериментальной базе Центрального ботанического сада (ЦБС) АН БССР, расположенной на северо-западе Белорусского Полесья (Ганцевичский р-н) в течение 3 лет (1986—1988 гг.). Опытные посадки были заложены осенью 1985 г. и весной 1986 г., для чего были пересажены разновозрастные парциальные кусты из двух фитоценозов выручки сосняка брусничного и сосняка черничного. Почва участка мелкозалежный (40 см), слаборазложившийся (15 %) пушицево-сфагновый торф.

Парциальные кусты высаживали пятистрочными лентами в борозды с заделкой корневищ на глубину 4—6 см. Расстояние между строками 40 см, между лентами — 50 см. Шаг посадки 5—8 см. На площади 0.04 га было высажено около 15 тыс. парциальных кустов, приживаемость которых в разных вариантах опыта составила от 51.2 до 95.4 %. В течение вегетационного сезона участок регулярно поливали. Ежедневная норма орошения в зависимости от метеоусловий варьировала от 50 до 100 м<sup>3</sup> воды на 1 га. Для борьбы с сорняками, а также для создания в строках посадки рыхлого покровного слоя почвы проводили регулярную культивацию междурядий. Минеральные удобрения и гербициды не применяли.

Учет урожая осуществляли на площадках размером 1 м<sup>2</sup>, расположенных вплотную друг к другу по всей площади опытных делянок. Число их на каждой делянке, а следовательно, и кратность учета неодинаковы. Определяется это многоплановостью первоначального замысла создания опытного участка, включающего селекционные, агротехнические и технологические аспекты исследований. Минимальная повторность учета урожая — 15 площадок, максимальная — 116. В результате исследований не приведены средние количественные показатели вторичного цветения и плодоношения одного парциального куста брусники. Связано это с тем, что практически невозможно с достаточной объективностью и уверенностью выделить отдельную особь этого вида. Кустарничковый ярус брусники представляет собой густую «щетку» побегов, и поэтому выделение отдельных парциальных кустов чревато существенной субъективной ошибкой. Это, в частности, подтверждается высказыванием Е. Л. Любарского (1982), который считает, что «исследование структуры ценопопуляций много-

летников, особи которых не поддаются точному определению календарного возраста, представляется наиболее трудным. Особенно это касается популяций вегетативно-подвижных растений» (с. 43). Такого же мнения придерживаются Л. П. Рысин и Т. Н. Казанцева (1974). Имея ввиду длиннокорневищные виды, к каковым относится брусника, эти авторы отмечают, что «особи таких видов представлены очень большим числом надземных побегов» (с. 231) и «попытка непосредственно в лесу разделить эти особи, отчленив друг от друга, уже сама по себе представляет задачу большей трудности, на решение которой требуется очень много времени и труда» (с. 232).

При сборе урожая ягод первого и вторичного плодоношения собирали только зрелые плоды. Образцы для определения морфометрических показателей и химического состава плодов отбирали методом квартования (Программа... , 1973). Морфометрические показатели ягод в каждом из вариантов опыта определяли в трех выборках по 100 ягод в каждой.

Содержание сухих веществ определяли по ГОСТ 8767.2—70, титруемую кислотность — по ГОСТ 8756.15—70, витамина С — по стандартному индофенольному методу (Ермаков и др., 1972), редуцирующих сахаров и сахарозы — по методу Лэна и Эйнона (Шапиро, 1976), суммы лейкоантоцианов и антоцианов — по методике Т. Swain, W. E. Hillis (1959), антоцианов — по методике Л. О. Шнайдемана, В. С. Афанасьевой (1965), катехинов — фотометрическим методом с ванилиновым реактивом (Запрометов, 1964), флавонолов — по известной методике Д. К. Шапиро и соавторов (1974), хлорогеновых кислот — по известной методике В. В. Мжаванадзе с коллегами (1971).

Наблюдения за вторичным цветением брусники в течение трех лет (1986—1988 гг.) показали, что оно с разной степенью обилия было отмечено практически у всех растений, высаженных на участке. Это явление впервые было отмечено в однолетних посадках в 1986 г. Урожай в этом году был весьма незначителен и составил 5—12 кг/га. Цветение началось в первой декаде июля и продолжалось до конца сентября. Одиночные цветки с бледно-розовыми венчиками длиной 4.3—6.4 мм, небольшими зелеными прицветниками и длиной, до 1.5 см, цветоножкой развивались в пазухах листьев на побегах текущего года. На верхушках побегов цветки были собраны в небольшие (по 3—7 шт) кисти. По наблюдениям З. Ю. Бандзайтене (1975), при вторичном цветении формирования кистей не происходило. Возможно, это объясняется тем, что автор проводила исследования в природных ценопопуляциях брусники. Для проверки этого предположения в 1987 и 1988 гг. нами были обследованы дико-растущие заросли, из которых ранее был отобран посадочный материал для создания опытного участка. Установлено, что вторичное цветение в них наблюдалось, но отличалось низкой интенсивностью. У немногих парциальных побегов в пазухах листьев на годичном приросте распускались единичные цветки; соцветия же встречались очень редко. Среднее число цветков на 1 м<sup>2</sup> было следующим: на вырубке сосняка брусничного в 1987 г.  $1.9 \pm 0.08$ , в 1988 г. —  $2.4 \pm 0.07$ ; в сосняке черничном —  $0.4 \pm 0.02$  и  $0.2 \pm 0.01$  соответственно.

Одновременно с началом вторичного цветения в пазухах листьев и на верхушках побегов текущего года продолжалось заложение новых цветочных почек, часть которых распускалась в конце лета или в начале осени. Растянность вторичного цветения по времени не позволяет при его характеристике употребить термины «массовое цветение» и «массовое плодоношение». Однако наибольшее число распустившихся цветков (до 300 и более на 1 м строки посадки) отмечено во второй и третьей декадах августа. К середине октября ягоды вторичного плодоношения созревали.

Следует подчеркнуть, что растянутость вторичного цветения брусники определяется не различными сроками его наступления у отдельных растений, а значительной временной амплитудой продолжительности цветения каждой генеративной особи. В третьей декаде августа 1987 г. на одном растении, например,

ТАБЛИЦА 1

Диаметр плодов вторичного урожая (1988 г.) *Vaccinium vitis-idaea* L.  
в зависимости от времени их завязывания (в мм)

Время завязывания	Варианты опыта						
	1	2	3	4	5	6	7
25 VII	8.0±0.10	7.6±0.07	7.7±0.05	8.1±0.10	7.7±0.10	7.7±0.10	8.2±0.11
10 VIII	7.3±0.06	7.2±0.11	7.6±0.06	7.0±0.08	7.5±0.04	7.1±0.06	7.5±0.07
25 VIII	6.4±0.09	5.8±0.07	5.0±0.06	4.8±0.04	5.7±0.05	6.1±0.08	6.0±0.09
10 IX	4.3±0.05	4.5±0.04	4.8±0.04	4.5±0.03	4.4±0.05	4.3±0.06	5.2±0.07

можно было увидеть вполне зрелые плоды первого плодоношения, завязи, зеленые и начинающие краснеть ягоды вторичного плодоношения, а также цветки и начинающие распускаться бутоны вторичного цветения. Такое совмещение во времени различных подфаз цветения и плодоношения определяет разновременность формирования ягод вторичного урожая.

Размеры ягод строго коррелируют со временем образования цветков: чем позднее образуется цветок, тем мельче ягода. Как видно из данных табл. 1, минимальный диаметр имеют ягоды, завязавшиеся в конце августа—начале сентября. В последнем случае, вероятно, сказываются осенние метеоусловия, не способствующие нормальному формированию и созреванию плодов. Количество недоразвитых плодов составляет до 30 % от общего числа завязавшихся. Дожливая погода и ранние заморозки, наблюдавшиеся осенью 1986 г., явились причиной того, что в цветках, образовавшихся в сентябре, плоды практически не завязывались. Максимальную величину имели плоды, завязавшиеся в июле, т. е. в начале вторичного цветения. По размерам они не уступали ягодам первого урожая, средний диаметр которых  $7.9 \pm 0.1$  мм. Лишь в одном из 7 вариантов опыта отмечено изменение формы плодов вторичного урожая. В отличие от плодов первого урожая, имеющих округлую форму (отношение высоты к ширине равно 0.9—1.1), они имеют вытянутую овальную (1.2—1.6). Связано это, вероятно, с генотипом, поскольку при закладке опыта использовали посадочный материал из разных мест.

Величина урожайности ягод вторичного плодоношения на втором году выращивания составила 25—55 % от первого, или 20—165 кг/га (табл. 2). На следующий год урожайность существенно возросла и составила 220—1560 кг/га, что в 1.1—6.8 раз больше урожайности ягод первого плодоношения. Как на втором, так и на третьем годах выращивания брусники в культуре урожайность ее значительно варьировала по вариантам опыта. Объяснение этому мы видим в генетической разнородности посадочного материала, а также в том, что условия роста и развития брусники в разных вариантах опыта существенно различались. Сравнение величин первого и вторичного урожаев дает основание утверждать, что при культивировании брусники в Белорусском Полесье ориентироваться необходимо не только на летний урожай, но и на осенний.

Следует отметить, что потенциал вторичного цветения реализуется далеко не полностью. Полученные нами данные свидетельствуют о том, что значительное число распустившихся цветков (50—60 %) плодов не образует. Кроме того, часть завязавшихся плодов, как уже указывалось, не успевает пройти полный цикл развития. Полноценные ягоды образует лишь 10—20 % цветков. К нежелательности вторичного цветения следует отнести и то, что в канун первых осенних заморозков растения находятся еще в физиологически активном состоянии, что может отрицательно сказаться на их перезимовке.

Вторичное цветение брусники может быть использовано при ее селекции, весьма актуальной в настоящее время. Это позволяет продлить период проведения искусственной гибридизации, во время которого при опылении цветков в начале вторичного цветения (июль) исключается возможность повреждения

ТАБЛИЦА 2

Величина первого и вторичного урожаев ягод *Vaccinium vitis-idaea* L.  
в различных вариантах опыта (в г/м<sup>2</sup>)

Вариант опыта	Площадь, м <sup>2</sup>	Год вегетации	Урожай	
			первый	вторичный
1	72.5	Первый (1986)	1.2±0.03	0.7±0.02
		Второй (1987)	5.2±0.11	2.8±0.09
		Третий (1988)	20.0±0.40	101.8±1.48
2	116.0	Первый (1986)	1.3±0.04	0.9±0.03
		Второй (1987)	4.4±0.09	1.8±0.05
		Третий (1988)	11.2±0.17	22.0±0.27
3	34.7	Первый (1986)	1.7±0.11	0.5±0.04
		Второй (1987)	7.7±0.35	2.0±0.10
		Третий (1988)	57.6±1.17	64.3±1.46
4	60.9	Первый (1986)	2.1±0.10	1.2±0.06
		Второй (1987)	29.2±0.71	16.1±0.45
		Третий (1988)	38.8±0.67	156.0±2.00
5	15.3	Первый (1986)	0.8±0.09	0.5±0.06
		Второй (1987)	5.9±0.38	2.7±0.22
		Третий (1988)	6.5±0.48	44.4±1.83
6	26.1	Первый (1986)	1.0±0.07	0.7±0.06
		Второй (1987)	7.3±0.29	2.2±0.11
		Третий (1988)	11.5±0.42	25.7±0.71
7	81.4	Первый (1986)	1.7±0.08	1.0±0.06
		Второй (1987)	20.4±0.29	5.1±0.17
		Третий (1988)	71.2±0.84	116.7±1.1

их заморозками, а высокая температура воздуха способствует завязыванию плодов, успевающих пройти полный цикл развития до наступления неблагоприятных метеоусловий. Подтверждают сказанное результаты проведенного нами в 1987 г. на Ганцевичской опытно-экспериментальной базе ЦБС АН БССР скрещивания брусники с клюквой крупноплодной *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers. сорт Стивенс. При весеннем опылении (21 мая) из-за повреждения цветков заморозками плоды не завязались, а в результате опыления цветков вторичного цветения (21—23 июля) у 25 % из них образовались плоды с гибридными семенами. Гибридизация во время вторичного цветения проводилась нами и в предыдущие годы. В 1985 г. были получены гибриды брусники и клюквы крупноплодной (сорта Ранний черный, Пилигрим).

Представляет интерес выяснение причин, обуславливающих вторичное цветение брусники. Усиление его интенсивности в культуре можно объяснить улучшением эколого-фитоценотической обстановки. Вторичное цветение культивируемой брусники в течение ряда лет исключает возможную версию о его аномальности в результате влияния исключительно благоприятных метеоусловий отдельного года. Еще одним свидетельством правомерности такого заключения является то, что вторичное цветение в течение одного сезона наблюдается как в июле, так и в сентябре, т. е. в периоды, резко отличающиеся по степени благоприятности метеоусловий для цветения брусники. Таким образом, метеоусловия определяют не сам прецедент вторичного цветения, а вероятность завершения вторичного плодоношения, особенно созревания плодов, завязавшихся в конце вторичного цветения. Сам факт вторичного цветения брусники, наблюдаемый как в культуре, так и в естественных местообитаниях, связан, вероятно, с происхождением этого вида. Анализ географического распространения, систематики и биологии видов порядка *Ericales*, в частности сем. *Vacciniaceae*, позволил многим исследователям сделать вывод о их тропическом происхождении (Сенянинова-Корчагина, 1954; Серебряков, 1955; Шафер, 1956;

ТАБЛИЦА 3

Средняя масса и химический состав ягод *Vaccinium vitis-idaea* L. первого и вторичного плодоношения (урожай 1987 г.)

Показатель	Плодоношение	
	первое (19 VIII)	вторичное (30 IX)
Средняя масса ягоды, г	0.266±0.005	0.216±0.005
Сухое вещество (рефрактометрически), %	14.3±0.4	12.2±0.3
Титруемая кислотность (в пересчете на яблочную кислоту), %	2.08±0.5	2.10±0.13
Витамин С, мг/100 г	19.4±0.6	19.3±0.5
Редуцирующие сахара, % от массы сырого вещества	6.5±0.2	4.9±0.2
Сахароза, % от массы сырого вещества	Следы	0.62±0.11
Сумма сахаров, % от массы сырого вещества	6.5±0.2	5.5±0.2
Антоцианы, мг/100 г	399±31	370±18
Сумма антоцианов и лейкоантоцианов, мг/100 г	1227±33	937±30
Катехины, мг/100 г	153±13	195±14
Флавонолы (в пересчете на кверцетин), мг/100 г	264±28	344±60
Хлорогеновые кислоты, мг/100 г	57.5±9.1	131±16

Краснов, 1956; Ротов, 1962). Следовательно, к биологическим особенностям представителей порядка *Ericales*, свидетельствующим о их тропическом происхождении (вечнозеленость, сравнительно более поздние сроки начала цветения, активные процессы в клетках листьев в зимний период), можно отнести и вторичное цветение, наблюдаемое у брусники. Это убеждает нас в том, что вторичное цветение брусники не аномальное явление, а наследственная биологическая особенность, обусловленная ее тропическим происхождением.

Для сравнительной оценки пищевой ценности ягод первого и вторичного плодоношения мы провели анализ их химического состава (табл. 3). При рассмотрении данных этой таблицы обращает на себя внимание более высокое содержание сухого вещества в ягодах первого урожая. Различий в показателях титруемой кислотности, а также в содержании витамина С в ягодах первого и вторичного урожая не обнаружено. Интересно отметить почти полное отсутствие в ягодах первого урожая сахарозы, содержание же редуцирующих сахаров в них выше, чем в ягодах вторичного урожая.

Известно, что ягоды брусники содержат биологически активные вещества, обладающие многими ценными фармакологическими свойствами. К таким веществам относятся ряд фенольных соединений (антоцианы, лейкоантоцианы, катехины, флавонолы, фенолкарбоновые кислоты). Анализ содержания этих веществ в ягодах разных сроков плодоношения показал, что наиболее значительные различия у них наблюдаются в содержании хлорогеновых кислот; которое выше в ягодах вторичного плодоношения в 2.3 раза. В ягодах вторичного плодоношения содержание антоциановых веществ (суммы антоцианов и лейкоантоцианов) ниже, а катехинов выше в 1.3 раза. Интересно отметить, что по содержанию антоцианов ягоды обоих урожаев не различаются. Не обнаружено также значительных различий в суммарном содержании определенных нами фенольных соединений у ягод первого и вторичного плодоношения.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В опытных посадках брусники *Vaccinium vitis-idaea* L., заложенных в Ганцевичском р-не БССР путем пересадки парциальных кустов из природных местообитаний, в течение трех вегетационных сезонов наблюдалось вторичное цветение. Полученные данные свидетельствуют о том, что в трехлетней культуре брусники вторичный урожай ягод в 1.1—6.8 раза превышает первый. Вместе с тем следует отметить, что потенциал вторичного цветения реализуется непол-

ностью, что связано с гибелью значительного количества цветков, распускающихся в конце августа—начале сентября — в период первых заморозков.

По химическому составу ягоды первого и вторичного плодоношения различаются. Так, в ягодах вторичного плодоношения содержание хлорогеновых кислот и катехинов выше в 2.3 и 1.3 раза соответственно, а сумма антоцианов и лейкоантоцианов ниже в 1.3 раза. По суммарному содержанию фенольных соединений, а также по содержанию витамина С ягоды первого и вторичного плодоношения не различаются.

Представляется целесообразным изучение возможности регуляции вторичного цветения путем стимулирования более раннего и массового распускания цветочных почек. Необходим селекционный поиск природных форм с наибольшей выраженностью вторичного цветения и плодоношения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бандзайтене З. Ю. Биологическая и биохимическая характеристика брусники (*Vaccinium vitis-idaea* L.): Автореф. канд. дис. Вильнюс, 1975. 51 с.
- Волчков В. Е., Бобровникова Т. И. Плодоношение брусники в культуре // Ресурсы дикорастущих плодово-ягодных растений, их рациональное использование и организация плантационного выращивания хозяйственно ценных видов в свете решения Продовольственной программы СССР. Гомель, 1983. С. 104—106.
- ГОСТ 8756.15—70. Продукты переработки плодов и овощей: Методы определения титруемой кислотности.
- ГОСТ 8767.2—70. Продукты переработки плодов и овощей: Методы определения сухих веществ.
- Ермаков А. И., Арасимович В. В., Смирнова-Иконникова М. И. и др. Методы биохимического исследования растений. Л., 1972. 456 с.
- Запрометов М. Н. Биохимия катехинов. М., 1964, с. 41—61.
- Колупаева К. Г. О прогнозе урожая брусники и факторах, его определяющих // Дикорастущие ягодные растения СССР. Петрозаводск, 1980. С. 90—92.
- Краснов А. Н. Под тропиками Азии. М., 1956. 264 с.
- Жудинов М. А., Шарковский Е. К. Бруснику — в культуру // Сельское хозяйство Белоруссии. 1978. № 6. С. 46.
- Любарский Е. Л. К изучению ценоотических популяций // Биология, экология и взаимоотношения ценоотических популяций растений. М., 1982. С. 41—44.
- Мжаванадзе В. В., Таргамадзе И. Л., Драник Л. И. Количественное определение хлорогеновой кислоты в листьях черники кавказской (*Vaccinium arctostaphylos* L.) // Сообщ. АН ГССР. 1971. Т. 63, вып. 1. С. 205—207.
- Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Мичуринск. 1973. 494 с.
- Ротов Р. А. О бореальных полукустарничках // Бюл. МОИП. Биол. отд-ние. 1962. № 6. С. 96—101.
- Рысин Л. П., Казанцева Т. Н. Ценопопуляционный анализ некоторых типов сосновых лесов // Количественные методы анализа растительности. Уфа, 1974. С. 230—232.
- Сенянинова-Корчагина М. В. Некоторые данные о ритмах развития вечнозеленых полукустарников // Очерки по растительному покрову СССР. Сер. геогр. наук. Л., 1954. Вып. 9. С. 34—94.
- Серебряков И. Г. Основные направления эволюции жизненных форм у покрытосеменных растений // Бюл. МОИП. Биол. отд-ние. 1955. Т. 60, вып. 3. С. 71—91.
- Шапиро Д. К. Практикум по биологической химии. Минск, 1976. 288 с.
- Шапиро Д. К., Дашкевич Л. Э., Довнар Т. В. Определение флавонолов в черноплодной рябине и других окрашенных плодах // Интродукция растений и зеленое строительство. Минск, 1974. С. 209—213.
- Шафер В. Основы общей географии растений. М., 1956. 380 с.
- Шнайман Л. О., Афанасьева В. С. Методика определения антоцианов // IX Менделеевский съезд по общей и прикладной химии. (Реф. докл. и сообщ.). Секция аналитической химии. М., 1965. № 8. С. 79.
- Юдина В. Ф., Белоногова Т. В., Колупаева К. Г. и др. Брусника. М., 1986. 80 с.
- Dierking W., Kruger E. Anbauerfahrungen mit Preiselbeeren // Erwerbsobstbau. 1984. Bd 26, N 11. S. 280—281.
- Swain T., Hillis W. E. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I. The quantitative analysis of phenolic constituents // J. Sci. Food. Agric. 1959. Vol. 10, N 1. P. 63—70.