

ОЦЕНКА САМОПЛОДНОСТИ СОРТОВ ГОЛУБИКИ В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

О. В. ДРОЗД

ГНУ «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»,
ул. Сурганова, 2в, г. Минск, 220012, Беларусь,
e-mail: drozd_olgaw@rambler.ru

АННОТАЦИЯ

Приводятся результаты 3-летнего изучения самоплодности 15 сортов голубики высокорослой и 1 сорта голубики низкорослой. Показатели плодоношения (завязываемость ягод, средняя масса плода, среднее число семян в одной ягоде) при естественном самоопылении у большинства сортов голубики высокорослой, как правило, ниже, чем при свободном опылении. В соответствии со средними показателями завязываемости плодов при естественном самоопылении цветков сорта голубики ранжированы на 5 групп по степени самоплодности. Высокую степень самоплодности имеют сорта голубики высокорослой Spartan, Togo и Sunrise, лучшими из которых по показателям плодоношения являются Spartan и Togo. Хорошие показатели самоплодности в условиях естественного самоопыления отмечены у сорта Nui. Большинство исследуемых сортов голубики высокорослой характеризуются нестабильными показателями самоплодности. К самобесплодным таксонам отнесены сорта Bonus и Putte.

Ключевые слова: голубика высокорослая, *Vaccinium corymbosum*, голубика низкорослая, самоплодность, самоопыление, перекрестное опыление, завязываемость плодов, масса плода, число семян в ягоде, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

Голубика высокорослая (*Vaccinium corymbosum* L.), как и другие представители семейства Вересковые (*Ericaceae* Juss.), по типу опыления относится к энтомофильным растениям, в пользу чего говорит устройство цветка, выделение нектара и посещаемость насекомыми [1–4]. Цветки голубики способны и к самоопылению, однако процент его вероятности в сравнении с перекрестным опылением значительно ниже. Это обусловлено протандричностью цветков данной культуры, когда созревание пыльников наступает несколько раньше, чем рыльца пестика [2, 5]. К концу цветения рыльцевая и тычиночная фазы совпадают, и возможность перекрестного опыления дополняется гравитационной автогамией [1, 2]. При этом опыление с последующим завязыванием плодов наиболее вероятно в течение 1–2 дней после раскрытия цветков голубики [6], несмотря на то, что они продолжают оставаться восприимчивыми к пыльце в течение 5–8 дней [1]. Вследствие чего считается, что автогамия у голубики является резервным способом опыления при наступлении неблагоприятного периода, когда перекрестное опыление не происходит [2].

Крупные моносортные посадки голубики высокорослой, облегчающие уход за данной культурой, приводят к высокому проценту самоопыляемых цветков и, как правило, снижению урожайности для большинства сортов голубики [3]. Смешанная посадка разных таксонов данной культуры не только обеспечивает лучшее завязывание плодов, но и способствует их более раннему созреванию и увеличению размера ягод [3, 4, 7, 8]. При этом способность к самоопылению является важным признаком сорта, положительно влияющим на урожайность, так как высокосамоплодные таксоны способны обеспечить стабильно высокие урожаи как на моносортной промышленной плантации, так и в отсутствие лёта насекомых-опылителей, что нередко бывает при неблагоприятной погоде во время цветения [9].

Цель исследования – оценка способности к самоопылению новых интродуцированных в Беларуси сортов голубики высокорослой и низкорослой.

МЕТОДИКА И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования выполняли в течение 2018–2020 гг. в коллекционных насаждениях отраслевой лаборатории интродукции и технологии нетрадиционных ягодных растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси, расположенной в Ганцевичском районе Брестской области

(N 52°44', E 26°22'). Объектом исследований являлись 15 сортов голубики высокорослой разных сроков созревания урожая: Collins, Spartan, Bluejay и Chanticleer (раннеспелые), Bluecrop, Nui, Puru, Sunrise, Toro и Denise Blue (среднеспелые), Brigitta Blue, Bonifacy, Chandler, Goldtraube, Bonus (позднеспелые) и 1 сорт голубики низкорослой Putte (среднеспелый). В качестве стандарта принят районированный сорт голубики высокорослой Bluecrop как наиболее распространенный в районах промышленного возделывания данной культуры. Насаждения голубики созданы двухлетними корнесобственными саженцами в 2008 г. Почва на участке минеральная, подстилаемая рыхлым, разнозернистым песком с $pH_{(H_2O)}$ 4,6. Схема посадки растений – 2,0 × 1,5 м. Приствольная полоса в насаждениях голубики замульчирована опилками хвойных пород слоем 10 см, шириной 1 м, в междурядьях – естественное задернение.

Исследования проводили в соответствии с «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [10]. Опыт по определению самоплодности разных сортов голубики состоял из 2 вариантов: естественное самоопыление и свободное (перекрестное) опыление (контрольный вариант для сравнения). Каждый вариант включал 10 соцветий, повторность – двукратная. Все соцветия маркировались с указанием числа цветков. Изоляцию кистей в варианте с естественным самоопылением проводили за 1–2 дня до распускания первого цветка. В качестве изолирующего материала использовали спанбонд – укрывной материал, пропускающий свет, воздух, влагу и недоступный для проникновения насекомых-опылителей. Оценка сортов голубики осуществляли по следующим показателям: завязываемость ягод (процент полезной завязи), средняя масса плода, среднее число семян в одной ягоде. По степени самоплодности сорта делили на высокосамоплодные (завязывающие свыше 50 % плодов от числа опыленных цветков), с хорошей самоплодностью (30–50 %), среднесамоплодные (20–30 %), с плохой самоплодностью (5–20 %) и самобесплодные (ниже 5 %) [10]. Учет числа семян производился в зависимости от их типа: нормально развитые семена правильной формы (выполненные) и мелкие семена неправильной формы, у которых сформировалась только семенная крышка (невыполненные) [11]. Оценка степени изменчивости признаков осуществлялась в соответствии с величиной коэффициента вариации по шкале В. С. Смирнова [12].

Фенологические наблюдения за развитием репродуктивной сферы растений голубики проводились согласно методике И. Д. Юркевича, Д. С. Голода, Э. П. Ярошевич [13]. Характеристика погодных условий в период цветения, роста и созревания плодов голубики (май – август) в годы исследований проводилась по данным метеорологической станции г. Ганцевичи.

Статистическая обработка экспериментальных данных выполнена с применением пакета анализа данных программы Microsoft Excel на 95%-ном уровне значимости.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ полученных данных показал высокую вариабельность самоплодности голубики высокорослой как по годам, так и по сортам.

В 2018 г. зрелые плоды при естественном самоопылении цветков сформировались практически у всех исследуемых таксонов голубики за исключением сортов Bonus и Putte. Средние показатели завязываемости при самоопылении у сортов голубики, образовавших зрелые плоды, варьировались в широких пределах и составили от 13 до 75 % (табл. 1). Наибольший выход зрелых ягод отмечен у сорта Spartan (75 %), несколько ниже данный показатель у сорта Nui (72 %). Наименьший процент полезной завязи характерен для сорта Bonifacy (13 %), несколько выше показатели завязываемости у сортов Chandler (21 %) и Puru (23 %). Как правило, процент выхода зрелых плодов у каждого из таксонов при автогамии был ниже и разница по отношению к перекрестному опылению составила от 1 (Nui) до 47 % (Puru). Исключением являлись сорта Goldtraube, Toro и Spartan, где выход зрелых ягод при автогамии был на 1, 2 и 4 % соответственно выше, чем при свободном опылении.

Сформировавшиеся в результате естественного самоопыления плоды в 2018 г., как правило, были несколько меньших размеров, чем ягоды, завязавшиеся при свободном опылении цветков (рис. 1). Так, средняя масса одного плода при автогамии у большинства исследуемых сортов

Таблица 1. Показатели плодоношения сортов голубики в зависимости от способа опыления цветков, 2018 г.

Сорт	Завязываемость, %		Масса одного плода, г		Число семян, шт.			
	свободное опыление	естественное самоопыление	свободное опыление	естественное самоопыление	всего		в том числе выполненных	
					свободное опыление	естественное самоопыление	свободное опыление	естественное самоопыление
Bluecrop (st.)	63±6	39±3	2,6±0,5	2,0±0,3	93±12	65±17	31±7	33±7
Bluejay	76±21	43±26	1,9±0,2*	2,0±0,2	83±6	63±19	48±7*	32±7
Bonifacy	35±23*	13±12	1,7±0,4*	1,1±0,3*	74±5*	63±3	39±10	40±5
Bonus	25±15*	0±0*	2,8±0,3	—*	85±3	—*	42±5*	—*
Brigitta Blue	53±21	30±25	3,4±0,5*	2,9±0,5*	34±4*	22±11*	26±4	12±7*
Collins	65±20	46±18	2,6±0,2	2,3±0,3	84±3	74±9	43±5*	28±4
Chandler	25±15*	21±12	2,6±0,3	2,0±0,2	85±6	59±7	30±8	18±8*
Chanticleer	51±25	36±27	1,7±0,1*	1,2±0,2*	68±8*	79±7*	37±9	32±7
Denise Blue	48±28	42±9	3,1±0,7*	2,9±0,4*	55±10*	63±7	20±12	30±8
Goldtraube	54±27	55±12	2,0±0,3*	1,8±0,3	49±6*	54±9	11±3*	15±9*
Nui	73±10	72±6	3,7±0,5*	3,5±0,4*	93±12	99±6*	29±11	43±8*
Puru	70±15	23±22	1,4±0,1*	1,4±0,1*	111±7*	107±5*	41±10	40±9
Putte	59±14	0±0*	1,0±0,2*	—*	61±7*	—*	26±8	—*
Spartan	71±13	75±4*	3,1±0,3*	2,7±0,2*	85±5	96±6*	44±11*	34±10
Sunrise	82±11	58±33	2,9±0,5	2,8±0,4*	66±18*	45±8*	28±11	23±5*
Toro	58±23	60±9	2,8±0,2	3,2±0,3*	87±5	95±4*	22±3	21±4*
Среднее	57±12	38±16	2,4±0,5	2,0±0,7	76±13	61±22	32±7	25±9
<i>HCP</i> _{0,05}	24,9	34,0	0,48	0,37	10,9	11,7	10,7	9,0

*Статистически значимые различия.

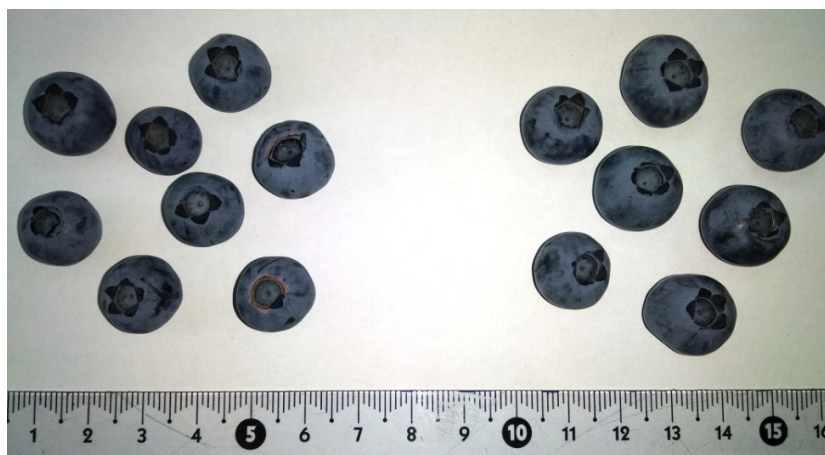


Рис. 1. Плоды голубики высокорослой сорта Spartan, полученные путем естественного самоопыления (слева) и свободного опыления (справа) цветков в 2018 г.

голубики была в 1,1–1,6 раза меньше, чем при свободном опылении. Наибольшая разница по массе ягод отмечена у сорта Bonifacy (в 1,6 раза), несколько ниже – у сорта Chanticleer (в 1,4 раза), наименьшая – у сортов Bluejay, Collins, Denise Blue, Goldtraube, Nui и Sunrise (в 1,1 раза). У сортов Bluejay и Toro, наоборот, средняя масса одного плода была в 1,1 раза выше при автогамии в сравнении с перекрестным опылением. У сорта Puru данный показатель составил 1,4 г вне зависимости от способа опыления цветков.

Все сформировавшиеся в результате естественного самоопыления плоды голубики в 2018 г. были с семенами. Среднее общее число семян, содержащихся в одном плоде, при автогамии составило от 22 (Brigitta Blue) до 107 шт. (Puru), в том числе выполненных – от 15 (Goldtraube) до 43 шт.

(Nui). При этом среднее общее число семян у 8 сортов голубики (Bluecrop, Bluejay, Bonifacy, Brigitta Blue, Collins, Chandler, Puru, Sunrise) было больше при свободном опылении на 4–28 шт., у 6 сортов (Chanticleer, Denise Blue, Goldtraube, Nui, Spartan, Toro) – наоборот, на 5–11 шт. больше при самоопылении. Соотношение числа выполненных семян в зависимости от способа опыления цветков было несколько иное: у 9 сортов голубики (Bluejay, Brigitta Blue, Collins, Chandler, Chanticleer, Puru, Spartan, Sunrise, Toro) их было больше при свободном опылении на 1–16 шт.; у 5 сортов (Bluecrop, Bonifacy, Denise Blue, Goldtraube, Nui) – наоборот, на 1–14 шт. больше при самоопылении. Процент числа выполненных семян от общего числа семян в обоих вариантах опыления был сопоставим и составил в среднем 41 % (от 22 до 63 %) при автогамии и 42 % (от 25 до 58 %) при свободном опылении. Как правило, выполненные семена имели практически одинаковые биометрические параметры вне зависимости от способа опыления цветка (табл. 2). Лишь у сорта Spartan длина и ширина семян достоверно больше при естественном самоопылении в сравнении с перекрестным опылением. На сопоставимые размерные характеристики семян, полученных при разных способах опыления цветков, также обращает внимание в своей работе американский исследователь Е. В. Моргов [8].

Таблица 2. Биометрические параметры выполненных семян голубики в зависимости от способа опыления в 2018 г., мм

Сорт	Длина			Ширина		
	свободное опыление	естественное самоопыление	$HCP_{0,05}$	свободное опыление	естественное самоопыление	$HCP_{0,05}$
Bluecrop (st.)	1,6±0,1	1,6±0,0	0,08	0,6±0,1	0,6±0,0	0,07
Bluejay	1,7±0,1	1,7±0,1	0,11	0,7±0,1	0,7±0,1	0,11
Bonifacy	1,6±0,1	1,7±0,1	0,13	0,7±0,1	0,7±0,1	0,10
Bonus	1,7±0,1	–	–	1,0±0,1	–	–
Brigitta Blue	1,7±0,1	1,8±0,1	0,13	0,6±0,1	0,6±0,0	0,05
Collins	1,6±0,1	1,6±0,1	0,08	0,6±0,1	0,7±0,1	0,08
Chandler	1,6±0,2	1,6±0,1	0,20	1,0±0,2	1,0±0,3	0,33
Chanticleer	1,8±0,1	1,8±0,1	0,15	0,8±0,1	0,7±0,1	0,12
Denise Blue	1,8±0,1	1,9±0,1	0,12	0,7±0,1	0,7±0,1	0,06
Goldtraube	1,6±0,1	1,6±0,1	0,14	0,7±0,1	0,7±0,0	0,09
Nui	1,6±0,1	1,6±0,1	0,12	0,6±0,1	0,6±0,0	0,15
Puru	1,4±0,1	1,3±0,0	0,10	0,6±0,1	0,5±0,0	0,06
Putte	1,7±0,1	–	–	0,7±0,1	–	–
Spartan	1,8±0,1	2,0±0,1*	0,13	0,8±0,1	1,0±0,1*	0,18
Sunrise	1,6±0,1	1,6±0,1	0,13	0,7±0,1	0,6±0,0	0,08
Toro	1,6±0,1	1,6±0,1	0,12	0,6±0,0	0,6±0,0	0,05

*Статистически значимые различия.

В 2019 г. у большинства исследуемых сортов голубики образовавшиеся при естественном самоопылении завязи отличались мелкими размерами и осыпались при открытии изоляторов либо в течение последующих 2–4 недель приобретали красноватый или желтовато-красноватый оттенок и опадали без значительного увеличения в размерах. Это свидетельствует о слабом самоопылении, вследствие чего завязи остались неоплодотворенными [1]. Таким образом, зрелые плоды при естественном самоопылении цветков сформировались лишь у 5 сортов голубики высокорослой: Goldtraube, Puru, Spartan, Sunrise и Toro. Средние показатели завязываемости составили от 14 (Goldtraube) до 76 % (Sunrise), что на 5–60 % ниже, чем при свободном опылении (табл. 3). Сформировавшиеся в результате автогамии плоды были значительно меньших размеров, чем ягоды, завязавшиеся при свободном опылении цветков. Показатели средней массы одного плода при самоопылении варьировались от 1,0 (Goldtraube) до 2,3 г (Spartan), что в 1,4–2,9 раза меньше, чем при свободном опылении.

Ягоды голубики, сформировавшиеся под изоляторами в 2019 г., были с хорошо визуальными различиями семяпочками, но без семян (рис. 2). R. E. Gough [1] также сообщает, что при самоопылении цветков голубики высокорослой могут образовываться бессемянные плоды.

Таблица 3. Показатели плодоношения сортов голубики в зависимости от способа опыления цветков в 2019 г.

Сорт	Завязываемость, %		Масса одного плода, г	
	свободное опыление	естественное самоопыление	свободное опыление	естественное самоопыление
Bluecrop (st.)	84±8	0	2,4±0,2	–
Bluejay	70±20	0	1,5±0,2*	–
Bonifacy	86±7	0	2,9±0,3	–
Bonus	77±10	0	3,0±0,2*	–
Brigitta Blue	54±13*	0	3,4±0,5*	–
Collins	81±13	0	2,0±0,2	–
Chandler	57±9*	0	3,9±0,4*	–
Chanticleer	60±16*	0	1,4±0,3*	–
Denise Blue	77±14	0	2,7±0,6	–
Goldtraube	74±19	14±20	1,6±0,2*	0,6±0,1*
Nui	75±14	0	3,0±0,2*	–
Puru	68±11	56±33*	2,1±0,3	0,8±0,1*
Putte	53±15*	0	0,9±0,1*	–
Spartan	70±13	77±13*	3,3±0,3*	2,3±0,2*
Sunrise	71±13	76±22*	2,9±0,6*	2,0±0,2*
Toro	85±12	61±24*	4,3±0,7*	1,5±0,4*
Среднее	71±7	18±21	2,6±0,6	0,5±0,5
<i>HCP</i> _{0,05}	17,7	25,9	0,47	0,17

*Статистически значимые различия.



Рис. 2. Плоды голубики высокорослой сорта Торо, полученные путем естественного самоопыления (слева) и свободного опыления (справа) цветков в 2019 г.

В 2020 г. при естественном самоопылении цветков плоды сформировались у большинства исследуемых таксонов за исключением сортов голубики высокорослой Bonus, Brigitta Blue, Collins, Denise Blue и сорта голубики низкорослой Putte. Завязываемость плодов исследуемых культиваров варьировалась в широких пределах и составила от 3 (Bonifacy) до 61 % (Nui), что на 22–83 % меньше, чем при свободном опылении (табл. 4). При этом у 7 сортов голубики данный показатель не превышал 25 %. Завязываемость ягод выше 40 % отмечена у сортов Bluecrop (43 %), Toro (45 %), Spartan (55 %) и Nui (61 %). Плоды, сформированные в результате автогамии, были меньших размеров в сравнении с ягодами, образовавшимися при перекрестном опылении цветков. У 5 сортов голубики (Chandler, Sunrise, Toro, Nui, Spartan) средняя масса одного плода варьировалась от 1,2 до 1,7 г, что в 1,7–3,1 раза меньше, чем масса одной ягоды при свободном опылении. У 6 сортов голубики (Bluejay, Bluecrop, Bonifacy, Chanticleer, Goldtraube, Puru) ягоды при автогамии были очень мелкими со слабо выраженным эндокарпом, их средняя масса составила всего 0,3–0,7 г, что в 2,0–7,0 раза меньше, чем при перекрестном опылении. Такие плоды, как правило, не имеют хозяйственного значения при возделывании голубики высокорослой как промышленной культуры. При этом ягоды сортов Bluejay, Bonifacy, Chandler и Spartan были бессе-

мянными. У сортов Bluecrop, Chanticleer, Goldtraube, Nui, Puru, Sunrise лишь некоторые плоды содержали от 4 до 34 невыполненных семян, и только в единичных ягодах голубики сорта Toro обнаруживалось от 1 до 35 выполненных семян, что в среднем составило 5 полноценных семян на плод.

Таблица 4. Показатели плодоношения сортов голубики в зависимости от способа опыления цветков в 2020 г.

Сорт	Завязываемость, %		Масса одного плода, г	
	свободное опыление	естественное самоопыление	свободное опыление	естественное самоопыление
Bluecrop (st)	92±5	43±33	2,8±0,3	0,5±0,2
Bluejay	84±10	11±16	2,1±0,3	0,3±0,1*
Bonifacy	86±6	3±5*	2,7±0,3	0,7±0,1
Bonus	81±10	0±0*	2,6±0,4	—*
Brigitta Blue	80±10	0±0*	3,1±0,4	—*
Collins	90±11	0±0*	1,7±0,1	—*
Chandler	57±7*	19±16	3,7±0,4	1,2±0,1*
Chanticleer	57±26*	24±22	2,1±0,3	0,7±0,1
Denise Blue	94±6	0±0*	3,3±0,4	—*
Goldtraube	90±6	12±12	1,4±0,2	0,7±0,2
Nui	84±4	61±22	2,7±0,3	1,6±0,1*
Puru	85±8	11±11	1,9±0,2	0,7±0,1
Putte	55±18*	0±0*	0,9±0,2	—*
Spartan	87±8	55±19	3,1±0,3	1,7±0,2*
Sunrise	92±5	19±18	2,7±0,3	1,2±0,3*
Toro	96±4	45±29	3,0±0,2	1,4±0,4*
Среднее	82±9	19±14	2,5±0,5	0,7±0,4
<i>HCP</i> _{0,05}	13,8	33,1	0,39	0,20

*Статистически значимые различия.

Плоды голубики, сформированные путем естественного самоопыления цветков, вне зависимости от года и сортовой принадлежности медленнее увеличивались в размерах и позже созревали в сравнении с ягодами, полученными при свободном опылении. На данную особенность развития плодов голубики, образованных в результате самоопыления, также обращают внимание в своих работах R. E. Gough [1], M. R. Ehlenfeldt [3], M. Bieniasz [14]. Размерные характеристики ягод голубики, образовавшихся путем автогамии, а также продолжительность периода их роста и созревания, как правило, были пропорциональны числу содержащихся в них полноценных (выполненных) семян. Это обусловлено тем, что при формировании семян начинается усиленная секреция гормонов роста (включая гиббереллины), что приводит к быстрому увеличению размеров завязей [1]. Так, в 2018 г. плоды, сформированные в результате автогамии, содержали достаточно большое число полноценных семян и их размерные характеристики лишь незначительно уступали ягодам, полученным при свободном опылении, а разница в сроках начала созревания плодов, как правило, была невелика и составила до 2 недель. И наоборот, в 2019–2020 гг. в результате недостаточного самоопыления сформировались мелкие плоды с небольшим числом невыполненных семян либо вовсе бессемянных, которые созревали на 3–5 недель позже в сравнении с ягодами, полученными при свободном опылении. В это время усиливается конкуренция за воду и питательные вещества, необходимые для роста и развития плодов, а также закладки генеративных почек урожая будущего года, что приводит к уменьшению размера позже созревающих ягод.

Анализ трехлетних наблюдений показал, что у большинства исследуемых сортов голубики высокорослой показатели плодоношения (завязываемость ягод, средняя масса плода, среднее число семян в одной ягоде) при самоопылении, как правило, ниже, чем при перекрестном опылении цветков. В соответствии со средними показателями завязываемости плодов при естественном

самоопылении цветков сорта голубики ранжированы на 5 групп по степени самоплодности (табл. 5). В группу высокосамоплодных вошли сорта голубики высокорослой, средний выход зрелых плодов от числа цветков у которых в период проведения исследования составил от 69 (Spartan) до 51 % (Sunrise). К группе культиваров с хорошей самоплодностью были отнесены сорта со средним процентом полезной завязи от 44 (Nui) до 30 % (Puru); к группе среднесамоплодных – сорта с показателями средней завязываемости от 27 (Bluecrop) до 20 % (Chanticleer). Средний выход зрелых ягод в группе культиваров с плохой завязываемостью изменялся от 18 (Bluejay) до 5 % (Bonifacy). К самобесплодным таксонам отнесены сорта Bonus и Putte, у которых за весь период проведения исследования при естественном самоопылении цветков плоды не завязались. При этом показатели степени самоплодности исследуемых сортов голубики нестабильны и изменяются по годам в достаточно широких пределах. Большинство таксонов характеризуется высоким уровнем изменчивости значений выхода зрелых плодов (>40 %), который составил от 57 (Sunrise) до 173 % (Brigitta Blue, Collins и Denise Blue). Средний уровень изменчивости коэффициентов вариации значений завязываемости плодов (13–20 %) отмечен лишь у сортов Toro (16 %) и Spartan (17 %).

Таблица 5. Классификация сортов голубики по степени самоплодности в 2018–2020 гг.

Группа самоплодности	Сорт
Высокосамоплодные (>50 %)	Spartan, Toro, Sunrise
С хорошей самоплодностью (30–50 %)	Nui, Puru
Среднесамоплодные (20–30 %)	Bluecrop, Goldtraube, Chanticleer
С плохой самоплодностью (5–20 %)	Bluejay, Collins, Denise Blue, Chandler, Brigitta Blue, Bonifacy
Самобесплодные (<5 %)	Bonus, Putte

В течение трехлетнего периода проведения исследования масса плодов, полученных путем естественного самоопыления, варьировалась у сортов голубики в достаточно широких пределах: от несколько меньшей, в сравнении с перекрестным опылением, до очень низкой, которая нехарактерна для данных культиваров. Ежегодное формирование плодов при автогамии, средняя масса которых была в 0,3–1,8 раза меньше, чем при свободном опылении, отмечено у сортов голубики Toro (1,4–3,2 г), Sunrise (1,2–2,8 г), Spartan (1,7–2,7 г), Goldtraube (0,7–1,8 г) и Puru (0,7–1,4 г). При этом показатели массы одного плода у данных культиваров при самоопылении сопоставимы со средней массой ягод, образованных в результате свободного опыления и созревающих, как правило, к периоду второго, реже третьего, приема сбора урожая [15]. У большинства исследуемых сортов голубики плодоношение при естественном самоопылении было нерегулярным. Так, формирование ягод при автогамии в течение двух лет отмечено у 6 сортов голубики высокорослой. При этом у сортов Bluecrop, Bluejay, Bonifacy, Chandler и Chanticleer показатели средней массы одного плода варьировались от 0,3–1,2 г в 2020 г. до 1,1–2,0 г в 2018 г. и в среднем масса одной ягоды была в 2,3–4,0 раза меньше, чем при свободном опылении. У сорта Nui данный показатель составил от 1,6 до 3,5 г, что в 1,1–1,7 раза меньше в сравнении с показателем при перекрестном опылении. У сортов Brigitta Blue, Collins и Denise Blue плоды при естественном самоопылении цветков сформировались лишь в 2018 г. и их средняя масса варьировалась от 2,3 до 2,9 г, что в 1,1–1,2 раза меньше, чем при свободном опылении.

Таким образом, высокую степень самоплодности имеют сорта голубики высокорослой Spartan, Toro и Sunrise, лучшими из которых по показателям плодоношения являются Spartan и Toro. Хорошие показатели самоплодности в условиях естественного самоопыления отмечены у сорта Nui. Большинство исследуемых сортов голубики высокорослой (Bluecrop, Bluejay, Bonifacy, Brigitta Blue, Collins, Chandler, Chanticleer, Denise Blue, Goldtraube, Puru) характеризуются нестабильными показателями самоплодности: от относительно высокого выхода хорошо выполненных плодов до образования небольшого числа, как правило, бессемянных ягод либо вовсе отсутствия урожая. К самобесплодным таксонам отнесены сорта Bonus и Putte.

Большинство исследователей сходится во мнении, что способность к самоопылению тесно связана не только с сортовыми особенностями растений, но и с погодными условиями весеннего

периода и распределением климатических стресс-факторов [11, 16, 17]. Согласно литературным данным [18], для представителей семейства Вересковых с поникшими цветками характерна гравитационная автогамия, которой может способствовать ветер, поскольку при раскачивании и сотрясении растений происходит высыпание пыльцы через отверстия (поры) пыльников. При этом, как правило, более детальной информации о том, какие именно погодные факторы способствуют либо, наоборот, препятствуют самоопылению голубики высокорослой в доступной нам литературе не приводится. В результате анализа зависимости самоопыляемости цветков голубики от погодных условий (максимальной и средней скорости ветра, влажности воздуха, обилия и распределения осадков, среднесуточной температуры воздуха) в период цветения изолированных соцветий (2 недели) не выявлено какой-либо статистически достоверной тенденции.

Показатели выхода зрелых ягод при автогамии в условиях Польши, согласно М. Bożek [16], у сорта Bluejay (15,0–38,2 %) сходны с полученными данными настоящего исследования, у сорта Bluecrop (31,5–64,2 %) – выше полученных значений в 1,8 раза, у сорта Spartan (43,5–55,9 %) – наоборот, меньше в 1,4 раза.

Значения выхода зрелых ягод у голубики высокорослой при естественном самоопылении у сортов Bluecrop (7,9–30,0 %) и Collins (6,6–55,7 %), приведенные в работах польских исследователей В. Jabłoński et al. [17], варьировались по годам в достаточно широких пределах и в среднем несколько превышали полученные в данном исследовании показатели. При этом образовавшиеся под изоляторами плоды были очень мелкими с небольшим числом семян.

В условиях Польши также проводилась оценка самоплодности сортов голубики путем искусственного самоопыления, которое имитирует опыление цветков насекомыми пыльцой других растений этого же сорта. При искусственном самоопылении у большинства растений, в том числе и голубики, как правило, наблюдается повышение основных показателей оплодотворения по сравнению с естественным самоопылением [19]. Согласно полученным М. Bieniasz данным [14, 20], показатели завязываемости при искусственном самоопылении у сортов Bluejay (18,5–37,2 %), Bonifacy (0–19,5 %), Brigitta Blue (4,5–19,1 %) и Chandler (1,1–41,8 %) сопоставимы с полученными в данной работе результатами; у сорта Bluecrop (38–52 %) процент выхода зрелых плодов выше и стабильнее значений настоящего исследования; у сортов Puru (0–27 %), Spartan (0,25–33,1 %), Sunrise (20,0–28,2%) и Toro (2,7–32,4%) завязываемость ягод при искусственном самоопылении ниже, чем полученные показатели при естественном самоопылении. Следует отметить, что значения завязываемости плодов голубики при искусственном самоопылении аналогично нашим данным, полученным при естественном самоопылении цветков, варьировались по годам в достаточно широких пределах. При этом средняя масса одного плода, полученная при искусственном самоопылении цветков голубики в условиях Польши, у сортов Bluecrop (0,8–1,4 г), Bluejay (0,5–1,0 г), Bonifacy (0–1,1 г), Brigitta Blue (0,3–0,7 г), Chandler (0,5–1,9 г) и Puru (0–1,6 г) сопоставима с данными настоящего исследования; у сортов Spartan (0,1–1,8 г), Sunrise (0,7–1,0 г) и Toro (0,4–1,3 г) этот показатель при искусственном опылении цветков пыльцой того же сорта был в 2 раза ниже, чем при естественном самоопылении. Среднее число выполненных семян, содержащихся в одном плоде, сопоставимо с полученными данными у сортов Brigitta Blue (5 шт.), Sunrise (4 шт.) и Toro (9 шт.); у сортов Bluecrop (32 шт.), Bluejay (50 шт.), Chandler (21 шт.) и Puru (27 шт.) этот показатель при искусственном самоопылении цветков в 2–5 раз больше; у сортов Bonifacy (8 шт.) и Spartan (3 шт.) – наоборот, в 2–4 раза меньше.

В условиях Ленинградской области России [21, 22] выход зрелых плодов при естественном самоопылении у сортов Bonus, Brigitta и Spartan сопоставим с полученными данными, у сорта Denise Blue показатель самоплодности выше значений настоящего исследования в среднем в 4,5 раза. Сорт Putte, по результатам проведенных исследований отнесенный к самобесплодным сортам, в условиях Ленинградской области показал высокий уровень самоплодности (60,8 %).

Согласно данным, полученным К. Ackermann, S. Müller, J. Radtke в условиях Германии [4], завязываемость ягод при естественном самоопылении у сортов Bluecrop и Brigitta Blue согласно визуальной оценке была на 49,1 и 33,3 % соответственно ниже, чем при свободном опылении, что соответствует данным, полученным для сорта Bluecrop, у сорта Brigitta Blue этот показатель превышает полученные в исследовании значения в 4,8 раза.

В условиях США, по данным М. R. Ehlenfeldt [3], завязываемость плодов при естественном самоопылении у сорта Toro (34–71 %) сопоставима с полученными показателями, у сорта Sunrise (58–64 %) – соответствует данным исследования лишь по наибольшим значениям выхода зрелых плодов.

Таким образом, показатели завязываемости плодов при естественном самоопылении цветков новых интродуцированных сортов голубики высокорослой в условиях Белорусского Полесья в большей части сопоставимы с данными, полученными для исследуемых таксонов в условиях их родины, а также соседних с Беларусью стран (Польша, Германия).

ВЫВОДЫ

Показатели плодоношения (завязываемость ягод, средняя масса плода, среднее число семян в одной ягоде) при естественном самоопылении у большинства сортов голубики высокорослой варьируются по годам в достаточно широких пределах и, как правило, ниже, чем при свободном опылении. Высокую степень самоплодности имеют сорта голубики высокорослой Spartan, Toro и Sunrise, лучшими из которых по показателям плодоношения являются Spartan и Toro. Хорошими показателями самоплодности в условиях естественного самоопыления обладает сорт Nui. Большинство исследуемых сортов голубики высокорослой (Bluecrop, Bluejay, Bonifacy, Brigitta Blue, Collins, Chandler, Chanticleer, Denise Blue, Goldtraube, Puru) характеризуются нестабильными показателями самоплодности. К самобесплодным таксонам отнесены сорта Bonus и Putte.

Показатели завязываемости плодов при естественном самоопылении новых интродуцированных сортов голубики высокорослой в условиях Белорусского Полесья в большей части сопоставимы с данными, полученными для исследуемых таксонов в условиях их родины, а также соседних с Беларусью стран.

Закладка промышленных насаждений голубики высокорослой разносортным посадочным материалом будет способствовать созданию условий для перекрестного опыления, что, в свою очередь, обеспечит улучшение показателей плодоношения (завязываемость ягод и масса плодов), а также более раннее созревание урожая.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Gough, R. E. The highbush blueberry and its management / R. E. Gough. – New York ; London ; Norwood (Australia) : Food Products Press, 1994. – 272 p.
2. Конобеева, А. Б. Брусничные в Центрально-Черноземном регионе : науч. изд. / А. Б. Конобеева. – Мичуринск-наукоград РФ : Изд-во Мичурин. гос. аграр. ун-та, 2007. – 230 с.
3. Ehlenfeldt, M. R. Self- and cross-fertility in recently released highbush blueberry cultivars / M. R. Ehlenfeldt // HortSci. – 2001. – Vol. 36 (1). – P. 133–135.
4. Ackermann, K. Einfluss der Bestäubung durch die Honigbiene (*Apis mellifera*) auf Ertragsparameter der Kulturheidelbeere (*Vaccinium corymbosum*) / K. Ackermann, S. Müller, J. Radtke // Erwerbs-Obstbau. – 2009. – Jg. 51, № 1. – P. 1–9.
5. Moore, J. Blueberries and Cranberries / J. Moore, J. Janick // Advances in fruit breeding / Purdue Univ. Press ; ed. G. Galletta. – West Lafayette, USA, 1975. – P. 154–196.
6. Fertilization biology of 'Reka' highbush blueberry / A. Laposavic [et al.] // Acta Horticulturae. – 2021. – Vol. 1308. – P. 279–284.
7. Шумейкер, Дж. Ш. Культура ягодных растений и винограда / Дж. Ш. Шумейкер ; под ред. З. А. Метлицкого, А. М. Негруля. – М. : Изд-во иностр. лит., 1958. – 298 с.
8. Morow, E. B. Some Effects of Cross-Pollination Versus Self-Pollination in the Cultivated Blueberry / E. B. Morow // Proc. of the Amer. Soc. Horticultural Sci. / ed. H. B. Tukey. – Geneva, New York, 1943. – Vol. 42. – P. 469–472.
9. Салыкова, В. С. Самоплодность алтайских сортообразцов смородины золотистой / В. С. Салыкова // Плодоводство и ягодоводство России : сб. науч. работ / ФГБНУ ВСТИСП ; редкол.: И. М. Куликов (гл. ред.) [и др.]. – М., 2019. – Т. 56. – С. 58–65.
10. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / ВНИИСПК ; под общ. ред. Е. Н. Седова и Т. П. Огольцовой. – Орел : ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
11. Рекомендации по подбору сортов-опылителей для современного сортимента плодовых культур и фундука / В. В. Васеха [и др.] // Плодоводство : сб. науч. тр. / РУП «Ин-т плодоводства» ; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2016. – Т. 28. – С. 346–355.
12. Смирнов, В. С. Изменчивость биологических явлений и коэффициент вариации / В. С. Смирнов // Журн. общей биологии. – 1971. – Т. 32, вып. 2. – С. 152–162.

13. Юркевич, И. Д. Фенологические исследования древесных и травянистых растений : метод. пособие / И. Д. Юркевич, Д. С. Голод, Э. П. Ярошевич. – Минск : Наука и техника, 1980. – 88 с.
14. Bieniasz, M. Ocena samopłodności kilkunastu odmian borówki wysokiej / M. Bieniasz // Przyrodnicze uwarunkowania uprawy borówki wysokiej (*Vaccinium corymbosum* L.). – 2013. – Т. IV. – S. 85–93.
15. Дрозд, О. В. Морфологические особенности плодов голубики разных сортов, интродуцированных в Белорусском Полесье / О. В. Дрозд // Плодоводство: сб. науч. тр. / РУП «Ин-т плодоводства»; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2016. – Т. 28. – С. 237–249.
16. Božek, M. Flowering and fruit set of six cultivars of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) in the conditions of the Lublin region / M. Božek // Acta Agrobotanica. – 2009. – Vol. 62 (1). – P. 91–96.
17. Nektarowanie i zapylanie borówki wysokiej (*Vaccinium corymbosum* L.) / B. Jabłoński [et al.] // Pszczelnicze Z. Nauk. – 1983. – № 27. – S. 91–109.
18. Жизнь растений : в 6 т. / редкол.: А. А. Федоров (гл. ред.) [и др.]. – М. : Просвещение, 1974–1982. – Т. 5, ч. 2 : Цветковые растения / редкол.: А. Л. Тахтаджян (гл. ред.) [и др.]. – 1981. – 511 с.
19. Жидехина, Т. В. Самоплодность сортов смородины черной в условиях Тамбовской области / Т. В. Жидехина, И. В. Гурьева // Плодоводство : сб. науч. тр. / РУП «Ин-т плодоводства»; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2010. – Т. 22. – С. 249–253.
20. Bieniasz, M. Effects of open and self pollination of four cultivars of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) on flower fertilization, fruit set and formation / M. Bieniasz // J. of Fruit a. Ornamental Plant Res. – 2007. – Vol. 15. – P. 35–40.
21. Кошман, А. И. Оценка сортов голубики на самоплодность для селекции и практики в условиях Ленинградской области / А. И. Кошман, Г. П. Атрошенко // Роль молодых ученых и исследователей в решении актуальных задач АПК : материалы Междунар. науч.-практ. конф., СПб., 28–30 марта 2019 г. / СПб. гос. аграр. ун-т; редкол.: Е. В. Жгулев (гл. ред.) [и др.]. – СПб., 2019. – С. 41–43.
22. Кошман, А. И. Оценка таксонов рода *Vaccinium* (голубики) для селекции и практики в условиях Северо-Запада России : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05 / А. И. Кошман. – СПб. ; Пушкин, 2021. – 150 л.

ASSESSMENT OF SELF-FERTILITY OF BLUEBERRY VARIETIES IN THE CONDITIONS OF BELARUS

O. V. DROZD

Summary

The results of a three-year study of the self-fertility of 15 varieties of highbush blueberry and one variety of lowbush blueberry are presented. The fruiting indicators (berry setting, average berry weight, average number of seeds per berry) in case of most self-pollinating highbush blueberry varieties, as a rule, are lower than with natural cross-pollination. In accordance with the average indicators of fruit set during self-pollination of flowers, blueberry varieties are ranked into five groups corresponding to the degree of self-fertility. The Spartan, Toro and Sunrise highbush blueberry varieties have a high degree of self-fertility, the best of which in terms of fruiting parameters are Spartan and Toro. Good indicators of self-fertility under conditions of self-pollination were demonstrated by the Nui variety. Most of the studied blueberry varieties are characterized by unstable self-fertility rates. The Bonus and Putte varieties are classified as self-infertile taxa.

Keywords: highbush blueberry, *Vaccinium corymbosum*, lowbush blueberry, self-fertility, self-pollination, cross-pollination, fruit setting, fruit weight, number of seeds per berry, Belarus.

Поступила в редакцию 29.04.2022