

УДК 634.737:631.529:581.543

ЗАВЯЗЫВАЕМОСТЬ ПЛОДОВ ГОЛУБИКИ ВЫСОКОРОСЛОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОРТОВОЙ СПЕЦИФИКИ И ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

О. В. ДРОЗД¹⁾

¹⁾Центральный ботанический сад НАН Беларуси, ул. Сурганова, 2В, 220012, г. Минск, Беларусь

На основании данных четырехлетних исследований выявлены особенности завязываемости плодов 15 сортов голубики высокорослой. Показатели выхода зрелых ягод от числа цветков у рассматриваемых сортов варьируются в достаточно широких пределах и в среднем составляют от 46 % (Chandler) до 83 % (Sunrise). Степень изменчивости значений завязываемости ягод у исследуемых таксонов значительно изменялась по годам – от низкого (Bluejay, Nui, Puru, Spartan, Sunrise) до очень высокого (Bonus) уровня. Установлено, что чем ниже уровень изменчивости значения завязываемости плодов, тем более высокой адаптивной способностью к изменяющимся погодно-климатическим условиям обладает таксон. На завязываемость плодов голубики высокорослой оказывают влияние такие погодно-климатические факторы, как осадки и температура воздуха. Осадки, выпадающие в количествах, близких к среднегодовым значениям либо несколько превышающих их, и температура воздуха, близкая к климатической норме, способствуют повышению завязываемости плодов голубики. Выраженный дефицит осадков во время цветения и роста ягод, особенно на фоне повышенной среднесуточной температуры, а также дождливая погода в период массового цветения голубики приводят к снижению завязываемости плодов. Основным лимитирующим температурным фактором во время цветения и формирования ягод голубики является снижение температуры воздуха до минусовых показателей (заморозки).

Ключевые слова: голубика высокорослая; *Vaccinium corymbosum*; интродукция; опыляемость цветков; завязываемость плодов; метеорологические условия; Беларусь.

FEATURES FRUIT SET HIGBUSH BLUEBERRY DEPENDING ON THE CULTIVAR SPECIFICATIONS AND WEATHER AND CLIMATIC CONDITIONS

O. V. DROZD^a

^aCentral Botanical Garden, National Academy of Sciences of Belarus,
2B Surhanava Street, Minsk 220012, Belarus

On the basis of four-year data, the features of fruit set are shown for 15 cultivars of highbush blueberry. The average yield of ripe berries from the number of flowers varies within a fairly wide range and averages from 46 % (Chandler) to 83 % (Sunrise) for highbush blueberry cultivars. The degree of variability in berry setting indices in the taxa under study varied significantly over the years: from a low level (Bluejay, Nui, Puru, Spartan, Sunrise) to a very high level (Bonus). It was revealed that the lower the level of variability of the fruit setting indicator, the higher the adaptive ability of the taxon to changing weather and climatic conditions. The setting of highbush blueberry fruits is influenced by such weather and climatic factors as humidity and air temperature. Precipitations falling within the range close to the mean annual

Образец цитирования:

Дрозд ОВ. Завязываемость плодов голубики высокорослой в зависимости от сортовой специфики и погодно-климатических условий. *Экспериментальная биология и биотехнология*. 2022;1:70–80.

For citation:

Drozdz OV. Features fruit set highbush blueberry depending on the cultivar specifications and weather and climatic conditions. *Experimental Biology and Biotechnology*. 2022;1:70–80. Russian.

Автор:

Ольга Владимировна Дрозд – научный сотрудник отраслевой лаборатории интродукции и технологии нетрадиционных ягодных растений.

Author:

Olga V. Drozd, researcher at the branch laboratory of introduction and technology of non-traditional berry varieties.
drozd_olgaw@rambler.ru

values or slightly higher than them, and the air temperature close to the climatic norm, contribute to better fruit setting. A pronounced shortage of precipitation, especially against the background of an increased average daily temperature, during flowering and growth of fruits, as well as heavy precipitation during the period of mass flowering of blueberries, have a negative effect on berry setting. At the same time, the main limiting temperature factor during flowering and formation of blueberry fruits is a decrease in air temperature to minus indicators (freezing).

Keywords: highbush blueberry; *Vaccinium corymbosum*; introduction; pollination on flowers; fruit set; meteorological conditions; Belarus.

Введение

В последние годы голубика высокорослая (*Vaccinium corymbosum* L.) является одним из мировых лидеров по увеличению площадей возделывания среди ягодных культур. В Беларуси площадь промышленных насаждений голубики к концу 2017 г. составила 1000 га [1]. Рентабельность возделывания плодовых и ягодных культур, в том числе голубики высокорослой, определяется величиной и качеством урожая, который, в свою очередь, зависит от биологических особенностей сорта. Растения голубики способны формировать высокий уровень ягодной продукции почти ежегодно, но на практике наблюдается чередование урожаев от обильных до слабых. На данную особенность голубики высокорослой обращает внимание Н. Б. Павловский [1], голубики топяной (*V. uliginosum* L.) – Г. В. Сорокина [2]. Полнота реализации потенциала биологической продуктивности растений голубики зависит не только от их сортовой специфики, но и от климатических и эдафических особенностей местности, метеорологических условий года, комплекса проводимых агротехнических мероприятий. При этом основной причиной неудовлетворительного плодоношения, как правило, становится низкая адаптивность интродуцированных сортов голубики к варьирующимся погодно-климатическим условиям района интродукции.

Формирование генеративных органов у голубики высокорослой, как и у других представителей семейства брусничных, происходит в течение двух вегетационных сезонов, вследствие чего подразделяется на два этапа: внутрипочечное развитие, когда идет закладка и дифференциация эмбриональных соцветий, и внепочечное развитие, которое включает в себя бутонизацию, цветение, завязывание и созревание плодов [3; 4]. Следует отметить, что погодно-климатические условия наиболее ощутимо сказываются на эффективности плодоношения голубики в период цветения, роста и созревания ягод [5]. В исследованиях, проведенных Т. В. Курлович и В. Н. Босаком в условиях Белорусского Полесья на пяти сортах голубики высокорослой (Herbert, Coville, Scammel, Blueray, Rancocas) [6], процент выхода зрелых плодов от числа цветков варьировался в пределах 72,0–94,0 %. Согласно А. Б. Конобеевой [7], в Центрально-Черноземном регионе России при свободном опылении завязываемость у четырех сортов голубики высокорослой (Herbert, Coville, Blueray, Rancocas) составляла 75,8–97,6 %. В период массового созревания у голубики топяной обнаруживается лишь 30,0–50,0 % ягод от первоначального числа цветков [8]. Завязываемость плодов у голубики узколистной (*V. angustifolium* Ait.) варьируется от 25,8 до 75,0 % [3].

Выявление и изучение сортов с высокой адаптивной способностью является актуальным в работе с голубикой высокорослой, так как при всем разнообразии сортимента каждой климатической зоне должен соответствовать набор таксонов, адаптированный к местным условиям. Определение потенциального выхода зрелых плодов от числа цветков у голубики и установление первостепенных факторов, оказывающих влияние на завязываемость ягод, – неотъемлемое условие для предварительного прогнозирования урожайности по цветению.

Цель исследования – оценка завязываемости плодов новых интродуцированных в Беларуси сортов голубики высокорослой в зависимости от сортовой специфики и погодно-климатических условий.

Материалы и методы исследования

Исследования выполняли в 2017–2020 гг. в коллекционных насаждениях отраслевой лаборатории интродукции и технологии нетрадиционных ягодных растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси, расположенной в Ганцевичском районе Брестской области (52° 44' с. ш., 26° 22' в. д.). Объектом исследований являлись 15 сортов голубики высокорослой разных сроков созревания урожая: Bluejay, Collins, Chanticleer и Spartan (раннеспелые), Bluecrop, Denise Blue, Nui, Puru, Sunrise и Toro (среднеспелые), Bonifacy, Bonus, Brigitta Blue, Chandler и Goldtraube (позднеспелые). В качестве стандарта принят районированный сорт голубики высокорослой Bluecrop. Насаждения голубики созданы двулетними корнесобственными саженцами в 2008 г. Почва на участке минеральная, подстилаемая рыхлым разнозернистым песком (рН(H₂O) 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 использовано естественное задернение.

Фенологические наблюдения за репродуктивной сферой растений голубики проводились согласно методике, описанной в работе [9]. Погодные условия в период цветения, роста и созревания плодов голубики (май – август) приведены по данным метеорологической станции Ганцевичи (табл. 1). Дополнительно осуществлялся мониторинг наличия заморозков на коллекционном участке. В период цветения и формирования плодов ночные заморозки (до -4°C) были отмечены 4 июня 2017 г. и 7 июня 2018 г. Климатические нормы¹ (среднемноголетние значения метеорологических показателей) приведены на основании данных за период с 1981 по 2010 г.

Таблица 1

Характеристика гидротермического режима в период цветения, роста и созревания плодов голубики в 2017–2020 гг.

Table 1

Characteristics of the hydrothermal regime during flowering, growth and ripening of blueberry fruits in 2017–2020

| Месяц | Декада | Температура воздуха | | | Осадки | | |
|---------|--------|--------------------------------------|--------------------------------|----------|-----------|--------------------------------|----------|
| | | Среднее значение, $^{\circ}\text{C}$ | Процент от климатической нормы | | Сумма, мм | Процент от климатической нормы | |
| | | | За декаду | За месяц | | За декаду | За месяц |
| 2017 г. | | | | | | | |
| Май | I | 10,3 | 87 | 97 | 12,1 | 71 | 37 |
| | II | 12,1 | 89 | | 3,0 | 14 | |
| | III | 16,8 | 114 | | 7,8 | 31 | |
| Июнь | I | 15,0 | 96 | 102 | 2,6 | 10 | 68 |
| | II | 17,3 | 106 | | 20,8 | 69 | |
| | III | 17,8 | 104 | | 37,3 | 117 | |
| Июль | I | 15,4 | 86 | 94 | 17,6 | 55 | 172 |
| | II | 17,4 | 94 | | 43,5 | 145 | |
| | III | 19,5 | 104 | | 95,6 | 330 | |
| Август | I | 20,9 | 112 | 114 | 11,3 | 54 | 79 |
| | II | 21,3 | 120 | | 17,7 | 85 | |
| | III | 17,4 | 108 | | 20,1 | 101 | |
| 2018 г. | | | | | | | |
| Май | I | 17,5 | 147 | 124 | 4,8 | 28 | 17 |
| | II | 14,6 | 107 | | 5,9 | 28 | |
| | III | 17,9 | 121 | | 0,5 | 2 | |
| Июнь | I | 16,7 | 106 | 111 | 0,3 | 11 | 66 |
| | II | 19,7 | 120 | | 14,4 | 48 | |
| | III | 17,9 | 104 | | 44,1 | 138 | |
| Июль | I | 16,8 | 93 | 107 | 47,2 | 148 | 158 |
| | II | 20,0 | 108 | | 80,8 | 269 | |
| | III | 22,5 | 120 | | 16,0 | 55 | |
| Август | I | 21,3 | 115 | 114 | 18,1 | 86 | 71 |
| | II | 20,5 | 116 | | 5,5 | 26 | |
| | III | 18,0 | 112 | | 20,4 | 102 | |

¹Справочник по климату Беларуси / Респ. центр по гидрометеорологии, контролю радиоактив. загрязнения и мониторингу окружающей среды. Минск, 2017. Ч. 1 : Температура воздуха и почвы. 85 с. ; Ч. 2 : Осадки. 64 с.

Окончание табл. 1
Ending table 1

| Месяц | Декада | Температура воздуха | | | Осадки | | |
|---------|--------|----------------------|--------------------------------|----------|-----------|--------------------------------|----------|
| | | Среднее значение, °С | Процент от климатической нормы | | Сумма, мм | Процент от климатической нормы | |
| | | | За декаду | За месяц | | За декаду | За месяц |
| 2019 г. | | | | | | | |
| Май | I | 8,6 | 72 | 102 | 42,1 | 248 | 235 |
| | II | 15,4 | 113 | | 82,2 | 391 | |
| | III | 17,4 | 118 | | 23,3 | 93 | |
| Июнь | I | 19,8 | 126 | 126 | 14,0 | 52 | 70 |
| | II | 22,3 | 136 | | 39,4 | 131 | |
| | III | 20,1 | 117 | | 8,5 | 27 | |
| Июль | I | 16,3 | 91 | 94 | 40,4 | 126 | 94 |
| | II | 16,3 | 88 | | 15,5 | 52 | |
| | III | 19,4 | 103 | | 29,2 | 101 | |
| Август | I | 16,5 | 89 | 104 | 12,6 | 60 | 101 |
| | II | 19,0 | 107 | | 50,2 | 239 | |
| | III | 18,9 | 117 | | 0,0 | 0 | |
| 2020 г. | | | | | | | |
| Май | I | 10,9 | 92 | 82 | 20,7 | 122 | 159 |
| | II | 10,3 | 76 | | 24,8 | 119 | |
| | III | 11,8 | 80 | | 54,9 | 220 | |
| Июнь | I | 15,7 | 100 | 117 | 52,6 | 196 | 110 |
| | II | 20,4 | 124 | | 38,6 | 130 | |
| | III | 21,2 | 123 | | 7,1 | 22 | |
| Июль | I | 19,3 | 107 | 100 | 54,3 | 169 | 96 |
| | II | 17,8 | 96 | | 18,1 | 60 | |
| | III | 18,1 | 96 | | 15,2 | 52 | |
| Август | I | 20,1 | 108 | 110 | 12,7 | 62 | 103 |
| | II | 18,0 | 102 | | 4,3 | 19 | |
| | III | 19,1 | 119 | | 47,2 | 236 | |

В 2017 г. количественная оценка генеративных органов голубики проводилась на стадиях *цветок – зрелая ягода*, в 2018–2020 гг. – на стадиях *цветок – завязавшаяся ягода – зрелая ягода*. Для этого на растениях каждого сорта у 20 соцветий, начиная с фазы бутонизации и до полного созревания плодов, подсчитывалось число цветков, завязавшихся ягод и зрелых плодов (2-кратная повторность). Определялись процент завязавшихся ягод от числа цветков (опыляемость) и процент зрелых плодов от числа цветков (завязываемость). Оценка степени изменчивости признаков осуществлялась по величине коэффициента вариации по шкале Смирнова [10]. Учет урожая плодов исследуемых сортов голубики проводили в несколько приемов (по мере их созревания) путем взвешивания и суммирования массы собранных ягод с каждого модельного растения с последующим вычислением средних для него показателей [11]. Учет и оценка повреждений отрицательными температурами воздуха генеративных органов голубики проводились через 3–5 сут после заморозка [11].

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

Результаты и их обсуждение

Сортовая специфика. Завязываемость плодов голубики высокорослой в зависимости от таксона варьируется в достаточно широких пределах и в среднем составляет от 46 до 83 % (табл. 2). Максимальный средний выход зрелых ягод от числа цветков отмечен у сорта Sunrise (83 %), несколько ниже данный показатель у сортов Toro (80 %), Collins (79 %) и Bluejay (78 %). Наименьшим средним показателем завязываемости плодов характеризуется сорт Chandler (46 %). Анализ зависимости завязываемости ягод голубики от срока созревания урожая не дал четкой закономерности, однако прослеживается тренд, свидетельствующий о более низком потенциальном выходе зрелых плодов у позднеспелых сортов голубики по сравнению с ранне- и среднеспелыми таксонами данной культуры. Показатель завязываемости позднеспелых культиваров варьируется от 46 % (Chandler) до 68 % (Bonifacy) и в среднем равен 62 %. Завязываемость плодов ранне- и среднеспелых сортов в среднем по группам составляет 72 и 76 % соответственно и изменяется от 53 % (Chanticleer) до 79 % (Collins) у сортов раннего срока созревания и от 71 % (Denise Blue) до 83 % (Sunrise) у среднеспелых культиваров.

Показатели изменчивости (коэффициенты вариации) завязываемости плодов исследуемых сортов голубики значительно варьируются по годам – от низкого до очень высокого уровня изменчивости. Низкий уровень изменчивости значений выхода зрелых плодов (8–12 %) отмечен у сортов Bluejay, Nui, Puru, Sunrise и Spartan, средний (13–20 %) – у сортов Collins, Chanticleer и Toro, повышенный (21–40 %) – у сортов Bluecrop, Brigitta Blue, Denise Blue, Goldtraube, Chandler и Bonifacy, очень высокий (более 40 %) – у сорта Bonus. Чем ниже уровень изменчивости значений завязываемости ягод у того или иного сорта голубики, тем более стабильным плодоношением и, как следствие, более высокой адаптивной способностью к варьирующимся погодно-климатическим условиям района интродукции обладает данный таксон.

Сравнительный анализ показывает, что, как правило, чем выше средний показатель завязываемости плодов, тем более высокой средней урожайностью характеризуются растения голубики. Так, в 2019 г. отмечены высокий средний показатель выхода зрелых ягод (73 %) и максимальная средняя урожайность для исследуемых сортов (3,1 кг на растение). В 2018 г., наоборот, зафиксированы минимальные показатели как завязываемости плодов (57 %), так и урожайности (0,9 кг на растение). Согласно исследованиям [12; 13], необходимым условием для получения хороших урожаев голубики является выход зрелых плодов от числа цветков не менее 80 %, в то время как другим растениям требуется около 20 %. В работе [14] сообщается, что в случае ягодных растений, в том числе голубики высокорослой, удовлетворительный процент завязываемости ягод составляет от 50 до 80 %. Следует отметить, что завязываемость плодов является лишь одной из составляющих, которые оказывают влияние на урожайность растений голубики. Так, у сорта Bluejay в 2018 г. при показателе выхода зрелых плодов 76 % урожайность составила всего 0,9 кг на растение, в 2019 г. при завязываемости ягод 70 % показатель плодоношения был равен 3,6 кг на растение. Это свидетельствует о том, что, кроме завязываемости плодов, на урожайность голубики оказывают влияние и другие морфоструктурные компоненты продуктивности: средняя масса плода, число ягод в кисти, число кистей на одном генеративном побеге и число плодоносящих побегов на растении [7; 11]. Поэтому при прогнозировании потенциально возможной урожайности растений голубики по числу цветков следует учитывать завязываемость плодов совместно с другими компонентами продуктивности.

Сравнительный анализ установленных в данном исследовании показателей завязываемости плодов для 15 сортов голубики и имеющихся в литературных источниках сведений выявил некоторые несоответствия. Так, указанные в публикации [14] показатели выхода зрелых ягод у сортов Bonifacy (33,8–87,7 %), Brigitta Blue (38,7–43,9 %) и Chandler (34,1–82,7 %) в условиях Польши сходны с полученными в настоящей работе значениями. Процент выхода зрелых плодов от числа цветков у сортов Bluejay (39,7–80,3 %), Puru (28,0–73,3 %), Spartan (30,2–65,1 %), Sunrise (34,5–70,2 %) и Toro (31,2–74,0 %) варьируется по годам более чем в 2 раза и соответствует представленным в настоящей статье данным лишь по максимальным показателям завязываемости. Процент выхода зрелых ягод у голубики высокорослой сортов Bluecrop, Bluejay, Spartan и Collins, приведенный в работах польских исследователей [15–17], превышает полученные автором статьи значения в среднем на 11–27 %. В условиях США, по данным публикации [18], завязываемость плодов у сортов Sunrise (87–91 %) и Toro (68–71 %) сопоставима с установленными в настоящей работе показателями. Согласно исследованию С. Л. Приходько, проведенному в условиях Белорусского Полесья на шести сортах голубики высокорослой [19], завязываемость ягод у сортов Bluecrop (92,4 %) и Toro (91,4 %) соответствует представленным в статье данным лишь по максимальным показателям выхода зрелых плодов, а у сорта Spartan (96,9 %) превышает полученные автором значения на 11–38 %.

Таким образом, показатели завязываемости плодов новых интродуцируемых сортов голубики высокорослой в условиях Белорусского Полесья в большей части сопоставимы с данными, полученными для исследуемых таксонов в условиях их родины, а также соседней страны.

Завязываемость плодов и урожайность разных сортов голубики в 2017–2020 гг.

Table 2

Fruit set and yield of different blueberry cultivars in 2017–2020

| Сорт | Год | | | | | | | | | | | | Среднее значение | | | |
|-------------------------------|-------------------|-----------------------|----------------|-------------------|-----------------------|----------------|-------------------|-----------------------|----------------|-------------------|-----------------------|----------------|-------------------|-----------------------|-------------|------------------|
| | 2017 | | | 2018 | | | 2019 | | | 2020 | | | | | | |
| | Завязываемость, % | Урожайность, кг/раст. | Опыляемость, % | Завязываемость, % | Урожайность, кг/раст. | Опыляемость, % | Завязываемость, % | Урожайность, кг/раст. | Опыляемость, % | Завязываемость, % | Урожайность, кг/раст. | Опыляемость, % | Завязываемость, % | Урожайность, кг/раст. | $x \pm m_x$ | V |
| Раннеспелые сорта | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bluejay | 81 ± 9 | 1,3 ± 0,4 | 91 ± 10 | 76 ± 21 | 0,9 ± 0,1 | 98 ± 3 | 70 ± 20 | 3,6 ± 0,6 | 91 ± 9 | 84 ± 10 | 2,9 ± 0,5 | 84 ± 10 | 2,9 ± 0,5 | 78 ± 4 | 8 | 2,2 ± 0,8 |
| Collins | 79 ± 14 | 3,7 ± 0,2* | 86 ± 12 | 65 ± 20 | 1,8 ± 0,4 | 96 ± 5 | 81 ± 13 | 4,0 ± 0,4 | 91 ± 11 | 90 ± 11 | 3,1 ± 0,9 | 90 ± 11 | 3,1 ± 0,9 | 79 ± 6 | 13 | 3,2 ± 0,6 |
| Chanticleer | 45 ± 13 | 0,5 ± 0,1* | 99 ± 3 | 51 ± 25 | 1,0 ± 0,2 | 93 ± 5 | 60 ± 16* | 2,2 ± 0,7 | 83 ± 13* | 57 ± 26* | 0,5 ± 0,1* | 57 ± 26* | 0,5 ± 0,1* | 53 ± 4* | 13 | 1,1 ± 0,5 |
| Spartan | 70 ± 24 | 1,2 ± 0,3* | 86 ± 10 | 71 ± 13 | 1,5 ± 0,5 | 96 ± 6 | 70 ± 13 | 3,6 ± 0,9 | 93 ± 7 | 87 ± 8 | 3,2 ± 0,8 | 87 ± 8 | 3,2 ± 0,8 | 75 ± 5 | 11 | 2,4 ± 0,7 |
| <i>Среднее</i> | <i>69 ± 10</i> | <i>1,7 ± 0,9</i> | <i>90 ± 4</i> | <i>66 ± 7</i> | <i>1,3 ± 0,3</i> | <i>96 ± 1</i> | <i>70 ± 5</i> | <i>3,4 ± 0,5</i> | <i>90 ± 3</i> | <i>79 ± 9</i> | <i>2,4 ± 0,8</i> | <i>79 ± 9</i> | <i>2,4 ± 0,8</i> | <i>72 ± 7</i> | – | <i>2,2 ± 0,5</i> |
| Среднеспелые сорта | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bluescop (st) | 60 ± 9 | 2,1 ± 0,3 | 92 ± 6 | 63 ± 6 | 1,4 ± 0,3 | 97 ± 3 | 84 ± 8 | 3,1 ± 0,5 | 94 ± 5 | 92 ± 5 | 3,1 ± 0,6 | 92 ± 5 | 3,1 ± 0,6 | 75 ± 9 | 21 | 2,4 ± 0,5 |
| Denise Blue | 62 ± 20 | 1,4 ± 0,5 | 85 ± 16 | 48 ± 28 | 0,4 ± 0,2* | 100 ± 0 | 77 ± 14 | 3,7 ± 0,7 | 95 ± 5 | 94 ± 6 | 2,9 ± 0,5 | 94 ± 6 | 2,9 ± 0,5 | 71 ± 12 | 28 | 2,1 ± 0,9 |
| Nui | 69 ± 20 | 1,9 ± 0,4 | 80 ± 10 | 73 ± 10 | 0,7 ± 0,4* | 91 ± 9 | 75 ± 14 | 2,2 ± 0,9 | 88 ± 6 | 84 ± 4 | 1,2 ± 0,5* | 84 ± 4 | 1,2 ± 0,5* | 75 ± 4 | 9 | 1,5 ± 0,4 |
| Puru | 70 ± 10 | 0,5 ± 0,2* | 74 ± 18* | 70 ± 15 | 0,5 ± 0,1* | 93 ± 8 | 68 ± 11 | 1,2 ± 0,2* | 95 ± 4 | 85 ± 8 | 0,3 ± 0,0* | 85 ± 8 | 0,3 ± 0,0* | 74 ± 5 | 11 | 0,6 ± 0,3* |
| Sunrise | 88 ± 21* | 2,9 ± 0,7 | 86 ± 10 | 82 ± 11 | 1,0 ± 0,1 | 97 ± 4 | 71 ± 13 | 3,7 ± 0,9 | 92 ± 5 | 92 ± 5 | 3,2 ± 0,8 | 92 ± 5 | 3,2 ± 0,8 | 83 ± 6 | 11 | 2,7 ± 0,7 |
| Toro | 82 ± 21* | 0,8 ± 0,4* | 69 ± 25* | 58 ± 23 | 0,8 ± 0,3* | 100 ± 0 | 85 ± 12 | 1,3 ± 0,3* | 99 ± 3 | 96 ± 4 | 2,1 ± 0,5 | 96 ± 4 | 2,1 ± 0,5 | 80 ± 10 | 20 | 1,2 ± 0,4 |
| <i>Среднее</i> | <i>72 ± 7</i> | <i>1,6 ± 0,6</i> | <i>81 ± 6</i> | <i>66 ± 8</i> | <i>0,8 ± 0,2</i> | <i>96 ± 2</i> | <i>77 ± 5</i> | <i>2,5 ± 0,7</i> | <i>94 ± 2</i> | <i>91 ± 3</i> | <i>2,1 ± 0,8</i> | <i>91 ± 3</i> | <i>2,1 ± 0,8</i> | <i>76 ± 3</i> | – | <i>1,8 ± 0,5</i> |
| Позднеспелые сорта | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bonifacy | 63 ± 25 | 0,3 ± 0,0* | 97 ± 4 | 35 ± 23* | 0,9 ± 0,3* | 99 ± 2 | 86 ± 7 | 3,2 ± 0,9 | 92 ± 6 | 86 ± 6 | 1,2 ± 0,2* | 86 ± 6 | 1,2 ± 0,2* | 68 ± 15 | 36 | 1,4 ± 0,8 |
| Bonus | 75 ± 13 | 1,2 ± 0,5* | 99 ± 2 | 25 ± 15* | 0,2 ± 0,1* | 97 ± 4 | 77 ± 10 | 2,8 ± 0,8 | 91 ± 11 | 81 ± 10 | 1,9 ± 0,5 | 81 ± 10 | 1,9 ± 0,5 | 64 ± 16 | 41 | 1,5 ± 0,7 |
| Brigitta Blue | 52 ± 16 | 0,8 ± 0,4* | 91 ± 8 | 53 ± 21 | 0,7 ± 0,1* | 79 ± 8* | 54 ± 13* | 3,0 ± 1,2 | 86 ± 9 | 80 ± 10 | 2,8 ± 1,0 | 80 ± 10 | 2,8 ± 1,0 | 60 ± 8 | 22 | 1,8 ± 0,8 |
| Chandler | 46 ± 12 | 0,5 ± 0,3* | 93 ± 5 | 25 ± 15* | 0,2 ± 0,0* | 73 ± 9* | 57 ± 9* | 2,8 ± 0,5 | 76 ± 14* | 57 ± 7* | 0,8 ± 0,1* | 57 ± 7* | 0,8 ± 0,1* | 46 ± 9* | 33 | 1,1 ± 0,7 |
| Goldtraube | 43 ± 11 | 3,8 ± 0,8* | 93 ± 9 | 54 ± 27 | 1,5 ± 0,3 | 97 ± 5 | 74 ± 19 | 6,2 ± 0,8* | 93 ± 5 | 90 ± 6 | 2,0 ± 0,9 | 90 ± 6 | 2,0 ± 0,9 | 65 ± 13 | 32 | 3,4 ± 1,3 |
| <i>Среднее</i> | <i>56 ± 8</i> | <i>1,3 ± 0,9</i> | <i>94 ± 2</i> | <i>40 ± 10</i> | <i>0,7 ± 0,3</i> | <i>89 ± 8</i> | <i>69 ± 9</i> | <i>3,6 ± 0,9</i> | <i>88 ± 5</i> | <i>79 ± 8</i> | <i>1,8 ± 0,5</i> | <i>79 ± 8</i> | <i>1,8 ± 0,5</i> | <i>62 ± 5</i> | – | <i>1,8 ± 0,6</i> |
| <i>Среднее по всем сортам</i> | <i>66 ± 10</i> | <i>1,5 ± 0,8</i> | <i>88 ± 6</i> | <i>57 ± 12</i> | <i>0,9 ± 0,3</i> | <i>94 ± 5</i> | <i>73 ± 7</i> | <i>3,1 ± 0,8</i> | <i>91 ± 4</i> | <i>84 ± 8</i> | <i>2,1 ± 0,7</i> | <i>84 ± 8</i> | <i>2,1 ± 0,7</i> | <i>70 ± 7</i> | – | <i>1,9 ± 0,5</i> |
| <i>HCP_{0,05}</i> | <i>21,1</i> | <i>0,84</i> | <i>15,1</i> | <i>25,3</i> | <i>0,52</i> | <i>7,3</i> | <i>17,6</i> | <i>1,43</i> | <i>10,8</i> | <i>12,8</i> | <i>1,21</i> | <i>12,8</i> | <i>1,21</i> | <i>21,7</i> | – | <i>1,65</i> |

Примечание. St – стандарт; x – среднее; m_x – ошибка среднего; V – коэффициент вариации; кг/раст. – килограммов на растении; * – $p < 0,05$ (достоверность различий по сравнению с контролем).

Метеорологические условия. Показатели завязываемости плодов голубики высокорослой варьировались по годам в достаточно широких пределах и в среднем составили от 57 % в 2018 г. до 84 % в 2020 г. На завязываемость плодов голубики оказывали влияние такие погодно-климатические факторы, как влажность и температура воздуха. При этом основной лимитирующий температурный фактор – это снижение температуры воздуха до минусовых показателей (заморозки) во время цветения и формирования плодов. Так, низкие средние показатели завязываемости плодов голубики в 2017 и 2018 гг. (66 и 57 % соответственно) главным образом были обусловлены наличием ночных заморозков в первой декаде июня. В 2017 г. снижение температуры воздуха до $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ произошло в период массового цветения растений голубики, что привело к повреждению и последующему осыпанию цветков у всех исследуемых сортов. Это связано с тем, что во время цветения растений их морозостойкость снижается и повреждения органов цветка, прежде всего пестика, у многих культур, в том числе голубики, начинаются при температуре около $-2\text{...}-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ [20–22]. Незначительные повреждения низкими температурами отмечены у сортов Denise Blue и Goldtraube (повреждены единичные цветки на растении), наибольшие – у сорта Toro (повреждены цветки, формирующиеся плоды, а также побеги, расположенные в базальной части растения). В 2018 г. наблюдалось аналогичное снижение температуры в первой декаде июня, однако, в отличие от 2017 г., к этому времени у всех исследуемых сортов голубики завязались плоды. Воздействие низких температур на формирующиеся ягоды привело к большому повреждению генеративных органов и, как следствие, к снижению на 14 % среднего показателя завязываемости плодов в 2018 г. (57 %) по сравнению со значением 2017 г. (66 %). По данным М. А. Соловьевой [23], Н. И. Туровцева и др. [24], по мере развития генеративной сферы плодовых и ягодных растений их морозостойкость снижается, и в период формирования плодов критическая температура для завязавшихся ягод составляет от $-1,0$ до $-1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. На степень повреждения генеративных органов голубики низкими температурами, кроме стадии их развития, оказывают влияние такие факторы, как температуры воздуха, предшествующие заморозку, продолжительность и сила заморозка, скорость ветра, облачность и др. [22]. Установлено, что если заморозкам предшествует прохладная погода и температура воздуха понижается достаточно медленно, то растения голубики закаляются и генеративные органы (цветки, плоды) повреждаются при более низких температурах воздуха. И наоборот, если накануне заморозка отмечается умеренный температурный фон, а затем происходит резкое снижение температуры воздуха, то, по данным работы [22], холодные повреждения генеративных органов могут возникнуть даже при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Так, в 2017 г. в течение 5 сут перед заморозком наблюдалось постепенное снижение среднесуточной, максимальной и минимальной температур воздуха на $10,2\text{--}10,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (рис. 1). В 2018 г. отмечено резкое снижение показателей среднесуточной и максимальной температур воздуха на $9,0$ и $12,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ за 2 сут до заморозка, а минимальной температуры на $9,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ за 1 сут до заморозка, что наряду с более поздней стадией развития генеративных органов и привело к их большому повреждению.

Следует отметить, что в период снижения температуры воздуха до минусовых показателей в 2018 г. у исследуемых сортов голубики были сформированы плоды различной стадии развития – от только сбросивших венчик до ягод диаметром до 15 мм. При этом основная часть плодов имели диаметр от 8 до 10 мм. Как правило, у большинства сортов наиболее поврежденными оказались ягоды, находившиеся на ранней

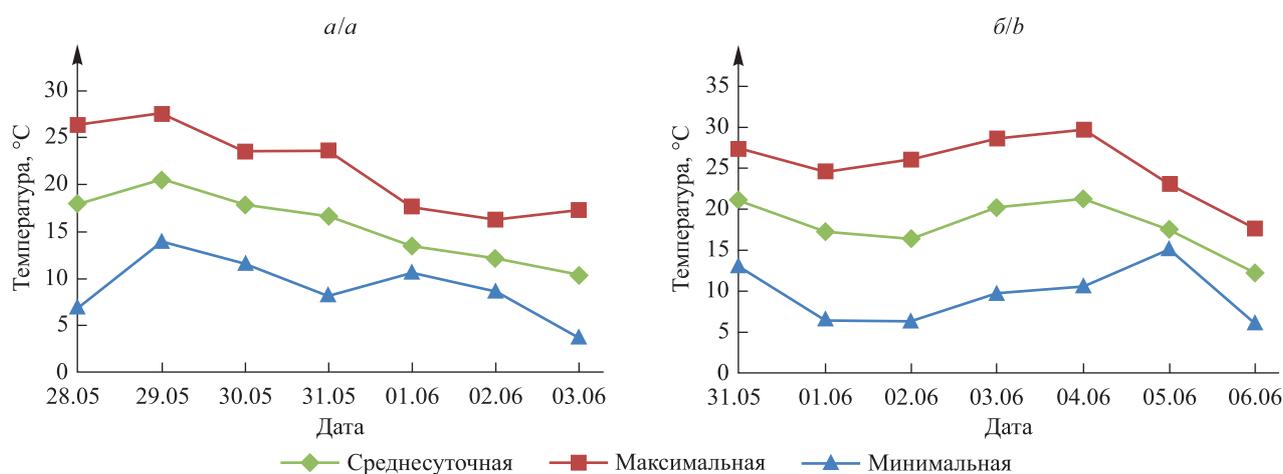


Рис. 1. Динамика среднесуточной, максимальной и минимальной температур воздуха в течение 7 сут, предшествующих заморозкам, в 2017 г. (а) и 2018 г. (б)

Fig. 1. Dynamics of the average daily, maximum and minimum air temperatures during the 7 days preceding the frosts, in 2017 (a) and 2018 (b)

стадии развития (до 5 мм в диаметре), тогда как более сформированные плоды (свыше 5 мм) пострадали в меньшей степени. Это обусловлено тем, что генеративные органы голубики наиболее подвержены влиянию заморозков в период интенсивного роста, который присущ ранним стадиям развития ягод [12]. Заморозок привел к частичному или полному повреждению завязавшихся плодов (рис. 2) и последующему их осыпанию. Так, наиболее сильное подмерзание (до 75 % ягод) отмечено у сортов Bonus и Chandler, несколько меньшее – у сортов Chanticleer и Denise Blue (до 60 % плодов), среднее (до 50 % ягод) – у сорта Toro, слабое (до 25 % плодов) – у сортов Puru, Bluejay и Goldtraube, очень слабое (до 10 % погибших ягод на растении) – у сортов Bluescop, Bonifacy, Brigitta Blue, Collins, Nui, Spartan и Sunrise. Повреждающее воздействие заморозков в весенне-летний период на цветки и завязавшиеся плоды голубики высокорослой также отмечает в своей работе Н. Б. Павловский [25], голубики топяной – Г. В. Сорокина [26].



Рис. 2. Повреждения плодов и листьев у сорта Denise Blue, возникшие в результате заморозка

Fig. 2. Frost damage to Denise Blue fruits and leaves

Анализ влияния погодно-климатических факторов на завязываемость плодов голубики показал, что выраженный дефицит осадков во время цветения и роста плодов на фоне повышенной среднесуточной температуры воздуха весьма негативно сказывается на проценте выхода зрелых ягод. И наоборот, выпадение осадков в количествах, близких к климатической норме или несколько превышающих ее, в сочетании с температурой, близкой к среднегодовым значениям, способствует повышению завязываемости плодов голубики. Так, низкая средняя опыляемость цветков голубики в 2018 г., составившая 88 %, была обусловлена острым дефицитом осадков (17 % от климатической нормы за месяц) на фоне повышенных среднесуточных температур воздуха (124 %) в период цветения, что привело к частичному осыпанию цветков. И наоборот, в 2019–2020 гг., когда во время цветения голубики суммы выпавших осадков варьировались от значений, близких к средней многолетней норме, до значений, превышающих ее в 2–4 раза, опыляемость составила 94 и 91 % соответственно. Следует отметить, что обильные осадки, в несколько раз превышающие климатическую норму, ограничивают лет насекомых – опылителей голубики (шмелей, пчел и др.), что приводит к снижению опыляемости цветков. При этом немаловажную роль играет не только обильность осадков, но и их распределение. Так, в 2019 и 2020 гг. сумма выпавших осадков во время цветения, как правило, превышала климатическую норму и составила 105,5 и 122,9 мм соответственно. При этом за весь период цветения в 2019 г. 50 % дней были с дождем, причем обильные осадки, превышающие среднегодовую норму за декаду в 4 раза (391 %), отмечены лишь в начале цветения, а в период массового цветения сумма выпавших осадков приближалась к среднегодовому значению (93 %). В 2020 г. в период цветения 64 % дней были дождливыми, при этом осадки, превышающие климатическую норму за декаду в 2 раза (196 и 220 %), выпали преимущественно в период массового цветения голубики. Ввиду этого можно предположить, что снижение среднего показателя опыляемости цветков голубики в 2020 г. (91 %), по сравнению с показателем 2019 г. (94 %), обусловлено дождливой погодой в период массового цветения голубики. Согласно литературным данным [22; 25], засуха и жара во время цветения приводят к плохому завязыванию плодов. В работе [17] также отмечается, что лучшая завязываемость ягод голубики наблюдалась, когда во время цветения температура была несколько ниже, а влажность воздуха увеличивалась.

Несмотря на наибольшие средние показатели опыляемости в 2019 г., максимальный выход зрелых плодов от числа цветков зафиксирован в 2020 г. (в среднем 84 %). Анализ соотношения опыляемости и завязываемости показывает, что число плодов на ранней стадии развития (до 5 мм в диаметре), как правило, больше числа созревших ягод, причем потери варьируются в достаточно широких пределах – от 7 % в 2020 г. до 31 % в 2018 г. В 2019 г. уменьшение выхода зрелых плодов от числа цветков в среднем на 21 % относительно показателей опыляемости главным образом обусловлено дефицитом осадков (70 % от климатической нормы) на фоне повышенных среднесуточных температур (126 %) в период интенсивного роста и формирования ягод. В 2020 г. отмечены наименьшие потери плодов на стадии их роста, составившие 7 %, что объясняется благоприятными погодными условиями: температуры воздуха (100–117 %) и суммы осадков (96–110 %) находились в пределах среднесуточных месячных норм либо незначительно превышали их. Следует отметить, что такие метеорологические факторы, как осадки и температура воздуха, воздействуют на растение одновременно и каждый из них может как смягчить негативное действие другого фактора, так и усугубить его. Например, повреждающее действие на генеративную сферу голубики при дефиците осадков будет более выраженным при повышенной температуре окружающего воздуха и, соответственно, менее значительным, когда среднесуточная температура близка к среднесуточным значениям либо несколько ниже их.

Заключение

Показатели завязываемости плодов у сортов голубики высокорослой изменяются в достаточно широких пределах и в среднем составляют от 46 % у сорта Chandler до 83 % у сорта Sunrise. Степень изменчивости значений выхода зрелых ягод от числа цветков у исследуемых таксонов значительно варьировалась по годам – от низкого (Bluejay, Nui, Puru, Spartan, Sunrise) до очень высокого (Bonus) уровня. Выявлено, что чем ниже уровень изменчивости значений завязываемости ягод у того или иного сорта голубики, тем более стабильным плодоношением и, как следствие, более высокой адаптивной способностью к изменению погодных факторов района интродукции он характеризуется. Высокие и достаточно стабильные показатели завязываемости плодов в условиях района интродукции отмечены у среднеспелых сортов Sunrise, Toro, Nui, Puru, а также раннеспелых культиваров Bluejay, Spartan и Collins. Показатели завязываемости плодов новых интродуцируемых сортов голубики высокорослой в условиях Белорусского Полесья сопоставимы с данными, полученными для исследуемых таксонов в условиях их родины, а также соседней страны (Польша).

На завязываемость плодов голубики оказывают влияние такие погодные факторы, как осадки и температура воздуха. Осадки, выпадающие в количествах, близких к среднесуточным значениям либо несколько превышающих их, а также температура воздуха, близкая к климатической норме, способствуют повышению завязываемости плодов голубики. Выраженный дефицит осадков во время цветения и роста ягод, особенно на фоне повышенной среднесуточной температуры, равно как и дождливая погода в период массового цветения голубики, приводит к снижению завязываемости плодов. Основным лимитирующим температурным фактором во время цветения и формирования ягод голубики являются заморозки.

Полученные данные о сортовой специфике завязываемости плодов можно использовать при прогнозировании потенциально возможной урожайности растений голубики по цветению с учетом других компонентов продуктивности.

Библиографические ссылки

1. Павловский НБ. Плодоношение сортов голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.) в Беларуси. *Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук*. 2018;63(4):486–499. DOI: 10.29235/1029-8940-2018-63-4-486-499.
2. Сорокина ГВ. Влияние метеорологических факторов на сохранность генеративных почек голубики. В: Багинский ВФ, Аксамитова ЭВ, Дворник АМ, Усеня ВВ, Волчков ВЕ, Баранов ОЮ и др., редакторы. *Лес в жизни восточных славян от Киевской Руси до наших дней. Сборник докладов Международной научной конференции; 27–29 июня 2003 г.; Гомель, Беларусь*. Гомель: Институт леса Национальной академии наук Беларуси; 2003. с. 196–198 (Сборник научных трудов Института леса Национальной академии наук Беларуси; выпуск 57).
3. Морозов ОВ, Яковлев АП. Цветение и плодоношение голубики узколистной (*Vaccinium angustifolium* Ait.) при интродукции в условиях Беларуси. В: Ковалевич АИ, Усеня ВВ, Трухоновец ВВ, Гедых ВБ, Гримашиевич ВВ, Тарасенко ВП и др., редакторы. *Теоретические и прикладные аспекты рационального использования и воспроизводства недревесной продукции леса. Материалы Международной научно-практической конференции; 10–12 сентября 2008 г.; Гомель, Беларусь*. Гомель: Институт леса Национальной академии наук Беларуси; 2008. с. 267–275.
4. Тяк ГВ. Развитие репродуктивных и вегетативных органов и возможность прогнозирования урожая клюквы и черники. В: Дудин ВА, редактор. *Повышение продуктивности лесов южной тайги*. Москва: Всесоюзный научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства; 1985. с. 78–85.

5. Скрябина АА. К вопросу прогнозирования цветения голубики по генеративным почкам. *Растительные ресурсы*. 1971; 7(1):91–95.
6. Курлович ТВ, Босак ВН. *Голубика высокорослая в Беларуси*. Минск: Беларуская навука; 1998. 176 с.
7. Конобеева АБ. *Брусничные в Центрально-Черноземном регионе*. Мичуринск: Издательство Мичуринского государственного аграрного университета; 2007. 230 с.
8. Скрябина АА. Цветение и плодоношение *Vaccinium uliginosum* L. *Растительные ресурсы*. 1970;6(2):206–212.
9. Юркевич ИД, Голод ДС, Ярошевич ЭП. *Фенологические исследования древесных и травянистых растений*. Минск: Наука и техника; 1980. 87 с.
10. Смирнов ВС. Изменчивость биологических явлений и коэффициент вариации. *Журнал общей биологии*. 1971;32(2): 152–162.
11. Седов ЕН, Огольцова ТП, редакторы. *Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур*. Орел: Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур; 1999. 608 с.
12. Shutak VG, Marucci PE. Chapter 8. Plant and fruit development. In: Eck P, Childers NF, editors. *Blueberry culture*. New Brunswick: Rutgers University Press; 1966. p. 179–198.
13. MacKenzie KE. Pollination requirements of three highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) cultivars. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 1997;122(6):891–896. DOI: 10.21273/JASHS.122.6.891.
14. Bieniasz M. Ocena samopłodności kilkunastu odmian borówki wysokiej. In: Krupa T, редактор. *Przyrodnicze uwarunkowania uprawy borówki wysokiej (Vaccinium corymbosum L.)*. Tom IV. Warszawa: Hortpress; 2013. s. 85–93.
15. Wach D. Charakterystyka zawiązywania owoców borówki wysokiej (*Vaccinium corymbosum* L.) w warunkach Lubelszczyzny na tle wybranych odmian. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska. Sectio EEE: Horticultura*. 2004;14:1–6.
16. Bożek M. Flowering and fruit set of six cultivars of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) in the conditions of the Lublin region. *Acta Agrobotanica*. 2009;62(1):91–96. DOI: 10.5586/aa.2009.011.
17. Jabłoński B, Król S, Pliszka K, Żurowska Z. Nektarowanie i zapylanie borówki wysokiej (*Vaccinium corymbosum* L.). *Pszczelnicze Zeszyty Naukowe*. 1983;27:91–109.
18. Ehlenfeldt MK. Self- and cross-fertility in recently released highbush blueberry cultivars. *HortScience*. 2001;36(1):133–135. DOI: 10.21273/HORTSCI.36.1.133.
19. Приходько СЛ. Урожайность сортов *Vaccinium covilleatum* But. et Pl. В: *Промышленная ботаника: состояние и перспективы развития. Материалы VII Международной научной конференции; 17–19 мая 2017 г.; Донецк, Украина*. Ростов-на-Дону: Альтаир; 2017. с. 356–358.
20. Ожерельева ЗЕ, Курашѐв ОВ. Изучение устойчивости крыжовника к весенним заморозкам. В: Самусь ВА, Матвеев ВА, Шмыглевская НА, Андрушкевич ТМ, Васеха ВВ, Гашенко ТА и др., редакторы. *Плодоводство. Том 28 = Fruit-growing. Volume 28*. Самохваловичи: [б. и.]; 2016. с. 301–306.
21. Ожерельева ЗЕ, Ефремов ИИ. Оценка устойчивости генеративных органов вишни к весенним заморозкам. *Современное садоводство*. 2018;3:63–68. DOI: 10.24411/2312-6701-2018-10309.
22. Gough RE. *The highbush blueberry and its management*. New York: Food Products Press; 1994. 288 p. DOI: 10.1201/9781482298000.
23. Соловьева МА. *Атлас повреждений плодовых и ягодных культур морозами*. Киев: Урожай; 1988. 176 с.
24. Туровцев НИ, Тараненко ЛИ, Павлюк ВВ, Ласкавий ВФ, Мищенко ВФ, Мойсейченко НВ и др. *Слива, вишня, черешня*. Андрейченко МВ, Кондратенко ПВ, редакторы. Киев: Урожай; 2004. 272 с. (Помология; том 4).
25. Павловский НБ. Влияние температурного режима на урожайность сортов голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum*), интродуцированных в Белорусском Полесье. *Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук*. 2010;3:13–18.
26. Сорокина ГВ. Воздействие заморозков на генеративные органы голубики топяной (*Vaccinium uliginosum* L.) при выращивании ее в культуре. В: *Плодоводство. Том 17. Часть 1*. Самохваловичи: [б. и.]; 2005. с. 247–251.

References

1. Pavlovskiy NB. Fruiting of varieties of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) in Belarus. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological Series*. 2018;63(4):486–499. Russian. DOI: 10.29235/1029-8940-2018-63-4-486-499.
2. Sorokina GV. [Influence of meteorological factors on the safety of generative blueberry buds]. In: Baginskii VF, Aksamitova EV, Dvornik AM, Usenya VV, Volchkov VE, Baranov OYu, et al., editors. *Les v zhizni vostochnykh slavyan ot Kievskoi Rusi do nashikh dnei. Sbornik dokladov Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii; 27–29 iyunya 2003 g.; Gomel', Belarus'* [Forest in the life of the Eastern Slavs from Kievan Rus to the present day. Collection of reports of the International scientific conference; 2003 June 27–29; Gomel, Belarus]. Gomel: Forest Institute of the National Academy of Sciences of Belarus; 2003. p. 196–198 (Sbornik nauchnykh trudov Instituta lesa Natsional'noi akademii nauk Belarusi; issue 57). Russian.
3. Morozov OV, Yakovlev AP. [Flowering and fruiting of angustifolium blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait.) when introduced in Belarus]. In: Kovalevich AI, Usenya VV, Trukhonovets VV, Gedykh VB, Grimashovich VV, Tarasenko VP, et al., editors. *Teoreticheskie i prikladnye aspekty ratsional'nogo ispol'zovaniya i vosproizvodstva nedrevesnoi produktsii lesa. Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii; 10–12 sentyabrya 2008 g.; Gomel', Belarus'* [Theoretical and applied aspects of the rational use and reproduction of non-timber forest products. Materials of the International scientific and practical conference; 2008 September 10–12; Gomel, Belarus]. Gomel: Forest Institute of the National Academy of Sciences of Belarus; 2008. p. 267–275. Russian.
4. Tyak GV. [Development of reproductive and vegetative organs and the possibility of predicting the yield of cranberries and blueberries]. In: Dudin VA, editor. *Povyshenie produktivnosti lesov yuzhnoi taigi* [Increasing the productivity of the forests of the southern taiga]. Moscow: Vsesoyuznyi nauchno-issledovatel'skii institut lesovodstva i mekhanizatsii lesnogo khozyaistva; 1985. p. 78–85. Russian.
5. Skryabina AA. [On the issue of predicting the flowering of blueberries by generative buds]. *Rastitel'nye resursy*. 1971;7(1):91–95. Russian.
6. Kurlovich TV, Bosak VN. *Golubika vysokoroslaya v Belarusi* [Highbush blueberry in Belarus]. Minsk: Belaruskaja navuka; 1998. 176 p. Russian.

7. Konobeeva AB. *Brusnichnye v Central'no-Chernozemnom regione* [Cowberry's in the Central Black Earth region]. Michurinsk: Publishing House of the Michurinsk State Agrarian University; 2007. 230 p. Russian.
8. Skryabina AA. [Flowering and fruiting of *Vaccinium uliginosum* L.]. *Rastitel'nyye resursy*. 1970;6(2):206–212. Russian.
9. Yurkevich ID, Golod DS, Yaroshevich EP. Fenologicheskie issledovaniya drevesnykh i travyanistykh rastenii [Phenological studies of woody and herbaceous plants]. Minsk: Nauka i tekhnika; 1980. 87 p. Russian.
10. Smirnov VS. [Variability of biological phenomena and the coefficient of variation]. *Zhurnal obshchei biologii*. 1971;32(2):152–162. Russian.
11. Sedov EN, Ogoł'tsova TP, editors. *Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur* [Program and methods cultivar fruit, berry and nut crops]. Orel: Vserossiiskii nauchno-issledovatel'skii institut selektsii plodovykh kul'tur; 1999. 608 p. Russian.
12. Shutak VG, Marucci PE. Chapter 8. Plant and fruit development. In: Eck P, Childers NF, editors. *Blueberry culture*. New Brunswick: Rutgers University Press; 1966. p. 179–198.
13. MacKenzie KE. Pollination requirements of three highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) cultivars. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 1997;122(6):891–896. DOI: 10.21273/JASHS.122.6.891.
14. Bieniasz M. Ocena samopłodności kilkunastu odmian borówki wysokiej. In: Krupa T, redaktor. *Przyrodnicze uwarunkowania uprawy borówki wysokiej (Vaccinium corymbosum L.). Tom IV*. Warszawa: Hortpress; 2013. s. 85–93.
15. Wach D. Charakterystyka zawiązywania owoców borówki wysokiej (*Vaccinium corymbosum* L.) w warunkach Lubelszczyzny na tle wybranych odmian. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska. Sectio EEE: Horticultura*. 2004;14:1–6.
16. Bożek M. Flowering and fruit set of six cultivars of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) in the conditions of the Lublin region. *Acta Agrobotanica*. 2009;62(1):91–96. DOI: 10.5586/aa.2009.011.
17. Jabłoński B, Król S, Pliszka K, Żurowska Z. Nektarowanie i zapylanie borówki wysokiej (*Vaccinium corymbosum* L.). *Pszczelnictwo Zeszyty Naukowe*. 1983;27:91–109.
18. Ehlenfeldt MK. Self- and cross-fertility in recently released highbush blueberry cultivars. *HortScience*. 2001;36(1):133–135. DOI: 10.21273/HORTSCI.36.1.133.
19. Prikhod'ko SL. [Yield of *Vaccinium coveleanum* But. et Pl. cultivars]. In: *Przemysłenna botanika: sostoyanie i perspektyvy razvitiya. Materialy VII Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii; 17–19 maya 2017 g.; Donetsk, Ukraina* [Industrial botany: state and development prospects. Materials of the 7th International scientific conference; 2017 May 17–19; Donetsk, Ukraine]. Rostov-on-Don: AI'tair; 2017. p. 356–358. Russian.
20. Ozherelieva ZE, Kurashev OV. Study of gooseberry resistance to spring frosts. In: Samus VA, Matveyev VA, Shmiglevskaya NA, Andrushkevich TM, Vasekha VV, Gashenko TA, editors. *Fruit-growing. Volume 28*. Samachvalavičy: [s. n.]; 2016. p. 301–306. Russian.
21. Ozherelieva ZE, Efremov IN. The assessment of resistance of cherry generative organs to spring frosts. *Contemporary Horticulture*. 2018;3:63–68. Russian. DOI: 10.24411/2312-6701-2018-10309.
22. Gough RE. *The highbush blueberry and its management*. New York: Food Products Press; 1994. 288 p. DOI: 10.1201/9781482298000.
23. Solov'eva MA. *Atlas povrezhdenii plodovykh i yagodnykh kul'tur morozami* [Atlas of frost damage to fruit and berry crops]. Kyiv: Urozhai; 1988. 176 p. Russian.
24. Turovtsev NI, Taranenko LI, Pavlyuk VV, Laskavyi VF, Mishchenko VF, Moiseichenko NV, et al. *Sliva, vishnya, chereshnya* [Plum, cherry, sweet cherry]. Kyiv: Urozhai; 2004. 272 p. (Pomologiya; volume 4). Russian.
25. Pavlovski NB. Influence of the temperature regime on the yield of the highbush blueberry cultivars introduced in Belarus Polesje region. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological Series*. 2010;3:13–18. Russian.
26. Sorokina GV. [Effect of frost on the generative organs of marsh blueberry (*Vaccinium uliginosum* L.) when growing in culture]. In: *Plodovodstvo. Tom 17. Chast' I* [Fruit-growing. Volume 17. Part 1]. Samachvalavičy: [s. n.]; 2005. p. 247–251. Russian.