

ISSN 1029-8940 (Print)
ISSN 2524-230X (Online)
УДК 634.737:664.8.03

<https://doi.org/10.29235/1029-8940-2021-66-3-302-311>

Поступила в редакцию 27.08.2020

Received 27.08.2020

Н. Б. Павловский

Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь

ОЦЕНКА СОХРАНЯЕМОСТИ ПЛОДОВ ГОЛУБИКИ РАЗНЫХ ТАКСОНОВ

Аннотация. На основании результатов 12-летних исследований показаны таксономические особенности лежкоспособности ягод 27 сортов и видов голубики, интродуцированных в Беларусь. Установлено, что сохраняемость плодов голубики в условиях обычной газовой атмосферы в зависимости от таксона варьировалась в пределах от 7 сут (голубика топяная) до 29 сут (голубика высокорослая, сорт ‘Darrow’) при температуре хранения +5 °С. Среди исследуемых видов плоды голубики высокорослой и сортов, полученных на основе данного таксона, сохраняли товарные качества значительно больший период времени, чем ягоды других видов голубики. Плоды позднеспелых сортов голубики высокорослой медленнее теряют массу при хранении и, соответственно, обладают более продолжительной сохраняемостью по сравнению с ягодами раннеспелых таксонов. Плоды крупноплодных сортов голубики хранятся дольше, чем ягоды мелкоплодных таксонов данной культуры. Лежкость ягод голубики вне зависимости от их таксономической принадлежности определялась главным образом естественной убылью массы, в меньшей степени – потерями от функциональных расстройств и гнили.

Ключевые слова: голубика высокорослая, *Vaccinium corymbosum*, интродукция, сохраняемость плодов, лежкость ягод, Беларусь

Для цитирования: Павловский, Н. Б. Оценка сохраняемости плодов голубики разных таксонов / Н. Б. Павловский // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2021. – Т. 66, № 3. – С. 302–311. <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2021-66-3-302-311>

Nikolay B. Pavlovskiy

Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus

ESTIMATION STORAGE LIFE OF BLUEBERRY FRUITS OF DIFFERENT TAXONS

Abstract. Based on the results of 12-year studies, the taxonomic characteristics of the keeping quality of berries of 27 cultivars and species of blueberries introduced in Belarus are shown. It was found that the storage postharvest of blueberry fruits under conditions of an ordinary gas atmosphere, depending on the taxon, varied from 7 days (swamp blueberry) to 29 days (‘Darrow’ blueberry) at a storage temperature of +5 °C. Among the studied blueberry species, the fruits of tall blueberries and varieties obtained on the basis of this taxon retained their commercial qualities for a much longer period of time, compared to berries of other blueberry species. Fruits of late-ripening tall blueberry cultivars lose weight more slowly during storage and, accordingly, have a longer shelf life compared to berries of early-maturing taxa. The fruits of large-fruited blueberry cultivars are stored longer than the berries of small-fruited taxa of this crop. The keeping quality of blueberry berries, regardless of their taxonomic affiliation, was determined mainly by the natural loss of weight and, to a lesser extent, by waste from functional disorders and rot.

Keywords: highbush blueberry, *Vaccinium corymbosum*, introduction, storage life of fruits, keeping quality of berries, Belarus

For citation: Pavlovskiy N. B. Estimation storage life of blueberry fruits of different taxons. *Vestsi Natsyyanal'nei akademii navuk Belarusi. Seryya biyalagichnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological series*, 2021, vol. 66, no. 3, pp. 302–311 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2021-66-3-302-311>

Введение. Среди ягодных культур, возделываемых в Беларуси на промышленной основе, большую популярность, особенно в последние годы, приобретает голубика высокорослая (*Vaccinium corymbosum* = *V. × covellianum*), интродуцированная из Северной Америки. Интерес к этой культуре вызван повышенным спросом на ее плоды, обладающие отличными вкусовыми и лечебно-профилактическими свойствами [1, 2].

Практически все сорта голубики высокорослой – отдаленные гибриды, полученные при скрещивании разных видов голубик (*V. corymbosum*, *V. angustifolium*, *V. darrowii*, *V. virgatum* и др.) [3],

вследствие чего они различаются своим генотипом, а соответственно, лежкоспособность их плодов может быть разной.

Анализ литературных источников показывает, что сохраняемость плодов голубики в условиях обычной газовой атмосферы при низкой положительной температуре в зависимости от сорта составляет от 10–18 сут [4, 5] до 3–8 недель [6], при этом авторы не указывают сортовые особенности лежкости ягод. Модифицированная газовая среда создается с помощью специальной упаковки, которая обладает избирательной проницаемостью и позволяет за счет дыхания хранящихся плодов снизить содержание кислорода, а соответственно, повысить концентрацию двуокиси углерода, что дает возможность увеличить срок хранения плодов голубики [7, 8]. Послеуборочное хранение плодов голубики в условиях регулируемой (контролируемой) газовой среды, когда в хранилище искусственно создается газовая атмосфера с пониженной концентрацией кислорода и повышенным содержанием двуокиси углерода, способствует еще более длительному сохранению товарных качеств ягод [6, 9, 10].

Несмотря на научно-технические разработки, позволяющие продлить период лежкости плодов голубики, вопросы оценки потенциальной таксономической специфики их лежкоспособности и научно обоснованное прогнозирование сохраняемости ягодной продукции в производственных целях являются актуальными.

Целью настоящих исследований являлась оценка сохраняемости ягод голубики разных сортов и видов, интродуцированных в Беларусь.

Объекты и методы исследований. Сбор экспериментального материала выполнялся в 2007–2018 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 плоды 20 сортов голубики высокорослой (раннеспелые 'Bluetta', 'Croatan', 'Duke', 'Earliblue', 'Patriot', 'Reka', 'Weymouth', среднеспелые 'Bluecrop', 'Blueray', 'Denise Blue', 'Hardyblue', позднеспелые 'Bluerose', 'Carolinablue', 'Coville', 'Darrow', 'Elizabeth', 'Herbert', 'Jersey', 'Nelson', 'Rubel'), голубики полувисокослой (раннеспелые 'Northblue', 'Northcountry', среднеспелый 'Northland'), голубики вельветолистной (*V. myrtiloides*), голубики щитковой (*V. corymbosum*), голубики топяной (*V. uliginosum*), голубики узколистной (*V. angustifolium*). Насаждения голубики созданы 2-летними корнесобственными саженцами в 1999 г. Схема посадки растений – 2,0×1,5 м. Почва на участке минеральная с pH_(H₂O) 4,5, подстилаемая рыхлым разнородным песком. Приствольная полоса насаждений замульчирована древесными опилками слоем 10 см и шириной 1 м. Междурядья содержались в естественном задернении.

Оценку сохраняемости плодов голубики проводили согласно методическим указаниям Е. П. Франчук с соавт. [11]. Ягоды снимали в стадии потребительской спелости и сразу же закладывали на хранение. В качестве тары для хранения использовали одноразовые пищевые пластиковые контейнеры Т 602 для ягод и фруктов объемом 400 мл с крышками Т 601 (с отверстиями).

Образцами служили внешне здоровые плоды. Перед закладкой ягод голубики на хранение определяли их массу. Образцы хранили в холодильнике при температуре +5 ± 1 °С и относительной влажности воздуха 30–80 %. Температуру и относительную влажность воздуха в холодильной камере измеряли термогигрометром ИВА-6.

Учеты состояния плодов проводили каждые 4–5 дней путем взвешивания и разбора на фракции, с последующей выбраковкой нестандартных плодов: с физиологическими расстройствами и пораженных болезнями. По результатам хранения учитывали следующие показатели (%): естественную убыль массы плодов, массу здоровых и нестандартных плодов. На основании вышеперечисленных показателей определяли сохраняемость плодов (в сутках). Естественной убылью плодов в процессе хранения считали потерю ими массы за счет испарения воды и расходования органических веществ. Данный показатель рассчитывали методом взвешивания плодов голубики до и после каждой инвентаризации. Выход стандартных и нестандартных ягод определяли путем сортировки на соответствующие фракции, их взвешивания и выбраковки нестандартных плодов. За показатель сохраняемости принимали максимальный срок хранения плодов, в течение которого они сохраняли потребительские качества, а общие потери (естественная убыль +

нестандарт) составляли 10 % [12]. Съем плодов с хранения проводили после потери ими массы 10 % и более от первоначального веса.

Для оценки влияния размеров ягод на их лежкость исследуемые сорта голубики классифицировали по средней массе плода на три группы: крупноплодные – ягоды массой 2,0 г и более ('Bluecrop', 'Blueray', 'Coville', 'Darrow', 'Denise Blue', 'Duke', 'Elizabeth', 'Herbert', 'Patriot'), среднеплодные – от 1,9 до 1,0 г ('Bluerose', 'Bluetta', 'Carolinablue', 'Croatan', 'Earliblue', 'Hardyblue', 'Jersey', 'Nelson', 'Northblue', 'Northland', 'Reka', 'Weymouth'), мелкоплодные – менее 1,0 г ('Northcountry', 'Rubel') [13].

Статистическую обработку данных выполняли с применением пакета анализа данных программы Microsoft Excel при 95 %-ном уровне значимости. Для оценки наименьшей существенной разницы (НСР) между сортами в качестве стандарта был принят районированный в Беларуси и широко распространенный среднеспелый сорт 'Bluecrop'. Для оценки НСР между сохраняемостью в годы исследований в качестве стандарта была принята лежкость ягод в 2017 г., так как в этот год погодно-климатические показатели (температура воздуха, количество осадков) в летний период (июнь–август) в наибольшей степени были близки к средним многолетним значениям.

Результаты и их обсуждение. Представленные в табл. 1 результаты исследований показывают, что изучаемые таксоны голубики существенно различаются по лежкоспособности плодов. Средняя сохраняемость плодов голубики в условиях обычной газовой среды при температуре +5 °C в зависимости от таксона варьируется от 7 до 29 сут при выходе товарной ягоды 90 %. Наиболее лежкоспособными из 27 изучаемых таксонов оказались плоды позднеспелого сорта 'Darrow' (29 сут). Несколько меньше (27–28 сут) сохраняли товарные качества плоды среднеспелого сорта 'Bluecrop' и позднеспелых 'Coville', 'Nelson' и 'Elizabeth'. Самый короткий период хранения плодов отмечен у голубики топяной (7 сут). На сутки дольше хранились ягоды голубики вельветолистной (8 сут). Относительно слабая сохраняемость ягод (11 сут) была характерна также для голубики узколистной. Среди полувисокорослых сортов самым коротким периодом сохраняемости характеризовался сорт 'Northcountry' – 13 сут. Непродолжительную лежкость имели плоды полувисокорослого сорта 'Northblue' – 17 сут. По-видимому, данное свойство эти сорта унаследовали от голубики узколистной, которая использовалась селекционерами для гибридизации с голубикой щитковой с целью получения более морозостойких и менее високорослых сортов голубики [3]. Следует отметить, что и високорослые раннеспелые сорта голубики, полученные от гибридизации с голубикой узколистной, в частности 'Bluetta', 'Earliblue', 'Weymouth', продуцируют плоды с относительно непродолжительным сроком хранения – 17–18 сут.

В период хранения в плодах протекают такие процессы жизнедеятельности, как транспирация, дыхание и биохимические изменения, приводящие к расходу воды и аккумулированных органических соединений и, как результат, к снижению массы плодов [14, 15]. Структурный анализ потерь при хранении ягод показал, что продолжительность сохраняемости плодов голубики определялась главным образом естественной убылью массы, доля которой от общих потерь находилась в пределах от 60 % у сорта 'Blueray' до 90 % у голубики вельветолистной. Такие же показатели получены О. В. Дрозд [16] при оценке лежкоспособности 15 сортов голубики високорослой и 1 сорта голубики низкорослой. У плодов остальных исследуемых таксонов голубики доля потерь от естественной убыли массы составляла 70–80 %. Из общей убыли плодов подавляющая часть потерь их массы во время хранения происходила из-за испарения воды. Это подтверждают результаты проведенных нами ранее исследований по оценке влияния различных по воздухопроницаемости видов упаковочных материалов на сохраняемость ягод голубики [17].

Плод – это генеративный орган, биологическая роль которого заключается в обеспечении находящихся в нем семян питательными веществами. После созревания семян начинается старение тканей околоплодника и активный распад содержащихся в нем веществ [14]. Это ведет к лизису отдельных клеток, затем к прекращению обмена веществ во всем плоде, и в результате физиологических расстройств он теряет потребительские качества – снижается его упругость и имеет место деформация. В зависимости от таксона доля потерь по причине функциональных заболеваний составила 10–40 % от общей убыли массы. Среди исследуемых таксонов в большей степени физиологическим расстройствам были подвержены плоды сорта 'Blueray' (40 %).

Таблица 1. Сохраняемость плодов голубики разных видов и сортов в условиях обычной атмосферы при температуре хранения +5 °C (2007–2018 гг.)

Table 1. Storage life of blueberry fruits of different cultivars and species in a normal atmosphere at a storage temperature of +5 °C (2007–2018)

Вид, сорт	Сохраняемость, сут			Убыль массы, %	Нестандарт, %
	средняя		предел варьирования		
	$x \pm m_x$	V , %			
Bluecrop (st)	28 ± 7	36	13–44	7 ± 1	3 ± 1
Blueray	22 ± 4	29	13–32	6 ± 1	4 ± 1
Bluerose	23 ± 5	29	8–32	8 ± 1	2 ± 1
Bluetta	20 ± 5*	40	8–30	8 ± 1	2 ± 1
Carolinablue	25 ± 4	25	14–30	7 ± 1	3 ± 1
Coville	27 ± 6	33	8–51	8 ± 1	2 ± 1
Croatan	19 ± 5*	35	10–29	8 ± 1	2 ± 1
Darrow	29 ± 6	29	14–50	7 ± 2	3 ± 1
Denise Blue	23 ± 5	31	12–36	7 ± 1	3 ± 2
Duke	24 ± 6	34	12–36	8 ± 1	2 ± 1
Earliblue	20 ± 4*	31	11–33	7 ± 1	3 ± 2
Elizabeth	27 ± 6	36	10–45	7 ± 1	3 ± 1
Hardyblue	21 ± 4*	31	11–30	8 ± 1	2 ± 1
Herbert	24 ± 6	40	6–39	7 ± 2	3 ± 2
Jersey	26 ± 5	28	11–39	8 ± 2	2 ± 1
Nelson	28 ± 7	39	16–55	8 ± 1	2 ± 1
Northblue	17 ± 5*	47	6–31	7 ± 1	3 ± 1
Northcountry	13 ± 5*	57	5–25	8 ± 2	2 ± 1
Northland	21 ± 6*	42	6–34	7 ± 2	3 ± 2
Patriot	23 ± 7	43	9–40	7 ± 1	3 ± 1
Reka	21 ± 5*	34	12–34	8 ± 1	2 ± 1
Rubel	20 ± 4*	28	12–30	8 ± 1	2 ± 1
Weymouth	21 ± 5*	35	9–31	7 ± 1	3 ± 1
<i>V. angustifolium</i>	11 ± 2*	27	7–18	7 ± 2	3 ± 2
<i>V. corymbosum</i>	18 ± 2*	17	12–26	8 ± 1	2 ± 1
<i>V. myrtiloides</i>	8 ± 1*	16	7–10	9 ± 1*	1 ± 1*
<i>V. uliginosum</i>	7 ± 1*	14	5–9	8 ± 0	2 ± 1
HCP _{0,05}	6,4			1,5	1,6

Что касается порчи плодов голубики от паразитарных заболеваний во время хранения, то следует отметить, что гниль, вызванная патогенными микроорганизмами, появлялась, как правило, позднее, когда в ягодах происходили физиологические расстройства, вследствие которых потери составляли более 10 %.

В процессе оценки лежкоспособности плодов голубики было замечено, что мелкие ягоды теряли потребительские качества из-за увядания значительно раньше, чем крупные (табл. 2). Углубленный анализ зависимости сохраняемости плодов голубики от их величины показал, что во все годы исследований плоды, характеризующиеся средними размерными показателями (1,0–1,9 г), хранились дольше, чем мелкие плоды (<1,0 г), но меньше, чем крупные (≥2,0 г), а их сохраняемость в среднем составляла 22; 17 и 25 сут соответственно (табл. 3). Мелкие плоды голубики теряли тургор раньше, чем более крупные ягоды, из-за более высокого уровня потери воды. J. C. Diaz-Perez [18], B. A. Becker и B. A. Fricke [19] объясняют это тем, что чем мельче плод, тем больше значение отношения транспирирующей площади (поверхности) плода к его массе. О более быстрой потере товарных качеств мелкими ягодами голубики по сравнению с крупными плодами в процессе хранения сообщают R. E. Gough [20] и O. B. Дрозд [16].

Т а б л и ц а 2. Корреляционная зависимость сохраняемости и биометрических параметров плодов голубики разных таксонов

Table 2. Correlation dependence of storage life and biometric parameters of blueberry fruits of different taxa

Сорт	Масса плода, г	Сохраняемость, сут	Диаметр плода, мм
Bluecrop	2,2	28	18,1
Blueray	2,0	22	17,9
Bluerose	1,8	23	16,7
Bluetta	1,6	20	16,4
Carolinablue	1,8	25	16,4
Coville	2,1	27	17,2
Croatan	1,4	19	14,1
Darrow	2,0	29	17,4
Denise Blue	2,1	23	17,3
Duke	2,1	24	16,5
Earliblue	1,6	20	17,3
Elizabeth	2,1	27	17,9
Hardyblue	1,4	21	15,1
Herbert	2,2	24	20,4
Jersey	1,4	26	15,3
Nelson	1,9	28	17,1
Northblue	1,9	17	18,4
Northcountry	0,7	13	12,2
Northland	1,3	21	15,0
Patriot	2,2	23	17,2
Reka	1,5	21	13,8
Rubel	0,9	20	14,5
Weymouth	1,5	21	17,2
r	0,91		

Т а б л и ц а 3. Динамика сохраняемости плодов голубики высокорослой в зависимости от их размеров в 2007–2018 гг.

Table 3. Dynamics of storage life of highbush blueberry fruits depending on the size of fruits in 2007–2018

Год	Сохраняемость, сут		
	Мелкоплодные сорта	Среднеплодные сорта	Крупноплодные сорта
2007	9 ± 2	11 ± 2*	12 ± 2*
2008	10 ± 3	14 ± 3*	16 ± 2*
2009	13 ± 5	18 ± 3*	22 ± 5*
2010	14 ± 3	20 ± 2*	25 ± 3*
2011	22 ± 2	26 ± 3	28 ± 3*
2012	16 ± 2	19 ± 4*	20 ± 3*
2013	17 ± 7	17 ± 4*	24 ± 4*
2014	19 ± 3	25 ± 4	27 ± 6*
2015	29 ± 2	32 ± 5	37 ± 5
2016	20 ± 3	26 ± 3	30 ± 4
2017 (st)	19 ± 4	28 ± 4	34 ± 7
2018	15 ± 1	26 ± 5	27 ± 4*
Средняя	17 ± 3	22 ± 4	25 ± 5
НСР _{0,05}	14,6	4,3	6,0

Анализ зависимости сохраняемости ягод разных сортов голубики от сроков созревания урожая позволил выявить закономерность, указывающую на то, что чем позже начинают созревать плоды, тем дольше они хранятся. Так, для ягод раннеспелых сортов средняя лежкость составляет 20 сут, для средне- и позднеспелых – 23 и 25 сут соответственно (табл. 4).

Т а б л и ц а 4. Динамика сохраняемости плодов голубики высокорослой разных сроков созревания урожая в 2007–2018 гг.

Table 4. Dynamics of storage life of highbush blueberry fruits at different ripening periods in 2007–2018

Год	Сохраняемость, сут		
	Раннеспелые сорта	Среднеспелые сорта	Позднеспелые сорта
2007	10 ± 2*	13 ± 2*	11 ± 2*
2008	12 ± 3*	17 ± 2*	16 ± 2*
2009	16 ± 3*	21 ± 2	23 ± 5*
2010	20 ± 3	20 ± 2	24 ± 3*
2011	24 ± 4	28 ± 2	28 ± 3*
2012	17 ± 4*	19 ± 3*	21 ± 2*
2013	17 ± 6*	20 ± 2*	24 ± 2*
2014	23 ± 4	25 ± 7	27 ± 2*
2015	30 ± 4*	35 ± 4	37 ± 6
2016	25 ± 3	29 ± 5	28 ± 4*
2017 (st)	25 ± 5	29 ± 3	36 ± 6
2018	22 ± 3	25 ± 4	29 ± 6*
Средняя	20 ± 4	23 ± 4	25 ± 5
НСР _{0,05}	5,1	8,2	5,6

Несмотря на очень тесную корреляционную связь между средними показателями скороспелости и сохраняемости плодов голубики ($r = 0,91$), для некоторых сортов голубики характерны исключения. Например, плоды раннеспелого сорта ‘Duke’ хранятся дольше, чем среднеспелых сортов ‘Blueray’, ‘Denise Blue’, ‘Hardyblue’, ‘Northland’ и позднеспелых ‘Bluerose’ и ‘Rubel’. Также следует отметить, что в 2007, 2008 и 2016 гг. средняя сохраняемость плодов позднеспелых сортов голубики была на 1–2 сут меньше, чем среднеспелых, что, по-видимому, обусловлено особенностями метеорологических условий в эти годы.

В условиях Беларуси цветение почти у всех сортов голубики происходит практически одновременно – во второй половине мая [21], а созревание урожая начинается у раннеспелых сортов через 33–40 дней после цветения, у среднеспелых – через 40–46, у позднеспелых – через 46–55 дней (табл. 5). Это косвенно свидетельствует о том, что в плодах раннеспелых сортов процессы роста, созревания и, соответственно, старения и отмирания тканей протекают более интенсивно, чем в плодах позднеспелых сортов. После съема плодов в них происходят те же генетически обусловленные превращения веществ, что на материнском растении. Только в плодах, находящихся на растении до образования пробкового слоя между плодоножкой и плодом или до отделения плода от материнского растения, поддержание процессов метаболизма осуществляется за счет растения, а после съема – за счет аккумулированных в плоде органических соединений [14, 15]. В итоге из-за более быстрого старения тканей околоплодника и физиологических расстройств плоды раннеспелых сортов теряют товарные качества при хранении раньше. R. E. Gough [20] указывает на более интенсивный темп транспирации плодов раннеспелых сортов голубики высокорослой по сравнению с позднеспелыми. Автор сообщает, что плоды, интенсивно испаряющие влагу, характеризуются и более высокой скоростью дыхания, биологическая роль которого заключается в обеспечении плода энергией, необходимой для поддержания в его тканях процессов метаболизма. По сведениям Т. Н. Ивановой с соавт. [15], в условиях повышенной потери воды усиливается гидролиз и расход пластических веществ, снижается устойчивость к болезням и другим неблагоприятным факторам.

Таблица 5. Продолжительность фенологического периода развития «конец цветения – начало созревания» сортов голубики разных сроков созревания в 2007–2018 гг.

Table 5. Duration of the “end of flowering – beginning of ripening” phenophase of blueberry cultivars of different harvest ripening dates in 2007–2018

Год	Раннеспелые сорта						Среднеспелые сорта						Позднеспелые сорта										
	Bluetta	Croatian	Duke	Early-blue	North-blue	North-country	Patriot	Reka	Weymouth	Blue-crop	Blueray	Denise Blue	Hardy-blue	Northland	Blue-rose	Carolinablue	Coville	Darrow	Elizabeth	Herbert	Jersey	Nelson	Rubel
2007	36	39	36	27	39	43	40	37	29	48	59	41	44	34	53	54	50	51	52	48	49	49	39
2008	41	37	34	54	37	41	38	35	50	37	37	43	45	42	51	53	49	48	49	44	47	48	41
2009	30	39	21	40	37	37	30	28	45	42	39	40	47	35	50	42	41	39	41	40	48	38	39
2010	32	37	32	38	40	43	39	29	41	34	47	42	39	46	35	44	46	44	45	64	37	35	52
2011	29	36	32	35	30	32	35	33	40	42	45	43	38	35	38	38	42	37	42	53	30	25	62
2012	27	31	30	35	33	36	34	32	47	35	33	39	36	42	39	39	44	39	39	67	44	39	61
2013	28	29	27	39	32	39	36	26	40	42	62	38	36	45	47	47	32	48	47	62	41	36	62
2014	33	38	30	41	39	42	42	33	42	35	55	40	41	48	43	51	45	39	47	59	41	41	58
2015	32	29	30	35	36	39	36	38	37	38	41	38	36	42	52	52	52	49	55	50	52	49	50
2016	26	35	28	28	32	36	41	42	37	35	39	42	39	32	57	57	50	54	50	51	40	37	46
2017	37	48	40	42	50	52	51	45	40	45	49	44	49	41	57	57	57	52	54	57	49	52	58
2018	46	48	41	38	42	43	51	37	31	44	43	49	45	37	50	53	53	48	57	66	41	42	65
Средняя	33 ± 4	37 ± 4	32 ± 4	38 ± 5	37 ± 4	40 ± 3	40 ± 4	35 ± 4	40 ± 4	40 ± 3	46 ± 6	42 ± 2	41 ± 3	40 ± 4	48 ± 5	49 ± 5	47 ± 5	46 ± 4	48 ± 4	55 ± 6	43 ± 4	41 ± 5	53 ± 7

Физиолого-биологическое состояние плода, обозначаемое как зрелость, – это переход от фазы роста к стадии старения. В этот период в плоде происходят биохимические и биофизические изменения, в результате которых он достигает сначала съёмной, затем потребительской (биологической) зрелости, окончательно формируются содержащиеся в нем семена, протопектин превращается в растворимый пектин, уменьшается связь между клетками, плоды становятся мягче и сочнее. После этого плод вступает в стадию отмирания, когда происходит распад содержащихся в нем веществ – физиологические (функциональные) расстройства [14]. Период от наступления съёмной до потребительской зрелости плодов называют послеуборочным дозреванием плодов и приравнивают к понятию «лежкость». Интенсивность прохождения фазы созревания плодов и ее продолжительность обуславливают их лежкость: чем продолжительнее период послеуборочного дозревания, тем больше сохраняемость плодов. У плодов разных видов растений переход от фазы созревания к отмиранию происходит с различной скоростью. У ягодных и косточковых культур, а также у раннеспелых сортов семечковых этот интервал очень короткий и две стадии зрелости практически совпадают, поэтому их плоды обладают относительно непродолжительной лежкостью [14]. Ягоды голубики, как и плоды других ягодных растений, характеризуются слабой защищенностью покровными тканями, что способствует более быстрой потере ими воды и увяданию. По сведениям R. E. Gough [20], покровные ткани плодов голубики представлены одним слоем не имеющего устьиц наружного эпидермиса, покрытого слоем воскоподобного вещества – кутином толщиной 5 мкм. К тому же плоды ягодных растений имеют морфобиологические особенности, а именно тонкие клеточные стенки, сочную мякоть, слабую водоудерживающую способность коллоидов [14].

Сравнительный анализ сохраняемости ягод голубики высокорослой с лежкостью плодов других распространенных и малораспространенных в Беларуси ягодных растений показывает, что в среднем плоды голубики высокорослой при низких положительных температурах хранятся значительно дольше ягод земляники, малины, облепихи и смородины, уступая плодам клюквы крупноплодной (табл. 6).

Т а б л и ц а 6. Сохраняемость плодов разных ягодных культур при низких положительных температурах

Table 6. Fruits of different berry crops are storage life at low positive temperatures

Культура	Температура хранения, °С	Сохраняемость, сут
Голубика высокорослая [4]	0	10–18
Ежевика [4]	0	2–3
Земляника садовая [22]	0	2–12
Клюква крупноплодная [4]	2–4	60–120
Крыжовник [4]	0	5
Малина [23]	0–2	3
Малина ремонтантная [24]	0	7–12
Облепиха [25]	0–1	3
Смородина черная [26]	0–1	5–7

Таким образом, результаты наших исследований и анализ литературных источников, касающихся лежкости ягод, позволяют заключить, что плоды голубики высокорослой сохраняют свои потребительские свойства значительно больший промежуток времени по сравнению с плодами других ягодных культур.

Заключение. Сохраняемость плодов голубики в условиях обычной газовой атмосферы в зависимости от таксона варьировалась от 7 сут (голубика топяная) до 29 сут (голубика высокорослая ‘Darrow’) при температуре хранения +5 °С. Среди исследуемых видов плоды голубики высокорослой и сортов, полученных на основе данного таксона, сохраняли товарные качества значительно больший период времени, чем ягоды других видов голубики. Плоды позднеспелых сортов голубики высокорослой медленнее теряли массу при хранении и, соответственно, обладали более продолжительной сохраняемостью по сравнению с ягодами раннеспелых таксонов. Плоды крупноплодных сортов голубики хранились дольше, чем ягоды мелкоплодных таксонов. Лежкость ягод голубики вне зависимости от их таксономической принадлежности определялась главным

образом естественной убылью массы, в меньшей степени – убылью вследствие функциональных расстройств и гнили.

Потенциальную лежкоспособность каждого таксона следует учитывать для успешного хранения плодов голубики. Ягоды таксонов с коротким периодом хранения во избежание значительных потерь следует сразу же после сбора охлаждать и отправлять на переработку или замораживать.

Список использованных источников

1. Голубика высокорослая – инновационная культура премиум-класса / В. В. Титок [и др.] // Наука и инновации. – 2012. – № 6 (112). – С. 25–27.
2. Биохимический состав плодов малораспространенных культур садоводства в Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.]. – Минск : Беларус. навука, 2014. – 315 с.
3. Hancock, J. Highbush blueberry breeding / J. Hancock // *Latv. J. Agronomy*. – 2009. – Vol. 12. – P. 35–38.
4. Bachmann, J. Postharvest handling of fruits and vegetables. Horticulture Technical Note / J. Bachmann, R. Earles // *ATTRA*. – 2000. – P. 1–14.
5. Water-dependent thermal transpirations in quinoa embryos / S. B. Matiacevich [et al.] // *Thermochimica Acta*. – 2006. – Vol. 448, N 2. – P. 117–122. <https://doi.org/10.1016/j.tca.2006.06.016>
6. Effect of cultivar, controlled atmosphere storage, and fruit ripeness on the long-term storage of highbush blueberries / J. Hancock [et al.] // *HortTechnology*. – 2008. – Vol. 18, N 2. – P. 199–205. <https://doi.org/10.21273/horttech.18.2.199>
7. Shelf life determination of fresh blueberries (*Vaccinium corymbosum*) stored under controlled atmosphere and ozone / A. Concha-Mayer [et al.] // *Int. J. Food Sci.* – 2015. – Vol. 2015. – Art. ID 164143. <https://doi.org/10.1155/2015/164143>
8. Song, V. Respiration rate of blueberry in modified atmosphere at various temperatures / V. Song, H. K. Kim, K. L. Yam // *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* – 1992. – Vol. 117, N 6. – P. 925–929. <https://doi.org/10.21273/jashs.117.6.925>
9. Prange, R. Controlled atmosphere effects on blueberry maggot and lowbush blueberry fruit / R. K. Prange, P. D. Lister // *HortScience*. – 1992. – Vol. 27, N 10. – P. 1094–1096. <https://doi.org/10.21273/hortsci.27.10.1094>
10. Postharvest quality of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) cultivars in relation to storage methods / V. Chiabrando [et al.] // *Acta Horticulturae*. – 2006. – Vol. 715. – P. 545–552. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2006.715.84>
11. Проведение исследований по хранению плодов, ягод и винограда : метод. указания / Е. П. Франчук [и др.]. – М. : ВАСХНИЛ, 1983. – 76 с.
12. Лойко, Р. Э. Хранение и переработка плодов и овощей в колхозах и совхозах / Р. Э. Лойко, П. И. Дячек, Ф. И. Субоч. – Минск : Ураджай, 1987. – 149 с.
13. Павловский, Н. Б. Сравнительная морфологическая характеристика плодов голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum*) интродуцированных в Беларуси сортов / Н. Б. Павловский // *Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. биол. наук*. – 2016. – № 2. – С. 108–114.
14. Физиология плодовых растений / Р. Бютнер [и др.] ; пер. с нем. Л. К. Садовской [и др.] ; под ред. Р. П. Кудрявцева. – М. : Колос, 1983. – 416 с.
15. Иванова, Т. Н. Технология хранения плодов, ягод и овощей : учеб. пособие / Т. Н. Иванова, В. С. Житникова, Н. С. Левгерова. – Орел : Орлов. гос. техн. ун-т, 2009. – 203 с.
16. Дрозд, О. В. Сохраняемость плодов голубики в зависимости от сортовой специфики и метеорологических условий сезона / О. В. Дрозд // *Плодоводство : сб. науч. тр. / РУП «Ин-т плодководства» ; редкол. : В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]*. – Самохваловичи, 2019. – Т. 31. – С. 242–249.
17. Павловский, Н. Б. Влияние способа упаковки и температурного режима хранения плодов голубики высокорослой на их сохраняемость / Н. Б. Павловский // *Плодоводство : сб. науч. тр. / РУП «Ин-т плодководства» ; редкол. : В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]*. – Самохваловичи, 2012. – Т. 24. – С. 328–340.
18. Díaz-Pérez, J. C. Transpiration rates in eggplant fruit as affected by fruit and calyx size / J. C. Díaz-Pérez // *Postharvest Biol. Technol.* – 1998. – Vol. 13, N 1. – P. 45–49. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(97\)00078-1](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(97)00078-1)
19. Becker, B. R. Transpiration and respiration of fruits and vegetables / B. R. Becker, B. A. Fricke // *Science et Technique du Floid (France)*. – Mode of access: https://b.web.umkc.edu/beckerb/publications/chapters/trans_resp.pdf. – Date of access: 28.07.2020.
20. Gough, R. E. The Highbush Blueberry and its Management / R. E. Gough. – New York ; London ; Norwood : The Haworth Press Inc., 1994. – 288 p.
21. Павловский, Н. Б. Ритмы сезонного роста и развития сортов голубики высокорослой, интродуцированных в Беларуси / Н. Б. Павловский // *Плодоводство : сб. науч. тр. / РУП «Ин-т плодководства» ; редкол. : В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]*. – Самохваловичи, 2015. – Т. 27. – С. 186–195.
22. Новик, Г. А. Технологические регламент хранения ягод земляники садовой / Г. А. Новик, А. М. Криворот, М. Г. Максименко // *Плодоводство : сб. науч. тр. / РУП «Ин-т плодководства» ; редкол. : В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]*. – Самохваловичи, 2017. – Т. 29. – С. 214–224.
23. Малина свежая. Требования при заготовках, поставках и реализации : СТБ 393-93. – Введ. 01.01.1994. – Минск : Госстандарт, 1994. – 7 с.
24. Емельянова, О. В. Технологические регламент хранения ягод малины ремонтантной / О. В. Емельянова, А. М. Криворот, Д. И. Марцинкевич // *Плодоводство : сб. науч. тр. / РУП «Ин-т плодководства» ; редкол. : В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]*. – Самохваловичи, 2016. – Т. 28. – С. 365–377.
25. Плоды облепихи свежие. Технические условия СТБ 1012-95. – Введ. 01.04.2002. – Минск : Белстандарт, 2001. – 7 с.
26. Гудовский, В. А. Хранение плодов смородины черной в регулируемой атмосфере / В. А. Гудовский, Л. В. Кожина // *Плодоводство и ягодоводство России*. – 2019. – Т. 58. – С. 18–27.

References

1. Titok V. V., Veevnik A. A., Pavlovskiy N. B. Highbush Blueberry – innovation culture premium. *Nauka i innovatsii = Science and innovation*, 2012, no. 6 (112), pp. 25–27 (in Russian).
2. Rupasova Zh. A., Garanovich I. M., Shpitalnaya T. V., Vasilevskaya T. I. *Biochemical composition of fruits of rare gardening crops in Belarus*. Minsk, Belaruskaya navuka, 2014. 315 p. (in Russian).
3. Hancock J. Highbush blueberry breeding. *Latvian Journal of Agronomy*, 2009, vol. 12, pp. 35–38.
4. Bachmann J. Postharvest handling of fruits and vegetables. Horticulture technical note. *ATTRA*, 2000, pp. 1–14.
5. Matiacevich S. B., Castelli M. L., Maldonado S. B., Buera M. Pilar. Water-dependent thermal transpirations in quinoa embryos. *Thermochimica Acta*, 2006, vol. 448, no. 2, pp. 117–122. <https://doi.org/10.1016/j.tca.2006.06.016>
6. Hancock J., Callow P., Serçe S., Hanson E., Beaudry R. Effect of cultivar, controlled atmosphere storage, and fruit ripeness on the long-term storage of highbush blueberries. *HorTechnology*, 2008, vol. 18, no. 2, pp. 199–205. <https://doi.org/10.21273/horttech.18.2.199>
7. Concha-Mayer A., Eifert J. D., Williams R. C., Marcy J. E., Welbaum G. J. Shelf life determination of fresh blueberries (*Vaccinium corymbosum*) stored under controlled atmosphere and ozone. *International Journal of Food Science*, 2015, vol. 2015, art. ID 164143. <https://doi.org/10.1155/2015/164143>
8. Song V., Kim H. K., Yam K. L. Respiration rate of blueberry in modified atmosphere at various temperatures. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 1992, vol. 117, no. 6, pp. 925–929. <https://doi.org/10.21273/jashs.117.6.925>
9. Prange R. K., Lidster P. D. Controlled atmosphere effects on blueberry maggot and lowbush blueberry fruit. *HortScience*, 1992, vol. 27, no. 10, pp. 1094–1096. <https://doi.org/10.21273/hortsci.27.10.1094>
10. Chiabrando V., Peano C., Beccaro G., Bounous G., Rolle L. Postharvest quality of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) cultivars in relation to storage methods. *Acta Horticulturae*, 2006, vol. 715, pp. 545–552. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2006.715.84>
11. Franchuk E. P., Lagovoi E. V., Skripnikov V. Yu., Kolesnik A. A., Osenova E. Kh., Naichenko A. M. [et al.]. *Conducting research on the storage of fruits, berries and grapes*. Moscow, All-Union Academy of Agricultural Sciences named after V. I. Lenin, 1983. 76 p. (in Russian).
12. Loiko R. E., D'yachek P. I., Suboch F. I. *Storage and processing of fruits and vegetables on collective and state farms*. Minsk, Uradzhai Publ., 1987. 149 p. (in Russian).
13. Pavlovskii N. B. Comparative morphological characteristics of tall blueberry (*Vaccinium corymbosum*) fruits of varieties introduced in Belarus. *Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya biyalagichnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological series*, 2016, no. 2, pp. 108–114 (in Russian).
14. Friedrich G., Neumann D., Vogl M. (Hrsg.). *Physiologie der Obstgehlze*. Berlin, Springer-Verlag, 1978. 602 S. (Russ. ed.: Byutner R., Cherny L., Fidler V., Fisher M., Glimerot K., Katsfus M. [et al.]. *Fiziologiya plodovykh rastenii*. Moscow, Kolos Publ., 1983. 416 p.) (in Russian).
15. Ivanova T. N., Zhitnikova V. S., Levgerova N. S. *Storage technology for fruits, berries and vegetables*. Orel, Oryol State Technical University, 2009. 203 p. (in Russian).
16. Drozd O. V. Preservation of blueberry fruits depending on the varietal specifics and meteorological conditions of the season. *Plodovodstvo: nauchnye trudy* [Fruit growing: scientific works]. Samokhvalovich, 2019, vol. 31, pp. 242–249 (in Russian).
17. Pavlovskii N. B. Influence of the method of packaging and the temperature regime of storage of tall blueberry fruits on their preservation. *Plodovodstvo: nauchnye trudy* [Fruit growing: scientific works]. Samokhvalovich, 2012, vol. 24, pp. 328–340 (in Russian).
18. Díaz-Pérez J. C. Transpiration rates in eggplant fruit as affected by fruit and calyx size. *Postharvest Biology and Technology*, 1998, vol. 13, no. 1, pp. 45–49. [https://doi.org/10.1016/s0925-5214\(97\)00078-1](https://doi.org/10.1016/s0925-5214(97)00078-1)
19. Becker B. R., Fricke B. A. *Transpiration and respiration of fruits and vegetables. science et technique du froid (France)*. Available at: https://b.web.umkc.edu/beckerb/publications/chapters/trans_resp.ppd (accessed 28.07.2020).
20. Gough R. E. *The highbush blueberry and its management*. New York, London, Norwood, The Haworth Press Inc., 1994. 288 p.
21. Pavlovskii N. B. Rhythms of seasonal growth and development of tall blueberry varieties introduced in Belarus. *Plodovodstvo: nauchnye trudy* [Fruit growing: scientific works]. Samokhvalovich, 2015, vol. 27, pp. 186–195 (in Russian).
22. Novik G. A., Krivorot A. M., Maksimenko M. G. Technological regulations for storing garden strawberries. *Plodovodstvo: nauchnye trudy* [Fruit growing: scientific works]. Samokhvalovich, 2017, vol. 29, pp. 214–224 (in Russian).
23. *Fresh raspberries. Requirements for procurement, supply and sale: STB 393-93. Introduced 01.01.1994*. Minsk, State Standard Publ., 1994. 7 p. (in Russian).
24. Emel'yanova O. V., Krivorot A. M., Martsinkevich D. I. Technological regulations for storing remontant raspberries. *Plodovodstvo: nauchnye trudy* [Fruit growing: scientific works]. Samokhvalovich, 2016, vol. 28, pp. 365–377 (in Russian).
25. *Sea buckthorn fruits are fresh. Specifications STB 1012-95. Introduced on 01.04.2002*. Minsk, Belstandard Publ., 2001. 7 p. (in Russian).
26. Gudkovskii V. A., Kozhina L. V. Storing black currant fruit in a controlled atmosphere. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii* [Fruit and berry growing in Russia], 2019, vol. 58, pp. 18–27 (in Russian).

Информация об авторе

Павловский Николай Болеславович – канд. биол. наук, заведующий лабораторией. Центральный ботанический сад НАН Беларуси (ул. Сурганова, 2в, 220012, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: pavlovskiy@tut.by

Information about the author

Nikolay B. Pavlovskiy – Ph. D. (Biol.), Head of the Laboratory. Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus (2v, Surganov Str., 220012, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: pavlovskiy@tut.by