

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД

ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ
ВЫРАЩИВАНИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ
ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР НА ТЕРРИТОРИИ
БЕЛАРУСИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ СТРАН

Материалы Международного научно-практического семинара
(Минск, 27–29 сентября 2023 года)

Минск
«ИВЦ Минфина»
2023

УДК 634.7:631.5(476)(082)
ББК 42.358-4(4Бел)я43
О-62

Редакционная коллегия:
д-р с.-х. наук Ф. И. Привалов (ответственный редактор),
канд. биол. наук Н. Б. Павловский, канд. биол. наук Л. В. Гончарова,
канд. биол. наук П. Н. Белый, Е. А. Колодко

Опыт и перспективы выращивания нетрадиционных яго-
О-62 ных культур на территории Беларуси и сопредельных стран :
материалы международного научно-практического семина-
ра (Минск, 27–29 сентября 2023 г.) / Национальная акаде-
мия наук Беларуси, Центральный ботанический сад ; редкол.:
Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2023. – 76 с.

ISBN 978-985-880-365-0.

В сборнике представлены материалы международного научно-
практического семинара «Опыт и перспективы выращивания нетра-
диционных ягодных культур на территории Беларуси и сопредельных
стран». Обсуждаются результаты внедрения новых сортов нетрадици-
онных ягодных культур, применения методов биотехнологии, защиты
растений для решения актуальных вопросов технологии возделывания
на территории Беларуси и сопредельных стран.

УДК 634.7:631.5(476)(082)
ББК 42.358-4(4Бел)я43

ISBN 978-985-880-365-0

© ГУО «Центральный ботанический сад
Национальной академии наук Беларуси», 2023
© Оформление. УП «ИВЦ Минфина», 2023

СКРИНИНГ РАСТЕНИЙ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ И ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ В ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПИЩЕВЫЕ ПРОДУКТЫ

А. М. Деева¹, Е. Д. Агабалаева¹, И. И. Буйная², Е. И. Алексеева¹,
Е. В. Спиридович¹, В. Н. Решетников¹

¹ ГНУ «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь

² ИООО «БЕЛ-ОБСТ», г. Волковыск, Республика Беларусь

Окислительный стресс может способствовать нарушению окислительно-восстановительного статуса клеток биологической системы. Ежедневное употребление растительных культур с высоким содержанием антиоксидантов снижает риск возникновения заболеваний, вызванных дисбалансом между проявлениями активных форм кислорода в организме и способностью биологической системы своевременно дезактивировать интермедиаты окислительных реакций [1, 2].

Клюква крупноплодная (*Oxycoccus macrocarpus*) – вид листопадного кустарника семейства Вересковые (*Ericaceae*); бузина черная (*Sambucus nigra*) – вид рода Бузина (*Sambucus*) семейства Адоксовые (*Adoxaceae*); клубника садовая (*Fragaria moschata*) и вишня обыкновенная (*Prunus subg. Cerasus*) – растения семейства Розовые (*Rosaceae*). Данные семейства насчитывают более сотен видов и распространены по всему северному и умеренному регионам. Поскольку осведомленность потребителей о важности данных ягодных культур и потреблении продуктов из них растет, их производство также расширяется [3–5]. Они богаты ценными биологически активными компонентами, такими

как полифенолы, в частности антоцианы. Регулярное их употребление облегчает боли, вызванные артритом и подагрой, улучшает зрение и функции мозга, снижает ожирение, диабет, окислительный стресс, воспаление, артериальное давление, потерю силы и болезненность мышц, вызванные физическими нагрузками [1; 6–8]. Эти биологические эффекты прочно связаны с наличием антоцианов и других полифенолов [9; 10].

Кроме того, было обнаружено, что полифенольные соединения являются сильными ингибиторами α -амилазы и α -глюкозидазы, которые являются ключевыми ферментами переваривания углеводов. Эта ингибирующая активность оказывает благотворное влияние на диабет 2-го типа и сердечно-сосудистые заболевания путем контроля всасывания глюкозы [11]. Полифенолы представляют собой группу ароматических соединений, по крайней мере, с одной гидроксильной группой. Они влияют на цвет и вкус пищевых продуктов [12]. Антоцианы относятся к флавоноидной группе полифенолов [8]. Это пигменты, проявляющие антиоксидантную и противовоспалительную активности в растительных объектах [13].

Антиоксидантная активность любого соединения обусловлена его способностью связывать свободные радикалы донорным атомом водорода [14]. Красно-фиолетовый цвет антоцианов важен для определения качества пищевых продуктов, а также для маркетинговых целей [13]. Антоцианы – гликозиды антоцианидина, который представляет собой агликоновую единицу. Они связаны с гликозидами и состоят из двух ароматических колец, связанных между собой тремя атомами углерода в кислородсодержащем гетероцикле, называемом хромановым кольцом [8]. Антоциановые пигменты различаются количеством гидроксильных групп, а также положением, количеством и природой связанных сахаров и алифатических или ароматических кислот [15]. В высших растениях были обнаружены шесть антоцианидинов: цианидин (Cy), дельфинидин (Dp), пеларгонидин (Pg), пеонидин (Pn), петунидин (Pt) и мальвидин (Mv). Из них цианидин является наиболее распространенным и обнаруживается более чем в 82 % исследованных растительных культурах [16]. Дельфинидины и их метилированные производные – петунидины и мальвидины – являются источниками темно-голубоватого и пурпурного оттенков, тогда как цианидины и пеларгонидины являются основными пигментами ярко-красных расцветок [17].

Между пищевыми компонентами может возникать синергетический эффект и усиливаться положительные свойства отдельных биоактивных молекул. Компонентами, улучшающими положительные антиоксидантные и противовоспалительные свойства исследуемых нами ягодных культур, являются флавоноиды и флаван-3-олы, такие как кверцетин, катехин и эпикатехин и др. Помимо полифенолов, они являются важным источником клетчатки, калия, каротиноидов и витамина С [3–5].

Несмотря на то что общее количество антиоксидантов в свежих плодах исследуемых культур относительно велико, они мо-

гут легко разлагаться под воздействием pH, температуры или даже света [18–23], таким образом для хранения необходим решающий метод уменьшения деградации антоцианов. Выбор способа консервирования плодов определяется, в том числе, сохранением в их составе наиболее ценных антиоксидантов. Перспективным способом консервирования является способ хранения при отрицательных температурах, он позволяет замедлить деструкцию всех видов биологически активных соединений и облегчить транспортировку растительного сырья [24].

Цель данного исследования – оценить степень динамики количественного содержания антоцианов в процессе хранения при отрицательных температурах различных фракций и продуктов из ягодного сырья.

Объектами исследований являлись плоды *Sambucus nigra* и продукты переработки плодов *Oxycoccus macrocarpus*, *Prunus subg. Cerasus*, *Fragaria moschata*. Биохимические исследования растительных образцов выполнялись в отделе биохимии и биотехнологии растений ЦБС (г. Минск). Оценивали содержание пигментов в процессе хранения при отрицательных температурах – плоды бузины черной, пюре из плодов клюквы крупноплодной, сок из клюквы крупноплодной, сиропы из клюквы крупноплодной, вишни обыкновенной и клубники садовой. Экстракты получали из измельченного гомогенизатором растительного сырья при 4-кратном избытке экстрагента (раствор этилового спирта 80 %) Для извлечения антоциановых пигментов, во избежание деструкции данных соединений, экстракцию проводили под воздействием ультразвукового излучения (SONOPULS HD 2200) с последующей экстракцией в течение 16 ч при +4 °C без доступа света.

Все измерения проводились в четырехкратной повторности. Достоверность полученных экспериментальных данных оценивалась методом биологической

статистики [25]. Статистическую обработку результатов выполняли с применением пакета анализа данных программы Microsoft Excel. Проверка гипотез о равенстве двух средних производилась с помощью *t*-критерия Стьюдента [25]. Оценку достоверности полученных результатов проводили при уровне значимости $p < 0,05$.

Содержание антоцианов в замороженных плодах бузины и продуктах переработки из вишни обыкновенной, клубники садовой и клюквы крупноплодной при хранении изменялось в сторону уменьшения в зависимости от родовой принадлежности. Согласно данным таблицы 1, составленной по пока-

зателям содержания антоцианов, можно сделать заключение, что содержание антоцианов во всех продуктах из плодов *Oxycoccus macrocarpus* до заморозки колебалось в пределах от 258,34(±5,1) до 324,54(±3,1) мг/100 г сухого веса, максимальное количество антоциановых пигментов в продуктах переработки наблюдалось в сиропе из вишни и составляло 627,30(±14,1) мг/100 г сухого веса. Наибольшее количество антоциановых пигментов наблюдалось в замороженных плодах бузины 2942,88(±155,2) мг/100 г сухого веса. После 3 месяцев хранения при температуре –18 °С наблюдалось снижение исследуемого параметра на 3,4–7,5 % во всех исследуемых образцах.

Таблица 1 – Оценка плодов *Sambucus nigra* и продуктов переработки плодов *Oxycoccus macrocarpus*, *Prunus subg. Cerasus*, *Fragaria moschata* по содержанию антоцианов в динамике при температуре –18 °С, мг/100 г сухого веса

Плоды и продукты переработки	Контроль	3 мес.	6 мес.
Плоды <i>Sambucus nigra</i>	2942,9±155,2	2720,2±101,3	2531,4±121,5
Пюре из <i>Oxycoccus macrocarpus</i>	284,8±3,2	268,6±2,8	234,3±2,1
Сок из <i>Oxycoccus macrocarpus</i>	324,54±3,1	313,47±11,2	283,4±11,1
Сироп из <i>Oxycoccus macrocarpus</i>	258,34±5,1	247,3±9,5	203,4±2,0
Сироп из <i>Prunus subg. Cerasus</i>	627,30±14,1	601,5±13,7	543,5±11,0
Сироп из <i>Fragaria moschata</i>	415,3±11,2	387,9±9,3	169,3±6,2

Исходя из данных таблицы 1, составленной по средним показателям, можно сделать вывод, что после 6 месяцев хранения наибольшее количество антоцианов сохранилось в замороженных плодах *Sambucus nigra* (2531,4(±121,5) мг/100 г сухого веса) и в сиропе из *Prunus subg. Cerasus* (543,5(±11,0) мг/100 г сухого веса). В сиропе из *Fragaria moschata* зафиксирован показатель наибольшей потери антоцианов в результате 6-месячного хранения в морозильной камере, что составило 59,2 %. Данное явление также было зафиксировано русскими учеными [25] для плодов рода Земляника, что возможно объясняется качественным составом антоцианового комплекса в данной растительной культуре.

В результате исследований была проведена оценка сохранности антоцианов

при хранении замороженных ягод и продуктов переработки ягодного антоциан содержащего сырья, собранного в районе Центральной агроклиматической зоны Беларуси:

1) для замораживания продуктов переработки исследуемых таксонов при –18 °С рекомендуются *Oxycoccus macrocarpus* и *Prunus subg. Cerasus*, сохраняющие высокий уровень антоцианов в течение 6 месяцев. У данных видов растительных объектов показатель потери антоцианов в процессе заморозки составил 12,7–21,2 %;

2) для плодов *Sambucus nigra* характерно высокое содержание антоцианов в плодах в начале хранения и после 6 мес. при температуре –18 °С. (2942,9(±155,2) и 2531,4(±121,5) мг/100 г сухого веса, соот-

ветственно). *Sambucus nigra* можно рекомендовать для использования в пищевой и фармацевтической промышленности как перспективный источник антиоксидантов природного происхождения;

3) наиболее высокое накопление антоцианов обнаруживается в период созревания плодов, снижение антоцианов наблюдается по мере хранения продукции.

Работа выполнена в рамках по мероприятию «Провести скрининг и отбор растений с повышенным содержанием биологически активных веществ и оценить возможности их переработки в функциональные пищевые продукты» ГП «Научно-инновационная деятельность НАН Беларуси» на 2021–2025 годы, подпрограмма 1 «Развитие государственного научного учреждения ЦБС НАНБ».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Chaovanalikit, A. Total anthocyanins and total phenolics of fresh and processed cherries and their antioxidant properties // A. Chaovanalikit, R.E. Wrolstad / J. Food Sci. – 2004. – Vol. 69, N 1. – P. 67–72.
2. Tart cherry in amelioration of pain in the elderly / C. Tiernan [et al.] // Nutr. Aging. – 2015. – Vol. 3. – P. 203–217.
3. Тяк, Г. В. Выращивание лесных ягодных растений в России: современное состояние и перспективы / Г. В. Тяк, С. С. Макаров, Л. Е. Курлович // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: материалы V науч.-техн. конф. (Санкт-Петербург, 16–18 июня 2020 г.). – СПб., 2020. – С. 254–256.
4. Теория и практика размножения и плантационного выращивания лесных ягодных растений *Rubus arcticus* L., *Oxycoccus palustris* Pers. и *Vaccinium angustifolium* Ait.: моногр. / С. С. Макаров [и др.]. – Караваево : Костромская ГСХА, 2021. – 394 с.
5. Организационно-экономическая оценка метода клонального микроразмножения лесных ягодных растений рода *Vaccinium* / С. С. Макаров [и др.] // Лесохозяйственная информация. – 2022. – № 4. – С. 30–38.
6. Wallace, T. C. Anthocyanins / T. C. Wallace, M. M. Giusti // Adv. Nutr. – 2015. – Vol. 6, № 5. – P. 620–622.
7. Kelly, D. S. A review of the health benefits of cherries / D. S. Kelly, Y. Adkins, K. D. Laugero // Nutrients. – 2018. – Vol. 10. – P. 368.
8. Tarone, A. G. Anthocyanins: new techniques and challenges in microencapsulation / A. G. Tarone, C. B. B. Cazarin, M. R. Marostica Jr. // Food Res. Int. – 2020. – Vol. 133. – Article 109092.
9. Antioxidant and anthocyanin contents of tart cherry cultivars / Z. Veres [et al.] // Acta Hort. – 2008. – Vol. 795. – P. 787–792.
10. Carboxymethylcellulose hydrogels: Effect of its different amount on preservation of tart cherry anthocyanins and polyphenols / I. Corkovic [et al.] // Current Plant Biology – 2021. – Vol. 28, № 1. – P. 100222.
11. The inhibitory potential of Montmorency tart cherry on key enzymes relevant to type 2 diabetes and cardiovascular disease / A. Kirakosyan [et al.] // Food Chem. – 2018. – Vol. 252. – P. 142–146.
12. Phenolic content and antioxidant capacity of sweet and tart cherries / D. Prvulovic [et al.] // Stud. UBB Chem. – 2012. – Vol. 57. – P. 175–181.
13. Anthocyanins in tart-cherry juices and nectars – influence of processing steps and presence of ageing pigments / D. Bonerz [et al.] // Deut. Lebensm. Rundsch. – 2011. – Vol. 107, № 1. – P. 24–32.
14. Chemical studies of anthocyanins: a review / A. Castaneda-Ovando [et al.] // Food Chem. – 2009. – Vol. 113. – P. 859–871.
15. Analysis and biological activities of anthocyanins / J. Kong [et al.] // Phytochemistry. – 2003. – Vol. 64. – P. 923–933.

16. Fruit Phenolics / J. J. Macheix [et al.]. – CRC Press: Boca Raton, 1990.
17. Jaakola, L. New insights into the regulation of anthocyanin biosynthesis in fruits / L. Jaakola // Trends Plant Science. – 2013. – Vol. 18, № 9. – P. 477–483.
18. Loypimai, P. Thermal and pH degradation kinetics of anthocyanins in natural food colorant prepared from black rice bran / P. Loypimai, A. Moongngarm, P. Chottanom // J. Food Sci. Technol. – 2016. – Vol. 53, № 1. – P. 461–470.
19. Leong, S. Y. Effects of processing on anthocyanins, carotenoids and vitamin C in summer fruits and vegetables / S. Y. Leong, I. Oey // Food Chem. – 2012. – Vol. 133. – P. 1577–1587.
20. Lao, F. The effect of pigment matrix, temperature and amount of carrier on the yield and final color properties of spray dried purple corn (*Zea mays* L.) cob anthocyanin powders / F. Lao, M. M. Giusti // Food Chem. – 2017. Vol. 227. – P. 376–382.
21. Effect of thermal processing on anthocyanin stability in foods; mechanisms and kinetics of degradation / A. Patras [et al.] // Trends Food Sci. Technol. – 2010. Vol. 21. – P. 3–11.
22. Khanal, R. C. Effect of heating on the stability of grape and blueberry pomace procyanidins and total anthocyanins / R. C. Khanal, L. R. Howard, R. L. Prior // Food Res. Int. – 2010. – Vol. 43. – P. 1464–1469.
23. Loypimai, P. Thermal and pH degradation kinetics of anthocyanins in natural food colorant prepared from black rice bran / P. Loypimai, A. Moongngarm, P. Chottanom // J. Food Sci. Technol. – 2016. – Vol. 53, № 1. – P. 461–470.
24. Influence of drying temperature on anthocyanin and moisture contents in purple waxy corn kernel using a tunnel dryer / S. Charmongkolpradit [et al.] // Case Studies in Thermal Engineering – 2021. – Vol. 25. – P. 100886.
25. Захаров, В. Л. Влияние замораживания на сохранность БАВ в плодах и ягодах дикорастущих растений / В. Л. Захаров, А. Нархова // Агропромышленные технологии Центральной России. – 2020. – Вып. 1, № 15. – С. 21–30.