

аллельный вариант Т. При этом трансверсия А132Т не являлась синонимичной и приводила к замене в кодируемой полипептидной цепи полярной аминокислоты аргинин (R) на неполярную аминокислоту триптофан, что, по всей видимости, может оказывать влияние на изменение вторичной и третичной структуры, и, соответственно, активность детерминируемого им фермента – тирозин-специфичной протеинфосфатазы. Тем не менее, данный сайт не был локализован в составе функционального домена фермента *DSP1*, что свидетельствует о сохранении активности аллофермента *DSP1* 132Т. Анализ продуктов трансляции гена *DSP1*, содержащих замену G180Т, показал, что гаплотип, содержащий аллельный вариант 180Т, характеризуется укороченной первичной последовательностью полипептида, что связано с формированием стоп-кодона UGA в молекуле мРНК. В то же время, данная миссенс-мутация не приводила к потере ферментативной активности алломорфа *DSP1* 180Т, поскольку она также не была локализована в функциональном домене фермента, а располагалась в концевом регионе полипептида.

Заключение. Анализ генов дуба черешчатого, ассоциированных с устойчивостью к засухе, позволил выделить восемь полиморфных сайтов, пять из которых относились к гену *DSP1*, два – к *ST-GR*, один – к *TCP9*. Оценка полиморфизма показала, что у различных фенологических форм выявленные аллельные варианты имеют сходную частоту встречаемости и только трансверсии А132Т и G180Т по *DSP1* имеют четко выраженную дифференциацию в пределах исследованных групп деревьев.

Литература

1. Каган, Д.И. Популяционно-генетическая структура дуба черешчатого в лесосеменных плантациях и насаждениях Белорусского Полесья: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.03.01 / Д.И. Каган; Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2012. – 24 с.
2. Ковалевич, О.А. Геноекогеография дуба черешчатого на территории Беларуси по данным анализа хлоропластной ДНК: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.03.01 / О.А. Ковалевич; Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2013. – 24 с.
3. Molecular Research on Stress Responses in *Quercus* spp.: From Classical Biochemistry to Systems Biology through Omics Analysis / M. Escandón et al. // *Forests*. – 2021. – Vol. 12, no. 3: 364. – Mode of access: <https://doi.org/10.3390/f12030364>. – Date of access: 08.10.2024.

ДИНАМИКА ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПЛОДОВ ВИШНИ ОБЫКНОВЕННОЙ ПРИ РАЗНЫХ СТРАТЕГИЯХ ОБРАБОТКИ В УСЛОВИЯХ ПЕРЕХОДА К ОРГАНИЧЕСКОМУ ЗЕМЛЕДЕЛИЮ

М.О. Кайдалова¹, Н.Ю. Колбас^{1,2}, А.П. Колбас^{1,3}

¹Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси,
г. Брест, Республика Беларусь, marina.kaydalova1998@gmail.com

²Центральный ботанический сад НАН Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь, n.kolbas@gmail.com

³Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь

Для защиты сельскохозяйственной продукции от порчи или уничтожения вредителями в мире используется более тысячи наименований пестицидов. Токсичность пестицидов зависит от дозы, способа проникновения в организм человека, от их назначения, а также от других факторов. Так, для человека более токсичными, как правило, являются инсектициды, нежели гербициды. Переход на потребление органических продуктов питания может снизить общее воздействие пестицидов на организм человека более чем на 90% [1; 2].

С 2019 г. в Республике Беларусь действует закон «О производстве и обращении органической продукции», и в настоящее время производством органической продукции в стране занимается порядка 27 субъектов хозяйствования, включая крестьянские (фермерские) хозяйства, личные подсобные хозяйства граждан, сельскохозяйственные и другие субъекты хозяйствования. Разработаны некоторые принципы ведения органического сельского хозяйства, в особенности овощных культур, при этом, плодово-ягодным уделяется недостаточно внимания.

Важным свойством, определяющим качество плодово-ягодной продукции, является ее биохимический состав. Среди биологически активных веществ, обладающих лечебно-профилактическим действием, выделяют фенольные соединения (ФС). Отметим, что содержание БАВ определяется как генетическими особенностями растений, так и экологическими факторами, а также особенностями культивирования.

Цель нашего исследования – изучить динамику общего содержания ФС (в том числе фенолкарбоновых кислот, флавонолов и антоцианов) в плодах вишни обыкновенной (*Prunus cerasus* L.) сорта Облачинская при разных стратегиях обработки в условиях перехода к органическому выращиванию.

Сорт вишня Облачинская (Oblaczynska) – сербского происхождения, высокозимостойкий, высокоурожайный, частично самоплодный, устойчив к коккомикозу и класстероспориозу, характеризуется поздним цветением и среднепоздним созреванием. Плоды используются преимущественно для переработки на варенье, соки и для быстрого замораживания.

Полевой эксперимент проведен в 2024 г. на территории питомника ОАО «Агросад Рассвет» (аг. Вистычи, Брестский район, Республика Беларусь). Схема эксперимента включала обработку растений вишни биопрепаратами («Битоксибациллин», «Энтолек», «Профит» (Метаризиум+Боверия)) на каждом из этапов вегетации с учетом классических мероприятий по защите растений вишни. Все препараты инсектицидного и акарицидного действия. В течение лета минимальный срок между обработками против болезней и вредителей составляет 12–18 дней, но не более 40. Выбор биопрепаратов осуществлялся исходя из доступности на рынке, с приоритетом в пользу отечественного продукта. В качестве контроля использовали растения без обработок. Для выявления роли биопрепаратов в изменении содержания ФС в плодах вишни использовали образцы, собранные с растений конвенционного (традиционного) культивирования.

Плоды вишни заготавливали в стадии потребительской зрелости, порции по 100 г. гомогенизировали, получали сок, который далее анализировали. Содержание ФС определяли спектрофотометрическими методами, описанными нами ранее [3]. Все опыты выполнены в трехкратной повторности. Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программы R software.

Общее содержание ФС в 100 г сырых плодов вишни контрольных растений составило $164,21 \pm 12,5$ в пересчете на мг галловой кислоты, антоцианов – $182,68 \pm 7,86$ мг цианидин 3-О-рутинозида, фенолкарбоновых кислот – $80,26 \pm 3,967$ мг кофейной кислоты, флавонолов – $24,36 \pm 1,05$ мг кверцетина. Представленные данные согласуются с полученными нами ранее (2018–2019 гг. [3]), что свидетельствует о незначительном влиянии погодных условий на накопление ФС плодами вишни и об эффективности выбранных нами методик исследования.

Из использованных нами биопрепаратов обработка растений вишни Битоксибациллином и Профитом снизила содержание в плодах как общего количества ФС (в среднем на 25%), так и отдельных представителей (таблица). В основу препарата Битоксибациллин входит культура *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis*, которая при попадании в организм насекомых вызывает у вредителей кишечный токсикоз. Через несколько часов после обработки у больных насекомых резко снижается аппетит, а через

несколько дней они погибают. Как известно, ФС растений участвуют в регуляции пищевого поведения насекомых фитофагов. В состав отечественного препарата Профит входят 2 энтомопатогенный гриба – *Metarhizium* и *Beauveria*.

Различия изученных параметров с контролем при обработке растений вишни препаратом Энтолек не были статистически достоверными (таблица). В состав этого препарата входит штамм энтомопатогенного гриба *Lecanicillium lecanii* (Zimmerm.) Zare & W.Gams.

При конвенционном культивировании общее содержание ФС, содержание в плодах вишни не отличаются от контроля, содержание флавонолов повышалось практически на 17% (таблица). Согласно данным А. Głowacka с соавт. (2020) [1] в условиях органического производства (Польша) у четырех сортов *P. cerasus* Keleris 16, Oblaczynska (Облачинская), Pandu 103 и Debreceni bötermő общее содержание ФС было выше в среднем на 13% по сравнению с конвенционным. Также содержание фенолкарбоновых кислот повышалось в среднем на 32%, флавонолов – на 13,7%, антоцианов – на 11,7%. В то же время для сортов Kántorjánosi, Újfehértói fürtös и Debreceni bötermő, культивируемых на территории Венгрии, отмечено слабое различие вышеуказанных параметров [2]. При этом авторы отмечают, что для получения достоверных результатов о влиянии органического способа производства на качественный и количественный состав ФС плодово-ягодной продукции необходимо проведение исследований на протяжении минимум двух вегетационных сезонов.

Таблица – Динамика содержания фенольных соединений (относительно контроля) в плодах вишни обыкновенной при разных стратегиях обработки растений

Вариант опыта	Относительное содержание (% к контролю)			
	Фенольные соединения	Фенолкарбоновые кислоты	Флавонолы	Антоцианы
Обработка биопрепаратами:				
Битоксибациллин	-25,66*	-20,23*	-25,59*	-24,27*
Профит	-23,77*	-21,57*	-28,73*	-30,26*
Энтолек	-8,53	-4,05	+2,47	-1,69
Конвенционное выращивание	-8,59	+3,19	+16,99*	-8,23

Примечание: * – отличия от контроля достоверны при уровне значимости $p < 0,05$

Таким образом, при переходе к органическому культивированию вишни эффективной является обработка растений биопрепаратом Энталек, позволяющая осуществлять борьбу с насекомыми-вредителями без снижения содержания в плодах биологически активных веществ полифенольной природы.

Работа выполнена в рамках проекта БРФФИ-Брест № X24Б-005.

Литература

1. Głowacka, A. The Dynamic of Polyphenols Concentrations in Organic and Conventional Sour Cherry Fruits: Results of a 4-Year Field Study / A. Głowacka, E. Rozpara, E. Hallmann // *Molecules*. – 2020. – Vol. 25, Is. 16, № 3729. – P. 1–12.
2. Liquid Chromatographic Analysis of Phenolic Compounds in Organically and Conventionally Grown Varieties of Sour Cherries / M. Nagy-Gasztonyi [et al.]. // *Chroma*. – 2010. – Vol. 71, (Suppl 1). – P. 99–102.
3. Оценка биохимических и дегустационных параметров плодов *Prunus cerasus* L. // Н.Ю. Колбас [и др.] // *Журнал Белорусского государственного университета. Биология*. – Вып. 2. – 2020 – С. 49–57.