

УДК 634.1/7:543.8:547.454

Ж. А. РУПАСОВА, И. М. ГАРАНОВИЧ, Т. И. ВАСИЛЕВСКАЯ,
Н. П. ВАРВИНА, Р. Н. РУДАКОВСКАЯ

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА НОВЫХ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ ФОРМ
И СОРТОВ *CHAENOMELES MAULEI* (MAST.) С. К. SCHNEID. ПО НАКОПЛЕНИЮ
В ПЛОДАХ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ И УГЛЕВОДОВ В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ**

Центральный ботанический сад НАН Беларуси

(Поступила в редакцию 19.04.2007)

Введение. Важнейшей задачей плодоводства в Республике Беларусь является не только широкомасштабное культивирование нетрадиционных видов растений, но и выведение на основе селекционных исследований новых сортов, обеспечивающих получение максимальной урожайности при высоком качестве продукции. Развитие исследований в данном направлении является составной частью работ в области лечебного садоводства, проводимых Центральным ботаническим садом НАН Беларуси уже на протяжении нескольких десятилетий [4–6]. Основной задачей данных исследований является получение новых таксонов нетрадиционных культур, обладающих повышенной питательной и витаминной ценностью плодов как на основе отбора природных форм, так и в результате их селекционного улучшения. Вместе с тем общеизвестно, что последнее является не только мощным фактором управления биологической продуктивностью растений, но и оказывает существенное влияние на накопление в их продукции полезных веществ. В этой связи несомненный научный и практический интерес представляет оценка биохимического состава плодов природных и гибридных форм ряда нетрадиционных для Беларуси древесно-кустарниковых видов плодовых растений.

Особое место в ряду этих растений занимает *Chaenomeles Maulei* (Mast.) С. К. Schneid. (айва низкая) – невысокий декоративный кустарник с довольно крупными ярко-желтыми плодами, урожайность которого в условиях Беларуси составляет, как правило, 2–3 т/га, достигая в отдельные годы 5 т/га, а у наиболее высокопродуктивных форм – 10 т/га. Коллекция представителей данного вида, создававшаяся в ЦБС НАН Беларуси в течение нескольких десятилетий, включает более 10 таксонов.

Цель настоящих исследований – выявление таксонов наиболее перспективных для районирования и селекции не только по биопродукционным параметрам, но и по питательной и витаминной ценности плодов.

Объекты и методы исследования. В 2004–2006 гг. на базе ЦБС НАН Беларуси были проведены сравнительные исследования биохимического состава плодов хеномелеса по ряду показателей.

В качестве объектов исследования были привлечены 7 наиболее продуктивных и высокодекоративных таксонов хеномелеса, в том числе широко распространенная в Беларуси его природная форма, выбранная в качестве эталона сравнения, а также 3 сорта (Элли Массел, Виколене, Кримсон голд) и 3 гибридные формы селекции ЦБС НАН Беларуси (№ 12, № 16 и № 17).

В усредненных свежих пробах зрелой продукции исследуемых таксонов хеномелеса определяли содержание сухих веществ – по ГОСТ 8756.2–82 [1]; титруемых кислот (общей кислотности) в расчете на яблочную кислоту – объемным методом [2].

В высушенных при температуре 65 °С усредненных пробах плодов содержание глюкозы, фруктозы, сахарозы определяли резорциновым и анилинфталатным методами бумажной хроматографии по И. Г. Завадской и др. [3], пектиновых веществ (водорастворимого пектина и протопектина) – карбазольным методом [2].

Все аналитические определения выполнены в 3-кратной биологической повторности. Данные статистически обработаны с использованием пакета программы Excel.

Результаты и их обсуждение. По нашим оценкам, содержание сухих веществ в плодах исследуемых сортов и гибридов хеномелеса изменялось от 11,3% у его типичной формы до 14,7% у сорта Виколене и формы № 17 при чрезвычайно высоком содержании в их сухой массе свободных органических кислот, изменявшемся в диапазоне от 27,7–29,7% у сорта Виколене и формы № 16 до 38,4–38,8% у формы № 12 и сорта Кримсон голд. Вместе с тем было установлено, что плоды хеномелеса Маулея довольно богаты витамином С, содержание которого в их сухой массе варьировалось в диапазоне значений от 394,4 мг⁰% у сорта Виколене до 538,4–578,3 мг⁰% у сорта Кримсон голд и формы № 12. При этом оказалось, что все без исключения тестируемые сорта и формы хеномелеса характеризовались на 5,3–30,1% более высоким, чем у эталонной формы, содержанием в плодах сухих веществ при наибольших различиях с ней у сорта Виколене и формы № 17 (табл. 1). Большинство исследуемых объектов обладали либо соизмеримым с эталонной формой хеномелеса содержанием в плодах титруемых кислот (сорт Элли Массел и форма № 12), либо на 16,5–23,7% более низким, чем у нее, их содержанием (формы № 16, № 17 и сорт Виколене), что косвенно свидетельствовало о менее кислом вкусе их плодов. Лишь единственный сорт Кримсон голд отличался от остальных тестируемых объектов незначительным превышением (в пределах 7%) эталонных значений данного параметра.

Т а б л и ц а 1. Относительные различия с контролем (природная форма) содержания органических кислот в сухой массе плодов разных сортов и гибридных форм хеномелеса Маулея, %

Объект исследования	Сухие вещества	Свободные органические кислоты	Витамин С
Элли Массел	+9,7	–	–
Виколене	+30,1	–23,7	–
Кримсон голд	+5,3	+6,9	+31,0
№ 12	+5,3	–	+40,7
№ 16	+17,7	–18,2	–
№ 17	+30,1	–16,5	–

П р и м е ч а н и е. Прочерк (–) означает отсутствие статистически достоверных по *t*-критерию Стьюдента различий с контролем (типичная форма) при $P < 0,05$. То же для табл. 2, 3.

Важнейшим критерием витаминной ценности плодов хеномелеса, как, впрочем, и других видов плодовых культур, является уровень накопления в них аскорбиновой кислоты. По нашим данным, большинство тестируемых объектов характеризовались сходным с эталонной формой накоплением в плодах витамина С, поскольку имевшие место различия с ней по данному параметру не нашли статистического подтверждения, лишь плоды сорта Кримсон голд и особенно гибридной формы № 12 оказались достоверно богаче плодов эталонной формы витамином С на 31 и 40,7% соответственно.

Исследуемые сорта и гибриды хеномелеса характеризовались сравнительно невысоким содержанием в плодах растворимых сахаров, составлявшим, по нашим оценкам, 4,4–7,6% их сухой массы при доминирующем положении в пуле этих веществ моносахаридов, общее содержание которых в 5–16 раз превышало таковое дисахарида. Преобладающей среди моноз являлась фруктоза, содержание которой в 2–6 раз превышало таковое глюкозы при наибольших расхождениях у сортов Элли Массел и Виколене. При этом все тестируемые таксоны, за исключением сорта Элли Массел, характеризовались на 55,3–111,1% более высоким, чем у типичной формы хеномелеса, общим накоплением в плодах растворимых сахаров (табл. 2). Наиболее выраженные контрасты с ней были отмечены у формы № 16, наименьшие – у формы № 12. Поскольку фруктоза являлась их доминирующей фракцией, то аналогичные тенденции проявились и в характере различий тестируемых объектов с типичной формой хеномелеса также по параметрам накопления данной монозы при наибольших контрастах у сорта Виколене и наименьших у сорта Элли Массел.

Т а б л и ц а 2. Относительные различия с контролем (природная форма) содержания растворимых сахаров в сухой массе плодов разных сортов и гибридных форм хеномелеса Маулея, %

Объект исследования	Глюкоза	Фруктоза	Сахароза	Сумма растворимых сахаров
Элли Массел	-33,7	+28,5	-	-
Виколене	-	+96,6	+87,2	+66,9
Кримсон голд	+25,6	+68,1	+71,8	+58,3
№ 12	-	+40,8	-33,3	+21,4
№ 16	+179,1	+68,1	+223,1	+111,1
№ 17	+79,1	+56,6	-	+55,3

Что касается глюкозы и сахарозы, то наиболее существенным превышением эталонных значений характеризовались параметры их накопления в плодах формы № 16. Это и обусловило у последней на 55,3–111,1% более высокий, чем у типичной формы, общий уровень сахаристости плодов (см. табл. 2) при наиболее широком среди тестируемых таксонов соотношении моноз и наиболее узком их отношении к дисахариду. Совпадение позитивных эффектов в характере различий с типичной формой хеномелеса по содержанию в плодах глюкозы и сахарозы наблюдалось также у сорта Кримсон голд. При этом для плодов сорта Виколене было характерно существенно более высокое, чем у эталонной формы, содержание сахарозы при отсутствии различий с ней в содержании глюкозы, тогда как в плодах формы № 17 наблюдалась обратная этой картина. Отсутствием достоверных различий с типичной формой хеномелеса в содержании в плодах сахарозы характеризовался также сорт Элли Массел, глюкозы – сорт Виколене и форма № 12. Вместе с тем лишь для двух тестируемых объектов – сорта Элли Массел и формы № 12 – было показано меньшее, чем у типичной формы хеномелеса, содержание в плодах глюкозы (в первом случае) и сахарозы (во втором) (см. табл. 2).

Количественным критерием степени сладости плодов принято считать их сахаро-кислотный индекс, определяемый соотношением суммарного количества растворимых сахаров и свободных органических кислот. Если ориентироваться на значения данного показателя, варьировавшегося в диапазоне 0,1–0,3, то нетрудно убедиться в принадлежности хеномелеса Маулея к растениям с чрезвычайно кислым вкусом плодов. Для сравнения: у плодов других видов растений, обладающих выраженным сладким вкусом, к примеру, у голубики высокорослой, значения сахаро-кислотного индекса достигают 4,0, что более чем на порядок превышает приведенные выше его значения для плодов хеномелеса. Вместе с тем даже при крайне низких значениях сахаро-кислотного индекса последних оказалось возможным провести ранжирование исследуемых объектов по органолептическим свойствам плодов: наиболее сладким вкусом характеризовались плоды гибридной формы № 16, наименее сладким – плоды типичной и 12-й форм, а также сортов Элли Массел и Кримсон голд. Промежуточное положение по данному признаку занимали плоды сорта Виколене и формы № 17.

Обладая слабо выраженной способностью к накоплению растворимых сахаров, плоды исследуемых таксонов хеномелеса вместе с тем оказались чрезвычайно богаты пектинами, суммарное содержание которых в их сухой массе составляло 8,5–11,4%, что свидетельствует о высокой пользе употребления данных плодов в пищу. Доминирующее положение в их пектиновом комплексе принадлежало нерастворимому пектину, содержание которого у исследуемых таксонов в 2,5–3,5 раза превышало таковое гидропектина. Все тестируемые объекты, за исключением сорта Виколене, характеризовались более активным, чем у типичной формы хеномелеса, накоплением в плодах пектиновых веществ. Это подтверждалось на 16,8–33,8% более высоким, чем у нее, общим содержанием в плодах пектиновых веществ при наибольших контрастах у гибридной формы № 17 и наименьших – у формы № 16 (табл. 3). Лишь у сорта Виколене плоды оказались на 17,1% беднее данными углеводами по сравнению с типичной формой хеномелеса. В большинстве случаев относительные различия с последней по содержанию гидропектина были более выраженными, нежели по таковому протопектина, лишь у сорта Виколене и гибридной формы № 17 наблюдалась обратная этой картина.

Т а б л и ц а 3. Относительные различия с контролем (природная форма) содержания пектиновых веществ в сухой массе плодов разных сортов и гибридных форм хеномелеса Маулея, %

Объект исследования	Гидропектин	Протопектин	Сумма пектиновых веществ
Элли Массел	+27,7	+17,2	+19,8
Виколене	–	–21,9	–17,1
Кримсон голд	+24,8	+17,7	+19,5
№ 12	+42,7	+15,8	+22,4
№ 16	+21,8	+15,4	+16,8
№ 17	+21,4	+37,7	+33,8

Заключение. Результаты сравнительной оценки распространенной в Беларуси природной формы хеномелеса Маулея, а также его сортов – Элли Массел, Виколене, Кримсон голд – и трех гибридных форм – № 12, № 16 и № 17 – селекции ЦБС НАН Беларуси по биохимическому составу плодов показали их высокую питательную и витаминную ценность и вместе с тем выявили существенное, причем весьма неоднозначное влияние селекционного процесса на накопление в них соединений, относящихся к разным классам действующих веществ. Так, для большинства тестируемых объектов было установлено более высокое, чем у природной формы хеномелеса, содержание в плодах сухих веществ (на 5–30%), растворимых сахаров, в основном фруктозы (на 21–111% и на 28–91% соответственно), пектиновых веществ (на 17–34%), но существенно более низкое, чем у нее, содержание в плодах свободных органических кислот (на 16–24%). При определении перспективности тестируемых сортов и гибридных форм хеномелеса для дальнейшей селекции, а также районирования и последующего введения в культуру приоритет в качестве природного источника свободных органических кислот и витамина С должны получить сорт Кримсон голд и гибридная форма № 12; растворимых сахаров – сорт Виколене, а также гибриды № 17 и особенно № 16, плоды которых обладают наиболее сладким вкусом; пектиновых веществ – гибридная форма № 17. По совокупности же позитивных эффектов в результате селекции наиболее перспективными в плане усиления роли углеводов в качественном составе плодов хеномелеса следует признать гибридные формы № 16 и № 17.

Литература

- ГОСТ 8756.2-82. Методы определения сухих веществ. М., 1982.
- Ермаков А. И., Арасимович В. В., Ярош Н. П. и др. Методы биохимического исследования растений. М., 1987.
- Завадская И. Г., Горбачева Г. И., Мамушина Н. С. // Методика количественной бумажной хроматографии сахаров, органических кислот и аминокислот у растений. М.; Л., 1962. С. 17–26.
- Чаховский А. А., Шапиро Д. К., Чекалинская И. И. и др. Перспективные плодово-ягодные растения Беларуси. Минск, 1986.
- Шапиро Д. К. Целебные культуры – перспективное направление в садоводстве. Минск, 1978.
- Шапиро Д. К., Михайловская В. А., Манциводо Н. И. Дикорастущие плоды и ягоды. Минск, 1988.

Zh. A. RUPASOVA, I. M. GARANOVICH, T. I. VASILEVSKAYA, N. P. VARAVINA, R. N. RUDAKOVSKAYA

COMPARATIVE EVALUATION OF NEW INTRODUCED FORMS AND SORTS OF *CHAENOMELES MAULEI* (MAST.) BY C. K. SCHNEID. BASED ON ACCUMULATING PHENOLIC COMPOUNDS IN FRUITS IN THE CONDITIONS OF BELARUS

Summary

On the basis of a comparative study of accumulation parameters of phenolic compounds in fruits of the form of chaenomeles spread in the natural flora of Belarus, which is the established comparison standard, as well as in fruits of its 3 sorts – Elly Massel, Vikolene, Crimson Gold and 3 hybrid forms – № 12, № 16 and № 17 – selected at the CBG of the NAS of Belarus their ranging according to how promising they are for regional assignment and selection was made for the first time. It has been shown that the priority should be given to sort Vikolene as a natural source of leucoanthocyanins, sorts Crimson Gold and especially Vikolene as natural sources of catechins, sort Vikolene – of flavonols, sort Crimson Gold – of phenolcarbolic acids, hybrid form № 12 and especially sort Vikolene – of tannins. As far as a combination of positive effects is concerned, the most promising sorts from the point of increasing the role of phenolic compounds in the biochemical composition of fruits are Crimson Gold and especially Vikolene.