

УДК 634.7:581.19(476)

Ж. А. РУПАСОВА, В. В. ТИТОК, И. М. ГАРАНОВИЧ, Т. В. ШПИТАЛЬНАЯ,
Т. И. ВАСИЛЕВСКАЯ, Н. П. ВАРАВИНА, Н. Б. КРИНИЦКАЯ

МЕЖВИДОВЫЕ РАЗЛИЧИЯ СТЕПЕНИ ЗАВИСИМОСТИ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЛОДОВ МАЛОРАСПРОСТРАНЕННЫХ КУЛЬТУР ПЛОДОВОДСТВА ОТ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь,

e-mail: rupasova@basnet.by

(Поступила в редакцию 14.03.2012)

Введение. Важнейшим аспектом интродукционных исследований, связанных с изучением малораспространенных культур плодовоговодства, является сравнительная оценка биохимического состава плодов в многолетнем цикле наблюдений, дающая представление не только о его генотипических особенностях, но и о степени зависимости содержания в плодах полезных веществ от гидротермического режима сезона, в значительной мере определяющей их органолептические свойства. Рассмотрение данного аспекта ответной реакции интродуцентов на комплексное воздействие метеорологических факторов представляется нам весьма актуальным, поскольку крайне неустойчивый характер погодных условий в период вегетации растений и созревания их плодов, свойственный Белорусскому региону, может заметно повлиять на темпы накопления в них тех или иных соединений и тем самым оказать корректирующее действие на питательную и витаминную ценность ягодной продукции.

В наших более ранних работах [1] приведены основные количественные характеристики биохимического состава плодов ряда нетрадиционных видов древесно-кустарниковых растений из генофонда Центрального ботанического сада НАН Беларуси: жимолости съедобной (*Lonicera edulis* Turcz. ex Freyn), хеномелеса Маулея (*Chaenomeles maulei* (Mast.) C. K. Schneid), шиповника (*Rosa rugosa* L.), рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia* L.) и калины обыкновенной (*Viburnum opulus* L.), на основании которых было сделано заключение о перспективности их культивирования в условиях Беларуси как высоковитаминных источников пищевого и лекарственного сырья.

Цель данной работы – установление межвидовых различий степени зависимости от гидротермического режима сезона параметров накопления в плодах указанных интродуцентов широкого спектра полезных веществ разной химической природы.

Объекты и методы исследований. Исследования выполнены на базе коллекции Центрального ботанического сада НАН Беларуси в период 2005–2010 гг. Исследуемый генофонд насчитывает 56 таксонов: жимолость – 3, хеномелес – 26, шиповник – 3, рябина – 12, калина – 11.

Температурный фон и режим выпадения осадков в период вегетации растений в годы наблюдений отличались ярко выраженными внутри- и межсезонными контрастами, что создавало неадекватные предпосылки для формирования биохимического состава плодов интродуцентов, определяющего их питательную и витаминную ценность, а также органолептические свойства. Для установления межвидовых различий степени его зависимости от гидротермического режима сезона было проведено сравнительное исследование в многолетнем цикле наблюдений усредненных в таксономических рядах интродуцентов значений коэффициентов варьирования параметров накопления в плодах полезных веществ разной химической природы – органических кислот, углеводов и биофлавоноидов. Сравнительный анализ данных материалов давал возможность установить, какие характеристики биохимического состава плодов более, а какие – менее

устойчивы к внешним воздействиям, равно как и определить интегральную степень устойчивости к ним в этом плане каждого изучаемого вида плодовых культур. Ведь по общепринятому мнению, степень варьирования того или иного признака косвенно указывает на уровень его зависимости от исследуемых факторов (в нашем случае – метеорологических), т. е. чем выше коэффициент вариации, тем сильнее эта зависимость, и наоборот. Учитывалось также, по оценкам С. Н. Сеннова и В. Ф. Ковязина [2], что изменчивость ряда для биологических объектов считается малой, если находится в пределах 11–30 %, и большой, если превышает 31 %. При рассмотрении же анализируемой информации мы должны были принять во внимание активную реакцию интродуцентов на характер погодных условий вегетационного периода, позволяющую в определенной мере противостоять им и регулировать биохимический состав генеративных органов в пределах генетически детерминированных диапазонов варьирования каждого признака. Это дало основание сузить обозначенные выше границы малой изменчивости ряда для рассматриваемых показателей до 11 %. Соответственно, ее средний диапазон характеризовался уровнем вариабельности в пределах 11–20 %, а максимальный – свыше 20 %. Принятая градация уровней изменчивости анализируемых признаков совпадает с рекомендуемой Г. Н. Зайцевым [3] для биологических объектов.

Результаты и их обсуждение. Следует отметить, что в современном плодоводстве наиболее активно и всесторонне изучается жимолость, ресурсный и селекционный потенциал которой огромен в России [4], значительный интерес к культуре проявляется в Польше [5], Литве [6], Дагестане [7] и других странах и регионах. Несомненно, перспективной культурой плодоводства благодаря своему биохимическому составу [8] и простой агротехнике является хеномелес. В современной литературе значительное место уделяется шиповнику, особенно в ресурсоведческом [9] и селекционном плане, а также в агротехническом [10]. На лидирующие позиции выходит рябина. Изучение и освоение этой культуры активно ведется в различных регионах России [11]. Биохимические и технологические аспекты [12], изучаемые в этой стране, позволяют с уверенностью утверждать, что при комплексном подходе к проблеме эта культура может стать промышленной и в Беларуси. Калина активно изучается в России, в том числе с точки зрения репродукции, селекционного улучшения. Биохимическая и агробиологическая вариабельности различных генотипов калины обыкновенной детально исследованы в Литве [13].

Как следует из табл. 1 и 2, большинство (43–69 %) из 16 показателей биохимического состава плодов исследуемых видов плодовых культур в условиях Беларуси характеризовалось высоким ($V > 20\%$) уровнем вариабельности в многолетнем цикле наблюдений, тогда как на долю признаков со средним ($V = 11–20\%$) и низким ($V < 11\%$) ее уровнями приходилось 6–38 и 12–38 % соответственно.

Т а б л и ц а 1. Долевое участие характеристик биохимического состава плодов интродуцентов с разным уровнем изменчивости в многолетнем цикле наблюдений, %

Уровень изменчивости (V)	<i>Lonicera edulis</i> Turcz.ex Freyn.	<i>Chaenomeles maulei</i> Mast. C. K. Schneid	<i>Rosa rugosa</i> L.	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	<i>Viburnum opulus</i> L.
Малый ($V < 11\%$)	19	25	12	38	12
Средний ($V = 11–20\%$)	38	6	25	6	19
Высокий ($V > 20\%$)	43	69	63	56	69

Вместе с тем степень зависимости анализируемых признаков от комплексного воздействия абиотических факторов у исследуемых видов плодовых культур была неодинаковой. Так, наиболее выразительные межсезонные различия в накоплении в плодах сухих веществ и свободных органических кислот характеризовали *Sorbus aucuparia*, в меньшей степени *Viburnum opulus* и *Rosa rugosa*. Заметим, что в последнем случае, как и у *Lonicera edulis*, выявлена также существенная зависимость от абиотических факторов содержания в плодах аскорбиновой кислоты. Обращает на себя внимание весьма слабое влияние гидротермического режима сезона на общее содержание растворимых сахаров в плодах *Lonicera edulis*, *Sorbus aucuparia* и *Viburnum opulus*. Данный интегральный эффект в двух первых случаях был обусловлен слабой зависимостью от абиотических факторов содержания обеих моноз, тогда как в последнем – фруктозы и дисаха-

Т а б л и ц а 2. Усредненные в многолетнем цикле наблюдений значения коэффициентов вариации количественных характеристик биохимического состава плодов малораспространенных культур плодовоговодства, %

Показатель	<i>Lonicera edulis</i> Turcz. ex Freyn.	<i>Chaenomeles maulei</i> Mast. C. K. Schneid	<i>Rosa rugosa</i> L.	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	<i>Viburnum opulus</i> L.
Сухие вещества	10,2	2,3	13,7	22,2	18,1
Свободные органические кислоты	16,9	8,2	22,5	36,2	22,9
Аскорбиновая кислота	38,7	8,4	27,9	11,9	14,8
Глюкоза	11,9	65,0	24,1	0	21,0
Фруктоза	11,8	6,2	30,0	1,3	8,8
Сахароза	40,4	93,4	31,8	30,3	13,4
Сумма растворимых сахаров	10,7	35,8	21,4	3,6	6,6
Фруктоза/глюкоза	6,7	59,6	51,4	4,0	22,2
Монозы/дисахарид	43,6	77,5	13,3	35,1	21,4
Сахарокислотный индекс	14,7	40,1	13,3	35,4	29,1
Антоциановые пигменты	56,6	60,2	16,9	60,1	38,6
Катехины	31,0	15,8	66,2	99,4	106,8
Флавонолы	14,1	56,0	2,0	10,1	27,4
Флавонолы/катехины	26,0	45,9	62,2	93,3	96,6
Сумма биофлавоноидов	19,4	44,8	26,9	53,4	53,3
Фенолкарбоновые кислоты	20,3	60,0	6,0	7,1	37,9
V, % средн.	23,3	42,4	26,8	31,5	33,7

рида. Наиболее выразительно межсезонные различия в суммарном накоплении в плодах растворимых сахаров проявились у *Chaenomeles maulei* и в меньшей степени у *Rosa rugosa*. У первого вида это было связано с исключительно сильной зависимостью от погодных факторов содержания в них глюкозы и особенно сахарозы, на фоне ее слабого проявления у такового фруктозы. У второго вида данный интегральный эффект был обусловлен высокой степенью зависимости от гидротермического режима сезона содержания в плодах всех трех фракций растворимых сахаров, при этом наиболее значительные межсезонные различия показателя сахарокислотного индекса плодов были отмечены у *Chaenomeles maulei* и в меньшей степени у *Sorbus aucuparia* и *Viburnum opulus*.

Весьма высокой степенью зависимости от абиотических факторов у исследуемых видов плодовых культур, особенно у *Sorbus aucuparia* и *Viburnum opulus*, характеризовались параметры общего накопления в плодах биофлавоноидов. При этом если у *Rosa rugosa* и *Viburnum opulus* это было связано, прежде всего, с исключительно сильным влиянием гидротермического режима сезона на содержание катехинов, то у остальных видов существенный вклад в проявление данного эффекта был обеспечен столь же сильным его влиянием на накопление в плодах преимущественно антоциановых пигментов. При этом у *Chaenomeles maulei* это сочеталось с выраженной зависимостью от погодных условий параметров накопления флавонолов, тогда как у *Sorbus aucuparia* – катехинов.

В ряду исследуемых видов плодовых культур наиболее выразительные межсезонные различия в содержании в плодах фенолкарбоновых кислот установлены у *Viburnum opulus* и особенно у *Chaenomeles maulei*, тогда как наименее выразительные – у *Rosa rugosa* и *Sorbus aucuparia*.

Многолетний характер исследований позволил также выявить виды плодовых культур, обладающие наибольшей и, соответственно, наименьшей интегральной устойчивостью биохимического состава плодов к внешним воздействиям. В этой связи для каждого из них были определены средние для совокупности анализируемых признаков значения коэффициентов вариации, дающие общее представление о степени изменчивости в многолетнем цикле наблюдений биохимического состава их плодов в целом. Как следует из табл. 2, диапазон изменения указанных коэффициентов составлял 23,3–42,4 % при расхождении крайних позиций в 1,8 раза. Наиболее высокие значения данного показателя установлены для *Chaenomeles maulei*, что свидетельствовало о наиболее сильной у этого вида зависимости биохимического состава плодов от гидротермического режима сезона. Примерно в 1,3 раза уступали ему в степени данной зависимости

Sorbus aucuparia и *Viburnum opulus*, и наибольшей устойчивостью биохимического состава плодов к комплексному воздействию абиотических факторов характеризовались *Rosa rugosa* и *Lonicera edulis*.

Заключение. Исследованиями установлено, что степень зависимости характеристик биохимического состава плодов интродуцентов от комплексного воздействия абиотических факторов определяется их видовой принадлежностью и химической природой органических соединений. Наиболее выразительно межсезонные различия в содержании в плодах сухих веществ и свободных органических кислот проявились у *Sorbus aucuparia*, аскорбиновой кислоты – у *Rosa rugosa* и *Lonicera edulis*, растворимых сахаров – у *Chaenomeles maulei*, в органолептических свойствах плодов – у *Chaenomeles maulei*. Весьма высокой степенью зависимости от абиотических факторов у исследуемых видов плодовых культур, особенно у *Sorbus aucuparia* и *Viburnum opulus*, характеризовались параметры общего накопления в плодах биофлавоноидов. Показано, что у *Rosa rugosa* и *Viburnum opulus* это связано с исключительно сильным влиянием гидротермического режима сезона на содержание в них катехинов, тогда как у остальных видов – на содержание антоциановых пигментов, причем у *Chaenomeles maulei* это сочеталось с выраженной зависимостью от него параметров накопления флавонолов, а у *Sorbus aucuparia* – катехинов.

Наиболее выразительные межсезонные различия в содержании в плодах фенолкарбоновых кислот установлены у *Viburnum opulus* и особенно у *Chaenomeles maulei*.

Соответственно, наиболее слабое влияние абиотических факторов на содержание в плодах сухих веществ, свободных органических и аскорбиновой кислот, установлено у *Chaenomeles maulei*, общее количество растворимых сахаров – у *Lonicera edulis*, *Viburnum opulus* и особенно *Sorbus aucuparia*, в том числе глюкозы – у *Sorbus aucuparia*, фруктозы – у *Viburnum opulus*, *Chaenomeles maulei* и особенно *Sorbus aucuparia*, дисахарида – у *Viburnum opulus*. Наиболее слабой зависимостью от гидротермического режима сезона характеризовались параметры общего накопления в плодах Р-витаминов у *Lonicera edulis*, в том числе антоциановых пигментов – у *Rosa rugosa*, катехинов – у *Chaenomeles maulei*, флавонолов, как и фенолкарбоновых кислот, – у *Rosa rugosa* и *Sorbus aucuparia*.

Наиболее существенное влияние абиотических факторов на биохимический состав плодов в целом выявлено у *Chaenomeles maulei*, тогда как наиболее слабое – у *Rosa rugosa* и *Lonicera edulis* при промежуточном положении в этом ряду *Sorbus aucuparia* и *Viburnum opulus*.

Литература

1. Гаранович, И. М. Биохимический состав малораспространенных культур садоводства в условиях Беларуси / И. М. Гаранович, Ж. А. Рупасова, В. А. Игнатенко. – Минск: Право и экономика, 2007. – 135 с.
2. Сеннов, С. Н. Лесоводство: учеб. пособие / С. Н. Сеннов, В. Ф. Ковязин. – Л.: ЛТА, 1990. – 91 с.
3. Зайцев, Г. Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике / Г. Н. Зайцев. – М.: Наука, 1984. – 424 с.
4. Брыскин, Д. М. Подбор сортообразцов жимолости для создания интенсивных насаждений в условиях Центрального Черноземья / Д. М. Брыскин // Научные ведомости Белорус. гос. ун-та. Сер. естеств. наук. – 2008. – № 6. – С. 18–27.
5. Smolik, M. Genetic Variability of Polish and Russian Accessions of cultivated blue Honeysuckle (*Lonicera caerulea*) / M. Smolik, I. Ochmian, J. Grajkowski // Central European Journal of Genetic. – 2010. – Vol. 46, N 8. – P. 960–966.
6. Наугжемис, Д. Интродукция и изучение голубой жимолости (*Lonicera* L., подсекция *Caeruleae* Rend.) в Ботаническом саду Вильнюсского университета / Д. Наугжемис, С. Жилинскайте, Д. Жвингила // Интродукция нетрадиционных и редких растений: 8-я Междунар. науч.-метод. конф. – Мичуринск, 2008. – С. 125–127.
7. Габимова, А. Р. Сорты жимолости *L. caerulea* L. как новая перспективная ягодная культура для Дагестана / А. Р. Габимова, З. М. Асадулаев // Интродукция растений: теоретические, методические и прикладные проблемы: материалы междунар. конф., посвященной 70-летию Ботанического сада-института МарГТУ и 70-летию проф. М. М. Котова. – Йошкар-Ола. – 2009. – С. 273–275.
8. Кондратьева, В. М. Культура айвы японской (*Chaenomeles japonica*) в Северо-западном районе России / В. М. Кондратьева, И. К. Плоните // Современные проблемы эволюционной биологии: междунар. науч.-практ. конф., посвященная 200-летию со дня рождения Ч. Дарвина и 150-летию выхода в свет «Происхождение видов...» – Брянск, 2009. – С. 320–323.
9. Анцупова, Т. П. Сырьевые ресурсы шиповника на территории Бурятии / Т. П. Анцупова, Е. П. Павлова // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века: материалы 12-го Съезда Русского ботанического общества. – Ч. 3. – Петрозаводск, 2008. – С. 263.

10. Юсуфов, Г. А. Биология размножения интродуцированных видов шиповника в горном Ботаническом саду ДНЦ РАН / Г. А. Юсуфов // Юг России: экол., развитие. – 2009. – № 1. – С. 28–30.

11. Егошина, Т. Л. Особенности плодоношения и ресурсы *Sorbus aucuparia* в Кировской области / Т. Л. Егошина // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века: материалы 12-го Съезда Русского ботанического общества. – Ч. 3. – Петрозаводск, 2008. – С. 227–280.

12. Абдуллина, Р. Г. Вегетативное размножение рябин / Р. Г. Абдуллина // Интродукция растений: теоретические методические и прикладные проблемы: Материалы междунар. конф., посвященной 70-летию Ботанического сада-института МарГТУ и 70-летию проф. М. М. Котова. – Йошкар-Ола, 2009. – С. 122.

13. Cesoniene, L. Biochemical and agro-biological diversity of *Viburnum opulus* genotypes / L. Cesoniene, R. Daubaras etc. // Central European Journal of Biology. – 2010. – N 5(6). – P. 811–871.

Zh. A. RUPASOVA, V. V. TITOK, I. M. GARANOVICH, T. V. SHPITALNAYA, T. I. VASILEVSKAYA,
N. P. VARAVINA, N. B. KRINITSKAYA

INTERSPECIES DIFFERENCES IN THE DEGREE OF DEPENDENCE OF BIOCHEMICAL COMPOSITION OF FRUIT OF MINOR CROPS ON ABIOTIC FACTORS UNDER THE CONDITIONS OF BELARUS

Summary

Interspecies differences in the degree of dependence on seasonal hydrothermal conditions of the parameters of accumulation of a number of organic acids, carbohydrates and bioflavonoides in fruit of *Lonicera edulis* Turcz. ex Freyn, *Chaenomeles maulei* (Mast.) C. K. Schneid, *Rosa rugosa* L., *Sorbus aucuparia* L., *Viburnum opulus* L. are identified.

It is shown that according to long-term observations the biochemical composition of fruit of *Rosa rugosa* L. and *Lonicera edulis* Turcz. ex Freyn has the greatest stability, of *Chaenomeles maulei* Mast. C. K. Schneid – the lowest stability and of *Sorbus aucuparia* L. and *Viburnum opulus* L. – the intermediate one.