

УДК 582.711.712+634.745]631.529:581.19

ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА НА БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПЛОДОВ ШИПОВНИКА И КАЛИНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В БЕЛАРУСЬ

Ж.А. Рупасова¹, И.М. Гаранович¹, Т.В. Шпитальная¹, Т.И. Василевская¹,
Н.П. Варавина¹, Н.Б. Криницкая¹, Л.В. Легкая², В.В. Титок¹

¹ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси»,

ул. Сурганова, 2в, г. Минск, 220012, Беларусь,

e-mail: J.Rupasova@cbg.org.by

²РУП «Институт плодоводства»

ул. Ковалева, 2, аг. Самохваловичи, Минский район, 223013, Беларусь,

e-mail: berry@belsad.by

РЕЗЮМЕ

В статье представлены результаты сравнительного исследования биохимического состава плодов 5 интродуцированных сортов шиповника российской селекции – *Глобус*, *Крупноплодный*, *Воронцовский-1*, *Воронцовский-2* и *Российский-2*, а также 5 форм калины обыкновенной – природной, широко распространенной на территории Беларуси и 4 гибридов российской селекции – №1-11, №2-11, №3-11, №4-11 в контрастные по влагообеспеченности, но сходные по температурному режиму сезоны 2011 и 2012 гг. Показано, что при дефиците влаги у представителей обоих видов наблюдалось преимущественное обогащение плодов пектиновыми веществами, биофлавоноидами, в том числе лейкоантоцианами и катехинами, дубильными веществами, азотом и фосфором, на фоне их обеднения калием, фенолкарбоновыми кислотами и растворимыми сахарами, при снижении показателя сахарокислотного индекса и отсутствии изменений в содержании сухих веществ. Вместе с тем в ориентации межсезонных различий в содержании аскорбиновой и свободных органических кислот, собственно антоцианов и флавонолов у данных видов были выявлены противоположные тенденции, что можно объяснить, как большей продолжительностью периода созревания плодов калины обыкновенной, так и видоспецифичностью ответной реакции интродуцентов на изменение гидротермического режима сезона.

Показано, что условия жаркого и засушливого второго сезона способствовали улучшению качества плодов большинства таксонов обоих видов. Среди сортов шиповника наиболее высоким интегральным уровнем увеличения питательной и витаминной ценности плодов, по сравнению с избыточно увлажненным сезоном, обладали сорта *Воронцовский-2*, и особенно *Воронцовский-1*, тогда как наименьшим, причем одинаковым – сорта *Крупноплодный* и *Российский-2*. В таксономическом ряду калины обыкновенной наиболее выраженным улучшением качества плодов и наибольшей лабильностью их биохимического состава характеризовалась адаптированная к местным условиям ее дикорастущая форма, тогда как ухудшением качества плодов были отмечены гибриды №1-11 и №2-11.

Ключевые слова: погодные условия, шиповник, калина, таксоны, плоды, биохимический состав, органические кислоты, углеводы, фенольные соединения, макроэлементы, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшей задачей плодоводства в Республике Беларусь является не только широкомасштабное культивирование нетрадиционных видов древесно-кустарниковых 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. Ключевым аспектом этой деятельности является пополнение генофонда нетрадиционных для республики хозяйственно ценных видов растений, перспективных в качестве источников лекарственного и пищевого растительного сырья. Реализация этой задачи возможна как на основе отбора природных форм из естественных популяций, так и в результате их селекционного улучшения.

Особое место в ряду интродуцентов, являющихся потенциальными объектами лечебного садоводства, занимают шиповник и калина обыкновенная, плоды которых из-за богатства биохимического состава издавна используются в пищевых и медицинских целях [2, 3, 6, 11, 17]. По нашим предварительным оценкам, данные виды характеризуются в условиях Беларуси значительным накоплением широкого спектра физиологически ценных веществ, в том числе свободных органических, аскорбиновой и фенолкарбоновых кислот, моносахаридов, биофлавоноидов, танинов, а также ряда химических элементов, что делает их весьма привлекательными для комплексного практического использования, особенно в постчернобыльской ситуации [1].

Важнейшим аспектом исследований, связанных с сортоизучением этих растений, является оценка биохимического состава плодов в многолетнем цикле наблюдений, дающая представление не только о его генотипических особенностях, но и о степени зависимости от погодных условий вегетационного периода. Рассмотрение данного аспекта ответной реакции интродуцентов на комплексное воздействие метеорологических факторов представляется нам весьма актуальным, поскольку крайне неустойчивый характер погодных условий вегетационного периода, свойственный Белорусскому региону, может заметно повлиять на темпы накопления данных соединений и тем самым оказать корригирующее действие на витаминную ценность плодов.

Целью данной работы являлось установление генотипических различий степени зависимости биохимического состава плодов интродуцированных таксонов шиповника и калины обыкновенной от погодных условий вегетационного периода.

МЕТОДИКА И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве объектов исследований, выполненных в 2011-2012 гг., были привлечены 5 интродуцированных сортов шиповника российской селекции – *Глобус*, *Крупноплодный*, *Воронцовский-1*, *Воронцовский-2* и *Российский-2*, а также 5 форм калины обыкновенной – природная, широко распространенная на территории Беларуси, а также 4 гибрида российской селекции – №1-11, №2-11, №3-11, №4-11. Годы исследований в период созревания плодов в июле – сентябре характеризовались повышенным температурным фоном и в основном различались по режиму увлажнения. Первый из них был отмечен

чрезвычайным обилием атмосферных осадков в июле (в 1,7 раза выше нормы), умеренным их количеством в августе и существенным дефицитом в сентябре. Во втором же сезоне данный период отличался выраженным дефицитом влаги в июле и сентябре, при крайне неравномерном выпадении атмосферных осадков в августе, с превышением их средней нормы на 16 %.

Исследование биохимического состава плодов исследуемых таксонов шиповника и калины обыкновенной осуществляли по широкому спектру показателей, относящихся к разным классам действующих веществ. В свежих усредненных пробах зрелых плодов определяли содержание: сухих веществ – по ГОСТу 8756.2-82 [9]; аскорбиновой кислоты (витамина С) – стандартным индофенольным методом [8]; титруемых кислот (общей кислотности) – объемным методом [8]. В высушенных при температуре +65 °С усредненных пробах плодов определяли содержание химических элементов: азота, фосфора, калия по методу К.П. Фоменко и Н.Н. Нестерова [16]; растворимых сахаров – ускоренным полумикрометодом [13]; пектиновых веществ (водорастворимого пектина и протопектина) – карбазольным методом [8]; суммы антоциановых пигментов – по методу Т. Swain, W.E. Hillis [19], с построением градуировочной кривой по кристаллическому цианидину, полученному из плодов аронии черноплодной и очищенному по методике Ю.Г. Скориковой и Э.А. Шафтан [15], собственно антоцианов – по методу Л.О. Шнаймана и В.С. Афанасьевой [18]; суммы флавонолов – фотоэлектроколориметрическим методом [8]; суммы катехинов – фотометрическим методом с использованием ванилинового реактива [4]; фенолкарбоновых кислот (в пересчете на хлорогеновую) – методом нисходящей хроматографии на бумаге [10]; дубильных веществ – титрометрическим методом Левенталя [12].

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

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Двухлетние исследования биохимического состава плодов интродуцированных сортов шиповника позволили выявить заметно различающиеся в годы наблюдений диапазоны варьирования в таксономическом ряду его количественных характеристик, что было обусловлено влиянием погодных условий вегетационного периода на темпы накопления определявшихся соединений (таблица 1).

Заметим, что в период созревания плодов шиповника в июле-августе в 2012 г. погодные условия отличались от таковых в предыдущем сезоне, главным образом, по количеству атмосферных осадков. Если годом ранее данный период был теплее нормы и весьма дождливым, то во втором сезоне он, при повышенном температурном фоне, оказался весьма засушливым, с острым дефицитом влаги в июле и сентябре и неравномерным выпадением осадков в августе.

Таблица 1 – Диапазоны варьирования в таксономическом ряду шиповника количественных характеристик биохимического состава плодов в годы наблюдений (в сухом веществе)

Показатель	2011 г.	2012 г.
Сухие вещества, %	17,3-26,9	18,0-24,7
Своб. органич. кислоты, %	7,9-9,3	7,5-9,3
Аскорбиновая кислота, мг/100 г	3307,2-8185,6	3974,5-6493,4
Сумма раствор. сахаров, %	30,0-44,3	26,3-37,0
Сахарокислотный индекс	3,2-5,6	3,2-4,8
Гидропектин, %	5,7-6,1	5,8-7,4
Протопектин, %	5,3-7,8	5,9-8,4
Сумма пектин. веществ, %	11,1-13,9	12,6-15,0
Протопектин/Гидропектин	0,9-1,3	0,8-1,3
Собств. антоцианы, мг/100 г	0-315,0	3,5-227,5
Лейкоантоцианы, мг/100 г	2224,4-6338,1	2408,0-11238,5
Сумма антоциан. пигм., мг/100 г	2224,4-6653,1	2411,5-11466,0
Катехины, мг/100 г	1375,1-8736,0	1296,8-6840,2
Флавонолы, мг/100 г	1315,4-1698,1	1138,6-1520,7
Флавонолы/Катехины	0,2-1,0	0,2-1,2
Сумма биофлавоноидов, мг/100 г	4925,0-17087,2	5978,7-19444,8
Фенолкарбон. кислоты, мг/100 г	950,0-1694,4	708,3-1300,0
Дубильные вещества, %	3,9-13,6	6,4-17,4
Азот, %	1,14-1,47	1,09-1,46
Фосфор, %	0,23-0,35	0,22-0,33
Калий, %	3,42-3,90	3,06-3,85

Как следует из таблицы 1, в условиях сезона 2012 г. содержание сухих веществ в свежих плодах шиповника, как и содержание в их сухой массе свободных органических кислот, изменялось в сходных с предыдущим сезоном диапазонах значений. При этом исследуемые сорта шиповника, как и годом ранее, характеризовались чрезвычайно высоким содержанием в плодах аскорбиновой кислоты, но вместе с тем несколько меньшим, чем в предыдущем сезоне, содержанием фенолкарбоновых кислот.

Экстремальный характер погодных условий чрезвычайно жаркого и засушливого сезона 2012 г. не оказал сколь-либо заметного влияния на накопление в плодах сухих веществ, но вместе с тем способствовал преимущественному снижению на 5-12 %, по сравнению с предыдущим сезоном, содержания в них свободных органических кислот, и лишь для сорта *Российский-2* было показано его увеличение на 20 % (таблица 2).

Таблица 2 – Межсезонные (2012-2011 гг.) различия в содержании сухих веществ и органических кислот в плодах интродуцированных сортов шиповника, %

Сорт	Сухие вещества	Свободные органические кислоты	Аскорбиновая кислота	Фенолкарбоновые кислоты
<i>Глобус</i>	–	-11,8	+9,6	-19,3
<i>Крупноплодный</i>	–	–	-17,0	-25,4
<i>Воронцовский-1</i>	–	-5,4	-20,7	+13,0
<i>Воронцовский-2</i>	–	-5,1	+27,3	-31,1
<i>Российский-2</i>	-8,2	+17,7	+20,2	-26,7

Примечание. – Прочерк означает отсутствие статистически значимых по t-критерию Стьюдента межсезонных различий при $p < 0,05$.

При этом межсезонные различия параметров накопления в плодах аскорбиновой кислоты имели неоднозначный характер. Так, если у сортов Глобус, Воронцовский-2 и Российский-2 наблюдалось их увеличение на 10-27 %, то у сортов Крупноплодный и Воронцовский-1, напротив, отмечено их снижение на 17-21 %, что свидетельствует о сортоспецифичности ответной реакции исследуемых таксонов шиповника на действие абиотических факторов. Что касается фенолкарбоновых кислот, то в большинстве случаев было отмечено снижение их содержания на 19-31 %, и лишь у сорта Воронцовский-1, напротив, его увеличение на 13 %.

Общеизвестно, что сухая и теплая погода, как правило, способствует активизации накопления растворимых сахаров в генеративных органах растений. Однако вопреки ожиданиям, на фоне жаркой солнечной погоды в июле 2012 г. их содержание в плодах шиповника варьировалось в таксономическом ряду в диапазоне более низких, чем годом ранее, значений (таблица 1). Очевидно, наблюдавшийся в это время чрезвычайный дефицит влаги оказал ингибирующее влияние на биосинтез данных углеводов, в результате чего их содержание в плодах большинства сортов данного вида на 7-24 % уступало таковому в предыдущем сезоне, характеризовавшемся аналогичным температурным фоном, но избыточным количеством атмосферных осадков (таблица 3). Лишь в единичном случае – у сорта *Крупноплодный* межсезонных различий по данному признаку выявлено не было, тогда как у остальных таксонов шиповника их относительные размеры составляли 7-24 %. Поскольку темпы снижения содержания в плодах растворимых сахаров заметно превышали таковые титруемых кислот, то в большинстве случаев наблюдалось ухудшение их органолептических свойств, на что указывали на 10-30 % более низкие, чем в предыдущем сезоне, значения сахарокислотного индекса.

Таблица 3 – Межсезонные (2012-2011 гг.) различия в содержании растворимых сахаров и пектиновых веществ в плодах интродуцированных сортов шиповника, %

Сорт	Растворимые сахара	Сахарокислотный индекс	Гидропектин	Протопектин	Сумма пектиновых веществ
<i>Глобус</i>	-24,2	-13,5	+13,8	+7,7	+10,3
<i>Крупноплодный</i>	–	–	+21,3	-24,4	–
<i>Воронцовский-1</i>	-6,7	–	–	+23,6	+10,5
<i>Воронцовский-2</i>	-12,1	-9,5	+12,1	+30,9	+20,2
<i>Российский-2</i>	-18,7	-30,4	+15,8	+26,4	+19,8

Примечание. – Прочерк означает отсутствие статистически значимых по t-критерию Стьюдента межсезонных различий при $p < 0,05$.

При этом общее содержание пектиновых веществ в плодах шиповника варьировалось в таксономическом ряду в диапазоне более высоких, чем годом ранее, значений (таблица 1). Нетрудно убедиться, что, в отличие от растворимых сахаров, биосинтез пектиновых веществ на фоне погодных условий вегетационного периода 2012 г. протекал заметно активней, чем в предыдущем сезоне, что способствовало увеличению в плодах их общего количества на 10-20 % (таблица 3). При этом в большинстве случаев наблюдалось увеличение содержания в них обеих фракций пектинов, и лишь у сорта *Крупноплодный* активизация накопления гидропектина полностью нивелировалась идентичным по относительным размерам снижением содержания протопектина. Наиболее же выразительно межсезонные различия в накоплении в плодах пектиновых веществ проявились у сортов *Воронцовский-2* и *Российский-2*.

Следует заметить, что аналогичный наблюдавшемуся в данном сезоне у шиповника характер изменений в содержании в плодах титруемых кислот, растворимых сахаров и пектиновых веществ установлен также для одновременно созревающих с ним таксонов рода *Vaccinium* в Витебской обл. Это однозначно указывает на однотипность ответной реакции разных видов растений при формировании биохимического состава плодов на сходное влияние абиотических факторов.

Вместе с тем плоды исследуемых сортов шиповника оказались существенно богаче биофлавоноидами, по сравнению с предыдущим сезоном, при сохранении выраженных генотипических различий в их накоплении (таблица 1). Доминирующее положение в биофлавоноидном комплексе плодов шиповника, как и годом ранее, принадлежало восстановленным соединениям и, в первую очередь, лейкоформам антоциановых пигментов, обнаружившим увеличение в его составе, по сравнению с предыдущим сезоном, их долевого участия до 40-60 %, на фоне снижения такового катехинов до 19-36 % и в меньшей степени флавонолов (до 6-23 %). При этом, как и годом ранее, плоды шиповника характеризовались мизерным содержанием собственно антоцианов.

Показанное выше снижение в плодах шиповника во втором сезоне содержания растворимых сахаров, очевидно, было обусловлено расходом значительной части данных углеводов, как трофического и энергетического ресурса, на биосинтез в них биофлавоноидов, суммарное количество которых, по нашим оценкам, возросло на 14-55 %, что указывало на значительное усиление их Р-витаминной активности (таблица 4). Вместе с тем данный интегральный эффект был обусловлен преимущественной активизацией накопления лейкоантоцианов, содержание которых в плодах всех без исключения таксонов шиповника увеличилось на 8-78 %, при наибольших, причем выраженных в равной степени, межсезонных различиях у сортов *Глобус*, *Воронцовский-1* и *Российский-2* и наименьших у сорта *Воронцовский-2*.

Таблица 4 – Межсезонные (2012-2011 гг.) различия в содержании фенольных соединений в плодах интродуцированных сортов шиповника, %

Сорт	Лейкоантоцианы	Катехины	Флавонолы	Сумма биофлавоноидов	Дубильные вещества
<i>Глобус</i>	+74,5	+50,0	–	+54,9	+31,3
<i>Крупноплодный</i>	+39,2	–	+13,6	+22,0	+64,1
<i>Воронцовский-1</i>	+77,7	–	–	+30,9	+41,4
<i>Воронцовский-2</i>	+8,3	+57,1	–	+21,4	+72,6
<i>Российский-2</i>	+77,3	-21,7	-32,9	+13,8	+27,9

Примечание. – Прочерк означает отсутствие статистически значимых по t-критерию Стьюдента межсезонных различий при $p < 0,05$.

При этом в первом и последнем случаях активизация накопления лейкоантоцианов сопровождалась существенным увеличением (на 50 и 57 %) содержания в плодах еще одной фракции восстановленных полифенолов – катехинов, тогда как у сорта *Российский-2*, напротив, было отмечено его снижение на 22 %, на фоне отсутствия сколь-либо значимых межсезонных различий по данному признаку у сортов *Крупноплодный* и *Воронцовский-1*. Вместе с тем у последнего, как и у сортов *Глобус* и *Воронцовский-2*, не было выявлено подобных различий также в накоплении в плодах флавонолов, тогда как для сорта *Крупноплодный* во втором сезоне было показано на 14 % более высокое, а для сорта *Российский-2*, напротив, на 33 % более низкое содержание последних, по сравнению с предыдущим сезоном.

Причина столь выраженного сдвига в фенольном метаболизме плодов шиповника в условиях сезона 2012 г. в пользу накопления лейкоантоцианов, на наш взгляд, связана с особой физиологической ролью этих соединений. Общеизвестно, что при неблагоприятном воздействии абиотических факторов в растении срабатывает ряд защитных механизмов, одним из которых является активизация дыхательного процесса, в котором антоциановые пигменты принимают непосредственное участие в качестве переносчиков электронов от дыхательного материала (жиров, сахаров и др.) на кислород воздуха [5]. На наш взгляд, в условиях аномальной жары, при недостатке влаги, в целях получения дополнительной энергии для поддержания метаболизма созревающих плодов, у исследуемых растений возникла необходимость в ускорении переработки дыхательных субстратов. В свою очередь, это потребовало активизации терминальных оксидаз, обеспечиваемой усилением биосинтеза антоциановых пигментов. Это положение согласуется с показанным выше существенным снижением во второй год наблюдений содержания в плодах шиповника растворимых сахаров, а у некоторых таксонов также органических кислот.

Для дубильных веществ, содержание которых коррелировало с таковым биофлавоноидов, во втором сезоне также было показано на 28-73 % более активное, чем годом ранее, их накопление в плодах шиповника (таблица 4).

Как видим, экстремальный характер погодных условий жаркого и засушливого сезона 2012 г. оказал заметное влияние на формирование фенольного комплекса плодов шиповника, что проявилось в весьма значительном увеличении в них, по сравнению с предыдущим сезоном, не только содержания танинов, особенно у сортов *Крупноплодный* и *Воронцовский-2*, но и общего количества биофлавоноидов, за счет активизации биосинтеза восстановленных соединений, главным образом, лейкоантоцианов и в меньшей степени катехинов, при наибольшей выразительности данного эффекта у сорта *Глобус* и наименьшей у сорта *Российский-2*.

Содержание макроэлементов в сухой массе плодов шиповника варьировалось в таксономическом ряду в сходных с предыдущим сезоном диапазонах значений, что косвенно свидетельствовало о незначительном влиянии на их накопление гидротермического режима сезона (таблица 1). При этом ответная реакция исследуемых сортов шиповника на изменение последнего оказалась неоднозначной (таблица 5).

Таблица 5 – Межсезонные (2012-2011 гг.) различия в содержании макроэлементов в плодах интродуцированных сортов шиповника, %

Сорт	Азот	Фосфор	Калий
<i>Глобус</i>	+10,2	-5,7	-10,5
<i>Крупноплодный</i>	-8,2	–	-8,7
<i>Воронцовский-1</i>	–	+14,3	–
<i>Воронцовский-2</i>	–	+22,2	–
<i>Российский-2</i>	+24,3	+14,3	–

Примечание. – Прочерк означает отсутствие статистически значимых по t-критерию Стьюдента межсезонных различий при $p < 0,05$.

К примеру, у районированного сорта *Глобус* она проявилась в незначительной активизации накопления в плодах азота (в пределах 10 %) при столь же незначительном ингибировании поступления в них фосфора и калия. У сорта *Крупноплодный* отмечено обеднение плодов не более чем на 8-9 % азотом и калием, при отсутствии межсезонных различий в накоплении фосфора, тогда как у остальных таксонов шиповника, напротив,

наблюдалось усиление на 14-22 % аккумуляции последнего, на фоне отсутствия межсезонных различий в содержании двух других элементов, и лишь для сорта *Российский-2* было показано обогащение плодов азотом на 24 %.

Аналогичные двулетние исследования биохимического состава плодов природной и гибридных форм калины обыкновенной позволили выявить, как и в плодах шиповника, заметно различающиеся в годы наблюдений диапазоны варьирования в таксономическом ряду его количественных характеристик, что было обусловлено влиянием погодных условий вегетационного периода на темпы накопления определявшихся соединений (таблица 6).

Таблица 6 – Диапазоны варьирования в таксономическом ряду калины обыкновенной количественных характеристик биохимического состава плодов в годы наблюдений (в сухом веществе)

Показатель	2011 г.	2012 г.
Сухие вещества, %	17,7-19,2	18,1-19,5
Своб. органич. кислоты, %	11,5-16,7	13,5-16,5
Аскорбиновая кислота, мг/100 г	407,9-494,2	392,2-429,8
Сумма раствор. сахаров, %	36,1-52,3	24,0-32,7
Сахарокислотный индекс	2,2-4,6	1,8-2,3
Гидропектин, %	1,79-2,84	2,02-2,66
Протопектин, %	3,67-4,25	4,00-4,65
Сумма пектин. веществ, %	5,62-6,95	6,21-7,31
Протопектин/Гидропектин	1,4-2,2	1,7-2,2
Собств. антоцианы, мг/100 г	40,7-537,3	46,7-495,8
Лейкоантоцианы, мг/100 г	3010,0-4313,3	3776,0-4205,8
Сумма антоциан. пигм., мг/100 г	3050,7-4680,0	3861,0-4701,7
Катехины, мг/100 г	585,0-736,7	659,8-1430,0
Флавонолы, мг/100 г	1192,1-1593,8	1467,2-1912,6
Флавонолы/Катехины	2,0-2,3	1,3-2,2
Сумма биофлавоноидов, мг/100 г	5002,3-7010,5	6214,4-7540,9
Фенолкарбон. кислоты, мг/100 г	2405,6-3877,8	2500,0-3366,7
Дубильные вещества, %	6,11-8,19	6,53-8,02
Азот, %	0,70-0,87	0,78-1,00
Фосфор, %	0,17-0,22	0,22-0,23
Калий, %	1,26-1,94	1,22-1,67

Нетрудно убедиться, что в условиях сезона 2012 г. содержание сухих веществ в свежих плодах исследуемых таксонов калины обыкновенной, как и содержание в их сухой массе свободных органических и аскорбиновой кислот, изменялось в сходных с предыдущим сезоном и весьма узких диапазонах значений, что свидетельствовало о незначительном проявлении генотипических и межсезонных различий по данным признакам. Вместе с тем содержание в плодах калины фенолкарбонных кислот варьировалось в таксономическом ряду в более широком диапазоне, причем более низких, чем годом ранее, значений.

Как следует из таблицы 7, погодные условия вегетационного сезона 2012 г. не оказали сколь-либо заметного влияния на накопление в плодах калины сухих веществ, и лишь для гибрида №1-11 было показано увеличение, по сравнению с предыдущим сезоном, их содержания на 10 %, сочетавшееся с идентичным по относительным размерам обеднением его плодов свободными органическими кислотами, которое наиболее выразительно (на 19 %) проявилось в плодах гибрида №2-11. Во всех же остальных случаях, напротив, наблюдалось усиление на 10-23 % накопления в плодах титруемых кислот, что указывает на различия ответной реакции исследуемых таксонов калины на изменение погодных условий вегетационного периода. При этом во второй год наблюдений сходное по относительным размерам (на 15 %) снижение содержания в плодах аскорбиновой кислоты отмечено лишь у двух таксонов – природной формы и гибрида №3-11. Что касается фенолкарбоновых кислот, то их содержание в плодах большинства исследуемых форм калины в условиях сезона 2012 г. оказалось на 7-13 % ниже, чем в предыдущем сезоне, что указывает на преимущественное ингибирование процесса их биосинтеза.

Таблица 7 – Межсезонные (2012-2011 гг.) различия в содержании сухих веществ и органических кислот в плодах интродуцированных гибридных форм калины обыкновенной, %

Таксон	Сухие вещества	Свободные органические кислоты	Аскорбиновая кислота	Фенол-карбоновые кислоты
<i>Природная форма</i>	–	+20,4	-15,5	-11,6
№1-11	+10,2	-10,8	–	-13,2
№2-11	–	-19,2	–	-6,8
№3-11	–	+22,6	-15,4	-10,9
№4-11	–	+9,9	–	–

Примечание. – Прочерк означает отсутствие статистически значимых по t-критерию Стьюдента межсезонных различий при $p < 0,05$.

Как и в плодах шиповника, содержание растворимых сахаров в сухой массе плодов калины обыкновенной в условиях сезона 2012 г. варьировалось в таксономическом ряду в диапазоне более низких, чем годом ранее, значений (таблица 6). Очевидно, преобладание прохладной, дождливой и пасмурной погоды в сентябре, когда завершалось созревание плодов калины, не способствовало активному биосинтезу данных углеводов, что подтверждают данные таблицы 8. Как видим, в плодах всех без исключения таксонов калины наблюдалось снижение их содержания на 29-41 %, относительно предыдущего сезона, сопровождавшееся ухудшением их органолептических свойств. На это указывало снижение на 18-50 % показателя сахарокислотного индекса плодов, наиболее выраженное у трех объектов (природная форма, гибриды №3-11 и №4-11), характеризовавшихся усилением накопления в них свободных органических кислот (таблица 7).

Таблица 8 – Межсезонные (2012-2011 гг.) различия в содержании растворимых сахаров и пектиновых веществ в плодах интродуцированных гибридных форм калины обыкновенной, %

Таксон	Растворимые сахара	Сахаро-кислотный индекс	Гидро-пектин	Прото-пектин	Сумма пектиновых веществ
<i>Природная форма</i>	-29,3	-40,0	+48,6	+21,7	+30,1
№1-11	-39,3	-29,6	+7,8	+9,0	+8,6
№2-11	-33,5	-18,2	-20,4	+6,3	–
№3-11	-37,5	-50,0	+7,6	+6,1	+6,8
№4-11	-40,6	-47,5	-	+9,4	+7,4

Примечание. – Прочерк означает отсутствие статистически значимых по t-критерию Стьюдента межсезонных различий при $p < 0,05$.

Как и у сортов шиповника, обеднение плодов калины растворимыми сахарами происходило на фоне их обогащения пектиновыми веществами, проявившегося наиболее заметно у ее природной формы (на 30 %). При этом у гибридных форм калины межсезонные различия в накоплении в плодах пектинов проявились намного слабее, чем у последней, и не превышали 7-9 %, а у гибрида №2-11 они и вовсе не нашли статистического подтверждения. Заметим, что у природной формы калины обыкновенной, как и у гибридов №1-11 и №3-11, обогащение пектинового комплекса плодов происходило за счет активизации накопления обеих фракций данных углеводов, тогда как у гибридов №2-11 и №4-11 – исключительно в результате усиления биосинтеза протопектина.

Возвращаясь к таблице 6, нетрудно убедиться, что общее содержание биофлавоноидов в плодах исследуемых таксонов калины обыкновенной в условиях сезона 2012 г. варьировалось в диапазоне более высоких, чем годом ранее, значений, при сохранении доминирующего положения в их Р-витаминном комплексе лейкоантоцианов. При этом, как и у таксонов шиповника, в плодах ее природной и двух гибридных форм (№3-11 и №4-11) было установлено на 12-34 % более высокое, по сравнению с предыдущим сезоном, суммарное содержание биофлавоноидов, обусловленное активизацией биосинтеза в них всех фракций данных соединений (за исключением собственно антоцианов), при наибольшей выразительности выявленного эффекта у природной формы калины обыкновенной (таблица 9).

Таблица 9 – Межсезонные (2012-2011 гг.) различия в содержании фенольных соединений в плодах интродуцированных гибридных форм калины обыкновенной, %

Таксон	Собств. антоц.	Лейко-антоцианы	Сумма антоциановых пигментов	Катехины	Флавонолы	Сумма биофлавоноидов	Дубил. вещества
<i>Прир. форма</i>	-22,7	+20,9	+19,6	+124,5	+28,3	+33,6	+20,0
№1-11	-42,7	-10,8	-13,3	+33,2	+20,0	–	+22,8
№2-11	-57,2	-10,9	-13,0	+19,4	+19,4	–	-13,2
№3-11	–	+34,0	+33,7	+10,3	+8,9	+24,2	+6,9
№4-11	–	+9,3	+7,2	+20,6	+23,1	+11,5	+6,2

Примечание. – Прочерк означает отсутствие статистически значимых по t-критерию Стьюдента межсезонных различий при $p < 0,05$.

Вместе с тем для гибридов №1-11 и №2-11, несмотря на заметное обогащение их плодов и катехинами, и флавонолами, было показано отсутствие межсезонных различий в суммарном содержании в них Р-витаминов, что объясняется снижением на 11 % содержания доминирующей фракции данных веществ – лейкоантоцианов. Заметим, что у гибридных форм калины обыкновенной относительные размеры увеличения содержания в плодах катехинов и флавонолов характеризовались выраженным сходством, тогда как у ее природной формы межсезонные различия в содержании первых в 4,4 раза превышали таковые вторых, что вкупе с существенной активизацией биосинтеза в них лейкоантоцианов обеспечило показанное выше максимальное в таксономическом ряду увеличение общего выхода Р-витаминов.

Подобно биофлавоноидам, содержание в плодах калины дубильных веществ, являющихся их производными, варьировалось в таксономическом ряду в диапазоне более высоких, чем годом ранее, значений (таблица 6). Это косвенно свидетельствовало о стимулирующем биосинтез танинов влиянии погодных условий сезона 2012 г., что нашло подтверждение при анализе межсезонных различий параметров их накопления (таблица 9). У большинства форм калины обыкновенной во втором сезоне последние оказались выше, чем в первом на 6-23 %, при наибольших различиях у ее природной формы и гибрида №1-11.

Содержание азота и фосфора в сухой массе плодов калины обыкновенной в условиях сезона 2012 г. варьировалось в таксономическом ряду в области более высоких, а калия более низких, чем годом ранее, значений, что косвенно свидетельствовало о соответствующем влиянии гидротермического режима сезона на темпы накопления в них макроэлементов (таблица 6). При этом ответная реакция у исследуемых таксонов данного вида на изменение погодных условий оказалась неоднозначной (таблица 10). В частности, лишь у ее природной формы и гибрида №2-11 наблюдалось обогащение плодов азотом, при отсутствии межсезонных различий в его содержании у остальных гибридов. Как и у сортов шиповника, в плодах калины наблюдалось весьма выразительное (на 10-29 %) усиление аккумуляции фосфора, и лишь у гибрида №4-11 не было выявлено межсезонных различий в содержании не только данного, но и остальных элементов. Что касается калия, то для него, напротив, было показано преимущественное ослабление накопления на 8-22 %, при незначительной активизации данного процесса лишь у гибрида №2-11.

Таблица 10 – Межсезонные (2012-2011 гг.) различия в содержании макроэлементов в плодах интродуцированных гибридных форм калины обыкновенной, %

Таксон	Азот	Фосфор	Калий
<i>Природная форма</i>	+42,9	+29,4	-20,5
№1-11	–	+10,0	-21,7
№2-11	+14,9	+15,0	+6,4
№3-11	–	+22,2	-7,9
№4-11	–	–	–

Примечание. – Прочерк означает отсутствие статистически значимых по t-критерию Стьюдента межсезонных различий при $p < 0,05$.

При сопоставлении характера межсезонных различий в биохимическом составе плодов исследуемых таксонов шиповника и калины обыкновенной была установлена заметная общность тенденций в изменении содержания в них большинства определя-

шихся соединений. В частности, в условиях засушливого сезона 2012 г., по сравнению с чрезмерно увлажненным сезоном 2011 г., у представителей обоих видов наблюдалось преимущественное обогащение плодов пектиновыми веществами, лейкоантоцианами, катехинами и биофлавоноидами в целом, дубильными веществами, азотом и фосфором, на фоне их обеднения калием, фенолкарбоновыми кислотами и растворимыми сахарами, при снижении показателя сахарокислотного индекса и отсутствии изменений в содержании сухих веществ. Вместе с тем в ориентации межсезонных различий в содержании в плодах аскорбиновой и свободных органических кислот, собственно антоцианов и флавонолов были выявлены противоположные тенденции, что можно объяснить как большей продолжительностью периода созревания плодов калины обыкновенной, так и видоспецифичностью ответной реакции интродуцентов на изменение погодных условий вегетационного периода.

Для определения индивидуальной для каждого таксона шиповника и калины степени зависимости от последнего питательной и витаминной ценности плодов нами был использован собственный оригинальный методический прием, основанный на сопоставлении количеств, относительных размеров, амплитуд и соотношений статистически достоверных межсезонных различий 18 характеристик биохимического состава плодов [14]. При этом величина соотношения количеств положительных и отрицательных отклонений, превышавшая 1, указывала на преобладание у того или иного таксона частоты проявления положительных изменений питательной и витаминной ценности плодов на фоне дефицита влаги во втором сезоне, тогда как его величина, уступавшая 1, указывала на преобладание таковой отрицательных изменений. По величине суммарной амплитуды выявленных изменений, независимо от их знака, можно было судить о выразительности межсезонных различий в биохимическом составе плодов каждого тестируемого таксона по совокупности всех исследуемых признаков, что позволяло провести их ранжирование в порядке снижения степени данных различий. Соотношение же относительных размеров совокупностей положительных и отрицательных изменений в биохимическом составе плодов являлось критерием наличия либо отсутствия улучшения качества плодов каждого тестируемого объекта под действием абиотических факторов. Соответственно значения данного соотношения, превышавшие 1, свидетельствовали о наличии данного улучшения, тогда как значения, уступавшие 1, напротив, позволяли сделать вывод о снижении питательной и витаминной ценности плодов.

Представленные в таблице 11 данные, характеризующие количество, направленность и степень выразительности изменений в биохимическом составе плодов тестируемых таксонов шиповника и калины обыкновенной на фоне острого дефицита влаги во втором сезоне, показали наличие заметных генотипических различий в направленности и величине вышеуказанных изменений, свидетельствующих о разном уровне ответной реакции сравниваемых таксонов интродуцентов на действие данного фактора.

При этом достоверное превышение прошлогодних значений в таксономическом ряду шиповника отмечено в 5-10 случаях, калины обыкновенной – в 6-11 случаях, тогда как отставание от них – в 3-6 и 2-8 случаях соответственно. У большинства таксонов обоих видов соотношение количеств достоверных изменений в биохимическом составе плодов положительной и отрицательной направленности превышало 1,0, что свидетельствовало о большей частоте проявления первых из них, и лишь у сорта шиповника *Крупноплодный* количество тех и других было одинаковым, а у гибридной формы калины №2-11 доминирующими являлись случаи проявления изменений отрицательной направленности.

Таблица 11 – Значения количеств, относительных размеров, амплитуд и соотношений разноориентированных изменений в биохимическом составе плодов тестируемых таксонов шиповника и калины обыкновенной в 2012 г. по сравнению с 2011 г.

Таксон	Количество сдвигов, шт.			Относительные размеры сдвигов, %			
	полож.	отриц.	полож./отр.	полож.	отриц.	амплитуда	полож./отр.
Шиповник							
<i>Глобус</i>	9	6	1,5	262,3	85,0	347,3	3,1
<i>Крупноплодный</i>	5	5	1,0	160,2	83,7	243,9	1,9
<i>Воронцовский-1</i>	7	3	2,3	211,4	32,8	244,2	6,4
<i>Воронцовский-2</i>	9	4	2,3	272,1	57,8	329,9	4,7
<i>Российский-2</i>	10	6	1,7	257,5	138,6	396,1	1,9
Калина обыкновенная							
<i>Природн. форма</i>	11	6	1,8	420,4	139,6	560,0	3,0
№1-11	8	7	1,1	121,6	168,1	289,7	0,7
№2-11	6	8	0,8	81,4	179,4	260,8	0,5
№3-11	10	5	2,0	149,6	121,7	271,3	1,2
№4-11	8	2	4,0	97,4	88,1	185,5	1,1

Амплитуда относительных величин межсезонных различий в питательной и витаминной ценности плодов тестируемых таксонов интродуцентов, независимо от ориентации, и указывающая на степень их выразительности по совокупности анализируемых признаков, варьировалась в весьма широком диапазоне значений – у шиповника – от 243,9-244,2 % у сортов *Крупноплодный* и *Воронцовский-1* до 396,1 % у сорта *Российский-2*, у калины обыкновенной – от 185,5 % у гибрида №4-11 до 560,0 % у природной формы данного вида. Обращает на себя внимание значительное (в 2-3 раза) превышение данного показателя у дикорастущей формы калины относительно ее интродуцированных гибридных форм российской селекции. Это свидетельствует о большей гибкости приспособительных механизмов у адаптированного к местным условиям таксона данного вида к изменению средообразующих факторов.

Выявленные различия тестируемых объектов по данному признаку указывают на несоизмеримость у них средневзвешенных величин межсезонных различий в содержании в плодах определявшихся соединений. Вместе с тем степень контрастности данных различий не может служить критерием улучшения или ухудшения качества плодов интродуцентов на фоне дефицита влаги во втором сезоне, поскольку указывает лишь на размах выявленных отклонений в их биохимическом составе в ту и другую стороны. Наиболее же объективное представление в этом плане может дать размер соотношения относительных величин сумм положительных и отрицательных отклонений от прошлогодних значений совокупности анализируемых признаков.

При этом оказалось, что у всех сортов шиповника он превысил 1,0, что свидетельствовало о больших размерах позитивных, нежели негативных отклонений, что однозначно указывало на существенное увеличение в данных условиях питательной и витаминной ценности плодов, причем изменения данного соотношения в таксономическом ряду заметно коррелировали с таковыми соотношения количества разноориентированных изменений в их биохимическом составе относительно предыдущего сезона. Для выявления таксонов шиповника с наиболее выраженным улучшением качества плодов в условиях дефицита влаги мы ориентировались на соотношение суммарных величин относительных размеров межсезонных различий положительной и отрицательной направленной

ности в биохимическом составе плодов. В этом случае диапазон изменения указанного соотношения в таксономическом ряду шиповника составил 1,9-6,4, при наибольших значениях у сорта *Воронцовский-1* и наименьших у сортов *Крупноплодный* и *Российский-2*.

Это позволило по результатам двухлетних исследований обозначить нижеприведенную последовательность исследуемых объектов в порядке снижения данного показателя:

Воронцовский-1 > *Воронцовский-2* > *Глобус* > *Крупноплодный* = *Российский-2*,

на основании которой с полной определенностью можно утверждать, что в ряду интродуцированных таксонов шиповника наиболее высоким интегральным уровнем увеличения питательной и витаминной ценности плодов в условиях жаркого и засушливого сезона обладали сорта *Воронцовский-2* и особенно *Воронцовский-1*, тогда как наименьшим, причем одинаковым – сорта *Крупноплодный* и *Российский-2*.

Вместе с тем приведенная выше последовательность сортов шиповника, на наш взгляд, может характеризовать собой также ослабление зависимости их биохимического состава от погодных условий вегетационного периода. На основании сопоставления величины рассматриваемого соотношения в пределах таксономического ряда была дана количественная оценка степени устойчивости биохимического состава плодов интродуцированных сортов к абиотическим факторам относительно друг друга. Оказалось, что у всех тестируемых сортов она оказалась заметно слабее, чем у лидирующих сортов *Крупноплодный* и *Российский-2*, в том числе у районированного сорта *Глобус* – в 1,6 раза, у сорта *Воронцовский-2* – в 2,5 раза, у сорта *Воронцовский-1* – в 3,4 раза. Обращает на себя внимание то, что в таксономическом ряду шиповника сорт *Российский-2* характеризовался не только наиболее высоким содержанием в плодах широкого спектра физиологически ценных соединений, но обладал при этом повышенной устойчивостью биохимического состава к воздействию абиотических факторов.

В отличие от шиповника, у калины обыкновенной диапазон варьирования рассматриваемого соотношения в таксономическом ряду соответствовал области более низких значений – от 0,5 у гибрида №2-11 до 3,0 у ее природной формы, что указывало на меньшую, чем у него, степень изменения в сходных условиях питательной и витаминной ценности плодов. При этом у гибридов №1-11 и №2-11, у которых величина указанного соотношения была меньше 1,0, имело место ухудшение последней, по сравнению с предыдущим сезоном. При этом по результатам двухлетних исследований была обозначена нижеприведенная последовательность исследуемых таксонов калины обыкновенной в порядке снижения данного показателя:

Природная форма > №3-11 > №4-11 > №1-11 > №2-11.

Нетрудно убедиться, что наиболее выраженным улучшением качества плодов в условиях жаркого и засушливого сезона 2012 г., а, следовательно наибольшей лабильностью их биохимического состава, характеризовалась адаптированная к местным условиям дикорастущая форма калины обыкновенной. На основании сопоставления величины рассматриваемого соотношения в пределах таксономического ряда была дана количественная оценка степени улучшения качества плодов таксонов калины относительно друг друга. Оказалось, что у всех тестируемых объектов она оказалась существенно ниже, чем у лидирующей по данному признаку ее природной формы, в том числе у №3-11 и №4-11 в 2,5 и 2,7 раза соответственно, тогда как у гибридов №1-11 и №2-11, характеризовавшихся снижением питательной и витаминной ценности плодов относительно предыдущего сезона, – в 4,3 и 6,0 раза соответственно.

ВЫВОДЫ

В результате сравнительного исследования биохимического состава плодов 5 интродуцированных сортов шиповника российской селекции – *Глобус*, *Крупноплодный*, *Воронцовский-1*, *Воронцовский-2* и *Российский-2*, а также 5 форм калины обыкновенной – природной, широко распространенная на территории Беларуси, а также 4 гибридов российской селекции – №1-11, №2-11, №3-11, №4-11 в контрастные по влагообеспеченности, но сходные по температурному режиму сезоны 2011 и 2012 гг. была установлена заметная общность тенденций в изменении содержания в них большинства определяющих соединений. При дефиците влаги у представителей обоих видов наблюдалось преимущественное обогащение плодов пектиновыми веществами, биофлавоноидами, в том числе лейкоантоцианами и катехинами, дубильными веществами, азотом и фосфором, на фоне их обеднения калием, фенолкарбоновыми кислотами и растворимыми сахарами, при снижении показателя сахарокислотного индекса и при отсутствии изменений в содержании сухих веществ. Вместе с тем в ориентации межсезонных различий в содержании в плодах аскорбиновой и свободных органических кислот, собственно антоцианов и флавонолов у данных видов были выявлены противоположные тенденции, что можно объяснить как большей продолжительностью периода созревания плодов калины обыкновенной, так и видоспецифичностью ответной реакции интродуцентов на изменение погодных условий вегетационного периода.

Показано, что условия жаркого и засушливого второго сезона способствовали улучшению качества плодов большинства таксонов обоих видов. Среди сортов шиповника наиболее высоким интегральным уровнем увеличения питательной и витаминной ценности плодов, по сравнению с избыточно увлажненным сезоном, обладали сорта *Воронцовский-2* и особенно *Воронцовский-1*, тогда как наименьшим, причем одинаковым – сорта *Крупноплодный* и *Российский-2*. В таксономическом ряду калины обыкновенной наиболее выраженным улучшением качества плодов и наибольшей лабильностью их биохимического состава характеризовалась адаптированная к местным условиям ее дикорастущая форма, тогда как ухудшением качества плодов были отмечены гибриды №1-11 и №2-11.

Литература

1. Гаранович, И.М. Биохимический состав малораспространенных культур садоводства в условиях Беларуси / И.М. Гаранович, Ж.А. Рупасова, В.А. Игнатенко; под ред. А.П. Волынца. – Минск: Право и экономика, 2007. – 136 с.
2. Дубцова, Г.Н. Фенольные соединения и антиоксидантная активность в порошках из плодов шиповника / Г.Н. Дубцова, Р.Н. Негматуллоева // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2011. – № 4. – С. 46-48.
3. Евтухова, О.М. Содержание фосфора, кальция и магния в плодах калины и жимолости, произрастающих в Красноярском крае / О.М. Евтухова, Н.Ю. Теплюк, В.М. Леонтьев // Химия растительного сырья. – 2004. – № 2. – С. 51-53.
4. Запрометов, М.Н. Биохимия катехинов / М.Н. Запрометов. – М.: Наука, 1964. – 325 с.
5. Карабанов, И.А. Флавоноиды в мире растений / И.А. Карабанов. – Минск: Ураджай, 1981. – 80 с.

6. Кожина, Л.В. Биохимическая оценка плодов садовых культур / Л.В. Кожина // Химия и компьютерное моделирование. Бутлеровские сообщения. – 2001. – № 5. – С. 53-55.

7. Лойко, Р.Э. Механический и химический состав плодов некоторых видов малораспространенных плодово-ягодных культур / Р.Э. Лойко, О.Г. Зуйкевич, М.Г. Максименко // Плодоводство: науч. тр. / БелНИИ плодоводства; редкол.: В.А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – 1997. – Т.11. – Ч. 2. – С. 153-163.

8. Методы биохимического исследования растений / Под ред. А.И. Ермакова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Ленинград, 1987. – 430 с.

9. Методы определения сухих веществ: ГОСТ 8756.2-82. – Введен 01.01.1983. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 5 с.

10. Мжаванадзе, В.В. Количественное определение хлорогеновой кислоты в листьях черники кавказской (*V. arctostaphylos* L.) / В.В. Мжаванадзе, И.Л. Таргамадзе, Л.И. Драник // Сообщ. АН Груз ССР. – 1971. – Т. 63, вып. 1. – С. 205-210.

11. Момотова, М.В. Биологически активные вещества надземной части калины обыкновенной / М.В. Момотова [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2009. – № 5. – С. 37-38.

12. Определение содержания дубильных веществ в лекарственном растительном сырье // Государственная фармакопея СССР. – М.: Медицина, 1987. – Вып. 1: Общие методы анализа. – С. 286-287.

13. Плешков, Б.П. Практикум по биохимии растений / Б.П. Плешков. – М.: Колос, 1985. – С. 110-112.

14. Рупасова, Ж.А. Формирование биохимического состава плодов видов сем. *Ericaceae* при интродукции в условиях Беларуси / Ж.А. Рупасова [и др.]; под общ. ред. акад. В.И. Парфенова. – Минск: Беларус. навука, 2011. – С. 211-307.

15. Скорикова, Ю.Г. Методика определения антоцианов в плодах и ягодах / Ю.Г. Скорикова, Э.А. Шафтан // Тр. 3-го Всесоюз. семинара по биологически активным (лечебным) веществам плодов и ягод. – Свердловск, 1968. – С. 451-461.

16. Фоменко, К.П. Методика определения азота, фосфора и калия в растениях из одной навески / К.П. Фоменко, Н.Н. Нестеров // Химия в сельском хоз-ве. – 1971. – № 10. – С. 72-74.

17. Ширко, Т.С. Биохимия и качество плодов / Т.С. Ширко, И.В. Ярошевич. – Мн.: Навука і тэхніка, 1991. – 294 с.

18. Шнайман, Л.О. Методика определения антоциановых веществ / Л.О. Шнайман, В.С. Афанасьева // 9-й Менделеевский съезд по общ. и прикл. химии: реф. докл. и сообщ. – М., 1965. – № 8. – С. 79-80.

19. Swain, T. The phenolic constituents of *Prunus domnestica*. 1. The quantitative analysis of phenolic constituents / T. Swain, W. Hillis // J. Sci. Food Agric. – 1959. – Vol. 10, № 1. – P. 63-68.

**WEATHER CONDITIONS INFLUENCE OF THE VEGETATIVE PERIOD
ON BIOCHEMICAL COMPOSITION OF THE DOG ROSE
AND VIBURNUM FRUITS WITH INTRODUCTION IN BELARUS**

Zh.A. Rupasova, I.M. Garanovich, T.V. Shpitalnaya, T.I. Vasileuskaya,
N.P. Varavina, N.B. Krinitskaya, L.V. Lyohkaya, V.V. Titok

ABSTRACT

The article presents the results of a comparative study of fruits biochemical composition of 5 introduced dog rose cultivars of Russian breeding – ‘*Globus*’, ‘*Krupnoplodny*’, ‘*Vorontsovski-1*’, ‘*Vorontsovski-2*’ and ‘*Rossijski-2*’ and 5 taxa of natural and widespread in Belarus viburnum and 4 hybrids of Russian breeding such as №1-11, №2-11, №3-11, №4-11 in contrast by moisture, but similar by temperature regime 2011 and 2012 seasons. It was shown that with a deficit of moisture at representatives of both species there were observed preferential fruits enrichment by pectins, bioflavonoids, including leucantocyanins and catechins, tannins, nitrogen and phosphorus, on the background of potassium, phenol carbonic acids and soluble sugars depletion, with drops in the sugar-acid index and no change in the content of dry matters. However, at the orientation of the interseasonal differences in the content of ascorbic and free organic acids, anthocyanins and flavonols at the given species there were found opposite trends. It can be explained as a longer duration of the ripening period of viburnum fruits as well as by species-specific response of the introducents to changes in hydrothermal regime of the season.

It was shown that the hot and dry second season had improved fruits quality of most taxa of both species. Among the dog rose cultivars the highest integral levels increasing nutrient and vitamin fruit value, compared with excessively moisture season had ‘*Vorontsovski-2*’ and especially ‘*Vorontsovski-1*’. While the lowest, and the same index was at ‘*Krupnoplodny*’ and ‘*Rossijski-2*’ cultivars. Wild viburnum adapted to local conditions in taxonomic viburnum range was characterized by the most significant improvement in fruits quality and by the greatest lability of their biochemical composition. While the hybrids №1-11 and №2-11 were marked by the deteriorating quality of fruits.

Key words: weather conditions, dog rose, viburnum, taxon, fruits, biochemical composition, organic acids, carbohydrates, phenolics, major mineral elements, Belarus.

Дата поступления статьи в редакцию 25.03.2013