

УДК 634.73:581.19:581.522.4(476)

## ВЗАИМОЗАВИСИМОСТЬ КОМПОНЕНТОВ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЛОДОВ ИНТРОДУЦЕНТОВ СЕМ. *ERICACEAE* В МНОГОЛЕТНЕМ ЦИКЛЕ НАБЛЮДЕНИЙ В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

**Ж.А. Рупасова, В.Н. Решетников, Т.И. Василевская, А.П. Яковлев, Н.Б. Павловский, Ю.М. Пинчукова**  
ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси»,  
ул. Сурганова, 2в, г. Минск, 220012, Беларусь,  
e-mail: rupasova@basnet.by

### РЕФЕРАТ

На основе анализа тесных корреляционных связей между 27 показателями биохимического состава плодов 3 видов сем. *Ericaceae* – *V. corymbosum* L., *V. vitis-idaea* L. и *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers., отражающими параметры накопления в них ряда витаминов, органических кислот, углеводов, фенольных соединений, тритерпеноидов и макроэлементов, выявлены признаки – «индикаторы» с наибольшим количеством связей, с помощью которых возможно прогнозирование направленности изменений связанных с ними признаков.

Показано, что у *V. corymbosum* L. к наиболее информативным признакам с наибольшим числом сильных положительных связей относятся параметры накопления в плодах титруемых кислот, фруктозы, гидропектина и протопектина, тогда как к признакам с наибольшим числом сильных отрицательных связей – содержание в них катехинов и показатель сахарокислотного индекса. У *Vaccinium vitis-idaea* L. к признакам – «индикаторам» с наибольшим числом сильных положительных связей относятся параметры накопления в плодах свободных органических кислот, гидропектина, сухих веществ, витамина С и глюкозы, тогда как к признакам с наибольшим количеством тесных отрицательных связей – содержание в них сухих веществ и титруемых кислот. У *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers. к признакам с наибольшим числом сильных положительных связей относятся содержание в плодах растворимых сахаров, в том числе фруктозы, сахарозы, витамина С, собственно антоцианов и значения их сахарокислотного индекса, тогда как к признакам с наибольшим количеством тесных отрицательных связей – содержание в них гидропектина и глюкозы.

Ключевые слова: голубика высокорослая, брусника обыкновенная, клюква крупноплодная, сорта, биохимический состав плодов, органические кислоты, углеводы, биофлавоноиды, терпеноиды, макроэлементы, корреляционные связи, признаки – «индикаторы», Беларусь.

### ВВЕДЕНИЕ

В связи с проведением интродукционных исследований с тремя видами сем. *Ericaceae* – голубикой высокорослой, брусникой обыкновенной и клюквой крупноплодной в условиях Белорусского Полесья, Центральным ботаническим садом НАН Беларуси в 2006-2009 гг. была осуществлена комплексная сравнительная оценка биохимического состава плодов 30 таксонов данного семейства, в том числе 16 сортов

*V. corymbosum* L. – Bluetta, Northblue, Weymouth, Duke, Reka, Earliblue, Spartan, Puru, Nui, Bluecrop, Northland, Patriot, Toro, Jersey, Elizabeth и Coville; 10 сортов *V. vitis-idaea* L. – Koralle, Red Pearl, Рубин, Erntedank, Erntesegen, Erntekrone, Ammerland, Masovia, Sanna, Sussi и 4 сортов *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers. – Stevens, Ben Lear, Mc Farlin, Pilgrim по 27 показателям, отражающим параметры накопления в них ряда витаминов, органических кислот, углеводов, фенольных соединений, в том числе биофлавоноидов, обладающих Р-витаминной активностью, тритерпеноидов и макроэлементов.

В свою очередь, определенный научный и практический интерес представляет исследование направления и силы связей между отдельными показателями биохимического состава плодов данных видов в многолетнем цикле наблюдений. С одной стороны, характер данных взаимодействий может отличаться известной видоспецифичностью, обусловленной особенностями метаболизма каждого вида, с другой – позволит выявить признаки, характеризующиеся максимальным количеством сильных связей с другими признаками. Это послужит основанием для использования их в качестве своеобразных «индикаторов», с помощью которых, в зависимости от направления данной связи, можно прогнозировать изменения в содержании тех или иных тесно связанных с ними действующих веществ, что позволит существенно сократить объемы дорогостоящих аналитических работ при определении качества ягодной продукции исследуемых видов сем. *Ericaceae*.

## МЕТОДИКА И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования выполнены на растительном материале, полученном на Ганцевичской научно-экспериментальной базе Центрального ботанического сада НАН Беларуси (Брестская обл.). Погодные условия в самый активный период созревания плодов перечисленных таксонов Вересковых (июль-сентябрь) в годы наблюдений отличались ярко выраженными внутри- и межсезонными контрастами, что создавало неадекватные предпосылки для формирования их биохимического состава. Наиболее низкий температурный фон в данный период отмечен в 2008 г., наиболее высокий – в 2006 г. При этом все три сезона характеризовались весьма обильным выпадением осадков, при крайне неравномерном распределении по месяцам.

В свежих усредненных пробах растительного материала определяли содержание сухих веществ – по ГОСТу 8756.2 – 82 [1]; аскорбиновой кислоты (витамина С) – стандартным индофенольным методом [2]; титруемых кислот (общей кислотности) – объемным методом [2]. В высушенных при температуре 65°C усредненных пробах плодов определяли содержание химических элементов: азота, фосфора, калия по методу К.П. Фоменко и Н.Н. Нестерова [3], кальция, магния – комплексометрическим методом [2]; глюкозы, фруктозы, сахарозы – резорциновым и анилинфталатным методами бумажной хроматографии по И.Г. Завадской и др. [4]; пектиновых веществ (водорастворимого пектина и протопектина) – карбазольным методом [2]; суммы антоциановых пигментов – по методу Т. Swain, W.E. Hillis [5], с построением градуировочной кривой по кристаллическому цианидину, полученному из плодов аронии черноплодной и очищенному по методике Ю.Г. Скориковой и Э.А. Шафтан [6]; собственно антоцианов – по методу Л.О. Шнайдемана и В.С. Афанасьевой [7]; суммы флавонолов – по методу Л. Сарапуу и Х. Мийдла [8]; суммы катехинов – фотометрическим методом с использованием ванилинового реактива [9]; фенолкарбоновых кислот (в пересчете на хлорогеновую) – методом нисходящей хроматографии на бумаге [10]; дубильных веществ – титрометрическим методом Левенталя [11]; лигнинов – модифицированным

методом Класона [2]; бензойной кислоты – по методу М.И. Калебина и А.А. Колесника [12]; жирных масел – по методу В.А. Сапунова и И.И. Федуняк [13]; тритерпеновых кислот (в пересчете на урсоловую кислоту) – по методу А.В. Симонян и др. [14]. Все аналитические определения выполнены в 3-кратной биологической повторности сотрудниками лаборатории химии растений ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси» Р.Н. Рудаковской, Н.П. Варавиной, Н.Б. Криницкой, к.б.н. В.А. Игнатенко (до 2007 г.). Данные статистически обработаны с использованием программы Excel.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате анализа парных корреляционных связей между 27 характеристиками биохимического состава плодов *V. corymbosum* L., *V. vitis-idaea* L. и *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers. были выявлены наиболее тесные среди них, определяемые абсолютными значениями коэффициента корреляции  $r > 0,70$ . При этом более чем из 350 статистических связей, отраженных в соответствующих матрицах, на долю сильных положительных связей приходилось: в плодах *V. corymbosum* L. – 73, или 20,8%, *V. vitis-idaea* L. – 76, или 21,7% и *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers. – 65, или 18,5%, тогда как на долю аналогичных отрицательных связей – 65, или 18,5%; 58, или 16,5% и 37, или 10,6% соответственно. Остальная часть корреляционных связей характеризовалась средней, умеренной, слабой и очень слабой силой. Нетрудно убедиться, что в структуре корреляционных связей между компонентами биохимического состава плодов исследуемых видов Вересковых наименьшим долевым участием наиболее тесных связей отличалась клюква крупноплодная, при примерно одинаковом и несколько большем их участии у голубики высокорослой и брусники обыкновенной.

Как следует из данных таблиц 1 и 2, в подавляющем большинстве случаев наиболее тесные связи между анализируемыми признаками носили индивидуальный для каждого вида характер, что свидетельствовало об их выраженной видоспецифичности, и лишь для незначительной части положительных и отрицательных связей (примерно по 18%) отмечено их совпадение у двух либо трех видов Вересковых. При этом в первом случае наибольшим и примерно одинаковым числом совпадений отмечены корреляционные связи в плодах голубики и клюквы, а также в плодах брусники и клюквы, тогда как во втором случае – в плодах голубики и брусники, а также в плодах брусники и клюквы. Наличие данной общности, скорее всего, обусловлено сходством тенденций во взаимопревращениях химических соединений в обменных процессах при созревании их плодов.

Представляется вполне логичным проявление у всех трех исследуемых видов сем. *Ericaceae* тесной прямой связи между содержанием в плодах фруктозы и общим количеством растворимых сахаров, коррелирующим, в свою очередь, со значениями сахарокислотного индекса, равно как и аналогичной связи между содержанием в них протопектина и общим количеством пектиновых веществ (таблица 1). Существование тесной положительной корреляции между накоплением в плодах калия и магния обусловлено их совместным участием в качестве активаторов ряда ферментов во многих реакциях белкового и углеводного обменов, связанных с переносом карбоксильной и фосфатной групп. Общий характер для трех видов Вересковых имела также тесная прямая связь между степенью лигнификации тканей плодов и значениями их сахарокислотного индекса. Учитывая производный характер последнего показателя, логично предположить, что наличие данной связи обязано его углеводному компоненту, поскольку в клеточных стенках плодов лигнин прочно связан с полисахаридами – целлюлозой и геми-

целлюлозой, синтезируемыми из сахаров. Заметим, что в плодах голубики и клюквы прослеживалась сильная прямая зависимость между содержанием лигнинов и фруктозы и опосредованно – с общим количеством растворимых сахаров. Вместе с тем выявленная у брусники и клюквы тесная прямая корреляция между содержанием в плодах фенолкарбоновых кислот и значениями их сахарокислотного индекса, напротив, может указывать на использование свободных органических кислот в синтезе этих предшественников полифенолов, приводящем к улучшению их органолептических свойств.

Обращает на себя внимание наличие у голубики и брусники прямой тесной связи между содержанием в плодах свободных органических кислот и собственно антоцианов, коррелирующим, в свою очередь, с накоплением флавонолов, а также существование подобной связи в плодах голубики и клюквы между содержанием титруемых кислот и флавонолов, что обусловлено высокой способностью данных биофлавоноидов к реакциям ацилирования, т.е. присоединения к своим молекулам различных кислотных остатков. Высокая степень участия витамина С в фенольном метаболизме плодов голубики и клюквы, а также брусники и клюквы подтверждалась наличием сильной положительной корреляции между его содержанием и накоплением лейкоантоцианов у первой пары видов и катехинов у второй, обусловленной способностью данных соединений сдерживать окислительное разрушение растворенной аскорбиновой кислоты. Это позволяет использовать изменение содержания последней в качестве индикатора изменения содержания в них восстановленных фракций биофлавоноидов.

Наряду с этим, значительное место в фенольном метаболизме плодов у данных пар видов Вересковых отведено и бензойной кислоте, что подтверждалось в первом случае (голубика и клюква) наличием прямой тесной связи между параметрами ее накопления и содержанием собственно антоцианов, коррелирующим, в свою очередь, с таковым лейкоантоцианов, а во втором случае (брусника и клюква) – с содержанием фенольных полимеров – дубильных веществ и лигнинов (таблицы 3, 4). Это объясняется ролью этой простейшей одноосновной карбоновой кислоты ароматического ряда в качестве предшественника ряда соединений фенольной природы. Наряду с этим, ее содержание в плодах голубики и клюквы тесно коррелировало с содержанием пектиновых веществ, в первую очередь, с таковым протопектина, что, возможно, связано с участием карбоксильных групп бензойной кислоты в синтезе высокомолекулярных полигалактуроновых кислот, образующих основу этого полисахарида. Данное обстоятельство позволяет предположить, что увеличение в отдельные сезоны содержания в плодах Вересковых антоциановых пигментов, фенольных полимеров и протопектина, сопряженное с активизацией накопления в них бензойной кислоты, должно способствовать повышению их лежкоспособности, благодаря антисептическим свойствам последней.

Установлено наличие сильной положительной связи между содержанием в плодах жирных масел, с одной стороны, и гидропектина (брусника и клюква) и сахарозы (голубика и брусника) – с другой, а также наличие подобной связи между содержанием тритерпеновых кислот, с одной стороны, и катехинов (голубика и клюква) и фосфора (брусника и клюква) – с другой (таблица 1). На наш взгляд, это обусловлено совместным участием коррелирующих между собой данных компонентов биохимического состава плодов указанных пар видов в превращениях веществ в углеводном, липидном и энергетическом обменах и позволяет использовать каждый из них для прогнозирования возможных изменений в содержании тесно связанных с ними соединений.

Сильной положительной связью у голубики и клюквы отмечены параметры накопления в плодах калия и флавонолов, что объясняется значительной ролью данного элемента в каталитических реакциях фенольного метаболизма. Аналогичная взаимоза-

висимость между параметрами накопления в плодах фосфора и собственно антоцианов (брусника и клюква), а также суммарным содержанием биофлавоноидов (голубика, брусника) обусловлена участием данного элемента в активации синтеза Р-витаминов за счет использования макроэргических связей молекул АТФ. Наличие тесной прямой связи между содержанием азота и кальция в плодах голубики и клюквы свидетельствует о выраженном синергизме в характере взаимодействия этой пары элементов в протекающих в них обменных процессах.

Как было показано выше, наряду с общностью у исследуемых видов сем. *Ericaceae* рассмотренных выше тесных положительных связей в накоплении в плодах тех или иных соединений, в ряде случаев имела место общность и в проявлении столь же сильных отрицательных связей между отдельными компонентами биохимического состава, отражающих противоположную направленность изменений анализируемых признаков (таблица 2).

Вместе с тем абсолютное количество подобных отрицательных связей, имеющих общий характер у всех либо у двух исследуемых видов Вересковых, оказалось в 1,4 раза меньше, чем положительных. При этом лишь в единичном случае прослеживалась общая для всех трех видов данного семейства тесная обратная связь между содержанием в плодах лигнина и гидропектина, обусловленная, скорее всего, входением последнего в состав комплексов с данным ароматическим нецеллюлозным полисахаридом и, поскольку она имела общий для них характер, это дает основание для суждения о свойственной им биологической специфичности строения указанных комплексов. Наличие тесной обратной связи в плодах голубики и клюквы между содержанием гидропектина и фруктозы, а также общим количеством растворимых сахаров представляется вполне закономерным, с точки зрения взаимопревращений данных соединений в их углеводном метаболизме. Наряду с этим у них выявлена тесная отрицательная связь между содержанием азота, с одной стороны, и катехинов и фосфора – с другой. На наш взгляд, объяснение этому следует искать в существовании известного антагонизма между синтезом белковых молекул, содержащих азотистые вещества, и молекул биофлавоноидов, имеющих общего предшественника – аминокислоту фенилаланин. При этом необходимым условием активного синтеза полифенолов в плодах Вересковых, сопряженного со значительными затратами энергии, является более интенсивное поступление в них фосфора, нежели азота.

Наличие общей для плодов брусники и клюквы тесной отрицательной корреляции между содержанием свободных органических и фенолкарбоновых кислот может быть связано с активным использованием первых из них в фенольном метаболизме. Это, в свою очередь, объясняет существование аналогичной связи между содержанием титруемых кислот и сухих веществ, поскольку накопление высокомолекулярных полимеров опосредованно способствует увеличению значений второго показателя. Наряду с этим в плодах данных видов выявлены тесные обратные связи между содержанием калия и кальция, с одной стороны, и гидропектина и жирных масел – с другой, а также между содержанием кальция и фосфора, с одной стороны, и, соответственно, тритерпеновых и фенолкарбоновых кислот – с другой, обусловленные использованием данных элементов в активации ферментов энергетического, углеводного, фенольного, липидного обменов и отчасти в синтезе отдельных соединений.

Для расчетного показателя сахарокислотного индекса плодов брусники и клюквы установлена тесная обратная связь с накоплением в них фосфора и тритерпеновых кислот, тогда как в плодах голубики и брусники подобная зависимость для него выявлена в отношении содержания титруемых кислот и собственно антоцианов (таблица 2).

Учитывая производный характер данного признака, определяемого соотношением в плодах общего количества растворимых сахаров и свободных органических кислот, можно предположить его зависимость от множества взаимопревращений промежуточных продуктов метаболизма, специфичных для каждого вида Вересковых.

Подобное объяснение могут иметь также тесные отрицательные связи в плодах голубики и брусники для содержания в них фруктозы и собственно антоцианов, в свою очередь, отрицательно коррелирующих с содержанием лигнинов. Очевидно, фруктозе отводится значительная роль в процессе гликозидирования агликонов этих биофлавоноидов, принимающих заметное участие в синтезе ароматической части лигниновых комплексов плодов данных видов Вересковых. Наряду с этим в их плодах выявлен ряд общих сильных обратных связей между содержанием калия, с одной стороны, и сахарозы, катехинов и биофлавоноидов в целом – с другой (таблица 2), причем в двух последних случаях имели место аналогичные связи соответственно с содержанием магния и кальция, что свидетельствует о существенном расходовании запасов данных элементов в синтезе этих соединений в соответствующих звеньях метаболизма. Общий характер для растений голубики и брусники имела сильная отрицательная корреляция между содержанием в плодах бензойной и тритерпеновых кислот, указывающая на их активное участие во взаимных превращениях, а также подобная корреляция между накоплением фосфора и кальция, отражающая антагонистический характер их взаимоотношений в биохимических процессах.

Вместе с тем, как было показано выше, основная часть сильных прямых и обратных связей между 27 исследуемыми характеристиками биохимического состава плодов Вересковых отличалась выраженной видоспецифичностью, то есть имела индивидуальный характер для каждого исследуемого вида (таблицы 1, 2). При этом каждый анализируемый признак насчитывал от 0 до 8 подобных связей с другими признаками. Это позволило, используя признаки с наибольшим количеством связей, обозначить своего рода признаки – «индикаторы», с помощью которых становилось возможным прогнозирование возможных изменений в содержании тесно связанных с ними соединений.

В таблицах 3 и 4 приведены усредненные в многолетнем цикле наблюдений (2006-2009 гг.) показатели биохимического состава плодов участвовавших в биохимическом скрининге сортов исследуемых видов сем. *Ericaceae*, которые следует использовать в качестве эталонных значений. Определив же аналитическим путем содержание в плодах соединений, выполняющих роль признаков – «индикаторов», и ориентируясь на данные, приведенные в этих таблицах, можно установить основные тенденции в изменении содержания в них данных соединений в интересующий нас конкретный сезон. В свою очередь, это позволит прогнозировать соответствующие изменения в содержании в плодах тесно связанных с ними полезных веществ.

У *V. corymbosum* L. к наиболее информативным признакам – «индикаторам», характеризуемым наибольшим количеством сильных положительных корреляционных связей, следовало отнести параметры накопления в плодах титруемых кислот (7), фруктозы (8), гидропектина (6) и протопектина (7). При этом по характеру различий с эталонными значениями содержания в плодах титруемых кислот можно прогнозировать возможные изменения в содержании протопектина и пектиновых веществ в целом, собственно антоцианов, лейкоантоцианов, флавонолов, бензойной кислоты и магния; по характеру изменений в содержании фруктозы – возможные изменения в содержании фосфора, биофлавоноидов, в том числе катехинов, лигнинов, тритерпеновых кислот, растворимых сахаров, в том числе сахарозы, а также в значениях сахарокислотного индекса; по характеру изменений в содержании гидропектина – возможные изменения в

содержании флавонолов, дубильных веществ, азота, калия, кальция и магния; по характеру изменений в содержании протопектина – возможные изменения в содержании пектиновых веществ, собственно антоцианов и лейкоантоцианов, флавонолов, бензойной кислоты, растительных липидов и магния. При этом направленность данных изменений будет совпадать с таковой признаков – «индикаторов».

Вместе с тем в качестве подобных признаков – «индикаторов» можно использовать также показатели, обладающие наибольшим количеством тесных отрицательных связей с другими признаками, к которым в плодах голубики высокорослой можно отнести содержание катехинов (7) и значения сахарокислотного индекса (8). При этом следует иметь в виду, что направленность изменений данных признаков и связанных с ними показателей биохимического состава плодов в каждый конкретный сезон будет прямо противоположной по знаку. При этом в первом случае можно прогнозировать предполагаемые изменения в содержании в них биофлавоноидов, в том числе флавонолов, бензойной кислоты, дубильных веществ, азота, калия и магния, тогда как во втором случае – изменения в содержании пектиновых веществ, в том числе гидропектина, антоцианов и лейкоантоцианов, флавонолов, бензойной кислоты, калия и магния.

У *Vaccinium vitis-idaea* L. к наиболее информативным признакам – «индикаторам», характеризуемым наибольшим числом сильных положительных корреляционных связей, как и у *V. corymbosum* L., отнесены параметры накопления в плодах свободных органических кислот (8), гидропектина (7), сухих веществ (7), витамина С (6) и глюкозы (6). При этом по аналогии с голубикой высокорослой, по характеру различий с эталонными значениями содержания в плодах титруемых кислот можно прогнозировать возможные, причем аналогичные по знаку, изменения в содержании витамина С, гидропектина, жирных масел, тритерпеновых кислот, фосфора, лигнинов и биофлавоноидов, в том числе собственно антоцианов; по характеру изменений в содержании сухих веществ – возможные изменения в содержании кальция, лигнинов, бензойной и фенолкарбоновых кислот, растворимых сахаров, в том числе фруктозы, и в значениях сахарокислотного индекса; по характеру изменений в содержании гидропектина – возможные изменения в содержании биофлавоноидов, в том числе собственно антоцианов и катехинов, фосфора, жирных масел и тритерпеновых кислот; по характеру изменений в содержании витамина С – возможные изменения в содержании фосфора, сахарозы, пектиновых веществ, в том числе гидропектина, катехинов и растительных липидов; по характеру изменений в содержании глюкозы – возможные изменения в содержании азота, тритерпеновых кислот, биофлавоноидов, в том числе собственно антоцианов, лейкоантоцианов и флавонолов. При этом направленность данных изменений будет совпадать с таковой признаков – «индикаторов».

К признакам – «индикаторам» с наибольшим количеством тесных отрицательных связей с другими признаками в плодах *Vaccinium vitis-idaea* L. следовало отнести содержание сухих веществ (4) и титруемых кислот (5). При этом по направленности изменений в содержании в плодах сухих веществ можно прогнозировать предполагаемые, причем противоположные по знаку, изменения в содержании в них свободных органических и тритерпеновых кислот, фосфора и собственно антоцианов, тогда как по характеру изменений в содержании в них титруемых кислот – возможные, причем противоположные по знаку, изменения в содержании кальция, бензойной и фенолкарбоновых кислот, фруктозы, а также в значениях сахарокислотного индекса.

Таблица 1 – Проявления сильной ( $r > 0,70$ ) положительной корреляционной связи между характеристиками биохимического состава плодов таксонов сем. *Egicaseae* в многолетнем цикле наблюдений

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	Σ		
1																													
2																													
3		Б																											
4			Г																										
5	Б																												
6			Б		ГК																								
7	Б				ГБК	ГК																							
8	БК				ГБ		ГБК																						
9		Б	Б																										
10	К	Г				Б	БК	К																					
11	К	Г	Б			Б		К	Б	ГБК																			
12	Г	ГБ	К	Б					Б	Г	Г																		
13	Г	Г	ГК	Б						Г	Г	ГК																	
14			БК		Г	Б	Г	Г	Б	Б	Б	К	БК																
15		ГК		Б	К	К			Г	Г	Г	ГБ	Г																
16		Б		ГБ	Г		Г		Б		Б	Б	Б	К															
17	БК				Б		Б	БК		К	К																		
18	Б	Г			К		К			ГК	ГК	ГК	Г		Г														



Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	Σ	
19		К						Г			К					Г	БК										
20	Б			ГК	К	ГК	ГБК			К			Г				БК										
21	Б	Б				ГБ		БК	Г	Б			Б		Б												
22		Б		Б	Г		Г	Б			Б		ГК	Б	Б				Г								
23	Г			Б			К	К	Г			Б		Б	Б				К								
24		Б	БК	Г	Г		Г	Б			БК		К		ГБ					Б	БК						
25	Г				К	К		Г			Г	Г		ГК	К		Г		Б			Г					
26	Б				БК	К	Б	Г					К			Б	К		БК			ГК		К			
27		ГК						Г	Г	Г	Г	Г		ГК	К		Г							ГБК			
Г	4	7	2	2	8	2	5	3	6	7	5	4	2	3	1	1	2	-	1	-	2	-	2	-	1	-	73
Б	7	8	6	6	4	4	3	3	7	2	3	4	3	2	4	1	2	-	2	1	1	-	-	1	-	76	
К	4	2	5	-	7	6	6	5	1	4	2	5	1	2	4	2	3	-	2	-	1	1	-	2	-	65	

Примечания: 1) 1 – сухие вещества; 2 – свободные органические кислоты; 3 – аскорбиновая кислота; 4 – глюкоза; 5 – фруктоза; 6 – сахара; 7 – сумма растворимых сахаров; 8 – сахарокислотный индекс; 9 – гидропектин; 10 – протопектин; 11 – сумма пектиновых веществ; 12 – собственно антоцианы; 13 – лейкоантоцианы; 14 – катехины; 15 – флавонолы; 16 – сумма биофлавоноидов; 17 – фенолкарбоновые кислоты; 18 – бензойная кислота; 19 – дубильные вещества; 20 – лигнины; 21 – жирные масла; 22 – тритерпеновые кислоты; 23 – азот; 24 – фосфор; 25 – калий; 26 – кальций; 27 – магний.

2) Г – *V. corymbosum* L., Б – *Vaccinium vitis-idaea* L.; К – *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers.

Таблица 2 – Проявления сильной ( $r > 0,70$ ) отрицательной корреляционной связи между характеристиками биохимического состава плодов таксонов сем. *Ericaceae* в многолетнем цикле наблюдений

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	Σ	
1																												
2	БК																											
3																												
4			К																									
5	Г	Б																										
6	Г																											
7	Г																											
8	Г	ГБ																										
9					ГК	К	ГК	Г																				
10									К																			
11								Г																				
12	Б			К	ГБ			ГБ																				
13								Г																				
14		Г		К					Г		Г	Г																
15								Г					Г															
16				К					Г				Г															
17												Б																
18		Б		Б				Г	К			Б	Б	Г	Б	Б	К											

Продолжение таблицы 2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	Σ
19				ГБ									Б	Г	Б												
20	Г	Г	Б						ГБК		Г	ГБ	Г	Б	Г	Б		Г									
21					К							К			К	К		К	К	Б							
22	Б	Г			Б	К	К	БК	Г	К	ГК	Г	Г		Г		Б	ГБ	Г	БК							
23					Г	Г	Г							ГК	Г			Б	Б	Г		К					
24	Б				К	Б		БК	Г								БК	Б	Б	Б			ГК				
25			Б		Г	ГБ	Г	Г	БК	Б	Б			ГБ		ГБ				Г	БК	Г					
26		Б	Б	Г			Г		БК		Б	Б			ГБ						БК	БК		ГБ			
27					Г	Б		Г		Б	Б			ГБ						Г		Г					
Г	5	4	-	2	5	2	4	8	5	-	3	3	2	7	2	3	-	2	1	3	-	2	1	1	1	-	65
Б	4	5	3	2	3	2	-	3	3	2	3	4	2	3	1	5	2	3	1	3	2	1	-	1	-	58	
К	1	2	1	4	2	2	2	2	5	1	1	1	-	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1	-	-	37	

Примечания: 1) 1 – сухие вещества; 2 – свободные органические кислоты; 3 – аскорбиновая кислота; 4 – глюкоза; 5 – фруктоза; 6 – сахароза; 7 – сумма растворимых сахаров; 8 – сахарокислотный индекс; 9 – гидропектин; 10 – протопектин; 11 – сумма пектиновых веществ; 12 – собственно антоцианы; 13 – лейкоантоцианы; 14 – катехины; 15 – флавонолы; 16 – сумма биофлавоноидов; 17 – фенолкарбонные кислоты; 18 – бензойная кислота; 19 – дубильные вещества; 20 – лигнины; 21 – жирные масла; 22 – тритерпеновые кислоты; 23 – азот; 24 – фосфор; 25 – калий; 26 – кальций; 27 – магний.  
 2) Г – *V. corymbosum* L., Б – *Vaccinium vitis-idaea* L.; К – *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers.

Таблица 3 – Средние в многолетнем цикле наблюдений (2006-2009 гг.) показатели биохимического состава плодов интродуцированных сортов *V. corymbosum L.* (в сухом веществе)

Показатель	Раннеспелые сорта										Среднеспелые сорта						Позднеспелые сорта		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
Сухие вещества, %	12,4	11,7	12,4	13,1	13,6	14,2	16,2	15,2	14,4	13,5	12,9	13,1	13,0	15,6	16,7	15,6			
Своб. органич. кислоты, %	6,0	6,0	4,2	4,9	8,5	3,8	4,1	4,3	6,8	8,7	5,0	4,6	6,5	4,1	7,5	6,2			
Витамин С, мг/100 г	545,2	586,4	529,6	551,4	614,6	441,4	486,1	465,7	506,3	487,9	607,3	602,9	595,9	436,3	443,0	419,2			
Глюкоза, %	4,0	4,5	4,8	4,8	4,5	3,9	4,0	3,9	3,5	5,1	5,6	5,7	5,9	5,8	5,1	5,9			
Фруктоза, %	13,2	13,9	13,6	14,0	13,9	13,0	13,2	13,3	13,1	12,3	12,6	12,3	12,6	12,1	12,3	12,5			
Сахароза, %	1,7	2,4	2,4	2,4	2,0	2,3	2,1	2,0	2,0	1,8	2,0	1,7	2,4	2,5	2,3	2,6			
Сумма растворим. сахаров, %	18,9	20,8	20,8	21,2	20,4	19,2	19,4	19,3	18,5	19,2	20,3	19,7	20,9	20,5	19,7	21,0			
Фруктоза/Глюкоза	3,3	3,0	2,9	3,0	3,1	3,8	3,3	3,4	3,8	2,5	2,3	2,2	2,3	2,1	2,6	2,2			
Монозы/Дисахарид	14,2	11,5	12,2	11,8	12,6	9,6	13,6	10,1	10,4	13,0	11,9	12,9	11,7	10,9	9,3	8,8			
Сахарокислотный индекс	3,7	3,7	5,3	5,0	2,7	6,1	6,0	5,5	3,3	2,4	4,3	5,5	3,5	6,4	3,5	4,9			
Гидропектин, %	2,22	2,49	2,10	1,87	2,25	2,01	1,95	1,98	2,48	2,17	2,07	2,20	2,44	2,57	2,65	2,47			
Протопектин, %	3,47	2,90	3,64	3,04	3,54	3,14	3,17	3,05	2,99	3,24	3,04	2,77	2,58	3,77	3,13	3,58			

Продолжение таблицы 3

Показатель	Раннеспелые сорта										Среднеспелые сорта					Позднеспелые сорта		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
Сумма пект. вещ-в, %	5,69	5,39	5,74	4,91	5,79	5,15	5,12	5,03	5,46	5,41	5,11	4,97	5,01	6,33	5,78	6,05		
Протопектин/ Гидропектин	1,6	1,2	1,8	1,7	1,6	1,7	1,7	1,6	1,2	1,5	1,5	1,3	1,1	1,5	1,2	1,5		
Антоцианы, мг/100 г	1129,3	1315,9	883,8	1178,4	697,2	893,6	736,5	461,5	1443,5	363,3	1433,7	1011,5	716,9	1040,9	903,4	1011,5		
Лейкоантоцианы, мг/100 г	1806,9	1924,7	1433,7	1934,5	1561,4	1541,7	1531,9	1178,4	2189,9	1541,7	2111,3	1865,8	1669,4	2130,9	1551,6	2052,3		
Сумма антоциан. пигментов, мг/100 г	2936,2	3240,6	2317,5	3112,9	2199,7	2425,5	2268,4	1639,9	3643,2	1905,1	3545,0	2867,4	2386,3	3171,9	2455,0	3063,8		
Катехины, мг/100 г	756,5	698,3	758,4	703,4	782,6	626,3	690,5	895,6	776,8	730,0	637,4	747,3	909,7	776,0	711,2	859,1		
Флавонолы, мг/100 г	1827,7	1827,4	1979,4	1914,7	1818,2	1805,8	1843,3	1765,7	1799,0	1983,4	1712,9	1773,4	1714,1	1813,2	1690,3	1719,4		
Флавонолы/ Катехины	2,6	2,8	2,9	3,1	2,7	2,9	2,9	2,4	2,7	2,9	3,1	2,5	2,2	2,8	2,9	2,4		
Сумма биофлаво- ноидов, мг/100 г	5520,4	5766,3	5055,3	5731,0	4800,5	4857,6	4802,2	4301,2	6219,0	4618,5	5895,3	5388,1	5010,1	5761,1	4856,5	5642,3		
Бензойная кислота, %	1,13	1,17	1,18	1,24	1,25	1,05	1,09	1,22	1,24	1,32	1,04	1,05	1,07	1,10	1,26	1,11		

Окончание таблицы 3

Показатель	Раннеспелые сорта															Среднеспелые сорта						Позднеспелые сорта		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16								
Дубильные вещ-ва, %	1,66	2,01	1,77	1,96	2,20	1,91	2,08	1,77	2,18	2,04	2,13	1,81	1,98	1,85	1,81	2,27								
Лигнины, %	12,3	10,1	10,6	10,6	12,5	9,9	12,7	12,9	10,0	11,0	11,9	12,3	10,3	12,2	14,0	11,0								
Жирные масла, %	4,20	3,32	3,92	3,69	3,79	3,41	3,08	3,09	2,90	3,64	3,43	3,22	2,60	3,95	3,61	3,03								
Триглицериды																								
кислоты, %	2,98	2,64	2,70	2,83	2,75	2,65	2,95	2,69	2,84	2,96	3,14	2,84	2,67	2,90	2,51	2,72								
N, %	0,94	1,04	1,08	0,98	0,91	0,83	0,93	0,84	0,94	0,80	0,81	0,92	0,87	1,02	1,02	0,85								
P, %	0,11	0,13	0,13	0,12	0,15	0,15	0,15	0,16	0,15	0,15	0,16	0,16	0,17	0,17	0,15	0,14								
K, %	0,62	0,63	0,60	0,60	0,66	0,61	0,58	0,61	0,58	0,64	0,68	0,72	0,65	0,64	0,71	0,66								
Ca, %	0,39	0,38	0,42	0,39	0,41	0,37	0,38	0,39	0,37	0,37	0,38	0,38	0,37	0,37	0,39	0,38								
Mg, %	0,10	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10	0,10	0,09	0,10	0,08	0,10	0,09	0,10								

Примечание. 1 – Bluetta, 2 – Northblue, 3 – Weymouth, 4 – Duke, 5 – Reka, 6 – Earliblue, 7 – Spartan, 8 – Puru, 9 – Nui, 10 – Bluescor, 11 – Northland, 12 – Patriot, 13 – Toro, 14 – Jersey, 15 – Elizabeth, 16 – Coville.



Продолжение таблицы 4

Показатель	<i>V. vitis-idaea</i> L.														<i>Oxyococcus macrocarpus</i> (Ait.) Pers.			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14				
Лейкоантоцианы, мг/100 г	2376,5	3682,5	3191,5	2337,1	2072,0	1944,3	2671,0	3162,0	3888,7	2484,5	2955,8	3211,2	3034,4	3770,9				
Сумма антоц. пигм., мг/100 г	2582,7	3957,5	3554,8	2513,9	2170,2	2081,8	3044,2	3397,7	4232,4	2631,8	4163,7	5096,6	4104,8	4743,1				
Катехины, мг/100 г	800,4	1462,7	1466,0	1030,2	694,1	1009,2	1191,9	1028,5	1591,1	762,7	1250,4	1499,2	1488,2	1478,5				
Флавонолы, мг/100 г	1588,5	1837,0	2079,5	1924,1	1652,0	1735,7	1826,0	1720,3	1778,1	1686,2	2160,3	2086,2	1998,2	2187,9				
Флавонолы/Катехины	2,2	1,6	1,7	2,7	2,7	3,0	2,2	2,1	2,0	2,7	1,9	1,4	1,6	1,7				
Сумма биофлав., мг/100 г	4971,6	7257,2	7100,3	5468,2	4516,3	4826,7	6062,1	6146,5	7601,6	5080,7	7574,4	8682,0	7591,2	8409,5				
Фенолкарб. кислоты, мг/100 г	574,1	759,0	724,7	569,6	573,3	617,1	596,5	744,0	712,7	579,3	562,3	605,0	548,7	592,4				
Бензойная кислота, %	1,39	1,60	1,75	1,63	1,31	1,82	1,42	1,54	1,34	1,51	1,52	1,39	1,44	1,60				
Дубильные вещества, %	2,05	3,28	3,79	2,36	1,71	2,08	2,73	2,72	3,12	2,08	2,52	2,46	2,65	2,72				
Лигнины, %	13,2	10,7	10,0	13,2	10,9	12,1	10,6	11,3	15,5	10,9	12,7	11,4	13,0	12,2				
Жирные масла, %	5,19	6,16	5,61	5,80	5,03	5,28	5,94	5,62	4,51	5,28	4,33	4,49	4,60	4,95				
Триглицериды, %	2,70	3,05	3,40	2,72	2,81	2,80	3,22	3,02	2,57	2,68	2,58	2,48	2,77	2,99				
N, %	1,07	1,22	1,25	1,24	1,11	1,17	1,19	1,17	1,15	1,13	0,96	0,98	0,90	0,94				
P, %	0,15	0,16	0,16	0,16	0,15	0,14	0,16	0,16	0,15	0,13	0,13	0,16	0,16	0,16				
K, %	0,64	0,68	0,73	0,76	0,69	0,72	0,73	0,76	0,72	0,74	0,67	0,72	0,67	0,67				
Ca, %	0,35	0,35	0,35	0,39	0,38	0,41	0,38	0,36	0,39	0,37	0,29	0,29	0,27	0,28				
Mg, %	0,09	0,10	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,08	0,08	0,09	0,09				

Примечание. 1 – Koralle, 2 – Red Pearl, 3 – Рубин, 4 – Erntedank, 5 – Ernteseegen, 6 – Erntekrone, 7 – Ammerland, 8 – Masovia, 9 – Sanna, 10 – Sussi, 11 – Stevens, 12 – Ben Lear, 13 – Mc Farlin, 14 – Pilgrim.



У *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers., характеризовавшейся значительно меньшим, чем у двух предыдущих видов Вересковых, количеством тесных корреляционных связей, к наиболее информативным признакам – «индикаторам», обладающим наибольшим числом сильных положительных связей, следовало отнести содержание в плодах фруктозы (7), сахарозы (6) и общее количество растворимых сахаров (6), а также признаки, имеющие по 5 подобных связей – параметры накопления в них витамина С, собственно антоцианов и значения сахарокислотного индекса. При этом по характеру различий с эталонными значениями содержания в плодах фруктозы можно прогнозировать возможные, причем аналогичные по знаку, изменения в содержании калия, кальция, флавонолов, бензойной кислоты, лигнинов и растворимых сахаров, в том числе дисахарида; по характеру изменений в содержании в плодах сахарозы – возможные изменения в содержании растворимых сахаров, флавонолов, лигнинов, калия, кальция и магния; по характеру изменений в общем содержании растворимых сахаров – возможные изменения в содержании протопектина, бензойной кислоты, лигнинов, азота и кальция, а также в значении сахарокислотного индекса плодов; по характеру изменений в содержании витамина С – возможные изменения в содержании фосфора, собственно антоцианов, лейкоантоцианов, катехинов и дубильных веществ; по характеру изменений в содержании в плодах собственно антоцианов – возможные изменения в содержании калия, лейкоантоцианов, катехинов, бензойной кислоты и дубильных веществ. При этом направленность данных изменений будет совпадать с таковой признаков – «индикаторов».

К признакам – «индикаторам», обладающим наибольшим количеством тесных отрицательных связей с другими признаками, в плодах *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers. следовало отнести содержание гидропектина (5) и глюкозы (4). При этом по направленности изменений в содержании в плодах гидропектина можно прогнозировать предполагаемые, причем обратные по знаку, изменения в содержании в них протопектина, бензойной кислоты, лигнинов, калия и кальция, тогда как по характеру изменений в содержании в них глюкозы – возможные противоположные изменения в содержании фосфора, биофлавоноидов, в том числе собственно антоцианов и катехинов.

Обращает на себя внимание возможность прогнозирования у всех видов Вересковых предполагаемых изменений в содержании в плодах ряда веществ с помощью разных признаков – «индикаторов», что создает дополнительные возможности для получения наиболее объективной картины данных изменений.

## ВЫВОДЫ

1. На основе анализа тесных корреляционных связей между 27 показателями биохимического состава плодов 3 видов сем. *Ericaceae* – *V. corymbosum* L., *V. vitis-idaea* L. и *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers., отражающими параметры накопления в них ряда витаминов, органических кислот, углеводов, фенольных соединений, в том числе биофлавоноидов, а также тритерпеноидов и макроэлементов, установлено, что в подавляющем большинстве случаев они носили индивидуальный для каждого вида характер, что свидетельствовало об их выраженной видоспецифичности, и лишь для незначительной части из них (примерно по 18%) отмечено их совпадение у двух либо трех видов Вересковых. При этом у каждого анализируемого показателя выявлено от 0 до 8 сильных связей с другими показателями. Это позволило, используя признаки с наибольшим количеством связей, обозначить своего рода признаки – «индикаторы», с помощью которых становилось возможным прогнозирование направленности изменений связанных с ними признаков.

2. Показано, что у *V. corymbosum* L. к наиболее информативным признакам – «индикаторам», характеризующим наибольшим числом сильных положительных корреляционных связей, следовало отнести параметры накопления в плодах титруемых кислот, фруктозы, гидропектина и протопектина, тогда как к аналогичным признакам с наибольшим числом сильных отрицательных связей следовало отнести содержание в них катехинов и показатель сахарокислотного индекса.

3. У *Vaccinium vitis-idaea* L. к признакам – «индикаторам» с наибольшим числом сильных положительных корреляционных связей с другими признаками были отнесены параметры накопления в плодах свободных органических кислот, гидропектина, сухих веществ, витамина С и глюкозы, тогда как к признакам с наибольшим количеством тесных отрицательных связей были отнесены содержание в них сухих веществ и титруемых кислот.

4. У *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers., характеризовавшейся значительно меньшим, чем у двух предыдущих видов Вересковых, количеством тесных корреляционных связей, к признакам с наибольшим числом сильных положительных связей следовало отнести содержание в плодах растворимых сахаров, в том числе фруктозы, сахарозы, витамина С, собственно антоцианов и значения их сахарокислотного индекса, тогда как к признакам с наибольшим количеством тесных отрицательных связей следовало отнести содержание в них гидропектина и глюкозы.

5. Показана возможность прогнозирования у всех видов Вересковых предполагаемых изменений в содержании в плодах ряда веществ с помощью разных признаков – «индикаторов», что создает дополнительные возможности для получения наиболее объективной картины данных изменений.

## Литература

1. Методы определения сухих веществ: ГОСТ 8756.2-82. – Введ. 01.01.82. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 5 с.
2. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков [и др.]. – М.: ВО Агропромиздат, 1987. – 430 с.
3. Фоменко, К.П. Методика определения азота, фосфора и калия в растениях из одной навески / К.П. Фоменко, Н.Н. Нестеров // Химия в сельском хозяйстве. – 1971. – № 10. – С. 72-74.
4. Завадская, И.Г. Количественное определение углеводов резорциновым и анилинфталатным методами с помощью бумажной хроматографии / И.Г. Завадская, Г.И. Горбачева, Н.С. Мамушина // Методика количественной бумажной хроматографии сахаров, органических кислот и аминокислот у растений. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1962. – С. 17-26.
5. Swain, T. The phenolic constituents of *Prunus Domestica*. 1. The quantitative analysis of phenolic constituents / T. Swain, W. Hillis // J. Sci. Food Agric. – 1959. – Vol. 10, N 1. – P. 63-68.
6. 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.
7. Шнайдман, Л.О. Методика определения антоциановых веществ / Л.О. Шнайдман, В.С. Афанасьева // 9-й Менделеевский съезд по общ. и прикл. химии: реф. докл. и сообщ. – М., 1965. – № 8. – С. 79-80.

8. Сарапуу, Л.П. Фенольные соединения яблони / Л.П. Сарапуу, Х. Мийдла // Уч. зап. Тарт. гос. ун-та. – 1971. – Вып. 256. – С. 111-113.
9. Запрометов, М.Н. Биохимия катехинов / М.Н. Запрометов. – М.: Наука, 1964. – 325 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. Государственная фармакопея СССР. Вып. 1. Общие методы анализа. – М.: Медицина, 1987. – С. 286-287.
12. Калевин, М.И. Исследование свежих плодов, овощей и продуктов их переработки / М.И. Калевин, А.А. Колесник // Исследование пищевых продуктов; под ред. Ф.В. Цереветинова. – М.: Госторгиздат, 1949. – С. 218-245.
13. Сапунов, В.А. Методы оценки кормов и зоотехнический анализ / В.А. Сапунов, И.И. Федуняк. – Минск, 1958. – С. 88-90.
14. Симонян, А.В. Количественное определение тритерпеноидов в растениях рода *Thymus* / А.В. Симонян, А.Л. Шинкаренко, Э.Т. Оганесян // Химия природных соединений. – 1972. – № 3. – С. 293-295.

## **INTERDEPENDENCE OF INGREDIENTS OF THE BIOCHEMICAL COMPOSITION OF FRUITS ALIEN CROPS FAMILY *ERICACEAE* IN THE CONDITIONS OF BELARUS**

Z.A. Rupasova, V.N. Reshetnikov, T.I. Vasilevskaja,  
A.P. Yakovlev, N.B. Pavlovsky, J.M. Pinchukova

### **ABSTRACT**

On the basis of the analysis of the closest correlation links between 27 features of biochemical composition of fruits of 3 species fam. *Ericaceae* – *V. corymbosum* L., *V. vitis-idaea* L. and *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers. indicators with the largest numbers of the links, which are signs-‘indicators’ in the direction of the changes which made possible a forecasting of changes associated symptoms are identified.

Most informative signs, taking into account the species specific and links sending with other signs have being signified. The possibility of forecasting changes in the content in fruits of the species range of substances with different signs-‘indicators’ which creates additional opportunities to obtain the most objective view of this changes is shown.

Key words: blueberry, red bilberry, cranberry, varieties, biochemical fruit composition, organic acids, carbohydrates, bioflavonoid, terpenoid, major mineral elements, correlation links, signs-indicators, Belarus.

*Дата поступления статьи в редакцию 11.03.2011*