

УДК 581.192:634.739.1

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЛОДОВ ГОЛУБИКИ ТОПЯНОЙ (*VACCINIUM ULIGINOSUM* L.) В УСЛОВИЯХ ИНТРОДУКЦИИ

© Т.И. Снакина*, Т.А. Кукушкина

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, ул. Золотодолинская,
101, Новосибирск, 630090 (Россия), e-mail: snakina@list.ru

Ягоды голубики топяной – ценное сырье для пищевой и фармацевтической промышленности. Однако промышленные заготовки голубики топяной почти не ведутся из-за труднодоступности естественных мест произрастания этого ягодника, а также невысокой сохранности ягод на пути от мест сбора до перерабатывающих предприятий.

Решением этой проблемы могут стать специализированные плантации голубики при перерабатывающих предприятиях. Но для этого необходим посадочный материал, отличающийся высоким содержанием биологически активных веществ. Центральный сибирский ботанический сад является ведущим центром России по интродукции и селекции голубики.

В связи с этим в условиях лесостепной зоны Западной Сибири в 2011–2015 гг. были проведены биохимические исследования сухого вещества, аскорбиновой кислоты, сахаров, кислот, антоцианов, катехинов, пектинов и протопектинов в ягодах перспективных форм голубики топяной.

Результаты исследований показали широкий диапазон изменчивости химических признаков в связи с индивидуальными особенностями форм голубики топяной и погодными условиями разных лет.

Наибольшую межгодовую изменчивость проявили протопектины, катехины и пектины.

Выделены образцы голубики топяной с высоким содержанием биологически активных веществ, которые можно рекомендовать в качестве посадочного материала для создания производственных плантаций.

Ключевые слова: *Vaccinium uliginosum*, сухое вещество, аскорбиновая кислота, сахара, кислотность, антоцианы, катехины, протопектины и пектины.

Введение

Голубика топяная (*Vaccinium uliginosum* L.) принадлежит к роду *Vaccinium* L., подсемейству *Vaccinioideae* Arn., семейству *Ericaceae* Juss. Ареал ее охватывает обширную территорию умеренной и арктической зоны Северного полушария.

Голубика относится к наиболее ценным пищевым и лекарственным растениям, систематическое употребление ягод которых снижает риск возникновения многих заболеваний. Установлено, что экстракты антоцианов и флавоноидов, содержащиеся в голубике, обладают антиоксидантным, противовоспалительным, противоопухолевым, противовирусным, вазопротекторным и противогрибковым действием [1, 2].

Плоды голубики топяной содержат фенолкарбоновые кислоты, флавоноиды, катехины, антоцианы, органические кислоты [3]. Голубика топяная выделяется среди других таксонов рода наиболее высоким содержанием в плодах аскорбиновой кислоты [4–6], гидропектина, жирных масел, биофлавоноидов [6], в том числе флавонолов [5, 6], катехинов [6], рутина [7], магния, [6, 8].

Большинство исследований химического состава плодов посвящено дикорастущей голубике топяной, причем исследования ведутся в основном на популяционном уровне [4, 5, 8–13]. Известны лишь

Снакина Татьяна Ивановна – научный сотрудник
лаборатории интродукции пищевых растений, кандидат
биологических наук, e-mail: snakina@list.ru

Кукушкина Татьяна Абдулхаировна – старший научный
сотрудник лаборатории фитохимии, кандидат
биологических наук, e-mail: kukushkina-phyto@yandex.ru

немногие работы, где выявлены различия отобранных в природных условиях форм по химическому составу плодов [14–16]. Исследований по химическому составу плодов голубики топяной, произрастающей в условиях интродукции, немно-

* Автор, с которым следует вести переписку.

го [17–20, 6, 7]. Между тем сравнительное изучение показало, что многие показатели химического состава плодов голубики топяной, произрастающей в культуре, намного выше, чем в природных условиях [18].

В связи с этим целью данной работы явилось изучение изменчивости химического состава перспективных форм голубики топяной в зависимости от их индивидуальных особенностей и метеорологических условий.

Экспериментальная часть

Объектом исследований были перспективные формы голубики топяной, произрастающие в коллекции лаборатории интродукции пищевых растений Центрального сибирского ботанического сада РАН и выделенные в течение нескольких лет по ряду морфологических показателей (урожайность, размеры и масса ягод). Формы были отобраны из природных условий Новосибирской области (Юрковский рослый рям, болото Закролятник) – 10 образцов и Республике Тыва (Годжинский район, Дортон-Мюнское болото) – 1 образец. В качестве контроля был взят сорт Шегарская селекции ЦСБС. Типичные по форме, размеру, окраске и степени зрелости плоды отбирали для анализов с разных сторон кроны куста. Ягоды после сбора сразу же анализировались. Так как сроки массового созревания исследуемых форм голубики топяной совпадали, то пробы ежегодно брали одновременно со всех образцов. Масса пробы каждого образца составляла не менее 200 г. Биохимическую оценку образцов проводили в 2011–2015 гг. Определяли содержание растворимых сухих веществ, аскорбиновой кислоты, сахаров, титруемой кислотности, антоцианов, катехинов, протопектинов и пектинов. Все биохимические показатели, кроме аскорбиновой кислоты, рассчитаны на массу абсолютно сухого сырья. Эксперимент проводили в трехкратной повторности.

Анализ содержания сухого вещества, аскорбиновой кислоты и сахаров проводили по общепринятым методикам [21].

Содержание суммы кислот определяли путем титрования аликвоты вытяжки щелочью [21, 22].

Экстракцию антоцианов проводили в солянокислой среде, растирая образец в ступке в присутствии 1% соляной кислоты, нагревали на водяной бане (40–50 °С) в течение 20 мин., охлаждали и доводили до метки 250 мл соляной кислотой, отфильтровывали и измеряли на СФ-26 при длине волны 510 нм. Пересчетный коэффициент рассчитывали по цианидин-3,5-дигликозиду [23].

Количественное содержание катехинов определяли спектрофотометрическим методом, основанном на способности катехинов давать малиновое окрашивание с раствором ванилина в концентрированной соляной кислоте. В две мерные пробирки переносили по 0,8 мл этанольного извлечения, в одну из них прибавляли 4 мл 1% раствора ванилина в концентрированной соляной кислоте. Объем обеих пробирок доводили до 5 мл концентрированной соляной кислотой. Вторая пробирка служила в качестве раствора сравнения. Оптическую плотность раствора измеряли на спектрофотометре при длине волны 504 нм. Пересчетный коэффициент определяли по (\pm)–катехину «Sigma» [24].

Пектины определяли бескарбазольным спектрофотометрическим методом, основанном на получении специфического желто-оранжевого окрашивания уроновых кислот с тимолом в сернохлорной среде. Для получения воспроизводимых результатов удаляли сахара из мелкоизмельченных проб (навеска 5–10 г) горячим этанолом (из расчета получения конечной концентрации 80–82%) на водяной бане с обратным холодильником в течение 20–30 мин трижды. Отфильтрованную пробу высушивали при 50 °С до исчезновения запаха спирта. Сначала водой извлекали пектины, затем гидролизировали протопектины. После реакции с тимолом плотность окрашенных растворов измеряли на спектрофотометре при длине волны 480 нм в кювете с рабочей длиной 1 см. Количественное содержание пектиновых веществ определяли по калибровочной кривой, построенной по галактуроновой кислоте [25].

Статистическая обработка результатов и рисунки сделаны с использованием программы Microsoft Excel.

Интродукционный участок расположен в северной лесостепи Западной Сибири. Выращивание голубики топяной в этих условиях требует обеспечения ее необходимой влагой. Поэтому проводился регулярный полив, особенно в сухие и жаркие дни.

Метеорологические условия, краткая характеристика отдельных фенологических фаз и урожайность голубики топяной в годы исследований были следующие.

2011 г. – весна ранняя. Май очень теплый. Повышение температуры шло постепенно. Все растения перезимовали хорошо. В связи с ранней и теплой весной все фенологические фазы у изученных образцов проходили раньше. В июле было холоднее обычного. Период от начала формирования ягод до их полного созревания составлял 40 дней (табл. 1). Плодоношение голубики было довольно высоким: урожайность в среднем составила 363 г/куст.

Таблица 1. Метеорологические показатели* в период формирования и созревания ягод голубики топяной

Годы	Период формирования и созревания ягод	Среднесуточная температура, °С	Гидротермический коэффициент увлажнения по Г.Т. Селянинову
2011	30 мая – 7 июля	19.4	0.37
2012	7 июня – 26 июля	21.9	0.22
2013	21 июня – 6 августа	18.6	1.05
2014	11 июня – 1 августа	20.4	0.82
2015	30 мая – 14 июля	18.9	1.01

* При характеристике метеорологических условий за исследуемый период использовали данные с сайта [26].

2012 г. – весна ранняя. Повышение температуры шло постепенно. Необычно холодная погода в период завязывания и начала формирования ягод значительно снизила степень плодоношения, потом наступила жара. Средняя урожайность исследованных форм составила 286 г/куст. Период от начала формирования ягод до их полного созревания составлял 50 дней, по температурным показателям он был самым жарким по сравнению с аналогичными периодами в другие исследуемые годы.

2013 г. – весна очень поздняя. Период от начала формирования ягод до их полного созревания составлял 47 дней, а по температурным показателям – был самым холодным из всех исследуемых. Обильные дожди в период плодоношения вызвали растрескивание созревших ягод по их диаметру. Плодоношение было хорошее – 392 г/куст.

2014 г. – суровая зима и очень холодная с отрицательными температурами затяжная весна. Весной в начале вегетации было отмечено подмерзание побегов, в начале июня – бутонов. Вследствие этого цветение было растянутым и характеризовалось неравномерным распусканием цветковых почек. Период от начала формирования ягод до их полного созревания по его продолжительности составлял 52 дня. Плодоношение было очень низкое – 242 г/куст.

2015 г. – в целом сезон был теплый с обильными дождями. Он повлек за собой раннее наступление фенологических фаз. Но в начале созревания ягод было холоднее обычного, наблюдались резкие перепады температур в дневное и ночное время. Период от начала формирования ягод до их полного созревания составлял 46 дней. Степень плодоношения была высокая, и урожайность составила 490 г/куст.

Из всех исследуемых лет период от начала формирования ягод до их полного созревания 2012 г. был самым жарким и сухим, а аналогичный период 2013 г. – самым холодным и влажным.

Обсуждение результатов

Содержание сухого вещества изменялось у исследованных форм от 9.89 до 12.49%, аскорбиновой кислоты – от 51.21 до 80.95 мг%, сахаров – от 43.93 до 58.64%, кислот – от 13.73 до 39.33% (табл. 2).

По сравнению с контролем больше сухого вещества содержали формы 20 и 8; аскорбиновой кислоты – формы 8, 3, 10, 20 и 21; сахаров – формы 20, 8, Тыва и 21; кислот – образец из Тывы, формы 21, 3, 17, 2 и 16. Самую низкую кислотность имели формы 7, 8 и 10.

По литературным данным, сухое вещество в ягодах голубики топяной составляло 11.0–14.6% [4, 9, 10], аскорбиновая кислота – 32.56–110 мг% [4, 7, 9, 10], сахара – 5.87–27.13% [4, 9, 10], кислоты – 1.1–5.05% [4, 9].

Содержание антоцианов изменялось у исследованных образцов от 0.89 до 2.58%, катехинов – от 0.26 до 0.62%, пектинов – от 0.53 до 1.28%, протопектинов – от 0.33 до 1.69% (табл. 3.)

Таблица 2. Средние многолетние биохимические показатели ягод голубики топяной (сухое вещество, аскорбиновая кислота, сахара, кислотность)

Образец	Сухое вещество, %	Аскорбиновая кислота, мг%	Сахара, %	Кислотность, %
Шегарская	12.14	67.28	50.39	21.11
Форма 21	10.91	80.95	58.64	21.52
Ф. 20	12.17	73.61	52.00	20.68
Ф 8	12.49	70.04	53.21	13.85
Ф 10	10.97	72.67	48.90	15.90
Ф. 2	10.93	53.75	49.41	25.53
Ф. 3	11.62	71.19	43.97	22.72
Ф. 16	9.89	53.84	50.00	39.33
Ф. 7	11.07	56.96	43.93	13.73
Ф. 17	12.10	51.21	47.36	23.56
Тыва	11.33	52.12	56.08	21.39

Таблица 3. Средние многолетние биохимические показатели образцов голубики топяной (антоцианы, катехины, пектины, протопектины)

Образец	Антоцианы	Катехины	Пектины	Протопектины
Шегарская	2.04	0.32	1.28	1.47
Форма 21	1.56	0.26	1.24	1.42
Ф. 20	1.77	0.34	0.87	1.12
Ф 8	0.89	0.62	0.87	0.33
Ф 10	2.04	0.30	1.25	1.69
Ф. №2	2.20	0.29	0.90	1.27
Ф. 3	2.58	0.28	1.01	1.03
Ф. 16	2.02	0.32	1.06	1.06
Ф. 7	1.81	0.31	0.53	1.13
Ф. 17	1.82	0.30	0.68	0.93
Тыва	2.31	0.50	1.18	1.28

По количеству антоцианов превышали контроль форма 2, образец из Тывы и форма 3, по количеству катехинов – форма 20, образец из Тывы и ф. 8, причем форма 8 по содержанию катехинов превосходила большинство образцов в два раза и более. Наибольшее количество пектинов обнаружено у контрольного сорта Шегарская. Близки к нему по значениям формы 21 и 10.

Наибольшее количество протопектинов отмечено у формы 10.

По литературным данным, содержание антоцианов у дикорастущей голубики топяной составляло 1.22–7.2% [12,10], катехинов – 0.24–0.44% [10].

Сравнение наиболее контрастных по метеорологическим показателям периодов формирования и созревания ягод 2012 и 2013 гг. (табл. 1) показало, что в самый жаркий и сухой период 2012 г. ягоды накапливали больше сухого вещества и сахаров, но меньше аскорбиновой кислоты и органических кислот, чем в самый холодный и влажный период 2013 г. (рис. 1).

По литературным данным [4], в более теплые, солнечные и бедные осадками годы в ягодах голубики топяной больше накапливалось сухих веществ и аскорбиновой кислоты, но меньше – сахаров и кислот.

Содержание протопектинов было выше в самый жаркий и сухой период 2012 г. (рис. 2). Остальные показатели были выше в самый холодный и влажный период 2013 г.

Содержание катехинов в 2011 г. было почти в 2 раза меньше, чем в 2014 г.

Содержание пектинов всех исследованных образцов в 2015 г. было почти в 3 раза ниже, чем в 2014 г.

Содержание протопектинов в 2015 г. было более чем в 3 раза ниже, чем в 2011 г.

По литературным данным, в ягодах дикорастущей голубики топяной преобладала фракция протопектина [16, 9].

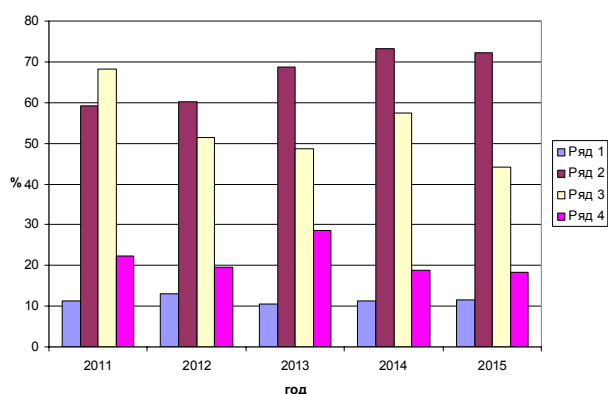


Рис. 1. Динамика содержания сухого вещества (ряд 1), аскорбиновой кислоты (ряд 2), сахаров (ряд 3) и кислотности (ряд 4) плодов голубики топяной в разные годы исследований (средние данные по всем исследованным образцам)

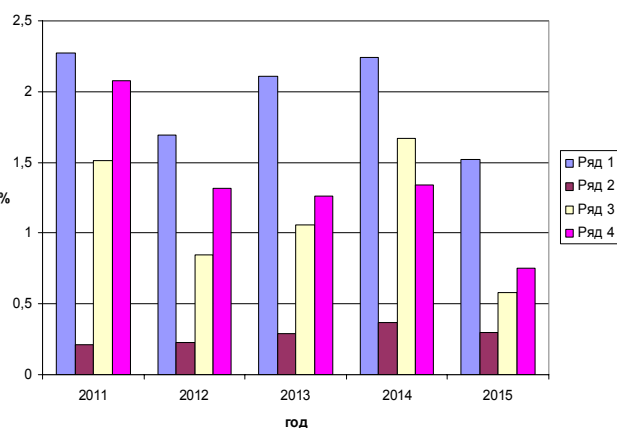


Рис. 2. Динамика содержания антоцианов (ряд 1), катехинов (ряд 2), пектинов (ряд 3) и протопектинов (ряд 4) плодов голубики топяной в разные годы исследований (средние данные по всем исследованным образцам)

По нашим данным, протопектина в ягодах голубики топяной накапливалось больше, чем пектина. Исключением был 2014 г., когда пектинов накапливалось больше, чем протопектинов.

Наибольшее варьирование в нашем эксперименте проявили протопектины, катехины и пектины, наименьшее – сухое вещество и аскорбиновая кислота. Среднее положение занимали антоцианы, сахара и общая кислотность (рис. 3).

По данным Ж.А. Рупасовой, А.П. Яковлева, Т.И. Василевской и др. [6], наименее выразительные межгодовые различия характерны для параметров накопления в плодах *V. uliginosum*, сухих и пектиновых веществ, витамина С, катехинов и др., тогда как наиболее выразительные – для содержания в них свободных органических кислот, антоцианов. По данным М.Д. Губиной, Е.Д. Сусловой, Т.П. Лариной [9], особую динамичность в ягодах голубики топяной в разные годы проявили сухое вещество, сахара, витамин С, кислоты.

Таким образом, единого мнения по степени динамичности тех или иных химических показателей, нет. Можно лишь согласиться, что накопление биологически активных веществ в ягодах голубики топяной находится в сложном взаимодействии с процессами, происходящими как внутри растительного организма, так и вне его, т.е. зависит от многих факторов, определяющими из которых являются генотип и среда [6, 20, 27].

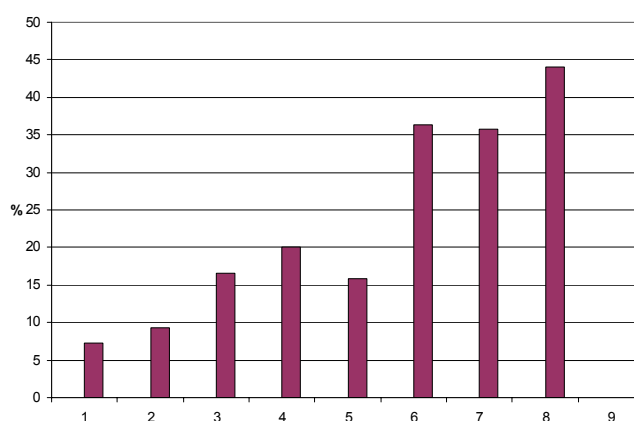


Рис. 3. Значения коэффициентов вариации (V, %) биохимических показателей за 2011-2015 гг.: 1 – сухое вещество; 2 – аскорбиновая кислота; 3 – сахара; 4 – кислотность; 5 – антоцианы; 6 – катехины; 7 – пектины; 8 – протопектины

Выводы

Подводя итог вышесказанному, можно считать, что ягоды голубики топяной, выращенные в условиях интродукции, являются ценным источником целого ряда биологически активных веществ. Из широкой амплитуды изменчивости биохимических признаков вытекает возможность использования перспективных форм в интродукции и селекции, направленной на выведение сортов с наиболее благоприятным для человека сочетанием вкусовых достоинств и оптимальным содержанием в плодах биологически активных веществ.

По биохимическому составу ягод выделены лучшие образцы голубики топяной.

По содержанию сухого вещества превосходят контрольный сорт Шегарская отборные формы 20 (12.17%), и 8 (12.49%).

По содержанию аскорбиновой кислоты – формы 8 (70.04 мг%), 3 (71.19 мг%), 10 (72.67 мг%), 20 (73.61 мг%), 21 (80.95 мг%).

По содержанию сахаров – формы 20 (52.00%), 8 (53.21%), Тыва (56.08%), 21 (58.64%).

Общая кислотность была выше, чем в контроле, у образца из Республики Тыва (21.39%), у форм 21 (21.52%), 3 (22.72%), 17 (23.56%), 2 (25.53%), и 16 (39.33%).

Антоцианов содержится больше, чем в контроле, у форм 2 (2.20%), Тыва (2.31%), 3 (2.58%).

Катехинов – у форм 20 (0.34%), Тыва (0.50%), 8 (0.50%).

По содержанию пектинов ни один образец не превышал контроль.

Протопектинов больше, чем в контроле, содержится у формы 10 (1.69%).

По комплексу показателей выделены формы 20 и 8. Форма из Тывы более богата сахарами, антоцианами и катехинами, чем большинство форм из Новосибирской области.

Наиболее существенные межгодовые различия проявили протопектины, катехины и пектины.

При подготовке публикации использовались материалы биоресурсной научной коллекции ЦСБС СО РАН «Коллекции живых растений в открытом и закрытом грунте», УНУ № USU 440534.

Выражаем благодарность старшему лаборанту лаборатории фитохимии ЦСБС СО РАН И.В. Шевцовой за оказанную помощь в проведении эксперимента.

Список литературы

1. Su Z. Anthocyanins and Flavonoids of *Vaccinium L.* // *Pharmaceutical Crops*. 2012. Vol. 3. Pp. 7–37.
2. Michalska A., Lysiak, G. Bioactive Compounds of Blueberries: Post-Harvest Factors Influencing the Nutritional Value of Products // *Int. J. Mol. Sci.* 2015. Vol. 16. N8. Pp. 18642–18663. DOI: 10.3390/ijms160818642.
3. Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т. 2. Семейства Actinidiaceae – Malvaceae, Euphorbiaceae – Haloragaceae. СПб.; М., 2009. С. 53–54.
4. Буткус В.Ф., Баранускайте А.П., Буткене З.П., Песецкене Л.А. Биохимическая характеристика важнейших дикорастущих ягод и плодов Литовской ССР // *Труды АН ЛитССР*. 1965. Сер. В. Т. 36, №1. С. 31–49.
5. Шапиро Д.К., Кудинов М.А. Нарижная Т.И., Кононович Т.В., Старкова Н.Ю. Биохимическая оценка плодов голубики, выращиваемой в Белорусском Полесье // *Растительные ресурсы*. 1984. Т. 20. Вып. 3. С. 396–400.
6. Рупасова Ж.А., Яковлев А.П., Василевская Т.И., Варавина Н.П., Криницкая Н.Б. Биохимический состав плодов таксонов рода *Vaccinium* при возделывании на торфяных выработках севера Беларуси // *Голубиководство в Беларуси: материалы Республиканской научно-практической конференции*. Минск, 2012. С. 66–69.
7. Мухаметова С.В., Скочилова Е.А., Протасов Д.В. Параметры плодоношения и содержание флавоноидов и аскорбиновой кислоты в плодах голубики (*Vaccinium*) // *Химия растительного сырья*. 2017. №3. С. 113–121. DOI: 10.14258/jсргm.2017031785.
8. Величко Н.А., Берикашвили З.Н. Исследование химического состава ягод голубики обыкновенной и разработка рецептур напитков на ее основе // *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*. 2016. №7. С. 126–131.
9. Губина М.Д., Сулова Е.Д., Ларина Т.П. Химический состав ягод голубики топяной из Колпашевского района Томской области // *Брусничные в СССР*. Новосибирск, 1990. С. 141–144.
10. Соболевская К.А., Гонтарь Э.М., Горохова Г.И., Высочина Г.И., Пушкарев Г.Н., Кузьмин В.И., Тюрина Е.В., Гуськова И.Н., Пленник Р.Я., Израильсон В.Ф., Шилкина Л.П. Полезные растения Западного участка зоны БАМ. Новосибирск, 1985. 230 с.
11. Сенчук Г.В., Борух И.Ф. Дикорастущие ягоды Белоруссии // *Растительные ресурсы*. 1976. Т. 12. Вып. 1. С. 113–117.
12. Буткус В.Ф., Буткене З.П., Тамулис Т.П. Биологическая и биохимическая характеристика голубики. (8. Содержание и динамика накопления антоцианов, лейкоантоцианов и аминокислот в ягодах) // *Труды АН ЛитССР*. Сер. В. 1989. Т. 107, №3. С. 21–24.
13. Песяцкене А.А., Буткене З.П. Слизистые и пектиновые вещества плодов некоторых видов *Vaccinium* // *Эколого-биологическое изучение ягодных растений семейства Брусничные и опыт освоения их промышленной культуры: тезисы докладов*. Ганцевичи, 1991. С. 162–163.
14. Данилов М.Д., Кудрявцева М.В., Мартыненко В.В. Белоплодная голубика в Марийской АССР // *Растительные ресурсы*. 1975. Т. 11. Вып. 2. С. 242–247.
15. Тяк Г.В. Изучение формового разнообразия *Vaccinium uliginosum L.* для целей интродукции // *Ресурсы недревесной продукции леса и вопросы их рационального освоения: тезисы докладов советско-финляндского симпозиума*. Петрозаводск, 1988. С. 52–53.
16. Гримашевич В.В., Круглякова Г.В., Кругляков Г.Н., Косая Ж.Н., Волчков В.Е. Биохимическая характеристика ягод различных форм голубики в Полесье // *Проблемы продовольственного и кормового использования недревесных и второстепенных лесных ресурсов: тезисы докладов Всесоюзного совещания*. Красноярск, 1983. С. 49.
17. Горбунов А.Б., Днепровский Ю.М., Снакина Т.И. Особенности роста и продуктивность голубики в условиях культуры // *Новые пищевые растения*. Новосибирск, 1978. С. 61–77.
18. Евтухова Л.А. Биохимический состав ягод голубики топяной в культуре и естественно произрастающем голубичнике // *Эколого-биологическое изучение ягодных растений семейства Брусничные и опыт освоения их промышленной культуры: тезисы докладов*. Ганцевичи, 1991. С. 55–56.
19. Gorbunov A. Bog blueberry – a new horticultural crop // *Wild Berry Culture: An exchange of western and eastern experiences: Proc. of the International conf. Tartu*, 1998. Pp. 54–60.
20. Павлова Е.Е., Березина Е.В., Мишукова И.В., Брилкина А.А. Анализ содержания фенольных соединений и аскорбиновой кислоты у различных видов голубики (*Vaccinium L.*) в периоды цветения и плодоношения // *Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского*. 2012. №2. С. 222–229.
21. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П., Перуанский Ю.В., Луковникова Г.А., Иконникова М.И. Методы биохимического исследования растений. Л., 1987. 430 с.
22. Кривенцов В.И. Методические рекомендации по анализу плодов на биохимический состав. Ялта, 1982. 21 с.
23. Муравьева Д.А., Бубенчикова В.Н., Беликов В.В. Спектрофотометрическое определение суммы антоцианов в цветках василька синего // *Фармация*. 1987. №5. С. 28–25.
24. Кукушкина Т.А., Зыков А.А., Обухова Л.А. Манжетка обыкновенная (*Alchemilla vulgaris L.*) как источник лекарственных средств // *Актуальные проблемы создания новых лекарственных препаратов природного происхождения: материалы VII Международного съезда*. СПб., 2003. С. 64–69.
25. Кривенцов В.И. Бескарбазольный метод количественного спектрофотометрического определения пектиновых веществ // *Труды Никитского ботанического сада*. 1989. Т. 109. С. 128–137.

26. Погода и климат. [Электронный ресурс]. URL: <http://archive.li/dTltd>.
27. Primetta A. Phenolic Compounds in the Berries of the Selected Vaccinium Species The potential for authenticity analyses. Academic Dissertation of Forestry and Natural Sciences. Kuopio, 2014. 106 p.

Поступило в редакцию 14 ноября 2017 г.

После переработки 16 марта 2018 г.

Для цитирования: Снакина Т.И., Кукушкина Т.А. Изменчивость химического состава плодов голубики топяной (*Vaccinium uliginosum* L.) в условиях интродукции // Химия растительного сырья. 2018. №3. С. 107–114. DOI: 10.14258/jcrpm.2018033429.

*Snakina T.I.**, *Kukushkina T.A.* VARIATION OF CHEMICAL COMPOSITION OF FRUITS OF BOG BLUEBERRY (*VACCINIUM ULIGINOSUM* L.) WHEN INTRODUCING

*Central Siberian Botanical Garden, SB RAS, Zolotodolinskaya str., 101, Novosibirsk, 630090 (Russia),
e-mail: snakina@list.ru*

Bog blueberry berries are a source material for food and pharmaceutical industries. However, industrial harvesting of bog blueberry is hardly carried out as plants grow in hard-to-access areas and safekeeping of berries is low during transportation to the processing plants.

Special-purpose plantations of bog blueberry at the processing plants may solve the problem. To do this would require planting material noted for a high content of biologically active substances. Central Siberian Botanical Garden is a leading center of introduction and breeding of blueberry in Russia.

In this connection, biochemical study of dry substance, ascorbic acid, sugars, acids, anthocyanins, catechins, pectins and protopectins of berries of promising bog blueberry forms was conducted in the forest-steppe zone of West Siberia in 2011–2015. The results of research showed a wide range of variability of chemical characters due to individual peculiarities of bog blueberry forms and weather conditions in various years. Protopectins, catechins and pectins exhibited the greatest interannual distinctions.

Bog blueberry samples with the greatest content of biologically active substances which can be recommended as planting material for creation of production plantations were revealed.

Keywords: *Vaccinium uliginosum*, dry substance, ascorbic acid, sugars, acids, anthocyanins, catechins, pectins and protopectins.

References

1. Su Z. *Pharmaceutical Crops*, 2012, vol. 3, pp. 7–37.
2. Michalska A., Lysiak, G. *Int. J. Mol. Sci.*, 2015, vol. 16, no. 8, pp. 18642–18663. DOI: 10.3390/ijms160818642
3. *Rastitel'nyye resursy Rossii: Dikorastushchiye tsvetkovyye rasteniya, ikh komponentnyy sostav i biologicheskaya aktivnost'. T. 2. Semeystva Actinidiaceae – Malvaceae, Euphorbiaceae – Haloragaceae*. [Vegetable resources of Russia: Wild flowering plants, their component composition and biological activity. Vol. 2. Families Actinidiaceae – Malvaceae, Euphorbiaceae – Haloragaceae]. St. Peterburg, Moscow, 2009, pp. 53–54. (in Russ.).
4. Butkus V.F., Baranauskayte A.P., Butkene Z.P., Pesetskene L.A. *Trudy AN LitSSR*, S. B, 1965, vol. 36, no. 1, pp. 31–49. (in Russ.).
5. Shapiro D.K., Kudinov M.A. Narizhnaya T.I., Kononovich T.V., Starkova N.YU. *Rastitel'nyye resursy*, 1984, vol. 20, issue 3, pp. 396–400. (in Russ.).
6. Rupasova ZH.A., Yakovlev A.P., Vasilevskaya T.I., Varavina N.P., Krinitskaya N.B. *Golubikovodstvo v Belarusi: Materialy respublikanskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. [Blueberries in Belarus: Materials of the Republican Scientific and Practical Conference. Minsk], Minsk, 2012, pp. 66–69. (in Russ.).
7. Mukhametova S.V., Skochilova Ye.A., Protasov D.V. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2017, no. 3, pp. 113–121. DOI: 10.14258/jcprm.2017031785. (in Russ.).
8. Velichko N.A., Berikashvili Z.N. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2016, no. 7, pp. 126–131. (in Russ.).
9. Gubina M.D., Suslova Ye.D., Larina T.P. *Brusnichmye v SSSR*. [Cowberry in the USSR]. Novosibirsk, 1990. С. 141–144. (in Russ.).
10. Sobolevskaya K.A., Gontar' E.M., Gorokhova G.I., Vysochina G.I., Pushkarev G.N., Kuz'min V.I., Tyurina Ye.V., Gus'kova I.N., Plennik R.YA., Izrail'son V.F., Shilkina L.P. *Poleznye rasteniya Zapadnogo uchastka zony BAM*. [Useful plants of the Western section of the BAM zone]. Novosibirsk, 1985, 230 p. (in Russ.).
11. Senchuk G.V., Borukh I.F. *Rastitel'nyye resursy*, 1976, vol. 12, no. 1, pp. 113–117. (in Russ.).
12. Butkus V.F., Butkene Z.P., Tamulis T.P. *Trudy AN Lit SSR*, S. B, 1989, vol. 107, no. 3, pp. 21–24. (in Russ.).
13. Pesyatskene A.A., Butkene Z.P. *Ekologo-biologicheskoye izucheniye yagodnykh rasteniy semeystva Brusnichmye i opyt osvoyeniya ikh promyshlennoy kul'tury: Tezisy dokladov*. [Ecological and biological study of berry plants of the Cowberry family and experience in the development of their industrial culture: Theses of reports]. Gantsevichi, 1991, pp. 162–163. (in Russ.).
14. Danilov M.D., Kudryavtseva M.V., Martynenko V.V. *Rastitel'nyye resursy*, 1975, vol. 11, issue 2, pp. 242–247. (in Russ.).
15. Tyak G.V. *Resursy nedrevesnoy produktii lesa i voprosy ikh ratsional'nogo osvoyeniya: Tezisy dokladov so-vetsko-finlyandskogo simpoziuma*. [Resources of non-timber forest products and issues of their rational development: Abstracts of the symposium of the Finnish-Finnish symposium]. Petrozavodsk, 1988, pp. 52–53. (in Russ.).
16. Grimashevich V.V., Kormovogo Ispol'zovaniya nedrevesnykh i vtorostepennykh lesnykh resursov: Tezisy dokladov Vsesoyuznogo soveshchaniya. [Problems of food and feed use of non-timber and secondary forest resources: Theses of the reports of the All-Union Conference]. Krasnoyarsk, 1983, p. 49. (in Russ.).
17. Gorbunov A.B., Dneprovskiy YU.M., Snakina T.I. *Novyye pishchevyye rasteniya*. [New food plants]. Novosibirsk, 1978, pp. 61–77. (in Russ.).
18. Yevtukhova L.A. *Ekologo-biologicheskoye izucheniye yagodnykh rasteniy semeystva Brusnichmye i opyt osvoyeniya ikh promyshlennoy kul'tury: Tezisy dokladov*. [Ecological and biological study of berry plants of the Cowberry family and experience in the development of their industrial culture: Theses of reports]. Gantsevichi, 1991, pp. 55–56. (in Russ.).
19. Gorbunov A. *Wild Berry Culture: An exange of western and eastern experiences: Proc. of the International conf.* Tartu, 1998, pp. 54–60.
20. Pavlova Ye.Ye., Berezina Ye.V., Mishukova I.V., Brilkina A.A. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo*, 2012, no. 2, pp. 222–229. (in Russ.).
21. Yermakov A.I., Arasimovich V.V., Yarosh N.P., Peruanskiy YU.V., Lukovnikova G.A. Ikonnikova M.I. *Metody biokhimicheskogo issledovaniya rasteniy*. [Methods of biochemical research of plants]. Leningrad, 1987, 430 p. (in Russ.).
22. Kriventsov V.I. *Metodicheskiye rekomendatsii po analizu plodov na biokhimicheskiy sostav*. [Methodical recommendations on the analysis of fetuses on the biochemical composition]. Yalta, 1982, 21 p. (in Russ.).
23. Murav'yeva D.A., Bubenchikova V.N., Belikov V.V. *Farmatsiya*, 1987, no. 5, pp. 28–25. (in Russ.).
24. Kukushkina T.A., Zykov A.A., Obukhova L.A. *Aktual'nyye problemy sozdaniya novykh lekarstvennykh preparatov prirodnoy proiskhozhdeniya: Materialy VII Mezhdunarodnogo s'yezda*. [Actual problems of creating new drugs of natural origin: Materials of the VII International Congress]. St. Petersburg, 2003, pp. 64–69. (in Russ.).
25. Кривенцов В.И. Труды Никитского ботанического сада. [Proceedings of the Nikitsky Botanical Garden]. 1989, vol. 109, pp. 128–137. (in Russ.).
26. *Pogoda i klimat*. [Weather and climate]. URL: <http://archive.li/dTltd>. (in Russ.).
27. Primetta A. Phenolic Compounds in the Berries of the Selected *Vaccinium* Species The potential for authenticity analyses. Academic Dissertation of Forestry and Natural Sciences. Kuopio, 2014. 106 p.

Received November 14, 2017

Revised March 16, 2018