

УДК 634*73

DOI: 10.37482/0536-1036-2020-4-40-52

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЛИСТЬЕВ И ПЛОДОВ ГОЛУБИКИ

Е.А. Флюрик, канд. биол. наук, доц.; Research rID: [P-2621-2019](https://orcid.org/0000-0001-9598-7693),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9598-7693>

Н.В. Бушкевич, аспирант; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1199-0903>

Белорусский государственный технологический университет, ул. Свердлова, д. 13а, Минск, Республика Беларусь, 220006; e-mail: FlurikE@mail.ru, nadya-valoven@mail.ru

В настоящее время брусника, клюква и голубика (род *Vaccinium*) широко культивируются в целях получения плодов. В Республике Беларусь в естественных условиях можно встретить голубику топяную (*Vaccinium uliginosum* L.), в культуре наиболее широко представлены сорта голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.) и узколистной (*Vaccinium angustifolium* Ait.). Голубика богата биологически активными веществами (органическими кислотами, антоцианами, пектиновыми и дубильными веществами). Ее листья и плоды являются перспективным растительным сырьем для пищевой, косметической и фармацевтической промышленности. Его можно использовать для получения фиточаев, соков, джемов, варений, шампуней, кремов, настоев, экстрактов и др. Для более эффективного процесса экстрагирования листьев и плодов голубики, а также для нормирования качества экстрактов необходимо знать основные технологические свойства сырья. В ходе исследования установлены следующие технологические показатели листьев различных сортов голубики узколистной: насыпная масса – для $(0,08 \pm 0,001) \dots (0,13 \pm 0,001)$ г/см³; удельная масса – $(1,20 \pm 0,003) \dots (2,10 \pm 0,001)$ г/см³; объемная масса – $(0,09 \pm 0,001) \dots (0,14 \pm 0,003)$ г/см³; порозность – $(0,04 \pm 0,001) \dots (0,06 \pm 0,002)$; свободный объем слоя – $(0,89 \pm 0,001) \dots (0,95 \pm 0,001)$; коэффициент поглощения для воды и 30, 50, 70 и 96 %-го этанола – соответственно $(4,99 \pm 0,10) \dots (6,09 \pm 0,10)$, $(4,50 \pm 0,10) \dots (5,49 \pm 0,01)$, $(4,25 \pm 0,05) \dots (5,03 \pm 0,05)$, $(3,74 \pm 0,16) \dots (4,74 \pm 0,19)$, $(2,75 \pm 0,15) \dots (3,49 \pm 0,09)$ см³/г; для плодов: насыпная масса – $(0,57 \pm 0,001) \dots (0,69 \pm 0,001)$ г/см³; удельная масса – $(1,32 \pm 0,059) \dots (1,48 \pm 0,040)$ г/см³; объемная масса – $(0,59 \pm 0,001) \dots (0,70 \pm 0,001)$ г/см³; порозность – $(0,02 \pm 0,001) \dots (0,03 \pm 0,001)$; свободный объем слоя – $(0,48 \pm 0,01) \dots (0,59 \pm 0,001)$; коэффициент поглощения для воды и 30, 50, 70 и 96 %-го этанола – соответственно $(4,06 \pm 0,16) \dots (4,52 \pm 0,17)$, $(3,38 \pm 0,05) \dots (4,06 \pm 0,02)$, $(3,36 \pm 0,03) \dots (3,94 \pm 0,08)$, $(2,86 \pm 0,09) \dots (3,74 \pm 0,07)$, $(0,94 \pm 0,04) \dots (1,04 \pm 0,01)$ см³/г. Полученные данные позволяют спрогнозировать оптимальный способ и условия экстрагирования биологически активных веществ из листьев и плодов голубики, могут быть использованы при разработке технологической документации, регламентирующей процесс производства и качество готового продукта, а также при расчете материального баланса процесса для обеспечения надлежащего уровня рентабельности производства.

Для цитирования: Флюрик Е.А., Бушкевич Н.В. Определение технологических свойств листьев и плодов голубики // Изв. вузов. Лесн. журн. 2020. № 4. С. 40–52. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-4-40-52

Благодарность. Авторы благодарны канд. биол. наук, ст. преподавателю кафедры туризма, природопользования и охотоведения БГТУ Д.В. Гордею за оказанную помощь в сборе образцов.

Ключевые слова: технологические свойства сорта, плоды и листья голубики узколистной, «Половчанка», «Мотего», «Янка», гибрид «Форма 24».

Введение

Республика Беларусь обладает большими ресурсами природного растительного сырья. Поиск растений с хорошей сырьевой базой, которые богаты биологически активными веществами (БАВ) и перспективны для разработки новых лекарственных средств, является актуальнейшей задачей фармакологии [13]. Решение данной задачи позволит создать отечественные препараты растительного происхождения. Применение лекарственных средств на основе растительного сырья имеет ряд преимуществ: меньше побочных эффектов, возможность длительного использования, низкая цена по сравнению с синтетическими аналогами.

Важнейшие лекарственные средства, получаемые из растений, подробно охарактеризованы и собраны в Государственный реестр лекарственных средств Республики Беларусь, разрешенных для применения в медицинской практике и к промышленному производству (периодически переиздается), и в Государственную фармакопею Республики. Однако не все лекарственные растения, которые непосредственно или в виде разных препаратов продаются в аптеках, описаны в Государственной фармакопее. В нее включены наиболее важные, часто применяемые растения или получаемые из них препараты.

Например, голубика (*Vaccinium*) относится к широко и традиционно используемым растениям, однако в фармакопею не включена. Она содержит следующий комплекс БАВ [6, 7, 9, 12, 21]: витамины С (38,40 мг%), (0,025 мг%), В₂ (0,023 мг%), В₆ (0,035 мг%), А (0,045 мг%), Р (5,15 мг%); антоцианы (18,1...78,2 мг %); до 2,7 % органических кислот; 0,6...1,0 % белка; до 0,6 % пектиновых веществ; до 1,6 % клетчатки; токоферолы (1,14 мг %); жирные кислоты (линолевая (омега-6), докозагексаеновая, альфа-линоленовая (омега-3)). Кроме того, обнаружены макроэлементы [7], мг/100 г: калий (64,20), кальций (18,33), магний (9,62), сера (11,27), фосфор (7,24), а также микроэлементы: железо (180,3 мг/кг), медь, цинк, марганец и др.

Проанализировав качественный и количественный состав комплекса БАВ, можно с уверенностью утверждать, что данное растение является перспективным сырьем для производства лекарственных средств. Голубика – ценный растительный ресурс, который издавна люди использовали не только в качестве пищевого ресурса для производства конфет, пастилы, киселей, чаев и др. [27], а также ликероводочных изделий [7], но и для лечения желудочно-кишечного тракта, диареи, как жаропонижающее средство, для профилактики заболеваний кровеносной и нервной систем [7, 9, 23, 25, 30]. Кроме того, установлено, что плоды голубики помогают защитить организм от радиоактивного воздействия, выводят токсины и шлаки, соли тяжелых металлов [7, 20, 21, 28, 29]. В настоящее время ее широко применяют, например, в косметической продукции (в различных кремах, тониках, шампунях и др.) [15, 17] и в виде посадок при рекультивации почв [8, 10]. Научная медицина также проявляет интерес к плодам голубики, как к источнику комплекса БАВ, обладающему широким спектром лечебно-профилактических свойств. Высокое содержание БАВ обуславливает антиоксидантное, антидиабетическое, противовоспалительное, антивирусное, противогрибковое, общеукрепляющее, жаропонижающее, вазопротекторное действия, улучшает реологические свойства крови, способствует укреплению стенки кровеносных сосудов, а также ингибирует рост опухолей [12, 18, 21, 24, 26]. Многолетние исследования [2, 3, 19], которые проводились на базе Центрального ботанического сада Национальной акаде-

мии наук Республики Беларусь (ЦБС НАН РБ) доказали эффективность выращивания в Беларуси голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.), а также показали безусловное превосходство этого вида перед аборигенным видом – голубикой топяной (*Vaccinium uliginosum*).

Однако в настоящее время установлено, что голубика узколистная (*Vaccinium angustifolium* Ait.) имеет ряд преимуществ по сравнению с голубикой высокорослой: менее теплолюбива и более зимостойка, произрастает на кислых почвах (рН изменяется от 2,7 до 5,2), обладает высокой устойчивостью к болезням, раннеспелая [10, 22].

Голубика узколистная – листопадный кустарничек с белыми или розовыми цветками, кисло-сладкими синими небольшими ягодами. Корневая система мочковатого типа уходит на глубину до 0,5 м. Корни не имеют корневых волосков, но обильно снабжены микоризой [3]. Характерная особенность этого вида – наличие подземных побегов (корневищ, из почек которых формируются парциальные кусты). В естественных условиях размножается вегетативно и семенами. В настоящее время в Государственный реестр сортов Республики Беларусь включены 3 сорта голубики узколистной: «Мотего», «Половчанка», «Янка».

Ранее потенциал этого растения и его природные запасы использовались недостаточно, однако в 2018 г. в средствах массовой информации появились данные о том, что ЦБС НАН РБ планирует заложить плантацию голубики с последующей постройкой завода по переработке растительного сырья и производству пастилы для удовлетворения спроса не только местного рынка, но и в экспортных целях. Таким образом, потенциальные объемы возможных заготовок позволяют ее классифицировать как промышленное сырье.

При разработке новых лекарственных средств на основе растительного сырья (плодов и листьев голубики) обязательно необходимо учитывать его технологические свойства, так как это позволит наиболее полно извлечь [16] и обосновать оптимальный способ экстракции целевой группы БАВ.

Цель данного исследования – определение технологических свойств сырья разных сортов голубики узколистной.

Объекты и методы исследования

Изучение технологических свойств плодов и листьев голубики проводили на базе кафедры биотехнологии УО «Белорусский государственный технологический университет» (г. Минск, Республика Беларусь).

Для экспериментов использовали плоды и листья голубики узколистной (*Vaccinium angustifolium* Ait.) сортов «Янка» (форма 20), «Половчанка» (форма 22), «Мотего» (форма 4), а также гибрид высокорослой и узколистной голубики «Форма 24», которые культивируются во всех областях страны. Образцы были собраны в июле 2018 г. в Витебской области (Шарковщинский район, ГЛХУ «Поставский лесхоз») (рис. 1).

Собранные листья и плоды голубики сушили методом естественной воздушно-теневого сушки, сухое сырье измельчали с помощью кофемолки ВА-400 (ГК «Дельта», Российская Федерация).



Рис. 1. Карта мест отбора исследуемых образцов

Fig. 1. Map of the sampling area

В ходе исследования использовали фармакопейные и нефармакопейные методы. Определяли следующие технологические свойства растительного сырья: измельченность, удельную, объемную и насыпную массу, порозность, свободный объем слоя сырья, коэффициент поглощения экстрагента (воды и спирта), пористость, влажность.

Методика определения размеров частиц растительного сырья (измельченность). Измельченность растительного сырья характеризуется размером и степенью разрушения тканей. Средний размер частиц (листьев голубики) определяли ситовым методом, рассчитывая средневзвешенный диаметр частиц (d , мм) по формуле

$$d = \frac{1}{\sum \frac{x_i}{\sqrt{d_1 d_2}}},$$

где x_i – массовый выход частиц узкой фракции, доля; d_1 и d_2 – размеры отверстий проходного и непроходного сит, мм [11].

Для оценки размеров частиц измельченных плодов голубики использовали полуавтоматический метод компьютерной программы анализатора изображений AutoScan Colonies (Bioscan) (ЗАО «Спектроскопические системы», Республика Беларусь), с помощью которой производили первичную статистическую обработку и получали автоотчет о размерах частиц сырья. Сырье измельчалось достаточно равномерно, основная его часть (90 %) имела размер частиц 0,3...0,5 мм (плоды) и 3,0...5,0 мм (листья).

Методика определения удельной массы. Удельная масса – отношение массы абс. сухого измельченного растительного сырья к его объему.

Предварительно определяли массу пикнометра с водой, затем массу пикнометра с измельченным сырьем и водой. Для этого около 5,0 г (точная навеска до $\pm 0,001$ г) сырья помещали в пикнометр вместимостью 100 см³, на 2/3 объема заливали очищенной водой и выдерживали на кипящей водяной бане в течение 1,5...2,0 ч, периодически перемешивая для удаления воздуха из сырья. После этого пикнометр охлаждали до температуры 20 °С, доводили объем до метки очищенной водой.

Удельную массу сырья (d_y , г/см³) рассчитывали по следующей формуле:

$$d_y = \frac{Pd_{ж}}{P + G - F},$$

где P – масса измельченного абс. сухого сырья, г; $d_{ж}$ – удельная масса воды, $d_{ж} = 0,9982$ г/см³ [1, 14]; G – масса пикнометра с водой, г; F – масса пикнометра с водой и сырьем, г.

Методика определения объемной массы. Объемная масса представляет собой отношение измельченного сырья при естественной влажности к его полному объему, который включает поры, трещины и капилляры, заполненные воздухом.

Около 10,0 г (точная навеска до $\pm 0,001$ г) измельченного сырья помещали в мерный цилиндр с очищенной водой и определяли объем. По разности объемов в мерном цилиндре устанавливали объем, который занимает сырье.

Объемную массу сырья (d_o , г/см³) вычисляли как

$$d_o = \frac{P_o}{V_o},$$

где P_o – масса измельченного сырья при естественной влажности, г; V_o – объем, который занимает сырье, см³ [1, 14].

Методика определения насыпной массы. Насыпную массу устанавливали как отношение массы измельченного растительного сырья при естественной влажности к занимаемому сырьем объему, который включает поры частиц и пустоты между ними. В мерный цилиндр помещали измельченное сырье, определяли полный объем, который оно занимает. Насыпную массу (d_n , г/см³) – рассчитывали по следующей формуле:

$$d_n = \frac{P_n}{V_n},$$

где P_n – масса измельченного сырья при естественной влажности, г; V_n – объем, который занимает сырье, см³ [1, 14].

Методика определения порозности. Порозность слоя $\Pi_{ш}$, которая характеризует величину полостей между частицами растительного сырья, находили как отношение разницы между объемной и насыпной массами к объемной массе:

$$\Pi_{ш} = \frac{d_o - d_n}{d_o},$$

где d_o – объемная масса сырья, г/см³ [1, 14].

Методика определения свободного объема слоя сырья. Свободный объем слоя, характеризующий относительный объем пустот (полостей внутри частиц и между ними) в единице слоя сырья, определяли как отношение разницы удельной массы и насыпной массы к удельной массе. Свободный объем слоя (V , г/см³) рассчитывали по формуле:

$$V = \frac{d_y - d_n}{d_y},$$

где d_y – удельная масса сырья, г/см³ [1, 14].

Методика определения коэффициента поглощения экстрагента. Коэффициент поглощения экстрагента – это количество растворителя, который заполняет межклеточные поры, вакуоли, воздушные полости в сырье и не извлекается из шрота.

Около 5,0 г измельченного сырья, взвешенного с точностью до $\pm 0,01$ г, помещали в мерный цилиндр, заливали экстрагентом (вода и 30, 50, 70 и 96 %-й этанол) таким образом, чтобы сырье было покрыто полностью, и оставляли на несколько часов. Затем сырье фильтровали через бумажный фильтр. Фильтрат помещали в другой мерный цилиндр и фиксировали его объем.

Коэффициент поглощения экстрагента (X , см³/г) рассчитывали по следующей формуле:

$$X = \frac{V - V_1}{P},$$

где V – объем экстрагента, см³; V_1 – объем экстрагента, обогащенного растворимыми веществами, полученный после завершения экстракции, см³; P – масса измельченного абсолютно сухого сырья, г [1, 14].

Методика определения пористости слоя. Пористость сырья – это величина пустот внутри растительной ткани. Чем она выше, тем больше образуется внутреннего сока при набухании.

Пористость слоя (ε) вычисляли по формуле:

$$\varepsilon = \frac{V_c - V_m}{V_c},$$

где V_c – объем слоя, дм³; V_m – объем, занятый частицами сырья, дм³ [11].

Методика определения влажности. Влажность устанавливали по ГОСТ 24027.2–80 «Сырье лекарственное растительное. Методы определения влажности, содержания золы, экстрактивных и дубильных веществ, эфирного масла».

Результаты исследования и их обсуждение

На рис. 2 приведены фотографии исследуемых образцов растительного сырья.

Необходимо отметить, что все исследуемые сорта голубики узколистной не существенно отличаются друг от друга размером и формой плодов и листьев, однако имеются различия в расположении плодов на ветках и форме кустов. «Форма 24», являясь гибридом, существенно отличается от сортов голубики узколистной.



a



Рис. 2. Ветка с плодами, плоды и куст голубики: *а* – гибрид «Форма 24»;
б – сорт «Янка»; *в* – сорт «Мотего»; *г* – сорт «Половчанка»

Fig. 2. Branch with fruits, fruits and a blueberry bush: *a* – hybrid Form 24;
б – sort Yanka; *в* – sort Motego; *г* – sort Polovchanka

Для определения технологических свойств сырья голубики эксперименты проводили в 3 повторностях, результаты статистически обрабатывали с помощью пакета программы Excel (табл. 1).

Таблица 1

Технологические свойства сырья голубики

Свойство	Сорт			Гибрид «Форма 24»
	«Янка»	«Мотего»	«Половчанка»	
Влажность, %:				
листья	10,5±0,5			
плоды	11,4±0,5			
Измельченность, мм:				
листья	3,0...5,0			
плоды	0,3...0,5			
Удельная масса, г/см ³ :				
листья	2,095±0,001	1,238±0,009	1,689±0,008	1,203±0,003
плоды	1,484±0,040	1,316±0,059	1,396±0,011	*
Насыпная масса, г/см ³ :				
листья	0,103±0,001	0,090±0,001	0,083±0,001	0,133±0,001
плоды	0,664±0,008	0,687±0,001	0,575±0,001	*
Свободный объем слоя, г/см ³ :				
листья	0,951±0,001	0,928±0,001	0,951±0,001	0,889±0,001
плоды	0,552±0,003	0,478±0,010	0,588±0,001	*
Объемная масса, г/см ³ :				
листья	0,111±0,001	0,097±0,002	0,088±0,001	0,144±0,003
плоды	0,686±0,001	0,703±0,001	0,585±0,001	*
Порозность:				
листья	0,056±0,002	0,047±0,002	0,040±0,001	0,059±0,002
плоды	0,029±0,001	0,025±0,001	0,018±0,001	*
Пористость:				
листья	0,948±0,034	0,924±0,036	0,949±0,031	0,882±0,033
плоды	0,539±0,001	0,465±0,001	0,578±0,001	*

*Отсутствовали плоды в год сбора образцов.

В табл. 2 отражены результаты определения коэффициента поглощения экстрагента.

Таблица 2

Коэффициент поглощения экстрагентов (см³/г)

Сорт, гибрид	Вода	Этанол			
		30 %-й	50 %-й	70 %-й	96 %-й
«Янка»:					
листья	5,25±0,13	5,15±0,06	4,99±0,11	4,74±0,19	2,99±0,10
плоды	4,06±0,16	3,38±0,05	3,37±0,13	2,86±0,09	0,98±0,01
«Мотего»:					
листья	5,74±0,05	5,49±0,01	4,49±0,01	4,25±0,05	3,49±0,09
плоды	4,52±0,17	4,06±0,02	3,94±0,08	3,02±0,11	0,94±0,04
«Половчанка»:					
листья	6,09±0,10	5,24±0,25	5,03±0,05	4,60±0,10	2,75±0,15
плоды	4,07±0,03	3,78±0,06	3,36±0,03	3,47±0,07	1,04±0,01
«Форма 24» (листья)	4,99±0,10	4,50±0,10	4,25±0,05	3,74±0,16	3,24±0,05

Из данных, представленных в табл. 1 и 2, видно, что значения некоторых технологических свойств в зависимости от исследуемого образца голубики различаются довольно значительно, что в масштабах промышленного производства может существенно сказаться на себестоимости получаемого продукта (например, коэффициент поглощения экстрагента может отличаться до 1,2 раза). Другие показатели (например, порозность) отличаются несущественно.

Сопоставив полученные нами ранее результаты по определению содержания некоторых БАВ в исследуемых образцах голубики [4, 5] с представленными в данной статье, можно констатировать, что наиболее перспективными для получения различных продуктов на основе растительного сырья являются сорт «Мотега» и гибрид «Форма 24».

Таким образом, полученные нами результаты дополнили проводимые на кафедре исследования, направленные на разработку новых БАД на основе растительного сырья.

Заключение

Для разработки оптимальной технологии получения настоев и экстрактов из различных сортов голубики узколистной определены следующие технологические свойства сырья:

для листьев: насыпная масса – $(0,08 \pm 0,001) \dots (0,13 \pm 0,001)$ г/см³; удельная масса – $(1,20 \pm 0,003) \dots (2,10 \pm 0,001)$ г/см³; объемная масса – $(0,09 \pm 0,001) \dots (0,14 \pm 0,003)$ г/см³; порозность – $(0,04 \pm 0,001) \dots (0,06 \pm 0,002)$; свободный объем слоя – $(0,89 \pm 0,001) \dots (0,95 \pm 0,001)$; коэффициент поглощения для воды и 30, 50, 70 и 96 %-го этанола – соответственно $(4,99 \pm 0,10) \dots (6,09 \pm 0,10)$, $(4,50 \pm 0,10) \dots (5,49 \pm 0,01)$, $(4,25 \pm 0,05) \dots (5,03 \pm 0,05)$, $(3,74 \pm 0,16) \dots (4,74 \pm 0,19)$, $(2,75 \pm 0,15) \dots (3,49 \pm 0,09)$ см³/г;

для плодов: насыпная масса – $(0,57 \pm 0,001) \dots (0,69 \pm 0,001)$ г/см³; удельная масса – $(1,32 \pm 0,059) \dots (1,48 \pm 0,040)$ г/см³; объемная масса – $(0,59 \pm 0,001) \dots (0,70 \pm 0,001)$ г/см³; порозность – $(0,02 \pm 0,001) \dots (0,03 \pm 0,001)$; свободный объем слоя – $(0,48 \pm 0,01) \dots (0,59 \pm 0,001)$; коэффициент поглощения для воды и 30, 50, 70 и 96 %-го этанола – соответственно $(4,06 \pm 0,16) \dots (4,52 \pm 0,17)$, $(3,38 \pm 0,05) \dots (4,06 \pm 0,02)$, $(3,36 \pm 0,03) \dots (3,94 \pm 0,08)$, $(2,86 \pm 0,09) \dots (3,74 \pm 0,07)$, $(0,94 \pm 0,04) \dots (1,04 \pm 0,01)$ см³/г.

Полученные в ходе исследования результаты будут использованы при разработке технологии производства настоев и экстрактов из плодов и листьев голубики сорта «Мотега» и гибрида «Форма 24», а также могут быть использованы при разработке проекта фармакопейной статьи на плоды и листья голубики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Бекболатова Э.Н., Сакипова З.Б., Кабденова А.Т., Ибрагимова Л.Н., Маликова Н.Т. Изучение технологических параметров сырья боярышника алматинского (*Crataegus almaatensis* pojark) // Вестн. Казах. нац. мед. ун-та. 2017. № 1. С. 418–421. [Bekbolatova E.N., Sakipova Z.B., Kbadenova A.T., Ibragimova L.N., Malikova N.T. The Study of the Technological Parameters of Herbal Substance *Crataegus almaatensis* Pojark. *Vestnik KazNMU*, 2017, no. 1, pp. 418–421].

2. Бордок И.В., Моисеева Т.Р., Маховик И.В., Волкова Н.В. Практика создания плантаций голубики высокорослой лесохозяйственными учреждениями (на примере ГЛХУ «Милошевичский лесхоз») // Природные ресурсы Полесья: оценка, использование, охрана. Пинск: Полес. гос. ун-т, 2015. С. 58–60. [Bordok I.V., Moiseeva T.R., Makhovik I.V., Volkova N.V. The Practice of Creating Blueberry Plantations of Tall Forestry Institutions (On the Example of the State Forestry Institution “Milosevic Forestry”). *Natural Resources of Polesye: Assessment, Use, Protection*. Pinsk, PolesSU Publ., 2015, pp. 58–60].

3. Булавко Г.И., Яковлев А.П. Развитие микоризного симбиоза на корнях голубики при культивировании на нарушенных участках торфяных месторождений // Опыт и перспективы возделывания голубики на территории Беларуси и сопредельных стран. Пинск: Полес. гос. ун-т, 2014. С. 22–28. [Bulavko G.I., Yakovlev A.P. Mycorrhiza Development on the Roots of Some Representatives of the Genus *Vaccinium* during Cultivation in the Fault Areas of Peatlands. *Experience and Prospects of Blueberry Cultivation in Belarus and Bordering Countries*. Pinsk, PolesSU Publ., 2014, pp. 22–28].

4. Бушкевич Н.В., Флюрик Е.А. Антоцианы листьев голубики // Материалы V Междунар. науч.-практ. конф. «Биотехнология: взгляд в будущее». Ставрополь, 2019. С. 3–5. [Bushkevich N.V., Flyurik E.A. Anthocyanins of Blueberry Leaves. *Proceedings of the 5th International Scientific and Practical Conference “Biotechnology: Looking forward”*. Stavropol, 2019, pp. 3–5].

5. Валовень Н.В., Флюрик Е.А. Анализ содержания аскорбиновой кислоты в различных сортах голубики // IV Междунар. науч.-практ. конф. «Биотехнология: взгляд в будущее». Ставрополь, 2018. С. 166–167. [Valoven' N.V., Flyurik E.A. Analysis of the Ascorbic Acid Content in Various Species of Blueberries. *Proceedings of the 4th International Scientific and Practical Conference “Biotechnology: Looking forward”*. Stavropol, 2018, pp. 166–167].

6. Василевская Т.И., Рупасова Ж.А., Решетников В.Н. Формирование биохимического состава плодов видов семейства *Ericaceae* при интродукции в условиях Беларуси. Минск, 2011. 307 с. [Vasilevskaya T.I., Rupasova Zh.A., Reshetnikov V.N. *Formation of the Biochemical Composition of Fruits of the Ericaceae Species when Introduced in Belarus*. Minsk, 2011. 307 p.].

7. Величко Н.А., Берикашвили З.Н. Исследование химического состава ягод рецептур голубики обыкновенной и разработка напитков на ее основе // Вестн. КрасГАУ. 2016. № 7. С. 126–131. [Velichko N.A., Berikashvili Z.N. The Study of the Chemical Composition of Berries of Blueberry and Common Development of Formulations of Drinks on Its Basis. *Vestnik KrasGAU* [The Bulletin of KrasGAU], 2016, no. 7, pp. 126–131].

8. Гордей Д.В. Культивирование голубики узколистной (*Vaccinium angustifolium* Ait.) на выработанных площадях торфяных месторождений верхового типа при интродукции в Белорусском Поозерье: дис. ... канд. биол. наук. Минск, 2014. 192 с. [Gordey D.V. *Cultivation of Lowbush Blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait.) in the Depleted Areas of Upper Peat Deposits in Introduction in Belarusian Poozer'ye*: Cand. Biol. Sci. Diss. Minsk, 2014. 192 p.].

9. Ильин В.С. Шиповник, клюква и другие редкие культуры сада. Челябинск: ФГБНУ ЮУНИИСК, 2017. 318 с. [Il'in V.S. *Rosehip, Cranberry and Other Rare Garden Crops*. Chelyabinsk, FGBNU YuUNIISK Publ., 2017. 318 p.].

10. Макеев В.А., Тяк Г.В., Макеева Г.Ю. Опыт культивирования голубики узколистной на выработанных торфяниках Костромской области // Лесхоз. информ.: электрон. сетевой журн. 2017. № 2. С. 91–102. [Makeev V.A., Tyak G.V., Makeeva G.Yu. Experience Lowbush Blueberry Cultivation on Cutover Peatlands Kostroma Region. *Lesokhozyaystvennaya informatsiya* [Forestry information], 2017, no. 2, pp. 91–102]. DOI: [10.24419/LHI.2304-3083.2017.2.09](https://doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2017.2.09)

11. Минина С.А., Каухова И.Е. Химия и технология фитопрепаратов. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. 560 с. [Minina S.A., Kaukhova I.E. *Chemistry and Technology of Phytopreparations*. Moscow, GEOTAR-Media Publ., 2009. 560 p.]

12. Мухаметова С.В., Скочилова Е.А., Протасов Д.В. Параметры плодоношения и содержание флавоноидов и аскорбиновой кислоты в плодах голубики (*Vaccinium*) // Химия растит. сырья. 2017. № 3. С. 113–121. [Mukhametova S.V., Skochilova E.A., Protasov D.V. Fruiting Parameters and Content of Flavonoids and Ascorbic Acid in Blueberry (*Vaccinium*) Fruits. *Khimija rastitel'nogo syr'ja* [Chemistry of plant raw material], 2017, no. 3, pp. 113–121]. DOI: [10.14258/jcprm.2017031785](https://doi.org/10.14258/jcprm.2017031785)

13. Полина С.А., Ефремов А.А. Состав антоцианов плодов черники обыкновенной, брусники обыкновенной и клюквы обыкновенной Красноярского края по данным ВЭЖХ // Химия растит. сырья. 2014. № 2. С. 103–110. [Polina S.A., Efremov A.A. Determination Composition of Anthocyanins in Bilberry, Cowberry and Cranberry with HPLC. *Khimija rastitel'nogo syr'ja* [Chemistry of plant raw material], 2014, no. 2, pp. 103–110]. DOI: [org/10.14258/jcprm.1402103](https://doi.org/10.14258/jcprm.1402103)

14. Суина И.О., Тернинко И.И. Изучение технологических параметров и числовых показателей качества сырья *Aristolochia clematidis* L. // Разработка и регистрация лекарственных средств. 2017. № 4(21). С. 202–205. [Suina I.O., Terninko I.I. Study of Technological Parameters and the Numerical Indicators of the Quality of Raw Materials *Aristolochia clematidis* L. *Razrabotka i registraciâ lekarstvennyh sredstv* [Drug development & registration], 2017, no. 4(21), pp. 202–205].

15. Таланов А.А. Фармакогностическое изучение голубики болотной: *Vaccinium uliginosum* L.: дис. ... канд. фарм. наук. Пермь, 2013. 208 с. [Talanov A.A. *Pharmacognostic Study of Bog Blueberry: Vaccinium uliginosum* L.: Cand. Farm. Sci. Diss. Perm, 2013. 208 p.]

16. Федосеева Л.М. Изучение технологических свойств бурых листьев бадана толстолистного // Химия растит. сырья. 2000. № 1. С. 113–115. [Fedoseeva L.M. Studying the Technological Properties of Brown Leaves of Heart-Leaved Bergenia. *Khimija rastitel'nogo syr'ja* [Chemistry of plant raw material], 2000, no. 1, pp. 113–115].

17. Флюрик Е.А., Бондаренко Ж.В., Валовень Н.В. Получение настойки из ягод голубики высокорослой и исследование ее влияния на свойства косметической эмульсии // Изв. вузов. Лесн. журн. 2018. № 6. С. 160–171. [Flyurik E.A., Bondarenko Zh.V., Valoven' N.V. Tincture Preparation from Northern High Bush Blueberries and a Study of Their Influence on the Cosmetic Emulsion Properties. *Lesnoy Zhurnal* [Russian Forestry Journal], 2018, no. 6, pp. 160–171]. DOI: [10.17238/issn0536-1036.2018.6.160](https://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2018.6.160), URL: http://lesnoizhurnal.ru/upload/iblock/449/160_171.pdf

18. Ходаков И.В. Применение вина каберне-совиньон для определения идентификационных характеристик 3-О-гликозидов антоцианов при анализе состава антоцианов в пасте из ягод черники // Химия растит. сырья. 2014. № 2. С. 147–154. [Khodakov I.V. The Use of Wine Cabernet-Sauvignon for the Determination of Identification Parameters of Anthocyanidin 3-O-Glucosides in Analysis of Anthocyanin Composition in Bilberry Fruit Paste. *Khimija rastitel'nogo syr'ja* [Chemistry of plant raw material], 2014, no. 2, pp. 147–154]. DOI: [10.14258/jcprm.1402147](https://doi.org/10.14258/jcprm.1402147)

19. Центральный ботанический сад НАН Беларуси: сохранение, изучение и использование биоразнообразия мировой флоры / под ред. В.В. Титка, В.Н. Решетникова. Минск: Беларус. навука, 2012. 345 с. [*Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus: Conservation, Study and Use of Biodiversity of the World Flora*. Ed. by V.V. Titok, V.N. Reshetnikov. Minsk, Belaruskaya navuka Publ., 2012. 345 p.]

20. Bunea A., Rugină D., Sconța Z., Pop R.M., Pintea A., Socaciu C. et al. Anthocyanin Determination in Blueberry Extracts from Various Cultivars and Their Antiproliferative and Apoptotic Properties in B16-F10 Metastatic Murine Melanoma Cells. *Phytochemistry*, 2013, vol. 95, pp. 436–444. DOI: [10.1016/j.phytochem.2013.06.018](https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2013.06.018)

21. Daubaras R., Česonienė L., Kraujalytė V., Venskutonis P.R. Health Promoting Properties of *Vaccinium angustifolium* and *Vaccinium corymbosum*. *Planta Medica*, 2014, vol. 80(16), art. P2B79. DOI: [10.1055/s-0034-1394956](https://doi.org/10.1055/s-0034-1394956)
22. Drummond F. Reproductive Biology of Wild Blueberry (*Vaccinium angustifolium* Aiton). *Agriculture*, 2019, vol. 9, iss. 4, art. 69. DOI: [10.3390/agriculture9040069](https://doi.org/10.3390/agriculture9040069)
23. Moyer R.A., Hummer K.E., Finn C.E., Frei B., Wrolstad R.E. Anthocyanins, Phenolics, and Antioxidant Capacity in Diverse Small Fruits: *Vaccinium*, *Rubus*, and *Ribes*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2002, vol. 50, iss. 3, pp. 519–525. DOI: [10.1021/jf011062r](https://doi.org/10.1021/jf011062r)
24. Muceniece R., Klavins L., Kvisies J., Jekabsons K., Rembergs R., Saleniece K. et al. Antioxidative, Hypoglycaemic and Hepatoprotective Properties of Five *Vaccinium* spp. Berry Pomace Extracts. *Journal of Berry Research*, vol. 9, no. 2, pp. 267–282. DOI: [10.3233/JBR-180351](https://doi.org/10.3233/JBR-180351)
25. Routray W., Orsat V. Blueberries and Their Anthocyanins: Factors Affecting Biosynthesis and Properties. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2011, vol. 10, iss. 6, pp. 303–320. DOI: [10.1111/j.1541-4337.2011.00164.x](https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2011.00164.x)
26. Song G.-Q., Hancock J.F. *Vaccinium*. *Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources*. Ed. by C. Kole. Berlin, Springer, 2011, pp. 197–221. DOI: [10.1007/978-3-642-16057-8_10](https://doi.org/10.1007/978-3-642-16057-8_10)
27. Sõukand R., Hrynevich Ya, Vasilyeva I., Prakofjewa J., Vnukovich Yu., Paciupa Ju. et al. Multi-Functionality of the Few: Current and Past Uses of Wild Plants for Food and Healing in Liubań Region, Belarus. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 2017, vol. 13, art. 10. DOI: [10.1186/s13002-017-0139-x](https://doi.org/10.1186/s13002-017-0139-x)
28. Stevenson D., Scalzo J. Anthocyanin Composition and Content of Blueberries from Around the World. *Journal of Berry Research*, 2012, vol. 2, no. 4, pp. 179–189. DOI: [10.3233/JBR-2012-038](https://doi.org/10.3233/JBR-2012-038)
29. Teplova V.V., Isakova E.P., Klein O.I., Dergachova D.I., Gessler N.N., Deryabina Y.I. Natural Polyphenols: Biological Activity, Pharmacological Potential, Means of Metabolic Engineering (Review). *Applied Biochemistry and Microbiology*, 2018, vol. 54, no. 3, pp. 221–237. DOI: [10.1134/S0003683818030146](https://doi.org/10.1134/S0003683818030146)
30. Wang B.C., He R., Li Z.M. The Stability and Antioxidant Activity of Anthocyanins from Blueberry. *Food Technology and Biotechnology*, 2010, vol. 48, no. 1, pp. 42–49.

PERFORMANCE MEASUREMENT OF BLUEBERRY LEAVES AND FRUITS

E.A. Flyurik, Candidate of Biology, Assoc. Prof.; ResearcherID: [P-2621-2019](https://orcid.org/0000-0001-9598-7693),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9598-7693>

N.V. Bushkevich, Postgraduate Student; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1199-0903>

Belarusian State Technological University, ul. Sverdlova, 13a, Minsk, 220006, Republic of Belarus; e-mail: FlurikE@mail.ru, nadya-valoven@mail.ru

The genus *Vaccinium* includes cowberries, cranberries and blueberries. Nowadays they are under large scale cultivation for the purposes of fruit production. In the Republic of Belarus bog blueberry (*Vaccinium uliginosum* L.) can be met *in situ*; among the cultivated plants the most prevalent varieties are highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) and lowbush blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait.). Blueberry is rich in bioactive substances, such as organic acids, anthocyanins, pectin and tannins. The leaves and fruits of blueberries are a promising plant raw material for the food, cosmetic and pharmaceutical industries. It is useful for the production of herbal teas, juices, jams, preserves, shampoos, creams, infusions, extracts, etc. For the improved process of extracting leaves and fruits of blueberries, as well as quality estimation of extracts, it is necessary to know the basic technological properties of raw materials. During the study, the technological properties of various lowbush blueberry

species were found. The properties of leaves are the following: bulk density – from 0.08 ± 0.001 to 0.13 ± 0.001 g/cm³; unit weight – from 1.20 ± 0.003 to 2.10 ± 0.001 g/cm³; bulk weight – from 0.09 ± 0.001 to 0.14 ± 0.003 g/cm³; porosity – from 0.04 ± 0.001 to 0.06 ± 0.002 , void cross-section – from 0.89 ± 0.001 to 0.95 ± 0.001 ; absorption coefficient for water – from 4.99 ± 0.10 to 6.09 ± 0.10 cm³/g, 30 % ethanol – from 4.50 ± 0.10 to 5.49 ± 0.01 cm³/g, 50 % ethanol – from 4.25 ± 0.05 to 5.03 ± 0.05 cm³/g, 70 % ethanol – from 3.74 ± 0.16 to 4.74 ± 0.19 cm³/g and 96 % ethanol – from 2.75 ± 0.15 to 3.49 ± 0.09 cm³/g. The properties of fruits are the following: bulk density – from 0.57 ± 0.001 to 0.69 ± 0.001 g/cm³; unit weight – from 1.32 ± 0.059 to 1.48 ± 0.040 g/cm³; bulk weight – from 0.59 ± 0.001 to 0.70 ± 0.001 g/cm³; porosity – from 0.02 ± 0.001 to 0.03 ± 0.001 ; void cross-section – from 0.48 ± 0.01 to 0.59 ± 0.001 ; absorption coefficient for water – from 4.06 ± 0.16 to 4.52 ± 0.17 cm³/g, 30 % ethanol – from 3.38 ± 0.05 to 4.06 ± 0.02 cm³/g, 50 % ethanol – from 3.36 ± 0.03 to 3.94 ± 0.08 cm³/g, 70 % ethanol – from 2.86 ± 0.09 to 3.74 ± 0.07 cm³/g and 96 % ethanol – from 0.94 ± 0.04 to 1.04 ± 0.01 cm³/g. The obtained data allow to predict the optimal method and conditions of bioactive substances extraction from blueberry leaves and fruit. The data can also be used in the development of technological documentation which regulates the production process and the quality of the final product, as well as in the calculation of the process mass balance to ensure the appropriate level of profitability.

For citation: Flyurik E.A., Bushkevich N.V. Performance Measurement of Blueberry Leaves and Fruits. *Lesnoy Zhurnal* [Russian Forestry Journal], 2020, no. 4, pp. 40–52. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-4-40-52

Acknowledgements: The authors are grateful to candidate of biology, senior lecturer of the Department of Tourism, Nature Management and Game Management of the Belarusian State Technological University D.V. Gordey for the assistance in sampling.

Keywords: technological properties, fruits and leaves of lowbush blueberry, Polovchanka, Motego, Yanka, hybrid Form 24.

Поступила 24.08.19 / Received on August 24, 2019
