

---

---

# БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

---

УДК 57.025

DOI 10.25587/2222-5404-2023-20-4-5-13

## Морфометрические параметры плодов *R. Dikuscha* и содержание в них биологически активных веществ в зависимости от мест произрастания

Л. А. Колесова ✉, М. И. Соловьева

Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, г. Якутск, Россия

✉ kolesova@mail.ru

**Аннотация.** Антиоксиданты в составе растений имеют определенную тропность к органам и тканям, соответственно и разные точки приложения. Физиологическая реализация эффектов антиоксиданта имеет строгую взаимосвязь с химическим и пространственным строением его молекулы: каждая функциональная группа в составе молекулы имеет определенную молекулярную мишень – своеобразную «точку активности». Такой подход открывает перспективы для разработки новых, более эффективных антиоксидантов [1]. Черноплодные ягоды являются прекрасным источником пигментов антоцианидинов – полифенольных соединений уникального антиоксидантного действия, аскорбиновой кислоты и других важнейших витаминов. Семена темноплодных ягод богаты ненасыщенными жирными кислотами. При этом ягодам присущ уникальный состав микро- и макроэлементов, таких как калий, магний, цинк, марганец и медь, которые выступают активными участниками окислительно-восстановительных реакций организма, обеспечивая работу всех звеньев антиоксидантной защиты организма [2]. Из всех темноплодных ягод плоды черной смородины и близкой к этому виду смородины дикуши имеют не только превосходящие показатели содержания аскорбиновой кислоты и богатый минеральный состав, но и наиболее плотную кожицу, в которой происходит накопление самой перспективной антиоксидантной группы полифенолов – антоцианидинов. Такое сочетание по принципу синергизма представляет перспективу высокой эффективности антиоксидантного действия фитокомплекса. Цель исследования включала определение биологически активных веществ в плодах дикорастущей смородины *Ribes dikuscha* Fisch. в зависимости от мест произрастания. В исследовании впервые определено содержание биологически активных веществ антиоксидантной направленности в плодах *Ribes dikuscha* Fisch. Проведен сопоставительный анализ биологически активных веществ и морфометрических характеристик в зависимости от места произрастания. В результате исследования получен вывод об отрицательной корреляции между размером плодов и суммарным содержанием низкомолекулярных антиоксидантов в ягодах и положительной корреляции между показателем толщины кожицы и количественным содержанием полифенольных соединений *Ribes dikuscha* Fisch.

**Ключевые слова:** Антоцианы темноплодных ягод, *Ribes dikuscha* Fisch., охта, низкомолекулярные антиоксиданты (НМАО), толщина эпидермиса, диаметр ягоды, антиоксидантная система защиты растений.

**Для цитирования:** Колесова Л. А., Соловьева М. И. Морфометрические параметры плодов *R. Dikuscha* и содержание в них биологически активных веществ в зависимости от мест произрастания. Вестник СВФУ. 2023, Т. 20, №4. С. 5–13. DOI: 10.25587/2222-5404-2023-20-4-5-13

© Колесова Л. А., Соловьева М. И., 2023

## Morphometric parameters of *R. Dikuscha* berries and the content of biologically active substances in relation to the place of growth

L. A. Kolesova ✉, M. I. Solovyeva

M.K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia

✉ kolesova@mail.ru

**Abstract.** Antioxidants in plants have specific organ and tissue tropisms and different points of application. The physiological realisation of antioxidant effects is closely related to the chemical and spatial structure of their molecule: each functional group within the molecule has a specific molecular target - a kind of "point of activity". This approach opens up the prospect of developing new, more effective antioxidants [1]. Black-fruited berries are an excellent source of the pigments anthocyanidins - polyphenolic compounds with unique antioxidant activity - ascorbic acid and other essential vitamins. Dark berry seeds are rich in unsaturated fatty acids. At the same time, berries have a unique composition of micro- and macroelements such as potassium, magnesium, zinc, manganese and copper, which are active participants in the redox reactions of the body and ensure the work of all links of the antioxidant defence of the body [2]. Among all dark berries, the fruits of black currants and their relatives have not only a higher content of ascorbic acid and a rich mineral composition, but also the densest skin, which accumulates the most promising antioxidant group of polyphenols - anthocyanidins. Such a combination on the principle of synergism represents the prospect of high efficiency of antioxidant action of the phytocomplex. The aim of the research was to determine the content of biologically active substances in the fruits of the wild currant *Ribes dikuscha* Fisch. Furthermore, the morphometric parameters of *R. dikuscha* fruits were described as a function of growing location. In this research, for the first time the content of biologically active substances with antioxidant properties in the fruits of *Ribes dikuscha* Fisch. was studied; also, a comparative analysis of biologically active substances and morphometric parameters of the *R. dikuscha* fruits depending on growing places was conducted. It was concluded that there was a negative correlation between the size of the fruits and the total content of low-molecular antioxidants in the berries; on the contrary, there was a positive correlation between the thickness of the outer skin of the fruits and the quantitative content of polyphenolic compounds in *Ribes dikuscha* Fisch.

**Keywords:** Anthocyanins of dark-fruited berries, *Ribes dikuscha* Fisch., ochta, low molecular weight antioxidants (LMWA), epidermal thickness, berry diameter, antioxidant plant defence system.

**For citation:** Kolesova L. A., Solovyeva M. I. Morphometric parameters of *R. Dikuscha* berries and the content of biologically active substances in relation to the place of growth. Vestnik of NEFU. 2023, Vol. 20, No. 4. Pp. 5–13. DOI: 10.25587/2222-5404-2023-20-4-5-13

### Введение

В условиях существующей реальности поиск перспективных и в то же время рациональных источников растительного сырья, обладающего значимыми физиологически активными свойствами, содержащими безопасные и эффективные биологически активные вещества (БАВ), является приоритетной задачей биологии, фармации, медицины и определяет вектор развития пищевой промышленности.

Черноплодные ягоды являются прекрасным источником многих БАВ, являющихся активными участниками окислительно-восстановительных реакций организма, обеспечивая работу всех звеньев антиоксидантной защиты организма.

В настоящее время существует большое количество работ, посвященных исследованию состава и ценности плодов рода *Ribes*, в особенности *R. nigrum* L., в формировании сортового разнообразия которого невозможно переоценить селекционную значимость *R. Dikuscha*, в результате скрещивания которой получен большой сортимент смородины с

замечательными потребительскими качествами: «Якутская», созданная М. А. Чертковой и Л. П. Готовцевой, «Голубка», «Приморский чемпион» (всего 155 сортов на основе гибрида), которые включены в Государственный реестр селекционных достижений РФ [1–4].

*Ribes dikuscha* Fisch. – смородина дикуша, охта (як. уохта, бөллөнө), в народе «алданский виноград». Дальневосточный бореальный вид. Н. М. Бочкарникова об этом бореальном виде указывает: «Дикуша – экологически глубокоспециализированный вид с большим консерватизмом и небогатым разнообразием форм. Большая часть признаков относительно константна и малоизменчива» [5].

Плоды смородины выгодно отличаются большим содержанием пектинов, моносахаридов (преимущественно глюкозой и фруктозой), спектром органических кислот (яблочная, лимонная, изолимонная, янтарная, винная) и придают высокие пищевые качества сырью. Общеизвестно, что плоды черноплодной смородины являются лидерами по содержанию аскорбиновой кислоты – до 300–700 мг/100 г, превосходя по этому показателю цитрусовые в несколько раз [6]. Плоды смородины содержат значительное количество фенольных соединений (преимущественно антоцианов) – более 60–100 мг/100 г (мажорными для черноплодных являются гликозиды дельфинидина и цианидина [7, 8], суммарное содержание полифенолов – более 500 мг/100 г, флавоноидов – более 250 мг/100 г (главным образом изокверцитин, мирицетин глюкозид, рутин), каротиноиды, катехины и др. [6, 9, 10]. Семена богаты липидами, жирнокислотная фракция которых включает линолевую, гамма-линоленовую, бетаиноленовую и стеарионовую кислоты [11], а также содержат витамины (каротин до 3 мг/%), макро- и микроэлементы [12]. Значительное содержание аскорбиновой кислоты определяется низким содержанием ферментов, разрушающих аскорбиновую кислоту, 15–20 г плодов смородины обеспечивают суточную потребность в аскорбиновой кислоте [13]. Следует упомянуть о высоком суммарном содержании антиоксидантов (в целом до 800 мг/100 г), а также о том, что плоды черноплодной рябины входят в список 100 продуктов с максимальным значением ORAC [14].

Многочисленные исследования подтверждают высокие показатели содержания аскорбиновой кислоты в плодах черной смородины, произрастающей на территории Республики Саха (Якутия), особенно дикорастущей, – до 4000 мг/100 г [2, 7, 15, 16]. Д. М. Уваровым и Н. К. Чириковой были получены данные содержания фенольных соединений –  $235,55 \pm 0,76$  мг/г [17], указывающих на превосходящее содержание фенольных соединений в плодах черной смородины, произрастающей на территории Республики Саха (Якутия) [8].

Известна корреляция между морфометрическими показателями плодов черной смородины – размером ягоды и толщиной оболочки с содержанием в них активных веществ, преимущественно полифенолов [7, 8, 9, 10, 16].

По данным исследований, размер плодов черной смородины, произрастающей на территории Республики Саха (Якутия), в среднем составляет до 1 см в диаметре, а средний вес одного сырого плода – 0,5 г [17]. Для сравнения приведем данные по средневропейской черной смородине: средняя масса ягод – от 0,66 г до 1,60 г [7].

Из всех темноплодных ягод плоды смородины дикуши *Ribes dikuscha* Fisch имеют не только высокие показатели содержания аскорбиновой кислоты и богатый минеральный состав, но и наиболее плотную кожицу, в которой происходит накопление самой перспективной антиоксидантной группы полифенолов – антоцианидинов.

Целью исследования было изучение влияния места произрастания *Ribes dikuscha* Fisch на накопление биологически активных веществ в его плодах и морфометрические параметры плодов для выявления потенциальных областей сбора сырья с оптимальными свойствами.

#### **Объект исследования и климатогеографическая характеристика мест сбора**

В исследовании были использованы 3 серии образцов плодов *R. dikuscha*: серия № 1 – плоды смородины *R. dikuscha*, заготовленные в Алданском районе Республики Саха (Якутия) в окрестностях пос. Томмот; серия № 2 – плоды смородины *R. dikuscha*, заготовленные в Жиганском районе Республики Саха (Якутия) (местность Насым); серия № 3 – плоды



**Рис. Места сбора образцов ягод**  
**Fig. Places of berries samples gathering**

смородины *R. dikuscha*, заготовленные в Кобяйском районе Республики Саха (Якутия) на затопляемом безымянном острове р. Лены (рис.). Все образцы собраны в период с 10 по 25 августа 2022 г. при полной спелости ягод.

Для территории сбора в Алданском районе климат определен как умеренно континентальный. Летний период для данной местности характеризуется обилием влагоносных воздушных масс, обусловленным достаточной циклонической деятельностью и орографией местности, определяет большое количество осадков и, как следствие, обеспечивает высокую влажность воздуха. При этом большая часть осадков выпадает в теплый период года в виде дождей до 70–80 %. Выраженность солнечной радиации до 944 МДж/м<sup>2</sup> в ясную летнюю погоду и до 614 МДж/м<sup>2</sup> при облачности, а средняя температура воздуха июля от 13 до 17 °С [18]. Территория сбора геологически располагается на северном склоне Алданского щита Сибирской платформы. Почва мерзлотная горноаллювиально-гумусовая [19].

Территория сбора в Жиганском и Кобяйском районах относится к резко-континентальной климатической зоне Лено-Вилюйской депрессии, для которой характерна ограниченность поступления теплых воздушных масс, но доступной для арктических масс воздуха. В геологическом отношении представляет собой прогиб Сибирской платформы. Летний период характеризуется достаточно высокими температурами, засушливостью, длительным световым периодом до 20 ч и низким атмосферным давлением. Средняя температура июля 18–19 °С (макс. 38 °С) [18]. Характерны дефицит влажности воздуха и иссушение почвы вследствие вышеуказанных факторов, а также влияния мерзлоты и возвратных заморозков, препятствующих усвоению снеговой воды, при этом среднегодовое количество осадков около 240–270 мм (приравнивается к зоне полупустынь), из которых менее 70% приходится на теплый период года, преимущественно выпадающих осенью. Почва в зоне сбора мерзлотная лугово-черноземная в Жиганском районе и мерзлотная пойменная в Кобяйском районе [19].

#### **Экспериментальная часть**

Содержание БАВ в плодах *R. dikuscha* определяли в зависимости от места произрастания спектрофотометрически по общепринятым методикам [20, 21].

Также установлена взаимосвязь между морфометрическими характеристиками плодов *R. dikuscha* с содержанием определяемых БАВ.

#### **Определение морфометрических параметров плодов *R. Dikuscha***

Проводили последовательное взвешивание, измерение диаметра и толщины оболочки произвольно отобранных средних плодов каждой серии. Сопоставление этих морфометрических показателей имеет фармакогностическое значение.

Таблица 1

Определение морфометрических параметров плодов *R. Dikuscha*

Table 1

Morphometric parameters of the *R. Dikuscha* berry fruits

Серия	Масса ягоды, г			Размер ягоды, см			Толщина кожицы, мкм		
	M±m, г	max, г	min, г	M±m, см	max, см	min, см	M±m, мкм	max, мкм	min, мкм
Серия №1 Алданский район	1,53±0,11	1,79	1,34	1,45±0,05	1,6	1,35	115±0,5	116,5	114,5
Серия №2 Жиганский район	1,23±0,07	1,41	1,09	1,15±0,08	1,3	0,9	143,45±0,56	144,5	142,5
Серия №3 Кобяйский район	1,30±0,08	1,6	1,09	1,32±0,09	1,5	1,1	153,7±0,5	153	154
Среднее	1,35			1,31			125,15		

Наибольшую среднюю массу и размер ягод имели образцы из Алданского района (1,53 г и 1,45 см соответственно), минимальные показатели у образцов из Жиганского района (1,23 г и 1,15 см соответственно).

При изучении толщины кожицы ягод отмечено максимальное значение этого показателя в ягодах, собранных в Кобяйском районе (153,7 мкм), минимальное – в Алданском (115,5 мкм) (табл. 1).

**Определение содержания аскорбиновой кислоты в исследованных образцах плодов *R. Dikuscha***

Содержание витамина С в свежих ягодах смородины дикуши, определенное спектрофотометрически по методике Ермакова, было минимальным для образцов из Кобяйского района (120,4±0,3 мг/100 г) промежуточным – для образцов из Жиганского района (144,9±0,2 мг/100 г), максимальным – у образцов из Алданского района, составив 182,7 мг/100 г.

**Количественное определение содержания суммы полифенольных соединений в исследованных образцах плодов *R. Dikuscha***

Спектрофотометрическое определение суммарного содержания полифенолов в свежесобранных ягодах смородины дикуши показало, что все образцы имеют в целом высокий уровень активных веществ по исследуемому показателю. Наиболее низкое значение имел образец пробы из Алданского района – 743,5±0,5 мг/%, наиболее высокий уровень полифенолов обнаружен в образцах из Кобяйского района – 856,1±0,2 мг/% (промежуточное значение образцов Жиганского района – 786,7±0,3 мг/%).

**Количественное определение содержания суммы в исследованных образцах плодов *R. Dikuscha***

При спектрофотометрическом определении общего содержания антоцианов установлено, что в плодах из Кобяйского и Жиганского районов накопление этих важнейших пигментов составляет 514±0,1 и 518±0,1 мг на 100 г ягод в пересчете на цианидина-3-глюкозид. Несколько низкие показатели у образцов из Алданского района – 430±0,2 мг на 100 г.

**Сопоставление показателей плодов *R. dikuscha* по месту произрастания**

Образцы из Алданского района имели более высокие морфометрические показатели и превосходящие показатели по содержанию аскорбиновой кислоты, при этом суммарное содержание полифенолов и антоцианов было меньше в сравнении с образцами из Жиганского и Кобяйского районов (табл. 2).

Таблица 2

Сравнительное содержание БАВ в плодах *R. Dikuscha*

Table 2

Comparative table of the BAS levels in *R. Dikuscha* berry fruits

Образцы	Масса ягоды, г	Размер ягоды, см	Толщина кожицы, мкм	Содержание АК в свежем сырье	Содержание ПФ в свежем сырье	Содержание АЦ в свежем сырье
	M±m, г	M±m, см	M±m, мкм	мг/100 г	мг/%	мг/100 г
плоды <i>R. Dikuscha</i>						
Серия №1 Алданский район	1,53±0,11	1,45±0,05	115,5±0,5	182,7±0,2	743,5±0,5	430±0,2
Серия №2 Жиганский район	1,23±0,07	1,15±0,08	143,45±0,56	144,9±0,3	786,7±0,3	518±0,1
Серия №3 Кобяйский район	1,30±0,08	1,32±0,09	153,7±0,5	120,4±0,1	856,1±0,2	514±0,1

Заключение

Определены основные морфометрические характеристики плодов *Ribes dikuscha* Fisch. из трех районов Республики Саха (Якутия), подтверждена отрицательная корреляция между размером ягоды и толщиной оболочки ( $r = - 0,56$ ).

Определено достаточно высокое суммарное содержание НМАО в исследуемых образцах плодов *Ribes dikuscha* Fisch. Высокий уровень Р-активных веществ обнаружен в образцах из Кобяйского района – 856,1±0,2 мг/%, антоцианов в плодах из Жиганского района – 518±0,1 мг на 100 г ягод в пересчете на цианидина-3-глюкозид, что позволяет сделать вывод об активности ферментативной системы растений, связанной с синтезом антоцианов, в районах сбора, естественными причинами которых служат климато-географические особенности территории сбора: температурные скачки в вегетационном периоде, особенности естественной увлажненности и состава почв, длительность периодов засухи и количество осадков, разница степени и спектра инсоляции.

Образцы из Алданского района имели наибольшие показатели по массе и размеру плодов (1,53 г и 1,45 см соответственно), а также имели наиболее тонкую кожицу (115,5 мкм). Содержание аскорбиновой кислоты – показатель антиоксидантной активности растительного сырья, на который оказывают влияние общие климатические условия в месте произрастания. Метеорологические условия, степень зрелости плодов, период вегетации и другие факторы были максимальными также у образцов из Алданского района (составило 182,7 мг/100 г), что превышало рекомендуемую суточную норму потребления аскорбиновой кислоты – 90 мг/100 г – в два раза. В то же время они имели сравнительно низкое содержание полифенолов – 743,5±0,5 мг/%, также и антоцианов – 430±0,2 мг на 100 г. Такая зависимость указывает на более благоприятные условия произрастания для *R. Dikuscha*. Несколько низкие показатели содержания полифенольных веществ в образцах из Алданского района при более высоких морфометрических показателях позволяют сделать вывод о благополучном климатогеографическом положении Алданского нагорья в отношении *R. Dikuscha*, для которого характерны стабильно низкие температуры в летний период, избыточное увлажнение и характер почвы.

В зависимости от мест произрастания отмечена отрицательная корреляция между содержанием аскорбиновой кислоты и полифенолов, включая антоцианы в плодах *R. Dikuscha*. Сопоставительный анализ позволяет сделать вывод об отрицательной корреляции между размером ягод плодов и суммарным содержанием Р-активных веществ в плодах ( $r = -0,51$ ) и положительной корреляции между показателем толщины кожицы с количественным содержанием полифенольных соединений *Ribes dikuscha* Fisch ( $r = 0,62$ ).

Таким образом, исследование показывает, что климатогеографические условия Якутии влияют на химический состав и морфометрические параметры плодов *R. Dikuscha*, приводя к различиям в содержании биологически активных веществ в зависимости от места их произрастания.

### Л и т е р а т у р а

1. Данилова, Н. С. Дикie родичи культурных растений флоры Олекминского заповедника как источник исходного материала для селекции в Якутии / Н. С. Данилова, Т. С. Коробкова — Текст: электронный // Региональные геосистемы. — 2014. — №17 (188). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dikie-rodichi-kulturnyh-rasteniy-flory-olekminskogo-zapovednika-kak-istochnik-ishodnogo-materiala-dlya-selektcii-v-yakutii> (дата обращения: 10.02.2023).
2. Коробкова, Т. С. Интродукция смородины черной в Центральной Якутии: специальность 03.00.05 «Ботаника» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Коробкова Татьяна Сергеевна ; Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН. — Якутск, 2001. — 15 л.
3. Юхачева, Е. Я. Наследование основных хозяйственно-ценных признаков в гибридных семьях смородины черной : специальность 06.01.05 : «Сельскохозяйственные науки» : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Юхачева Елена Яковлевна ; Брянская государственная сельскохозяйственная академия. — Брянск, 2013. — 189 л.
4. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию : Сорта растений. — Т. 1. — Москва : Экспресспринт ИК, 2003. — 320 с.
5. Бочарникова, Н. М. Смородина дикуша (*R. dikusha* F.) — ценный вид черной смородины Дальнего Востока / Н. М. Бочарникова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. — Т. 36. — Вып. 3. — 1964. — С. 25–39.
6. Биохимическая оценка перспективных форм яблони и смородины / М. А. Макаркина, Т. В. Янчук, А. Р. Павел [и др.] // Вестник ОрелГАУ. — 2015. — №6 (57).
7. Перова, И. Б. Исследование содержания и специфического профиля антоцианинов лекарственного растительного сырья : специальность 14.04.02 «Фармацевтическая химия, фармакология» : диссертация на соискание ученой степени кандидата фармацевтических наук / Перова Ирина Борисовна ; Первый Московский государственный университет имени И.М. Сеченова. — Москва, 2015. — 171 л.
8. Шапошник, Е. И. Биологические и биохимические особенности плодов растений рода *Ribes* при интродукции в Белгородской области : специальность : 03.00.05 «Ботаника» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Шапошник Елена Ивановна ; Белгородский государственный университет. — Белгород, 2009. — 200 л.
9. Ершова, И. В. Содержание биологически активных фенольных соединений в сибирских плодах и ягодах / И. В. Ершова // Достижения науки и техники АПК. — 2016. — №30 (9). — С. 44–47.
10. Янчук, Т. В. Оценка генофонда смородины черной по содержанию аскорбиновой кислоты и фенольных соединений в ягодах / Т. В. Янчук // Современное садоводство. — 2013. — № 4(8). — С. 41–50.
11. Лекарственные растения государственной фармакопеи. Фармакогнозия / под ред. проф. И. А. Самылиной, проф. В. А. Северцева. — Москва : АНМИ, 2003. — 534 с.
12. Петрова, С. Н. Состав плодов и листьев смородины черной *Ribes nigrum* (обзор) / С. Н. Петрова, А. Л. Кузнецова. — Текст электронный // Химия растительного сырья. — 2014. — № 4. — С. 43–50. — URL: <http://journal.asu.ru/cw/article/view/jcprm.20140422137> (дата обращения: 04.12.2021).
13. Справочник Видаль 2022. Лекарственные препараты в России. — Текст электронный. — URL: <https://www.vidal.ru/drugs/molecule/922>.
14. Top 100 High ORAC Value Antioxidant Foods 2014 K. Jorgustin
15. Габышева, Н. С. Биохимический состав ягод Алтайских сортов смородины черной в Центральной Якутии / Н. С. Габышева // Плодоводство и ягодоводство России. — 2018. — № 55. — С. 101–105.
16. Мясичева, Н. В. Научное обоснование технологии производства жележных продуктов из ягод черной и красной смородины : специальность 05.18.01 «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства» :

диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Мясищева Нина Викторовна ; Орловский государственный университет. – Мичуринск : Мичуринский ГАУ, 2018. – 338 л.

17. Уваров, Д. М. Сравнительный анализ суммарного содержания фенольных соединений и органических кислот ягод Якутии / Д. М. Уваров, Н. К. Чирикова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2021. – № 6. – С. 17–23.

18. Данные о значениях осадков для метеостанций Республики Саха (Якутия). – URL: <https://ykuthydromet.ru/o-pogode/> (дата обращения 15.07.2023).

19. Гаврильев, П. П. Мерзлотно-экологические особенности таёжных агро-земель Центральной Якутии / П. П. Гаврильев, И. С. Угаров, П. В. Ефремов. – Якутск : Издательство ИМЗ СО РАН, 2001. – 194 с.

20. Беляков, К. В. Методические подходы к определению биологически активных веществ в лекарственном растительном сырье спектрофотометрическим методом / К. В. Беляков. – Москва : Мега-Принт, 2004. – С. 186

21. Рогожин, В. В. Методы биохимических исследований : Учебное пособие / В. В. Рогожин. – Якутск, 1999. – 113с.

## References

1. Danilova, N.S. and Korobkova, T.S. (2014). Crop wild Relatives of cultivated plants of the flora in the nature reserve “Olekminsky”. *Regional geosystems Journal*, 17(188). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dikie-rodichi-kulturnyh-rasteniy-flory-olekminskogo-zapovednika-kak-istochnik-ishodnogo-materiala-dlya-selektcii-v-yakutii> (Accessed 10 February 2023). (in Russ.)

2. Korobkova, T.S. (2001). Introduction of Blackcurrant in Central Yakutia: *A Thesis of Diss. ... Cand. Biol. Sci. / Tatyana Sergeevna Korobkova; Institute of Biol. problems of the cryolithozone - Yakutsk*. 15 p. (in Russ.)

3. Yukhacheva, E.Y. (2013). Inheritance of the main economically valuable traits in hybrid families of Blackcurrant: *Diss. Cand. Agricultural Sciences / Elena Yakovlevna Yukhacheva; Bryansk State Agricultural Academy - Bryansk*. 189 p. (in Russ.)

4. *State Register of Breeding Achievements Approved for Use: Plant Varieties*. (2003). Moscow: Expressprint IK, 1, 320 p. (in Russ.)

5. Bocharnikova, N.M. (1964). “Dikusha” currant (R.dikusha F.) - A Valuable Species of Blackcurrant in the Far East. *Journal proceedings on applied botany, genetics and breeding*, 36(3), pp. 25-39. (in Russ.)

6. Makarkina M.A. et al. (2015). Biochemical Evaluation of Promising Forms of Apple and Currant *Vestnik OrelGAU Journal*, 6(57).

7. Perova, I.B. (2015). Investigation of the content and specific profile of anthocyanins of medicinal plant raw materials: specialty: *Diss.. ... Cand. Farm. Sci. / Irina Borisovna Perova; I.M. Sechenov First Moscow State University. –Moscow*, 171p. (in Russ.)

8. Shaposhnik, E.I. (2009). Biological and biochemical features of the genus *Ribes* fruits during introduction in the Belgorod region: *Diss. Cand. Biol. Sciences. Belgorod State University, Belgorod*. 200 p. (in Russ.)

9. Ershova, I. V. (2016). The content of biologically active phenolic compounds in Siberian fruits and berries. *Achievements of science and technology in the agro-industrial complex Journal*, 30(9), pp. 44–47. (in Russ.)

10. Yanchuk T. V. (2013). Assessment of the black currant gene pool by the content of ascorbic acid and phenolic compounds in berries. *Modern Gardening Journal*, 4(8), pp. 41–50. (in Russ.)

11. Medicinal plants of the State Pharmacopoeia. Pharmacognosy. (2003). edited by Prof. I.A. Samylina, Prof. V.A. Severtsev. Moscow: ANMI, 534 p. (in Russ.)

12. Petrova, S.N. and Kuznetsova, A.A. (2014). Composition of fruits and leaves of Blackcurrant *Ribes nigrum* (review). *Chemistry of plant raw materials Journal*, 4, pp. 43–50 (in Russ.)

13. Handbook Vidal. (2022). Medicines in Russia – Text: *electronic* - URL: <https://www.vidal.ru/drugs/molecule/922>.

14. Jorgustin, K. (2014). Top 100 High ORAC Value Antioxidant Foods.

15. Gabysheva, N.S. (2018). Biochemical composition of berries of Altai varieties of Blackcurrant in Central Yakutia. *Fruit and berry growing in Russia Journal*, 55, pp.101–105. (in Russ.)

16. Myasishcheva, N.V. (2018). Scientific Justification of the Jelly Products Technology of Black and Red Currant Berries: *Dissertation. ... Doctor of Agricultural Sciences / Nina Viktorovna Myasishcheva; Oryol State University – Michurinsk: Michurinsk State Agrarian University*, 338 p.

17. Uvarov D.M. and Chirikova N.K. (2021). Comparative analysis of the total content of phenolic compounds and organic acids in Yakutia berries. *International Journal of Applied and Fundamental Research*, 6, pp. 17–23. (in Russ.)

18. Data on precipitation values for weather stations of the Republic of Sakha (Yakutia) URL: <https://ykuthydromet.ru/o-pogode/> (Assecced 15 July 2023).

19. Gavriliev, P.P., Ugarov, I.S. and Efremov, P.V. (2001). *Permafrost-Ecological Characteristics of Taiga Agrolandscapes, Central Yakutia*. Yakutsk: Izd-vo IMZ SO RAN, 194 p. (in Russ.)

20. Belyakov, K.V. (2004). *Methodical approaches to determination of biologically active substances in medicinal plant raw materials by spectrophotometric method*. Moscow: Mega-Print, 186 p. (in Russ.)

21. Rogozhin, V.V. (1999). *Methods of biochemical studies*. Yakutsk: Handbook, 113 p. (in Russ.)

---

КОЛЕСОВА Лена Афанасьевна – аспирант 1-го года обучения биологического отделения Института естественных наук, СВФУ им. М.К. Аммосова.

E-mail: [kolesova@mail.ru](mailto:kolesova@mail.ru)

KOLESOVA Lena Afanasyevna – 1st year Postgraduate Student of Biology Department of the Institute of Natural Sciences of M.K. Ammosov North-Eastern Federal University.

СОЛОВЬЕВА Марианна Иннокентьевна – к. б. н., доцент биологического отделения Института естественных наук, СВФУ им. М.К. Аммосова.

E-mail: [cmi79@mail.ru](mailto:cmi79@mail.ru)

SOLOVYIEVA Marianna Innokentyevna – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of Biology Department of the Institute of Natural Sciences, M.K. Ammosov North-Eastern Federal University.