

Научная статья

УДК 634.7: 577.164.2: 547.98

<https://doi.org/10.25686/2306-2827.2024.4.36>

EDN: BQYKOJ

Параметры плодов жимолости и содержание в них аскорбиновой кислоты и дубильных веществ

С. В. Мухаметова^{1✉}, Е. А. Скочилова²

¹ Поволжский государственный технологический университет,
Российская Федерация, 424000, Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3

² Марийский государственный университет,
Российская Федерация, 424000, Йошкар-Ола, пл. Ленина, 1
MuhametovaSV@volgatech.net[✉]

Аннотация. *Введение.* Сорта жимолости синей (*Lonicera caerulea* L.) являются популярной ягодной культурой, плоды обладают десертным кисло-сладким вкусом и имеют пищевое, диетическое и лечебное значение. *Цель* исследования – определение показателей плодов пяти сортов и четырёх сортообразцов жимолости и содержания в них аскорбиновой кислоты и дубильных веществ в условиях Республики Марий Эл. *Объекты* исследования – пять сортов и четыре сортообразца жимолости синей, выращиваемые в Ботаническом саду-институте ПГТУ (г. Йошкар-Ола, Республика Марий Эл). *Методы* исследования. Изучение массы и размеров плодов проводили в 2015 и 2017 гг., содержания биохимических соединений – в 2017 году. Количественное содержание аскорбиновой кислоты определяли титриметрическим методом с использованием 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия, дубильных веществ – методом окислительно-восстановительного титрования с применением раствора индигосульфокислоты и калия перманганата. *Результаты.* Самыми крупными плодами характеризовался сорт 'Чулымская', самыми мелкими – 'Изюминка'. У сорта 'Иолинка' в избыточно влажных условиях 2017 года плоды обладали более крупными размерами и большей массой, чем в засушливых условиях 2015 года, в то же время у остальных образцов плоды были сходными или мельче. Масса плодов характеризовалась наибольшей межсортовой изменчивостью и была обусловлена влиянием фактора сортовой специфичности, а на длину и диаметр плодов оказывал значимое влияние также и фактор года. Содержание аскорбиновой кислоты в 2017 году в плодах четырёх сортов составило 39,1–64,9 мг/100 г, содержание дубильных веществ – 1,37–1,89 %. Наименьшим содержанием данных соединений характеризовались 'Иолинка' и 'Синичка'. Выход воздушно-сухих плодов обратно коррелировал с массой плодов, его значения составили 10,8–13,7 % от массы свежесобранных. *Выводы.* Плоды сорта 'Чулымская' являются перспективными для использования в качестве источника аскорбиновой кислоты, 'Синяя птица' – дубильных веществ. Результаты проведённого исследования могут найти применение при выращивании изученных сортов жимолости в пищевых и лекарственных целях.

Ключевые слова: *Lonicera*; сорт; культивар; масса плодов; размеры ягод; вторичные метаболиты; витамин С; биохимические соединения; биологически активные вещества

Финансирование: авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Для цитирования: Мухаметова С. В., Скочилова Е. А. Параметры плодов жимолости и содержание в них аскорбиновой кислоты и дубильных веществ // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2024. № 4 (64). С. 36–47. <https://doi.org/10.25686/2306-2827.2024.4.36>; EDN: BQYKOJ

Введение

Жимолость синяя (*Lonicera caerulea* L.) – ягодный кустарник, который ценится

за самое раннее созревание плодов в условиях средней полосы России [1]. Её популярность как садовой культуры в XXI веке

© Мухаметова С. В., Скочилова Е. А., 2024

очень выросла. Растение ежегодно плодоносит, неприхотливо и декоративно [2]. Плоды обладают десертным кисло-сладким вкусом, тонкой кожицей, мелкими семенами. Они содержат сахара преимущественно в виде глюкозы и фруктозы, богаты Р-активными веществами, особенно антоцианами, которые являются антиоксидантами, необходимыми при сердечно-сосудистых заболеваниях, атеросклерозе и гипертонии. Кроме того, в ягодах довольно много разнообразных макро- и микроэлементов (натрий, магний, калий, фосфор, железо, марганец, йод и др.), а также витаминов С, А, В₁, В₂, В₉, способствующих повышению иммунитета, укреплению кровеносных сосудов, выведению вредных компонентов из организма человека [1–4]. В свежих плодах присутствуют диетические продукты сорбит и инозит. В целом, имеющийся комплекс биологически активных веществ обуславливает не только пищевое значение, но и диетическую и лечебную ценность плодов жимолости [2]. Помимо использования в свежем виде, её ягоды могут применяться в сухом и замороженном виде для производства функциональных продуктов питания, например, хлебобулочных изделий, молочных продуктов и т. д. [5–7].

Для получения высоких и стабильных урожаев жимолости в каждом из регионов возделывания, особенно в северных, необходимо проводить всестороннее сортоизучение новых сортов [2]. На территории Республики Марий Эл исследования в данном направлении проводятся в Марийском научно-исследовательском институте сельского хозяйства – филиале ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого (МарНИИСХ, п. Руэм, Медведевский район) и включают сравнительную оценку сортов, выведенных в различных селекционных центрах России [2, 8]. Кроме того, работа по сортоизучению и селекции жимолости, хотя и в существенно меньшем объёме, также ведётся в Ботаническом саду-институте Поволжского государственного технологического университета (БСИ ПГТУ, г. Йошкар-Ола).

Целью исследования являлось определение показателей плодов сортов жимолости и содержания в них аскорбиновой кислоты и дубильных веществ в условиях Республики Марий Эл.

Объектами исследования стали пять сортов и четыре сортообразца жимолости синей, выращиваемые в БСИ ПГТУ на участке плодовых растений. Растения выращиваются в рядах через 2 м, без искусственного полива. Сорт 'Изюминка' выведен в Уральском федеральном аграрном научно-исследовательском центре УрО РАН (г. Екатеринбург), 'Синичка' – в Главном ботаническом саду РАН (г. Москва), 'Чулымская' – на унитарном предприятии «Бакчарское» (с. Бакчар, Томская обл.) [9], 'Синяя птица' – в НИИ садоводства Сибири имени М. А. Лисавенко Федерального Алтайского научного центра агробиотехнологий (г. Барнаул) [2]. Сортообразцы Б-2, Р-23, Р-37, Р-45, Р-51 получены в БСИ ПГТУ сотрудниками М. И. Рябиным и Н. А. Разумниковым в результате свободного опыления *L. altaica* Pall. и *L. kamtschatica* (Sevast.) Pojark. Образец Р-51 зарегистрирован в Государственном реестре селекционных достижений под названием 'Иолинка' [10].

Методика исследования

Плоды были собраны в Ботаническом саду-институте ПГТУ в 2015 и 2017 гг. в период их массового созревания. У 30 плодов измеряли длину и наибольший диаметр штангенциркулем с точностью до 0,1 мм. Индекс формы плодов определяли отношением длины к диаметру. Массу одного плода определяли взвешиванием трёх навесок из 100 плодов на электронных весах SJCE VIBRA. Содержание биологически активных веществ в плодах четырёх сортов изучали в 2017 году. Количественное содержание аскорбиновой кислоты определяли титриметрическим методом с использованием 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия [11]. Метод основан на редуцирующих свойствах аскорбиновой кислоты. При титровании раствором 2,6-дихлорфенолиндофене-

нолята натрия происходит окисление аскорбиновой кислоты в дегидроаскорбиновую кислоту. Окончание реакции можно установить по изменению окраски. Раствор натриевой соли 2,6-дихлорфенол-индофенола в нейтральной и щелочной среде обладает синей окраской, в кислой среде принимает розовое окрашивание. Количественное определение дубильных веществ в плодах жимолости проводили методом окислительно-восстановительного титрования. В качестве индикатора использовали раствор индигосульфокислоты, титранта – 0,02 М раствор калия перманганата. Титрование проводили до золотисто-жёлтого окрашивания [12]. Высушивание навесок ягод до воздушно-сухого состояния проводили при температуре 60 °С в электрической сушилке для овощей и фруктов ЭСОФ-0,5/220 «Ветерок». Выход воздушно-сухих плодов получали отношением массы сухих плодов к массе свежесобранных в процентах. Полученные данные были обработаны с использованием общепринятых методов и прикладных программ Microsoft Excel, Statistica 6.0, проведён однофакторный дисперсионный анализ и множественное сравнение (*Scheffe test*). Достоверность различия между показателями массы и размеров определена с помощью критерия Стьюдента при $\alpha=0,05$.

Территория Республики Марий Эл входит в умеренный климатический пояс, район с умеренно-холодной зимой, область недостаточного увлажнения. По данным метеопоста БСИ, за 1968–2010 гг. среднегодовая температура воздуха составляет +3,6 °С. Средняя годовая сумма осадков – 580 мм, в том числе 206 мм приходится на зимний период. Продолжительность вегетационного периода составляет 175 дней, периода активной вегетации – 138 дней. Средняя дата перехода среднесуточных температур воздуха через +5 °С приходится весной на 16 апреля, осенью – 7 октября, через +10 °С – 7 мая и 21 сентября. Обеспеченность теплом характеризуется следующими показателями: сумма эффективных температур +5 °С – 1 583 градусо-дня, сумма эффективных температур +10 °С – 834 градусо-дня, сумма активных температур +10 °С – 2 046 °С [13]. Среднемесячные показатели 2015 и 2017 гг. представлены на рис. 1.

Вегетационный период 2017 года характеризовался наименьшей обеспеченностью теплом. Согласно значениям гидротермического коэффициента (ГТК) Г. Т. Селянинова, условия увлажнения за период активной вегетации 2017 года были избыточно влажными (1,85), в то время как в 2015 году – засушливыми (0,96) [14].

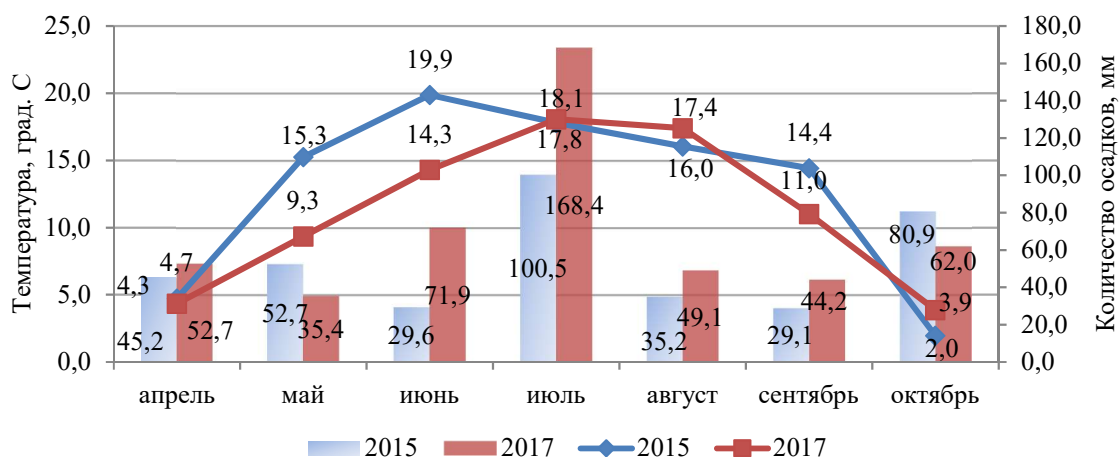


Рис. 1. Среднемесячные температуры (график) и количество осадков (столбцы) в апреле–октябре 2015 и 2017 гг.

Fig. 1. Average monthly temperatures (graph) and precipitation (columns) in April–October 2015 and 2017

Результаты и их обсуждение

Показатели плодов изученной жимолости приведены в таблице 1. Самыми крупными плодами характеризовался сорт 'Чулымская', самыми мелкими – 'Изюминка'. Более вытянутой формой обладали плоды образца Р-23, наименьшим значением индекса формы плодов характеризовался сорт 'Изюминка'. В целом, форма плодов является сортовым признаком. По «Программе и методике сортоизучения...» [15], согласно которой плоды жимолости ранжируют по массе, ягоды сорта 'Чулымская' являлись очень крупными, у остальных сортов ягоды были средние (0,7–0,9 г) и крупные (1,0–1,2 г). Масса плодов характеризовалась наибольшей межсортовой изменчивостью среди изученных параметров.

Плоды большинства образцов в 2015 году характеризовались более крупными размерами и большей массой, чем в 2017 году, различие статистически достоверно. Лишь сорт 'Иолинка' обладал более крупными плодами в 2017 году, что свидетельствует, вероятно, о его большем влаголюбии по

сравнению с другими образцами. Плоды жимолости 'Изюминка', 'Синичка', Р-23 и Р-37 в годы исследования не различались по массе, т. е. они более стабильны в изменяющихся условиях окружающей среды.

Корреляция между длиной и диаметром ягод в оба года исследования была значительной ($r=0,59$). Масса плодов в 2015 году тесно коррелировала с их обоими линейными размерами ($r=0,87$), а в 2017 году в большей степени была связана с диаметром ($r=0,84$), чем с длиной ($r=0,74$). С помощью двухфакторного дисперсионного анализа установлено, что на длину и диаметр плодов оказывал влияние и фактор сортовой специфичности ($F_{\text{факт.}} = 8,4$ и $5,5 > F_{\text{крит.}} = 3,4$, доля влияния по Плохинскому 77 и 66 % соответственно), и фактор года ($F_{\text{факт.}} = 12,4$ и $14,7 > F_{\text{крит.}} = 5,3$, доля влияния 14 и 22 %). А на массу плодов значимое влияние оказывал только фактор сортовой специфичности ($F_{\text{факт.}} = 12,1 > F_{\text{крит.}} = 3,4$, доля влияния 88,5 %) при незначимом влиянии фактора года ($F_{\text{факт.}} = 4,6 < F_{\text{крит.}} = 5,3$).

Таблица 1. Показатели плодов жимолости

Table 1. Parameters of honeysuckle fruits

Наименование	Год	Длина, см	Диаметр, см	Индекс формы	Масса, г
'Изюминка'	2015	$1,9 \pm 0,03$	$1,0 \pm 0,01$	1,9	$0,6 \pm 0,01$
	2017	$1,7 \pm 0,05$	$0,9 \pm 0,02$	1,9	$0,5 \pm 0,04$
'Иолинка'	2015	$2,4 \pm 0,04$	$0,9 \pm 0,01$	2,7	$0,7 \pm 0,02$
	2017	$2,5 \pm 0,03$	$0,9 \pm 0,01$	2,8	$0,9 \pm 0,01$
'Синичка'	2015	$2,3 \pm 0,05$	$1,1 \pm 0,03$	2,1	$0,8 \pm 0,04$
	2017	$2,3 \pm 0,05$	$1,0 \pm 0,02$	2,3	$0,8 \pm 0,03$
'Синяя птица'	2015	$2,5 \pm 0,03$	$1,0 \pm 0,02$	2,5	$0,9 \pm 0,03$
	2017	$2,1 \pm 0,04$	$0,9 \pm 0,02$	2,3	$0,8 \pm 0,03$
'Чулымская'	2015	$3,4 \pm 0,04$	$1,3 \pm 0,03$	2,6	$1,8 \pm 0,03$
	2017	$2,8 \pm 0,05$	$1,1 \pm 0,01$	2,5	$1,5 \pm 0,04$
Б-2	2015	$2,4 \pm 0,04$	$1,1 \pm 0,01$	2,2	$1,0 \pm 0,02$
	2017	$2,1 \pm 0,03$	$0,9 \pm 0,01$	2,3	$0,8 \pm 0,04$
Р-23	2015	$2,9 \pm 0,04$	$1,0 \pm 0,03$	2,9	$0,9 \pm 0,04$
	2017	$2,8 \pm 0,04$	$0,9 \pm 0,02$	3,1	$0,8 \pm 0,04$
Р-37	2015	$2,8 \pm 0,04$	$1,0 \pm 0,03$	2,8	$1,0 \pm 0,03$
	2017	$2,4 \pm 0,03$	$1,0 \pm 0,02$	2,4	$0,9 \pm 0,04$
Р-45	2015	$2,7 \pm 0,04$	$1,1 \pm 0,02$	2,5	$1,1 \pm 0,02$
	2017	$2,1 \pm 0,02$	$0,9 \pm 0,02$	2,3	$0,7 \pm 0,02$
Среднее	2015	$2,6 \pm 0,14$	$1,1 \pm 0,04$	$2,5 \pm 0,11$	$1,0 \pm 0,12$
	2017	$2,3 \pm 0,12$	$1,0 \pm 0,03$	$2,4 \pm 0,11$	$0,9 \pm 0,09$
Коэффициент вариации, %	2015	16,4	10,7	13,6	35,3
	2017	15,3	8,5	14,1	31,5

Сравнение полученных значений с данными других исследователей показало, что у сорта 'Чулымская' в годы исследования формировались более крупные плоды (1,5–1,8 г), чем в условиях Тамбовской области [16], Красноярского края [17], Восточного Казахстана [18], а также региона оригинатора сорта Томской области [19], где средняя масса ягоды варьирует от 1,1 до 1,3 г. Кроме того, полученные нами значения превышают и данные МарНИИСХ, находящемся на территории Республики Марий Эл [2]. У сорта 'Изюминка', напротив, плоды были меньшей массы, чем указано в описании [9], а также приводится для Алтайского края [20]. Различия могут быть обусловлены различными сроками исследования или же сложившимися благоприятными условиями микроклимата культивируемых растений. Следует испытать данные сорта на участке с отличающимися условиями выращивания. У сорта 'Синяя птица' ягоды в Тамбовской [21], Московской области [22], а также на территории МарНИИСХ [2] более мелкие (0,7 г), чем в наших исследованиях (0,8–1,0 г), а в Восточном Казахстане [18] и Камчатском крае [23] – близки к ним. По сорту 'Синичка' наши значения схожи с данными в Московской [22] и Свердловской области [24]. У сортообразцов полученные показатели массы плодов были меньше по сравнению с данными 2005–2009 гг. [10]. Вероятной причиной уменьшения массы стало снижение интенсивности агротехнического ухода за выращиваемыми растениями.

Аскорбиновая кислота (витамин С) является одним из важнейших биологически активных соединений, необходимых для нормальной жизнедеятельности человека. Она не синтезируется в организме человека, а поступает только в готовом виде с продуктами питания, так как в органах и тканях отсутствует фермент L-гулонооксидаза, катализирующий превращение гулоновой кислоты в аскорбиновую [25, 26]. Витамин С обладает мощной анти-

оксидантной функцией, является кофактором многих метаболических процессов и противоязвенным средством. Он участвует в регулировании окислительно-восстановительных процессов и обмена веществ, используется для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний, оказывает противовоспалительное, противоаллергическое действие и детоксицирующее действие, повышает сопротивляемость организма к инфекциям [27, 28].

Содержание аскорбиновой кислоты в плодах четырёх сортов жимолости изменялось от 39,1 до 64,9 мг/100 г сырой массы (рис. 2). Наибольшее количество аскорбиновой кислоты наблюдалось у сорта 'Чулымская', наименьшее – у сортов 'Синичка' и 'Июлинка', разница составила 1,6 раза. Среднее содержание витамина С установлено в плодах сорта 'Синяя птица', в 1,2 раза меньше, чем в плодах сорта 'Чулымская'.

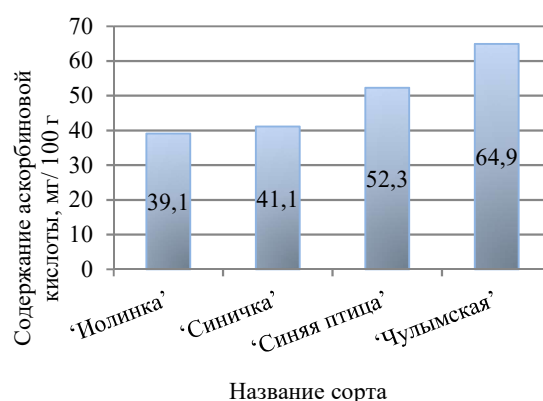


Рис. 2. Содержание аскорбиновой кислоты в плодах жимолости

Fig. 2. Ascorbic acid content in honeysuckle fruits

С помощью однофакторного дисперсионного анализа выявлено статистически значимое влияние фактора сортовой специфичности на содержание аскорбиновой кислоты. Результаты множественных сравнений показали достоверную разницу по содержанию аскорбиновой кислоты в зависимости от сорта, за исключением сортов 'Синичка' и 'Июлинка' (табл. 2). Установлена очень тесная корреляция содержания изученного соединения с мас-

сой плодов ($r=0,93$), т. е. у более крупноплодных сортов в плодах содержалось большее количество витамина С.

Таблица 2. Результаты множественных сравнений (*Scheffe test*) содержания аскорбиновой кислоты в плодах жимолости

Table 2. The results of multiple comparisons (*Scheffe test*) of ascorbic acid content in honeysuckle fruits

Сорт	{1}	{2}	{3}
'Иолинка' {1}			
'Синичка' {2}	0,060159		
'Синяя птица' {3}	0,000159	0,000167	
'Чулымская' {4}	0,000159	0,000159	0,000165

Полученные нами данные по содержанию аскорбиновой кислоты в плодах сортов 'Синяя птица' и 'Синичка' отличаются от результатов, полученных другими исследователями. Так, в условиях муссонного климата Сахалина содержание аскорбиновой кислоты в плодах сорта 'Синяя Птица' составило 76,26 мг в 2017 году и 74,67 мг в 2018 году [29]. Многолетние результаты (2015–2020 гг.) оценки качества плодов жимолости в условиях юго-востока Камчатского края показали, что в плодах сорта 'Синяя птица' было выявлено 42,2 мг/ 100 г аскорбиновой кислоты [23]. Жимолость сорта 'Синичка', выращенная в Самарской области, содержала в плодах 241 мг/ 100 г аскорбиновой кислоты [30].

Дубильные вещества (танины), относящиеся к фенольным соединениям, являются активными антиоксидантами, которые оказывают общеукрепляющее и оздоровительное воздействие на организм человека, замедляют процессы старения. Танины образуют устойчивые химические соединения с попавшими в организм посторонними белками, металлами, алкалоидами, кислотами, а затем активно их выводят. Кроме того, они показывают антимикробную активность, подавляя рост многих грибков, дрожжей, бактерий и вирусов [31]. Лекарственное сырьё и препараты, содержащие дубильные вещества, применяются наружно и внутрь как вяжущие, противовоспалительные, бактери-

цидные и кровоостанавливающие средства. Кроме того, дубильные вещества проявляют высокую Р-витаминную активность, антигипоксическое и антисклеротическое действие [32].

По содержанию дубильных веществ наивысший показатель отмечен у жимолости 'Синяя птица' (1,89 %). Несколько меньшее значение зафиксировано у сорта 'Чулымская' и составило 1,61 %. В плодах сорта 'Синяя птица' количество дубильных веществ было в 1,2 раза больше, чем у сорта 'Чулымская'. Самым низким содержанием данных соединений характеризовались плоды сортов 'Иолинка' (1,37 %) и 'Синичка' (1,43 %) (рис. 3).

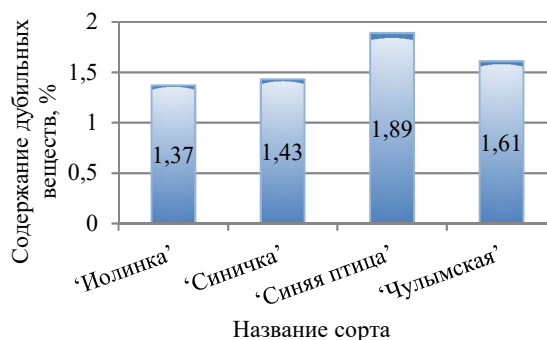


Рис. 3. Содержание дубильных веществ в плодах жимолости

Fig. 3. The content of tannins in honeysuckle fruits

Результаты однофакторного дисперсионного анализа по содержанию дубильных веществ в плодах изученных жимолостей показали, что фактор сортовой специфичности статистически значим. Множественное сравнение данных выявило достоверную разницу между сортами, за исключением пары 'Иолинка' и 'Синичка' (табл. 3).

Таблица 3. Результаты множественных сравнений (*Scheffe test*) содержания дубильных веществ в плодах жимолости

Table 3. The results of multiple comparisons (*Scheffe test*) of the content of tannins in honeysuckle fruits

Сорт	{1}	{2}	{3}
'Иолинка' {1}			
'Синичка' {2}	0,094572		
'Синяя птица' {3}	0,000161	0,000167	
'Чулымская' {4}	0,000158	0,000159	0,000135

В плодах жимолости, произрастающей в условиях степной зоны Южного Урала, содержание дубильных веществ в среднем составило 0,33 % с размахом варьирования от 0,28 до 0,43 %. Минимальным содержанием характеризовался сорт 'Лебедушка' (0,28 %), максимальным – 'Фиалка' (0,43 %). В условиях жаркого лета наблюдается увеличение содержания дубильных веществ, отчего у плодов ощущается небольшая горечь [33]. Исследования, проводимые в Санкт-Петербургской химико-фармацевтической академии, показали, что содержание дубильных веществ в плодах жимолости илийской составило 2 %, жимолости алтайской – 1,8 % [34].

Изучение процентного выхода воздушно-сухого сырья у четырёх сортов жимолости показало, что наименьшим значением данного показателя характеризовался сорт 'Чулымская' ($10,8 \pm 0,15$ %), наибольшим – 'Синяя птица' ($13,7 \pm 0,10$ %). У жимолости 'Синичка' и 'Иолинка' выход составил $12,3 \pm 0,20$ и $13,4 \pm 0,07$ % соответственно. Сорта 'Иолинка' и 'Синяя птица' были сходны между собой по данному показателю, в то время как остальные сорта существенно различались друг от друга. Выход воздушно-сухого сырья обратно коррелировал с массой плодов ($r = -0,94$), то есть в более крупных плодах содержалось больше влаги. Следовательно, можно предположить, что при сушке плодов более важно учитывать состав содержащихся биологически активных веществ, чем ориентироваться на крупноплодность.

Выводы

Таким образом, изучены масса, размеры плодов и содержание в них аскорбиновой кислоты и дубильных веществ у девяти сортов и сортообразцов жимолости синей в условиях Республики Марий Эл. Установлено, что очень крупными плодами характеризовался сорт 'Чулымская'. На длину и диаметр плодов оказывали влияние и фактор сортовой специфичности, и фактор года, в то время как на их массу значимое влияние оказывал только фактор сортовой специфичности. Масса плодов характеризовалась наибольшей межсортовой изменчивостью, 31–35 %. Содержание аскорбиновой кислоты в 2017 году в плодах четырёх сортов жимолости составило 39,1–64,9 мг/100 г, наибольшее количество установлено у сорта 'Чулымская'. Содержание дубильных веществ варьировало от 1,37 до 1,89 %, максимальное количество выявлено у сорта 'Синяя птица'. Два указанных сорта являются перспективными для использования в качестве источников данных биологически активных соединений. Жимолость 'Иолинка' и 'Синичка' характеризовались наименьшим содержанием аскорбиновой кислоты и дубильных веществ. Результаты проведенного исследования могут найти применение при выращивании изученных сортов жимолости в пищевых и лекарственных целях. Рекомендуется пополнить коллекцию плодовых растений БСИ ПГТУ сортами жимолости с очень крупным размером плодов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Состояние и перспективы селекции жимолости синей / А. Г. Куклина, В. Н. Сорокопудов, М. Т. Упадышев и др. // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2017. № 5. С. 41–45. EDN: ZWIFCR
2. Софронов А. П., Фирсова С. В., Головунин В. П. Жимолость синяя (*Lonicera caerulea* L.): технология и селекция: монография. Киров: ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, 2021. 64 с. EDN: IKSZTZ
3. Биологическая ценность плодов и ягод российского производства / М. Ю. Акимов, В. В. Бессонов, В. М. Коденцова и др. // Вопросы питания. 2020. Т. 89, № 4. С. 220–232. DOI: 10.24411/0042-8833-2020-10055; EDN: UOAQLM
4. Особенности биохимического состава съедобных плодов жимолости (*Lonicera*, *Caprifoliaceae*) в России / В. Н. Сорокопудов, А. Г. Куклина, Н. С. Цыбулько и др. // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2024. Т. 16, № 1. С. 229–245. DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-1-1064; EDN: MWXYKJ
5. Богатырев А. Н., Степанова Н. Ю. Технологическая оценка разных сортов жимолости для замораживания и сушки // Пищевая промышленность. 2016. № 3. С. 44–47. EDN: WBAHXV

6. *Слуянова И. В.* Использование ягод жимолости в технологии обогащённых хлебобулочных изделий // Пищевые инновации в биотехнологии: Сб. тезисов VI Междунар. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных, Кемерово, 16 мая 2018 г. / под общ. ред. А. Ю. Просекова. Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2018. Т. 1. С. 317–318. EDN: XPMORV
7. *Пилипенко Т. В., Рогинская Е. О.* Разработка молочного десерта, обогащённого функциональными растительными добавками // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2018. Т. 6, № 1. С. 40–48. DOI: 10.14529/food180105; EDN: YRZBIL
8. *Головунин В. П., Замятин С. А.* Влияние применения микробиологических удобрений на рост и развитие жимолости синей в условиях Республики Марий Эл // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. 2019. Т. 5, № 2(18). С. 150–155. DOI: 10.30914/2411-9687-2019-5-2-150-155; EDN: KEPGUY
9. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Том 1. Сорта растений. URL: <https://gossortrf.ru/registry/gosudarstvennyy-reestr-seleksionnykh-dostizheniy-dopushchennykh-k-ispolzovaniyu-tom-1-sorta-rasteni/> (дата обращения: 30.07.2024).
10. *Разумников Н. А., Рябинин М. И., Соломина Е. Н.* Урожайность и свойства плодов сортов образцов жимолости синей в Республике Марий Эл // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2010. № 1. С. 84–89. EDN: MBWBAD
11. ГОСТ 24556-89. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С. М.: Изд-во стандартов, 2003. 11 с.
12. Государственная фармакопея Российской Федерации XV издания. В 2-х томах. М.: Научный центр экспертизы средств медицинского применения, 2023. URL: <https://minzdrav.gov.ru/ministry/61/10/gosudarstvennaya-farmakopeya-rossiyskoy-federatsii-xv-izdaniya> (дата обращения: 30.07.2024).
13. *Лазарева С. М.* Использование методик обработки данных фенологических наблюдений (на примере представителей семейства Pinaceae Lindl.) // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Биология. Экология. 2010. Т. 4, № 2. С. 56–65. EDN: NXQRXH
14. *Мухаметова С. В.* Метеорологические условия тёплого периода на территории Ботанического сада-института ПИТУ // Hortus Botanicus. 2022. Т. 17. С. 262–273. DOI: 10.15393/j4.art.2022.8146; EDN: ILQCZU
15. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под общ. ред. Е. Н. Седова, Т. П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. 608 с. EDN: YHAOZT
16. *Брыксин Д. М.* Испытание сортов жимолости селекции Бакчарского ОПСС в условиях Мичуринска // Инновационные направления развития сибирского садоводства: наследие академиков М. А. Лисавенко, И. П. Калининой: Сб. статей. Барнаул: Концепт, 2018. С. 61–64. EDN: RWAHVH
17. *Мистратова Н. А., Количенко А. А., Ботт В. Л.* Агробиологическая оценка сортов жимолости в южной зоне садоводства Красноярского края // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. 2022. № 4 (69). С. 6–14. DOI: 10.34655/bgsha.2022.69.4.001; EDN: SQHMUO
18. *Бахыт А., Бедарева Н. П.* Перспективные сорта жимолости для Восточного Казахстана // Наука и мир. 2016. № 10-1 (38). С. 59–60. EDN: WWVVKX
19. *Савинкова Н. В., Гагаркин А. В.* Итоги полувековой работы с жимолостью синей в ФГУП «Бакчарское» // Инновационные направления развития сибирского садоводства: наследие академиков М. А. Лисавенко, И. П. Калининой: Сб. статей. Барнаул: Концепт, 2018. С. 238–246. EDN: XUSMTB
20. *Хохрякова Л. А.* Результаты изучения сортов жимолости синей южно-уральской селекции в условиях лесостепи Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 5 (175). С. 36–39. EDN: IEVELA
21. *Кирина И. Б., Брыксина К. В., Ильинский А. С.* Продуктивность и качество плодов сортов жимолости синей в условиях ЦЧР // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36, № 12. С. 69–73. DOI: 10.53859/02352451_2022_36_12_69; EDN: BLTTRZ
22. *Куклина А. Г.* Устойчивость и урожайность сортов жимолости синей в Московской области // Плодоводство и ягодоводство России. 2011. Т. 27. С. 230–237. EDN: NXNUEL
23. *Петруша Е. Н., Русакова Е. А.* Результаты оценки качества плодов сортов образцов жимолости в условиях Камчатского края // Современное садоводство. 2022. № 1. С. 1–10. DOI: 10.52415/23126701_2022_0101; EDN: MZDYPZ
24. *Евтушенко Н. С., Шмыгов А. В.* Изучение продуктивности и крупноплодности жимолости синей (*Lonicera caerulea* L.) в условиях Среднего Урала // Современное садоводство. 2023. № 3. С. 35–46. DOI: 10.52415/23126701_2023_0305; EDN: MHLIRV
25. *Буркова Н. А., Иванова Н. А.* Роль витамина С в жизни человека и его определение титриметрическим методом в продуктах питания // Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2015. Т. 5, № 6. С. 973. EDN: VRZCSV
26. *Тяпкина Д. Ю., Кочиева Е. З., Слугина М. А.* Накопление витамина С в сочных плодах: биосинтез и рециркуляция, гены и ферменты // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2019. Т. 23, № 3. С. 270–280. DOI: 10.18699/VJ19.492; EDN: XCRAOP

27. Carr A. C., Maggini S. Vitamin C and immune function // *Nutrients*. 2017. Vol. 9, iss. 11. Art. 1211. DOI: 10.3390/nu9111211

28. Попов В. С., Смятская Ю. А. Модифицированный титриметрический метод количественного определения витамина С в окрашенных растительных экстрактах // *Вестник ПНИПУ. Химическая технология и биотехнология*. 2020. № 4. С. 43–53. DOI: 10.15593/2224-9400/2020.4.04; EDN: EDGXCM

29. Ефанов В. Н., Митусова Е. В. Урожайность, хозяйственно-ценные показатели и химический состав жимолости голубой в условиях муссонного климата Сахалина // *Вестник КамчатГТУ*. 2021. № 56. С. 64–73. DOI: 10.17217/2079-0333-2021-56-64-73; EDN: HSDGCD

30. Исследование антиоксидантных свойств жимолости / Н. В. Макарова, Э. В. Мусифуллина, А. Н. Дмитриева и др. // *Пищевая промышленность*. 2012. № 12. С. 56–58. EDN: PMFWKZ

31. Противоопухолевые и противовоспалительные свойства дубильных веществ растительного про-

исхождения и перспективы их использования в фармации / Е. Д. Кубасова, И. А. Крылов, Г. В. Корельская и др. // *Медико-фармацевтический журнал «Пульс»*. 2022. Т. 24, № 12. С. 55–60. DOI: 10.26787/nydha-2686-6838-2022-24-12-55-60; EDN: YNNKUN

32. Hypolipidemic and cardioprotective benefits of a novel fireberry hawthorn fruit extract in the JCR:LA-*cp* rodent model of dyslipidemia and cardiac dysfunction / A. Diane, F. Borthwick, S. Wu et al. // *Food & function*. 2016. Vol. 7, iss. 9. Pp. 3943–3952. DOI: 10.1039/c6fo01023g

33. Мурсалимова Г. Р. Адаптивный потенциал интродуцированных сортов *Lonicera* L. в степной зоне Южного Урала // *Современное садоводство*. 2013. № 3 (7). С. 62–68. EDN: SEIEYV

34. Саякова Г. М. Фармакопейный анализ отечественного лекарственного растительного сырья жимолости илийской (*Lonicera iliensis*) и жимолости алтайской (*Lonicera altaica*), семейства жимолостных (Caprifoliaceae) на определение биологически активных веществ // *Инновации в науке*. 2014. № 32. С. 101–114. EDN: SCLKLR

Статья поступила в редакцию 04.09.2024; одобрена после рецензирования 08.10.2024; принята к публикации 25.11.2024

Информация об авторах

МУХАМЕТОВА Светлана Валерьевна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры садово-паркового строительства, ботаники и дендрологии, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – интродукция и акклиматизация растений. Автор 217 научных публикаций. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7892-6450>; SPIN-код: 6316-3307

СКОЧИЛОВА Елена Анатольевна – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры экологии, Марийский государственный университет. Область научных интересов – экологическая физиология растений, экология, фармакогнозия. Автор 150 научных публикаций. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4553-508X>; SPIN-код: 7205-7185

Вклад авторов:

Мухаметова С.В. – проведение исследования морфометрических параметров плодов, анализ полученных результатов, подготовка рукописи, окончательное редактирование текста.

Скочилова Е.А. – проведение биохимических исследований, анализ полученных результатов, подготовка рукописи.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Scientific article

UDC 634.7: 577.164.2: 547.98

<https://doi.org/10.25686/2306-2827.2024.4.36>

EDN: BQYKOJ

Parameters of Honeysuckle Fruits and the Content of Ascorbic Acid and Tannins in them

S. V. Mukhametova ^{1✉}, E. A. Skochilova ²

¹ Volga State University of Technology,
3, Lenin Sq., Yoshkar-Ola, 424000, Russian Federation

² Mari State University,
1, Lenin Sq., Yoshkar-Ola, 424000, Russian Federation
MuhametovaSV@volgatech.net ✉

Abstract. *Introduction.* Varieties of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.) are a popular berry crop; their fruits have a sweet and sour desert taste and are of nutritional, dietary and medicinal value. *The aim* of the research is to determine fruit parameters for five varieties and four variety samples of honeysuckle, as well as the content of ascorbic acid and tannins in them in the conditions of the Republic of Mari El. *The objects* of the study are five varieties and four variety samples of blue honeysuckle grown in the Botanical Garden-Institute of Volga State University of Technology (Yoshkar-Ola, Republic of Mari El). *Methods.* The weight and size of fruits were studied in 2015 and 2017; the contents of the biochemical compounds were investigated in 2017. The quantitative content of ascorbic acid was determined by the titrimetric method using 2,6-dichlorophenolindophenolate of sodium, and the content of tannins was found by redox titration using a solution of indigo sulfonic acid and potassium permanganate. *Results.* The 'Chulymskaya' variety was found to have the largest fruits, while the 'Izyuminka' variety had the smallest ones. In excessively humid conditions of 2017, the 'Iolinka' variety produced fruits of greater size and weight than in the arid conditions of 2015, while the fruits of the other varieties were approximately the same or smaller. The fruit weight exhibited the greatest intervarietal variability, which was due to the impact of the varietal specificity factor; the length and diameter of the fruits were significantly affected by the factor of the year as well. In 2017, the ascorbic acid content in the fruits of the four varieties was 39.1–64.9 mg/100g and the content of tannins was 1.37–1.89%. The lowest content of these compounds was detected in the 'Iolinka' and 'Sinichka' varieties. The yield of air-dried fruits was inversely correlated with the weight of fruits, its values amounting to 10.8–13.7% of the weight of freshly harvested fruits. *Conclusion.* The fruits of the variety 'Chulymskaya' have good prospects for use as a source of ascorbic acid, while the fruits of 'Sinyaya Ptitsa' are promising as a source of tannins. The results of the study can be applied in cultivating the studied varieties of honeysuckle for food and medicinal purposes.

Keywords: *Lonicera*; variety; cultivar; fruit weight; berry size; secondary metabolites; vitamin C; biochemical compounds; biologically active substances

Funding: this study was not supported by any external sources of funding.

For citation: Mukhametova S. V., Skochilova E. A. Parameters of Honeysuckle Fruits and the Content of Ascorbic Acid and Tannins in them. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management.* 2024;(4):36–47. (In Russ.). <https://doi.org/10.25686/2306-2827.2024.4.36>; EDN: BQYKOJ

REFERENCES

1. Kuklina A. G., Sorokopudov V. N., Upadyshchev M. T. et al. Current state and trends of selection of the sweet-berry honeysuckle. *Vestnik of the Russian Agricultural Science.* 2017;(5):41–45. EDN: ZWIFCR (In Russ.).
2. Sofronov A. P., Firsova S. V., Golovunin V. P. Blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.): technology and breeding. *Monograph.* Kirov: FARC North-East Publ.; 2021. 64 p. EDN: IKSZTZ (In Russ.).
3. Akimov M. Yu., Bessonov V. V., Kodentsova V. M. et al. Biological value of fruits and berries of Russian production. *Problems of Nutrition.* 2020; 89(4):220–232. DOI: 10.24411/0042-8833-2020-10055; EDN: UOAQLM (In Russ.).
4. Sorokopudov V. N., Kuklina A. G., Tsybulko N. S. et al. Features of the biochemical composition of edible honeysuckle fruits (*Lonicera*, Caprifoliaceae) in Russia. *Siberian Journal of Life*

Sciences and Agriculture. 2024;16(1):229–245. DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-1-1064; EDN: MWXYKJ (In Russ.).

5. Bogatyryov A. N., Stepanova N. Yu. Technological evaluation of different varieties of honeysuckle for freezing and drying. *Food Industry*. 2016;(3):44–47. EDN: WBAHXV (In Russ.).

6. Sluyanov I. V. The use of honeysuckle berries in the technology of enriched bakery products. In: *Food innovations in biotechnology. Collection of abstracts of the VI International scientific conference of students, postgraduates and young scientists* (Kemerovo, May 16, 2018). Vol. 1. Prosekov A. Yu. (ed.). Kemerovo: Kemerovo State University, 2018:317–318. EDN: XPMORV (In Russ.).

7. Pilipenko T. V., Roginskaya E. O. Development of milk dessert enriched by functional vegetable additives. *Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and biotechnology*. 2018;6(1):40–48. DOI: 10.14529/food180105; EDN: YRZBIL (In Russ.).

8. Golovunin V. P., Zamyatin S. A. Influence of microbiological fertilizers' application on the growth and development of blue honeysuckle in the Republic of Mari El. *Vestnik of the Mari State University. Chapter: Agriculture. Economics*. 2019;5(2(18)): 150–155. DOI: 10.30914/2411-9687-2019-5-2-150-155; EDN: KEPGUY (In Russ.).

9. The State register of breeding achievements approved for use. Vol. 1. Plant cultivars. Available from: <https://gossortrf.ru/registry/gosudarstvennyy-reestr-seleksionnykh-dostizheniy-dopushchennykh-k-ispolzovaniyu-tom-1-sorta-rasteni/> [Accessed 30 July 2024]. (In Russ.).

10. Rasumnikov N. A., Ryabinin M. I., Solomina E. N. Crop capacity and qualities of *Lonicera caerulea* breed samples in Mari El Republic. *Vestnik of Mari State Technical University. Series: Forest. Ecology. Nature Management*. 2010;(1):84–89. EDN: MBWBAD (In Russ.).

11. GOST 24556-89. Fruit and vegetable processing products. Methods for the determination of vitamin C. Moscow, Publishing House of Standards; 2003. 11 p. (In Russ.).

12. State pharmacopoeia of the Russian Federation XV edition. In 2 part. Moscow: Scientific Centre for Expert Evaluation of Medicinal Products; 2023. Available from: <https://minzdrav.gov.ru/ministry/61/10/gosudarstvennaya-farmakopeya-rossiyskoy-federatsii-xv-izdaniya> [Accessed 30 July 2024]. (In Russ.).

13. Lazareva S. M. Use of techniques of data processing in phenological observations (on the example of Pinaceae Lindl.). *The Bulletin of Irkutsk State University. Series: Biology. Ecology*. 2010;4(2):56–65. EDN: NXQRXH (In Russ.).

14. Mukhametova S. V. Meteorological conditions of warm period in the territory of the Botanical garden-institute of VSUT. *Hortus Botanicus*. 2022;17:262–273. DOI: 10.15393/j4.art.2022.8146; EDN: ILQCZU (In Russ.).

15. The program and methodology of variety studies of fruit, berry and nut crops. Sedov E. N., Ogoltseva T. P. (Eds.). Orel, Publishing House of Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding; 1999. 608 p. EDN: YHAOZT (In Russ.).

16. Briksin D. M. Testing of honeysuckle varieties of Bakcharsky OPSS breeding in Michurinsk conditions. In: *Innovative directions of development of Siberian horticulture: the legacy of academicians M. A. Lisavenko and I. P. Kalinina*. Collection of articles. Barnaul, Concept Publ.; 2018:61–64. EDN: RWAWHV (In Russ.).

17. Mistratova N. A., Kolichenko A. A., Bopp V. L. Agrobiological assessment of honeysuckle varieties in the southern gardening zone of the Krasnoyarsk territory. *Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov*. 2022;(4(69)):6–14. DOI: 10.34655/bgsha.2022.69.4.001; EDN: SQHMUO (In Russ.).

18. Bakhyt A., Bedareva N. P. Honeysuckle species, prospective for east Kazakhstan. *Science & World*. 2016;(10-1(38)):59–60. EDN: WWVVKX (In Russ.).

19. Savinkova N. V., Gagarkin A. V. The results of half a century of work with blue honeysuckle in FSUE Bakcharskoye. *Innovative directions of development of Siberian horticulture: the legacy of academicians M. A. Lisavenko, I. P. Kalinina*. Collection of articles. Barnaul, Concept Publ.; 2018: 238–246. EDN: XUSMTB (In Russ.).

20. Khokhryakova L. A. The research findings on sweet-berry honeysuckle varieties of the south-ural breeding under the conditions of the forest-steppe of the Altai region. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2019;(5(175)):36–39. EDN: IEVELA (In Russ.).

21. Kirina I. B., Bryksina K. V., Ilyinsky A. S. Productivity and quality of fruits of sweet-berry honeysuckle varieties under the conditions of the Central Black Earth Region. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2022;36(12):69–73. DOI: 10.53859/02352451_2022_36_12_69; EDN: BLTTRZ (In Russ.).

22. Kuklina A. G. Stability and productivity of blue honeysuckle varieties in the Moscow region. *Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia*. 2011;27:230–237. EDN: NXNUEL (In Russ.).

23. Petrusha E. N., Rusakova E. A. Results of the quality evaluation of berries of honeysuckle varieties in the Kamchatka region. *Contemporary Horticulture*. 2022;(1):1–10. DOI: 10.52415/23126701_2022_0101; EDN: MZDYPZ (In Russ.).

24. Evtushenko N. S., Shmygov A. V. Studying the productivity and large fruit size of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.) in the Middle Urals. *Contemporary Horticulture*. 2023;(3):35–46. DOI: 10.52415/23126701_2023_0305; EDN: MHLIRV (In Russ.).

25. Burkova N. A., Ivanova N. A. The role of vitamin C in human life and its titrimetric determination

in food. *Bulletin of Medical Internet Conferences*. 2015;5(6):973. EDN: VRZCSV (In Russ.).

26. Tyapkina D. Y., Kochieva E. Z., Slugina M. A. Vitamin C in fleshy fruits: biosynthesis, recycling, genes, and enzymes. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2019;23(3):270–280. DOI: 10.18699/VJ19.492; EDN: XCPAOP (In Russ.).

27. Carr A. C., Maggini S. Vitamin C and immune function. *Nutrients*. 2017;9(11):1211. DOI: 10.3390/nu9111211

28. Popov V. S., Smyatskaya Yu. A. A modified titrimetric method for the quantitative determination of vitamin C in colored plant extracts. *PNRPU Bulletin. Chemical Technology and Biotechnology*. 2020;(4): 43–53. DOI: 10.15593/2224-9400/2020.4.04; EDN: EDGXCM (In Russ.).

29. Yefanov V. N., Mitusova E. V. Yield, economically valuable indicators and chemical composition of blue honeysuckle under conditions of Sakhalin trade-wind littoral climate. *Vestnik of Kamchatka State Technical University*. 2021;(56): 64–73. DOI: 10.17217/2079-0333-2021-56-64-73; EDN: HSDGCD (In Russ.).

30. Makarova N. V., Musifullina E. V., Dmitrieva A. N. et al. Study of antioxidant properties of

honeysuckle. *Food Industry*. 2012;(12):56–58. EDN: PMFWKZ (In Russ.).

31. Kubasova E. D., Krylov I. A., Korelskaya G. V. et al. Antitumor and anti-inflammatory properties of tannins of plant origin and perspectives of their use in pharmacy. *Medical & Pharmaceutical Journal «Pulse»*. 2022;24(12):55–60. DOI: 10.26787/nydha-2686-6838-2022-24-12-55-60; EDN: YNNKUN (In Russ.).

32. Diane A., Borthwick F., Wu S. et al. Hypolipidemic and cardioprotective benefits of a novel fireberry hawthorn fruit extract in the JCR: LA-cp rodent model of dyslipidemia and cardiac dysfunction. *Food & Function*. 2016;7(9):3943–3952. DOI: 10.1039/c6fo01023g

33. Mursalimova G. R. The adaptive potential of introduced varieties of *Lonicera* L. in the steppe zone of the Southern Urals. *Contemporary Horticulture*. 2013;(3(7)):62–68. EDN: SEIEYV (In Russ.).

34. Sayakova G. M. Pharmacopoeia analysis of domestic medicinal plants – Ili honeysuckle *Lonicera iliensis* and Altai honeysuckle – *Lonicera altaica*, Caprifoliaceae family for the determination of biologically active substances. *Innovations in Science*. 2014;(32):101–114. EDN: SCLKLR (In Russ.).

The article was submitted 04.09.2024; approved after reviewing 08.10.2024;
accepted for publication 25.11.2024

Information about the authors

Svetlana V. Mukhametova – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor at the Chair of Landscape Design, Botany and Dendrology, Volga State University of Technology. Research interests – introduction and acclimatization of plants. Author of 217 scientific publications. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7892-6450>; SPIN: 6316-3307

Elena A. Skochilova – Candidate of Biological Sciences, Docent, Associate Professor of the Department of Ecology, Mari State University. Research interests – ecological physiology of plants, ecology, pharmacognosy. Author of 150 scientific publications. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4553-508X>; SPIN: 7205-7185

Contribution of the authors:

Mukhametova S.V. – conducting a study of the fruit morphometric parameters, analysis of the results, preparation of the manuscript, final editing of the text.

Skochilova E.A. – conducting biochemical studies, analysis of the results, preparation of the manuscript.

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest.

All authors read and approved the final manuscript.