

УДК 634.739.2./3:581.192(571.14)

ОЦЕНКА ФИТОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЛОДОВ ЧЕРЕМУХИ И ДЕГУСТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОДУКТОВ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ

© *А.В. Локтева*, Е.П. Храмова, Т.М. Шалдаева, С.В. Асбаганов*

*Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, ул. Золотодолинская,
101, Новосибирск, 630090, Россия, lokteva30@mail.ru*

Черемуха является наиболее морозостойким видом из всех косточковых плодовых культур. Плоды черемухи – ценный источник лекарственного сырья. Не так давно черемуха введена в промышленную культуру садоводства. В Государственном реестре селекционных достижений Российской Федерации на сегодняшний день находится 12 сортов, рекомендуемых для использования в пищу. Плоды черемухи съедобны, используются в нативном состоянии и в виде муки при выпечке пирогов и других кондитерских изделий. Черемуха (плоды) относится к фармакопейному и пищевому растению. Целью данного исследования является оценка продуктов переработки черемухи и изучение биохимического состава выделенных форм черемухи.

В статье представлены данные по биохимическому составу и результаты технологической оценки качества продуктов переработки плодов черемухи. Определено содержание сахаров, кислот, антоцианов, пектиновых веществ и катехинов в плодах 14 форм гибридов черемухи. Установлены различия в содержании биохимических показателей в зависимости от формы. Плоды черемухи характеризуются высоким содержанием сахаров от 36.13 до 53.67% от сырой массы и фенольных соединений. По содержанию катехинов выделены отборные формы №14-2-37, а по количеству антоцианов – гибрид №13-4-45. В плодах большинства гибридов выявлено повышенное содержание дубильных веществ – от 1.62 до 3.39% от сырой массы.

Дегустационная оценка компотов выявила лучшие формы черемухи для использования в переработке (№14-2-30, №13-4-45, №3-7-16). Повышенное содержание дубильных веществ в плодах черемухи (в среднем 2.5%) подтверждает целесообразность их использования в консервной и фармацевтической промышленности. По химическому составу плодов гибриды и сорта черемухи обыкновенной и черемухи виргинской перспективны для введения в культуру на юге Западной Сибири.

Ключевые слова: черемуха, сахара, фенольные соединения, вкус плода, переработка, компот.

Для цитирования: Локтева А.В., Храмова Е.П., Шалдаева Т.М., Асбаганов С.В. Оценка фитохимического состава плодов черемухи и дегустационных характеристик продуктов их переработки // Химия растительного сырья. 2025. №1. С. 400–408. <https://doi.org/10.14258/jcprm.20250114928>.

Введение

В настоящее время во всем мире наблюдается возрастающая тенденция использования разнообразного плодово-ягодного сырья, ценность которого определяется не только приятным вкусом и ароматом, наличием питательных веществ, но и высоким содержанием биологически активных компонентов. Свежие ягоды и плоды мы употребляем в пищу короткий период времени, а потребность в биологически активных веществах организма человека постоянна [1]. Одним из таких плодовых растений Сибири является черемуха. Ее плоды пользуются очень большой популярностью среди населения. В естественных зарослях заготавливают большое количество плодов. Их сушат, перемалывают в муку и используют для приготовления кондитерских изделий. Свежие плоды прокручивают через мясорубку, в смеси с сахаром используют в качестве приправы к чаю. Полностью вызревшие плоды являются лакомством в свежем виде. Из них готовят компоты, желе, варенья, квас, сироп, наливки, вина [2, 3].

Плоды черемухи содержат ценные питательные и биологически активные вещества. Среди разнообразных форм черемухи выделены образцы, содержащие значительное количество таких веществ. Выведение

* Автор, с которым следует вести переписку.

гибридных форм черемухи позволяет в еще большей степени использовать ценные свойства их плодов. Учитывая разнообразие природных форм черемухи кистевой, черемухи виргинской и новые сорта, полученные с участием этих видов, имеется возможность их более эффективного использования как в практических целях, так и в селекционной работе.

По литературным и нашим данным, плоды черемухи обыкновенной содержат комплекс биологически активных веществ: сахара (7–17%), органические кислоты (яблочную, лимонную, абрикосовую кислоту), Р-активные вещества (1.5–8%), вторичные флавоноиды, кумарины, фурукумарины, оксикумарины, дубильные вещества (2–3%), пектиновые вещества (0.5–1.3%), горькое миндальное масло, гликозид амигдалин (110–190%), макро- и микроэлементы – фосфор (94 мг%), калий (63 мг%), кальций (33 мг%), натрий, магний, железо, марганец, алюминий, кремний медь, барий, свинец, молибден [4–9]. При изучении фенольных соединений плодов различных видов черемухи выделено 15 биологически активных веществ фенольной природы: рутин, изокверцитрин, гиперин, авикулярин, хлорогеновая кислота, кофейная кислота, производные паракумаровой кислоты и т.д. [10–12].

Черемуха как плодовая культура привлекала селекционеров давно, еще И.В. Мичуриным и И.П. Бедро были получены сеянцы крупноплодных форм черемухи виргинской [13, 14].

Селекционная работа по черемухе была начата на Бакчарском опорном пункте северного садоводства НИИ садоводства Сибири в 1936 г. Здесь были получены первые сорта черемухи – Рассвет, Нарым, Тайга [14].

В дальнейшем в Центральном сибирском ботаническом саду СО РАН В.С. Симагиным были созданы первые пищевые сорта черемухи (Памяти Саламатова, Сахалинская черная, Сахалинская поздняя, Черный блеск) [13, 14].

За рубежом селекция черемухи ведется в США и Канаде, описано несколько декоративных сортов черемухи кистевой – Альберта, Колората, Ватерри, распространенные в Западной и Центральной Европе в коллекциях ботанических садов и опытных станций [14, 15].

В НПО «Сады России» совместно с ЦСБС СО РАН также создан пищевой сорт черемухи – Адмиралтейство [16, 17].

На Крымской опытно-селекционной станции выведено три сорта: Нежность, Чайка и Карпаты 5 с крупными кистями; имеются сеянцы, полученные при скрещивании ч. поздней и ч. виргинской, в том числе и краснолистная форма [14, 18].

На сегодняшний день в ЦСБС СО РАН создано 9 пищевых сортов и 9 декоративных сортов черемухи. Они распространены среди садоводов-любителей в Западной Сибири и других регионах России с суровым климатом. Эти сорта отличаются стабильным плодоношением, крупными размерами и хорошим вкусом плодов. Кроме этого, выделен ряд перспективных генетических источников для дальнейшей селекции на декоративные и пищевые качества. Также ведется всестороннее изучение технологических качеств плодов и других видов косточковых. В связи с этим изучение технологических качеств плодов черемухи и продуктов их переработки весьма актуально [19].

Цель настоящего исследования – оценка продуктов переработки черемухи и изучение биохимического состава, выделенных форм, для технологической переработки и дальнейшего использования в селекционном процессе.

Объекты и методы исследования

Для исследований были взяты селекционные формы черемухи кистевой и черемухи виргинской из коллекции ЦСБС СО РАН. Исследования по апробации компотов выполнены по общепринятой методике и апробированной в лаборатории интродукции пищевых растений [20, 21]. Дегустация компотов проходила анонимно, каждый образец сиропа наливали в одноразовый стаканчик, добавляли 3–4 ягоды из компота и присваивали дегустационный номер. В процессе дегустации все члены комиссии заполняют аттестационный лист. Основные требования: варить 15% сахарный сироп, плодов в банки закладывается не более четверти ее объема. Остальные части технологии обычные для компотов из свежих фруктов.

Для подготовки водных экстрактов около 0.500 г (точная навеска) свежих плодов растирали в фарфоровой ступке, переносили в круглодонную колбу, добавляли ~50 мл дистиллированной воды и экстрагировали на водяной бане ($T=70-80\text{ }^{\circ}\text{C}$) в течение 1 ч. Затем раствор охлаждали, доводили объем до 100 мл и фильтровали [22]. Одновременно для определения содержания сухого вещества брали 1.000 г (точная навеска) свежих плодов и высушивали в сушильном шкафу при $T=105\text{ }^{\circ}\text{C}$ до постоянной массы.

Для подготовки водно-этанольных экстрактов около 1.000 г (точная навеска) сырья трижды экстрагировали 80% этиловым спиртом в колбе в соотношении 1 : 10 с обратным холодильником на кипящей водяной бане по 30 мин. Экстракты фильтровали через бумажный фильтр, объединяли и замеряли общий объем.

Для определения титруемой кислотности (суммы водорастворимых органических кислот) в водном экстракте использовали титрование аликвотного объема исследуемого образца стандартизованным раствором гидроксида натрия [23].

Определение содержания дубильных веществ в водном экстракте плодов черемухи проводили титриметрическим методом в пересчете на танин (ГФ РФ XIII, 2018).

Содержание сахаров определяли спектрофотометрическим методом, используя спектрофотометр СФ-56 (ЛОМО, Россия). В две мерные колбы объемом 50 мл приливали по 0.1 мл водного экстракта и по 0.2 мл щелочного раствора феррицианида калия (1.65 г феррицианида и 10 г углекислого натрия растворяли в 1 л воды) и ~25 мл воды. Колбы встряхивали и помещали на кипящую водяную баню в течение 15 мин. Затем охлаждали и приливали в каждую по 4 мл рабочего раствора, приготовленного в день анализа (10%-ный раствор желатина и сернокислого окисного железа в соотношении 1 : 20). Раствор перемешивали и доводили до 50 мл водой. После интенсивного перемешивания измеряли оптическую плотность раствора при длине волны 690 нм (максимум поглощения глюкозы). Вычисление результатов содержания сахаров производят по калибровочной кривой, построенной по стандартным растворам глюкозы [22].

Содержание антоцианов в плодах определяли спектрофотометрическим методом, используя спектрофотометр СФ-56 (ЛОМО, Россия). Около 2.000 г (точная навеска) сырья измельчали в ступке с 1%-ной соляной кислоты, помещали в коническую колбу и нагревали на водяной бане ($T=40-50\text{ }^{\circ}\text{C}$) в течение 20 мин, охлаждали и доводили объем до 250 мл 1%-ной соляной кислотой. Извлечение фильтровали через бумажный фильтр. Оптическую плотность раствора измеряли в кювете с толщиной слоя 1 см при длине волны 510 нм. В качестве контроля использовали 1%-ную соляную кислоту. Содержание суммы антоцианов в пересчете на цианидин-3.5-дигликозид рассчитывали по общеизвестной формуле.

Общее содержание катехинов (или флаван-3-олов) определяли методом, основанном на способности катехинов давать малиновое окрашивание с раствором ванилина в концентрированной соляной кислоте [24]. В две мерные пробирки переносили по 0.8 мл водно-этанольного извлечения, в одну из них прибавляли 4.2 мл 1% раствора ванилина в концентрированной соляной кислоте. Объем обеих пробирок доводили до 5 мл концентрированной соляной кислотой. Пробирка без ванилина служила в качестве раствора сравнения. Оптическую плотность раствора измеряли при λ 502 нм. В качестве стандарта использован (\pm)-катехин фирмы Sigma ($\geq 99\%$). Результаты выражали в мг эквивалента (\pm)-катехин (К) на грамм образца (мг КЭ/г образца / г эквивалента (+)-катехин).

Пектиновые вещества (протопектины и пектины) определяли бескарбазольным методом, основанным на получении специфического желто-оранжевого окрашивания уроновых кислот с тимолом в сернокислой среде [25]. Отфильтрованную пробу после приготовления водно-этанольного экстракта высушивали при $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ до исчезновения запаха спирта. Затем остаток вместе с фильтром помещали в колбу и приливали 50 мл очищенной воды, нагретой до $45\text{ }^{\circ}\text{C}$, и при этой температуре водорастворимый пектин экстрагировали на водяной бане в течение 1 ч. Жидкость отфильтровывали в мерную колбу на 100 мл, промывали водой и после охлаждения доводили объем до метки. Извлечение протопектина: остатки после извлечения водой переносили в экстракционную колбу, заливали 50 мл 0.3 н. соляной кислоты и нагревали 30 мин на кипящей водяной бане с обратным холодильником. Фильтровали в мерную колбу на 200 мл и промывали 2–3 раза горячей водой. Фильтр вместе с осадком возвращали в ту же экстракционную колбу, приливали 50 мл 1% раствора лимоннокислого аммония и ставили на кипящую водяную баню на 30 мин. Фильтровали в колбу, где находится фильтрат солянокислой вытяжки, промывали горячей водой, после охлаждения доводили до метки [22]. Реакция с тимолом: в каждые две пробирки брали по 0.5 мл экстракта водорастворимого пектина и протопектина и при охлаждении приливали концентрированную серную кислоту по каплям. Затем пробирки нагревали 6 мин на кипящей водяной бане, охлаждали и прибавляли в две пробирки с экстрактами 0.1 мл 0.2% спиртового раствора тимола и тщательно перемешивали. После реакции с тимолом плотность окрашенных растворов замеряли на спектрофотометре СФ-56 при длине волны 480 нм в кювете с толщиной слоя 1 см. Количественное содержание пектинов и протопектинов в пробе определяли по калибровочной кривой, построенной по галактуроновой кислоте (Molekula, CAS 91510-62-2) [25].

Результаты и обсуждение

Плоды отборных форм черемухи отличаются приятным сладко-кислым или кисло-сладким с терпкостью вкусом. Важное значение для формирования вкусовых и консервных качеств плодов черемухи имеет содержание в них сахара. Изучение биохимического состава плодов черемухи у разных образцов в течение трех лет показало, что содержание сахара колеблется от 34.43 до 53.67%. Гибридные образцы черемухи накапливают больше сахаров в плодах, чем родители (черемуха кистевая, черемуха виргинская). При изучении биохимического анализа плодов установлены различия между формами по содержанию растворимых дубильных веществ (ДВ) в пределах от 0.73 до 5.88%.

Наименьшее содержание свободных кислот в условиях Новосибирской области выявлено у образцов отборных форм черемухи №13-2-71 и №14-7-40. Плоды черемухи содержат также достаточное количество пектинов. Это вещество представляет большую ценность для изготовления различных консервов и кондитерских изделий. Он способствует выводу из организма вредных веществ, в том числе и радионуклидов. Больше всего пектинов и протопектинов содержится в плодах форм №13-4-83 и №13-2-71. В составе пектиновых веществ плодов преобладает протопектин. На рисунке 1 видны различия по окраски плодов и размер плода.

Важное значение для характеристики пищевых достоинств плодов черемухи имеют содержащиеся в них биологически активные вещества и, прежде всего, полифенолы. В наших исследованиях к этой группе веществ относятся антоцианы, катехины и дубильные вещества. В плодах черемухи они многократно превышают содержание таковых в яблоках, плодах вишни, земляники, боярышника и других сибирских плодовых культур [6]. По содержанию катехинов лучшей является отборная форма №14-2-34 и №3-7-16 (табл. 1). Особенно важны вещества антоциановой группы и растворимые полифенолы. Эти вещества обладают Р-витаминной активностью и во многом определяют окраску и вкус плодов.

По содержанию антоцианов выделяется несколько форм черемухи (№13-4-45, №13-8-35, №14-1-9; №13-2-71). Меньше всего антоцианов содержалось в формах №14-7-40 (0.16) и №3-7-16 (0.38), а максимально – у формы №13-4-45 (1.22). Благодаря высокому содержанию дубильных веществ в плодах черемуха включена в Государственную фармакопею (ГФ) РФ наряду с восемью танинсодержащими видами лекарственного растительного сырья. Согласно ГФ, содержание дубильных веществ в плодах черемухи (сухих) должно быть не менее 1.7% (ГФ РФ XIV, 2018). По нашим данным, практически все образцы соответствуют этому показателю, за исключением №14-2-30, №14-2-34 и №14-7-40, содержание дубильных веществ у которых менее 1.7% от сухой массы.

Полифенолы участвуют в формировании вкуса ягод и, соответственно, консервированной продукции, придающими вяжущий и горький вкус. Кроме того, они формируют цвет готового продукта, легко окисляясь и полимеризуясь под влиянием технологических процессов и влияют на внешний вид продукта. Катехины и дубильные вещества, как правило, обладают терпким вкусом и участвуют в формировании вкусовых ощущений. Дубильные вещества практически во всех исследуемых образцах обеспечивают высокие фармакологические свойства плодов черемухи. Антоцианы обуславливают окраску свежих плодов и продуктов переработки. Именно с их превращениями связывают изменение окраски консервов в процессе производства и при хранении. Среднее количество антоцианов всех исследуемых форм – 0.99 мг%. Антоцианы консервированных плодов и ягод оказывают большое влияние на цвет готового продукта. По нашим данным, прямой зависимости между содержанием антоцианов в компоте и его окраской, по дегустационной оценке, за внешний вид нет. В связи с тем, что большая часть свежих плодов черемухи идет на переработку, были изучены технологические и дегустационные качества компотов из свежих плодов (рис. 2).

Плоды черемухи рекомендуется собирать в фазе физиологической зрелости для непосредственного употребления и консервации. В этот период консистенция мякоти плодов становится мягкой и сочной, в плодах накапливается максимум питательных веществ и уменьшается содержание кислот и полифенолов, что способствует улучшению вкусовых качеств. Хорошо известно, что плоды черемух могут висеть на дереве после созревания 2–3 месяца и даже оставаться в зиму. Но особенно хороши плоды черемух в виде компотов. Общая оценка компотов варьировала от 3.4 до 4.68 балла. Лучшими технологическими качествами отличались формы №14-1-34, №13-4-83, №3-8-13, №3-7-16, №13-4-45, №14-2-30, по данным таблицы 2. Плоды большинства образцов в компотах довольно жесткие, но вполне съедобные, сироп получается темноокрашенный, вкус его напоминает компот из черешни, очень приятный, порой нежный.



Рис. 1. 1 – отборная форма №14-7-40; 2 – отборная форма №14-2-30; 3 – отборная форма №13-4-45; 4 – отборная форма №14-1-7

Таблица 1. Содержание биологически активных соединений в плодах черемухи*

Форма	Сахара, %	Кислотность, %	Антоцианы, мг%	Катехины, мг%	Дубильные вещества, %	Пектины, %	Протопектины %
3-7-16	40.64±1.22	2.59±0.08	0.38±0.01	85.39±2.56	3.39±0.10	0.40±0.02	0.91±0.05
3-8-13	53.67±1.61	3.71±0.11	0.72±0.02	46.66±1.40	2.42±0.07	0.34±0.02	0.79±0.04
13-2-71	39.24±1.18	1.76±0.05	1.07±0.03	–	2.32±0.07	0.40±0.02	1.38±0.07
13-4-40	39.05±1.17	1.80±0.05	0.50±0.02	40.85±1.23	5.88±0.18	0.30±0.02	0.86±0.04
13-4-45	42.46±1.27	4.47±0.13	1.22±0.04	–	3.28±0.10	0.43±0.02	2.29±0.11
13-4-83	46.80±1.40	3.80±0.11	0.85±0.03	–	2.14±0.06	1.05±0.05	1.49±0.07
13-8-35	41.82±1.25	2.61±0.08	1.09±0.03	–	2.55±0.08	0.26±0.01	1.05±0.05
14-1-7	36.13±1.08	2.43±0.07	0.67±0.02	34.20±1.03	2.12±0.06	0.09±0.00	0.60±0.03
14-1-9	38.19±1.15	2.94±0.09	1.05±0.03	54.30±1.63	1.53±0.05	0.11±0.01	0.47±0.02
14-1-34	41.46±1.24	3.67±0.11	0.44±0.01	31.10±0.93	2.39±0.07	0.14±0.01	0.74±0.04
14-2-30	45.41±1.36	3.88±0.12	0.77±0.02	52.10±1.56	0.84±0.03	0.17±0.01	0.44±0.02
14-2-34	40.37±1.21	3.89±0.12	0.49±0.01	107.80±3.23	0.73±0.02	0.48±0.02	0.92±0.05
14-2-37	42.19±1.27	3.11±0.09	0.73±0.02	46.10±1.38	1.62±0.05	0.19±0.01	0.21±0.01
14-7-40	34.43±1.03	1.77±0.05	0.16±0.00	32.30±0.97	0.76±0.02	0.06±0.00	0.19±0.01

* – Результаты приведены на сырой вес.



Рис. 2. Внешний вид компота из свежих плодов черемухи

Таблица 2. Дегустационная оценка продуктов переработки плодов черемухи

Форма	Сироп			Плоды			Общая оценка	Примечания
	Окраска	Консистенция	Вкус	Окраска	Консистенция	Вкус		
3-7-16	4.68	4.75	4.49	4.27	3.99	3.57	4.29	Окраска сиропа красная
3-8-13	4.43	4.45	4.33	4.17	3.87	3.73	4.16	–
13-2-71	3.94	4.44	4.29	3.39	4.00	3.99	4.00	Мутный сироп
13-4-40	4.03	3.85	4.55	3.60	3.55	3.45	3.83	Мутный сироп, жесткие ягоды
13-4-45	4.89	4.79	4.47	3.87	4.09	3.95	4.34	Плоды невзрачные
13-4-83	4.18	4.68	4.74	3.90	3.66	3.90	4.17	–
13-8-35	3.92	3.84	3.48	4.26	3.25	3.09	3.64	Мутный сироп, осадок
14-1-7	3.21	4.07	4.10	2.97	3.41	3.56	3.55	Хор.амигдал.запах
14-1-9	4.64	4.24	3.34	3.89	2.73	2.36	3.53	–
14-1-34	4.64	4.81	4.56	4.22	3.50	3.28	4.16	–
14-2-30	4.68	4.36	8.57	3.50	3.59	3.53	4.68	–
14-2-34	4.26	4.39	3.84	3.89	4.11	3.98	4.07	–
14-2-37	3.84	4.21	4.08	3.60	4.00	3.93	3.94	Сироп мутный, розовый
14-7-40	3.47	3.70	3.79	2.13	4.02	3.44	3.43	Сироп густой

Заключение

Плоды черемухи богаты дубильными веществами, антоцианами, катехинами и пектиновыми веществами. Огромное разнообразие форм черемухи по химическому составу плодов позволяет выделить формы, наиболее ценные по содержанию различных веществ. Наибольший интерес представляют образцы черемух, которые сочетают уровень содержания определенной группы веществ, одновременно высокий (сахара и пектиновые вещества) или низкий (свободные кислоты и полифенолы). Такое содержание различных веществ в плодах обуславливает их посредственный вкус в свежем виде, но оказывается благоприятным для консервирования. Все эти образцы являются комплексными источниками сразу нескольких важных веществ, что особенно интересно для практического применения и использования в дальнейшей селекции. Среди исследуемых образцов черемухи выделены исходные родительские формы для селекционного улучшения технологических качеств плодов: №14-2-30, №13-4-45, №3-7-16. Изученные образцы черемухи содержат большое количество дубильных веществ, что повышает ее фармакологические свойства.

Финансирование

Работа выполнена в рамках государственного задания Центрального сибирского ботанического сада СО РАН по проектам АААА-А17-117012610054-6 «Анализ внутривидовой структуры ресурсных растений Азиатской России, отбор и сохранение генофонда» и АААА-А21-121011290025-2 «Анализ биоразнообразия, сохранение и восстановление редких и ресурсных видов растений с использованием экспериментальных методов». При подготовке публикации использовались материалы биоресурсной научной коллекции ЦСБС СО РАН «Коллекция живых растений в открытом и закрытом грунте», УНУ №USU 440534.

Конфликт интересов

Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Открытый доступ

Эта статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), которая разрешает неограниченное использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии, что вы дадите соответствующие ссылки на автора(ов) и источник и предоставите ссылку на Лицензию Creative Commons и укажете, были ли внесены изменения.

Список литературы

- Егошина Т.Л. Ресурсная оценка рода черемуха (*Padus*) в России // The Scientific Heritage. 2021. №62-2 (62). С. 7–9. <https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-62-2-7-9>.
- Вдовина Т.Ф., Лагус О.А. Хозяйственно-интродукционная оценка сортов и форм черемухи *Padus* Mill. в Алтайском ботаническом саду // Вестник Казахского национального университета. 2022. №3 (92). С. 22–33. <https://doi.org/10.26577/eb.2022.v92.i3.03>.
- Михайлова И.В., Винокурова Н.В., Кузьмичева Н.А., Воронкова И.П., Иванова Е.В., Шостак Е.И., Филиппова Ю.В., Таренкова И.В. Черемуха виргинская как источник биологических активных веществ // Оренбургский медицинский вестник. 2020. Т. 8, №3 (31). С. 40–45.

4. Загурская Ю.В., Сиромля Т.И. Сравнительный анализ Элементного химического состава побегов *Padus Avium* из техногенно нарушенных экотопов // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2019. №5 (371). С. 105–114. <https://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2019.5.105>.
5. Абдуллина Р.Г., Пупыкина К.А., Баламетова Р.Г. Биохимический состав плодов *Lonicera* L. и ее подвидов при интродукции в условиях Башкирского Предуралья // Химия растительного сырья. 2022. №3. С. 203–210. <https://doi.org/10.14258/jcprm.20220310885>.
6. Куминов Е.П., Анциферов А.В. Оценка качества плодов черемухи // Материалы международной научно-методической конференции «Состояние и перспективы развития нетрадиционных садовых культур». Мичуринск, 2003. С. 171–175.
7. Родина С.Ф. Руш В.А. Биологически активные вещества плодов калины и черемухи // Материалы V Всесоюзного семинара по биологически активным веществам плодов и ягод. М., 1976. С. 176–178.
8. Орлова С.Ю., Юшев А.А., Шеленга Т.В. Химический состав подов черемухи в условиях Северо-Западного региона России // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2020. №181(2). С. 65–72. <https://doi.org/10.30901/2227-88-342020-2-65-72>.
9. Растительные ресурсы СССР / отв. ред. П.Д. Соколов. Л., 1987. 520 с.
10. Стрельцина С.А., Царенко Н.А. Изучение фенольных соединений в плодах видов рода *Padus* Mill // Научно-технический бюллетень. 1992. №221. С. 74–77.
11. Жидехина Т.В., Ковешникова Е.Ю., Брыксин Д.М., Родюкова О.С., Хромов Н.В., Гурьева И.В. Основные достижения в селекции и сортоизучении ягодных и нетрадиционных садовых культур в НИИ им. И.В. Мичурина // Садоводство и виноградарство. 2016. №1. С. 12–19. <https://doi.org/10.18454/vstisp.2016.1.817>.
12. Жбанова Е.В., Жидехина Т.В., Акимов М.Ю., Родюкова О.С., Хромов Н.В., Гурьева И.В. Плоды сортов ягодных и нетрадиционных садовых культур, выращенных в Черноземье – ценные источники незаменимых микронутриентов // Пищевая промышленность. 2021. №3. С. 8–11. <https://doi.org/10.24412/0235-2486-2021-3-0020>.
13. Симагин В.С. Вишня и черемуха в Западной Сибири. Новосибирск, 2000. 66 с.
14. Uusitao M. European bird cherry (*Prunus padus* L.) – biodiverse wild plant for horticulture. MMT Agrifood Research Reports 61. Finland, 2004.
15. Лёзин М.С. Пищевые сорта черемухи для сибирского и уральского садоводства // Ученые записки Челябинского отделения Русского ботанического общества. 2017. С. 94–103.
16. Еремин Г.В., Чепинога И.С., Симагин В.С., Локтева А.В. Интродукция и изучение черемухи на Кубани // Субтропическое и декоративное садоводство. Научные труды. 2016. Т. 56. С. 35–39.
17. Локтева А.В., Кукушкина Т.А. Характеристика качества и химического состава плодов сортов и новых гибридов черемухи // Химия растительного сырья. 2023. №2. С. 205–213. <https://doi.org/10.14258/jcprm.20230211354>.
18. Симагин В.С., Локтева А.В. Создание крупноплодных сортов черемухи на основе дикорастущих видов для северных и восточных регионов России // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2021. Т. 182(1). С. 123–130. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2021-1-123-130>.
19. Скороход Т.В., Родина С.Ф., Симагин В.С. Пищевая ценность плодов *Padus avium* Mill., *P. virginiana* (L.) Mill. и продуктов их переработки в связи с перспективами культивирования // Растительные ресурсы. 1993. Т. 29, №4. С. 49–55.
20. Руш В.А., Лизунова В.В. Химический состав дикорастущих ягод Сибири // Продуктивность дикорастущих ягодников и их хозяйственное использование: материалы к Всесоюзному научно-производственному совещанию. Киров, 1972. С. 42–44.
21. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П. и др. Методы биохимического исследования растений. Л., 1987. 430 с.
22. ГОСТ ISO 750-2013. Продукты переработки фруктов и овощей, Определение титруемой кислотности. М., 2018.
23. Муравьева Д.А., Бубенчикова В.Н., Беликов В.В. Спектрофотометрическое определение суммы антоцианов в цветках василька синего // Фармация. 1987. №5. С. 28–29.
24. Кривенцов В.И. Бескарбазольный метод количественного спектрофотометрического определения пектиновых веществ // Труды Никитского ботанического сада. 1989. Т. 109. С. 128–137.
25. Государственная фармакопея Российской Федерации. Издание XIV. М., 2018. Т. 2. С. 2365–2369.

Поступила в редакцию 27 марта 2024 г.

После переработки 6 мая 2024 г.

Принята к публикации 9 октября 2024 г.

Lokteva A.V.*, Khramova E.P., Shaldaeva T.M., Asbaganov S.V. ASSESSMENT OF THE PHYTOCHEMICAL COMPOSITION OF BIRD CHERRY FRUITS AND TASTING CHARACTERISTICS OF THEIR PROCESSED PRODUCTS

Central Siberian Botanical Garden Siberian Branch Russian Academy of Sciences, Zolotodolinskaya st., 101, Novosibirsk, 630090, Russia

Bird cherry is the most frost-resistant species of all stone fruit crops. Bird cherry fruits are a valuable source of medicinal raw materials. Not so long ago, bird cherry was introduced into the industrial culture of horticulture. There are currently 12 varieties recommended for food use in the State Register of Breeding Achievements of the Russian Federation. Bird cherry fruits are edible, used in the native state and in the form of flour when baking pies and other confectionery products. Bird cherry (fruits) refers to a pharmacopoeia and food plant. The purpose of this study is to evaluate the products of processing of bird cherry and to study the biochemical composition of the isolated forms of bird cherry.

The article presents data on the biochemical composition and the results of a technological assessment of the quality of processed bird cherry fruits. The content of sugars, acids, anthocyanins, pectin substances and catechins in the fruits of 14 forms of bird cherry hybrids was determined. Differences in the content of biochemical parameters depending on the form have been established. Bird cherry fruits are characterized by a high sugar content from 36.13 to 53.67% of the raw weight and phenolic compounds. According to the content of catechins, selected forms No. 14-2-37 were identified, and according to the number of anthocyanins, hybrid No. 13-4-45. The fruits of most hybrids showed an increased content of tannins – from 1.62 to 3.39% of the raw weight.

The tasting evaluation of compotes revealed the best forms of bird cherry for use in processing (No. 14-2-30, No. 13-4-45, No. 3-7-16). The tasting evaluation of compotes revealed the best forms of cherry for use in processing (No. 14-2-30, No. 13-4-45, No. 3-7-16). The increased content of tannins in bird cherry fruits (on average 2.5%) confirms the expediency of their use in the canning and pharmaceutical industries. According to the chemical composition of fruits, hybrids and varieties of common bird cherry and Virgin bird cherry are promising for introduction into culture in the south of Western Siberia.

Keywords: bird cherry, sugars, phenolic compounds, fruit flavor, processing, compote.

For citing: Lokteva A.V., Khramova E.P., Shaldaeva T.M., Asbaganov S.V. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2025, no. 1, pp. 400–408. (in Russ.). <https://doi.org/10.14258/jcprm.20250114928>.

References

1. Yegoshina T.L. *The Scientific Heritage*, 2021, no. 62-2 (62), pp. 7–9. <https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-62-2-7-9>. (in Russ.).
2. Vdovina T.F., Lagus O.A. *Vestnik Kazakhskogo natsional'nogo universiteta*, 2022, no. 3 (92), pp. 22–33. <https://doi.org/10.26577/eb.2022.v92.i3.03>. (in Russ.).
3. Mikhaylova I.V., Vinokurova N.V., Kuz'micheva N.A., Voronkova I.P., Ivanova Ye.V., Shostak Ye.I., Filip-pova Yu.V., Tarenkova I.V. *Orenburgskiy meditsinskiy vestnik*, 2020, vol. 8, no. 3 (31), pp. 40–45. (in Russ.).
4. Zagurskaya Yu.V., Siromlya T.I. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Lesnoy zhurnal*, 2019, no. 5 (371), pp. 105–114. <https://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2019.5.105>. (in Russ.).
5. Abdullina R.G., Pupykina K.A., Balametova R.G. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2022, no. 3, pp. 203–210. <https://doi.org/10.14258/jcprm.20220310885>. (in Russ.).
6. Kuminov Ye.P., Antsiferov A.V. *Materialy mezhdunarodnoy nauchno-metodicheskoy konferentsii «Sostoyaniye i perspektivy razvitiya netraditsionnykh sadovykh kul'tur»*. [Proceedings of the international scientific and methodological conference "State and prospects for the development of non-traditional garden crops"]. Michurinsk, 2003, pp. 171–175. (in Russ.).
7. Rodina S.F., Rush V.A. *Materialy V Vsesoyuznogo seminara po biologicheski aktivnym veshchestvam plodov i yagod*. [Proceedings of the V All-Union Seminar on Biologically Active Substances of Fruits and Berries]. Moscow, 1976, pp. 176–178. (in Russ.).
8. Orlova S.Yu., Yushev A.A., Shelenga T.V. *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i seleksii*, 2020, no. 181(2), pp. 65–72. <https://doi.org/10.30901/2227-88-342020-2-65-72>. (in Russ.).
9. *Rastitel'nyye resursy SSSR* [Plant resources of the USSR], ed. P.D. Sokolov. Leningrad, 1987, 520 p. (in Russ.).
10. Strel'tsina S.A., Tsarenko N.A. *Nauchno-tekhnicheskii byullyuten'*, 1992, no. 221, pp. 74–77. (in Russ.).
11. Zhidekhina T.V., Koveshnikova Ye.YU., Bryksin D.M., Rodyukova O.S., Khromov N.V., Gur'yeva I.V. *Sadovodstvo i vinogradorstvo*, 2016, no. 1, pp. 12–19. <https://doi.org/10.18454/vstisp.2016.1.817>. (in Russ.).
12. Zhanova Ye.V., Zhidekhina T.V., Akimov M.Yu., Rodyukova O.S., Khromov N.V., Gur'yeva I.V. *Pishchevaya promyshlennost'*, 2021, no. 3, pp. 8–11. <https://doi.org/10.24412/0235-2486-2021-3-0020>. (in Russ.).
13. Simagin V.S. *Vishnya i cheremukha v Zapadnoy Sibiri*. [Cherry and bird cherry in Western Siberia]. Novosibirsk, 2000, 66 p. (in Russ.).
14. Uusitao M. *European bird cherry (Prunus padus L.) – biodiverse wild plant for horticulture*. MMT Agrifood Research Reports 61. Finland, 2004.
15. Lozin M.S. *Uchonyye zapiski Chelyabinskogo otdeleniya Russkogo botanicheskogo obshchestva*, 2017, pp. 94–103. (in Russ.).
16. Yerevin G.V., Chepinoga I.S., Simagin V.S., Lokteva A.V. *Subtropicheskoye i dekorativnoye sadovodstvo. Nauchnyye trudy*. 2016, vol. 56, pp. 35–39. (in Russ.).

* Corresponding author.

17. Lokteva A.V., Kukushkina T.A. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2023, no. 2, pp. 205–213. <https://doi.org/10.14258/jcprm.20230211354>. (in Russ.).
18. Simagin V.S., Lokteva A.V. *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i selektsii*, 2021, vol. 182(1), pp. 123–130. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2021-1-123-130>. (in Russ.).
19. Skorokhod T.V., Rodina S.F., Simagin V.S. *Rastitel'nyye resursy*, 1993, vol. 29, no. 4, pp. 49–55. (in Russ.).
20. Rush V.A., Lizunova V.V. *Produktivnost' dikorastushchikh yagodnikov i ikh khozyaystvennoye ispol'zovaniye: materialy k Vsesoyuznomu nauchno-proizvodstvennomu soveshchaniyu*. [Productivity of wild berries and their economic use: materials for the All-Union scientific and production conference]. Kirov, 1972, pp. 42–44. (in Russ.).
21. Yermakov A.I., Arasimovich V.V., Yarosh N.P. i dr. *Metody biokhimicheskogo issledovaniya rasteniy*. [Methods of biochemical study of plants]. Leningrad, 1987, 430 p. (in Russ.).
22. *GOST ISO 750-2013. Produkty pererabotki fruktov i ovoshchey, Opredeleniye titruyemoy kislotnosti*. [GOST ISO 750-2013. Processed fruit and vegetable products, Determination of titratable acidity]. Moscow, 2018. (in Russ.).
23. Murav'yeva D.A., Bubenchikova V.N., Belikov V.V. *Farmatsiya*, 1987, no. 5, pp. 28–29. (in Russ.).
24. Kriventsov V.I. *Trudy Nikitskogo botanicheskogo sada*, 1989, vol. 109, pp. 128–137. (in Russ.).
25. *Gosudarstvennaya farmakopeya Rossiyskoy Federatsii. Izdaniye XIV*. [State Pharmacopoeia of the Russian Federation. Edition XIV]. Moscow, 2018, vol. 2, pp. 2365–2369. (in Russ.).

Received March 27, 2024

Revised May 6, 2024

Accepted October 9, 2024

Сведения об авторах

Локтева Анна Владимировна – кандидат биологических наук, научный сотрудник, lokteva30@mail.ru

Храмова Елена Петровна – доктор биологических наук, заведующая лабораторией фотохимии растений, elenakhramova2023@yandex.ru

Шалдаева Татьяна Михайловна – кандидат биологических наук, научный сотрудник, tshaldaeva@yandex.ru

Асбаганов Сергей Валентинович – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, cryonus@mail.ru

Information about authors

Lokteva Anna Vladimirovna – Candidate of Science in Biology, Researcher, lokteva30@mail.ru

Khramova Elena Petrovna – Doctor of Biological Sciences, Head of the Laboratory of Plant Photochemistry, elenakhramova2023@yandex.ru

Shaldaeva Tatyana Mikhailovna – Candidate of Science in Biology, Researcher, tshaldaeva@yandex.ru

Asbaganov Sergey Valentinovich – Candidate of Biological Sciences senior researcher, head of laboratory, cryonus@mail.ru