

тердің жаңа штамдарын қолданатын технологияларды жасау» мақсатты бағдарламасы, «Сарысудан жасалған эконом-класс сүт өнімдерінің ресурс үнемдейтін технологиясын әзірлеу (сарысу ірімшігі, сергітетін және сергітетін сусындар)» жобаның ішкі жобасы аясында жүзеге асырылды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. G.N. Zhakupova, A.T. Sagandyk/ Development of technology of yoghurt by using acid whey // Series chemistry and technology. 4. 2020. – P. 51-57.
2. Залашко, М.В. Биотехнология переработки молочной; сыворотки / М.В. Залашко - М.: Агропромиздат, 1990. — 192 с.
3. Дыкало, Н.Я. Ещё раз о молочной сыворотке / Н.Я. Дыкало // Современные направления переработки сыворотки: сб. материалов 118: международного научно-практ. семинара. — М.: НОУ «Образовательный научно-технический центр молочной промышленности», 2006; - С. 15-17.
4. Диланян, З.Х. Сыроделие / З.Х. Диланян

- М.: Пищевая промышленность, 1973. — 398 с.
5. Крусъ Г.М, Чекулаев Л.В./ Технология молочных продуктов издание, перераб. и допол. - М.: Агропромиздательство 2007.- 312 с.

REFERENCES

1. G.N. Zhakupova, A.T. Sagandyk/ Development of technology of yoghurt by using acid whey // Series chemistry and technology. 4. 2020. – P. 51-57.
2. Залашко, М.В. Биотехнология переработки молочной; сыворотки / М.В. Залашко - М.: Агропромиздат, 1990. — 192 с.
3. Дыкало, Н.Я. Ещё раз о молочной сыворотке / Н.Я. Дыкало // Современные направления переработки сыворотки: сб. материалов 118: международного научно-практ. семинара. — М.: НОУ «Образовательный научно-технический центр молочной промышленности», 2006; - С. 15-17.
4. Диланян, З.Х. Сыроделие / З.Х. Диланян - М.: Пищевая промышленность, 1973. — 398 с.
5. Крусъ Г.М, Чекулаев Л.В./ Технология молочных продуктов издание, перераб. и допол. - М.: Агропромиздательство 2007.- 312 с.

УДК 664.8/.9
МРНТИ 65.09.03

<https://doi.org/10.48184/2304-568X-2022-3-45-51>

ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ЯГОД

¹Г.Х. ОСПАНКУЛОВА*, ²С.Г. КАМАНОВА, ¹Л.А. МУРАТ, ²Д.Б. ТОЙМБАЕВА,
¹И.Ж. ТЕМИРОВА, ¹Е.Е. ЕРМЕКОВ, ³М. МҰРАТХАН, ¹А.Б. АЛЬДИЕВА

(¹НАО «Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина», Казахстан, 010011
г. Нур-Султан, пр. Женис 62

²Northwest A&F University, Yangling, Xianyang, Shaanxi Province, P.R. China

³Семипалатинский государственный университет имени Шакарима, Казахстан,
г. Семей, ул. Глинки, 20А)

Электронная почта автора корреспондента: bulashevag@mail.ru*

Ягоды играют важную роль в антиоксидантной защите, профилактике и лечении заболеваний организма человека, поэтому многие виды ягод широко используются как в пищевой, так и в других отраслях промышленности. Целью настоящей статьи является изучение химического состава ягод различных видов, произрастающих на территории Казахстана. В статье представлены результаты органолептической оценки ягод, в сравнительном аспекте изучен минеральный и углеводный состав, а также определена антиоксидантная активность ягод различных видов. В исследованиях применялись общепринятые органолептические, химические и аналитические методы. Результаты выполненных экспериментов будут использованы при разработке требований к сырью для переработки, а именно ягод казахстанского производства при сублимационной сушке.

Ключевые слова: ягоды, органолептический анализ, химический состав, углеводы, антиоксидантная активность, макро- и микроэлементы.

ЖИДЕК ТҮРЛЕРІНІҢ ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ

¹Г.Х. ОСПАНКУЛОВА*, ²С.Г. КАМАНОВА, ¹Л.А. МУРАТ, ²Д.Б. ТОЙМБАЕВА,
¹И.Ж. ТЕМИРОВА, ¹Е.Е. ЕРМЕКОВ, ³М. МҰРАТХАН, ¹А.Б. АЛЬДИЕВА

¹(С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Қазақстан Республикасы,
010011, Нұр-Сұлтан қаласы Жеңіс даңғылы, 62

²Northwest A&F University, Yangling, Xianyang, Shaanxi Province, P.R. China

³Шәкәрім атындағы Семей мемлекеттік университеті, Қазақстан, Семей, Глинка көш., 20а)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: bulashevag@mail.ru*

Жидектер антиоксидантты қорғауда, адам ағзасының ауруларының алдын-алу және емдеуде маңызды рөл атқарады, сондықтан жидектердің көптеген түрлері тамақ өнеркәсібінде де, басқа салаларда да кеңінен қолданылады. Ұсынылған мақаланың басты мақсаты Қазақстан аумағында өсетін түрлі жидектердің химиялық құрамын зерттеу болып табылады. Мақалада жидектерді органолептикалық бағалау нәтижелері ұсынылған, минералды және көмірсулардың құрамы салыстырмалы түрде зерттелген, сонымен қатар әр түрлі жидектердің антиоксиданттық белсенділігі анықталған. Зерттеулерде жалпы қабылданған органолептикалық, химиялық және аналитикалық әдістер қолданылды. Орындалған эксперименттердің нәтижелері қайта өңдеу үшін шикізатқа, атап айтқанда сублимациялық кептіру кезінде Қазақстандық өндірілген жидектерге қойылатын талаптарды әзірлеу кезінде пайдаланылатын болады.

Негізгі сөздер: жидектер, органолептикалық талдау, химиялық құрамы, көмірсулар, антиоксиданттық белсенділігі, макро-және микроэлементтер.

STUDY OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF VARIOUS TYPES OF BERRIES

¹G. OSPANKULOVA, ²S.KAMANOVA, ¹L.A. MURAT, ²D.TOIMBAYEVA, ¹I.ZH. TEMIROVA,
¹Y.Y. YERMEKOV, ³M. MURATKHAN, ¹A.B. ALDIEVA

¹(S. Seifullin Kazakh Agro Technical University, Republic of Kazakhstan 010011,
Nur-Sultan, Zhenis avenue, 62

²Northwest A&F University, Yangling, Xianyang, Shaanxi Province, P.R. China

³Shakarim State University of Semey, Semey, 20a Glinka str.)

Corresponding author e-mail: bulashevag@mail.ru*

Berries play an important role in antioxidant protection, prevention and treatment of diseases of the human body, so many types of berries are widely used both in food and other industries. The purpose of this article is to study the chemical composition of berries of various species growing on the territory of Kazakhstan. The article presents the results of the organoleptic evaluation of berries, in a comparative aspect, the mineral and carbohydrate composition is studied, and the antioxidant activity of various types of berries is determined. The studies used generally accepted organoleptic, chemical and analytical methods. The results of the experiments performed will be used in the development of requirements for raw materials for processing, namely, berries of Kazakhstan production during freeze-drying.

Keywords: berries, organoleptic analysis, chemical composition, carbohydrates, antioxidant activity, macro- and microelements.

Введение

Ягоды представляют собой кладёз полезных веществ, они обладают ароматным запахом и восхитительным вкусом, высокой пищевой и лечебной ценностью. В них не только содержатся питательные вещества, такие как углеводы, белки, органические кислоты, витамины и минералы, но также присутствуют физиологически активные вещества, такие как полифенолы, антоцианы и флавоноиды. Ягоды

играют важную роль в антиоксидантной защите, профилактике и лечении заболеваний и способствуют укреплению здоровья организма [1 - 4], поэтому они широко используются потребителями. С повышением уровня жизни спрос на качественные и полезные ягоды быстро растёт, а ягодные продукты постепенно показывают большой рыночный потенциал.

В ягодах содержание витаминов намного выше, чем в обычных фруктах. Исследование

показало, что содержание витамина С в клубнике составляло 50–160 мг на 100 г свежих фруктов, что в 3–5 раз выше, чем в томате [5, 6]. Содержание витамина С в плодах облепихи было 580 ~ 800 мг на 100 г-1, что в 20 раз больше, чем у боярышника [7]. Такие ягоды, как малина и черника богаты сахаром, микроэлементами, белком и клетчаткой. Кроме того, они также содержат витамин Е, дубильную кислоту, селен, флавоноиды, которые редко встречаются в других фруктах [8, 9]. Содержание витамина Е и витамина С в малине может достигать 7 ~ 16 мг на 100 г и 22,1 мг на 100 г свежих фруктов.

Черная смородина содержит большое количество витаминов и минеральных элементов, среди которых содержание витамина С является самым высоким, около 140 мг на 100 г свежих фруктов, это выше, чем у других фруктовых деревьев, таких, как например яблоня [10, 11]. Это хорошее сырье для переработки при производстве фруктового сока, фруктового вина, джема и консервированных фруктов [12, 13].

Содержание макро и микроэлементов в землянике садовой составляет (мг/100г): калия – 145-250; фосфора – 10-28; кальция – 20-60; магния – 15-30; натрия – 2; железа – 0,7-5,0; алюминия – 3-7. Содержатся также сера, марганец, цинк, бор, никель, кремний, ванадий, йод. Общее количество золы составляет 0,21 % - 0,82 %. Отмечено, что солей калия в ягодах земляники в 8-9 раза больше, чем солей натрия, в связи с чем она обладает мочегонными свойствами. Известное кроветворное (гематогенное) действие земляники связано с наличием витаминов С, В9 и железа [14].

Содержание микроэлементов в облепихе (в мг / кг): железо – 4 ,3; цинк – 6 ,99; медь – 2,3; марганец – 3,65; никель – 0,53; фосфор – 0,36; кальций – 0,17; натрий – 0 ,46; калий – 1 9,78; магний – 0 ,9 [15].

В последние годы ягоды привлекают все большее внимание не только из-за их привлекательного цвета и вкуса, но и из-за их богатого биологически активного компонента.

Материалы и методы исследований

Объектами исследования были следующие виды ягод: клубника, малина, смородина, облепиха, голубика. Все пробы ягод отбирались в период активной вегетации и плодоношения исследуемых видов в августе и сентябре месяце в Алматинской области (Казахстан).

Исследования проведены в соответствии со следующими нормативно-методическими документами:

- ГОСТ ISO 13299-2015 Органолептический анализ. Методология. Общее руководство по составлению органолептического профиля. Organoleptic analysis. Methodology. General guidance for establishing an organoleptic profile.

Антиоксидантную активность определяли согласно методике к прибору «ЦветЯуза-01-АА». В качестве стандарта для построения градуированного графика используется кверцетин с массовой концентрацией 1 г/дм³. Для приготовления экстракта ягоды гомогенизируют, точную навеску гомогенизированной пробы (около 0, 2 г) помещают в коническую колбу вместимостью 50 мл, добавляют 35 мл этилового спирта с массовой долей 70% и встряхивают в течение одного часа на перемешивающем устройстве. Фильтрат пробы аналитической чистоты вводят в прибор для анализа. Согласно градуировочного графика проводят расчеты.

Макро- и микроэлементы определяли согласно ГОСТам 33824-2016, 51429-99, 9526-2017, 30178-96, 31160-2012, 31707-2012 на атомно-абсорбционном спектрометре «КВАНТ-ЗЭТА». Для проведения исследований навеска массой 10-15 г обугливалась в муфельной печи при температуре 600 °С, до образования золы и соблюдения постоянной массы тигля. К золе приливали 1 мл азотной кислоты, диспергировали и доводили объем до 50 мл дистиллированной водой. Фильтруем и переносим фильтрат в эпендорф пробирку. Помещаем пробирки на кассету оборудования «КВАНТ-ЗЭТА». Результат каждого измерения содержания каждого определяемого элемента в анализируемой пробе вычисляют при помощи программного обеспечения прибора по формулам, приведенным в используемых ГОСТах, ошибка на элемент не должна превышать 10%.

Углеводы определяли согласно ГОСТ 53152-2008 на высокоэффективном жидкостном хроматографе (ВЖХ) «AGILENT-1200» с диодно-матричным и флуоресцентным детекторами. Метод основан на растворении испытуемой пробы в воде, хроматографическом (ВЭЖХ) разделении сахаров, их регистрации с помощью рефрактометрического детектора и количественном определении по методу внешних стандартов. В стакан вместимостью 50 см³ взвешивают навеску массой (5,0000 ± 0,0001 г). К навеске приливают 10—20 см³ дистиллированной воды, пробу тщательно растирают

стеклянной палочкой и переносят жидкость в мерную колбу вместимостью 100 см³. Обработку пробы повторяют два-три раза до полного растворения, затем стакан несколько раз обмывают небольшими порциями дистиллированной воды, которые также сливают в мерную колбу, при этом объем жидкости не дол-

жен превышать 2/3 объема колбы. Добавляют 25 см³ метанола. Объем раствора в колбе доводят до метки дистиллированной водой, перемешивают. Полученный раствор фильтруют через нейлоновый фильтр.

Массовую долю сахара X, %, рассчитывают по формуле:

$$X=100A_1 \times V_1 \times m_2 \times A_2^{-1} \times V_2^{-1} \times m_1^{-1} \text{ (Формула 1)}$$

Где: A₁ — площадь или высота пика соответствующего сахара в растворе пробы, в м² или м;

V₁ — общий объема раствора пробы, см³;

m₂ — масса сахара, содержащаяся в общем объеме стандартного раствора V₂, г;

A₂ — площадь или высота пика соответствующего сахара в стандартном растворе, в м² или м;

V₂ — общий объем стандартного раствора, см³;

m₁ — проба, г.

Вычисление проводят до второго десятичного знака.

Оценка результатов экспериментов осуществлена общепринятыми методами математической статистики.

Результаты и их обсуждение

Химический состав ягодных культур изменяется в зависимости от видовых и сортовых особенностей, метеорологических условий

вегетационного периода, географического места произрастания, агротехнических условий выращивания, степени зрелости, условий хранения и т. д. [16].

В экспериментальных условиях изучены основные биологические параметры ягодной продукции, где результаты исследований сведены в таблицы 1- 3.

Определение органолептических характеристик ягодной продукции – очень важный процесс в технологических разработках ввиду того, что он позволяет исключить появление специфического запаха или вкуса при переработке ягод. По своим органолептическим свойствам, в целом, все изученные образцы ягод с душистым приятным запахом, целые и без механических повреждений, имеют натуральный насыщенный цвет. Все изученные ягоды по органолептическим показателям характеризуются как высококачественное сырье, соответствующее видовым показателям (табл.1).

Таблица 1 – Органолептические показатели ягод, n=100

Наименование ягод	Внешний-вид	Размеры крупных ягод, см	Средняя масса 1 ягоды, г	Цвет	Запах	Форма
Голубика	целые	1,5±0,3	1,4±0,1	темно-фиолетовый с налетом	без запаха	округлые, приплюснутые
Клубника	целые	2,7±0,7	2,5±0,3	ярко-красный	душистый	округлые, овальные
Малина	целые	2,1±0,4	2,2±0,1	ярко-красный	душистый	овальные, с микроворсинками
Смородина	целые	1,3±0,2	1,3±0,4	черный, темно-красный	душистый	округлые, гладкие
Облепиха	целые	1,0±0,5	0,9±0,3	ярко-оранжевый	душистый	круглые, гладкие

Биохимический, минеральный состав ягод как сырья для технологических разработок определяется различными показателями, которые всесторонне характеризуют их свойства, потребительскую ценность, назначение. Мониторинг накопления минеральных веществ в ягодах является неперенным услови-

ем в силу того, что сублимированные продукты – это новые продукты, которые должны сохранить свои первоначальные свойства после всех этапов технологической переработки (табл.2). В литературе имеется достаточно информации о роли макро- и микроэлементов в организме, в которых описаны механизм и хи-

мизм их действия. При дефиците определенных элементов в организме могут возникать проблемы, связанные с пищеварением, заболеваниями кожи, состоянием костей, развитием деменции [17, 18]. Поэтому, очень важным

является максимальное сохранение минеральных элементов в переработанной продукции. В таблице 2 приведены данные по исследованиям минерального состава свежих ягод.

Таблица 2 - Минеральный состав ягод

Минералы	Клубника	Малина	Смородина	Облепиха	Голубика
Zn мг/кг	0,402±0,027	2,193±0,146	0,22±0,018	0,002±0,0001	0,10±0,016
Mg мг/100г	12,46±0,021	11,58±0,82	17,57±0,26	35,89±0,36	7,225±0,521
Fe мг/кг	2,28±0,11	2,21±0,18	1,375±0,001	1,05±0,012	0,46±0,018
Cu мг/кг	0,229±0,01	0,203±0,01	0,182±0,052	0,215±1,0	0,19±0,019
Ca мг/100г	1,99 ±0,18	24,98±0,47	25,00±0,33	22,86±0,85	16,06±0,11
Se мг/100г	0,001±0,002	-	0,275±0,016	1,08±0,012	0,1±0,05
I мг/100г	-	-	-	0,76±0,01	-
Si мг/100г	-	-	-	2,4±0,14	-

Анализ минерального состава изученных ягод показал, что наибольшее количество магния содержится в облепихе и составляет 35,89 мг/100г. Наибольшее содержание цинка в малине – 2,193 мг/кг, наименьшее содержание кальция обнаружено в клубнике и составляет 1,99 мг/100г. Содержание йода и кремния было обнаружено только в облепихе. В малине не были обнаружены такие элементы как селен, йод и кремний. В смородине, клубнике и голубике отсутствуют йод и кремний. Наиболее полным составом по содержанию макро- и микроэлементов обладает облепиха, об этом свидетельствуют данные, приведенные в таблице 2. Из выше сказанного установлено, что облепиха является наиболее богатой ягодой по своему минеральному составу.

Ягоды являются природным источником антиоксидантов - полифенолов. Больше всего в

них содержится антоцианидинов (цианидин, делфинидин, мальвединин, пентунин) и флавонола (кверцетин). Отметим, что кверцетин в разных количествах входит в состав практически всех ягод – это самый распространенный флавонол [19, 20]. Основные усвояемые углеводы ягод - глюкоза, фруктоза, сахароза, называемые сахарами из-за присущего им сладкого вкуса. Преобладают в ягодах глюкоза и фруктоза. В таблице 3 приведено суммарное содержание антиоксидантов в ягодах различных сортов, а также их углеводный состав. Полученные результаты (табл. 3) свидетельствуют о том, что наибольшей антиоксидантной активностью обладают ягоды облепихи – 3,4 мг/г, затем следует малина – 3,284 мг/г, наименьшая антиоксидантная активность у клубники - 2,402 мг/г.

Таблица 3 – Показатели антиоксидантной активности (мг/г) и углеводов (%) в ягодах

Показатели	Клубника	Малина	Смородина	Облепиха	Голубика
Антиоксиданты	2,402±0,057	3,284±0,019	3,241±0,036	3,4±0,023	2,825±0,021
Углеводы					
Сахароза	0,43±0,021	0,28±0,11	0,55±0,23	0,15±0,02	2,67±0,15
Мальтоза	-	0,1±0,13	-	0,36±0,12	0,93±0,19
Глюкоза	0,88±0,05	2,73±0,16	0,95 ±0,19	0,93±0,13	0,62±0,05
Фруктоза	1,74±0,14	2,25±0,23	2,63±0,052	2,31±0,62	1,03±0,06

В результате проведенных исследований установлено, что суммарное количество углеводов, представленных в таблице 3, составляет: в малине – 5,36 %, голубике – 5,25 %, смородине – 4,13 % и облепихе 3,75 %. В ягодах смородины и клубники отсутствует мальтоза. Количество сахарозы у большинства ягод не

превышает 1%, за исключением голубики - 2,67 %. В составе смородины, облепихи и малины преобладает фруктоза – наиболее сладкий и диетически ценный моносахарид, который целесообразно использовать в рационах с пониженной калорийностью, а также в питании детей и диабетиков.

В заключении необходимо отметить, что в результате проведенных исследований изучены органолептические показатели, содержание минеральных веществ, углеводов, а также антиоксидантная активность ягод различных видов. Установлено, что наиболее полным минеральным составом обладает облепиха. Наибольшее количество углеводов содержится в малине, у некоторых видов отсутствует мальтоза. Данное исследование по изучению химического состава ягод было проведено с целью дальнейшей разработки требований к сырью при сублимационной сушке, а также сохранению питательной ценности ягод в процессе переработки.

Данное исследование было профинансировано Министерством сельского хозяйства Республики Казахстан [IRN: BR10765062].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Skenderidis P., Kerasioti E., Karkanta E., Stagos D., Kouretas D., Petrotos K., Hadjichristodoulou C., Tsakalof A. Assessment of the antioxidant and antimutagenic activity of extracts from goji berry of Greek cultivation. *Toxicol Rep.*-2018. 5:251–257. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2018.02.001>
2. Auzanneau N., Weber P., Kosińska-Cagnazzo A., Andlauer W. Bioactive compounds and antioxidant capacity of *Lonicera caerulea* berries: comparison of seven cultivars over three harvesting years. *J Food Compos Anal.*-2018. 66:81–89. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.12.006>
3. Fratianni A., Niro S., Alam M.D.R., Cinquanta L., Matteo M.D., Adiletta G., Panfili G. Effect of a physical pre-treatment and drying on carotenoids of goji berries (*Lycium barbarum* L.). *LWT-Food Sci Technol.*-2018. 92:318–323. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.02.048>
4. Wang C.Y., Wang S.Y., Chen C. Increasing antioxidant activity and reducing decay of blueberries by essential oils. *J Agric Food Chem.*-2008. 56(10):3587–3592. <https://doi.org/10.1021/jf7037696>
5. Hagg M., Ylikoski S., Kumpulainen J. Vitamin C content in fruits and berries consumed in Finland. *J Food Compos Anal.*-1995. 8(1): 12–20. <https://doi.org/10.1006/jfca.1995.1003>
6. Gutzeit D., Balcanu G., Winterhalter P., Jerz G. Vitamin C content in sea buckthorn berries (*Hippophaë rhamnoides* L. ssp. *rhamnoides*) and related products: a kinetic study on storage stability and the determination of processing effects. *J Food Sci.*-2010. 73(9):C615–C620. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2008.00957.x>
7. Górnaś P., Šnē E., Siger A., Segliņa D. Sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) leaves as valuable source of lipophilic antioxidants: the effect of harvest time, sex, drying and extraction methods. *Ind Crop Prod.*-2010. 60:1–7. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.05.053>
8. Lipińska L., Klewicka E., Sălka M. The structure, occurrence and biological activity of ellagitannins: a general review. *Acta Sci Pol Technol Aliment.*-2014. 13(3):289–299.
9. Skrovankova S., Sumczynski D., Mlcek J., Jurikova T., Sochor J. Bioactive compounds and antioxidant activity in different types of berries. *Int J Mol Sci.*-2015. 16(10):24673–24706. <https://doi.org/10.3390/ijms161024673>
10. Mattila H., Hellström J., McDougall G., Dobson G., Pihlava J.M., Tiirikka T., Stewart D., Karjalainen R. Polyphenol and vitamin C contents in European commercial blackcurrant juice products. *Food Chem.*-2011. 127(3):1216–1223. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.01.129>
11. Pluta S., Zurawicz E., Pruski K. Suitability of fruits of selected blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) cultivars for fresh market. *J. Berry Res.*-2012. 2(1):23–31. <https://doi.org/10.3233/JBR-2011-025>
12. Mathew A. Grape: *Vitis vinifera* L (Vitaceae). *Natural Food Flavors and Colorants.*-2017. - 215–218 p.
13. Khan F. et al. Lowering of oxidative stress improves endothelial function in healthy subjects with habitually low intake of fruit and vegetables: a randomized controlled trial of antioxidant and polyphenol-rich blackcurrant juice // *Free Radical Biology and Medicine.* – 2014. – Т. 72. – С. 232–237. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2014.04.006>
14. Широко Т. С., Ярошевич И. В. Биохимия и качество плодов. – Наука и техника, 1991.-186 с.
15. Яшин А. Я. и др. Ягоды: химический состав, антиоксидантная активность. Влияние потребления ягод на здоровье человека // *Аналитика.* – 2019. – Т. 9. – №. 3. – С. 222–231.
16. Sadowska K., Andrzejewska J., Klóska Ł. Influence of freezing, lyophilisation and air-drying on the total monomeric anthocyanins, vitamin C and antioxidant capacity of selected berries // *International Journal of Food Science & Technology.* – 2017. – Т. 52. – №. 5. – С. 1246–1251. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13391>
17. Причко Т. Г., Яковенко В. В., Германова М. Г. Биохимические показатели качества ягод смородины с учетом сортовых особенностей // *Плодоводство и виноградарство юга России.* – 2017. – Т. 45. – С. 1–9.
18. Скальная М. Г., Нотова С. В. Макро-и микроэлементы в питании современного человека: эколого-физиологические и социальные аспекты. – Росмэм.- 2004.-44 с.
19. He C. et al. Integrated analysis of multiomic data reveals the role of the antioxidant network in the quality of sea buckthorn berry // *The FASEB Journal.* – 2017. – Т. 31. – №. 5. – С. 1929–1938. <https://doi.org/10.1096/fj.201600974R>

20. Negi P. S. et al. Antioxidant and antibacterial activities of various seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) seed extracts //Food Chemistry. – 2005. – T. 92. – №. 1. – C. 119-124. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.07.009>

REFERENCES

1. Skenderidis P., Kerasioti E., Karkanta E., Stagos D., Kouretas D., Petrotos K., Hadjichristodoulou C., Tsakalof A. Assessment of the antioxidant and antimutagenic activity of extracts from goji berry of Greek cultivation. Toxicol Rep.-2018. 5:251–257. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2018.02.001>

2. Auzanneau N., Weber P., Kosińska-Cagnazzo A., Andlauer W. Bioactive compounds and antioxidant capacity of *Lonicera caerulea* berries: comparison of seven cultivars over three harvesting years. J Food Compos Anal.-2018. 66:81–89. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.12.006>

3. Fratianni A., Niro S., Alam M.D.R., Cinquanta L., Matteo M.D., Adiletta G., Panfili G. Effect of a physical pre-treatment and drying on carotenoids of goji berries (*Lycium barbarum* L.). LWT-Food Sci Technol.-2018. 92:318–323. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.02.048>

4. Wang C.Y., Wang S.Y., Chen C. Increasing antioxidant activity and reducing decay of blueberries by essential oils. J Agric Food Chem.-2008. 56(10):3587–3592. <https://doi.org/10.1021/jf7037696>

5. Hagg M., Ylikoski S., Kumpulainen J. Vitamin C content in fruits and berries consumed in Finland. J Food Compos Anal.-1995. 8(1): 12–20. <https://doi.org/10.1006/jfca.1995.1003>

6. Gutzeit D., Baleanu G., Winterhalter P., Jerz G. Vitamin C content in sea buckthorn berries (*Hippophae rhamnoides* L. ssp. *rhamnoides*) and related products: a kinetic study on storage stability and the determination of processing effects. J Food Sci.-2010. 73(9):C615–C620. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2008.00957.x>

7. Górnaś P., Šnĕ E., Siger A., Segliņa D. Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) leaves as valuable source of lipophilic antioxidants: the effect of harvest time, sex, drying and extraction methods. Ind Crop Prod.-2010. 60:1–7. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.05.053>

8. Lipińska L., Klewicka E., Săjka M. The structure, occurrence and biological activity of ellagitannins: a general review. Acta Sci Pol Technol Aliment.-2014. 13(3):289–299.

9. Skrovankova S., Sumczynski D., Mlcek J., Jurikova T., Sochor J. Bioactive compounds and antioxidant activity in different types of berries. Int J

Mol Sci.-2015. 16(10):24673–24706. <https://doi.org/10.3390/ijms161024673>

10. Mattila H., Hellström J., McDougall G., Dobson G., Pihlava J.M., Tiirikka T., Stewart D., Karjalainen R. Polyphenol and vitamin C contents in European commercial blackcurrant juice products. Food Chem.-2011. 127(3):1216–1223. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.01.129>

11. Pluta S., Zurawicz E., Pruski K. Suitability of fruits of selected blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) cultivars for fresh market. J. Berry Res.-2012. 2(1):23–31. <https://doi.org/10.3233/JBR-2011-025>

12. Mathew A. Grape: *Vitis vinifera* L (Vitaceae). Natural Food Flavors and Colorants.-2017. 215–218.

13. Khan F. et al. Lowering of oxidative stress improves endothelial function in healthy subjects with habitually low intake of fruit and vegetables: a randomized controlled trial of antioxidant and polyphenol-rich blackcurrant juice //Free Radical Biology and Medicine. – 2014. – T. 72. – C. 232–237. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2014.04.006>

14. Shirko T.S., Yaroshevich I.V. Biochemistry and fruit quality. - Science and technology, 1991.

15. Yashin A. Ya. et al. Berries: chemical composition, antioxidant activity. Influence of consumption of berries on human health //Analytics. - 2019. - T. 9. - No. 3. - S. 222–231.

16. Sadowska K., Andrzejewska J., Klóska Ł. Influence of freezing, lyophilisation and air-drying on the total monomeric anthocyanins, vitamin C and antioxidant capacity of selected berries //International Journal of Food Science & Technology. – 2017. – T. 52. – №. 5. – C. 1246–1251. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13391>

17. Prichko T. G., Yakovenko V. V., Germanova M. G. Biochemical indicators of the quality of currant berries, taking into account varietal characteristics // Fruit growing and viticulture of the south of Russia. - 2017. - T. 45. - S. 1–9.

18. Skalnaya M. G., Notova S. V. Macro- and microelements in the nutrition of modern man: ecological, physiological and social aspects. – Rosmem, 2004.

19. He C. et al. Integrated analysis of multiomic data reveals the role of the antioxidant network in the quality of sea buckthorn berry //The FASEB Journal. – 2017. – T. 31. – №. 5. – C. 1929–1938. <https://doi.org/10.1096/fj.201600974R>

20. Negi P. S. et al. Antioxidant and antibacterial activities of various seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) seed extracts //Food Chemistry. – 2005. – T. 92. – №. 1. – C. 119–124. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.07.009>