



## СУБЛИМИРОВАННЫЕ ПЛОДЫ ARONIA MELANOCARPA И SORBUS AUCUPARIA КАК ИСТОЧНИКИ НАТУРАЛЬНЫХ ГИПОТЕНЗИВНЫХ И КАРДИОПРОТЕКТОРНЫХ КОМПОНЕНТОВ

К. Е. Евтерева, студентка

e-mail: maariika.f@gmail.com

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный  
технический университет»

С. В. Агафонова, канд. техн. наук, доц. кафедры  
пищевой биотехнологии

e-mail: svetlana.agafonova@klgtu.ru

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный  
технический университет»

Рассмотрен механизм гипотензивного действия природных ингибиторов ангиотензинпревращающего фермента флавоноидной природы. На основе литературных источников исследовано фармакологическое действие биофлавоноидов, каротиноидов, витаминов плодов рябины черноплодной (*Aronia melanocarpa* L.) и рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia* L.) на сердечно-сосудистую систему человека, рассмотрен их кардиопротекторный эффект. Описан процесс получения сублимированных порошков из плодов рябины черноплодной и рябины обыкновенной, представлены их органолептические характеристики. Экспериментально определен общий химический состав плодовых порошков, исследовано содержание в них дубильных веществ, витамина С,  $\beta$ -каротина, органических кислот. Порошок, полученный лиофильным высушиванием плодов черноплодной рябины, содержит аскорбиновой кислоты 242 мг%, дубильных веществ – 389,1 и  $\beta$ -каротина – 0,6 мг%. Сублимированный порошок из плодов рябины обыкновенной содержит аскорбиновой кислоты 13,2 мг%, дубильных веществ – 58,2,  $\beta$ -каротина – 1,4 мг%.

**Ключевые слова:** артериальная гипертензия, кардиопротекторы, биофлавоноиды, каротиноиды, рябина черноплодная, рябина обыкновенная, сублимированные плоды

### ВВЕДЕНИЕ

В России, и в частности в Калининградской области, на сегодняшний день особенно остро стоит проблема лечения и профилактики болезней системы кровообращения. Ежегодно по данным Федеральной службы государственной статистики от заболеваний сердечно-сосудистой системы умирает более 40 % населения [1]. Одной из самых распространенных болезней системы кровообращения является артериальная гипертензия, или гипертония – повышение артериального давления. Эссенциальная гипертензия особенно опасна тем, что может протекать бессимптомно, увеличивая при этом риск инсульта, инфаркта, а также развития сердечной или почечной недостаточности [2].

Актуальными лекарственными препаратами при лечении артериальной гипертензии являются ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента (АПФ). АПФ относится к ренин-ангиотензин-альдостероновой системе (РААС), которая с помощью гормонов прямым образом регулирует артериальное давление и объем крови в организме человека [3]. В этой системе АПФ превращает ангиотензин I в ангиотензин II (активную форму гормона, повышающего артериальное давление) путем отщепления двух последних аминокислот с С-конца [4].

Сам фермент (соматическая форма) представляет собой металлопротеиназу, содержащую в своей структуре катионы цинка, и состоит из двух доменов: С- и N-доменов [5]. У

каждого из доменов существует свой активный центр, в связи с чем АПФ может действовать дуалистично: либо как два независимых фермента, либо их активные центры функционируют взаимозависимо [6]. Для подавления гипертензии необходимо воздействовать на активный центр С-домена фермента. Ингибция активного центра N-домена не вызывает понижения артериального давления. Это делает возможным предположить, что С-домен АПФ является доминирующим в контроле артериального давления [7]. В центральной части С-домена находится туннель, разделяющий фермент на два субдомена. В туннеле, который сформирован одним  $\beta$ -листом и несколькими  $\alpha$ -спиралями, находится активный центр С-домена (рис. 1) [8].

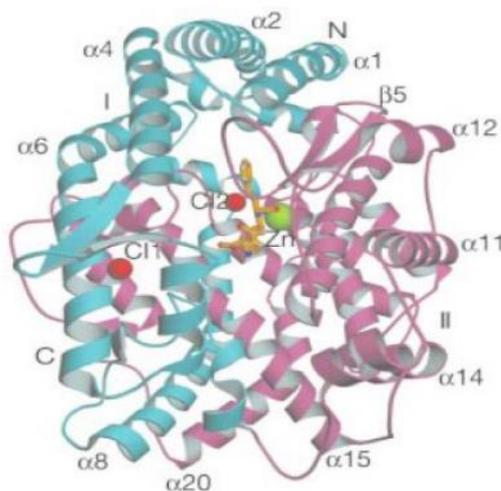


Рисунок 1 – Структура С-домена АПФ [9]

Синтетические лекарственные препараты чаще всего содержат одно действующее вещество, относящееся к определенному классу ингибиторов (дикарбоксилат-содержащие, фосфанат-содержащие или содержащие сульфгидрильные группы). Однако у данных препаратов, несмотря на их простоту в фармакологическом плане, существует целый ряд недостатков: очень резкое воздействие на сердечно-сосудистую систему и такие побочные эффекты, как гипотония, гиперкалиемия, гипербилирубинемия, острая почечная недостаточность, отеки и токсическо-аллергические реакции [10]. По этим причинам особенно перспективно использование биологических ингибиторов АПФ, которые более мягко воздействуют на артериальное давление и не имеют вышеперечисленных побочных эффектов.

По последним исследованиям, некоторые флавоноиды и полифенольные структуры могут обладать способностью ингибции ангиотензинпревращающего фермента [5]. Флавоноиды воздействуют на АПФ как хелатирующие агенты, удаляя из структуры фермента ионы цинка, тем самым деактивируя фермент [11]. Таким образом, эффективность ингибирования фермента напрямую зависит от структуры самого флавоноида, а именно: наличия двойной связи между  $C_2$  и  $C_3$ -атомами в С-кольце и наличия гидроксильных радикалов в  $C_3$  и  $C_4$ -атомах в В-кольце; наличия кето-группы у  $C_4$ -атома в С-кольце [12, 13]. Наличие двойной связи в С-кольце между  $C_2$  и  $C_3$ -атомами в флавоноидах является необходимым условием для проявления ингибирующих свойств. Это обусловлено тем, что именно так поддерживается необходимое структурное сопряжение, и структура соединения становится практически плоской. Плоская структура флавоноидов является одним из важнейших факторов для ингибирования металлопротеиназ. При насыщенной связи у «скелета» флавоноида образуется тупой угол, который становится переменным в зависимости от остальных составляющих молекулы [14].

В результате экспериментов было подтверждено, что наличие гидроксильных радикалов в  $C_3$  и  $C_4$ -атомах в В-кольце (катехиновая группа) является главным условием для высокой эффективности ингибирования. По одной из возможных версий, именно эти гидроксилы

взаимодействуют с атомом цинка, находящимся в активном центре С-домена АПФ, отщепляя его за счет противоположности зарядов [15]. Отсутствие кето-группы у С<sub>4</sub>-атома в С-кольце сопровождается исчезновением двойной связи между С<sub>2</sub> и С<sub>3</sub>-атомами, что приводит также к изменению пространственной структуры и образованию тупого угла в «скелете» соединения [12].

Исследования, проведенные на ангиотензинпревращающем ферменте *in vitro* с использованием очищенных растворов флавоноидов в концентрациях 100 мкмоль/л, показали, что наиболее эффективно ингибируют АПФ следующие флавоноиды: лютеолин (57,3% ингибирования), кемпферол (37,7%), рутин (36,8%), роифолин (33,5%), кверцетин (32,0%) [5]. Предполагаемый механизм взаимодействия лютеолина с активным центром АПФ представлен на рис. 2. Остатки в месте связывания АПФ окрашиваются в соответствии с субсайтом, к которому они принадлежат (т. е. остатки из субсайтов S2', S2'/S1', S1', S1 и S1/S2 окрашиваются в красный, голубой, пурпурный, зеленый, коричневый, белый цвета соответственно). Другие важные остатки, которые не были классифицированы ни в одном кармане, окрашены в белый цвет. Атомы углерода для лигандов показаны желтым цветом. Пунктирные линии используются для обозначения межмолекулярных водородных связей (красный цвет) или взаимодействия групп с противоположным зарядом (синий цвет). Катион цинка обозначен серой сферой.

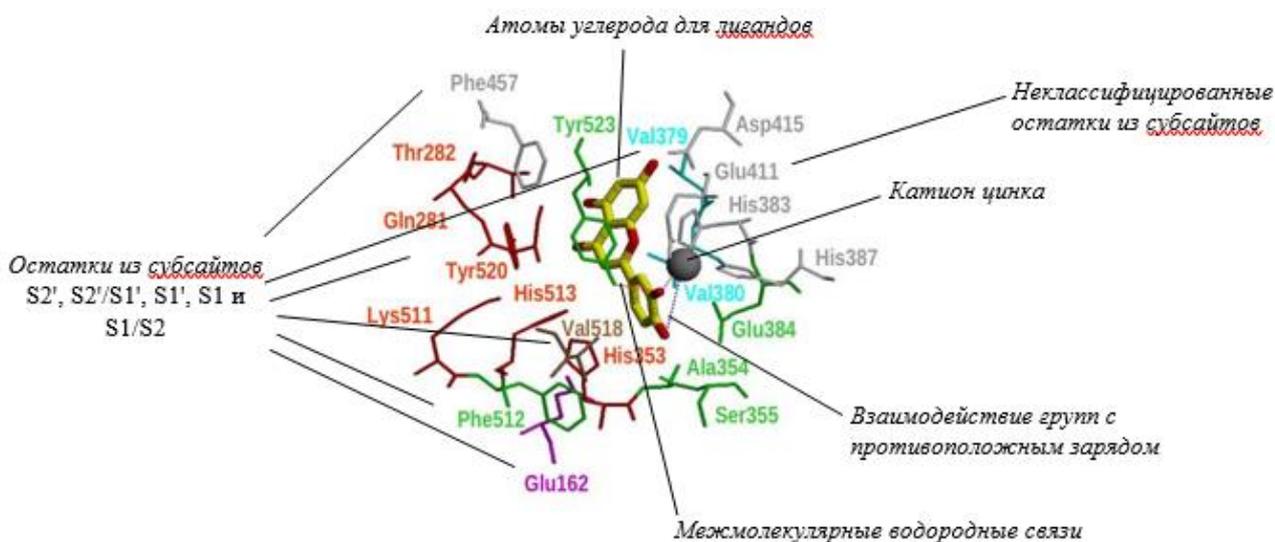


Рисунок 2 – Возможная схема взаимодействия лютеолина с активным центром АПФ [5]

Большое количество флавоноидов содержится в плодах черноплодной рябины, или *Aronia melanocarpa*. Их содержание достигает 1457,2 мг/100 г сырья, что составляет 582,88% от суточной нормы [16, 17]. Также в состав флавоноидов аронии черноплодной входят лютеолин, кверцетин и рутин, которые являются одними из самых эффективных ингибиторов [18, 19]. Медицинские испытания, проведенные *in vivo* на группах людей, страдающих метаболическим синдромом, показали следующие результаты: в течение двух месяцев употребления концентрата аронии черноплодной снизило средние значения артериального давления, а также благотворно сказалось на концентрации липидов и глюкозы в крови испытуемых [20].

Исследования были проведены на трех группах. Основная (I группа) состояла из 25 человек с метаболическим синдромом, которые ранее не проходили лечение. Две контрольные группы - из двадцати здоровых людей, добровольно участвующих в исследованиях (II группа), и 25 пациентов с метаболическим синдромом, получающих гипотензивную и гиполипидемическую терапию (III группа). Во всех группах рацион питания не был изменен, за исключением запрета на употребление продуктов, которые содержат аронию черноплодную. Основная группа пациентов получала в качестве терапии капсулы со 100 мг экстракта аро-

нии черноплодной три раза в день. В результате двухмесячного употребления экстракта рябины была замечена положительная динамика в снижении артериального давления у основной группы. Кроме того, произошло также уменьшение концентрации липидов в крови пациентов I группы [20].

Арония черноплодная, помимо большого количества биофлавоноидов, содержит также каротиноиды [16, 21], пектиновые вещества [22], аскорбиновую кислоту (витамин С) [21], органические кислоты [23], макро- и микроэлементы [21].

Имеются данные о влиянии каротиноидов на сердечно-сосудистую систему человека. Вместе с пищей человек потребляет примерно 50 различных соединений, относящихся к каротиноидам [24, 25], при этом большую часть рациона человека составляют всего 12 соединений [25, 26]. К ним относятся ликопин, лютеин,  $\alpha$ - и  $\beta$ -каротин,  $\beta$ -криптоксантин и зеаксантин [26]. В настоящее время существует множество медицинских исследований, выявляющих зависимость между возникновением различных заболеваний сердечно-сосудистой системы и потреблением каротиноидов в пище и содержанием их в сыворотке или плазме крови и жировой ткани.

Было проведено изучение возможной зависимости между уровнем потребления  $\beta$ -каротина и риском возникновения инфаркта миокарда у пожилых людей. Потребляемый  $\beta$ -каротин определялся путем расчета исходя из предоставленных испытуемыми данных о собственном рационе. Участниками исследования стали 4802 человека в возрасте 55-95 лет. В результате во время периода наблюдения (4 года) установилась следующая зависимость: при высоком потреблении  $\beta$ -каротина риск возникновения инфаркта миокарда значительно снижался; особенно выражена эта связь у групп бывших и нынешних курильщиков. При этом употребление иных антиоксидантов (аскорбиновой кислоты и  $\alpha$ -токоферола) не оказывало влияние на риск инфаркта миокарда [27].

Кроме метода расчета содержания каротиноидов, содержащихся в рационе человека, существуют исследования, где в изучаемых группах регулярно измеряется их концентрация в плазме или сыворотке крови или жировой ткани.

Была изучена возможная взаимосвязь между общей концентрацией каротиноидов в сыворотке крови и относительным риском возникновения ишемической болезни сердца. В результате между ними была установлена обратная зависимость: у мужчин с самой высокой концентрацией каротиноидов в сыворотке крови наиболее низкий относительный риск ишемической болезни сердца. Наименьший риск также наблюдался у некурящих мужчин [28].

В европейском исследовании антиоксидантов были установлены следующие результаты: у людей с наибольшей концентрацией  $\beta$ -каротина в жировой ткани отмечался низкий уровень риска ишемической болезни сердца. При этом самые низкие риски наблюдались у некурящих людей [29].

Таким образом, можно утверждать о кардиопротекторной роли каротиноидов, в частности,  $\beta$ -каротина. Большое количество каротиноидов в своем составе содержат плоды рябины обыкновенной, или *Sorbus aucuparia*: 17,8 – 21,5 мг/100 г сырья (в пересчете на  $\beta$ -каротин) [30].

Исходя из вышперечисленного можно сказать, что перспективно использовать плоды рябины обыкновенной для внесения кардиопротекторных веществ (каротиноидов) в специализированный функциональный продукт.

Применение свежего сырья при обогащении продуктов питания имеет ряд недостатков, один из которых – сезонность сбора плодов. Непростой задачей является сохранение биологически активных свойств флавоноидов и каротиноидов рябины. Для сохранения биологического потенциала и качества плодов черноплодной рябины оптимальный способ – высушивание сырья. Поскольку сушка на воздухе при высоких температурах приводит к потере ряда флавоноидов, каротиноидов, витамина С, а также существенно ухудшает органолептические свойства сырья, оптимальным является высушивание при низких температурах – сублимационная сушка. Главные преимущества сублимированных порошков – простота их использования в существующих и новых технологиях, малые затраты при перевозке и хране-

нии и высокая концентрация биологически активных веществ относительно свежих ягод [31].

### **ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Объектами исследования явились плоды черноплодной и обыкновенной рябины, собранные в 2019 г. в Калининградской области, а также сублимированные порошки, полученные из этих плодов.

### **ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Целью исследования является изучение и оценка биологического потенциала сублимированных плодов рябины черноплодной (*Aronia melanocarpa*) и рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia*), а также оценка перспектив использования полученного порошка. Задача исследования – экспериментальное определение химического состава порошков из плодов и содержания в них биологически активных веществ.

### **МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Плоды высушивали в лабораторной лиофильной сушке Martin Christ при температуре основной сушки минус 20 °С и давлении 0,67 миллибар, конечной – минус 50 °С и давлении 0,04 миллибар. Были получены два образца – высушенные целые и измельченные с помощью блендера плоды. Для получения порошка плоды измельчали с помощью лабораторной мельницы.

Общее количество влаги в порошке устанавливали методом высушивания в сушильном шкафу при температуре 102-104 °С, массовую долю золы – методом сжигания навески в муфельной печи при температуре 650 °С, массовую долю жира – методом экстракции жира на аппарате Сокслета. Кислотность (в пересчете на яблочную кислоту) определяли методом титрования гидроксидом натрия; количество витамина С (аскорбиновой кислоты) – йодометрическим титрованием; количество дубильных веществ – титриметрически с раствором перманганата калия в присутствии индигокислоты. Количество β-каротина в порошках устанавливалось фотоколориметрическим методом в хлороформных экстрактах при длине волны 460 нм.

### **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

При сублимации в течение 40 ч выход целых плодов аронии черноплодной составил 35,2 % от массы сырья (содержание сухих веществ 90,2 %), при сублимации измельченных плодов – 28,7 % (содержание сухих веществ 95,4 %). Таким образом, установлено, что для наиболее полного обезвоживания целесообразно предварительно измельчать сырье.

Внешний вид порошков, полученных из плодов черноплодной и обыкновенной рябины, представлен на рис. 3.



Рисунок 3 – Сублимированные порошки из рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia*) и рябины черноплодной (*Aronia melanocarpa*)

Фруктовые порошки рассыпчатые, порошок из черноплодной рябины фиолетового цвета, из рябины обыкновенной – оранжевого. Порошки с небольшим количеством светлых включений (измельченные косточки плодов), с приятным запахом, свойственным исходному сырью, кисло-сладкого вкуса, с выраженным терпким послевкусием.

Химический состав сублимированных порошков из черноплодной рябины и рябины обыкновенной приведен в табл. 1.

Таблица 1 – Химический состав и кислотность сублимированных порошков из плодов *Aronia melanocarpa* и *Sorbus aucuparia*, %

Показатель	<i>Aronia melanocarpa</i>	<i>Sorbus aucuparia</i>
Массовая доля влаги	4,602	4,063
Массовая доля золы	2,712	2,949
Массовая доля жира	0,626	1,224
Кислотность	1,980	7,035

В результате анализа химического состава порошков было установлено, что содержание влаги в них не превышает 5 %, что свидетельствует о высокой степени обезвоженности, достигаемой при лиофильном высушивании плодов. Порошок из плодов рябины обыкновенной в сравнении с порошком из аронии черноплодной характеризуется более высоким содержанием кислот и кислых солей. В обоих порошках присутствует небольшое количество жировых композиций, причем в порошке из рябины обыкновенной – в два раза больше, чем в порошке из аронии черноплодной.

В табл. 2 приведено содержание биологически активных веществ в сублимированных порошках из аронии черноплодной и рябины обыкновенной.

Таблица 2 – Содержание биологически активных веществ в 100 г сублимированных порошков из плодов *Aronia melanocarpa* и *Sorbus aucuparia* и суточная потребность в них взрослого человека, мг

Вещество	<i>Aronia melanocarpa</i>	<i>Sorbus aucuparia</i>	Суточная потребность взрослого человека [17]
Аскорбиновая кислота	242,0	13,2	90,0
Флавоноиды (дубильные вещества)	389,1	58,2	250,0
β-каротин	0,6	1,4	5,0

По содержанию аскорбиновой кислоты и биофлавоноидов порошок, полученный сублимированием плодов черноплодной рябины, значительно превосходит таковой из рябины обыкновенной. Потребление 100 г такого порошка может удовлетворить суточную потребность взрослого человека в витамине С на 268,9 %, в биофлавоноидах – на 155,6 %. Порошок из рябины обыкновенной содержит большее количество β-каротина – 28,0 % от суточной нормы в 100 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение порошков из сублимированных плодов *Aronia melanocarpa* и *Sorbus aucuparia* перспективно для создания функциональных и обогащенных продуктов благодаря высокому содержанию витамина С, биофлавоноидов и β-каротина. Малые потери при создании порошка обеспечиваются за счет низких температур высушивания, что позволяет сохранить такие термолабильные вещества, как аскорбиновая кислота и каротиноиды.

Наиболее перспективным видится использование порошков из сублимированных плодов аронии черноплодной и рябины обыкновенной в сахаристых кондитерских изделиях, так как они являются одними из популярных продуктов среди детского и взрослого населения. Большое количество сахара окажет маскирующее действие на резкие терпкий и кислый привкусы порошков. Высокое содержание пектиновых веществ в самих плодах черноплодной рябины [22], а также, соответственно, в изготовленном порошке делает наиболее эффек-

тивным изготовлением пастилы с добавлением сублимированного порошка. Данный продукт возможно использовать не только людям, страдающим артериальной гипертензией, но и в ежедневном рационе для профилактики данного заболевания.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Число умерших по основным классам и отдельным причинам смерти за год [Электронный ресурс] // ЕМИСС. Государственная статистика. Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/indicator/31620> (дата обращения: 06.10.2019)
2. Толегенов, А. К. Артериальная гипертензия. / А. К. Толегенов // Вестник КазНМУ. – 2013. – № 1. – С. 1-4.
3. Ермолаева, А. С. Влияние разноуровневой блокады ренин-ангиотензин-альдостероновой системы на активность ренина плазмы у пациентов с артериальной гипертензией / А. С. Ермолаева, О. В. Дралова, М. Л. Максимова // Здоровье и образование в XXI веке: электронный сборник научных трудов. – 2010. – № 8. – С. 386-387.
4. Киякбаев, Г. К. Пути оптимизации лечения ингибиторами АПФ / Г. К. Киякбаев // Трудный пациент. – 2007. – № 12 – С. 37-42.
5. Guerrero, L. Inhibition of Angiotensin-Converting Enzyme Activity by Flavonoids: Structure-Activity Relationship Studies / L. Guerrero etc. // PLoS One. 2012. Vol. 7 (11). Pp. 1-11.
6. Скиргелло, О. Е. Лиганд-зависимое функционирование ангиотензин-превращающего фермента: дис. ... канд. хим. наук: 02.00.15 / О. Е. Скиргелло. – Москва, 2006. – 182 с.
7. Junot, C. RXP 407, a Selective Inhibitor of the N-Domain of Angiotensin I-Converting Enzyme, Blocks in Vivo the Degradation of Hemoregulatory Peptide Acetyl-Ser-Asp-Lys-Pro with No Effect on Angiotensin I Hydrolysis / C. Junot etc. // Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics. 2001. Vol. 297. Pp. 606-611.
8. Петров, М. Н. Влияние экзогенных и эндогенных эффекторов на конформацию ангиотензин-превращающего фермента человека дис. ... канд. хим. наук: 02.00.15 / М. Н. Петров. – Москва, 2015. – 142 с.
9. Natesh, R. Crystal structure of the human angiotensin-converting enzyme-lisinopril complex / R. Natesh etc. // Nature. 2003. Vol. 421. Pp. 551-554.
10. Лизиноприл [Электронный ресурс] // Энциклопедия лекарств. Регистр лекарственных средств России. Режим доступа: [https://www.rlsnet.ru/tn\\_index\\_id\\_29011](https://www.rlsnet.ru/tn_index_id_29011) (дата обращения: 03.02.2020)
11. Loizzo, M. R. Inhibition of Angiotensin Converting Enzyme (ACE) by Flavonoids isolated from *Ailanthus excelsa* (Roxb) (Simaroubaceae) / M. R. Loizzo etc. // Phytoterapy research. 2007. Vol. 21(1). Pp. 32-36.
12. Sartor, L. Inhibition of matrix-proteases by polyphenols: chemical insights for anti-inflammatory and anti-invasion drug design / L. Sartor etc. // Biochemical Pharmacology – 2002. Vol. 64 (2). Pp. 229-237.
13. Saragusti, A. C. Inhibitory effect of quercetin on matrix metalloproteinase 9 activity Molecular mechanism and structure–activity relationship of the flavonoid–enzyme interaction / A. C. Saragusti etc. // European Journal of Pharmacology. 2010. Vol. 664(1-3). Pp. 138-145.
14. Xu, Y. C. Structure–activity relationships of flavonoids for vascular relaxation in porcine coronary artery / Y. C. Xu etc. // Phytochemistry. 2007. Vol. 68 (8). Pp. 1179-1188.
15. Parellada, J. Inhibition of Zinc Metalloproteinases by Flavonoids and Related Phenolic Compounds: Structure-Activity Relationships / J. Parellada, G. Suárez, M. Guinea // Journal of Enzyme Inhibition. 1998. Vol. 13(5). Pp. 347-359.
16. Елисеева, Г. Л. Дифференцирование перспективных сортов плодово-ягодных культур по содержанию биологически активных веществ / Г. Л. Елисеева, О. М. Блинникова // Пищевая промышленность. – 2013. – № 6. – С. 49-51.

17. Методические рекомендации 2.3.1.2432-08. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. – Москва, 2008. – 30 с.
18. Андреева, В. Ю. Методика определения антоцианов в плодах аронии черноплодной / В. Ю. Андреева [и др.] // Фармация. – 2013. – № 3. – С. 19-21.
19. Логвинова, Е. Е. Качественный и количественный анализ флавоноидов в плодах рябины черноплодной / Е. Е. Логвинова, Т. А. Брежнева, А. И. Сливкин // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. – 2015. – № 8. – С. 47-48.
20. Sikora, J. *Aronia melanocarpa Elliot* Reduces the Activity of Angiotensin I-Converting Enzyme—In Vitro and Ex Vivo Studies / J. Sikora, M. Broncel, E. Mikicuk-Olasik // *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2014. Vol. 2. Pp. 1-7.
21. Елисеева, Г. Л. Плоды аронии черноплодной – источник витаминно-минеральных комплексов / Г. Л. Елисеева, О. М. Блинникова // *Пищевая промышленность*. – 2013. – № 4. – С. 28-29.
22. Аверьянова, Е. В. Изучение свойств пектина, полученного из вторичных сырьевых ресурсов ягодного сырья Алтайского края / Е. В. Аверьянова, М. Н. Школьникова, И. А. Чаплыгина // *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*. – 2016. – № 12. – С. 118-127.
23. Логвинова, Е. Е. Определение органических кислот в плодах аронии черноплодной / Е. Е. Логвинова, Т. А. Брежнева, А. И. Сливкин // *Научные ведомости. Сер. Медицина. Фармация*. – 2015. – № 10 (207). – С. 190-196.
24. Krinsky, N. I. Actions of carotenoids in biological system / N. I. Krinsky // *Annual review of nutrition*. 1993. Vol. 13. Pp. 561-587.
25. Crews, H. A critical assessment of some biomarker approaches linked with dietary intake / H. Crews etc. // *The British journal of nutrition*. 2001. Vol. 86. Pp. 5-35.
26. Stahl, W. Lycopene: a biologically important carotenoid for humans? / W. Stahl, H. Sies // *Archives of biochemistry and biophysics*. 1996. Vol. 336 (1). Pp. 1-9.
27. Klipstein-Grobush, K. Dietary antioxidants and risk of myocardial infarction in the elderly: the Rotterdam Study / K. Klipstein-Grobush etc. // *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1999. Vol. 69. Pp. 261-266.
28. Morris, D. L. Serum carotenoids and coronary heart disease. The Lipid Research Clinics Coronary Primary Prevention Trial and Follow-up Study / D. L. Morris, S. B. Kritchevsky, C. E. Davis // *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1994. Vol. 272 (18). Pp. 1439-1441.
29. Kardinaal, A. F. Antioxidants in adipose tissue and risk of myocardial infarction: the EURAMIC Study. / A. F. Kardinaal etc. // *Lancet*. 1993. Vol. 342 (8884). Pp. 1379-1384.
30. Гостищев, И. А. Каротиноиды, хлоргексиновые кислоты и другие природные соединения рябины / И. А. Гостищев [и др.] // *Научные ведомости. Сер. Естественные науки*. – 2010. – № 3 (74). – С. 83-90.
31. Алексеенко, Е. В. Технология получения и оценка качества сублимированного порошка из ягод брусники / Е. В. Алексеенко [и др.] // *Пищевая промышленность*. – 2017. – № 11. – С. 70-73.

## SUBLIMATED FRUITS OF ARONIA MELANOCARPA AND SORBUS AUCUPARIA AS SOURCES OF NATURAL HYPOTENSIVE AND CARDIOPROTECTIVE COMPONENTS

K.E. Evtereva, student  
e-mail: maariika.f@gmail.com  
Kaliningrad State Technical University

S. V. Agafonova, candidate of technical Sciences,  
Associate Professor of the Food Biotechnology Department  
e-mail: svetlana.agafonova@klgtu.ru  
Kaliningrad State Technical University

The mechanism of the hypotensive effect of natural inhibitors of the angiotensin-converting enzyme of a flavonoid nature is considered. Based on literature sources, the pharmacological effect of bioflavonoids, carotenoids, fruit vitamins, black chokeberry (*Aronia melanocarpa* L.) and mountain ash (*Sorbus aucuparia* L.) on the human cardiovascular system, examined by their cardioprotective effect, was studied. The process of obtaining sublimated powders from the fruits of mountain ash and aronia, represent their organoleptic characteristics. The general chemical composition of fruit powders was experimentally determined; the content of oak substances, vitamin C,  $\beta$ -carotene, and soluble acids in them was studied. The powder obtained by lyophilized dried black chokeberry fruit contains 242 mg% ascorbic acid, 389.1 mg% oak substances, and 0.6 mg%  $\beta$ -carotene. Freeze-dried powder from the fruits of mountain ash contains 13.2 mg% ascorbic acid, 58.2 mg% of oak substances, and 1.4 mg% of  $\beta$ -carotene.

**Key words:** *arterial hypertension, cardioprotectors, bioflavonoids, carotenoids, black chokeberry, mountain ash, sublimated fruits*