

## МОРОШКА: ОСОБЕННОСТИ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА, АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

*Л.П. Нилова, С.М. Малютенкова, М.С. Кайгородцева*

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
г. Санкт-Петербург, Россия*

В статье приведен анализ опубликованных научных исследований состава биологически активных веществ (БАВ) ягод и семян морошки, их антиоксидантных и антимикробных свойств, технологий извлечения БАВ и использования ягод в пищевой промышленности. Особенностью биохимического состава морошки является преобладание в фенольных соединениях эллаготаннинов – 80 % и более. Среди них тримерный ламбертианин С, димерный сангуинин Н-6 и его изомеры Н-2 и Н-10, мономерный касуариктин / потенциаллин. Присутствие сангуининов и касуариктин / потенциаллина в ягодах и листьях морошки подавляет развитие золотистого стафилококка *S. Aureus* VTT E-70045, дрожжеподобных грибов рода *Candida* – *Candida albicans*, патогенных грамотрицательных бактерий кишечной палочки VTT E-093121 и *E. coli*, VTT E-84219. Высокое количество фенольных соединений обуславливает антиоксидантную активность (АОА) ягод морошки и продуктов ее переработки. АОА зависит от окраски ягод. В красной морошке за счет антоцианов (100,8 мг/100г) АОА выше в 2 раза, чем в желтой при одинаковом содержании витамина С и меньшем содержании эллаготаннинов. Антиоксидантные свойства позволяют использовать экстракты морошки для предотвращения окислительных процессов в скоропортящихся пищевых продуктах, например, пирожках со свининой. При хранении порошка из ягод морошки в различных условиях АОА практически не изменяется, что связывают с постепенным гидролизом эллаготаннинов. Для повышения биодоступности фенольных соединений используют ферментацию ягод в течение 14 дней. В результате количество эллаготаннинов снижается на 11 % с одновременным увеличением флавонолов в 1,5 раза и эллаговых кислот в 4 раза. Семена морошки содержат много жиров 9,1-12,4 % с преобладанием линолевой, линоленовой и олеиновой жирных кислот, а также лигнаны, по количеству которых они лидируют среди ягод и уступают только семенам льна и кунжута. В эллаготаннинах семян морошки преобладают сангуинин Н-6 и Н-2.

**Ключевые слова:** морошка, биохимический состав, фенольные соединения, эллаготаннины, лигнаны, антиоксидантные свойства, антимикробные свойства.

### Введение

В последние годы все больший интерес вызывает исследование биологически активных веществ (БАВ) с антиоксидантными свойствами, содержащихся в природных растительных объектах. К таким объектам относятся ягоды – от сине-окрашенных (арония, ежевика, черника, голубика), красноокрашенных (малина, земляника, клюква, брусника) до желто-красных (облепиха, морошка). Растительные пигменты (антоцианы, каротиноиды) не только придают ягодам окраску, но и обладают антиоксидантными свойствами. Растет число доказательств того, что потребление фруктов, включая ягоды, и овощей приводит к снижению заболеваемости и смертности от сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний [1–5].

К числу малоизученных ягод в России относится морошка – *Rubus chamaemorus* L.,

северное растение, с разнообразным содержанием БАВ.

### Биохимический состав

Общий биохимический состав морошки давно известен. Как и в любой ягоде, количество сухих веществ (СВ) составляет около 16 % с преобладанием углеводов. Углеводы представлены сахарами – 5,0–6,3 %, в том числе сахароза – 0,7 %, пектиновые вещества – 0,3–2,4, клетчатка – 3,8 % [6, 7]. Из редуцирующих сахаров преобладают глюкоза – 158 мг/г СВ, на втором месте фруктоза – 94 мг/г СВ [8]. Белка и жира в ягоде немного без учета их содержания в семенах. Из БАВ наиболее изучено содержание витамина С как в ягоде (30–200 мг %), так и в соке [6–9]. Окраска ягод практически не оказывает влияние на его количество. В соке из ягод морошки как красноокрашенной, так и желтой обнаружено от 61,1 до 55,2 мг/100 г СВ, соответственно [9]. Высоко содержание в морошке каротиноидов

## Обзорные статьи

– до 7 %, остальных БАВ значительно меньше: антоцианов – 62–90 мг %, лейкоантоцианов – 91–175, эллаготаннинов – 300 мг % [6, 7, 10].

Основное количество липидов сосредоточено в семенах и колеблется от 9,1–12,4 % с преобладанием в морошке, произрастающей в северных регионах. В жирно-кислотном составе жиров преобладают олеиновая, линолевая и линоленовая кислоты в суммарном количестве 92–93 %. Из них преобладает линолевая кислота  $C_{18:2}$  ( $\omega$ -6) – 43,1–48,7 %, на втором месте линоленовая  $C_{18:3}$  ( $n$ -3) – 27,9–35,5 %. Количество олеиновой кислоты  $C_{18:1}$  ( $\omega$ -9) составляет 13,7–16,7 %, но содержится также  $C_{18:1}$  ( $n$ -7), хотя и в незначительном количестве – 0,5–0,6 %. Из насыщенных жирных кислот только количество пальмитиновой кислоты доходит до 2 %, остальных – не превышает 1 %. Установлены различия в жирно-кислотном составе липидов семян морошки в зависимости от региона произрастания [11].

### Состав фенольных соединений

Морошка является лидером по количеству фенольных соединений среди северных ягод. По данным [2], проведенным финскими

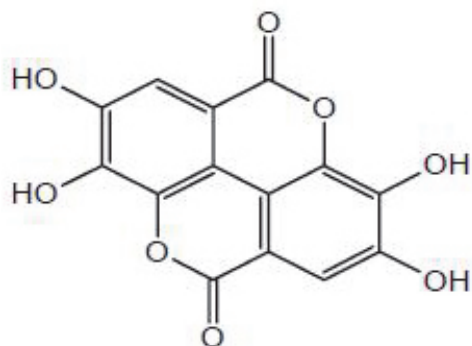
исследователями, количество фенольных соединений составляет 4270 мг/ 100 г СВ, что почти в 2,5 раза больше, чем в клюкве и бруснике. Главным компонентом фенольных соединений морошки является эллаговая кислота, преимущественно в связанном состоянии в виде эллаготаннинов – до 80 % [1, 2, 7, 12]. В эллагонаннинах преобладают тримерный ламбертианин С и димерный сангуин Н-6, соответственно 35 и 43 % от общего их количества [2,8,12]. Сангуин представлен несколькими изомерами: Н-6 > Н-2 > Н-10 (см. таблицу). На долю последних двух изомеров приходится 9 и 6 %, соответственно. Кроме того, идентифицирован мономерный касуариктин / потенциллин – 6,5 % от общего количества эллаготаннинов.

Эллагитаннины представляют химический класс гидролизуемых таннинов, при гидролизе которых высвобождается эллаговая кислота (см. рисунок). Содержание эллаговой кислоты в морошке по данным [13] составляет 583 мг/кг, что больше в 1,7 раза, чем в землянике.

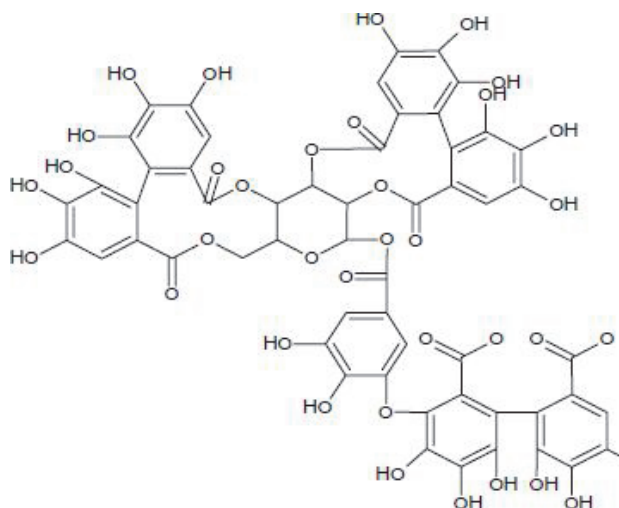
Исследования *in vitro* позволили предположить, что эллагитаннины в 10–100 микро-

Состав фенольных соединений ягод и семян морошки

Вещество	Морошка	
	ягода	семена
<b>Эллаготаннины, мг/г</b>	<b>220,78</b>	<b>171,81</b>
в том числе:		
сангуин Н-6	95,44	70,30
сангуин Н-2	19,82	43,81
сангуин Н-10	13,46	20,48
памбертианин С	76,57	13,13
касуариктин / потенциллин	15,49	24,09
<b>Вариации эллаговой кислоты, мг/г</b>	<b>147,96</b>	<b>278,22</b>
в том числе:		
эллаговая кислота	144,3	242,22
гликозид эллаговой кислоты	–	28,81
ацетилпентозид эллаговой кислоты	3,66	7,19
<b>Флавонолы, мг/г</b>	<b>5,13</b>	<b>5,51</b>
в том числе:		
кверцитин-3-О-гликозид	4,06	2,37
кверцитин-3-О-[6''-(3-гидрокси-3-метилглутаруол)- $\beta$ - глюкозид]	1,07	3,14
<b>Гидрооксикоричные кислоты, мг/г</b>	<b>2,34</b>	<b>1,59</b>
в том числе		
кофейная	1,51	0
феруловая	0,83	1,59
<b>Лигнаны, мкг/г</b>	<b>0,149</b>	<b>0,439</b>



Эллаговая кислота



Эллаготаннин димер

### Структурные формулы основных фенольных соединений морошки

молярных (мкМ) концентрациях обладают потенциальным антиоксидантным, антиатерогенным, антитромботическим, противовоспалительным и антиангиогенным действием [8, 14, 15].

Кроме эллаговой кислоты и эллаготанинов в морошке обнаружены флаван-3-олы, антоцианидины, флавонолы, а также гидрооксикоричные и гидроксибензойные кислоты [1, 2, 8, 16]. Из них преобладают гидрооксикоричные кислоты – около 10 % от суммы фенольных соединений, доля остальных не превышает 5 %.

Финскими исследователями установлено, что фенольный профиль экстракта морошки состоял из эллаготаннинов (77,1 %), проантоцианидинов (5,9 %), гидроксибензойной кислоты (3,2 %), гидрооксикоричных кислот (8,8 %), эллаговой кислоты (2,1 %), флавонолов (2,5 %) и антоцианидинов (0,4 %) [2]. По данным, опубликованным Департаментом сельского хозяйства США [16], в морошке содержатся, мг/100 г, в пересчете на агликони: из флавонолов – кверцетин – 0,5; из флаван-3-олов – (–) эпикатехин – 0,8 и (+) катехин – 0,5; из антоцианидинов – цианидин – 1,7. Но флавонолы в морошке находятся в виде гликозидов. Например, содержание кверцетин-3-О-глюкуронида составляет 4,06 мг/г экстракта [8].

Количество фенольных соединений в морошке зависит от места произрастания, способа их извлечения и метода определения.

Морошка, произрастающая в Швеции, без учета эллаготаннинов, по количеству фенольных соединений заняла последнее место из исследованных ягод облепихи, черники и брусники. Было установлено содержание фенольных соединений, мг/100 г СВ: облепиха – 270,5; черника – 253,5; брусника – 219,7; морошка – 121,7 [17]. При этом количество гидрооксикоричных кислот было самым высоким из исследованных ягод именно в морошке – 66,8 мг/100 г СВ. В финской морошке из гидрооксикоричных кислот преобладает кофейная кислота, количество феруловой кислоты почти в 2 раза меньше [8], а в шведской – наоборот [17]. В морошке, реализуемой в супермаркетах Швеции, г. Упсалла, преобладала галловая кислота – 14,4–237,7 мг/100 г СВ, затем р-кумаровая (22,3–44,8 мг/100 г СВ), феруловая (6,3–39,0), кофейная (5,7–10,6) и ванилиновая (2,7–5,2), а флавонолы.

В морошке из полифенолов содержатся также лигнаны, по количеству которых она является лидером среди 10 исследованных ягод. Но лигнаны преимущественно содержатся в семенах морошки. Группа финских исследователей во главе с Smeds A.I. идентифицировала в составе морошки 10 лигнанов и их стереоизомеров, среди которых доминируют: синрингарезинол, ларицирезинол, секоизоларицирезинол, медиорезинол, ларицирезинол-сесквилигнан, пинорезинол и др. Суммарное количество идентифицированных лигнанов составило в семенах – 43,88 мг

/100 г СВ, а в целых ягодах – 14,78 мкг/100 г СВ, что позволило им занять третье место в рейтинге растительного сырья по количеству лигнанов после семян льна и кунжута [18].

Обобщенный состав фенольных соединений в ягодах морошки и семенах [8, 18] представлен в таблице.

### Антиоксидантная активность

Антиоксидантная активность (АОА) ягод морошки зависит от их окраски, и соответственно от растительных пигментов, ее обуславливающих. Присутствие даже незначительного количества антоцианов (100,8 мг/100 г) в соке красной морошки повысило его АОА в 2 раза по сравнению с соком из желтой морошки, хотя эллаготаннинов было в 1,5 раза меньше. При этом содержание витамина С было одинаковым независимо от цвета ягоды [9].

АОА экстрактов из ягод морошки изучалась в разных модельных системах [2, 12, 15, 19]. Kähkönen с соавторами (2011) определяли АОА морошки в различных моделях окисления, таких как метил линолеат, эмульсия и ЛПНП. Экстракт морошки проявлял сильную АОА в системе с метил линолеатом, в то время как эллагитанниновый изолят имел только умеренную активность. В то же время эллаготаннин, выделенный из морошки, был отличным антиоксидантом в модели окисления эмульсии [12].

При исследовании АОА лиофилизированных экстрактов ягод в модельной системе *in vitro* морошка показала 97 % ингибирования образования конъюгированного диена гидропероксидами за 72 часа. Аналогичный или выше уровень ингибирования был только у вороники, рябины и клюквы из 14 исследованных ягод [20].

В модельной системе, состоящей из 0,8 мг/л фосфатидилхолина, полученного из соевого лецитина, 3 мМ ацетата меди, экстракты морошки проявляли умеренную АОА, которая практически не изменялась даже при хранении экстрактов в капсулированном виде в течение 64 суток. Значения ингибирования конъюгированного диена и гексанального образования варьировались между 62–76 и 71–84 % при отсутствии статистически значимых различий. Можно сказать, что более высокая АОА была отмечена у образцов морошки в капсулах из мальтодекстрина МС 5–8 после 64 дней хранения в условиях относительной влажности, соответствующей летнему воздуху [20]. При этом за этот период происходит

потеря почти в два раза фенольных соединений. Считают, что АОА свойства морошки, с одной стороны, уменьшаются за счет потери фенольных соединений, но, с другой, компенсируются окислением гидролизуемых танинов – эллаготаннинов, приводя к олигомеризации через фенольную связь. Это увеличивает число реактивных участков и свободных гидроксильных групп, повышая, тем самым, АОА ягод морошки [4, 21].

АОА морошке могли бы придать лигнаны, антиоксидантное действие которых доказано [14]. Но, преимущественное содержание их в семенах, которые не являются биодоступными при употреблении морошки в нативном виде, и отсутствие их в продуктах переработки морошки (соках, джемах), не оказывает влияние на антиоксидантные свойства готового продукта.

Благодаря антиоксидантным свойствам экстракт морошки можно использовать в различных пищевых системах для замедления окислительных процессов. Так, Rey с соавторами продемонстрировал, что экстракт морошки столь же эффективен, как кверцетин в замедлении окисления жира мясных пирожков со свининой [15].

### Антимикробная активность

Морошка – ягоды, листья и, соответственно, продукты ее переработки обладают антимикробной активностью против золотистого стафилококка *S. Aureus* VTT E-70045, дрожжеподобных грибов рода *Candida* – *Candida albicans*, а также ингибируют рост патогенных грамотрицательных бактерий кишечной палочки VTT E-093121 и *E. coli*, VTT E-84219. Антимикробную активность проявляют такие фенольные соединения, как касуариктин / потенциллин и сангуинин, что было установлено путем сравнения фенольного состава и антимикробной активности ферментированного жмыха и крупных и мелких фракций порошка из семян [8, 22].

### Использование

Ягоды морошки употребляют в свежем и переработанном виде, но количество реализуемой дикорастущей морошки не может удовлетворить растущий спрос. Поэтому начались работы по коммерциализации производства морошки [23]. Морошку используют для приготовления джемов, конфитюров, мучных кондитерских изделий, ферментированных молочных напитков, соков, безалкогольных напитков, сиропов, настоек, бальзамов [23–25].

С целью повышения биодоступности фенольных соединений, в частности эллаготаннинов, было предложено подвергать ягоды морошки ферментации [8]. За 14 дней ферментации количество эллаготаннинов ацетовых экстрактов ягод снижается на 11 % с 220,78 до 197,70 мг/г. В первую очередь происходит гидролиз всех изомеров сангуина, особенно сангуина Н-2. Меньше всего подвержен гидролизу мономерный касуариктин / потенциаллин. При этом происходит увеличение флавонолов в 1,5 раза и эллаговых кислот в 4 раза. Количество эллаговой кислоты в свободном состоянии увеличивается с 144,3 до 508,0 мг/г, а гликозид эллаговой кислоты, отсутствующий в ягодах до ферментации, образуется в количестве 15,07 мг/г. Полностью разрушаются кофейная и феруловая кислоты.

Для сохранения БАВ веществ в процессе хранения предложено упаковывать порошок морошки в капсулы из мальтодекстрина МС 5-8, которые можно хранить в течение 64 дней практически в нерегулируемых условиях. Потери фенольных соединений в этих условиях отсутствуют. Тогда как в отсутствие инкапсулирования потери могут составлять от 15 до 60 % в условиях, соответствующих зимнему и летнему воздуху, соответственно, с температурой 25 °С [20].

#### Заключение

Морошка относится к ягодам с высоким

содержанием БАВ, благодаря которым обладает антиоксидантным потенциалом. Основное количество фенольных соединений находится в связанном состоянии в виде эллаготаннинов, биодоступность которых можно повысить, используя операцию ферментации ягод. За 14 дней ферментации количество эллаготаннинов снижается на 11 % при одновременном увеличении более биодоступных эллаговой кислоты и ее производных. Количественный и качественный состав фенольных соединений морошки зависит от места произрастания, способа извлечения и метода определения. Для сохранения БАВ предложено использовать инкапсулирование порошков из ягод морошки, что позволяет сохранять их без потерь в течение 64 дней.

Семена морошки обладают огромным потенциалом как источники БАВ. Они содержат 9,1–12,4 % жиров, в составе которых преобладают ненасыщенные жирные кислоты – 92–93 %, в первую очередь, линолевая, линолевая и олеиновая. По количеству лигнанов семена морошки занимают третье место после семян льна и кунжута и первое место среди ягод.

Антиоксидантные и антимикробные свойства морошки позволяют использовать ее в качестве добавки в скоропортящихся пищевых продуктах для сохранения их качества, что было подтверждено исследованиями пирожков со свиной.

#### Литература/References

1. Häkkinen S., Heinonen M., Kärenlampi S., Mykkänen H., Ruuskanen J., Törrönen R. Screening of selected flavonoids and phenolic acids in 19 berries. *Food Research International*, 1999, no. 32, pp. 345–353. DOI: 10.1016/S0963-9969(99)00095-2
2. Kylli P. *Berry phenolics: isolation, analysis, identification, and antioxidant properties: Academic Dissertation*. University of Helsinki. Finland, 2011. 90 p.
3. Jakobek L., Šeruga M., Medvidović-Kosanović M., Novak I. Antioxidant Activity and Polyphenols of Aronia in Comparison to other Berry Species. *Agriculturae Conspectus Scientifici* *cus.*, 2007, vol. 72, no. 4, pp. 301–306.
4. Aaby K., Wrolstad R.E., Ekeberg D., Skrede G. Polyphenol composition and antioxidant activity in strawberry purees; impact of achene level and storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2007, no. 55, pp. 5156–5166. DOI: 10.1021/jf070467u
5. Vulić J.J., Tumbas V.T., Savatović S.M., Đilas S.M., Četković G.S., Čanadanović-Brunet J.M. Polyphenolic content and antioxidant activity of the four berry fruits pomace extracts. *Acta Periodica Technologica*, 2011, no. 42, pp. 271–279. DOI: 10.2298/APT1142271V
6. Экспертиза свежих плодов и овощей. Качество и безопасность: учебно-справочное пособие / под ред. В.М. Позняковского. Новосибирск: Сибирское университетское издательство. 2005. 312 с. [Pozniakowski V.M. (Ed.) [Ekspertiza svezhikh plodov i ovoshchey. Kachestvo i bezopasnost']. *Expertise of fresh fruits and vegetables. Quality and safety*. Novosibirsk, Siberian University Publishing House, 2005. 312 p.]

7. Kahkonen M., Kylli P., Ollilainen V., Salminen J.-P., Heinonen M. Antioxidant activity of isolated ellagitannins from red raspberries and cloudberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2012, no. 60, pp. 1167–1174. DOI: 10.1021/jf203431g
8. Puupponen-Pimia R., Nohynek L., Juvonen R., Kosso T., Truchado P., Westerlund-Wikstrom B., Leppanen T., Moilanen E., Oksman-Caldentey K.-M. Fermentation and dry fractionation increase bioactivity of cloudberry (*Rubus chamaemorus*). *Food Chemistry*, 2016, no. 197, pp. 950–958. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.11.061
9. Mylnikov S.V., Kokko H.I., Kärenlampi S.O., Oparina T.I., Davies H.V., Stewart D. Rubus fruit juices affect lipid peroxidation in a drosophila melanogaster model in vivo. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2005, vol. 53, no. 20, pp. 7728–7733. DOI: 10.1021/jf051303l
10. Дадали В.А., Тутельян В.А., Дадали Ю.В., Кравченко Л.В. Каротиноиды. Биодоступность, биотрансформация, антиоксидантные свойства // Вопросы питания. 2010. Т. 79, № 2. С. 4–19. [Dadali V.A., Tutelian V.A., Dadali Yu.V., Kravchenko L.V. [Carotenoids. Bioavailability, biotransformation, antioxidant properties]. *Voprosy pitaniya* [Problems of Nutrition], 2010, vol. 79, no. 2, pp. 4–19. (in Russ.)]
11. Johanson A.K., Kuusisto P.H., Laakasto P.H., Derome K.K., Sepponen P.J., Katajisto J.K., Kalio H.P. Geographical variation in seed oil from *Rubus chamaemorus* and *Empetrum Nigrum*. *Phytochemistry*, 1997, vol. 44, no. 8, pp. 1421–1427. DOI: /10.1016/S0031-9422(96)00762-5
12. Kähkönen M.P., Kylli P., Ollilainen V., Salminen J.-P., Heinonen M. Antioxidant activity of isolated ellagitannins from red raspberries and cloudberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2012, vol. 60(5), pp. 1167–1174. DOI: 10.1021/jf203431g
13. Hakkinen S. *Flavonols and Phenolic Acids in Berries and Berry Products*: Doctoral dissertation University of Kuopio Finland, 2000. 91 p.
14. Willfor S.M., Ahotupa M.O., Hemming J.E., Reunanen M.H.T., Eklund P.C., Sjöholm R.E. Antioxidant activity of knotwood extractives and phenolic compounds of selected tree species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2003, no. 51, pp. 7600–7606. DOI: 10.1021/jf030445h
15. Rey A.I., Hopia A., Kivikari R., Kähkönen M. Use of natural food/plant extracts: Cloudberry (*Rubus chamaemorus*), beetroot (*Beta vulgaris* “Vulgaris”) or willow herb (*Epilobium angustifolium*) to reduce lipid oxidation of cooked pork patties. *LWT – Food Sci Technol*, 2005, no. 38, pp. 363–370. DOI: 10.1016/j.lwt.2004.06.010
16. Bhagwat S., Haytowitz D.B., Holden J.M. *USDA Database for the Flavonoid Content of Selected Foods*. U.S. Department of Agriculture. September 2011. Available at: [https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/80400525/Data/Flav/Flav\\_R03.pdf](https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/80400525/Data/Flav/Flav_R03.pdf)
17. Hajazimi E., Landberg R., Zamaratskaia G. Simultaneous determination of flavonols and phenolic acids by HPLC-CoulArray in berries common in the Nordic diet. *LWT – Food Science and Technology*, 2016, vol. 74, pp. 128–134. DOI: 10.1016/j.lwt.2016.07.034
18. Smeds, A.I. Content, composition, and stereochemical characterisation of lignans in berries and seeds / A.I. Smeds, P.C. Eklund, S.M. Willfor // *Food Chemistry*. – 2012, no. 134, pp. 1991–1998. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.03.133
19. Kahkonen M.P., Hopia A.I., Vuorela H.J., Rauha J.-P., Pihlaja K., Kujala T.S., Heinonen M. Antioxidant Activity of Plant Extracts Containing Phenolic Compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1999, no. 47, pp. 3954–3962. DOI: 10.1021/jf990146l
20. Laine P., Kylli P., Heinonen M., Jouppila K. Storage stability of microencapsulated cloudberry (*Rubus chamaemorus*) phenolics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2008, no. 56, pp. 11251–11261. DOI: 10.1021/jf801868h
21. Bors W., Michel C. Chemistry of the antioxidant effect of polyphenols. *Ann N Y Acad. Sci.*, 2002, no. 957, pp. 57–69. DOI: 10.1111/j.1749-6632.2002.tb02905.x
22. Thiem H.B., Goslin O. Antimicrobial activity of *Rubus chamaemorus* leaves. *Fitoterapia*, 2004, no. 75, pp. 93–95. DOI: 10.1111/j.1749-6632.2002.tb02905.x
23. Martinussena I., Uleberga E., McDougall G.J., Stewart D., Junttila O. Development and quality of cloudberry (*Rubus chamaemorus* L.) as affected by female parent, male parent and temperature. *Journal of Berry Research*, 2010, no. 1, pp. 91–101.

24. Шароглазова Л.П., Величко Н.А. Разработка рецептуры безалкогольного напитка с использованием ягод морошки // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2016. № 2 (113). С. 88–92. [Sharoglazova L.P., Velichko N.A. [The working out of soft drinks on the basis of cloudberry berries]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [The Bulletin of KrasGAU], 2016, no. 2 (113), pp. 88–92. (in Russ.)]

25. Thiem B. *Rubus chamaemorus* L. – a boreal plant rich in biologically active metabolites: a review. *Biol. Lett.*, 2003, vol. 40, no. 1, pp. 3–13.

**Нилова Людмила Павловна**, кандидат технических наук, доцент, доцент Высшей торгово-экономической школы Института промышленного менеджмента, экономики и торговли, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (г. Санкт-Петербург), nilova\_l\_p@mail.ru.

**Малютенкова Светлана Михайловна**, кандидат технических наук, доцент, доцент Высшей торгово-экономической школы Института промышленного менеджмента, экономики и торговли, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (г. Санкт-Петербург), malutesha66@mail.ru

**Кайгородцева Мария Сергеевна**, аспирант Высшей торгово-экономической школы Института промышленного менеджмента, экономики и торговли, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (г. Санкт-Петербург), mary.kaygorodtseva@gmail.com

Поступила в редакцию 7 октября 2017 г.

DOI: 10.14529/food170403

## CLOUDBERRIES: FEATURES OF BIOCHEMICAL COMPOSITION, ANTIOXIDANT PROPERTIES AND USE

**L.P. Nilova, S.M. Malutenkova, M.S. Kaygorodtseva**

*Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russian Federation*

The article analyzes the published scientific research of the composition of biologically active agents (BAA) of cloudberry and the seeds, technologies of extraction of BAA and the use of cloudberry in food industry. The prevalence of ellagitannin in phenolic compounds (80% and more) is the feature of biochemical composition of cloudberry. Among them one can see trimeric Lambertianin C, dimeric Sanguin H-6 and its H-2 and H-10 isomers, monomeric Casuarictin/potentillin. The presence of Sanguin and Casuarictin/potentillin in berries and leaves of cloudberry suppresses development of *S.aureus* VTT E-70045, *Candida albicans*, pathogenic Gram-negative bacteria of *Escherichia coli* VTT E-093121 and *E.coli*, VTT E-84219. The high number of phenolic compounds causes antioxidant activity (AOA) of cloudberry and products of the processing. AOA depends on the color of berries. In red cloudberry due to anthocyanins (100,8 mg/100g) AOA is twice higher than in yellow cloudberry at the same content of vitamin C and less content of ellagitannin. Antioxidant properties make it possible to use cloudberry extracts to prevent oxidizing processes in perishable food for example in pork pies. At storage of powder from cloudberry in various conditions AOA is practically not changed which is connected with gradual hydrolysis of ellagitannin. To increase bioaccessibility of phenolic compounds the fermenting of berries is used within 14 days. As a result the quantity of ellagitannin decreases by 11% with simultaneous increase of flavonols by 1,5 times and ellagic acids by 4 times. The seeds of cloudberry contain a lot of fat 9,1–12.4% with prevalence of linoleic, linolenic and oleic fatty acids as well as lignan, they are in the lead among berries by their quantity and concede only to seeds of flax and sesame. In ellagitannin of the seeds of cloudberry Sanguin H-6 and H-2 prevail.

**Keywords:** cloudberry, biochemical composition, phenolic compounds, ellagitannin, lignin, antioxidant properties, antimicrobial characteristics.

## Обзорные статьи

---

**Liudmila P. Nilova**, PhD of Engineering, Associate Professor, Higher School of Trade and Economy, Institute of Industrial Management, Economics and Trade, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint-Petersburg, nilova\_l\_p@mail.ru

**Svetlana M. Malutenkova**, PhD of Engineering, Associate Professor, Higher School of Trade and Economy, Institute of Industrial Management, Economics and Trade, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint-Petersburg, malutesha66@mail.ru

**Maria S. Kaygorodtseva**, postgraduate student, Higher School of Trade and Economy, Institute of Industrial Management, Economics and Trade, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint-Petersburg, mary.kaygorodtseva@gmail.com

*Received 7 October 2017*

---

### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Нилова, Л.П. Морошка: особенности биохимического состава, антиоксидантные свойства, использование / Л.П. Нилова, С.М. Малютенкова, М.С. Кайгородцева // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2017. – Т. 5, № 4. – С. 19–26. DOI: 10.14529/food170403

### FOR CITATION

Nilova L.P., Malutenkova S.M., Kaygorodtseva M.S. Cloudberries: Features of Biochemical Composition, Antioxidant Properties and Use. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2017, vol. 5, no. 4, pp. 19–26. (in Russ.) DOI: 10.14529/food170403