

Научная статья

УДК 664.3

EDN FQPPKZ

DOI: 10.22450/19996837_2023_2_131

Бифидогенные свойства облепихового масла

Софья Николаевна Хазагаева¹, Наталья Александровна Замбалова²,
Людмила Михайловна Качанина³, Ирина Сергеевна Хамагаева⁴

^{1, 2, 3, 4} Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления

Республика Бурятия, Улан-Удэ, Россия

¹ sonyaxs82@gmail.com, ² zambalova2015@mail.ru,

³ lm.kaluda@mail.ru, ⁴ ikhamagaeva@mail.ru

Аннотация. Проблема метаболических нарушений в организме человека, вызывающих ожирение и сахарный диабет, актуальна. Альтернативным способом профилактики и лечения этих болезней является применение комбинированных синергетических биологически активных средств. Облепиховое масло выступает натуральным источником незаменимых и ненасыщенных жирных кислот, других биоактивных соединений. Семена облепихи характеризуются уникальным сочетанием омега-3, 6, 7, 9 жирных кислот, обладающих антиоксидантными и кардиозащитными свойствами. Мягкая часть ягоды и кожура облепихи являются одним из немногих растительных источников с высоким содержанием мононенасыщенной жирной кислоты омега-7 (43 %), которая регулирует липидно-углеводный обмен в организме. Известно также, что важнейшая роль в профилактике и коррекции липидного обмена принадлежит пробиотическим микроорганизмам. В целом исследования, посвященные влиянию полиненасыщенных жирных кислот облепихового масла на пробиотические микроорганизмы, ограничены. Поэтому облепиховое масло и чистые культуры бифидобактерий *Bifidobacterium longum* DK-100 были выбраны для создания мультифункциональной биологически активной добавки. В данной работе изучено влияние полиненасыщенных жирных кислот облепихового масла на биохимическую активность бифидобактерий. Установлена наиболее благоприятная концентрация облепихового масла (3 %), которая увеличивает численность клеток бифидобактерий при культивировании. Доказано, что в присутствии облепихового масла пролонгируется способность к хранению бактериального концентрата. Жизнеспособный статус клеток бифидобактерий составляет сотни миллиардов клеток в одном кубическом сантиметре. Вероятно, полиненасыщенные жирные кислоты облепихового масла включаются в метаболизм бактериальной клетки как компонент мембранных фосфолипидов и запасных веществ.

Ключевые слова: облепиховое масло, полиненасыщенные жирные кислоты, бифидогенные свойства, бифидобактерии

Для цитирования: Хазагаева С. Н., Замбалова Н. А., Качанина Л. М., Хамагаева И. С. Бифидогенные свойства облепихового масла // Дальневосточный аграрный вестник. 2023. Том 17. № 2. С. 131–137. doi: 10.22450/19996837_2023_2_131.

Original article

Bifidogenic properties of sea buckthorn oil

Sofia N. Khazagaeva¹, Natalia A. Zambalova²,
Lyudmila M. Kachanina³, Irina S. Khamagaeva⁴

^{1, 2, 3, 4} East Siberia State University of Technology and Management

Republic of Buryatia, Ulan-Ude, Russia

¹ sonyaxs82@gmail.com, ² zambalova2015@mail.ru,

³ lm.kaluda@mail.ru, ⁴ ikhamagaeva@mail.ru

Abstract. The problem of metabolic disorders in the human body, causing obesity and diabetes mellitus, is relevant. An alternative way to prevent and treat these diseases is the use of combined synergistic biologically active agents. Sea buckthorn oil is a natural source of essential and unsaturated fatty acids and other bioactive compounds. Sea buckthorn seeds are characterized by a unique combination of omega-3, 6, 7, 9 fatty acids with anti-toxic and cardio-protective properties. The soft part of the berry and the peel of sea buckthorn is one of the few vegetable sources with a high content of omega-7 monounsaturated fatty acid (43 %), which regulates lipid-carbohydrate metabolism in the body. It is known that probiotic microorganisms play an important role in the prevention and correction of lipid metabolism. In general, studies on the effect of polyunsaturated fatty acids of sea buckthorn oil on probiotic microorganisms are limited. Therefore, sea buckthorn oil and pure cultures of bifidobacteria *Bifidobacterium longum* DK-100 were chosen to create a multifunctional dietary supplement. In this paper, the effect of polyunsaturated fatty acids of sea buckthorn oil on the biochemical activity of bifidobacteria was studied. The most favorable concentration of sea buckthorn oil of 3 % was found to increase the number of bifidobacteria cells during cultivation. It has been proved that the storability of the bacterial concentrate is prolonged in the presence of sea buckthorn oil. The viable status of bifidobacteria cells is hundreds of billions cells in 1 cm³. Probably, polyunsaturated fatty acids of sea buckthorn oil are included in bacterial cell metabolism as a component of membrane phospholipids and storage substances.

Keywords: sea buckthorn oil, polyunsaturated fatty acids, bifidobacteria, bifidogenic properties

For citation: Khazagaeva S. N., Zambalova N. A., Khamagaeva I. S., Kashchanina L. M. Bifidogennyye svoystva oblepikhovogo masla [Bifidogenic properties of sea buckthorn oil]. *Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin.* 2023; 17; 2: 131–137 (in Russ.). doi: 10.22450/19996837_2023_2_131.

Введение. Питание является важнейшим фактором, определяющим здоровье и благополучие человека. Человеческий организм состоит из различных видов микроорганизмов, формирующих нормальную микробиоту желудочно-кишечного тракта, которая находится в симбиозе с клетками хозяина.

Данная микробиота принимает активное участие в поддержании иммунного статуса человека и снижении вероятности возникновения многих заболеваний. Микробиом желудочно-кишечного тракта связан с регуляцией обменных процессов в организме человека. Кроме того, полезная микрофлора участвует в формировании состава метаболитов кишечника, в процессах всасывания и выведения воды и солей, в нейтрализации опасных соединений; она предотвращает мутационные процессы, является хранилищем и источником генетического материала [1, 2].

Облепиховое масло содержит уникальный состав полезных биоактивных веществ, в которых нуждается организм человека. Оно является природным натуральным растительным источником жирорастворимых витаминов К, Е, F, провитамина А [3]. Наиболее существенным его свойством выступает сбалансированный

состав входящих в него витаминов, микроэлементов и ненасыщенных жирных кислот. Ненасыщенные жирные кислоты, входящие в состав облепихового масла (такие как пальмитолеиновая, линолевая, линоленовая) проявляют иммуномодулирующие и антиоксидантные свойства, кардиопротективный эффект; регулируют концентрацию липидов в плазме крови. Жирные кислоты продуцируют ряд предшественников, таких как эйкозаноиды, декораноиды, стероидные гормоны и желчные кислоты, и все они необходимы для адекватного функционирования метаболизма [4].

Отличительной чертой плодов облепихи является качественный и количественный состав ее жирных кислот, особенно наличие группы жирных кислот омега-7, которое выше, чем у любого другого растения [5–8].

Ранее установлено, что жирные кислоты могут модулировать состав и метаболическую активность полезной микробиоты кишечника. Омега-3, омега-6 кислоты и их изомеры, входящие в состав масла семян облепихи, являются физиологическим компонентом клеточных мембран бактерий и играют роль в механизме клеточного транспорта. Основная роль бакте-

риальных жирных кислот заключается в том, чтобы действовать как гидрофобный компонент мембранных липидов (обычно фосфолипидов) и терморезистентный фактор защиты [2].

Целью работы явилось исследование влияния облепихового масла на биохимическую активность бифидобактерий.

Материалы и методы исследований. Эксперимент проведен в научно-исследовательской лаборатории Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления.

Облепиховое масло и чистые культуры бифидобактерий *Bifidobacterium longum* DK-100 были выбраны как возможные наиболее подходящие синергисты для создания биологически активной добавки [2].

Скорость роста бифидобактерий измеряли при длине волны 490 нм фотокориметрическим методом на спектрофотометре PD 303 APEL [9].

Посевы для количественного учета клеток проводили на питательной среде ГМС. Бактериальный препарат, окрашенный по Граму, микроскопировали в иммерсионной системе с увеличением $\times 1\ 000$.

Результаты исследований. В первой серии опытов определяли влияние

разных доз облепихового масла на биохимическую активность бифидобактерий.

Основой питательной среды для культивирования бифидобактерий была осветленная творожная сыворотка, содержащая 1 %; 3 % и 5% облепихового масла.

По значениям показателей средней удельной скорости роста бактерий, титру жизнеспособных клеток и накоплению биомассы судили о влиянии различных концентраций на биохимическую активность микроорганизмов (рис. 1–2).

Наиболее благоприятная доза внесения масла по результатам исследований составила 3 %, количество жизнеспособных клеток в конце культивирования достигло 1×10^{12} к. о. е./см³.

Итак, введение в питательную среду облепихового масла приводит к значительному увеличению численности бифидобактерий.

В дальнейших исследованиях изучали хранимоспособность бактериального концентрата в течение четырех месяцев при температуре 4–6 °С. О способности к сохранению судили по количеству жизнеспособных клеток (рис. 3). В течение трех месяцев численность клеток остается на стабильно высоком уровне и составляет 1×10^{11} к. о. е./см³. При последующем хра-

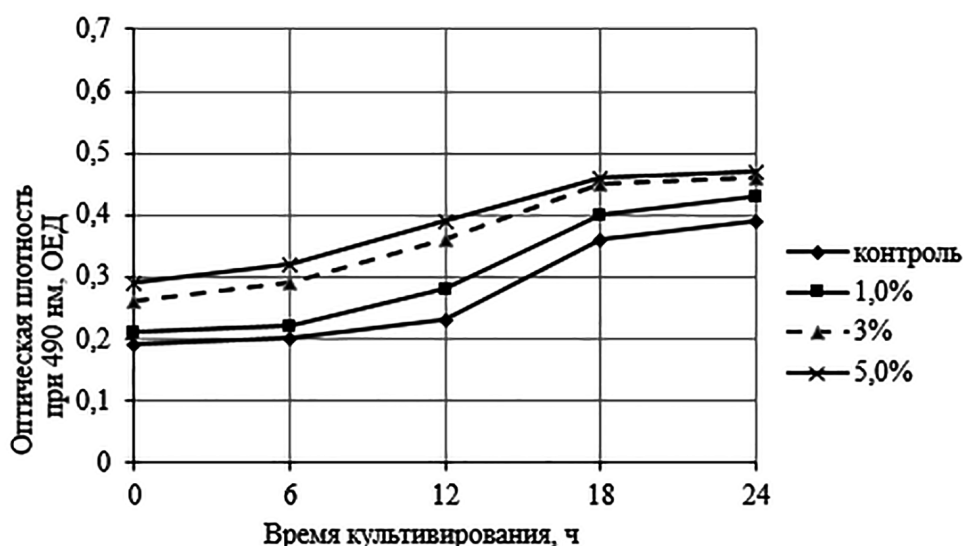


Рисунок 1 – Рост биомассы *Bifidobacterium longum* DK-100 в зависимости от концентрации облепихового масла

Figure 1 – Biomass growth of *Bifidobacterium longum* DK- 100 depending on the concentration of sea buckthorn oil

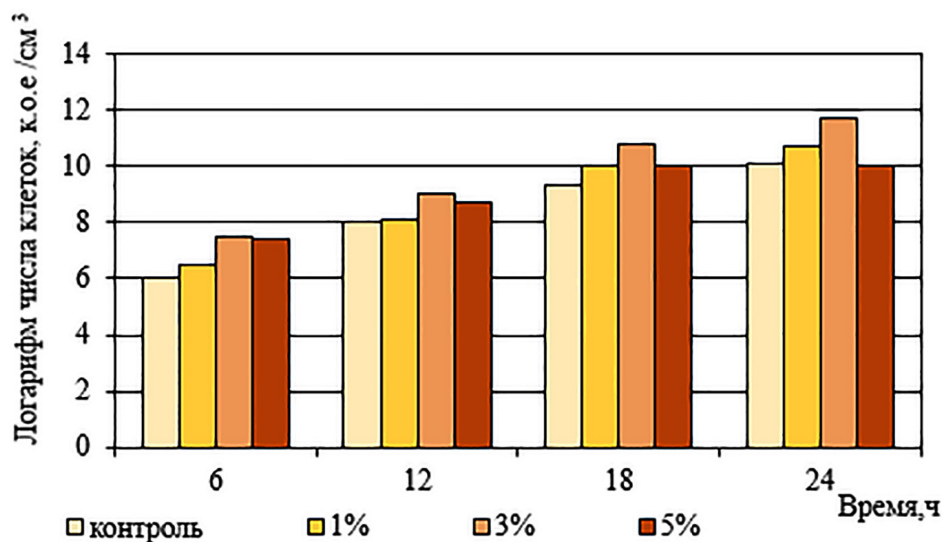


Рисунок 2 – Рост клеток *Bifidobacterium longum* DK-100 в зависимости от концентрации облепихового масла
Figure 2 – Growth of *Bifidobacterium longum* DK-100 cells depending on the concentration of sea buckthorn oil



Рисунок 3 – Жизнеспособность *Bifidobacterium longum* DK-100 при хранении
Figure 3 – Viability of *Bifidobacterium longum* DK-100 during storage

нении их количество снижается на порядки (10^{10} к. о. е./см³).

Анализ микрокартины (рис. 4) также свидетельствует о высокой плотности популяций бифидобактерий. Тинкториальные свойства клеток характеризуют сохранение жизнеспособного статуса большинства клеток.

Выводы. На основании экспериментальных данных можно заключить, что в присутствии облепихового масла увеличивается количество бифидобактерий, их жизнеспособность при хранении.

Полиненасыщенные жирные кислоты облепихового масла обладают стимулирующим рост и защитным действием, следовательно, могут выступать в роли пребиотиков для бифидобактерий.

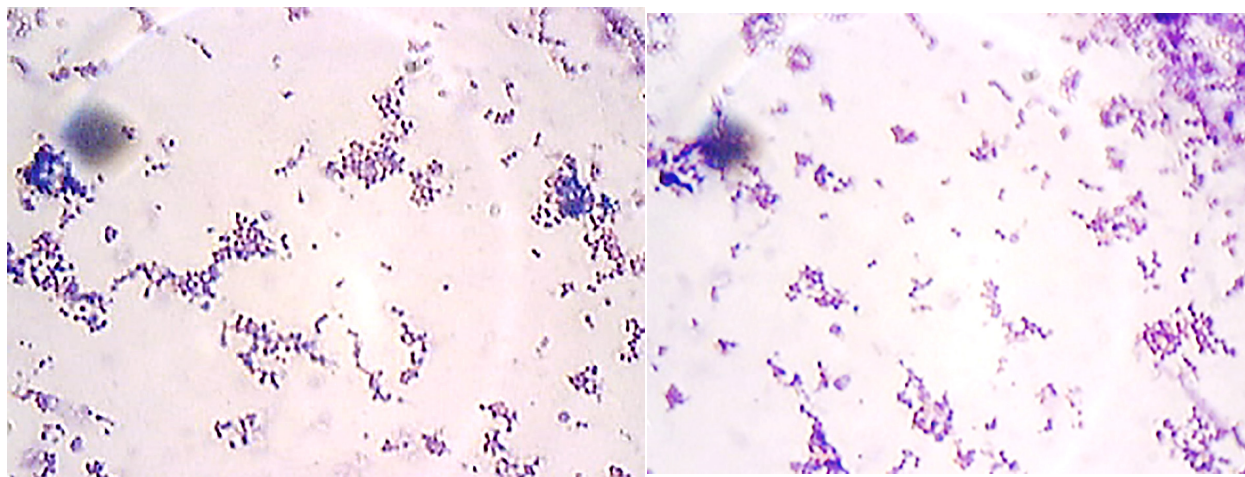


Рисунок 4 – Морфология *Bifidobacterium longum* DK-100 при хранении
Figure 4 – Morphology of *Bifidobacterium longum* DK-100 during storage

Список источников

1. Использование растительного сырья при производстве кисломолочных продуктов для специализированного питания / Е. И. Решетник, С. Л. Грибанова, Д. В. Егоров, Н. В. Грицов // Индустрия питания. 2021. Т. 6. № 4. С. 39–46.
2. Хамагаева И. С., Замбалова Н. А., Буянтуева Л. В. Влияние омега-3 и омега-6 жирных кислот на метаболизм бифидобактерий // Вестник Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления. 2014. № 2 (47). С. 72–78.
3. Shahidi F., de Camargo A. C. Tocopherols and tocotrienols in common and emerging dietary sources: occurrence, applications, and health benefits // International Journal of Molecular Sciences. 2016. Vol. 17 (10). P. 1745.
4. Zhao G. Dietary α -linolenic acid reduces inflammatory and lipid cardiovascular risk factors in hypercholesterolemic men and women // The Journal of Nutrition. 2004. Vol. 134. No. 11. P. 2991–2997.
5. Larmo P. S. Effects of sea buckthorn and bilberry on serum metabolites differ according to baseline metabolic profiles in overweight women: a randomized crossover trial // The American Journal of Clinical Nutrition. 2013. Vol. 98. No. 4. P. 941–951.
6. Solà Marsiñach M., Cuenca A. P. The impact of sea buckthorn oil fatty acids on human health // Lipids in Health and Disease. 2019. Vol. 18. No. 1. P. 1–11.
7. Teleszko M. Analysis of lipophilic and hydrophilic bioactive compounds content in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2015. Vol. 63. No. 16. P. 4120–4129.
8. Троняева О. В., Сафонова Е. Ф. Сравнительная характеристика растительных масел и масляных экстрактов, применяемых в фармации // Химия растительного сырья. 2013. № 4. С. 77–82.
9. Определение кинетических параметров роста и зависимости окислительной активности от негативных факторов внешней среды у дрожжевых штаммов *Candida maltosa* и *Debaryomyces hansenii* / В. А. Арляпов, С. С. Каманин, Н. Ю. Юдина, В. А. Алферов // Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. 2009. № 2. С. 203–213.

References

1. Reshetnik E. I., Griбанова S. L., Egorov D. V., Gricov N. V. Ispol'zovanie rastitel'nogo syr'ja pri proizvodstve kislomolochnyh produktov dlja specializirovannogo pitaniya [The use of vegetable raw materials in the production of fermented milk products for specialized nutrition]. *Industrija Pitaniya. – Food Industry*, 2021; 6 (4): 39–46 (in Russ.).
2. Hamagaeva I. S., Zambalova N. A., Bujantueva L. V. Vlijanie omega-3 i omega-6 zhirnyh kislot na metabolizm bifidobakterij [The influence of omega-3 and omega-6 fatty acids on the metabolism of bifidobacteria]. *Vestnik Vostochno-Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta tekhnologij i upravleniya. – Bulletin of the East Siberian State University of Technology and Management*, 2014; 2 (47): 72–78 (in Russ.).
3. Shahidi F., de Camargo A. C. Tocopherols and tocotrienols in common and emerging dietary sources: occurrence, applications, and health benefits // *International Journal of Molecular Sciences*. 2016. Vol. 17 (10). P. 1745.
4. Zhao G. Dietary α -linolenic acid reduces inflammatory and lipid cardiovascular risk factors in hypercholesterolemic men and women. *The Journal of Nutrition*, 2004; 134; 11: 2991–2997.
5. Larmo P. S. Effects of sea buckthorn and bilberry on serum metabolites differ according to baseline metabolic profiles in overweight women: a randomized crossover trial. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 2013; 98; 4: 941–951.
6. Solà Marsiñach M., Cuenca A. P. The impact of sea buckthorn oil fatty acids on human health. *Lipids in Health and Disease*, 2019; 18; 1: 1–11.
7. Teleszko M. Analysis of lipophilic and hydrophilic bioactive compounds content in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2015; 63; 16: 4120–4129.
8. Tronyaeva O. V., Safonova E. F. Sravnitel'naja harakteristika rastitel'nyh masel i masljanyh jekstraktov, primenjaemyh v farmacii [Comparative characteristics of vegetable oils and oil extracts used in pharmacy]. *Himija rastitel'nogo syr'ja. – Chemistry of plant raw material*, 2013; 4: 77–82 (in Russ.).
9. Arlyapov V. A., Kamanin S. S., Judina N. Yu., Alferov V. A. Opredelenie kineticheskikh parametrov rosta i zavisimosti okislitel'noj aktivnosti ot negativnyh faktorov vneshnej sredy u drozhzhevyh shtammov *Candida maltosa* i *Debaryomyces hansenii* [Determination of growth kinetic parameters and dependence of oxidative activity on negative environmental factors in yeast strains *Candida maltosa* and *Debaryomyces hansenii*]. *Izvestija Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Estestvennye nauki. – Bulletin of the Tula State University. Natural Sciences*, 2009; 2: 203–213 (in Russ.).

© Хазагаева С. Н., Замбалова Н. А., Качанина Л. М., Хамагаева И. С., 2023

Статья поступила в редакцию 20.04.2023; одобрена после рецензирования 17.05.2023; принята к публикации 24.05.2023.

The article was submitted 20.04.2023; approved after reviewing 17.05.2023; accepted for publication 24.05.2023.

Информация об авторах

Хазагаева Софья Николаевна, кандидат технических наук, доцент, Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, sonyaxs82@gmail.com;

Замбалова Наталья Александровна, кандидат экономических наук, доцент, Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, zambalova2015@mail.ru;

Качанина Людмила Михайловна, кандидат технических наук, доцент, Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, lm.kaluda@mail.ru;

Хамагаева Ирина Сергеевна, доктор технических наук, профессор, Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, ikhamagaeva@mail.ru

Information about authors

Sofia N. Khazagaeva, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, East Siberia State University of Technology and Management, sonyaxs82@gmail.com;

Natalia A. Zambalova, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, East Siberia State University of Technology and Management, zambalova2015@mail.ru;

Lyudmila M. Kachanina, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, East Siberia State University of Technology and Management, lm.kaluda@mail.ru;

Irina S. Khamagaeva, Doctor of Technical Sciences, Professor, East Siberia State University of Technology and Management, ikhamagaeva@mail.ru