

# Оценка пищевой ценности и перспективы использования облепихи в продуктах питания

А.М. Золотарева, Т.Ф. Чиркина, А.М. Белых

*Восточно-сибирский государственный технологический университет*

*НЗПЯОС им. И.В. Мичурина*

Ценность облепихи в настоящее время определяется прежде всего высокими пищевыми и лечебными свойствами плодов. В ее плодах содержатся различные биологически активные вещества: каротиноиды, токоферолы, жирные кислоты, органические кислоты, фосфолипиды, белковые вещества, сахара, триацилглицериды, макро-, микроэлементы и др.

Так как основным продуктом переработки плодов облепихи является масло, содержание которого достигает в некоторых ее видах 20%, работа селекционеров направлена на создание сортов, богатых липидами. Лечебные свойства облепихового масла широко известны вследствие наличия в нем значительного количества каротина, линолевой и линоленовой кислот, стеролов.

В процессе переработки плодов облепихи на масло в агропромышленных хозяйствах ежегодно получают значительные количества побочных продуктов. В эту группу входят сок, шрот, древесная зелень, которые в силу своей специфичности не находят достойного применения в пищевой промышленности.

Технология производства облепихового сока затруднена вследствие расслаивания сложной трехслойной дисперсной системы "масло - вода - твердые частицы". Незначительное количество сока в настоящее время используется при приготовлении сиропа, однако в связи с высокой его кислотностью требуются значительные добавки сахара. Одним из направлений использования сока может быть производство уксуса. Нами разработана технология его получения. Утверждена соответствующая нормативная документация. Технология производства облепихового уксуса внедрена в одном из агропромышленных хозяйств Республики Бурятия.

В перспективе необходимо создание технологий производства осветленных соков, сиропов, концентратов с пониженным содержанием сахара.

Вторичным сырьем переработки плодов облепихи является также облепиховый шрот, который рекомендован для производства пищевой облепиховой муки. На муку облепиховую утверждена нормативная документация (ТУ 10 РСФСР 8-627-90), согласно которой она должна соответствовать следующим показателям: влажность – не более 12%, зольность – не более 2%, крупность – остаток на сите №067 по ГОСТ 3187-76 – не более 2%, проход через сито № 38 по ГОСТ 4403-77 – не менее 40,0%, содержание металломагнитной примеси на 1кг муки – не более 3,0 мг.

В 80-е годы появились работы, в которых рекомендуют использование облепиховой муки на пищевые цели. В частности, опубликованы данные по использованию облепиховой муки при производстве хлебобулочных изделий с целью обогащения белков зерновых некоторыми незаменимыми аминокислотами, в первую очередь лизином, для частичной замены молочного жира липидами облепиховой муки при производстве плавящихся сыров, а также при производстве рубленых мясных изделий взамен пшеничной муки. Однако эти данные не систематизированы [1-3].

Несмотря на ряд публикаций, химический состав облепиховой муки изучен недостаточно. В связи с этим нами проведено комплексное исследование белкового, липидного, углеводного, витаминного и минерального состава облепиховой муки [4-5].

Результаты экспериментов показали, что содержание белков в облепиховой муке составляет от 18 до 20%.

Сравнительные данные по содержанию белков (%), показывают, что облепиховая мука намного превосходит по данному показателю зерновые культуры и находится примерно на уровне масличных (подсолнечник, рапс и др.):

Зерновые	
овес	9,7
пшеница	9,3
кукуруза	11,0
подсолнечник	20,0
рапс	19,0
Облепиховая мука	18-20

Качество и пути использования белковых веществ определяются их фракционным и аминокислотным составом

Таблица 1 – Фракционный состав белков облепиховой муки, %

<b>Фракции белков</b>	<b>Облепиховая мука</b>	<b>Пшеница</b>
Альбумины	11,03±0,03	5-12
Глобулины	17,12±0,05	6-10
Проламины	48,31±0,09	40-45
Глютелины	24,17±0,07	35-40

Таблица 2 – Аминокислотный состав белков облепиховой муки, г/100 г

<b>Аминокислоты</b>	<b>Всего</b>	<b>В том числе свободные</b>
Аспарагиновая	13,53	1,03
Серин	13,04	2,13
Глутаминовая	55,51	9,53
Пролин	17,67	6,84
Глицин	24,43	3,75
Аланин	11,33	2,61
Гистидин	3,31	0,94
Аргинин	13,27	1,51
Треонин	4,19	0,55
Валин	8,51	1,14
Изолейцин	6,18	0,97
Лейцин	13,73	1,13
Тирозин+фенилаланин	9,77	2,04
Лизин	7,11	1,97
Метионин+цистеин	3,6	0,84
Триптофан	1,12	0,12

В результате фракционирования белков муки облепихи установлено, что 64% общей массы белка приходится на долю растворимых фракций.

Белки облепиховой муки, так же как и пшеничной, представлены в основном запасными белками. Количество структурных белков несколько меньше, чем в белках пшеницы.

Как видно из табл. 3, суммарный белок облепиховой муки полноценен, не имеет лимитирующих аминокислот, однако значения химических скоров свидетельствуют о некоторой разбалансировке белка из-за значительного содержания валина, лейцина и ароматических аминокислот, из заменимых аминокислот сравнительно много глутаминовой кислоты, глицина и пролина.

Делать выводы о биологической ценности белков только на основании значений химических скоров отдельных аминокислот можно лишь в первом приближении, поскольку химический скор предполагает полное выделение из белка кислоты в желудочно-кишечном тракте и ее полное усвоение.

Таблица 3 – Химический скор белков муки облепиховой относительно эталонного белка

Аминокислота	Белок ФАО/ВОЗ	Мука облепиховая	
	А	А	С
Треонин	4,0	4,19	102,2
Валин	5,0	8,51	170,2
Изолейцин	4,0	6,18	156,5
Лейцин	7,0	13,73	195,7
Тирозин+фенилаланин	6,0	9,77	161,8
Лизин	5,5	7,11	129,2
Метионин+цистеин	3,5	3,6	102,9
Триптофан	1,0	1,12	112,3

Примечание. А - содержание аминокислоты, г/100 г белка; С - химический скор, %

Более достоверную информацию о биологической ценности белка можно получить на основе изучения перевариваемости и усвояемости белков в желудочно-кишечном тракте и их анаболической эффективности.

В опытах *in vitro* изучали атакуемость белков протеолитическими ферментами по методу Покровского и Ертанова. Ход гидролиза контролировали по увеличению содержания тирозина. Перевариваемость белков облепиховой муки составила 80%. Такая степень переваривания несколько выше, чем у большинства зерновых, и лишь на 10% ниже, чем для белков сои.

Расчетный коэффициент эффективности белка (КЭБ) облепиховой муки составляет 2,1, или 84% относительно казеинового стандарта.

Данные перевариваемости согласуются с показателем ОБЦ (относительная биологическая ценность), который составил в эксперименте *in vivo*, с использованием тест-объекта тетрахимена пиродормис, 74% относительно стандартного белка казеина.

Полученные результаты дают основание рассматривать белки облепиховой муки не только как поставщика лизина, но и отнести их к хорошо усвояемым, а следовательно, целесообразным для использования в качестве дополнительного белкового источника.

В настоящее время согласно теории адекватного питания большое внимание уделяется пищевым волокнам. Сведения о наличии пищевых волокон в облепиховой муке практически отсутствуют. Нами в эксперименте изучен углеводный состав муки облепиховой.

Из табл. 4 видно, что содержание сахаров и некрахмальных полисахаридов в муке облепиховой составляет 23,86%, из них на долю сахарозы приходится 24%, а редуцирующих сахаров 76%. Мука содержит моносахаров в 3 раза больше, чем сахарозы. Этот факт является благоприятным для здоровья человека, поскольку, например, для людей пожилого возраста, а также занимающихся умственным трудом и ведущих малоподвижный образ жизни, необходимо, чтобы потребление сахарозы не превышало 15% от суточного потребления углеводов.

Установлено также, что мука облепиховая является хорошим источником пищевых волокон, в том числе пектинов.

Таблица 4 – Содержание углеводов в некоторых растительных источниках, г/100 г

Показатель	Пшеница	Рожь	Горох	Облепиховая мука
Общие сахара	1,65	1,44	5,91	3,71±0,01
Редуцирующие сахара	0,12	0,77	0,06	2,84±0,01
Сахароза	0,95	0,57	1,44	0,92±0,01
Пищевые волокна В том числе	10,23	9,74	13,12	20,11±0,08
сырая клетчатка	2,43	2,65	5,73	15,23±0,05
пектин	0,51	0,23	3,02	3,75±0,01

Для рационального использования пектина в пищевой промышленности необходимо всестороннее изучение его физико-химических свойств.

В табл. 5 представлены физико-химические показатели облепихового пектина в сравнении со свекловичным.

Полученный препарат представляет собой полиуронид довольно высокой степени чистоты, о чем свидетельствует низкий эквивалентный вес, одинаковый со свекловичным (для сравнения: полигалактуроновая кислота имеет эквивалентный вес 176). Облепиховый пектин содержит значительное количество свободных карбоксильных групп, обуславливающих довольно высокие ионообменные свойства. В сравнении со стандартной полигалактуронозой кислотой статическая емкость облепихового пектина составляет 81%. Довольно высокое содержание метоксильных групп делает неполным его растворение в воде. Значительное содержание ацетильных групп отрицательно сказывается на желирующей способности, что доказано в эксперименте – пектин облепихи образует слабое желе и потому как желирующий агент применяться не может.

Таблица 5 – Физико-химическая характеристика пектинов

<b>Показатели</b>	<b>Облепиховый</b>	<b>Свекловичный</b>
Растворимость, % в воде	95	100
в HCl	91	100
Зольность, %	2,1	1,2
Влажность, %	5,3	7,8
Метоксильные группы, %	9,2	3,3
Ацетильные группы, %	1,2	2,6
Свободные карбоксильные группы, %	20,3	19,7
Эквивалентный вес	225	225
Статическая обменная емкость, мг-экв/г по NaOH	4,6	4,0
по CaCl <sub>2</sub>	4,4	3,5
pH 1 % раствора	2,3-3,6	4,1

Пектиновые вещества являются хорошим комплексообразователем по отношению к тяжелым и некоторым радиоактивным металлам, что позволяет рекомендовать его для профилактики интоксикации людей.

Единого мнения о механизме действия пектинов и характере образующихся с металлами соединений до настоящего времени нет. Это связано с тем, что в зависимости от сырьевого источника и метода выделения пищевые волокна имеют разное химическое строение. По данным одних авторов, ионы металлов связываются остатками урановых кислот, значительное количество которых присутствует в пектиновых веществах и гемицеллюлозах. Другие авторы считают, что связывание катионов полигалактуроновыми кислотами происходит не только за счет карбоксильных, но и за счет гидроксильных групп. Количество свободных карбоксильных и гидроксильных групп зависит от сырьевого источника и метода выделения пищевых волокон.

Мы в эксперименте *in vitro* определяли сорбционную способность облепихового пектина и облепиховой муки по отношению к тяжелым металлам, а именно к ртути, кадмию, свинцу в связи с их высокой токсичностью.

Сорбционная способность в щелочной среде ко всем трем металлам выше, чем в кислой, и возрастает в ряду кадмий - ртуть - свинец. Сорбционная способность облепихового пектина в кислой среде составляет 23-31% от внесенного количества тяжелых металлов. В щелочной среде она возрастает до 42-63%. Облепиховая мука максимальную сорбционную способность проявляет в отношении свинца и ртути, а кадмий сорбирует на уровне коммерческих пектинов. Мука облепиховая в отношении ртути является более сильным комплексообразователем, чем пектин, видимо, во-первых, в связи с тем, что в ней содержится комплекс пищевых волокон, во-вторых, из-за наличия в ней флавоноидов, также способных образовывать комплексы с ионами тяжелых металлов.

По традиционной технологии получения облепихового масла диффузионным способом остаточное содержание липидов в облепиховой муке составляет 18-23 %.

Жирнокислотный состав отражает сумму кислот остаточного облепихового масла и масла экстрагента, в качестве которого взято подсолнечное. В табл. 6 приведены сведения по жирнокислотному составу

облепиховой муки. В ее жирнокислотном спектре преобладают ненасыщенные жирные кислоты, содержание которых достигает более 80%. Насыщенная фракция в основном представлена пальмитиновой и стеариновой кислотами. При сравнении жирнокислотного

состава облепиховой муки и подсолнечного масла, которое используют для диффузионного извлечения липидов облепихи, установили, что олеиновая (C<sub>18:1</sub>) и линолевая (C<sub>18:2</sub>) кислоты имеются в шроте в количествах приблизительно на 5% меньших, чем в подсолнечном масле. Наряду с этим, в отличие от масла из семян подсолнечника, масло шрота облепихи содержит пальмитоолеиновую кислоту (C<sub>16:1</sub>) и в небольших количествах пентадекановую (C<sub>15:1</sub>), гептадекановую и эйкозатетраеновую кислоты. Основное преимущество жирнокислотного состава остаточного масла перед подсолнечным заключается в присутствии в нем линоленовой кислоты (C<sub>18:3</sub>), относящейся к эссенциальным факторам питания.

Таблица 6 – Жирнокислотный состав остаточного масла облепиховой муки, %

<b>Кислота</b>	<b>Остаточное облепиховое масло</b>	<b>Подсолнечное масло</b>
Пентадекановая C <sub>15:0</sub>	0,04	–
Гексадекановая C <sub>16:0</sub>	11,42	6,21
9-гексадецен овая C <sub>16:1</sub>	7,18	Следы
Гептадекановая C <sub>17:0</sub>	Следы	.
Октадекановая C <sub>18:0</sub>	2,13	4,13
Цис-9-октадеценовая C <sub>18:1</sub>	17,14	23,12
Цис-цис-9-октадекадиеновая C <sub>18:2</sub>	54,18	59,84
9,12,15-октадекатриеновая C <sub>18:3</sub>	7,88	-
5,8,11,14-эйкозатетраеновая C <sub>20:3</sub>	Следы	-

Несмотря на то, что жом представляет собой выжимки от плодов после получения сока, в нем остаются в существенных количествах такие водорастворимые витамины, как аскорбиновая кислота, тиамин, рибофлавин, ниацин, в связи с тем, что эти витамины в основном находятся в семенах и кожце плодов [6]. Данные по витаминному составу представлены в табл. 7.

Анализ приведенных данных показывает, что около 50-70% витаминов группы В остается в муке облепихи (для сравнения: яблоки и капуста поставляют в организм человека такое же количество витаминов группы В, как и мука облепиховая).

В муке облепиховой остаточное содержание β-каротина составляет 10% от содержания витамина в плодах. Значительное снижение β-каротина объясняется технологией получения облепихового масла, предусматривающей обогащение подсолнечного масла жирорастворимыми витаминами, в том числе β-каротином. По содержанию β-каротина мука облепихи остается на уровне большинства овощных культур.

Таблица 7 – Витаминный состав муки облепиховой, мг/100 г

<b>Витамин</b>	<b>Плоды облепихи</b>	<b>Мука облепиховая</b>
β-каротин	1,50	0,110 ± 0,005
Тиамин	0,03	0,211 ± 0,001
Рибофлавин	0,05	0,334 ± 0,001
Ниацин	0,36	0,192 ± 0,001
Аскорбиновая кислота	200	24,641 ± 0,091

По сравнению с витаминным, минеральный состав муки облепиховой богаче, чем плодов, что связано с наличием в муке семян и кожцы плодов (табл. 8). По абсолютному содержанию минеральных веществ мука облепиховая превосходит такие продукты, как фасоль, соя, горох [7].

Данные табл. 8 показывают, что облепиховая мука является хорошим источником разнообразных макро- и микроэлементов, в том числе участвующих в кроветворении: железа, марганца. Их содержание в масличных колеблется в значительных пределах. Баклажаны, тыква, апельсины поставляют организму такое же количество железа, что и мука облепихи. Известно, что препараты железа плохо всасываются в желудочно-кишечном тракте, при этом отмечается, что органическое железо лучше усваивается, чем неорганическое. Для улучшения всасывания в состав

железосодержащих препаратов вводят аскорбиновую кислоту в качестве восстановителя 3-валентного железа. Поэтому продукты, богатые аскорбиновой кислотой, повышают всасывание железа из растительных источников [8]. Поскольку в муке облепиховой остаточное содержание витамина С имеет достаточно высокий уровень, можно предположить, что железо, находящееся в муке облепихи, находится в восстановленном состоянии.

Таблица 8 – Содержание макро- и микроэлементов в облепиховой муке

<b>Показатели</b>	<b>Плоды облепихи (на 100 г съедобной части)</b>	<b>Мука облепиховая (на 100 г)</b>
<i>Макроэлементы, мг</i>		
калий	159,0	530,1
кальций	11,0	8,2
натрий	9,6	13,1
магний	29,0	12,3
фосфор	20,1	44,2
<i>Микроэлементы, мкг</i>		
железо	120,4	330,2
марганец	21,9	92,3
медь	16,5	98,1
кобальт	0,1	0,1
никель	0,4	0,6
цинк	10,9	40,8

Облепиховая мука является хорошим источником калия. Обогащение пищевых продуктов калием желательнее, так как он обладает защитным действием против избытка натрия, который вводится в виде соли NaCl. Соотношения отдельных элементов в облепиховой муке играют, видимо, очень важную физиологическую роль, поскольку в тибетской медицине зола плодов облепихи издавна применяется при заболеваниях желудочно-кишечного тракта [8,9].

Обязательным отходом при традиционном и особенно при механизированном способе заготовки и переработки плодов облепихи является древесная зелень. Она представляет собой специфический вид листового и древесного сырья. Имеются работы, указывающие на биологическую ценность листьев облепихи, в которых установлено наличие флавоноидов, каротиноидов, дубильных веществ, однако эти сведения единичны и не систематизированы. Сведения об использовании древесной зелени на пищевые цели отсутствуют.

В данном сообщении отражен один из этапов комплексного изучения химического состава древесной зелени, а именно, содержание полисахаридов. Известно, что полисахара растительного происхождения обладают антимикробными, противовирусными, противоопухолевыми, антидотными свойствами. Данные по содержанию полисахаридов в древесной зелени представлены в табл. 9.

Таблица 9 – Содержание полисахаридов в древесной зелени облепихи крушиновидной, %

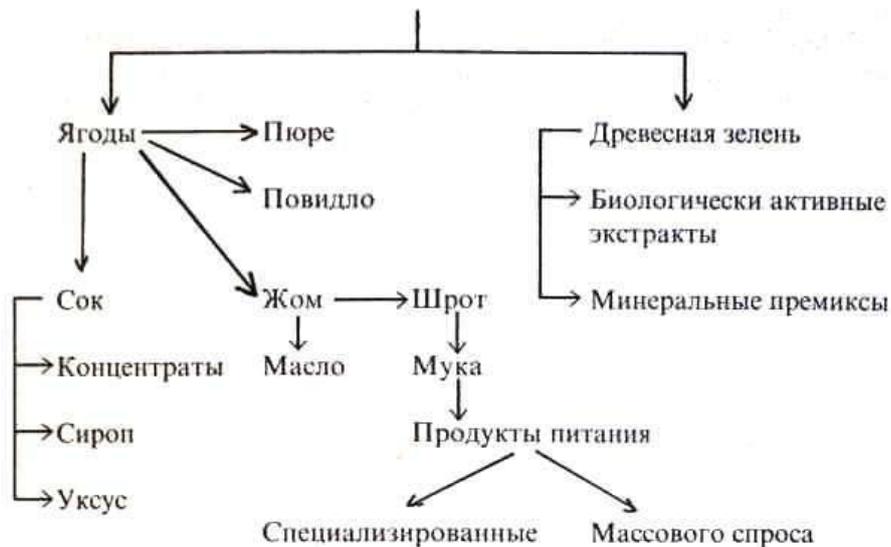
<b>Показатели</b>	<b>Листья</b>	<b>Одревесневшая зелень</b>
Пектин	0,57	0,45
водорастворимый	0,37	0,13
протопектин	0,20	0,32
Целлюлоза	9,07	15,12

По полученным нами результатам, содержание пектиновых веществ в листьях облепихи на 21% больше, чем в одревесневших побегах. Причем содержание протопектина в листьях на 46% меньше, чем водорастворимого пектина. Для одревесневшей зелени наблюдается обратная тенденция, и содержание протопектина превышает более чем в 2,5 раза водорастворимый пектин. По количеству целлюлозы одревесневшая зелень превосходит листья облепихи на 41%. Соотношение общего количества пектиновых веществ и целлюлозы в одревесневшей зелени составляет 0,029, в листьях – 0,062.

При отработке рекомендаций по поводу путей использования этого вида сырья необходимо дальнейшее его всестороннее исследование.

Данные, которыми мы в настоящее время располагаем, по содержанию биологически активных веществ в облепихе, позволяют представить схему ее переработки в следующем виде:

#### ОБЛЕПИХА КРУШИНОВИДНАЯ



#### Литература

1. Стабровская О.И., Лузина И.И., Бокам Е.И. Применение облепихового шрота при производстве диетических изделий // Проблема индустриализации общественного питания страны: Тез. докл. 2-й Всесоюз. науч. конф. – Харьков, 1989. – С. 20.
2. Мартыненко И.И. и др. Использование продуктов переработки облепихи при производстве хлебобулочных, макаронных и кондитерских изделий // Вопросы производства пищевых продуктов и рационального питания населения. – Кемерово, 1990. – С. 149.
3. Золотарева А.М., Цыренжапова О.Д., Чиркина Т.Ф., Цыбикова Д.Ц. Валеологические свойства мясного изделия, содержащего вторичные продукты переработки плодов облепихи // Тибетская медицина. Состояние и перспективы исследований: Сб. науч. тр. – Улан-Удэ, 1994. – С. 5.
4. Золотарева А.М., Чиркина Т.Ф., Гончикова Ц.Д., Карпенко Л.Д. Химический состав облепихового шрота // Изв. высш. учеб. заведений. Пищевая технология. – М., 1994. – С. 21-23.
5. Золотарева А.М., Чиркина Т.Ф., Цыбикова Д.Ц. и др. Облепиховая мука как пищевая добавка // Переработка растительного сырья и утилизация отходов: Сб. тр. – Красноярск, 1994. – Вып. 1. – С. 32.
6. Петрушевский В.В. Биологически активные вещества пищевых продуктов. – Киев, 1985. – 304 с.
7. Химический состав пищевых продуктов. Кн. 2 / Под ред. И.М. Скурихина, М.И. Волгарева. – М.: Агропромиздат, 1987. – 360 с.
8. Jlo Aing-tian, Huang Ju-pci, Jhand Mei-yu, Ji-Rilun // Acta Acad. Med. Sichuan. – 1984. – Vol. 15, № 1. – P. 69.
9. Асеева Т.А., Найдакова Ц.А. Пищевые растения в тибетской медицине. – Улан-Удэ: Бурят, кн. изд-во, 1984. – С. 62.