

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАСТИТЕЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В БАЙКАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ

Работа выполнена с целью оценки содержания биологически активных веществ в травянистых и ягодных растениях байкальского региона. Объектами исследования служили красные и черные листья бадана толстолистного и вторичные продукты переработки дикорастущей облепихи крушиновидной: семена и листья. Получены данные о содержании в изучаемых объектах фенольных соединений, витаминов, которые подтверждают их перспективность в качестве источников пищевого сырья, обладающего антиоксидантными свойствами.

Химический состав, листья бадана толстолистного, листья и семена облепихи крушиновидной.

В настоящее время, в условиях адаптации к рыночной экономике, на первое место выходят проблемы рационального использования сырьевых ресурсов. Поэтому проведение научных исследований, направленных на развитие отечественного агропромышленного комплекса, является важнейшим фактором реализации концепции государственной политики в области рационального природопользования.

Постоянно возрастающие потребности общества в биологически активных веществах, в том числе антиоксидантного характера, широко используемых в различных отраслях пищевой промышленности, обуславливают поиск перспективных источников их получения, к которым относится ежегодно возобновляемое растительное сырье.

Поэтому целью работы явилась оценка новых перспективных растительных источников биологически активных веществ как пищевых компонентов, обладающих антиоксидантными свойствами.

Количество биологически активных веществ даже в одном и том же виде растительного сырья зависит от многих факторов: генетических особенностей, климатических, гидрогеологических условий, места произрастания, возраста, фазы вегетации и др.

Объектами нашего исследования были выбраны черные и красные листья дикорастущего травянистого растения камнеломковых – бадана толстолистного (*Bergenia Crassifolia(L) Fritsch*) – в свежем и сушеном виде и вторичное сырье переработки дикорастущей облепихи крушиновидной *Hippophae rhamnoides L.* – семена и листья. Бадан толстолистный растет повсеместно в прибрежной зоне Байкала на затемненных, влажных склонах, в сосновых, кедрово-пихтовых, березово-сосновых горных лесах, поселяется на сухих солнечных склонах, нормально переносит суровые условия каменистых берегов горных рек. Достаточная обеспеченность сырьевыми запасами бадана в республике Бурятия не вызывает сомнения. Общая площадь бадановых зарослей на территории Бурятии занимает 600 тыс. га при средней урожайности сырых листьев 2,5 кг на кв.м, а корневищ – 2,1 кг/м² [1]. Бадан толстолистный относится к многолетним травянистым растениям. Особый интерес представляет его наземная часть. Благодаря своеобразному циклу развития на этом растении одновременно находятся зеленые листья (первого и второго года), красные (третьего и четвертого года) и черные (четвертого и

пятого года). Черные листья, по-существу, представляют отмершее ферментированное сырье. Их сбор можно начинать весной, сразу после таяния снега. Красные листья бадана ферментируются глубокой осенью, их заготовка в этот срок не причинит вреда растению.

Количество биологически активных веществ в листьях бадана на разных фазах вегетации неодинаково, но их качественный состав сходен и представлен разными группами фенольных соединений, водорастворимыми и жирорастворимыми витаминами, минеральными веществами. Благодаря наличию широкого спектра химических соединений бадан толстолистный с давних пор использовался в качестве лекарственного растения в народной тибетской и монгольской медицине. Противовоспалительные, мощные антимикробные, мочегонные, адаптогенные и др. свойства бадана лежат в основе лечения разных заболеваний. При оценке иммунокорректирующих свойств черных листьев бадана толстолистного установлено их благотворное влияние на все звенья иммунной защиты [2]. Бадан относится к растениям, накапливающим дубильные вещества в значительных количествах. В фенольный комплекс входят полимерные и мономерные соединения, соответственно флавоноиды и простые фенолы: гидрохинон и его гликозид арбутин [3].

Из числа реакций, в которых участвуют фенольные соединения, наибольший интерес и практическую ценность представляют реакции окисления, обуславливающие антиоксидантные свойства фенолов. Главным действующим началом, обеспечивающим фенольным антиоксидантам способность тормозить радикальные процессы окисления, являются ароматическое ядро и карбонильные и гидроксильные функциональные группы. Антиоксидантные свойства фенольных соединений и витаминов бадана могут быть использованы не только при создании лекарственных препаратов, но и в пищевой промышленности для замедления окислительных процессов, происходящих в сырье и готовых продуктах на разных стадиях технологического процесса при хранении. В связи с этим мы изучали общий химический состав, содержание фенольных соединений и витаминов. Данные представлены в табл. 1- 4.

Таблица 1

Общий химический состав

Показатели	Содержание, %	
	Черные листья	Красные листья
Влага	9,71±0,20	66,34±1,87
Белок	3,97±0,01	2,89±0,03
Редуцирующие сахара	9,66±0,02	9,23±0,11
Сырая клетчатка	13,75±0,07	18,16±0,02
Пектиновые вещества	2,16±0,06	
Органические кислоты, в пересчете на яблочную	1,867±0,05	1,46±0,05

Таблица 2

Фенольные соединения
(% на абсолютно сухое вещество)

Показатели	Черные листья	Красные листья (осенний сбор)
Галлотаннины	16,88±0,24	25,60±0,10
Простые фенолы	8,24±0,03	17,88±0,21
Сумма флавоноидов	2,18±0,04	2,55±0,03

Из данных табл. 1 следует, что черные листья бадана практически не требуют досушивания, тогда как красные листья достаточно влажны, поэтому для их длительного хранения важно выбрать способ консервирования, приводящий к наименьшим потерям в нем биологически активных веществ. Традиционно свежее листовое сырье сушат воздушно-теньевым способом (ВТС), не требующим специального оборудования и энергозатрат. Однако этот способ требует много времени и больших площадей. Что касается потерь биологически активных веществ при ВТС, то в нашем случае они составили: у флавоноидов – 13,4%, арбутина – 9,8%, рибофлавина – 17,3%. Достоверное снижение содержания дубильных веществ не установлено.

Альтернативными способами обезвоживания растительного сырья служит ИК-сушка и СВЧ-сушка. Эти способы предусматривают более высокие температуры, продолжительность сушки резко уменьшается. Длительность ИК-сушки листьев бадана составляла 1,5 часа при температуре 50°C; СВЧ-сушку проводили при мощности 300W в течение 20 минут.

Результаты эксперимента показали, что к повышению температуры сушки наименее устойчивы флавоноиды, сумма которых при ИК-сушке уменьшилась на 4,3%, при СВЧ-сушке – на 10,4% против ВТС. Содержание арбутина при ИК-сушке было выше на 2,3%, а при СВЧ-обработке – на 9,6% выше, чем при ВТС. На содержание дубильных веществ способ сушки не оказал существенного влияния.

Таким образом, выбор способа сушки зависит от того, какой биологически активный компонент нужно сохранить в большей степени для его дальнейшего использования.

Анализ результатов табл. 2-4 по содержанию биологически активных веществ показывает, что фенольные соединения в черных листьях бадана подвергаются значительной ферментации, уменьшаясь в среднем в 2 раза против красных листьев, хлорофиллы полностью разрушаются, но идет накопление во-

дорастворимого рибофлавина. Красные листья богаче жирорастворимыми витаминами, особенно токоферолами. Однако содержание токоферолов в черных листьях все же в 30 раз превышает таковое в листовых культурах – укропе, петрушке, сельдерее.

Таблица 3

Содержание витаминов в листьях бадана в мг/100 г

Витамины	Черные листья	Красные листья
Аскорбиновая кислота	76,5±0,03	-
Тиамин	0,0837,82±0,06	-
Рибофлавин	0,262±0,01	0,0327,82±0,006
Каротиноиды	33,4±0,01	-
β-каротин	4,19±0,02	7,82±0,06
Витамин К	1,60±0,02	2,82±0,13
Витамин Е	0,35±0,03	47,90±1,75
Сумма хлорофиллов	-	45,33±0,10

По содержанию витамина С черные листья бадана превосходят многие овощные культуры, традиционно используемые в рационах питания, такие как лук зеленый, петрушка (30-35 мг%), сельдерей, салат (8 мг %) и многие другие.

Кроме этого, листья бадана богаче аскорбиновой кислотой, чем некоторые травянистые дикоросы, такие как чабер летний, одуванчик лекарственный, шпинат, подорожник большой, женьшень, трава пастушьей сумки и другие.

В черных листьях бадана содержание рибофлавина выше, чем во многих дикорастущих, съедобных травах, где количество витамина В₂ колеблется в достаточно широком диапазоне – от 0,06-0,08 мг% в борщевике и более чем 0,1 мг% в колокольчике, дуднике, щавеле, кинзе, крапиве и других. Нужно отметить, что содержание рибофлавина в наиболее употребляемых овощах и фруктах составляет 0,01-0,06 мг%.

Содержание витамина В₁ согласуется с имеющимися немногочисленными данными, в которых отмечается, что среднее содержание тиамина в дикоросах составляет 0,12 мг на 100 г сырой массы.

Перспективными растительным сырьем является также дикорастущая облепиха крушиновидная, естественные заросли которой в Бурятии занимают массивы в низовьях реки Темник с ее притоками, вдоль реки Джиды, в Тункинской долине. Естественно, дикорастущая облепиха по своей продуктивности уступает селекционным сортам, но все же она является генетическим фондом культуры, сохраняющей и накапливающей признаки, наиболее адаптированные к климатическим изменениям среды обитания. Ягоды облепихи известны как поливитаминное и маслянистое сырье, но в зависимости от способа их переработки получаемые продукты будут иметь свой химический состав. В этом плане хорошо изучен состав масла, сока, шрота, но ресурсосберегающие технологии предусматривают рациональное использование всей биомассы облепихи, в том числе ее семян и древесной зелени.

В настоящее время при традиционной технологии переработки облепихового сырья семена используются в составе шрота или в качестве посевного материала. Анализ литературных данных показал, что подробный химический состав семян не был изучен, хотя издавна ценилось в Китае так называемое «белое

масло», получаемое из семян облепихи в качестве лечебного и профилактического средства.

В эксперименте исследован химический состав семян облепихи Селенгинского экотипа. Состав семян облепихи представлен в табл. 5.

Семена облепихи характеризуются высоким содержанием жиров. Ввиду их значительного количества и лечебной значимости интерес представляло исследование фракционного и жирнокислотного состава.

Таблица 4
Состав семян облепихи

Показатели	Содержание
Жиры, %	15,45±0,75
Белки, %	25,06±1,14
Углеводы, %	23,11±1,12
Клетчатка	14,21±0,58
Пектин	3,46±0,15
Крахмал	2,71±0,11
Моно- и дисахара, в т.ч. редуцирующие	2,29±0,10
Флавоноиды, %	1,54±0,06
Токоферол, мг/100г	50,01±2,13
Каротиноиды, мг/100г	4,25±0,22
Аскорбиновая кислота, мг/100г	6,51±0,32
Тиамин, мг/100г	1,02±0,07
Рибофлавин, мг/100г	0,25±0,01

В системе петролейный эфир : этиловый эфир : уксусная кислота в соотношении 90:10:1 было установлено, что неполярные липиды в облепиховом семени представлены моноацилглицеринами и диацилглицеринами на 24 и 18 % соответственно, на долю триацилглицеринов приходится порядка 58%. Данные исследования жироподобных веществ семян облепихи по фракциям в системе хлороформ : метанол : аммиак (65:25:4) показали преобладание фракции фосфолипидов, наличие сфинголипидов и цероброзидов.

Присутствие сфингомиелинов и цереброризидов, которые играют значительную роль в реализации важнейших функций клеток, усиливает биологическую значимость липидов семян облепихи. Жирнокислотный состав семян облепихи представлен в табл. 5.

Значительное количество липидов обуславливает наличие жирорастворимых биологически активных веществ, в том числе токоферолов, проявляющих антиокислительные свойства.

По содержанию тиамин и рибофлавина семена облепихи на порядок превосходят многие виды растительного сырья.

Таким образом, состав семян облепихи характеризует их как сырье с высоким содержанием таких биологически активных веществ, как флавоноиды, токоферолы, тиамин и рибофлавин.

В эксперименте исследован состав древесной зелени биомассы облепихи, состоящей из листьев и недревесневших побегов. Химический и витаминный состав листьев облепихи представлен в табл. 6.

Таблица 5

Жирнокислотный состав липидов семян облепихи

Жирные кислоты	Массовая доля в

	жире, %
Сумма насыщенных кислот, в т.ч.	21,04
Миристиновая C _{14:0}	2,11
Пальмитиновая C _{16:0}	10,26
Стеариновая C _{18:0}	8,26
Арахидиновая C _{20:0}	0,33
Сумма мононенасыщенных кислот, в т.ч.	22,21
Миристолеиновая C _{14:1}	0,14
Пальмитолеиновая C _{16:1}	4,78
Олеиновая C _{18:1}	12,87
Гадолеиновая C _{20:1}	1,01
Сумма полиненасыщенных кислот, в т.ч.	52,90
Линолевая C _{18:2}	28,99
Линоленовая C _{18:3}	21,78
Арахидононовая C _{20:4}	1,62

В листьях облепихи усвояемые углеводы составляют порядка 50% всех углеводов. Причем установлено, что дисахара представлены сахарозой в количестве 2,55% и редуцирующими сахарами – 4,95%. Кроме того, содержание пищевых волокон составляет 9,26%, из которых 3% приходится на долю протопектина.

Таблица 6
Состав листьев облепихи

Показатель	Содержание, %
Белки	1,40±0,067
Зола	5,96±0,21
Моно- и дисахара	9,50±0,13
Клетчатка	9,07±0,35
Сумма флавоноидов	2,45±0,07
Дубильные вещества	13,27±0,71
Аскорбиновая кислота	97,52±3,10 мг%
Тиамин	0,034±0,001 мг%
Рибофлавин	0,029±0,001 мг%
Каротиноиды, в.т.ч. β-каротин	8,83±3,18 мг%
Хлорофилл	4,11±0,18 мг%
	23,45±1,14 мг%

В листьях облепихи значительное количество аскорбиновой кислоты, а по содержанию флавоноидов они сопоставимы с листьями бадана.

Побеги уступают по содержанию витаминов листьям, за исключением β-каротина, но является наряду с листьями источниками макро- и микроэлементов.

В эксперименте доказано, что данное сырье не токсично и не аллергенно. Содержание тяжелых металлов в древесной зелени облепихи не превышает санитарных норм, предъявляемых к растительному сырью. Поэтому древесная зелень облепихи может быть вовлечена в сферу промышленного производства.

Таким образом, все изученные виды растительного сырья содержат как водорастворимые, так и липофильные химические соединения, обладающие антиоксидантными свойствами. Однако для использования их в разных областях пищевой промышленности нужно учитывать некоторые особенности химического состава. Так, в семенах облепихи много клетчатки, в красных листьях бадана много дубильных веществ, обладающих горьким вкусом, поэтому требуются технологические способы коррекции химического состава указанного сырья.

1. Лубсандоржиева П.Б. Серия: Лекарственные растения тибетской медицины. Бадан толстолистный. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2002. – 90с.
2. Седунова Е.Г. Возможность использования черных листьев бадана толстолистного в качестве природного иммуномодулятора / Лебедева С.Н., Жамсаранова С.Д. Новые научные технологии в Дальневосточном регионе. – Благовещенск, 1999. – С.51-52.
3. Федосеева А.М. Выделение некоторых фенольных соединений и идентификация арбутина из листьев бадана // Химия растительного сырья. – 2003. – № 2. – С. 110-111.

ГОУ ВПО «Восточно-сибирский государственный
технологический университет»,
670013, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ

SUMMARY

The perspective herbal sources of bioactive substance in Baikal region

T.F. Chirkina, A.M. Zolotareva, Z.A. Plastinina.

GOU VPO East-Siberian State University of Technology, Zolotareva_am@mail.ru

It established that red and black *Bergenia Crassifolia* Fritsch leaves, seeds and leaves of *Hippophae rhamnoides* are perspective sources of antioxidants.

