

УДК 551:577:631:632:634:664

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МЕСТООБИТАНИЙ И ПЛОДОВ ОБЛЕПИХИ В РЕСПУБЛИКЕ ТЫВА

<sup>1</sup>Торопова Е.Ю., <sup>2</sup>Ховалыг Н.А.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Новосибирский государственный аграрный университет» Министерства сельского хозяйства РФ, Новосибирск, e-mail: helento@ngs.ru;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «Тувинский государственный университет», Кызыл, e-mail: hovalyg.nadejda@yandex.ru

Выявлены неблагоприятные антропогенные экологические факторы, воздействующие на естественные фитоценозы облепихи в районах Республики Тыва. Выявлено наиболее благоприятное экологическое состояние фитоценозов облепихи в пойме реки Элегест. Установлено, что содержание в плодах облепихи токсикантов 1-го класса (кадмий, мышьяк, ртуть, свинец), 2-го класса (кобальт, медь), слаботоксичных (марганец, железо) не превышает ПДК как в естественных, так и в искусственных фитоценозах. Отмечены случаи накопления цинка и никеля на уровне или несколько выше ПДК. Во всех случаях концентрация токсичных элементов несколько (в пределах ПДК) выше в естественных фитоценозах, чем в искусственных. При этом кадмий и мышьяк чаще накапливались в фазу роста плодов, цинк и медь – в фазу созревания. Содержание радионуклидов (цезия-137, стронция-90) в плодах облепихи естественных и искусственных фитоценозов было ниже ПДК соответственно в 18–80 и 13–27 раз. Поллютанты разных групп токсичности обнаружены в водах реки Элегест и светло-каштановой почве Чеди-Хольского района, где расположены искусственные фитоценозы облепихи, в концентрациях ниже ПДК. Исключение составил кадмий, концентрация которого в воде реки Элегест превышала ПДК, хотя в плодах облепихи он находился ниже допустимого уровня.

**Ключевые слова:** облепиха, фитоценоз, экологический фактор, неблагоприятный антропогенный фактор, токсикант, тяжелый металл, радионуклид, предельно допустимая концентрация

## ENVIRONMENTAL ASSESSMENT SEA BUCKTHORN HABITATS AND FRUITS IN THE TYVA REPUBLIC

<sup>1</sup>Toropova E.Y., <sup>2</sup>Khovalyg N.A.

<sup>1</sup>Novosibirsk State Agricultural University, Novosibirsk, e-mail: helento@ngs.ru;

<sup>2</sup>Tyva State University, Kyzyl, e-mail: hovalyg.nadejda@yandex.ru

Unfavorable anthropogenic environmental factors affecting the natural ecosystems of sea buckthorn in areas of the Republic of Tuva were found out. The most favorable ecological condition in sea buckthorn phytocenoses were revealed in the floodplain Elegest river. The content of 1st class (cadmium, arsenic, mercury, lead), 2nd class (cobalt, copper), slightly toxic (manganese, iron) toxicants in sea buckthorn fruits did not exceed the maximum permissible concentration in natural and artificial plant communities. Zinc and nickel accumulation was at or slightly above the MPC. In all cases, the concentration of some toxic elements (within MPC) is higher in natural ecosystems than in artificial ones. Thus, cadmium and arsenic were often accumulated in the fruit growth phase, zinc and copper – in a phase of their maturation. The radionuclides (cesium-137, strontium-90) content in the fruits of sea buckthorn was below the MPC both in natural and artificial phytocenoses, in 18–80 and 13–27 times respectively. The pollutants from different toxicity groups were found at concentrations below the MRL in waters of the river Elegest and light brown soil in Chedi-Khol district, where the artificial sea buckthorn plant communities are situated. The exception was the cadmium concentration in the water of the river Elegest, which exceeded MPC, although it was below the acceptable level in the sea buckthorn fruits.

**Keywords:** sea buckthorn, phytocenosis, environmental factor, unfavorable anthropogenic factor, toxicant, heavy metals, radionuclides, the maximum permissible concentration

Облепиха крушиновая (*Hippophae rhamnoides* L.) представляет собой уникальный естественный (природный) и искусственный (культурный) биологический ресурс, широко востребованный во всём мире. Облепиха произрастает более чем в 30 странах мира, занимая до 80% садовых насаждений. Её площади только в Китае достигают 1,2 млн га. Особую ценность представляют естественные фитоценозы облепихи, сложившиеся в процессе эволюции. Их генофонд используется в селекции для создания новых сортов, ягодный сбор служит с незапамятных времён продуктом пи-

тания местного населения, сырьём для пищевой, фармацевтической и косметической промышленности: при производстве желе, компотов, варенья, масла, лекарственных и косметических препаратов [1–3].

Самые обширные площади естественных фитоценозов облепихи в Сибири выявлены в Тыве, Бурятии, на Алтае [4–6].

Учитывая лекарственное и диетическое значение плодов облепихи, целью наших исследований было выявление негативных антропогенных факторов в естественных фитоценозах облепихи и радиационно-токсикологическая оценка ее плодов.

### Материалы и методы исследований

Исследования проводили на протяжении 22 лет (1989–2011 гг.) в естественных фитоценозах облепихи на территории Республики Тыва: в Дзун-Хемском, Улуг-Хемском, Тес-Хемском, Барун-Хемском, Чеди-Хемском, Кызылском районах методом экспедиционно-маршрутных обследований по общепринятым методикам [7].

Радиационно-токсикологические анализы проводили в сертифицированной лаборатории ФГУ ГСАС «Тувинская» Республики Тыва, определяя содержание в ягодах изотопов, тяжелых металлов (свинец, кадмий и др.) в зависимости от класса опасности подвижных форм по Методическим указаниям от 15.12.95 г. и остаточного количества пестицидов и других химических веществ в водной среде в соответствии с Санитарными правилами и нормами и Государственными нормативами: СанПиН 2.1.5.980-00, Гигиеническими требованиями по охране поверхностных вод, ГН.2.1.5.689-98, Предельно допустимым концентрациям /ПДК/ химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, СП 2.1.5.761-99, Предельно допустимыми концентрациями /ПДК/ и ориентировочными допустимыми уровнями (ОДУ) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования и др.

Статистическая обработка экспериментальных данных проведена методом дисперсионного анализа с использованием пакета прикладных программ SNEDECOR [8].

### Результаты исследований и их обсуждение

Многолетними исследованиями (1989–2011 гг.) выяснено, что облепиха на территории Тывы произрастает в 11 районах из 15, выявленных аэрокосмической съёмкой и наземными экспедиционно-маршрутными обследованиями. Площадь естественных фитоценозов составила 3900 га, что соответствует 95,1% общей площади под облепихой в республике. Наиболее крупные фитоценозы выявлены в Тес-Хемском районе.

Облепиха произрастает большими плотными зарослями, куртинами, полосами, группами и отдельными кустами при соотношении женских и мужских форм 3:1, в поймах и на террасах рек совместно с ивой сизой, берёзой мелколистной и повислой, тополем лавроволистным, караганой, шиповником, а также ассоциацией злаково-бобовых, хвощовых многолетних растений.

В ходе экспедиционных исследований были выявлены основные негативные антропогенные экологические факторы, влияющие на состояние естественных фитоценозов облепихи. Наиболее интенсивно естественные фитоценозы облепихи подвергаются отрицательному влиянию антропогенных факторов (вытаптывание, обламывание веток при сборе плодов) в поймах реки Чаты Улуг-Хемского района, Чыргаки – Дзун-Хемчикского района и Тес-Хем Тес-Хемского района. Вы-

пас скота, а поэтому сильное вытаптывание облепихников зафиксированы в поймах реки Чыргаки Дзун-Хемчикского района. Суммарное негативное воздействие от посещения облепихников людьми и животными было примерно равным.

Негативное техногенное воздействие на реализацию биоресурсного потенциала облепихи было наиболее значимым в поймах рек Чаты и Тес-Хем Усть-Хемского и Тес-Хемского районов соответственно и было обусловлено автострадой, вдоль которой произрастали облепихники.

Учитывая лекарственное значение плодов облепихи, их ценность для детского и диетического питания, было проведено исследование их экологической безопасности по содержанию токсикантов и радионуклидов.

Данные по содержанию токсикантов в плодах облепихи по фазам развития в зависимости от типа фитоценоза (естественный, искусственный) представлены в табл. 1.

Определение содержания токсикантов по 10 элементам в естественных фитоценозах Улуг-Хемского района и в искусственных насаждениях Чеди-Хольского района показало, что все они в той или иной степени накапливаются в плодах облепихи: отмечены более высокие концентрации цинка, меди, марганца, железа. По 9 элементам показатели не превышали ПДК. Исключение составлял цинк, содержание которого в плодах облепихи естественных фитоценозов Улуг-Хемского района было выше ПДК как в фазу роста плодов, так и в фазу их созревания соответственно в 1,31 и 1,07 раза. По некоторым токсикантам фактические концентрации приближались к ПДК, например по мышьяку в естественных фитоценозах. Это свидетельствует о необходимости, с одной стороны, регулярного мониторинга содержания тяжёлых металлов и других поллютантов в плодах облепихи, а с другой – анализа ситуации по типам фитоценозов и фазам развития облепихи.

По 7 проанализированным токсикантам из 10 отмечена устойчивая тенденция повышения их содержания в плодах облепихи естественных фитоценозов по сравнению с искусственными. В искусственных фитоценозах как в фазу роста плодов, так и в фазу их созревания фактическое содержание кадмия, мышьяка, ртути, свинца, цинка, меди, железа было ниже, что связано, вероятно, с более молодым возрастом облепихи в искусственных фитоценозах, чем в естественных. Отмеченная устойчивая тенденция несколько нарушалась по содержанию в плодах кобальта и марганца, которое было выше в искусственных фитоценозах в фазу роста плодов, но по мере их

созревания ситуация снова стабилизировалась. По никелю отмечено примерно равное его содержание в плодах в фазу созревания как в естественных, так и в искусственных фитоценозах. Таким образом, при отсутствии регулярного экологического мониторинга токсикантов в плодах облепихи из

естественных фитоценозов целесообразно ограничить их использование для детского и диетического питания.

Кроме тяжёлых металлов и металлоидов, нами проведён анализ содержания в плодах облепихи радионуклидов (табл. 2).

Таблица 1

Содержание токсикантов в плодах облепихи, мг/кг

Элемент	Естественный фитоценоз по фазам		Искусственный фитоценоз по фазам		НСР <sub>05</sub>	ПДК
	рост плодов	созревание плодов	рост плодов	созревание плодов		
<b>Особо токсичные 1-го класса</b>						
Кадмий (Cd)	0,018	0,012	0,007	0,011	0,006	0,03
Мышьяк (As)	0,019	0,018	0,013	0,016	0,006	0,2
Ртуть (Hg)	0,0075	0,009	0,005	0,007	0,001	0,02
Свинец (Pb)	0,21	0,195	0,110	0,101	0,004	0,4
Цинк (Zn)	9,35	10,70	7,69	6,30	2,82	10,0
<b>Токсичные 2-го класса</b>						
Кобальт (Co)	0,026	0,027	0,047	0,024	0,001	–
Медь (Cu)	1,23	1,115	1,060	0,831	0,003	5,0
Никель (Ni)	0,150	0,152	0,140	0,152	0,005	–
<b>Малотоксичные 3-го класса</b>						
Марганец (Mn)	1,990	2,370	2,650	1,790	0,006	–
Железо (Fe)	18,21	19,02	10,54	17,63	0,31	–

Таблица 2

Содержание радионуклидов (Бк/кг) в плодах облепихи из разных фитоценозов

Фитоценоз, фаза развития облепихи	Цезий (Cs-137)		Стронций (Sr-90)	
	lim	среднее	lim	среднее
<b>Естественный:</b>				
рост плодов	2,00–2,13	2,07	2,00–2,52	2,26
созревание	2,13–2,40	2,26	2,08–2,10	2,09
среднее		2,17		2,18
<b>Искусственный:</b>				
рост плодов	1,90–2,02	2,00	2,00–2,51	2,25
созревание	2,10–2,14	2,12	2,01–2,52	2,26
среднее		2,06		2,26
НСР <sub>05</sub> по фазам	0,04		0,07	
по фитоценозам	0,1		0,09	

Примечание. ПДК, мг/кг: искусственные фитоценозы, свежие плоды – 40 цезий, 30 стронций; естественные фитоценозы – 160 цезий, 60 стронций.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что в плодах облепихи обнаружено незначительное содержание цезия-137 и стронция-90 как в естественных (Улуг-Хемский район), так и в искусственных (Чеди-Хольский район) фитоценозах. Это содержание значительно ниже ПДК: по цезию в естественном фитоценозе в 18,4 раза, в искусственном – в 80 раз, а по стронцию –

соответственно в 13,3 и 26,5 раза. Различия по содержанию радионуклидов в плодах в разные фазы развития облепихи находились в пределах точности исследований, как в естественном, так и искусственном фитоценозах. Остатки пестицидов в плодах облепихи отсутствовали.

Проведённые исследования по качеству воды реки Элегест Чеди-Хольского района

свидетельствуют о том, что все токсиканты, обнаруженные в плодах облепихи, содержатся и в воде реки Элегест Чеди-Хольского района. При этом содержание всех элементов в воде по существующим нормативам не превышало допустимые концентрации. Исключение составлял кадмий, содержание которого в воде превышало допустимый уровень в 2 раза, хотя в плодах облепихи он был в допустимых пределах.

Содержание цинка в воде реки Элегест составило 0,057–0,061 мг/дм<sup>3</sup> и не превышало ПДК (1,0 мг/дм<sup>3</sup>). Вероятно, при регулярных поливах облепихи в искусственных фитоценозах и при её произрастании на затопляемых участках реки Элегест возможно постепенное накопление цинка в плодах выше допустимого уровня. На основании проведённых исследований регулярный мониторинг тяжёлых металлов в воде рек и в плодах облепихи необходимо проводить в Республике Тыва в следующей последовательности: особо опасные элементы 1-го класса (кадмий, мышьяк, ртуть, свинец, цинк) – опасные элементы 2-го класса (кобальт, медь, никель) – слаботоксичные элементы 3-го класса (марганец, железо).

#### Выводы

1. Выявлены неблагоприятные антропогенные экологические факторы (сбор плодов ветками, выпас скота, автострады вблизи облепихников), существенно снижающие реализацию биологического потенциала облепихи в Улуг-Хемском, Тес-Хемском и Дзун-Хемчикском районах Республики Тыва. Выявлено наиболее благоприятное экологическое состояние фитоценозов облепихи в пойме реки Элегест Хольского района.

2. Установлено, что содержание в плодах облепихи токсикантов не превышает ПДК как в естественных, так и в искусственных фитоценозах. Отмечены случаи накопления цинка и никеля на уровне или несколько выше ПДК. Во всех случаях концентрация токсичных элементов несколько выше в естественных фитоценозах, чем в искусственных. При этом кадмий и мышьяк чаще накапливались в фазу роста плодов, цинк и медь – в фазу созревания, вызывая необходимость регулярного экологического мониторинга содержания их в плодах облепихи.

3. Содержание радионуклидов (цезия-137, стронция-90) в плодах облепихи естественных и искусственных фитоценозов было ниже ПДК соответственно в 18–80 и 13–27 раз, остатки пестицидов отсутствовали, свидетельствуя о благоприятном экологическом состоянии фитоценозов по этим показателям.

4. Поллютанты разных групп токсичности обнаружены в водах реки Элегест

и светло-каштановой почве Чеди-Хольского района, где расположены искусственные фитоценозы облепихи, в концентрациях ниже ПДК. Исключение составил кадмий, концентрация которого в воде реки Элегест превышала ПДК, хотя в плодах облепихи он находился ниже допустимого уровня.

#### Список литературы

1. Усенко В.И. Проблемы устойчивого развития садоводства в Сибири / В.И. Усенко и др. // Материалы научн.-практ. конф., посвящённой 70-летию НИИСС им. М.А. Лисавенко. – Барнаул, 2003. – 408 с.
2. Пантелеева Е.И. Облепиха крушиновая (*Hippophae rhamnoides* L.) / Е.И. Пантелеева. – Барнаул: РАСХН. Сиб. отд.-ние НИИСС. – 2006. – 249 с.
3. Хабаров С.Н. Средообразующая роль культур сада на Юге Западной Сибири. – Новосибирск, 2009. – 260 с.
4. Калинина И.П. К истории введения облепихи в культуру / И.П. Калинина // Материалы 4-й международной конференции по облепихе. – Барнаул, 2009. – С. 25–27.
5. Ховалыг Н.А. Биоресурсный потенциал облепихи в естественных фитоценозах Тывы / Н.А. Ховалыг, Е.Ю. Торопова, В.А. Чулкина // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2012. – № 3. – С. 42–48.
6. Ширинпимбуева Б.Ц. Садоводство в Бурятии / Б.Ц. Ширинпимбуева, К.А. Арбаков, Н.К. Гусева, Ю.М. Батыева. – Улан-Удэ, 2010. – 384 с.
7. Салатова, Н.Г. Облепиха в Сибири / Н.Г. Салатова, Л.Н. Литвинчук, А.М. Жуков. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд.-ние, 1974. – 131 с.
8. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. – Краснообск, 2004. – 162 с.

#### References

1. Usenko V.I. et all. *Problemy ustoychivogo razvitiya sadovodstva v Sibiri*. *Materialy nauchn.-prakt. konf., posvyashchyonnoy 70-letiyu NIISS im. M.A. Lisavenko* (Problems of sustainable development of horticulture in Siberia/ Proceedings scient.-pract. conf., dedicated to the 70th anniversary M.A. Lisavenko research institute). Barnaul, 2003. pp. 408.
2. Panteleyeva Ye.I. *Oblepikha krushinovaya* (*Hippophae rhamnoides* L.) [The sea buckthorn]. Barnaul, 2006. 249 p.
3. Khabarov S.N. *Sredooobrazuyushchaya rol kultur sada na Yuge Zapadnoy Sibiri* [Habitat forming part of the garden crops in the South of Western Siberia]. Novosibirsk, 2009. 260 p.
4. Kalinina I.P. *K istorii vvedeniya oblepikhi v kulturu. Materialy 4-y mezhduarodnoy konferentsii po oblepikhe* [On the history of the sea buckthorn introduction in the culture. Proceedings of the 4th international conference on sea buckthorn]. Barnaul, 2009. pp. 25–27.
5. Khovalyg, N.A., Toropova E.Y., Chulkina V.A. *Biorekursnyy potentsial oblepikhi v estestvennykh fitotsenozakh Tyvy. Sibirsky vestnik selskhozayivstvennoy nauki*, 2012, no 3, pp. 42–48.
6. Shirinpimbuyeva, B.Ts., Arbakov B.Ts., Guseva N.K., Batuyeva Yu.M. *Sadovodstvo v Buryatii* [Gardening in Buryatia]. Ulan-Ude, 2010. 384 p.
7. Salatova, N.G., Litvinchuk L.N., Zhukov A.M. *Oblepikha v Sibiri* [The sea buckthorn in Siberia]. Novosibirsk, 1974. 131 p.
8. Sorokin O.D. *Prikladnaya statistika na kompyutere* [Applied statistics on the computer]. Krasnoobsk, 2004. 162 p.

#### Рецензенты:

Воробьева И.Г., д.б.н., доцент, заместитель директора по научной работе, ФГБОУ ВПО «РЭУ им. Г.В. Плеханова», г. Новосибирск;

Сорокопудов В.Н., д.с.-х.н., профессор, ведущий научный сотрудник отдела генетики и селекции плодовых и ягодных культур, ФГБНУ «Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства», г. Москва.

Работа поступила в редакцию 12.11.2014.