

Экологическая оценка последствий радионуклидного загрязнения лекарственного сырья в Украинском Полесье

С.Н. Дзюбак³, Ю.И. Губин³, П.П. Хворост³, Н.Ф. Комиссаренко,
А.А. Орлов¹, В.П. Краснов², А.Л. Прищеп¹,
А.П. Дзюбак⁴, П.В. Сорокин⁴, В.Ф. Попов⁴,

1 – Полесская лесная научно-исследовательская станция УкрНИИЛХА,
г. Житомир

2 – Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства
и агролесомелиорации, г. Харьков

3 – Государственный научный центр лекарственных средств, г. Харьков

4 – Национальный научный центр Харьковский физико-технический инсти-
тут, г. Харьков

Введение

На сегодняшний день фармацевтическая промышленность Украины испытывает недостаток в лекарственном растительном сырье. Полесье является одним из основных районов заготовки лекарственного растительного сырья. В Украинском Полесье произрастает около 60 видов лекарственных растений, внесенных в Государственную фармакопею СССР (1990 г), из них более 30 видов заготавливаются в лесах региона в промышленных масштабах.

В результате катастрофы на Чернобыльской АЭС значительная часть площадей традиционной заготовки растительного лекарственного сырья, в частности Украинского Полесья, была загрязнена техногенными радионуклидами, что резко сократило объемы заготовок растительного сырья [1].

Ведутся работы по исследованию миграции радионуклидов из почвы в растения и далее в готовые лекарственные формы. В результате этих работ были экспериментально определены коэффициенты перехода ^{137}Cs почва—растение [2, 3] для большого класса почв и видов растений. Однако по цепочке растение—готовые лекформы (галеновые препараты, таблетки, мази и т.д.) исследования проведены недостаточно и носят несистематический характер [4, 5]. Необходимо провести детальные исследования зависимости перехода ^{137}Cs из растения в лекарственную форму в зависимости от:

- лекарственного сырья (цветы, корни, плоды и т.д.);
- вида растения;
- типа растворителя;
- технологии приготовления.

Проведение систематических исследований поможет ответить на вопрос о возможности использования лекарственных растений с территорий, загрязненных техногенными радионуклидами.

Целью настоящей работы было исследование перехода ^{137}Cs по цепи почва—растения—готовые лекформы.

Объекты и методика подготовки образцов

Для исследований использовались лекарственные растения заготовленные на стационарах Повчанского лесничества, где плотность загрязнения почвы ^{137}Cs варьировалась в диапазоне 296 — 925 кБк/м². Радиоактивность сырья, собранного на этой территории, находилась в пределах от 1,173 до 50,83 кБк/кг.

Образцы готовились согласно X фармакопее ст.684 "Настойки", ст.349 "Настои и отвары" [6]. Холодное настаивание проводили так же, как в ст.684 "Настойки", используя вместо спирта воду очищенную комнатной температуры.

Для исследований использовался детектор γ -квантов типа БДЭГ-40Т производства НТК «Институт монокристаллов» (г. Харьков), изготовленный на основе оксидного монокристалла германата висмута (BGO) размером d40xh40мм.

Перед основными измерениями проводилась калибровка детектора с помощью образцовых источников γ -излучения ^{60}Co ($E_{\gamma}=1,173$ МэВ, $E_{\gamma}=1,332$ МэВ) и ^{137}Cs ($E_{\gamma}=0,662$ МэВ) из набора ОСГИ. Было определено, что для энергии фотонов $E_{\gamma}=0,662$ МэВ энергетическое разрешение детектора равно 13,4%, а фотопиковая эффективность регистрации фотонов для точечного источника $\epsilon=0,42$. Детектор вместе с исследуемыми образцами размещался в свинцовой защите толщиной 5 см. Фон в области пика 0,662 МэВ составлял около 0,2 им/сек. Исследуемые образцы помещались в сосуд Маринелли с полезным объемом 100 см³. Фотопиковая эффективность регистрации активности образцов, заполняющих сосуд Маринелли, составляла 31,5 [Бк·сек/

им]. Измеряемая активность ^{137}Cs в исследуемом веществе определялась из соотношения $A [\text{Бк/кг}] = 31,5 N_{\text{фп}}$, где $N_{\text{фп}}$ [1/сек кг] — число импульсов в фотопике исследуемого вещества. Статистическая точность измерения не превосходила 5%. Абсолютная точность составляла 15% и определялась точностью калиброванного источника ^{137}Cs .

Полученные результаты и их обсуждение

Определялась степень перехода ^{137}Cs в лекформу в зависимости от используемой вегетативной части растений. Для этого лекарственное сырье было поделено на пять групп: плоды, цветы, трава листья, корни и кора. Результаты определения степени перехода ^{137}Cs из лекарственных растений в жидкую лекформу представлены в таблице.

Таблица 1. Переход ^{137}Cs из растительного сырья в настои и отвары в зависимости от используемой части растения

№ п/п	Вид лекарственного сырья	Лек-форма	Масса лексирия в 1 л раствора, г	Удельная активность ^{137}Cs сырья, Бк/кг	Удельная активность ^{137}Cs в лекформе, Бк/л	Переход ^{137}Cs из сырья в лекформу, %
Плоды						
1.	Ольха черная, шишки	настой	50	2383	66	55,0
2.	Шиповник собачий, плоды	настой	50	1166	40	70,4
3.	Рябина обыкновенная, плоды	отвар	75	1080	15	18,7
4.	Арония черноплодная, плоды	отвар	100	1617	22	13,6
5.	Черника, плоды	настой	40	16127	497	77,5
Соцветия						
6.	Бессмертник песчаный	настой	50	7763	101	65,5
7.	Боярышник согнуточашечковый	настой	30	148	4	86,1
8.	Пижма обыкновенная	настой	50	251	2	15,8
Трава, листья, побеги						
9.	Пустырник обыкновенный, трава	настой	75	813	35	56,8

10	Водяной перец, трава	насто й	50	1030	30	59,5
11	Зверобой обыкновенный, трава	насто й	50	5553	167	57,3
12	Крапива двудомная, трава	насто й	50	697	25	70,5
13	Лапчатка белая, трава	насто й	40	2640	58	54,3
14	Мята полевая, трава	насто й	25	1087	15	54,2
15	Ромашка лекарственная, трава	насто й	50	175	2	27,3
16	Тысячелистник обыкновенный, трава	насто й	50	1953	50	56,5
17	Фиалка трехцветная, трава	насто й	40	402	11	66,1
18	Чабрец, трава	насто й	50	2220	51	49,3
19	Спорыш, трава	насто й	75	1240	40	43,2
20	Черёда техраздельная, трава	насто й	50	905	23	47,7
21	Черника, листья	насто й	25	51400	821	63,8
22	Чистотел большой, трава	насто й	60	518	7	21,7
23	Полынь горькая, трава	насто й	50	1380	50	72,6
24	Багульник болотный, побеги	насто й	50	53475	1080	54,4
25	Брусника, листья	насто й	50	17364	206	60,3
26	Мать-и-мачеха, листья	насто й	50	13123	464	70,9
27	Душица обыкновенная, трава	насто й	50	7500	269	71,6
Корни						
28	Валериана высокая, корневище и корни	насто й	100	1525	15	49,4

29	Лапчатка прямостоячая, корневища	отвар	33,3	2020	6	28,5
30	Лапчатка белая, корневища	насто й	50	3383	61	36,0
31	Аир обыкновенный, корневища	насто й	50	1276	47	76,1
Кора						
32	Дуб черешчатый	насто й	100	3047	70	22,8
33	Крушина ломкая	насто й	100	6807	217	31,1
34	Калина обыкновенная	насто й	50	414	7	32,7

Из таблицы видно, что в пределах каждой группы переход ^{137}Cs меняется в широком диапазоне. Это не позволяет сделать определенного вывода о зависимости извлекаемости ^{137}Cs от используемой вегетативной части растения. Хотя для коры у всех исследованных видов растений наблюдается сходная небольшая величина перехода ^{137}Cs (около 30%). Это может быть обусловлено двумя причинами. Первая — на величину перехода ^{137}Cs из растительного лекарственного сырья в препараты определенное влияние оказывает толщина клеточных оболочек в растительном сырье и их стойкость к термической обработке водой. Вторая — можно предположить, что переход ^{137}Cs связан с определенным(и) классом(и) химических соединений. Так как химический состав коры исследованных видов растений близок, то близка и степень перехода ^{137}Cs .

Предполагая, что цезий переносится (или связывается) веществами из определенных классов химических соединений (КХС) можно увидеть некоторые закономерности. Среди исследуемых видов сильно отличаются соцветия пижмы обыкновенной и трава ромашки лекарственной. Их характерной особенностью является наличие значительного количества эфирного масла и липофильных веществ, которые могут препятствовать экстракции ^{137}Cs .

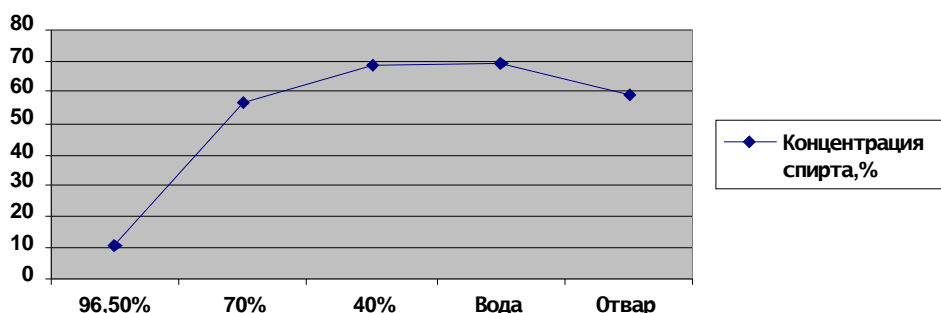
В связи с тем, что липофильные классы соединений экстрагируются гидрофобными растворителями, должна наблюдаться

даться зависимость степени перехода ^{137}Cs от гидрофильности растворителя.

Для проверки этой гипотезы при экстракции ^{137}Cs из одного и того же вида лекарственного сырья мы использовали спирто-водные смеси различной крепости. В качестве наиболее гидрофобного растворителя использовался крепкий (96,5%) этиловый спирт, который очень широко используется в фармацевтической промышленности и по технологическим свойствам близок к хлороформу, хлористому метилу, бензину и т.д.. Данные представлены в таблице 2.

При анализе данных, приведенных в таблице 2, можно сделать следующие выводы. Для исследованных растений в каждой группе растворителей переход ^{137}Cs не зависит от используемого вегетативного органа. При повышении концентрации воды (гидрофильности растворителя) доля извлекаемых радионуклидов увеличивается. Так для 96,5° спирта происходит минимальный переход радионуклидов в вытяжки (4,6-17,6%). Для 70° спирта степень экстрагирования радионуклидов (45,3-66,5%). В наших экспериментах максимальное количество ^{137}Cs извлекалось 40° спиртом (62,8-83,2%). Использование воды в качестве растворителя не увеличивало степень экстракции ^{137}Cs . Мы рассчитали среднюю по всей группе исследуемых растений степень извлекаемости ^{137}Cs для различных типов растворителей (см. табл. 2) и построили график зависимости. Данные представлены на рис.1. Из рисунка наглядно видно, что степень перехода ^{137}Cs зависит от гидрофильности растворителя. Кроме того, необходимо отметить, что при термической обработке горячей водой происходит снижение экстракции ^{137}Cs из растительного сырья. Это обусловлено связыванием при термообработке ^{137}Cs веществами остающимися в шроте.

Рис. 1. Зависимость экстракции цезия от свойств растворителя и технологии приготовления лекформы



В работе /7/ также указывалось, что степень перехода ^{137}Cs в водную лекформу значительно выше, чем в спиртовую.

Заключение

Исходя из этого, при производстве лекарственных препаратов в заводских условиях возможно разработать технологии, при которых переход радионуклидов в готовые лекарственные формы (таблетки, мази, свечи и т.д.) является минимальным. Это позволит полнее использовать не востребуемые ныне запасы дикорастущего лекарственного растительного сырья.

*Авторы выражают благодарность С.Ф. Бурачасу за предоставленную возможность использовать детектор БДЭГ-40Т.

Литература

1. Грищенко Е.Н., Гродзинский Д.М., Москаленко В.Н. и др. Радионуклидная загрязненность растительного сырья в различных областях Украины после аварии на ЧАЭС// Экологические аспекты в фармации: Тез.докл. междунар. симпозиума. Москва, 11-16.06.1990. - Москва, 1990. - С.56.
2. В.П. Краснов, А.А. Орлов, С.П. Иркиенко и др. Загрязнение цезием-137 лекарственных растений Украинского Полесья. — Раст. ресурсы, вып.3, 1996.—с. 36-43.
3. Санаров Е.М., Баландович Б.А., Кузьмин Э.В. и др. Экологическая оценка радионуклидного загрязнения лекарственного сырья в Алтайском крае и проблема регла-

ментирования // Химия растительного сырья. – 1998. – Т. 2, №1. – С. 19-24.

4. Прокофьев О.Н., Антонова В.А., Седицкая З.Л. Определение временных допустимых уровней суммарной удельной активности смеси радионуклидов в жидких лекарственных формах и в лекарственном сырье // Гигиена и санитария. - 1992. - №5-6. - С. 31-34.
5. Антонова В.А., Прокофьев О.Н. Оценка поступления радионуклидов цезия в организм человека с жидкими лекарственными формами // Экологические аспекты в фармации: Тез. докл. междунар. симпозиума. Москва, 11-16.06.1990. - Москва, 1990. - С.46.
6. Настойки // Государственная фармакопея СССР. – 10-е изд. - М.: Медицина, 1968. – С.700
7. Антонова В.А., Седицкая З.Л. Влияние технологии приготовления лекарственных препаратов на переход цезия-137 в жидкую лекарственную форму // Гигиена и санитария. - 1989. - №7. - С.87-88.

Таблица 2. Переход ^{137}Cs из сырья в лекформы в зависимости от гидрофильности растворителя

Название	Плотность загрязнения почвы ^{137}Cs , кБк/м ²	Удельная активность ^{137}Cs лекарственного сырья, кБк/кг	Удельная активность извлечений, полученных этиловым спиртом, кБк/кг и относительный переход ^{137}Cs из растительного сырья в лекарственную форму, %						Удельная активность извлечений, полученных водой, кБк/кг и относительный переход ^{137}Cs из растительного сырья в лекарственную форму, %			
			96,5%		70%		40%		Отвары		Холодное настаивание	
Трава наперстянки №1	925	2,66	0,31	11,6%	1,24	46,6%	1,76	66,2%	1,50	56,4%	1,76	66,2%
Трава наперстянки №2	814	1,48	0,26	17,6%	0,67	45,3%	0,93	62,8%	0,73	49,3%	1,02	68,9%
Трава ландыша №1	296	1,49	0,16	10,7%	0,94	63,1%	1,0	67,1%	0,88	58,8%	1,10	74,0%
Трава ландыша №2	777	50,83	3,22	6,3%	30,3	59,7%	32,4	63,9%	30,0	59,1%	37,0	73,0%
Цветы ландыша №1	740	11,73	0,54	4,6%	6,91	58,9%	7,74	66,0%	7,13	60,8%	8,10	69,1%
Цветы ландыша №2	296	2,81	0,28	10,0%	1,87	66,5%	1,95	69,4%	1,89	67,3%	2,02	71,5%
Цветы ландыша №3	407	3,64	0,51	14,0%	1,92	52,7%	3,03	83,2%	2,17	59,6%	2,29	63,0%

Среднее значение перехода ¹³⁷ Cs				10,7%		56,1%		68,4%		58,8%		69,4%
--	--	--	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------