

4. Future of cancer incidence in the United States: burdens upon and aging, changing nation / B.D. Smith [et al.] // J. Clin. Oncol. - 2009. - Vol. 27, № 17. - P. 2758-2765.
5. WHO global report on trends in prevalence of tobacco use 2000-2025, 3rd ed. – WHO, 2019 – 121 p.

ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ ^{137}Cs И ^{90}Sr ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНА И КАРТОФЕЛЯ НА ПИЩЕВЫЕ ЦЕЛИ, ОТВЕЧАЮЩИХ РЕФЕРЕНТНЫМ УРОВНЯМ

MAXIMUM PERMISSIBLE SOIL POLLUTION IS ^{137}Cs AND ^{90}Sr FOR PRODUCTION OF GRAIN AND POTATOES FOR FOOD PURPOSES CORRESPONDING TO REFERENCE LEVELS

Н. Н. Цыбулько¹, Е. В. Гавриленко¹, И. И. Жукова²
N. N. Tsybulka¹, E. V. Gavrilenko¹, I. I. Zhukova²

¹Учреждение образования «Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ, г. Минск, Республика Беларусь, nik.nik1966@tut.by

²Белорусский государственный педагогический университет им. Максима Танка, г. Минск, Республика Беларусь, inn0707@bspu.by

¹International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

²Belarusian State Pedagogical University named after Maxim Tanka, Minsk, Republic of Belarus

Представлены результаты прогнозной оценки предельных плотностей загрязнения ^{137}Cs и ^{90}Sr почв разного гранулометрического состава в зависимости от обеспеченности их подвижным калием (K_2O) и степени кислотности (pH_{KCl}), при которых возможно возделывание зерновых, зернобобовых, крупяных культур и картофеля с целью получения продукции на пищевые цели, соответствующей референтным уровням по содержанию радионуклидов.

The results of a predictive assessment of the limiting densities of ^{137}Cs and ^{90}Sr contamination of soils of different granulometric composition, depending on their availability of mobile potassium (K_2O) and degree of acidity (pH_{KCl}), at which it is possible to cultivate cereals, legumes, cereals and potatoes in order to obtain products for food purposes corresponding to reference levels for the content of radionuclides, are presented.

Ключевые слова: плотность загрязнения, ^{137}Cs , ^{90}Sr , содержание, почвы, зерно, картофель, референтные уровни.

Keywords: pollution density, ^{137}Cs , ^{90}Sr , content, soils, grain, potatoes, reference levels.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2024-1-13-16>

Введение. Гигиеническая регламентация содержания радионуклидов в пищевых продуктах, питьевой воде, сельскохозяйственном сырье – одна из основных краткосрочных и долгосрочных мер по радиационной защите населения после чернобыльской катастрофы. Допустимые уровни содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr изменялись в соответствии с годовыми квотами на внутреннее облучение и на разных этапах развития аварийной и послеаварийной ситуации в соответствии с улучшением радиационной обстановки, естественных процессов радиоактивного распада и закрепления радионуклидов в почвенном комплексе периодически пересматривались в сторону ужесточения [1].

Расчет допустимого содержания радионуклидов в пищевых продуктах проводился исходя из законодательно принятого предела дозы облучения для населения – 1 мЗв в год, рациона питания жителей, вклада основных компонентов рациона в поступление радионуклидов в организм, международных коэффициентов перехода от поступления к эффективной дозе внутреннего облучения [2].

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 29 ноября 2022 г. № 829 «Об изменении постановления Совета Министров Республики Беларусь от 25 января 2021 г. № 37» утвержден Гигиенический норматив «Критерии оценки радиационного воздействия», который устанавливает референтные уровни содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr в пищевых продуктах. Данный гигиенический норматив регламентирует содержание ^{137}Cs в 14 группах пищевых продуктов, содержание ^{90}Sr – в 10 группах. Референтный уровень содержания ^{137}Cs в хлебе и хлебобулочных изделиях составляет 40 Бк/кг в муке и крупах – 60 Бк/кг, картофеле – 80 Бк/кг. Предельное содержание ^{90}Sr в зерне на пищевые цели, хлебе и хлебобулочных изделиях, клубнях картофеля равно 11 и 5 Бк/кг, соответственно [3].

Цель работы – установление допустимой плотности загрязнения ^{137}Cs и ^{90}Sr почв разного гранулометрического состава в зависимости от обеспеченности их подвижным калием (K_2O) и степени кислотности (pH_{KCl}) для возделывания сельскохозяйственных культур и получения товарной продукции растениеводства, отвечающей референтным уровням на пищевые цели.

Объекты и методы. Объектами исследований являлись загрязненные радионуклидами (^{137}Cs и ^{90}Sr) дерново-подзолистые почвы разного гранулометрического состава (суглинистые, супесчаные, песчаные), а также зерновые (пшеница, рожь, тритикале, ячмень, овсе), зернобобовые (горох), крупяные (гречиха, просо) культур и картофель.

Допустимую плотность загрязнения почв радионуклидами (ДП) для возделывания сельскохозяйственных культур на пищевые цели и получения продукции, отвечающей референтным уровням (РУ), определяли по формуле [4]:

$$\text{ДП} = \frac{\text{РУ}}{\text{К}_n \times 37} \quad \text{ДП} = \frac{\text{РУ}}{\text{К}_n \times 37},$$

где, ДП - допустимая плотность загрязнения почвы радионуклидом, Ки/км², РУ – референтный уровень содержания радионуклида в продукции, Бк/кг, К_n – коэффициент перехода радионуклида из почвы в растениеводческую продукцию, Бк/кг:кБк/м², 37 – коэффициент пересчета нКи/кг в Бк/кг.

Результаты и обсуждение. Накопление радионуклидов в растениях зависит от плотности радиоактивного загрязнения почв, типа, гранулометрического состава, агрохимических свойств почв, а также биологических особенностей сельскохозяйственных культур. Прогнозная оценка загрязнения продукции растениеводства позволяет заблаговременно планировать специализацию производства, набор культур для возделывания на загрязненных радионуклидами землях с учетом различного целевого использования получаемой продукции (продукты питания, фураж, промышленная переработка и др.). В условиях радиоактивного загрязнения земель наиболее «жестко» нормируются по содержанию радионуклидов сельскохозяйственные культуры, возделываемые для получения пищевой продукции: зерновые (рожь, пшеница, ячмень, овес), зернобобовые (горох), крупяные (гречиха, просо), картофель.

Возделывание озимой пшеницы, озимого тритикале и озимой ржи на пищевые цели с содержанием ^{137}Cs до 60 Бк/кг практически не ограничено плотностью загрязнения суглинистых и супесчаных почв. На песчаных почвах при очень низком содержании в почве K_2O плотность загрязнения не должна превышать 32 Ки/км². На суглинистых почвах нет ограничений по загрязнению ^{137}Cs для возделывания яровой пшеницы и ячменя на пищевые цели. На песчаных и супесчаных почвах ограничено возделывание ячменя при низком содержании подвижного калия в пахотном слое плотностью загрязнения соответственно 18,0 и 25,7 Ки/км². При возделывании овса на продовольственные цели имеются существенные ограничения по размещению на песчаных и супесчаных почвах, особенно при низкой их обеспеченности подвижным калием (табл. 1).

Таблица 1

Допустимые плотности загрязнения дерново-подзолистых почв ^{137}Cs для возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур и картофеля на пищевые цели, Ки/км²

Культуры	Гранулометрический состав почв	Содержание подвижного калия, мг/кг почвы				
		<80	81-140	141-200	201-300	> 300
Озимая пшеница	Суглинистые	-	-	До 40	До 40	До 40
	Супесчаные	-	-	До 40	До 40	До 40
Озимая рожь	Суглинистые	До 40	До 40	До 40	До 40	До 40
	Супесчаные	До 40	До 40	До 40	До 40	До 40
	Песчаные	32,4	До 40	До 40	До 40	До 40
Озимое тритикале	Суглинистые	-	До 40	До 40	До 40	До 40
	Супесчаные	32,4	До 40	До 40	До 40	До 40
	Песчаные	-	До 40	До 40	До 40	До 40
Яровая пшеница	Суглинистые	-	-	До 40	До 40	До 40
	Супесчаные	-	-	До 40	До 40	До 40
Ячмень	Суглинистые	32,4	До 40	До 40	До 40	До 40
	Супесчаные	25,7	30,6	37,7	До 40	До 40
	Песчаные	18,0	20,3	23,2	До 40	До 40
Овес	Суглинистые	9,0	27,0	До 40	До 40	До 40
	Супесчаные	7,4	19,8	29,5	До 40	До 40
	Песчаные	4,9	16,2	20,3	23,2	32,4
Горох	Суглинистые	4,2	4,5	5,6	7,4	14,7
	Супесчаные	3,2	3,6	4,6	5,8	9,0
	Песчаные	2,3	2,5	3,1	4,1	7,7
Гречиха	Супесчаные	5,9	8,0	9,0	10,5	12,0
	Песчаные	5,5	7,8	9,0	10,0	11,0
Просо	Суглинистые	-	-	18,5	29,0	37,0
	Супесчаные	-	-	16,5	21,0	29,5
	Песчаные	--	-	14,8	24,5	29,0
Картофель	Суглинистые	-	До 40	До 40	До 40	До 40
	Супесчаные	-	38,6	До 40	До 40	До 40
	Песчаные	-	27,0	37,9	До 40	До 40

Зернобобовые культуры отличаются более высокими параметрами накопления радионуклидов, особенно ^{137}Cs , по сравнению с зерновыми культурами. Так, в зависимости от обеспеченности почв K_2O горох можно возделывать на пищевые цели на суглинистых почвах при плотности загрязнения ^{137}Cs от 4,2 до 14,7 Ки/км², на супесчаных почвах – от 3,2 до 9,0 Ки/км² и на песчаных почвах – от 2,3 до 7,7 Ки/км².

Гречиха характеризуется более низкими параметрами накопления радионуклидов, особенно ^{137}Cs , по сравнению с зернобобовыми культурами. В зависимости от обеспеченности почв подвижным калием ее можно возделывать на супесчаных почвах при плотности загрязнения ^{137}Cs от 5,9 до 12,0 Ки/км², на песчаных почвах – от 5,5 до 11,0 Ки/км². Просо можно размещать на суглинистых почвах при плотности загрязнения ^{137}Cs от 18,5 до 37,0 Ки/км², на супесчаных почвах – от 16,5 до 29,5 Ки/км², на песчаных почвах – от 14,8 до 29,0 Ки/км².

Нет ограничений по плотности загрязнения суглинистых и супесчаных почв ^{137}Cs для возделывания картофеля на пищевые цели. На песчаных почвах допустимая плотность загрязнения при низком и среднем содержании в почве K_2O составляет соответственно 27,0 и 37,9 Ки/км².

На минеральных почвах количественные параметры поступления ^{90}Sr в растения значительно выше по сравнению с поступлением ^{137}Cs , что объясняется содержанием его в почвах в доступных (подвижных) формах.

На землях, загрязненных ^{90}Sr , для производства продовольственного зерна озимой пшеницы с содержанием радионуклида менее 11 Бк/кг (норматив на пищевые цели) допустимые плотности загрязнения суглинистых почв в зависимости от степени их кислотности (pH_{KCl}) колеблются от 0,27 до 0,38 Ки/км², супесчаных почв – от 0,24 до 0,35 Ки/км². Допустимые плотности загрязнения суглинистых почв для возделывания озимой ржи в зависимости от степени их кислотности изменяется в пределах 0,29–0,46 Ки/км², супесчаных почв – 0,30–0,48 Ки/км² и песчаных почв – 0,20–0,42, а для размещения озимого тритикале соответственно 0,30–0,57 Ки/км², 0,23–0,51 и 0,25–0,41 Ки/км².

Яровую пшеницу и ячмень на загрязненных ^{90}Sr суглинистых и супесчаных почвах рекомендуется размещать для производства зерна на пищевые цели при плотностях загрязнения не выше соответственно 0,27–0,38 и 0,19–0,25 Ки/км². Для возделывания овса при оптимальных уровнях кислотности почв предельные плотности загрязнения составляют 0,20–0,30 Ки/км² (табл. 2)

Таблица 2

Допустимые плотности загрязнения дерново-подзолистых почв ^{90}Sr для возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур и картофеля на пищевые цели, Ки/км²

Культуры	Гранулометрический состав почв	Уровень кислотности почвы, pH_{KCl}					
		<4,5	4,6-5,0	5,1-5,5	5,6-6,0	6,1-7,0	>7,0
Озимая пшеница	Суглинистые	-	-	0,27	0,29	0,33	0,38
	Супесчаные	-	-	0,24	0,27	0,33	0,35
Озимая рожь	Суглинистые	0,29	0,30	0,34	0,36	0,40	0,46
	Супесчаные	0,30	0,35	0,37	0,41	0,43	0,48
	Песчаные	0,20	0,22	0,25	0,27	0,30	0,42
Озимое тритикале	Суглинистые	-	-	0,30	0,35	0,44	0,57
	Супесчаные	-	0,23	0,26	0,33	0,40	0,51
	Песчаные	-	-	0,25	0,27	0,30	0,41
Яровая пшеница	Суглинистые	-	-	0,27	0,27	0,37	0,38
	Супесчаные	-	-	0,27	0,27	0,34	0,37
Ячмень	Суглинистые	-	0,20	0,21	0,23	0,23	0,25
	Супесчаные	-	0,20	0,21	0,23	0,23	0,25
	Песчаные	0,11	0,14	0,16	0,17	0,17	0,19
Овес	Суглинистые	0,17	0,21	0,23	0,25	0,25	0,27
	Супесчаные	0,21	0,25	0,27	0,30	0,30	0,30
	Песчаные	0,14	0,17	0,19	0,20	0,21	0,23
Горох	Суглинистые	-	0,13	0,19	0,21	0,21	0,23
	Супесчаные	-	0,12	0,17	0,19	0,20	0,21
	Песчаные	-	0,07	0,10	0,11	0,12	0,12
Гречиха	Супесчаные	0,16	0,21	0,30	0,32	0,32	-
	Песчаные	0,15	0,16	0,25	0,27	0,27	-
Просо	Суглинистые	-	0,39	0,54	0,74	0,99	-
	Супесчаные	-	0,35	0,48	0,67	0,90	-
Картофель	Суглинистые	0,33	0,35	0,43	0,50	1,00	1,25
	Супесчаные	0,25	0,33	0,40	0,50	1,00	1,00
	Песчаные	0,16	0,22	0,27	0,31	0,50	0,66

На загрязненных ^{90}Sr почвах при оптимальном и повышенном уровне $\text{pH}_{\text{КС}}$ горох на пищевые цели возможно возделывать при плотности загрязнения 0,15-0,20 Ки/км², гречиху на супесчаных почвах – при плотности загрязнения 0,30-0,32 Ки/км², на песчаных почвах – 0,25-0,27 Ки/км², просо на суглинистых почвах при плотности загрязнения 0,54-0,99 Ки/км², на супесчаных почвах – 0,48-0,90 Ки/км². Продовольственный картофель с допустимым содержанием ^{90}Sr возможно производить при оптимальном уровне их кислотности при плотности загрязнения от 0,31 до 0,50 Ки/км².

Таким образом, оценка радиологической пригодности почв, различающихся по гранулометрическому составу и показателям плодородия, на основе определения предельно допустимой плотности загрязнения их ^{137}Cs или ^{90}Sr , позволяет оптимизировать структуру посевов, размещение сельскохозяйственных культур по полям и рабочим участкам с целью получения продукции, отвечающей нормативным требованиям по содержанию радионуклидов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кенигсберг, Я.Э. Гигиенические нормативы содержания цезия-137 и стронция-90 в продуктах питания: черновыльский опыт Беларуси / Я.Э. Кенигсберг // Радиационная гигиена. – 2008. – № 1. – С. 28–31.
2. Цыбулько, Н.Н. Система радиационной защиты населения после аварии на Чернобыльской АЭС / Н.Н. Цыбулько, В.В. Журавков, М.Г. Герменчук // Журнал Белорусского государственного университета. Экология. – 2023. – № 4. – С. 16-28.
3. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 29 ноября 2022 г. № 829 «Об изменении постановления Совета Министров Республики Беларусь от 25 января 2021 г. № 37» // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 07.12.2022, 5/51037.
4. Рекомендации по ведению сельскохозяйственного производства на территории радиоактивного загрязнения Республики Беларусь на 2021-2025 годы/ Н.Н. Цыбулько [и др.]; Национальная академия наук Беларуси, Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Институт почвоведения и агрохимии. – Минск: ИВЦ Минфина, 2021. – 144 с.

КОМБИНИРОВАННОЕ ДЕЙСТВИЕ ГЛЮКОКОРТИКОИДНЫХ ГОРМОНОВ И ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА НА СТРУКТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ ЛИПИДНОГО И БЕЛКОВОГО КОМПОНЕНТА ПЛАЗМАТИЧЕСКИХ МЕМБРАН ТИМОЦИТОВ

COMBINED EFFECT OF GLUCOCORTICOID HORMONES AND OXIDATIVE STRESS ON STRUCTURAL STATE OF LIPID AND PROTEIN COMPONENTS OF THYMOCYTES PLASMATIC MEMBRANES

М. Д. Гиль, И. В. Пухтеева, Н. В. Герасимович

M. D. Gil, I. V. Puhteeva, N.V. Gerasimovich

*Учреждение образования «Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ, г. Минск, Республика Беларусь
margopear@mail.ru*

*International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, ISEI BSU,
Minsk, Republic of Belarus*

В работе установлено, что глюкокортикоидные гормоны на фоне оксидативного стресса, взаимодействуя с мембранами тимоцитов, вызывают изменение их физико-химических характеристик: показателей полярности и микровязкости липидов плазматических мембран. Наиболее выраженные изменения наблюдались в области аннулярных липидов и липидного бислоя. Это может быть связано с тем, что накопление перекиси водорода активирует перекисное окисление липидов, вследствие чего и наблюдается частичная дезинтеграция биологических мембран.

In this research, it was found that glucocorticoid hormones against the background of oxidative stress, interacting with thymocytes membranes, cause a change in their physicochemical characteristics: indicators of polarity and microviscosity of plasma membrane lipids. The most pronounced changes were observed in the area of annular lipids and the lipid bilayer. This may be due to the fact that the accumulation of hydrogen peroxide activates lipid peroxidation, as a result of which partial disintegration of biological membranes is observed.

Ключевые слова: дексаметазон, окислительный стресс, плазматическая мембрана, тимоциты, пирен.

Keywords: dexamethasone, oxidative stress, plasmatic membrane, thymocytes, pyrene.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2024-1-16-20>