

ОЦЕНКА И ПРОГНОЗ НАКОПЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ ОСНОВНЫМИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ КУЛЬТУРАМИ В ОТДАЛЕННЫЙ ПОСТЧЕРНОБЫЛЬСКИЙ ПЕРИОД

Т.В. Ласько, С.А. Тагай

Институт радиобиологии НАН Беларуси,
ул. Федюнинского 4, 246007, г. Гомель, Республика Беларусь
t-lasko@ yandex.by

Аннотация. В статье анализируются результаты исследований миграции ^{137}Cs и ^{90}Sr в основные сельскохозяйственные культуры, возделываемые на загрязненных радионуклидами землях.

В результате проведенных исследований актуализированы параметры перехода радионуклидов из дерново-подзолистых и торфяных почв в основные сельскохозяйственные культуры в отдаленный постчернобыльский период. Применение этих параметров позволят составить более точный прогноз удельной активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в растениях и обеспечить получение сельскохозяйственной продукции с содержанием радионуклидов в пределах требований Республиканских допустимых уровней (РДУ-99).

Ключевые слова: радионуклиды, коэффициенты перехода, агрохимические показатели почвы, сельскохозяйственные культуры.

EVALUATION AND PREDICTION OF RADIONUCLIDE ACCUMULATION IN STAPLE FOOD CROPS IN THE LONG TERM AFTER THE CHERNOBYL ACCIDENT

T.V. Lasko, S.A. Tagai

Institute of Radiobiology of the NAS of Belarus,
246007 Gomel, Belarus,

Abstract. This paper analyzes the results of our study on soil-to-plant migration of ^{137}Cs and ^{90}Sr on Chernobyl-affected arable land under major agricultural crops.

The present-day transfer factors of radionuclides were established for the agricultural crops grown on contaminated soddy-podzolic and peaty soils. The updated values are essential for making a high-accuracy prediction of ^{137}Cs and ^{90}Sr concentrations in crops for the sake of producing safe and standard-compliant foods in radiation-affected areas.

Keywords: radionuclides, transfer factors, forages, agrochemical properties of soils, agricultural crops.

Территория Республики Беларусь подверглась масштабному радиоактивному загрязнению в результате глобальной техногенной и экологической катастрофы XX столетия – аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 году. Нелегкий труд в начале ликвидации катастрофы в основном лег на мужские плечи. В окружающую среду попали радиоактивные вещества и принесли загрязнение на 23,5 % всех земель Беларуси. Особенно сильно от катастрофы на ЧАЭС пострадала сельскохозяйственная отрасль, поскольку загрязненными оказались земли в зоне интенсивного ведения сельского хозяйства. Нашей стране пришлось принять серьезный вызов и организовать защитные меры в агропромышленном комплексе, обеспечивающие производство нормативно чистой сельскохозяйственной продукции.

В решение данной проблемы включился, с присущим им энтузиазмом, женский коллектив научных сотрудников, опираясь на многолетний опыт исследовательской работы в области радиоэкологии и радиационных измерений. На всех этапах исследований этой научной темы – от подготовки проектных предложений, проведения полевых и аналитических исследований до защиты заключительных результатов – вклад женщин является весомым.

В настоящее время в Беларуси сельскохозяйственном пользовании находится около 868 тыс. га земель, загрязненных ^{137}Cs с плотностью от 1 до 40 Ки/км², из которых 543 тыс. га – пахотные, 325 тыс. га – луговые земли. Одной из важнейших задач сельскохозяйственного производства на данных землях является получение растениеводческой продукции соответствующей действующим на территории республики нормативам [1].

В рамках Государственной программы по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2011-2015 годы и на период до 2020 года, были выполнены исследования по оценке значений коэффициентов перехода (Кп) ^{137}Cs и ^{90}Sr в звене миграции почва-сельскохозяйственные культуры в отдаленный постчернобыльский период.

На загрязненной территории получение сельскохозяйственной продукции с известным содержанием радионуклидов начинается с прогнозирования накопления ^{137}Cs и ^{90}Sr в растениях. Для этого необходимы данные, имеющиеся в хозяйствах, об агрохимических и агрофизических свойствах почв, плотности их загрязнения, планируемые к производству культуры и показатели коэффициентов перехода радионуклида в звене почва-растение, получаемые из Рекомендаций по ведению сельскохозяйственного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель [2]. Рекомендации по ведению сельскохозяйственного производства на радиоактивно загрязненных землях периодически издаются, в них вносятся обновленные показатели. Правки Кп вносятся из-за их меняющихся

значений, на которые оказывают влияние многие факторы, к которым относятся тип почвы и её свойства, время от поступления радионуклидов в почву, климатические условия и др. Поэтому точность прогнозирования накопления ^{137}Cs и ^{90}Sr в сельскохозяйственной продукции зависит от актуализированных значений показателей Кп.

В ходе исследований были отобраны сопряженные пробы почвы и зерновых (пшеница, рожь, тритикале, ячмень, овес, просо, гречиха, горох, кукуруза), многолетних и однолетних трав (люцерна, клевер, лядвенец, злаковые и бобово-злаковые травосмеси, пайза, сурепица, вико-овсяная смесь) масличные (рапс, лен, подсолнечник) культур, овощей (картофель, свекла, морковь, лук).

Проведены аналитические работы по определению удельной активности радионуклидов в отобранных пробах, выполнены расчеты и верификация коэффициентов перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr для основных сельскохозяйственных культур в зависимости от агрохимических и агрофизических показателей различных типов почв.

Полученные актуализированные показатели по коэффициентам перехода радионуклидов ^{137}Cs для сельскохозяйственных культур, рассчитаны на основании данных по удельной активности почвы и растений.

В зависимости от плотности загрязнения радионуклидами территории удельная активность ^{137}Cs в почве находилась в пределах 59 – 2998 Бк/кг, удельная активность ^{90}Sr почвы составила 2–768 Бк/кг.

Коэффициенты перехода радионуклидов дифференцированы по агрохимическим показателям почвы. Для значений коэффициентов перехода ^{137}Cs учитывалось содержание в почве подвижного калия, для значений ^{90}Sr учитывались уровни обменной кислотности почвы.

В результате исследований установлено снижение коэффициентов перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr для многолетних и однолетних трав по сравнению с Кп полученных 10 и более лет назад (предыдущие показатели взяты из базы данных Института). Для зерновых культур Кп ^{137}Cs остались на прежнем уровне или несколько увеличены, Кп ^{90}Sr снижены. Возможно, это связано с погодными климатическими условиями, в которых производился отбор проб. Южные районы сейчас можно отнести к пятой климатической зоне с более жаркими и засушливыми условиями, что приводит к пересыханию пахотного слоя и увеличению коэффициентов перехода ^{137}Cs . Данный аспект необходимо учитывать при планировании структуры посевных площадей.

На торфяных почвах накопление радионуклидов растениями варьирует в достаточно широком диапазоне, при этом максимальные значения Кп значительно выше, чем на минеральных почвах. По этой причине многие площади торфяных почв продолжают оставаться критическими относительно

накопления радиоактивных веществ сельскохозяйственными культурами. В настоящее время использование торфяных земель ограничено даже в тех случаях, когда уровни их загрязнения радионуклидами сравнительно невелики. Экологическая обстановка осложняется также тем, что в мелиорированных торфяных почвах, в изменяющихся условиях водного и воздушного режима, развиваются физико-химические процессы, способствующие накоплению радионуклидов растениями [3, 4, 5].

Установлено так же, что имеется достаточно тесная отрицательная взаимосвязь между показателем pH, содержанием подвижных форм фосфора и калия дерново-подзолистой супесчаной почвы и коэффициентами перехода (Кп) ^{137}Cs и ^{90}Sr .

Используя коэффициенты перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr можно сделать прогноз загрязнения сельскохозяйственных культур. Прогноз позволяет заблаговременно планировать набор культур для возделывания на загрязненных радионуклидами землях, размещение по полям севооборотов с учетом плотности загрязнения почв и различное их использование [3].

Применение этих параметров позволят составить более точный прогноз удельной активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в растениях и обеспечить получение сельскохозяйственной продукции с содержанием радионуклидов в пределах требований Республиканских допустимых уровней (РДУ-99).

При планировании рациона кормления сельскохозяйственных животных необходимо учитывать содержание радионуклидов в кормах.

На основании актуализированных коэффициентов перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr для основных сельскохозяйственных культур разработана усовершенствованная модель прогноза удельной активности радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в продукции растениеводства. Модель прогноза предназначена для определения расчётных прогнозных значений удельной активности радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в продукции растениеводства.

В модели возможно выполнить определение удельной активности радионуклидов в продукции сельскохозяйственных культур, выращиваемых на дерново-подзолистых почвах и на торфяных почвах. Спектр сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых почвах включает 41 наименование, на торфяных почвах 15 наименований. Интенсивность перехода радионуклидов зависит от агрохимических показателей почв поэтому модель позволяет определить удельную активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в продукции при различных показателях почвы: кислотности, содержания гумуса, подвижных форм калия и фосфора. Электронная версия Модели размещена в сети Интернет по адресу: <http://forecastmodel.pythonanywhere.com/>

Актуализированные коэффициенты перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr использованы в «Рекомендациях по ведению сельскохозяйственного производства на территории радиоактивного загрязнения Республики Беларусь на 2021-2025 годы».

Библиографические ссылки

1. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь. Статистический сборник. – Мн., 2020. – С. 199. <http://www.belstat.gov.by>
2. Рекомендации по ведению сельскохозяйственного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь на 2012-2016 годы / Департамент по ликвидации последствий на Чернобыльской АЭС, РНИУП «Институт радиологии», РУП «Институт почвоведения и агрохимии», М-во сельского хозяйства и продовольствия; редкол.: Н.Н. Цыбулько [и др.]. – Минск, 2012. – 124 с.
3. Рекомендации по возделыванию многолетних бобово-злаковых многокомпонентных травосмесей на загрязненных радионуклидами торфяных почвах / Т.В. Ласько [и др.]; РНИУП «Институт радиологии».–Минск, 2015.-33 с.
4. Рекомендации по применению новых форм минеральных удобрений на загрязненных радионуклидами торфяных почвах при возделывании сельскохозяйственных культур / Т.В. Ласько [и др.]; Минск, 2019. - 24 с.
5. Семененко, Н.Н. Торфяно-болотные почвы Полесья: трансформация и пути эффективного использования / Н.Н. Семененко–Минск: Беларуская навука, 2015.–282 с.