



ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

И.М.Богдевич, академик ААН Республики Беларусь,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Белорусский НИИ почвоведения и агрохимии

В.А. Щербаков, член-корреспондент ААН Республики Беларусь,
главный ученый секретарь ААН Республики Беларусь
Академия аграрных наук Республики Беларусь

УДК 63.002.6:632.118.3

Влияние радиоактивного загрязнения земель Беларуси на производство и качество сельскохозяйственной продукции

Радиоактивному загрязнению в Беларуси подверглось более 1,8 млн. га сельскохозяйственных угодий, что составляет 20,8% от общей площади. После распада короткоживущих радионуклидов внутренняя составляющая дозовой нагрузки на население в основном определяется содержанием цезия-137 и стронция-90 в продуктах питания. Загрязнение сельскохозяйственных угодий обусловило в ближней от ЧАЭС зоне невозможность их использования (на площади 265 тыс. га) для производства продуктов питания. На других землях главной задачей сельскохозяйственного производства является получение продукции с содержанием радионуклидов в пределах допустимых уровней. С этой целью разработан комплекс специальных защитных мер, позволяющих снизить концентрацию радионуклидов в сельскохозяйственной продукции.

Республика Беларусь не имеет на своей территории атомных электростанций и ядерного оружия. Однако проблема радиационной безопасности и уязвимости продуктов питания является весьма важной и остро воспринимается населением. В непосредственной близости к границам республики расположены: на северо-западе – Игналинская АЭС (Литва), на северо-востоке – Смоленская АЭС (Россия), на юге – Ровенская и Чернобыльская АЭС (Украина). Зоны влияния перечисленных атомных электростанций в радиусе 200 км практически покрывают около 90% территории Беларуси.

Радиоактивные выбросы крупнейшей в истории аварии на Чернобыльской АЭС достигли многих государств. Наибольшее их количество (по оценкам специалистов до 70%) выпало на землю Беларуси. Ущерб, нанесенный республике этой катастрофой в расчете на 30-летний период ее преодоления, оценивается в 235 млрд. долларов США. Чернобыльская катастрофа оказала воздействие на все сферы жизнедеятельности человека – здоровье, производство, культуру, науку, экономику. Но наибольшие потери наблюдаются в аграрном секторе.

Радиоактивному загрязнению с плотностью выше 37 кБк/кв.м по цезию-137 в Беларуси подверглось более 1,8 млн. га сельскохозяйственных угодий, из которых

More than 1.8 mln. of hectares of the agricultural land that makes up 20.8% of the total land area was exposed to radioactive contamination. After the short-lived radionuclides decay the internal component of the dose load on population is mainly determined by Cs-137 and Sr-90 availability in food products.

The contamination of the agricultural land has stipulated in the neighbouring to Chernobyl NPP zone (265 those. of hectares) the impossibility of their use for food production.

The main task of the agricultural production is the production of the agricultural products with availability of the radionuclides within the permissible levels limits on the other lands. For this purpose the complex of the special protection measures allowing to reduce the radionuclide concentration in the agricultural products has been worked out.

265 тыс. га с плотностью загрязнения цезием-137 выше 1480 кБк/кв.м, стронцием-90 – 111 кБк/кв.м, плутонием – более 3,7 кБк/кв.м исключены из сельскохозяйственного оборота. Сельскохозяйственное производство ведется на 1,36 млн. га земель, загрязненных цезием-137 с плотностью 37-1480 кБк/кв.м, из которых 478 тыс. га одновременно загрязнено и стронцием-90 (11-111 кБк/кв.м). Особую сложность представляет ведение сельскохозяйственного производства на землях с содержанием цезия-137 185-1480 кБк/кв.м (420 тыс. га), 113 тыс. га которых загрязнены также и стронцием-90 с плотностью 37-111 кБк/кв.м.

Ситуация по загрязнению сельхозугодий периодически уточняется областными проектно-исследовательскими станциями химизации совместно с агрохимическим обследованием почв. Сформирована научно-исследовательская программа “Сельхозрадиология” для изучения влияния радиоактивного загрязнения на агроценозы и разработки мер по уменьшению перехода радионуклидов в пищевую цепочку. Программу координирует БелНИИ почвоведения и агрохимии, выполняют специализированные лаборатории институтов Академии аграрных наук, БелНИИ радиологии, с привлечением отдельных исследователей из других учреждений.

Примечание: Доклад прочитан на семинаре НАТО “Уязвимость продуктов питания сельского хозяйства при чрезвычайных ситуациях и катастрофах”, который был проведен в г.Вильнюсе 17–20 июня 1996 г.

Опыт преодоления последствий чернобыльской катастрофы должен быть использован для совершенствования стратегии и практического использования контрмер в сельском хозяйстве многих стран на случай возможных ядерных аварий, поскольку ни одно государство не застраховано от трансграничных переносов радиоактивных выбросов. Комплекс защитных мер по предотвращению загрязнения продуктов питания короткоживущими радионуклидами на ранних фазах аварий сравнительно хорошо разработан и опубликован в ряде рекомендаций МАГАТЭ. Эффективность этих контрмер зависит от своевременного оповещения о масштабах и изотопном составе радиоактивных выбросов, а также от четкой организации исполнения рекомендуемых мер. Преодоление далекоидущих последствий на средних и поздних фазах аварий требует дальнейшего изучения, поскольку здесь в большей степени проявляются различия в природных, экономических и социальных условиях разных стран.

Установлено, что вертикальная миграция в почве цезия-137 и стронция-90 протекает с очень малой скоростью. На необрабатываемых землях практически все радионуклиды находятся в верхней части корнеобитаемого слоя гумусовых горизонтов (рис. 1). На пахотных почвах радионуклиды распределены сравнительно равномерно по всей глубине обрабатываемого слоя. В ближайшей перспективе самоочищение корнеобитаемого

слоя почв за счет вертикальной миграции радионуклидов не произойдет.

Вместе с тем наблюдаются процессы локального вторичного загрязнения за счет горизонтальной миграции радионуклидов вследствие ветровой и водной эрозии почв. Содержание радионуклидов в пахотном горизонте на различных элементах рельефа в результате водной эрозии на посевах однолетних культур за девять лет изменилось в 1,5-3 раза. На бессменных посевах многолетних трав, при отсутствии твердого стока, этот эффект не наблюдается (рис. 2).

В связи с этим в качестве защитной меры предложена система почвозащитных севооборотов и специальной обработки почв с периодическим глубоким (до 40 см.), безотвальным рыхлением плужной подошвы. Это позволяет уменьшить потерю гумуса и масштабы вторичного загрязнения земель.

Доступность радионуклидов растениям и уровень загрязнения продукции зависят от прочности закрепления цезия-137 и стронция-90 в почве. Степень доступности радионуклидов оценивается различными вытяжками. Доступность растениям цезия-137 существенно уменьшается во времени по мере процессов фиксации его почвой. За период с 1987 по 1994 г. доля фиксированной фракции цезия-137 увеличилась в среднем более чем в 2 раза и составляет 70-84% от валового содержания. Для стронция-90, наоборот, характерно преоб-

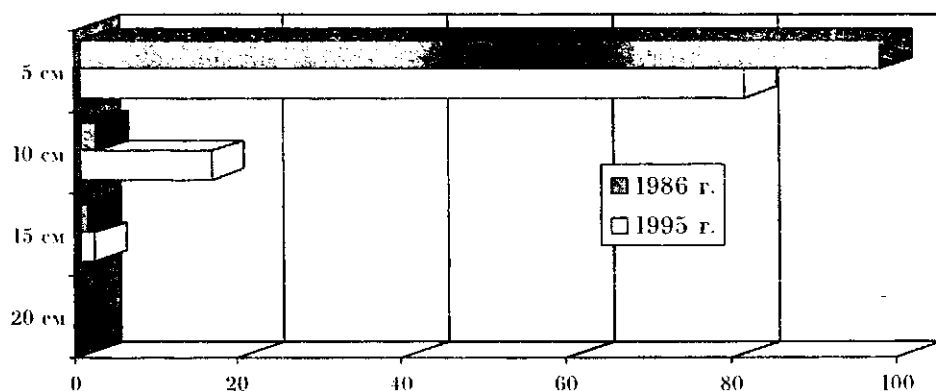


Рис. 1. Динамика миграции цезия-137 по профилю необрабатываемых дерново-подзолистых супесчаных почв (в % от общего содержания)

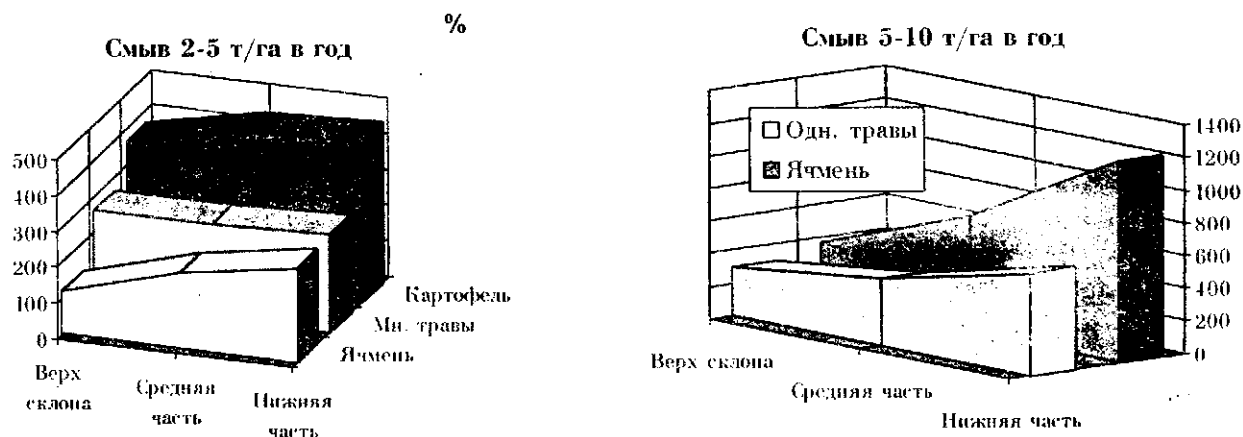


Рис. 2. Изменение содержания цезия-137 кБк/м² на склонах пахотных почв под действием водной эрозии

ладание легкодоступных для растений форм, которые составляют 53-87% от валового содержания и имеют тенденцию к повышению во времени.

Соответственно изменяются во времени и коэффициенты перехода радионуклидов из почвы в растения. Переход в зерновые культуры и сено многолетних трав цезия-137 в среднем за период 1991–1995 гг. по сравнению с 1987–1990 гг. уменьшился более чем в 2 раза, а переход стронция-90, наоборот, стал несколько повышаться (рис. 3). Для обеспечения прогноза загрязнения сельскохозяйственной продукции необходимо периодически уточнять данные по коэффициентам перехода радионуклидов из почвы в урожай.

Содержание радионуклидов в сельскохозяйственной продукции зависит не только от плотности загрязнения, но и от типа почв, их гранулометрического состава и агрохимических свойств, биологических особенностей возделываемых культур. Показатели почвенного плодородия оказывают существенное влияние на накопление радионуклидов всеми сельскохозяйственными культурами, но особенно многолетними травами. При повышении содержания гумуса в почве от 1 до 3,5% переход радионуклидов в растения снижается в 1,5-2 раза, а по мере повышения содержания обменных форм калия от низкого (менее 100 мг K_2O на кг почвы) до оптимального (200-300 мг/кг) и изменения реакции почв

от кислого интервала (рН 4,5-5,0) к нейтральному (рН 6,5-7,0) – в 2-3 раза (рис. 4, 5). Минимальный переход цезия-137 и стронция-90 в растения наблюдается при достижении оптимальных параметров агрохимических свойств почв.

Большое влияние на накопление радионуклидов в продукции сельскохозяйственных культур оказывает режим увлажнения почв. Переход радиоцезия в многолетние злаковые травы выше в 10-27 раз на дерново-глебовых и дерново-подзолисто-глебовых почвах по сравнению с временно избыточно увлажняемыми (рис. 6).

Установленные закономерности в исследованиях подтверждены практикой. На переувлажненных песчаных и торфяных почвах, например в Наровлянском и Лельчицком районах Гомельской области, высокая степень загрязнения травяных кормов наблюдается даже при относительно низких плотностях загрязнения почв радионуклидами. В то же время на окультуренных участках дерново-подзолистых почв (лессовидные и моренные суглинки Могилевской области) возможно получение продукции с допустимым содержанием цезия-137 и при плотности загрязнения до 740-1110 кБк/кв.м.

Переход радионуклидов существенно зависит от межвидовых особенностей сельскохозяйственных культур. Накопление цезия-137 по видам растений (в расчете на сухое вещество) может различаться до 180 раз, а

накопление стронция-90 – до 30 раз, при одинаковой плотности загрязнения почв. Сортовые различия в накоплении радионуклидов заметно меньше (1,5-3 раза), но их также необходимо учитывать в сельскохозяйственном производстве на загрязненных землях.

После распада короткоживущих радионуклидов внутренняя составляемая дозовой нагрузки населения в основном определяется содержанием цезия-137 и стронция-90 в продуктах питания. Главной задачей ведения сельскохозяйственного производства на загрязненной территории является получение продукции с содержанием радионуклидов в пределах допустимых уровней. С этой целью разработан комплекс специальных защитных мероприятий, позволяющих снизить концентрацию радионуклидов в сельскохозяйственной продукции, основными из которых являются:

Подбор культур. По накоплению радиоцезия на единицу сухого вещества установлен следующий убывающий ряд: разнотравье естественных сенокосов и паст-

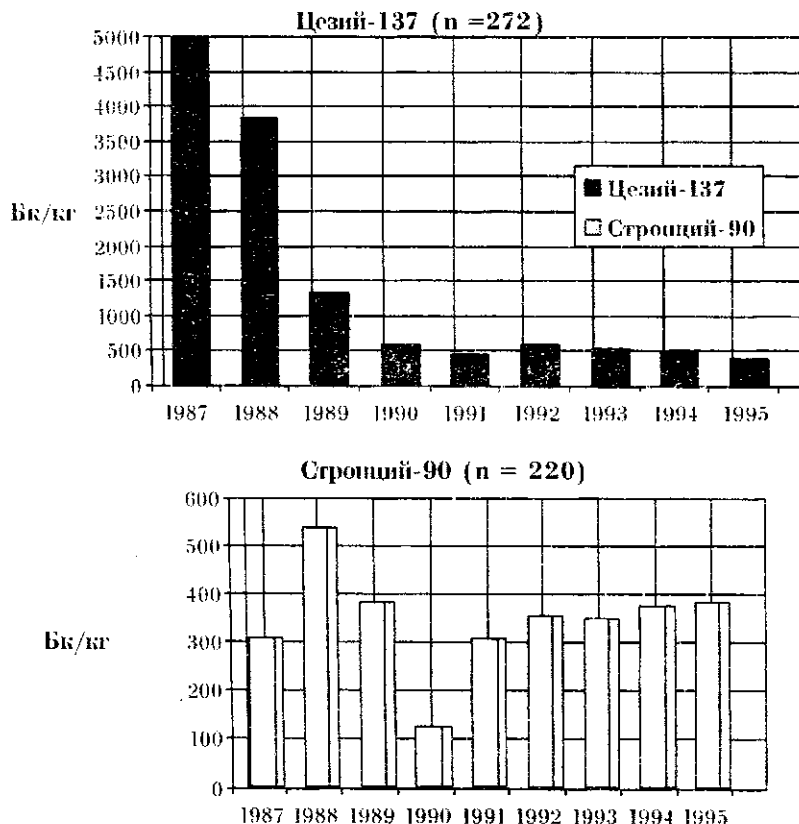


Рис. 3. Динамика перехода радионуклидов в сено многолетних злаковых трав (Бк/кг) из дерново-подзолистых супесчаных почв при плотности загрязнения цезием-137 - 370 кБк/м², стронцием-90 - 37 кБк/м²

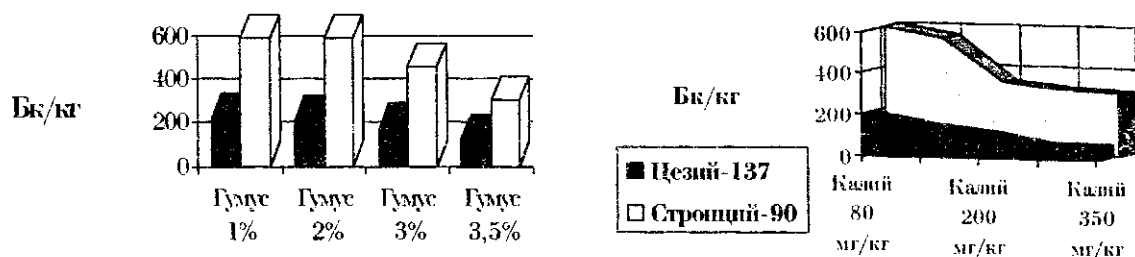


Рис. 4. Зависимость накопления радионуклидов в сене многолетних злаковых трав от содержания гумуса и обменного калия в дерново-подзолистых супесчаных почвах, Бк/кг (при плотности загрязнения 37 кБк/кв.м)

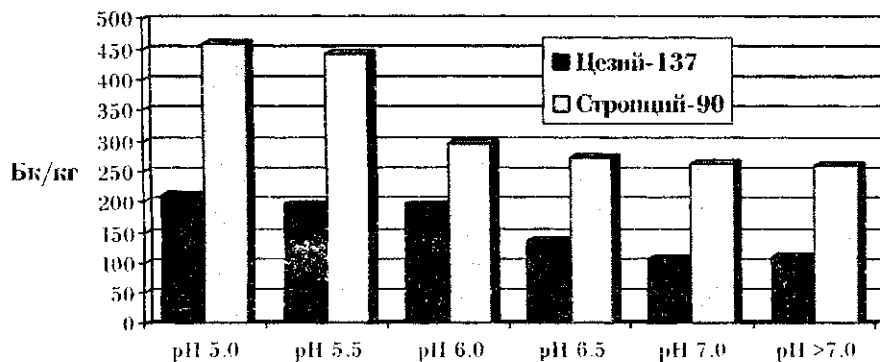


Рис. 5. Влияние степени кислотности дерново-подзолистых супесчаных почв на поступление радионуклидов в сено многолетних злаковых трав, Бк/кг (при плотности загрязнения 37 кБк/кв.м)



Рис. 6. Влияние режима увлажнения песчаных почв на переход радионуклидов в сено ежи сборной, Бк/кг (при плотности загрязнения 37 кБк/кв.м)

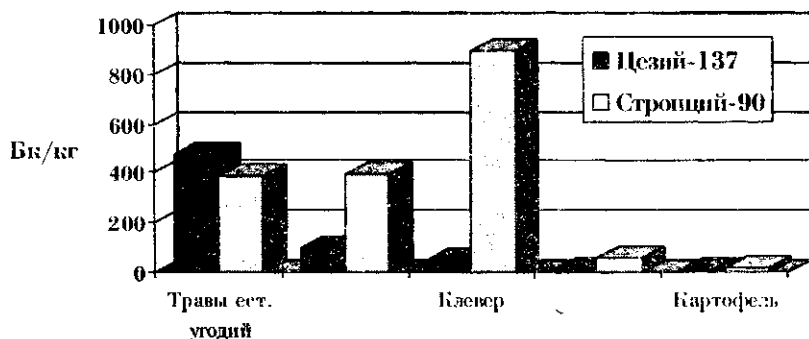


Рис. 7. Поступление радионуклидов в различные виды культур на дерново-подзолистых супесчаных почвах, 1987-1994 гг., Бк/кг (при плотности загрязнения 37 кБк/кв.м)

бищ, люпин, многолетние злаковые травы, клевер, зеленая масса рапса, гороха, солома овса, зеленая масса кукурузы, кормовая свекла, зеленая масса однолетних бобово-злаковых травосмесей, солома озимой ржи, зерно овса, картофель, солома ячменя, зерно озимой ржи, зерно ячменя (рис. 7). По содержанию стронция-90 в сухом веществе растений отмечается несколько отличный ряд, соответственно: клевер, зеленая масса гороха,

рапса, люпина, однолетних бобово-злаковых травосмесей, разнотравье сенокосных и пастбищ, многолетние злаковые травы, солома ячменя, зеленая масса озимой ржи, кормовая свекла, зеленая масса кукурузы, солома овса и озимой ржи, зерно ячменя, овса, озимой ржи, картофель.

Установленные закономерности поступления радионуклидов в продукцию различных культур являются те-

оретической основой для переспециализации растениеводства. Они были положены в основу мероприятий в первые годы после аварии (выведение из севооборотов культур с высокими коэффициентами перехода радионуклидов, изменение структуры посевных площадей и др.).

В республике насчитывается 192 тыс. га пахотных почв, загрязненных стронцием-90 с плотностью 11-37 кБк/кв.м, где периодически имеют место случаи получения растениеводческой продукции с содержанием радионуклидов выше допустимых уровней. На 113 тыс. га почв с плотностью загрязнения более 37 кБк/кв.м наблюдается повышенное содержание стронция-90 во всех видах грубых кормов, которые непригодны для производства цельного молока и могут скормливаться скоту только для производства мяса и частично для производства молока-сырья. На этих землях пока невозможно получение продовольственного зерна и картофеля.

В связи с этим в БелНИИ почвоведения и агрохимии и БелНИИ земледелия и кормов разработаны типовые схемы севооборотов в зависимости от уровня и характера загрязнения почв радионуклидами. Подбор культур и сортов с минимальным накоплением радионуклидов является наиболее доступным средством снижения поступления радионуклидов из почвы в урожай. В настоящее время этот прием применяется во многих хозяйствах загрязненной зоны и особенно эффективен в овощеводстве и при возделывании столового картофеля на почвах, загрязненных стронцием. По данным БелНИИ картофелеводства, наименьшее загрязнение клубней наблюдается при возделывании сортов картофеля Аксамит, Альтаир, Сантэ и Синтез (рис. 8).

Обработка почвы. Система обработки почв в зоне радиоактивного загрязнения направлена на снижение накопления радионуклидов в урожае, уменьшение эрозийных процессов, снижение времени воздействия излучения на работающих в поле. Мелиоративная глубокая вспашка, которая в наибольшей степени снижает поступление радионуклидов в растения (до 5-10 раз), в

условиях Беларуси имела ограниченное применение. После проведения глубокой вспашки последующие обработки проводятся таким образом, чтобы их глубина была выше заделанного загрязненного слоя.

На эродированных и эрозионно опасных, уплотненных и временно избыточно увлажняемых почвах необходимо применять периодическое глубокое рыхление и щелевание. Предпосевная обработка должна проводиться высокопроизводительными комбинированными агрегатами, обеспечивающими за один проход выполнение нескольких операций, что позволяет снизить на 30-40% внешние дозовые нагрузки на механизаторов.

На сенокосах и пастбищах, где после выпадения радионуклидов была запахана загрязненная дернина, при повторном перезалужении вспашка недопустима. Следует проводить поверхностное фрезерование и прикапывание с посевом трав или обновлять травостой путем подсева трав в дернину. Коренное и поверхностное улучшение луговых угодий – эффективная мера, позволяющая не менее чем вдвое уменьшить поступление радионуклидов из почвы в многолетние травы.

Известкование кислых почв. Внесение извести является эффективным способом снижения поступления стронция-90 и цезия-137 из почвы в растения. Данный прием обеспечивает снижение поступления радионуклидов в урожай в пределах 1,5-3 раз (рис. 9) при достижении оптимальных показателей кислотности почв рН(KCl). Дозы извести дифференцированы по типам почв, гранулометрическому составу, степени кислотности и плотности загрязнения цезием-137 и стронцием-90.

Удобрения. Применение органических удобрений уменьшает переход радионуклидов из почвы в растения. Изучение действия большого набора мелиорантов (цеолиты, бентонит, глинистый мергель, трепел, лигносульфонаты, гуминовые препараты, сапропели и др.) показало, что снижение накопления цезия-137 и стронция-90 в продукции при их применении состав-

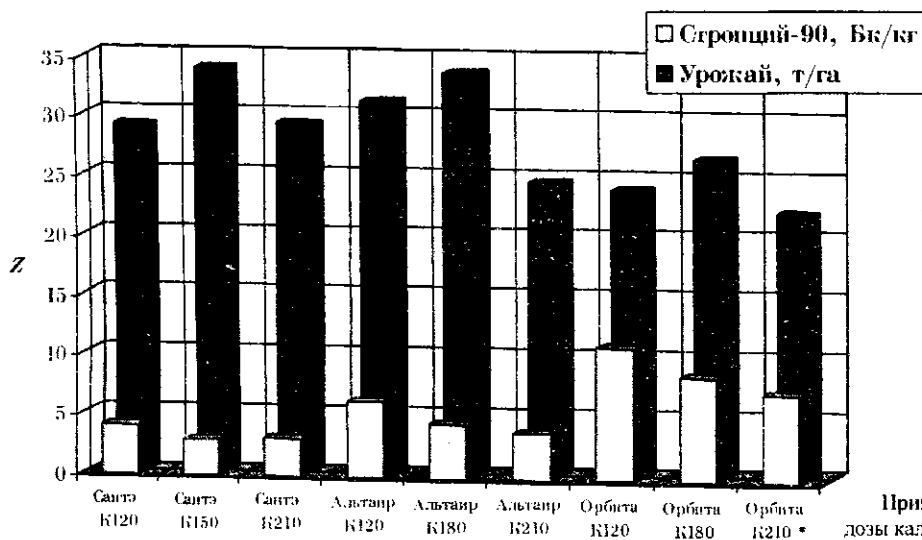


Рис. 8. Урожай различных сортов картофеля (т/га) и накопление стронция-90 в клубнях (Бк/кг) на дерново-подзолистой супесчаной почве при плотности загрязнения 22 кБк/кв.м (Ветковский район, 1993 г.)

Примечание: * K120 - K210 - дозы калийных удобрений, кг/га

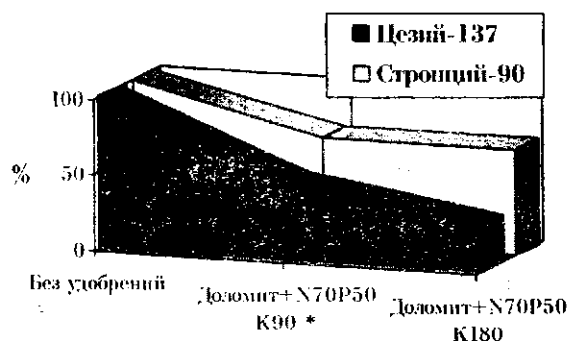


Рис. 9. Влияние минеральных удобрений и извести на переход радионуклидов в сено многолетних злаковых трав на торфяно-болотных почвах

ляло 15-30%. При малом радиусе перевозок возможно применение кремнеземистых и карбонатных сапропелей в дозах 60-80 т/га под пропашные культуры. При внесении полной дозы карбонатного сапропеля исключается необходимость известкования кислых почв. Однако экономически более эффективно известкование.

Применение повышенных доз калийных удобрений существенно уменьшает поступление радионуклидов из почвы в растительную продукцию, особенно на бедных калием почвах. Рекомендованы повышенные дозы калийных удобрений, которые обеспечивают прибавку урожая без снижения качества продукции (рис. 8). Внесение калийных удобрений дифференцировано в зависимости от типа почв, содержания в них обменного калия и плотности загрязнения радионуклидами.

Фосфорные удобрения также уменьшают поступление радионуклидов из почвы в растительную продукцию, особенно на почвах с низким содержанием подвижных фосфатов. Учитывая высокую стоимость фосфора, рекомендовано для ведения земледелия на загрязненной территории обеспечить минимум фосфорных удобрений, необходимый для сбалансированного питания сельскохозяйственных культур с учетом содержания подвижных фосфатов в почве.

Важная роль отводится регулированию азотного питания растений. При недостатке доступного азота в почве снижается урожай и концентрация радионуклидов в продукции несколько повышается. С другой стороны, повышенные дозы азотных удобрений усиливают накопление радионуклидов в растениях (рис. 10).

Для оптимизации доз азотных удобрений в зоне радиоактивного загрязнения необходимо проведение почвенной и растительной диагностики. Весьма эффективными в плане снижения загрязнения урожая радионуклидами и нитратами показали себя новые формы медленнодействующих удобрений – карбамида и сульфата аммония с добавками гуматов и других биологически активных компонентов, выпускаемых Гродненским ПО «Азот». На посевах злаковых трав эффективно применение препаратов на основе ассоциативных штаммов азотфиксирующих бактерий, что позволяет эконо-

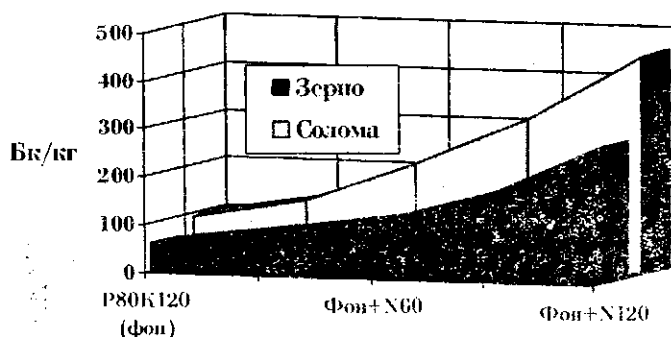


Рис. 10. Влияние доз азотных удобрений на накопление цезия-137 урожаем озимой ржи на дерново-подзолистых супесчаных почвах

мить на гектаре посева 20-40 кг азота минеральных удобрений и снизить загрязнение урожая на 25-50%.

Микроудобрения также вносят вклад в снижение поступления радионуклидов в сельскохозяйственные культуры, хотя механизм их действия изучен недостаточно. Рекомендуются минимальные дозы микроудобрений в виде некорневых подкормок в зависимости от содержания микроэлементов в почве и биологических особенностей культур. В почву микроудобрения вносят только при очень низком содержании соответствующих микроэлементов.

Защита растений. Мероприятия по химической защите растений от вредителей, болезней и сорняков также приводят к снижению накопления радионуклидов в продукции. Исследования БелНИИ защиты растений показали, что интегрированная система защиты растений позволяет на 10-40% снизить переход радионуклидов в растениеводческую продукцию за счет прибавки урожая. Особенно эффективен этот прием при возделывании картофеля на почвах с плотностью загрязнения стронцием-90 более 18,5 кБк/кв.м.

Регулирование водного режима. Осушение переувлажненных земель является важным приемом снижения содержания радионуклидов в урожае сельскохозяйственных культур. По данным БелНИИ мелиорации и луговодства, для большинства торфяных и минеральных заболоченных почв минимальное поглощение растениями радионуклидов достигается при уровне грунтовых вод 90-120 см от поверхности почвы. Подъем грунтовых вод, например, в результате выхода из строя дренажной сети, до 35-50 см от поверхности почвы приводит к увеличению накопления радионуклидов до 5-20 раз.

Ведение животноводства. Масштабность и степень радиоактивного загрязнения территории радионуклидами определяют трудности ведения животноводства. Для предотвращения производства молока и мяса с содержанием цезия-137 и стронция-90 выше допустимых уровней необходимо учитывать закономерности перехода этих радионуклидов из кормов в молоко и мясо крупного рогатого скота, овец, свиней и домашней птицы.

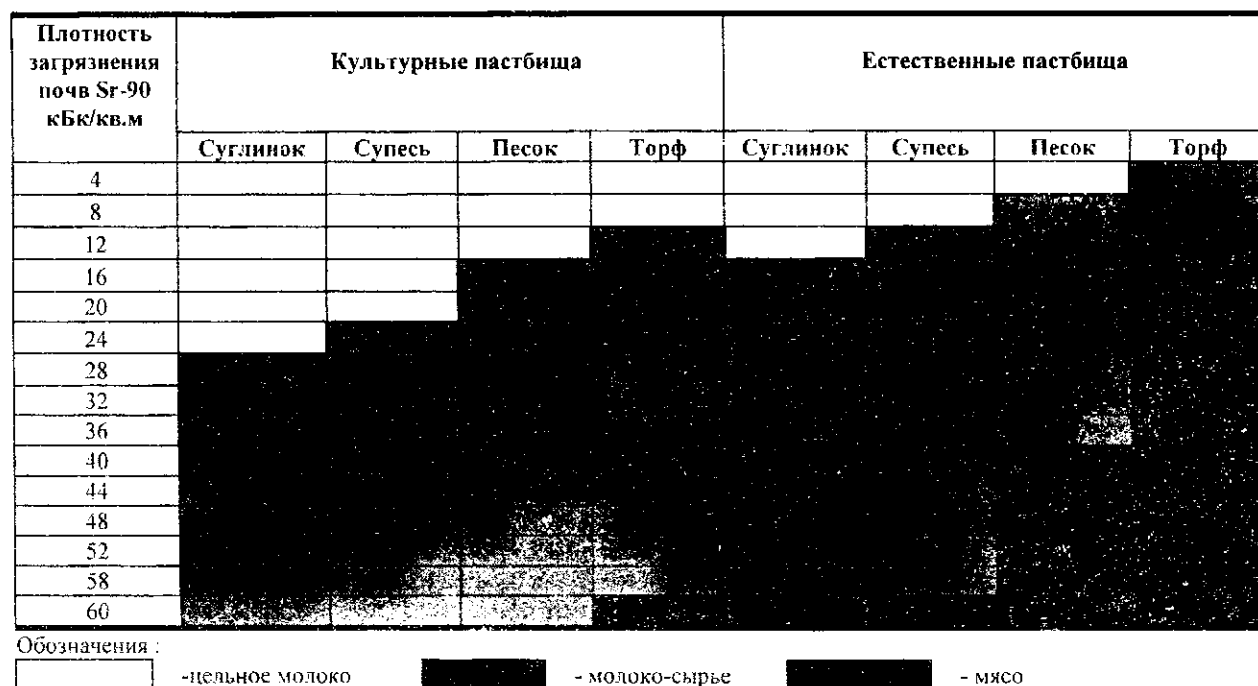


Рис. 11. Прогноз возможности получения продукции животноводства с допустимым содержанием стронция-90 в зависимости от плотности загрязнения почв

В исследованиях БелНИИ радиологии и БелНИИ животноводства установлены параметры перехода радионуклидов из кормов в животноводческую продукцию. При низкой продуктивности коров общее содержание радиоцезия в рационе для получения цельного молока не должно превышать 11 кБк в сутки, стронция-90 – 2,6 кБк, а при производстве молока-сырья для переработки на масло – соответственно 37 и 13 кБк. При производстве говядины общая загрязненность суточного рациона радиоцезием не должна превышать 15 кБк. По мере повышения качества кормов и продуктивности животных предельно допустимое содержание радионуклидов в суточном рационе существенно увеличивается.

Рекомендовано технологическое разделение кормов в зависимости от степени их загрязнения радионуклидами и возможности получения различной продукции – цельного молока, молока-сырья, мяса. Для облегчения практического использования рекомендаций рассчитаны нормативы предельно допустимого содержания радионуклидов в конкретных кормах для крупного рогатого скота на основе типовых рационов кормления.

С целью получения мяса, отвечающего нормам радионуклидного загрязнения продуктов питания, используется определенная схема выращивания молодняка и откорма крупного рогатого скота. Так, на первой стадии откорма возможно выращивание молодняка на травянистых и грубых кормах с повышенным содержанием радионуклидов. В последующем производится заключительный откорм, который включает содержание животных в течение 2–3 месяцев перед убоем на чистых кормах или с низким содержанием радиоцезия (кукурузный силос или зеленая масса кукурузы и концентраты).

Раздельные выпас дойных коров, откормочного молодняка и заготовка кормов осуществляются на основе прогноза загрязнения кормовых культур в зависимости от плотности загрязнения почв.

Прогноз загрязнения сельскохозяйственной продукции. Позволяет планировать размещение культур по полям севооборотов с учетом использования получаемой продукции (продовольственные цели, фураж, промышленная переработка и т.д.). Прогнозирование основывается на коэффициентах перехода радионуклидов в урожай различных культур, результатах радиологического и агрохимического обследования почв в виде карт и агрохимических паспортов полей. Особенно важен прогноз использования пастбищ для дойного стада на почвах, загрязненных стронцием-90 (рис. 11). Так, при выпасе коров на естественных пастбищах цельное молоко для непосредственного употребления в пищу можно получать при плотности загрязнения почв: на суглинках – менее 16 кБк/кв.м, супесях – 12, песках – 8 и торфяных почвах – менее 4 кБк/кв.м. Молоко-сырье для дальнейшей переработки можно получать при плотности загрязнения почв стронцием-90 соответственно до 70, 60, 40 и 20 кБк/кв.м. При более высокой плотности загрязнения можно выпасать скот только для откорма на мясо. На культурных пастбищах допустимый уровень плотности загрязнения почв стронцием-90 для выпаса дойного стада существенно повышается.

Прогноз содержания радионуклидов в сельскохозяйственных культурах с учетом особенностей каждого поля и животноводческой фермы сделан для всех хозяйств одиннадцати наиболее загрязненных районов. Показано, что производство кормов в зоне загрязнения для

дойного стада и получение цельного молока с допустимым содержанием радионуклидов возможно на 86,6% пахотных земель, 75,4% улучшенных сенокосов и пастбищ и 36,3% естественных луговых угодий. На остальных площади сельскохозяйственных угодий в настоящее время возможно производить корма только для получения мяса и молока-сырья. Это еще раз подчеркивает ведущую роль окультуренности почв в снижении накопления радионуклидов в продукции.

В случаях, когда скот выпасается на естественных кормовых угодьях, где невозможно получение молока и мяса с допустимым содержанием цезия-137 из-за высокого содержания радионуклидов в корме, весьма эффективным является введение в рацион животных цезийсвязывающих препаратов на основе берлинской лазури. По данным БелНИИ радиологии, применение ферроцианидов совместно с комбикормом в течение 40 суток в дозах от 1,0 до 6,0 г на голову при содержании радиоцезия в суточном рационе 37 кБк позволило в 4,5-6,8 раза снизить концентрацию радионуклида в мышечной ткани животных при откорме на мясо. Результаты эксперимента показали также высокую эффективность ферроциана в составе соли-лизунца для снижения поступления радиоцезия из корма в молоко (рис. 12). В республике налажен выпуск ферроциановых препаратов, пред-

назначенных в основном для крупного рогатого скота в частном секторе, где для выпаса чаще используются естественные кормовые угодья. Этот прием позволяет снизить содержание радиоцезия в молоке в 2-5 раз.

Эффективность защитных мер. В проведении защитных мероприятий на радиоактивно загрязненных землях в послеаварийном периоде можно выделить два этапа: первый – 1986-1991 гг. и второй – с 1992 г. по настоящее время. На первом этапе были выведены из пользования сильнозагрязненные земли, где невозможно получение сельскохозяйственной продукции с допустимым содержанием радионуклидов. Из севооборотов были исключены культуры, накапливающие высокое количество радионуклидов, повсеместно производствованы кислые почвы, внесены повышенные дозы фосфорных и калийных удобрений. На большей половине заболоченных участков проведено осушение и запашка дернины, а также залужение и перезалужение сенокосов и пастбищ.

Защитные меры позволили снизить поступление в сельскохозяйственную продукцию радиоцезия в среднем в 4 раза. В результате производство молока с превышением допустимого содержания радиоцезия в общественном секторе снизилось с 524,6 тыс. т (13,8%) в 1986 г. до 22,1 тыс. т (0,7%) в 1991 г. и практически находит

на этом уровне (0,3–0,6%) в последующие годы (рис. 13). Количество загрязненного мяса соответственно уменьшилось с 22,1 тыс. т (4,3%) до нескольких тонн в 1993–1995 гг. Почти все зерно и картофель соответствуют

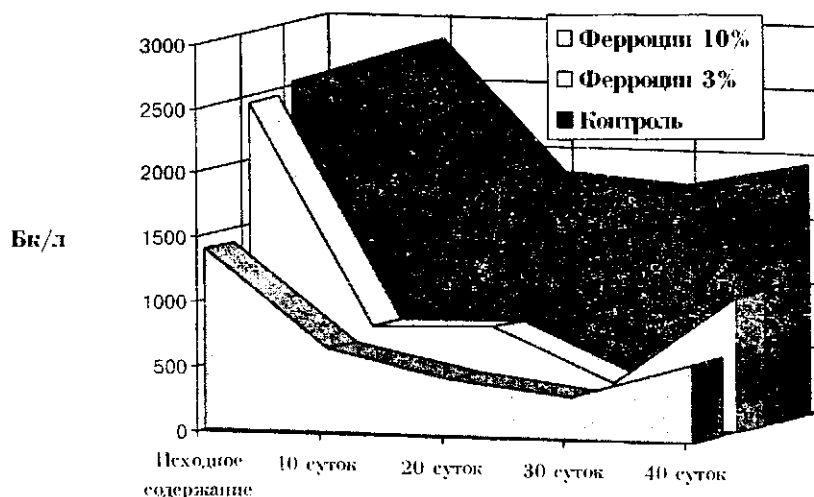


Рис. 12. Содержание цезия-137 в молоке в результате применения брикетов соли-лизунца с ферроцианом, Бк/л

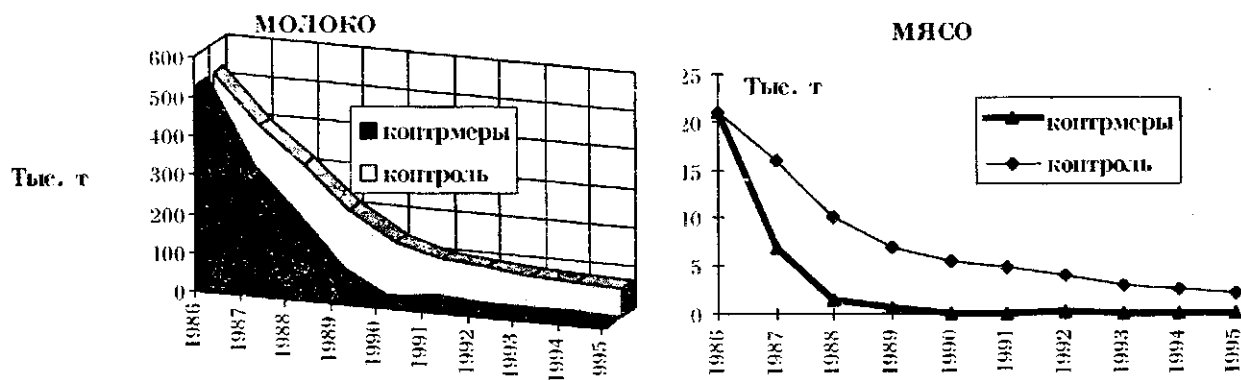
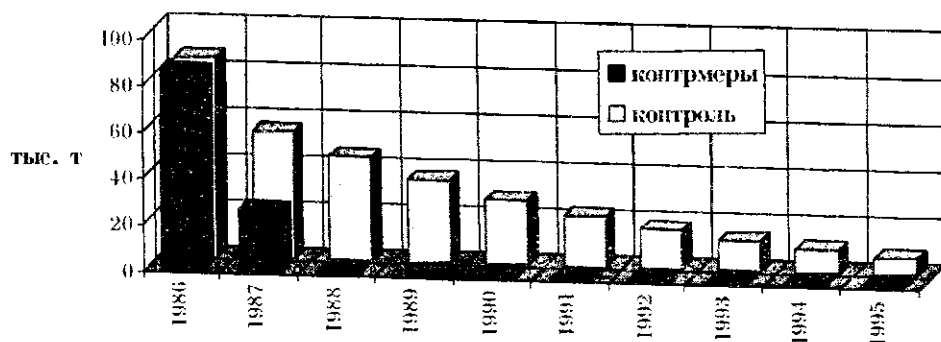


Рис. 13. Динамика производства молока и мяса с содержанием радиоцезия выше допустимых уровней (ВДУ-1986, РКУ-1990, РДУ-1992) в общественном секторе Беларуси (контроль – без применения контрмер, оценка)

КАРТОФЕЛЬ



ЗЕРНО

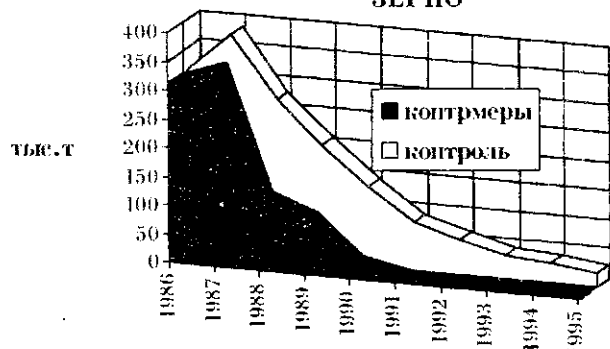


Рис. 14. Динамика производства картофеля и зерна с содержанием радиоцезия выше допустимых уровней в общественном секторе Беларуси (контроль — без применения контрмер, оценка)

требованиям республиканских нормативов (рис. 14). Поступление радиостронция в продукты питания уменьшилось примерно вдвое. Доступность растениям стронция-90 остается высокой с тенденцией к повышению. Вопросы закрепления стронция-90 в почве в фиксированном состоянии и уменьшения поступления его в продукты питания требуют дальнейшего детального изучения.

Таким образом, очевидна сравнительно высокая эффективность широкомасштабных защитных сельскохозяйственных мер, проведенных преимущественно в общественном секторе республики. Однако проблема безопасного проживания населения и получения качественных продуктов питания еще далека от решения. Главная причина в том, что сельскому хозяйству не были выделены достаточные ресурсы для преодоления последствий катастрофы. Несмотря на значительный объем выполненных работ, требуется нейтрализовать повышенную кислотность и улучшить калийный режим на половине луговых угодий и 20% пашни. Необходимо регулирование водного режима и поверхностное улучшение заболоченных и малопродуктивных пастбищ и сенокосов, где преимущественно выпасается скот личных подсобных хозяйств.

Начиная с 1992 г. осуществляется второй этап детально ориентированных контрмер в сельском хозяйстве с учетом особенностей каждого поля и животноводческой фермы. Разработаны программы ведения сельскохозяйственного производства для хозяйств одиннадцати наиболее загрязненных районов, предусматривающие

снижение в 1,8-2,0 раза поступление радионуклидов в пищевую цепочку. Министерство по чрезвычайным ситуациям и защите населения от последствий катастрофы на ЧАЭС в последние годы начало осуществлять приоритетное финансирование сельскохозяйственных защитных мер. Однако в связи с экономическим кризисом общий объем финансирования в 1993-1995 гг. обеспечивался не более чем на 30 % от потребности.

В последние 3 года снизились объемы работ по известкованию кислых почв, применение минеральных удобрений уменьшилось в 4 раза, органических — на 40%. Это привело к недобору одной трети урожая сельскохозяйственных культур, снижению плодородия почв и вероятности повышенного перехода радионуклидов в растениеводческую и животноводческую продукцию.

Особую озабоченность вызывает качество продуктов питания, производимых в частном секторе. За последние 2 года более чем в 500 населенных пунктах периодически отмечались случаи производства молока с содержанием радионуклидов выше допустимых норм. Удельный вес контролируемых санитарной службой проб произведенного в личных подсобных хозяйствах в 1993-1995 гг. молока и мяса, не соответствующих допустимым уровням, был в пределах 8-10%. В наиболее пострадавших Хойникском, Брагинском, Наровлянском и Чечерском районах и в общественном секторе доля произведенного молока с содержанием цезия-137 выше допустимого уровня в 1993-1994 гг. в среднем составила 11% (табл.1).

Долговременные последствия чернойбыльской катастрофы в Беларуси стали сказываться на экономике аграрного сектора. Кризисные явления в большей степени проявились на загрязненных территориях. Производство сельскохозяйственной продукции здесь не снижалось, по сравнению с доаварийным 1985 г., вплоть до 1990 г. Уменьшение производства зерна и картофеля в наиболее пострадавших районах было связано только с

отчуждением земель, поскольку продуктивность пашни и луговых угодий даже несколько повысилась (табл. 2). Но за период 1991–1994 гг. произошло резкое снижение урожайности всех сельскохозяйственных культур, особенно снизилось производство зерна, картофеля и зеленых кормов на луговых угодьях. Еще в большей степени в пострадавших районах уменьшилось производство молока и мяса. Например, в Наровлянском районе это снижение было вдвое больше, чем в целом по Беларуси (табл. 3). Основная причина – отток молодых кадров, а также уменьшение государственной помощи хозяйствам загрязненной зоны. Трудное экономическое состояние привело к сокращению поголовья коров и свиней даже в частном секторе Наровлянского, Хойникского и Чечерского районов, в то время как в республике количество коров в личных подсобных хозяйствах увеличилось (табл. 4).

В настоящее время усиливается значимость экономической и социально-психологической реабилитации наиболее загрязненных регионов, обоснования приоритета защитных мер, главными из которых являются разработки по уменьшению поступления радионуклидов в продукты питания, снижению себестоимости и повышению качества производимой сельскохозяйственной продукции. Это возможно на основе государственной программы оздоровления экономики, охраны, поддержания и повышения плодородия почв.

Особое внимание следует уделить программе производства нормативно чистых продуктов питания в подсобных личных хозяйствах. В первую очередь необходимо обеспечить выделение по 0,5 га культурных пастбищ и столько же сенокосов на каждую корову, наряду с выдачей по 0,5 кг комбикорма с цезийсвязывающими препаратами на голову в сутки там, где наблюдается

Таблица 1. Производство молока с содержанием цезия-137 выше допустимого уровня в общественном секторе отдельных районов Беларуси

Районы	Произведено, т / население, тыс. чел.		в % от общего количества молока	
	1993 г.	1994 г.	1993 г.	1994 г.
Брагинский	2167 / 18,8	1491 / 17,8	8,8	9,7
Наровлянский	915 / 11,9	730 / 11,5	19,3	20,8
Хойникский	104 / 24,9	416 / 24,5	0,7	2,8
Чечерский	511 / 18,5	815 / 18,1	5,8	8,6
Итого	3697 / 74,1	3452 / 71,9	10,7	11,0

Таблица 2. Производство растениеводческой продукции в общественном секторе

Районы	1985 г.	1990 г. в % к 1985 г.	1994 г. в % к 1985 г.
Зерно, тыс. т			
Беларусь	5719	122	100
Гомельская область	987	107	89
Брагинский	57	85	52
Наровлянский	21	91	48
Хойникский	41	99	78
Чечерский	41	84	72
Картофель, тыс. т			
Гомельская область	1170	104	114
Брагинский	78	36	14
Наровлянский	28	24	12
Хойникский	50	42	21
Чечерский	46	63	21
Сбор продукции с пашни, ц/га к. ед.			
Беларусь	37,4	122	85
Гомельская область	40,0	110	77
Брагинский	41,4	116	72
Наровлянский	36,4	122	58
Хойникский	42,6	115	86
Чечерский	41,1	103	71
Сбор продукции с лугов, ц/га к. ед.			
Беларусь	18,7	108	88
Гомельская область	19,5	109	80
Брагинский	23,4	97	68
Наровлянский	14,5	120	59
Хойникский	21,6	111	75
Чечерский	20,6	110	59

Таблица 3. Производство молока и мяса (в живом весе) в общественном секторе

Районы	Молоко		Мясо	
	1990 г. (тыс. т)	1994 г. в % к 1990 г.	1990 г. (тыс. т)	1994 г. в % к 1990 г.
Беларусь	7457	74	1758	64
Гомельская обл.	4213	64	282	57
Брагинский	38,4	52	8,2	48
Наровлянский	16,2	30	5,0	38
Хойникский	33,9	52	8,1	40
Чечерский	28,7	43	5,3	43

Таблица 4. Изменение поголовья скота

Районы	Общественный сектор		Частный сектор	
	1990 г., тыс. гол.	1994 г. в % к 1990 г.	1990 г., тыс. гол.	1994 г. в % к 1990 г.
Коровы				
Беларусь	1749	84	681	106
Гомельская область	312	76	99	97
Брагинский	12,1	70	2,4	96
Наровлянский	5,0	46	1,1	64
Хойникский	10,3	57	1,2	67
Чечерский	10,8	54	2,7	74
Свиньи				
Беларусь	3569	72	1521	100
Гомельская область	498	92	243	98
Брагинский	15,2	34	8,2	100
Наровлянский	12,5	74	4,2	93
Хойникский	7,0	44	13,1	66
Чечерский	14,8	30	7,0	86

постоянное или периодическое превышение допустимых уровней содержания радионуклидов в молоке. Представляется целесообразным организовать системный периодический контроль за содержанием стронция-90 в сельскохозяйственной продукции (особенно в молоке). Важно также обеспечить безопасные условия труда и быта населения, особенно сельских тружеников. Основные капиталовложения следует направить на те загрязненные территории, где проживает население. Минимальная потребность инвестиций в сельское хозяйство для осуществления комплекса защитных мер составляет около 60 млн. долларов в год. Реабилитацию отселенной территории можно предусматривать по мере стабилизации и оживления экономической ситуации в республике.

Для улучшения морально-психологического состояния необходимо также наладить строгий медицинский

контроль и эффективную медицинскую помощь, организовать более справедливое распределение государственной помощи. Решение этих проблем требует периодически пересматривать приоритеты и оптимизировать использование средств, направляемых государством на минимизацию последствий чернобыльской катастрофы.

В целях уменьшения дозовых нагрузок на население и производства конкурентоспособной продукции ведется проработка экономических и технологических аспектов возделывания на загрязненных землях технических культур (рапса, подсолнечника, льна, сахарной свеклы), модернизации и расширения имеющихся мощностей по переработке масличных культур на технические цели, картофеля и зерна на крахмал и спирт. Решение этих проблем требует расширения международного сотрудничества и привлечения крупных инвестиций.