



Выработка критериев эффективности защитных мероприятий по уменьшению содержания радионуклидов в продукции растениеводства

Выработка критериев эффективности защитных мероприятий по уменьшению содержания радионуклидов в продукции растениеводства

Преодоление последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС требует решения долговременных комплексных задач. По мере проведения защитных мероприятий в сельскохозяйственном производстве возникает вопрос оценки их полноты, эффективности и необходимости дальнейшего осуществления.

К настоящему времени разработан ряд оценочных критериев, которые позволяют анализировать результаты выполнения как отдельных этапов процесса реабилитации загрязненных территорий, так и обособленных защитных мероприятий.

При обосновании тех или иных защитных мер в сельскохозяйственном производстве наиболее часто учитываются кратность снижения содержания цезия-137 в отдельных продуктах, значимость отдельных путей облучения, вклад радиоактивности различных продуктов в дозу внутреннего облучения [1]. В данном случае в качестве критерия экономической эффективности выступает стоимость предотвращенной дозы, рассчитываемая как отношение величин затрат и дозы облучения населения, уменьшенной в результате проведения защитных мероприятий. Изложенная методика основана на учете важнейшего показателя (предотвращенной коллективной дозы облучения), обеспечение которого является целью проведения комплекса защитных мероприятий в сельскохозяйственном производстве. Однако в настоящее время использование данного критерия затруднительно, поскольку принимаемые для производства нормативно чистой продукции меры не обеспечивают значительного ежегодного снижения степени загрязненности продукции и, соответственно, высокой кратности сокращения эффективной дозы облучения. Это объяснимо, поскольку согласно экономическому закону убывающей отдачи, начиная с определенного момента

последовательное сокращение единиц переменного ресурса (в нашем случае - коллективной дозы облучения) к неизменному, фиксированному (расходам на защитные меры) дает уменьшающийся добавочный продукт в расчете на каждую последующую единицу. Следовательно, при неизменности затрат на защитные мероприятия рост снижения коллективной дозы будет происходить все медленнее.

Недостатком вышеупомянутого критерия является то, что полученный результат можно сопоставить лишь с аналогичным в динамике или, как и предложено автором, для выявления сравнительной эффективности различных контролируемых приемов сельскохозяйственного производства. Оценивая результативность по удельной предотвращенной дозе, следует говорить скорее о социальной, нежели об экономической эффективности защитных мероприятий.

Примером комплексного показателя эффективности мероприятий, направленных на получение нормативно чистого молока, является эколого-экономический критерий оптимальности рациона кормления. Он определяется на основе сочетания двух коэффициентов: экономического (рассчитываемого как отношение себестоимостей оцениваемого и наиболее дешевого ингредиентов рациона) и экологического (представляющего собой соотношение содержания радионуклидов в оцениваемом компоненте и корме с минимальным загрязнением) [2]. Однако данный подход пригоден только для оптимизации структуры рациона на загрязненных землях.

В связи с этим требуется совершенствование подходов, позволяющих обосновать приоритетность защитных мероприятий в сельскохозяйственном производстве, что особенно актуально в условиях повышения требований на мировых рынках к степени радиационной безопасности продовольствия.

В настоящее время большинством хозяйств обеспечивается производство нормативно чистой сельскохозяйственной продукции. В связи с этим периодически встает вопрос о снижении интенсивности защитных мероприятий и их завершении. Однако эффект от агрохимических, агромелиоративных, зоотехнических и иных мер в сельском хозяйстве имеет временный характер. Так, отказ от внесения повышенных доз минеральных удобрений влечет за собой снижение содержания обменных форм калия и фосфора в почве. Сокращение объемов известкования ведет к подкислению почвы и т. д.

Таким образом, специфика проблемы загрязнения сельскохозяйственных угодий не позволяет отказаться от защитных мероприятий при достижении определенного качества продукции или из-за снижения расчетной эффективности в долгосрочном периоде, поскольку их роль заключается в поддержании достигнутого уровня радиационной безопасности.

В данной ситуации наиболее объективной является оценка эффективности защитных мероприятий по показателю предотвращенного прогнозного загрязнения продукции растениеводства. Последний является основным интегральным критерием эффективности защитных мероприятий в сельскохозяйственном производстве и должен стремиться к максимуму. Для его определения необходим расчет частных индексов снижения прогнозного уровня загрязнения продукции, наилучшее значение которых стремится к нулю. Данный расчет производится по формуле:

$$R_{ij} = \frac{r_{ij}^0}{r_{ij}^1};$$

где R_{ij} - индекс снижения прогнозного загрязнения i -го вида продукции; r_{ij}^0 - фактическое средневзвешенное содержание j -го радионуклида в i -м виде продукции, Бк/кг; r_{ij}^1 - прогнозируемое средневзвешенное содержание j -го радионуклида в i -м виде продукции, Бк/кг.

Средневзвешенное фактическое содержание радионуклидов определяется путем радиометрического и спектрометрического контроля сельскохозяйственной продукции и сырья.

Прогнозное содержание радионуклидов в различных культурах рассчитывается в ходе агрохимического обследования почв с учетом сложившейся структуры сельскохозяйственных угодий.

Для определения совокупного эффекта снижения прогнозного уровня загрязнения всех видов продукции с использованием формулы (2) выводится обобщенный индекс как среднеарифметическое частных индексов.

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n R_{ij}}{n}$$

где R - индекс совокупного снижения радиоактивного загрязнения сельскохозяйственной продукции; i - вид сельскохозяйственной продукции; j - вид радионуклида (^{137}Cs или ^{90}Sr); n - количество локальных индексов.

Данный индекс выступает в качестве критерия радиологической (или технологической) эффективности защитных мероприятий.

Для оценки последней, применяя формулу (3), необходимо соотнести полученный результат (в натуральном выражении) с затратами ресурсов, измеренными также в физических величинах[^]

$$E_t = \frac{V_1^i - V_0^i}{\sum Z}$$

где E_t - техническая эффективность, или предотвращенный объем загрязненной продукции на единицу использованных материальных ресурсов, т/т д. в.; V_1^i , V_0^i - прогнозируемый и фактический объемы загрязненной продукции, т; Z - затраты материальных ресурсов на проведение одного или нескольких защитных мероприятий, т д. в.

При определении экономической эффективности величины результата и затрат соотносятся в стоимостном выражении.

Важным этапом расчета прогнозируемого объема загрязненной продукции является определение значений функции желательности. В современных условиях ими являются требования Республиканских допустимых уровней. Для основных групп растениеводческой продукции (зерновых

культур, используемых для производства продовольствия и фуража, и зеленой массы многолетних злаковых трав, из которой готовится основная часть кормов) функция желательности может иметь значения норматива.

Нормирование проводится с учетом реально достигнутых уровней содержания цезия-137 и стронция-90 в основных продуктах питания, а также перспектив сокращения их содержания в сельскохозяйственной продукции. Кроме того, существует необходимость соответствия свойств продукции требованиям основных зарубежных покупателей - Российской Федерации и Украины. Это требует создания резервов, позволяющих обеспечить более жесткие нормативы содержания загрязнителей в первую очередь в говядине, а в перспективе - и в иных продуктах. Поэтому использование в качестве базисных наиболее жестких нормативов стран СНГ, подвергшихся загрязнению, является более обоснованным, нежели применение только национальных норм. Таким образом, необходим переход ко второй ступени выбора частных критериев, в качестве которых для зерна, предназначенного на продовольственные цели, принято содержание цезия-137, равное 70 Бк/кг, а стронция-90 - 11 Бк/кг. Данные показатели являются нормативами, обеспечивающими конкурентоспособность производства.

Усредненным нормативом второй ступени принято содержание цезия-137 в молоке в дозе 50 Бк/кг, поскольку эта величина явилась предметом обсуждения для принятия последних санитарных норм и правил в Российской Федерации, но не была утверждена из-за существующих экономических, технологических ограничений ее обеспечения в ряде областей.

Норматив содержания цезия-137, обеспечивающий конкурентоспособность производства говядины, равен 160 Бк/кг. Исходя из этого, произведена корректировка требований к наличию радионуклидов в кормах.

Для пересчета норматива применительно к зеленой массе, используемой в рационе коров и крупного рогатого скота на заключительной стадии откорма в пастбищный период, ее среднесуточное потребление принято в

количестве 60 кг. Корректировка допустимого содержания ^{137}Cs в фуражном зерне основывается на примерных рационах для коров с удоем 10 кг (3 кг, или 10% рациона) и откорма молодняка КРС живой массой 350 кг при среднесуточных привесах 0,9-1,0 кг в стойловый период (1,6 кг, или 7% рациона) [3]. Ограничения по содержанию цезия-137 в зеленой массе для коров составили 85 Бк/кг, для откорма КРС - 175 Бк/кг.

С учетом жесткости действующих в Республике Беларусь требований норматив на содержание стронция-90 в цельном молоке неизменен. Следовательно, на второй ступени сохраняются те же требования для кормов и по данному радионуклиду.

В соответствии с «беспороговой концепцией» существует необходимость разработки требований, позволяющих стимулировать минимизацию присутствия цезия-137 и стронция-90 в продукции. В странах Евросоюза радиозэкологами также обсуждается вопрос утверждения норматива по содержанию вышеупомянутых загрязнителей для основных продуктов питания на уровне 30 Бк/кг [4]. Поэтому на третьей ступени в качестве критериев предложены величины, соответствующие наиболее жестким требованиям к продукции, которые отслеживаются на предприятиях пищевой промышленности в Беларуси: молоко - 37 Бк/кг, мясо КРС - 100 Бк/кг. С учетом перехода радионуклидов из суточного рациона в продукцию ограничения по содержанию цезия-137 составили: по отношению к зеленой массе для коров - 60 Бк/кг, для молодняка КРС на откорме - 110 Бк/кг, фуражу - 125 Бк/кг и 110 Бк/кг соответственно.

Ограничением для продовольственного зерна на третьей ступени служит норматив Украины, являющейся крупным экспортером на зерновом рынке. От соответствия данному показателю зависит конкурентоспособность зерна, используемого на продовольственные цели, белорусских товаропроизводителей.

Важно учесть, что эффект от защитных мероприятий в растениеводстве является накопительным, поэтому оценку эффективности данных мероприятий наиболее объективно осуществлять за некоторый временной отрезок. Для определения результативности перезалужения необходимо учитывать период

между первым и вторым этапами данной технологической операции, при этом в расчете затрат следует учитывать расходы на поддержание культуртехнического состояния в это время. Кроме того, в последние годы соблюдается планомерность реабилитационных процессов в растениеводстве, одновременно осуществляется ряд мероприятий, эффекты которых взаимно дополняют друг друга, и разделить их не представляется возможным. Следовательно, при расчете эффекта снижения прогнозного уровня загрязнения различных видов растениеводческой продукции и экономической эффективности этого снижения необходимо учитывать совокупный прогнозируемый эффект в физическом измерении и сумму затрат на все проведенные мероприятия.

Определение фактического среднего уровня загрязнения продукции предполагает наличие обобщенной базы результатов радиологического контроля. Однако известно, что на перерабатывающих предприятиях пищевой промышленности учет измерений ведется в журналах, которые хранятся 3 года. Для подготовки материалов к статистическому анализу значительный объем данных, который на крупных предприятиях достигает 36 и более журналов в год, необходимо перевести в электронный вид, что при разовом осуществлении этой операции потребует значительных затрат рабочего времени и трудовых ресурсов, а также может привести к утере и искажению данных. Кроме того, доступ к указанной информации для учреждений, осуществляющих анализ проблемы преодоления последствий радиоактивного загрязнения земель, ограничен.

На сегодняшний момент с учетом потребности выявления локальных проблем реабилитации сельскохозяйственного производства необходимо создание обобщенной базы результатов радиологического контроля, позволяющей обеспечить систематическое и максимально полное накопление информации первичных измерений. Для этого потребуется:

делегировать функции по ведению сводной базы данных радиологического контроля организации, курирующей процесс реабилитации сельскохозяйственного производства, и уполномочить данное

учреждение истребовать результаты измерений;

на предприятиях пищевой промышленности и в кормопроизводственных лабораториях следует обеспечить учет измерений в электронном виде;

обязать перерабатывающие предприятия пищевой промышленности и кормопроизводственные лаборатории передавать первичную информацию в организацию, уполномоченную вести сводную базу данных;

разработать и утвердить перечень ведомств и организаций, имеющих право на получение и использование данных первичных измерений. Указанный механизм позволит обеспечить систематическое и полное накопление информации первичных измерений, представляющих ценность при анализе проблемы эффективности мероприятий, направленных на снижение внутренней дозы облучения организма человека.

Таким образом, критериями прекращения реабилитационных мероприятий должно стать устойчивое соответствие содержания радионуклидов в сельскохозяйственной продукции показателям второго и третьего уровней предложенной модели нормативов.

Последняя представляет собой систему ограничений на содержание радионуклидов в продовольственном зерне и основных видах кормов и обеспечивает:

получение нормативно чистой продукции при действующих показателях безопасности;

соответствие обобщенным нормативам стран СНГ, выбранным по признаку наибольшей жесткости (содержание ^{137}Cs в зерне, предназначенном для продовольственных целей - 70 Бк/кг, молоке - 50 Бк/кг, говядине - 160 Бк/кг);

соответствие наиболее жестким требованиям по наличию радионуклидов в продукции, которые отслеживаются на предприятиях пищевой промышленности (молоко - 37 Бк/кг, мясо КРС - 100 Бк/кг).

Объективная и достоверная оценка эффективности защитных мероприятий и выявление проблем реабилитации сельскохозяйственного производства предполагают создание обобщенной электронной базы результатов

радиологического контроля предприятий пищевой промышленности и лабораторий кормопроизводства

ЛИТЕРАТУРА

1. Панов, А. В. Эффективность мероприятий, направленных на снижение доз облучения жителей сельских населенных пунктов в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС / А. В. Панов, С. В. Фесенко, Р. М. Алексахин // Проблемы радиоэкологии. Эволюция идей. Итоги / Р. М. Алексахин. - М.: Россельхозакадемия. - ГНУ ВНИИСХРАЭ, 2006- - С. 695-712.

2. Ковалева, Е. В. Повышение эффективности молочного скотоводства в условиях радиационного загрязнения (на примере Брянской области): автореф. дис. ...канд. экон. наук; 08.00.05 / Е. В. Ковалева; Рос. экон. акад. - М, 2005. - 24 с.

3. Рекомендации по ведению агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь / И. М. Богдевич [и др.]; РНИУП «Институт почвоведения и агрохимии» НАИ Беларуси; под общ. ред. И. М. Богдевичэ. - Минск, 2008. - 72 с.

4. Varga, B. Regulations for radioisotope in food- and feedstuffs / B. Varga // Food and Chemical Toxicology. - 2008. - Vol. 1, № 46. - P. 3445-3457.

РЕЗЮМЕ

В условиях значительного сокращения объемов сельскохозяйственной продукции, не соответствующей нормативам содержания радионуклидов, дальнейшее осуществление защитных мероприятий необходимо для закрепления и поддержания полученных результатов. В связи с этим требует изменения подход к оценке эффективности указанных мер.

В основу предлагаемой методики положен показатель предотвращенного прогнозного загрязнения продукции. При этом важным является снижение оценочного уровня до требований основных торговых партнеров с учетом общеевропейских тенденций. Исходя из этого, разработана трехступенчатая модель частных критериев эффективности защитных мер в растениеводстве, которая является синтезом требований рынка к качеству сельскохозяйственной продукции и сырья, Закона Республики Беларусь «О социальной защите граждан, пострадавших от катастрофы

на Чернобыльской АЭС» и «беслороговой концепции». Данная модель представляет собой систему ограничений, на основе которых может быть рассчитана экономическая эффективность защитных мероприятий при действующих нормативах. Она может быть также использована для прогнозирования ужесточения последних.

SUMMARY

At a stage of considerable reduction of volumes of mismatching norms of radionuclides content agricultural production further realization protective means is necessary for maintenance of the received results. In connection with this the approach for estimation of their efficiency demands change.

The indicator of prevented prognostic production pollution has been put in basis of suggested method. Thus decrease of estimated level to requirements of the basic trading partners taking into account the aforesaid tendencies is important. Therefore the three-stage model of private criteria of efficiency of protective measures in plant growing has been developed. It is synthesis of the market requirements to quality of agricultural production and raw materials, the Law of Belarus «About social protection of (the citizens who have suffered from accident on the Chernobyl nuclear power plant)» and «nonthreshold concept», it represents system of restrictions which can be used for calculation the economic efficiency of protective means at operating norms and forecasting of their toughening.

Поступила 16.03. 2009

Ольга МЕРЗЛОВА

заведующая сектором экономических проблем

реабилитации загрязненных территорий

Могилевского филиала Института радиологии

Источник: Аграрная экономика.-2009.-№5.-С.34-38.