МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ИНСТИТУТ АГРОЭКОЛОГИИ - ФИЛИАЛ ФГОУ ВПО «ЧЕЛЯБИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОИНЖЕНЕРНЫЙ

УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра агроэкологии, агрохимии и почвоведения

**РЕФЕРАТ**

по радиологии сельского хозяйства на тему:

Использование радиации для повышения продуктивности животных и улучшения качества продукции

**Содержание**

[ВВЕДЕНИЕ](#_Toc266220860)

[1 Использование мутагенного действия ионизирующих излучений в селекционно-генетических исследованиях](#_Toc266220861)

[2 Стимулирующее действие ионизирующих излучений](#_Toc266220862)

[3 Использование ионизирующих излучений для повышения хозяйственно полезных качеств птицы](#_Toc266220863)

[4 Радиационная стимуляция животных](#_Toc266220864)

[5 Использование ионизирующих излучений при производстве кормов и кормовых добавок для сельскохозяйственных животных](#_Toc266220865)

[Литература](#_Toc266220866)

# ВВЕДЕНИЕ

Исследование действия ионизирующей радиации на биологические объекты в зависимости от дозы, мощности облучения и состояния облучаемого объекта послужило основой разработки и внедрения в сельское хозяйство радиационно-биологической технологии (РБТ). В качестве источников излучения используют гамма-установки с радионуклидами 60Со и 137Cs, ускорители электронов с энергией до 10 МэВ, а также источники излучения, связанные с ядерными реакторами (радиационные контуры, частично или полностью отработанные ТвЭЛЫ — радиоактивные отходы атомной энергетики).

Наиболее широкое применение в РБТ получили источники нуклидов 60Со и 137Cs. Они имеют длительный период полураспада (у 60Со — 5,27 года, у 137Cs — 29,6 года), сравнительно высокую проникающую способность гамма-излучения, которая не дает наведенной радиоактивности в облучаемых объектах. Физико-механические свойства источников этих нуклидов позволяют длительно эксплуатировать элементы в радиационно-биологических установках. Эти источники можно приобретать в необходимом количестве и располагать радиационно-биологическую установку на любом расстоянии от ядерного реактора.

Использование ускорителей для РБТ имеет свои преимущества: возможность получения высокой мощности пучка, экономичность и безопасность, поскольку излучение генерируется периодически, а не постоянно, как у гамма-нуклидных установок.

Радиационные контуры и ТвЭЛЫ применяют в РБТ пока только для экспериментальных целей. Это связано с тем, что они должны быть расположены вблизи ядерных реакторов, хотя использование их как источников излучения одновременно могло бы решить вопрос утилизации отходов атомной промышленности.

В нашей стране для нужд сельского хозяйства и научных исследований в области радиационно-биологической технологии создан целый ряд передвижной и стационарной техники.

Передвижные гамма-установки типа «Колос» (рис. 1), «Стебель», «Гамма-панорама» смонтированы на автомобилях или автоприцепах. Источником излучения у них служит 137Cs, запаянный в двойную ампулу из нержавеющей стали и находящийся за защитным экраном в нерабочем положении установки. «Колос» и «Стебель» предназначены для предпосевного облучения семян зерновых, зернобобовых, технических и других культур в условиях хозяйств, а «Гамма-панорама» — для облучения сельскохозяйственных растений и животных в целях селекции и стимуляции их роста и развития. Стационарные установки типа «Гамма-поле» и «Стерилизатор» с источником 60Со предназначены соответственно для длительного и разового облучения сельскохозяйственных растений в селекционной работе и для стерилизации в промышленных масштабах ветеринарных и медицинских материалов и инструментов. Стационарная установка типа МХР используется для микробиологических и радиационо-химических исследований, «Генетик» — для стерилизации в борьбе с насекомыми-вредителями.

Радиационная техника имеется и за рубежом (Франция, Италия, США, Великобритания и др.), где успешно применяется в различных направлениях сельскохозяйственных производств.

**Рис. 1. Схема передвижной гамма-установки «Колос»**

1— автомобиль ЗИЛ-131; 2 — пульт управления; 3 — блок облучения; 4—ковшовый транспортер; 5 — ленточный транспортер

# 1 Использование мутагенного действия ионизирующих излучений в селекционно-генетических исследованиях

Генетическое действие ионизирующих излучений наиболее глубоко было изучено на растениях и микроорганизмах. Еще в 1928 г. Л. Н. Делоне, а в 1934 г. А. А. Сапегин применили рентгеновское излучение для получения мутаций при селекции.

Под влиянием ионизирующих излучений легко возникают хромосомные и генные, или точечные, мутации. Хромосомные мутации, как правило, приводят к летальному исходу; они имеют значение в стерилизующем эффекте радиации. Для радиационной селекции важное значение приобретают генные мутации. Известно, что вся совокупность свойств, которые характеризуют данный вид растений, животных или микроорганизмов, запрограммирована в ДНК в виде последовательности 4-х нуклеотидов.

При облучении в ДНК возникают повреждения, которые непосредственно изменяют генетический код, т. е. ведут к образованию генных мутаций: окислению пиримидиновых оснований с образованием гидроперекисей и гликолей, замене одного основания другим, распаду пуриновых оснований и др. В процессе редупликации ДНК на поврежденной матрице возможны так называемые трансверсии, т. е. замена пуриновых оснований пиримидиновыми, и наоборот. При этих изменениях меняется смысловое значение кодона. Это приводит к синтезу белков с нарушенной последовательностью аминокислот. Изменение первичной структуры белка отразится на его трехмерной структуре, что приведет к неправильной самосборке таких белков в морфологические структуры, к появлению уродливых форм, нарушению процессов метаболизма.

В образовании мутаций немаловажную роль играют и процессы репарации одиночных разрывов и повреждений оснований. При восстановлении поврежденных участков ДНК полимеразы могут совершать значительное число ошибок. Таким образом, причиной мутаций может быть не только прямое попадание ионизирующей частицы в ДНК, но и радиационное изменение одного из многих белков хроматина — полимеразы.

Вероятность появления мутаций в результате ошибок при репликации ДНК сильно возрастает в присутствии перекисей, хинонов, семихинонов. Эти вещества, как известно, образуются в облученной клетке и активно реагируют с местами разрывов в цепи ДНК, с нуклеотидами, которые идут на застройку «брешей» или на синтез новой полипептидной цепи.

На основе радиационного мутагенеза в растениеводстве успешно решаются вопросы получения высокоурожайных, устойчивых к неблагоприятным условиям среды и действия патогенных вредителей новых сортов сельскохозяйственных растений. Селекционеры почти в 5 раз сократили срок выведения новых сортов ячменя и пшеницы, используя мутагенный эффект гамма-облучения. С помощью экспериментального мутагенеза в нашей стране выведены 45 сортов пшеницы, 5 из которых районированы, например сорт пшеницы Новосибирская 67, сорт ячменя Обский. В странах разных континентов зарегистрировано 412 сортов мутационной селекции, поступивших в производство, в их числе 28 сортов пшеницы с улучшенной продуктивностью, зимостойкостью, раннеспелостью, большим содержанием белка, устойчивые к полеганию, мучнистой росе, бурой и стеблевой ржавчинам, с высокими хлебопекарными и другими качествами. Доля сортов важнейших сельскохозяйственных культур составляет более 50 %; из них получено с использованием радиации 93 % мутантов, а с помощью химического мутагенеза — 7 %.

В бывшем СССР получены хозяйственно ценные мутанты сои (Универсал 1), кукурузы, люпина (Мутант 486), гречихи (Аэлита, Лада), гороха, фасоли (Урожайный, Мутант 7), хлопчатника (АН-402, АН-403), раннеспелые томаты, раннеспелый и устойчивый к фитофторе картофель (Рентгеновский), морозостойкие мутанты яблони, вишни и многие другие.

В США внедрен устойчивый к болезням сорт арахиса, в Японии — скороспелый сорт сои (Райден) и высокоурожайный сорт риса (Рей-Мей), в Аргентине — крупноплодный сорт персиков, в Индии и Швеции — сорта пшеницы с повышенным содержанием протеинов, в Венгрии — скороспелый мутант риса.

С помощью радиомутации удалось вывести новую разновидность тутового шелкопряда с более высокой продукцией шелкового волокна (за счет отбора самцов), выведена новая порода норки с оригинальным серебристым цветом меха.

В бывшей Чехословакии радиационным методом был получен штамм микроорганизма для производства молочного нисинового порошка нислактин. При добавлении к плавленым сырам он улучшал их качество и продлевал срок хранения. В промышленном масштабе с успехом были проверены молочные смеси, содержащие нислактин, для выкармливания поросят. При использовании нислактина кормовые смеси приобретали новые диетические и целебные свойства, повышался прирост массы поросят и улучшалось их общее состояние.

Другой пример — использование методов радиационной селекции для получения новых форм микроорганизмов — возбудителей заболеваний у вредителей сельскохозяйственных культур. Так, с помощью ионизирующего излучения получена новая форма этномогенного гриба боверина — возбудителя мускардиноза у свыше 60 видов насекомых-вредителей (фасолиевая зерновка, яблонная плодожорка, хлебный клоп-черепашка и др.). На базе этой работы был создан и испытан препарат «Боверин», который вызывал гибель многих насекомых-вредителей в период уборки урожая.

Особый интерес при радиационных мутациях представляют те из них, у которых поврежден кодон, необходимый для образования аллостерического центра фермента. Нарушение функций этого центра может снять субстратное ингибирование фермента. В результате фермент активируется, и реакции, катализируемые этим ферментом, идут интенсивнее, чем в норме. На этом основании получены мутанты микроорганизмов с усиленной продукцией того или иного метаболита (антибиотиков, аминокислот и др.).

Облучением культур дрожжей выведены их расы, вырабатывающие в 2 раза больше эргостерина, чем исходные. Такое наследственно закрепленное изменение обмена веществ имеет большое значение для витаминной промышленности.

Комбинированным воздействием радиации и химических мутагенов выведено много штаммов высокоактивных плесневых грибов — продуцентов пенициллина, стрептомицина, ауреомицина, эритромицина и альбомицина, которыми теперь располагает промышленность. Некоторые штаммы дают выход стрептомицина в 20, а пенициллина в 50 раз больше исходных рас. Это позволило организовать промышленное производство антибиотиков и сделало их широко доступными препаратами. Такой положительный опыт распространен и на другие отрасли микробиологической промышленности для получения высокоактивных продуцентов витаминов, различных ферментов и органических кислот.

Значительный интерес представляют изменения вирулентности микроорганизмов и их способность образовывать токсины под действием ионизирующих излучений. Данные изменения могут быть стойкими, закрепленными наследственно. Такие авирулентные мутанты используются для разработки вакцин. Кроме того, изменения вирулентности бактерий и их способности к токсинообразованию могут происходить и при таком облучении бактерий, когда не возникает мутаций.

Возникновение мутаций, как и всякое вероятностное событие, возрастает с увеличением поглощенной дозы. Однако с увеличением дозы возрастает гибель мутаций в облученной популяции, а многие из возникших не выявляются. В микробиологической практике используют обычно дозы, при которых остается 1...5 % выживших микроорганизмов. При радиационной селекции растений часто используют дозы, вызывающие гибель 70 % растений. Среди оставшихся 30 % выживших растений можно наблюдать большое количество мутаций. Абсолютные значения дозы зависят от радиочувствительности взятого организма.

Для радиационного мутагенеза применяют специально созданные исследовательские ядерные реакторы, радионуклидные гамма-установки («Гамма-поле», «Гамма-панорама», «Генетик»), ускорители электронов.

#

# 2 Стимулирующее действие ионизирующих излучений

В определенном диапазоне доз ядерные излучения обладают стимулирующим действием. Такая стимуляция обнаруживается у всех биологических объектов, начиная с одноклеточных и кончая высокоорганизованными растениями и животными. Впервые эффект радиационной стимуляции был получен на растениях и описан М. Мальдинеем и К. Тувиненом в 1989 г., т. е. всего лишь через 3 года после открытия рентгеновских лучей. Ускорение прорастания семян, облученных рентгеновскими лучами, привлекло внимание многих исследователей, работавших с ионизирующими излучениями. В последующие годы появилось большое количество работ, посвященных радиационной стимуляции растений. Среди них предпосевное гамма-облучение семян сельскохозяйственных растений, овощных культур, кормовых трав с целью повышения урожая и улучшения качества продукции. Так, семена салата имеют всхожесть 25...35 %. При гамма-облучении их всхожесть увеличивается до 65 %. Семена лаванды при облучении дозой 10 Гр на 30-й день повышают всхожесть с 7 до 28 %. Внедрение гамма-облучения семян в Молдавии позволило получить за 3 года испытаний (1972...1974 гг.) 8,763 т дополнительной продукции зерна кукурузы, 3,703 т подсолнечника, 5,354 т сахарной свеклы.

За 4 года производственного испытания предпосевного гамма-облучения семян в Павлодарской области Казахстана средние прибавки урожая по таким культурам, как гречиха, кукуруза, подсолнечник, колебались в пределах 10...27 %.

В Болгарии внедрен в практику метод предпосевного гамма-облучения семян томатов, выращиваемых в условиях закрытого грунта. Метод позволяет ускорить сбор урожая на 10... 12 дней.

Облучение семян в стимулирующих дозах перед их посевом приводит не только к ускорению прорастания семян, но и к увеличению урожая и улучшению его качества. Хорошо известно, что семена в момент их прорастания очень восприимчивы к действию различных физических и химических агентов, которые способны влиять на их развитие. Именно на этом основаны такие известные методы их обработки, как яровизация, прогрев УВЧ, намачивание в растворах ростовых веществ, микроэлементов, приводящих к ускорению развития и повышению урожая.

Сравнительный анализ конечных эффектов применения всех этих методов, так же как и гамма-облучения, показывает, что они однотипны. Применение любого из этих методов при неблагоприятных условиях увеличивает урожай на 10... 12 %. Однако метод гамма-облучения имеет ряд преимуществ:

простота и постоянство действия облучательных установок, для работы на которых не требуются высококвалифицированные специалисты;

равномерность воздействия на семена облучения;

точность дозировки при облучении;

возможность обработки больших объемов материала.

Изучая процесс радиационной стимуляции на молекулярно-био-химическом уровне, радиобиологи показали, что облучение растений приводит к активации многих процессов обмена: усиливается синтез нуклеиновых кислот, белков, гормонов, повышается активность некоторых ферментов, изменяется проницаемость мембран, усиливается поступление в растения питательных веществ. Все это приводит в итоге к ускорению роста и развития растений. Однако пусковой момент, по мнению А. М. Кузина, — дерепрессия и активизация под влиянием радиации определенной группы генов. Вещества, которые запускают весь процесс активации генома, так называемые триггер-эффекторы, могут не только образовываться в клетке в результате измененного под действием облучения метаболизма, но и быть привнесенными извне — из других тканей, внешней среды.

В 1976 г. А. М. Кузин высказал гипотезу, что при лучевой стимуляции в качестве триггер-эффекторов могут выступать хиноны, образующиеся из полифенолов в результате радиационно-химических реакций окисления и активации полифенолоксидаз. Обнаружение этих веществ практически возможно только при больших дозах облучения, когда они образуются в высоких концентрациях (10-3... 10-4 М), угнетающих развитие, поэтому их первоначально и назвали радиотоксинами. В малых же концентрациях
(10-7...10-8 M) эти вещества действуют стимулирующе.

Как известно, основная поглощенная объектом энергия ионизирующего излучения реализуется в образовании высокореактивных свободных радикалов, что способствует усилению первичных окислительных процессов. Свободные радикалы в значительных количествах образуются в белках и липидах биомембран, что приводит к получению липидных перекисей и активных хинонов. Происходящие при этом конформационные сдвиги во внутренней структуре мембран клетки изменяют не только ее проницаемость, но и активность мембранных ферментов. Одним из таких наиболее хорошо изученных ферментов мембран является аденилатциклаза (АЦ), регулирующая уровень циклического аденозинмонофосфата (ЦАМФ) в организме. ЦАМФ влияет на скорость фосфорилирования белков, а также является посредником в действии многих гормонов на геном клетки. Широко известно, что ростовые гормоны, фитогормоны дерепрессируют гены в низких дозах, а в повышенных концентрациях действуют как ингибиторы, как токсические вещества. Хиноны, воздействуя на мембраны, активируют АЦ и через ЦАМФ вызывают дерепрессию генома. Активация генов в облученных объектах возможна и в результате непосредственного действия триггер-эффекторов на хроматин ядра. Так, еще в 1966 г. на изолированных клеточных ядрах было показано, что ортохиноны (например, допахинон) быстро проникают в ядра, соединяются с гистонами и тем самым снимают неспецифическую блокаду генома этими белками. Как следствие происходит усиленный синтез информационных РНК, белков, ферментов и фитогормонов, индуцирующих метаболические процессы. Это в свою очередь существенно сокращает фазы клеточного цикла на ранних стадиях развития. Так, например, по данным И. Н. Гудкова (1976 г.), гамма-облучение семян кукурузы в дозах от 5 до 10 Гр вызывало в клетках увеличение на 2% митотической активности и уменьшение длительности цикла за счет G-1 и G-2 фаз с 13,8 до 10,4 ч.

Таким образом, образование неспецифических триггер-эффекторов хиноидной природы составляет один из важных механизмов общего стимулирующего действия излучения. Повышенный уровень триггер-эффекторов вызывает дерепрессию генома не только у клеток верхушечной точки роста, но и в боковых почках, что ведет к увеличению числа боковых побегов, усиленному ветвлению у стимулированных растений.

Многолетние экспериментальные испытания в полевых и производственных условиях Поволжья (В. И. Костин, 1989 г.) показали, что при облучении семян яровой пшеницы дозой в пределах 2,5...5 Гр, сахарной свеклы 10... 12 Гр, томатов и огурцов 2,5...3 Гр отмечается активация ферментов из класса оксидоредуктаз. Эти ферменты осуществляют гидролиз запасных веществ, в частности альфа- и бета-амилаз при прорастании семян, особенно на вторые-третьи сутки проращивания. В результате наблюдается более высокая степень расходования питательных веществ. Как ответная реакция на раздражимость возрастает интенсивность дыхания, увеличиваются активность фермента каталазы и содержание редуцирующих сахаров.

Наряду с увеличением урожая в результате предпосевной обработки в растениях активизируется накопление органических веществ, которые выработались в процессе эволюции растений данного вида: белка для пшеницы, сахарозы для сахарной свеклы. Усиливается минеральное питание. Следует отметить, что растения, выращенные из облученных семян по интенсивной технологии, полнее используют минеральные удобрения.

Проведены многочисленные исследования по предпосевному облучению клубней, корневищ и черенков. Результаты работ в этом направлении показали, что гамма-облучение находящегося в покое посадочного материала в оптимальных дозах вызывает более быстрое и обильное пробуждение точек роста, корнеобразования. Так, максимальная стимуляция картофеля происходит при облучении клубней в дозах от 0,5 до 5 Гр. Массовые испытания, проведенные в производственных условиях ряда хозяйств Московской, Ленинградской, Орловской и других областей, показали, что гамма-облучение дозой 3 Гр или ускоренными электронами дозой 1 Гр клубней (сорт Лорх) за 2...6 сут до посадки обеспечивает стабильное повышение урожая картофеля на 18...25 %. Одновременно наблюдали увеличение содержания крахмала.

При предпосевном облучении корневищ мяты (5 Гр) также наблюдали пробуждение значительно большего числа глазков и образование побегов, прибавку зеленой массы по сравнению с контролем.

Облучение черенков ягодных культур: крыжовника в дозе 5 Гр, черной и красной смородины (20 Гр) — приводило к их лучшему укоренению, большему годовому приросту, увеличению содержания хлорофилла и в конечном итоге увеличению урожая крыжовника на 60 %, черной смородины на 16, красной смородины на 63 %. Облучение усов земляники дозой от 5 до 15 Гр при последующем тепличном культивировании приводит к увеличению урожая ягод на 30 %.

Механизм стимулирующего действия ионизирующего излучения в данном случае такой же, как при предпосевном облучении семян. На это указывают работы по выделению хинонов из клубней картофеля.

Значительный практический интерес представляет облучение черенков при прививках. Гамма-облучение черенков или подвоя виноградной лозы на гамма-установке «Стерилизатор» дозой порядка 10...30 Гр значительно увеличивает выход полноценных прививок — от 11 до 34 %. Вследствие дерепрессии генома усиливаются процессы роста и деления клеток, что будет способствовать более интенсивному срастанию тканей привоя с подвоем. При этом выражено интенсивное деление клеток в камбиальном слое на стыках срастания подвоя с привоем, изменение активности фосфотаз.

При прививках используют также явление радиационного преодоления тканевой несовместимости подвоя с привоем. Использование ионизирующего излучения для преодоления иммунологической несовместимости широко исследовалось на животном организме в связи с задачами пересадки тканей и органов в медицинской практике.

Облучение подвоя (2...3) 10-2 Гр снижает антителогенез в ответ на проникновение чуждых антигенов привоя, что задерживает реакцию отторжения и дает возможность размножающимся клеткам привоя образовать общую ткань с подвоем. В результате возникает иммунологическая толерантность облученного реципиента к трансплантируемой ткани.

Эта принципиально новая технология позволила чисто радиобиологическим методом заменить чрезвычайно трудоемкие ручные операции в виноградарстве современными механизированным и автоматизированным процессами, улучшить качество продукции и повысить ее выход в производственных условиях.

Стимулирующее действие ионизирующих излучений используют при разведении лекарственных растений, для ускорения роста и увеличения выхода лекарственно-ценного вещества (алкалоидов и др.).

**3 Использование ионизирующих излучений для повышения хозяйственно полезных качеств птицы**

По всей вероятности, механизм стимулирующего действия малых доз ионизирующих излучений на организм животных на молекулярно-биологическом уровне вряд ли может существенно отличаться от действия на растения. Следует лишь отметить, что роль специфических гормонов, индуцирующих запуск характерных метаболических процессов, которые обусловливают активацию развития, выполняют гормоны животных, и в первую очередь, по-видимому, стероидные гормоны, контролирующие эти процессы (Гудков, 1989 г.). Об этом свидетельствуют и данные Г. Л. Лукша с соавторами (1989 г.), которые установили, что у крыс-самцов при облучении дозой 0,5 и 1 Гр происходят определенные изменения в системе рецепторов стероидных гормонов клеток различной чувствительности. Наиболее чувствительной к воздействию ионизирующих излучений оказалась рецепция андрогенов в простате крыс. Облучение дозой 0,5... 1 Гр приводит к 7...8-кратному снижению числа мест связывания андрогенов в цитозоле во все исследованные сроки (10...60 дней). Таким образом, при облучении малыми дозами происходит перераспределение фракций кортикостерона в пользу биологически активного, не связанного с транскортином гормона. Вместе с этим, по данным Т. В. Дудина с соавторами (1989 г.), при облучении половозрелых крыс-самцов дозой 0,5 Гр рецепторное связывание 3Н-кортикостерона в гипоталамусе повышается, что свидетельствует об увеличении доли связанного гормона. На фоне измененного гормонального уровня происходят сдвиги в соотношении между отдельными изоферментами, которые приводят к изменению обменных процессов. Это связано с тем, что многие ферменты являются адаптивными к гормонам надпочечников (А. Г. Шкулев, 1989 г.).

О стимулирующем действии ионизирующих излучений на животный организм можно судить по ускорению или повышению под влиянием облучения таких факторов, как рост, развитие, продуктивность.

Первые попытки практического использования ионизирующих излучений для повышения продуктивности сельскохозяйственных животных были сделаны в птицеводстве путем облучения яиц до и после инкубации, а также облучения цыплят и кур в различные возрастные периоды. Еще в 1963 г. А. М. Кузин, И. Г. Костин и другие авторы показали, что хроническое облучение яиц в первые дни инкубации микродозами гамма-лучей (суммарная доза 0,012.. .0,03 Гр) увеличивает выводимость и выживаемость в среднем на 2,6 %, а яйценоскость выросших кур на 7 %.

Большой интерес для промышленного птицеводства представляли полупроизводственные исследования, проведенные на Ташкентской птицефабрике с предынкубационным гамма-облучением дозой 0,03...0,05 Гр куриных яиц перед закладкой в инкубаторы. При этом использовали опытно-производственную гамма-установку производительностью 7000 яиц в смену. Эксперименты показали усиление интенсивности роста и развития куриных эмбрионов, увеличение выводимости, выживаемости цыплят и повышение яйценоскости кур (табл. 1).

Влияние радиационной обработки яиц на контрольную выбраковку и отходы инкубации

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Доза облучения, Гр | Контрольная выбраковка на 7-8-е сутки инкубации, % | Отходы инкубации, % | Процент вылупившихся цыплят |
| Контроль (необлученные) | 17,6±2,6 | 23,0+2,8 | 77,0±2,4 |
| 0,01 | 7,5±1,7 | 15,0+2,0 | 85,0±3,3 |
| 0,03 | 7,0±1,7 | 12,4±2,1 | 87,6±3,2 |
| 0,05 | 7,5±1,8 | 14,0+1,6 | 86,0±3,2 |
| 0,10 | 7,5±1,5 | 16,0+3,4 | 84,0±3,0 |
| 0,50 | 15,7±2,4 | 23,7+4,4 | 76,3±2,7 |
| 1,00 | 17,7±2,4 | 28,0±4,6 | 72,0±3,8 |
| 4,00 | 22,7±3,1 | 37,7±4,8 | 62,3±4,7 |

При дозе 0,25 Гр эффект стимуляции пропадал, а при дозах 0,5 Гр и выше переходил в эффект угнетения (рис. 2).

Рис. 2. Влияние радиационной обработки кур на яйценоскость

Согласно исследованиям, проведенным в МГАВМиБ им. К. И. Скрябина, радиационная обработка яиц в дозе 0,2 Гр на 10-й день инкубации сокращает время инкубации на одни сутки, увеличивает массу цыплят в течение первого месяца в среднем на 12 %, повышает яйценоскость кур, полученных из облученных яиц, по сравнению с контролем (А. Д. Белов, В. В. Пак, 1983 г.). Положительный эффект радиации наблюдали также при облучении цыплят в 1...3- и 20-дневном возрастах дозами 0,2 и 1 Гр.

Стимулирующее действие ионизирующих излучений было установлено у кур-несушек. После облучения их в возрасте 14 мес в дозе 0,05 Гр яйценоскость увеличивалась в месяц в среднем на 18 %. Несушки, которые хорошо неслись до облучения, не изменили яйценоскости. Облучение несушек в дозе 0,2 Гр было менее благоприятно. Аналогичное стимулирующее действие ионизирующих излучений на рост молодняка и последующую продуктивность кур-несушек наблюдали ученые Казанского ветеринарного института (В.А.Киршинидр., 1979 г.), Омского ветеринарного института (В. И. Беркович, 1983 г.).

Большое практическое значение имеют работы, проведенные на бройлерах с целью увеличения их массы (В. В. Пак, А. Д. Белов, В. И. Киршин и др.). Облучение бройлеров в дозах 0,25 и 0,5 Гр приводило к увеличению массы цыплят через 30 дней в среднем на 15%. Более высокая масса у облученных цыплят по сравнению с контрольными сохранялась до конца выращивания (65 сут).

Зависимость стимулирующего эффекта от мощности дозы показал Ю. И. Вахер. Так, при облучении цыплят в 2-недельном возрасте при мощности экспозиционной дозы 4,5 Р/мин стимулирующий эффект составляет 10 %, а при облучении цыплят в 3-недельном возрасте при мощности дозы 7,5 Р/мин — 5 %. Таким образом, стимулирующее действие излучения на организм птиц зависит от многих как внешних, так и внутренних условий, в первую очередь от дозы, ее мощности, возраста и функционального состояния облучаемого организма.

Механизм стимулирующего действия ионизирующей радиации на яйценоскость кур связывают с возникновением триггер-эффекторов. Воздействие малой дозы (неспецифический триггер-эффектор) на яйцо или голову цыпленка активирует синтез и выброс в кровь гипоталамического нейросекрета. При этом повышается продуцирование гонадолиберинов (специфические триггер-эффекторы), которые, воздействуя на гипофиз, стимулируют секрецию гонадотропинов, ЛГ и ФСГ. Гонадотропины, в свою очередь, стимулируют выработку стероидных половых гормонов. Устанавливается оптимальный баланс овариальных стероидов, ускоряется созревание фолликулов, повышается продуктивность. Воздействие овариальных гормонов через обратную связь на гипоталамус вызывает следующую волну стимуляции (В. А. Варданян, М. А. Кочикянц, 1989 г.).

Существенной частью механизма межклеточного контроля, осуществляемого путем нервной и эндокринной регуляций клеток организма, является система циклических нуклеотидов. Как показали опыты А. Д. Белова, Л. В. Рогожиной, З. Г. Кусуровой (1986 г.), предынкубационное рентгеновское облучение яиц дозой 0,05 Гр активизирует циклазную систему у цыплят-бройлеров в последующие сроки развития (с 1-х по 35-е сут).

Исходя из многочисленного экспериментального материала наиболее перспективным считают процесс радиационного облучения яиц перед закладкой их в инкубатор оптимальными дозами 0,03...0,05 Гр и при сортировке цыплят сразу после их вылупления дозой 0,2 Гр.

Схема промышленного использования довольна проста: уложенные в лотки яйца подают транспортером в рабочую камеру гамма-установки, подвергают радиационной обработке оптимальной стимулирующей дозой и затем по транспортеру они поступают в инкубатор. Таким образом, новый процесс легко вписывается в существующую технологическую цепочку инкубации на птицефабриках и комплексах.

Что касается цыплят, то на современных крупных птицефабриках их подвергают специальной обработке. Цыпленка заталкивают клювом вперед в крошечную клетушку на карусельной установке, где верхнюю часть его клюва прижигают. Эту операцию проводят, чтобы предотвратить выщипывание пуха и расклевывание до смерти, присущее цыплятам в условиях большой скученности. Технологически ее легко совместить с облучением головы цыпленка, что приведет к его более быстрому развитию и повышению яйценоскости.

Подсчитано, что повышение яйценоскости на 10 % в условиях крупных птицеферм, дающих ежегодную продукцию 5 млн яиц, означает получение дополнительной продукции в 500 тыс. штук.

#

# 4 Радиационная стимуляция животных

Данных о радиационной стимуляции у млекопитающих немного. Показано, что хроническое облучение крыс при мощности дозы 0,2·10-2 Гр/год приводит к достоверному повышению их плодовитости: количество родившихся крысят более чем в 2 раза превышает таковое в контрольной группе (А. В. Федоров, 1973 г.). У мышей, получавших в течение всей жизни пищу, содержащую некоторое количество радиоактивных элементов, наблюдали также ускорение роста, увеличение абсолютной массы тела и стимуляцию функции воспроизводства (А. П. Ермолаева-Маковская и др., 1973 г.).

Радиостимуляцию изучают в скотоводстве, свиноводстве, звероводстве. Так, гамма-облучение суточных поросят крупной белой породы дозами 0,1...0,25 Гр приводило к увеличению массы тела животных на 10... 15 % в первые 3 месяца жизни. К шестимесячному возрасту масса тела превышала на 6... 8 % массу контрольных животных. При этом радиостимуляция не влияла отрицательно на органолептические и биохимические показатели (В. А. Киршин, Григорьев, Пастухов, 1983 г.).

Опыты, проведенные на валухах тонкорунных овец в условиях овцеводческого хозяйства, показали, что облучение ягнят в одно-, двух- и трехмесячном возрасте малыми дозами на гамма-установке «Панорама-2» к 9-месячному сроку приводит к повышению живой массы, выживаемости, настригу, густоты, длины шерсти по сравнению с контролем (Курбангалеев, Йшмухаметов, 1994 г.).

Имеются данные, что гамма-облучение норок при экспозиционной дозе 0,1 ...0,3 Гр повышает выживаемость потомства, сопротивляемость заразным болезням, в том числе алеутской болезни норок, и улучшает качество пушнины, особенно у самцов.

Облучение черно-бурых лисиц незадолго до гона сокращало данный размытый период, увеличивало плодовитость самок, повышало выживаемость потомства. При этом потомство облученных самок росло интенсивнее и обладало более длинными шкурками при той же пушистости на период убоя.

По сведениям Галена после облучения небольшого участка кожи кроликов при экспозиционной дозе 1 Гр через 48...96 ч у них повышался фагоцитарный индекс в крови. Это свидетельствует о стимуляции факторов неспецифического иммунитета, увеличивающего жизнеспособность животного организма.

Данные процессы радиационно-биологической технологии в звероводстве находятся пока на первой экспериментальной стадии, поскольку внедрение технологий возможно только в промышленных звероводческих комплексах, которых сейчас крайне мало.

Рассматривая вопрос о стимулирующем действии радиации, следует учесть, что ускорение роста и развития может приводить к сокращению продолжительности жизни организма, что в целом является отрицательным явлением. Вместе с этим в животноводстве оно может приобретать положительное значение с хозяйственной точки зрения.

Ускорение цикла развития под влиянием облучения в стимулирующих дозах было показано в опытах с мышами и дрозофилой. Но данных о сокращении жизни животных не имеется. Напротив, есть сведения о ее продлении. Так, Е. Лорец (1980 г.), исследуя влияние различных доз хронического гамма-излучения на развитие мышей и морских свинок, показал, что их облучение при мощности дозы 0,11 • 10~2 Гр/сут. начиная с одного месяца и до конца жизни приводит к увеличению средней продолжительности жизни мышей с 703 дней до 761 дня, а свинок — с 1400 до 1457 дней.

Таким образом, сферы применения радиостимуляции довольно обширны и перспективны из-за высокообещающей экономической выгоды, что особенно важно в наше время — время рыночной экономики.

# 5 Использование ионизирующих излучений при производстве кормов и кормовых добавок для сельскохозяйственных животных

В основе методов получения кормов и кормовых добавок лежит использование бактерицидного действия ионизирующих излучений. Значительный резерв для получения ценных кормов и кормовых добавок — промышленные, сельскохозяйственные и бытовые отходы. Очистка сточных вод на первом этапе заключается в отстаивании нерастворимых твердых остатков, которые образуют сырой осадок сточных вод (ОСВ). Биологическая очистка аэрированных сточных вод приводит к образованию активного ила. При этом в ОСВ возрастает доля биологической массы, представляющей собой преимущественно белковое вещество. Та часть активного ила, которая не используется как затравка для биологической очистки новых порций сточных вод, составляет избыточный активный ил (ИАИ). Иловые площадки есть даже в зоне городов. ОСВ и ИАИ имеют высокую влажность (92...97 %) и представляют собой сложные коллоидно-дисперсные водные системы с высоким сопротивлением к фильтрации. Они являются благоприятной питательной средой для возникновения опасной микрофлоры, для заражения яйцами гельминтов; в них легко развивается гнилостное брожение. Вместе с тем ОСВ и ИАИ можно рассматривать как ценное сырье для получения корма и кормовых добавок для животных. Так, активный ил содержит около 70 % органических веществ, 30...40 % белков, жиров, углеводов, витаминов и минеральных веществ, практически все заменимые и незаменимые аминокислоты.

Дезинфекция и дегельминтизация ОСВ и ИАИ могут быть успешно решены путем применения ионизирующего излучения, которое приводит к гибели большинства возбудителей инфекционных и инвазионных болезней. Летальная доза зависит от типа микроорганизмов, их радиочувствительности. Кроме того, с увеличением обсемененности доза немного возрастает. В водных средах, насыщенных кислородом, наблюдается усиленное действие радиации (кислородный эффект). Поглощенная доза 10...20 кГр обеспечивает стерильность по всем наиболее часто встречающимся в отходах возбудителям инфекционных и инвазионных болезней. При повышении температуры до 320...330 °К (47...57 °С) дозу полного обеззараживания можно снизить в 10 раз (модифицирующий фактор). Предварительное облучение ОСВ и ИАИ, кроме того, снижает удельное сопротивление к фильтрации в 1...5 раз, что сокращает время обработки стоков и снижает энергозатраты.

В университете штата Нью-Мехико в США совместно с фирмой «Сандиа» были проведены исследования по скармливанию телкам (20 голов) ОСВ, облученных дозой 10 кГр. Было показано, что конечные приросты массы в опытной и контрольной группах не различаются, физиологические показатели крови, содержание тяжелых металлов соответствуют норме, мясо по цвету, плотности и вкусовым качествам не изменилось. По калорийности и биологической ценности аминокислот ОСВ не уступают муке из жмыха семян хлопчатника. В опытах на мышах было установлено отсутствие в ОСВ, обработанном ионизирующим излучением, токсических веществ.

Технология получения корма из ИАИ была разработана Институтом физической химии АН Украины. Она включает обработку ИАИ ускоренными электронами до поглощенной дозы 10 кГр, его фильтрацию при давлении 0,8 МПа и сушку. Получаемая кормовая добавка не содержит патогенных микроорганизмов, вирусов и яиц гельминтов и нетоксична.

Подвергнутые радиационной обработке ОСВ и ИАИ могут быть использованы и в качестве органо-минеральных удобрений.

Другими объектами радиационной обработки могут быть древесина, солома и другие отходы. Интересные работы в этом направлении были выполнены в НИИ физической химии АН СССР и НИ физико-химическом институте имени Л. Я. Карпова. Известно, что растительные материалы в сухом виде на 60 % состоят из целлюлозы, т. е. углеводного компонента. Но сельскохозяйственные животные усваивают целлюлозу примерно на 10... 15 % вследствие ее трудной переваримости. В то же время целлюлоза — сложный полисахарид, включающий глюкозу — ценный энергетический субстрат для жизнедеятельности организма животных. Таким образом, растительное сырье (солома, древесина и другие отходы) служит важным источником получения кормовых добавок.

При действии радиации осуществляется процесс деполимеризации, происходит амортизация целлюлозы в древесине; она смягчается и повышается ее растворимость в воде. В результате радиационно-химических превращений в растительном сырье уменьшается доля трудногидролизуемых органических соединений. Растворимость облученного материала возрастает в 10 раз, так как при радиолизе целлюлозы происходит разрыв полимерных цепей и образуются легкорастворимые продукты, которые в организме животного под действием соков усваиваются.

Наиболее перспективно прямое использование облученного древесного сырья для кормления животных. Дозы облучения составляют 100...200 кГр. Метод прямого скармливания облученной древесины животным испытан в Ленинградском ветеринарном институте на крупных животных и в Казанском ветеринарном институте на птицах. Доказано, что 50 % рациона можно заменять облученной древесиной.

Наиболее мощное и экономичное производство может быть организовано на базе ядерных реакторов, на урановых контурах производительностью 100 тыс. т в год. Можно использовать гамма-нуклидные установки и ускорители электронов. Было показано, что переваримость сухого вещества соломы озимой ржи возрастает от 17 до 27 % после облучения ускоренными электронами поглощенной дозой до 10...30 кГр. Радиационная обработка грубых кормов способствует их ферментации и дрожжеванию, что позволяет получать корма, обогащенные легкопереваримыми углеводами и протеином.

Таким образом, при радиационной обработке качество грубых кормов может быть улучшено, а некормовые растительные материалы (древесные отходы, кукурузные стержни, лузга и др.) могут быть переработаны в высококачественные углеводсодержащие корма и кормовые добавки. Кроме того, корм из растительного сырья после действия ионизирующего излучения пригоден для длительного хранения. Опыты по его хранению в течение 2...3 лет в упакованных мешках не выявили каких-либо изменений качества корма. Необлученный же корм подвергался гниению.

# Литература

Радиобиология / А.А. Белов, В.А. Киршин, Н.П. Лысенко и др. – М.: Колос, 1999. – 384 с.: ил.