

Д. М. Дерябина, А. А. Баранова

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ РОСТА РЕДИСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОЛУЧЕННОЙ ДОЗЫ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Для изучения интенсивности роста редиса в зависимости от дозы ионизирующего излучения семена облучались различными типами ионизирующего излучения: гамма-излучение, ускоренные электроны, нейтроны промежуточных энергий. В результате эксперимента семена получили дозу ионизирующего излучения до 2 кГр. Полученные результаты согласуются с литературными данными, также доказана возможность использования линейного ускорителя электронов для предпосевного облучения семян.

Ключевые слова: *редис, гамма-излучение, бета-излучение, ускоренные электроны, нейтроны, рост, положительный эффект.*

In order to study the intensity of radish growth in a dose dependent ionizing radiation irradiated seeds were different types of ionizing radiation. For pre-irradiation of seeds, the following types of ionizing radiation: gamma rays, accelerated electrons, neutrons of intermediate energies. The experiment was conducted under the influence of ionizing radiation dose to 2 kGy. The experimental results are consistent with literature data.

Keywords: *radishes, gamma radiation, beta radiation, electron acceleration, growth, benefits.*

Основная идея радиационного гормезиса — диаметрально противоположный ответ организма на большие и малые дозы облучения — была, в частности, обоснована тем, что малые дозы сопоставимы с постоянно действующим ПРФ, к которому адаптирована биота и небольшое повышение которого стимулирует нормальные физиологические процессы [1]. Результаты многочисленных опытов, проведенных в разных странах, например СССР, Канаде, Азербайджане, Сирии, Индонезии и многих других, однозначно указывают, что предпосевное γ -облучение семян самых различных сельскохозяйственных культур при оптимальной для данного вида дозе облучения, при соблюдении рекомендуемых условий (влажности семян во время облучения, температуры и времени хранения после облучения, достаточности удобрений и т. д.) оказывает положительное влияние и на последующие фазы развития, увеличивая ветвление и количество генеративных органов, ускоряя начало цветения, увеличивая и улучшая качество урожая.

Предпосевное облучение семян с целью стимулирования всхожести (зерновые и зернобобовые, картофель, морковь, капуста и др.) в целях повышения урожая и улучшения качества продукции — испытанный на практике процесс.

По сравнению с имеющимися методами предпосевной обработки семян (прогрев токами высокой частоты, замачивание в растворах микроэлементов

или ростовых веществ, облучение ультрафиолетовым светом, лазерным излучением) метод облучения ионизирующим излучением имеет преимущества по интенсивности воздействия на объекты и по стабильности получаемых результатов. При этом он характеризуется точностью дозирования воздействия излучения и совместимостью с обычными агроприемами, применяемыми в сельском хозяйстве. Облученные семена раньше прорастают, в семенах ускоряются биохимические процессы. В них отмечено более быстрое и усиленное образование простых сахаров и аминокислот, ускорение их притока к зародышу, что оказывается существенным при стимуляции [2].

В урожай от стимулированных семян, как правило, увеличивается на 1–13 % содержание того компонента, к выработке которого данная культура была эволюционно направлена. Так, при облучении семян моркови в урожае увеличивается содержание каротина в среднем на 10 %, в отдельных сортах на 30–32 %; у сахарной свеклы — содержание сахара (на 3 %), у клубней картофеля — крахмала (1–2 %) [3]. Несмотря на то, что многие вопросы, связанные с радиационной стимуляцией семян растений, были решены в 60–80-е годы прошлого века, когда эта технология активно развивалась для получения устойчивых прибавок урожая и гарантированного улучшения качества продукции, необходимо проведение дополнительных исследований и производственных испытаний. Причины:

1. За время, прошедшее с 70-х годов прошлого столетия, практически полностью сменился набор районированных сортов и культур. Для каждой культуры и районированного сорта необходимо определить оптимальный диапазон доз, мощностей доз и времени между облучением и посевом. От соблюдения этих параметров зависит хозяйственный и экономический эффект предпосевного облучения.

2. В тепличных хозяйствах произошло не только практически полное изменение набора сортов (как правило, замена отечественных на импортные), но и модернизация технологических процессов выращивания культур. Это необходимо учитывать при отработке регламентов облучения для обеспечения эффективного встраивания радиационных технологий в существующий в тепличных хозяйствах технологический процесс.

3. Необходимо оценить экономическую эффективность применения предпосевного облучения семян в новых условиях ведения сельского хозяйства, сложившихся в ходе реформ 1990-х гг.

В целом практическое использование γ -облучения для стимуляции развития сельскохозяйственных культур, повышения урожая и его качества теоретически вполне обоснованное, требует продолжения исследований и проведения многолетних производственных испытаний (чтобы учесть влияние variability погодных условий на эффективность агротехнологии) для отработки технических регламентов предпосевного облучения видов и сортов районированных сельскохозяйственных культур в разных природно-климатических зонах Российской Федерации.

Материалы и методы

Работа выполнена на кафедре экспериментальной физики Физико-технологического института Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина.

Для наблюдения эффектов взаимодействия ионизирующего излучения с семенами растения семейства капустных были использованы: радионуклидные источники Cs-137, Co-60, Am-241, Sr90-Y90, Pu-Be, линейный ускоритель электронов модели «УЭЛР-10-10С2». Объектами экспериментальных исследований служили опытные и контрольные образцы семян редиса «18 дней» (фирма «Аэлита»).

Облучение и посадка

Семена редиса одинакового сорта были расфасованы в бумажные пакетики по 45 штук в каждый. Для исследования взаимодействия гамма-излучения в работе использовались такие радионуклиды, как Co-60, Cs-137, Am-241. В качестве источника бета-излучения применялся радионуклид Sr90-Y90. Источником нейтронов промежуточной энергии служил радионуклид Pu-Be.

Согласно литературным данным для наблюдения положительного эффекта необходимо подобрать дозу в пределе 100 Грей. Пакетики с семенами размещались вблизи радионуклидов на 10 дней.

Для наблюдения эффектов, полученных вследствие облучения электронами, в работе использовался линейный ускоритель электронов модели «УЭЛР-10-10С2». Именно с помощью ускорителя электронов семенами была получена доза в пределах 2000 Грей. Предполагается, что эта доза должна пагубно сказаться на ростках редиса.

Также с помощью линейного ускорителя группа семян подверглась тормозному гамма-излучению.

Семена замачивали в одинаковых условиях. Посадка осуществлялась через 48 часов после замачивания. По мере всхожести и роста ростков редиса проводились замеры, также ростки фотографировались. Для каждого вида облучения имелись контрольные группы семян, которые росли в тех же условиях и в том же количестве.

Измерения

Через двое суток все семена проросли и были посажены в землю. Разумеется, в зависимости от дозы длины корешков были разные. Начиная с этого момента по мере роста проводились измерения. Замерялись средние ростки редиса. Так, замеры проводились примерно каждые 24 часа в течение 7 суток, пока ростки не стали увядать. Это связано с тем, что эксперимент проводился в зимний период времени и для получения урожая росткам необходимо больше солнца. Также не соблюдались условия достаточного количества земли на каждое растение. Но, несмотря на эти причины и то, что корнеплод не достиг своих реальных размеров, положительный эффект мы смогли наблюдать.

Результаты и выводы

На рис. 1 показана зависимость интенсивности роста ростков редиса от количества дней. Этот график построен по длинам ростков семян, которые были облучены гамма-излучением от источников Co-60, Cs-137, Am-241. Также приведены данные по контрольной группе. Видно, что все облученные семена проросли лучше, чем семена контрольной группы. Но интенсивнее всего происходил рост семян, которые были облучены кобальтом (Co-60). Связано это с энергетическим диапазоном источников гамма-излучения. Энергия кобальта 1,25 МэВ, это в два раза больше, чем энергия радионуклида цезия (Cs-137).

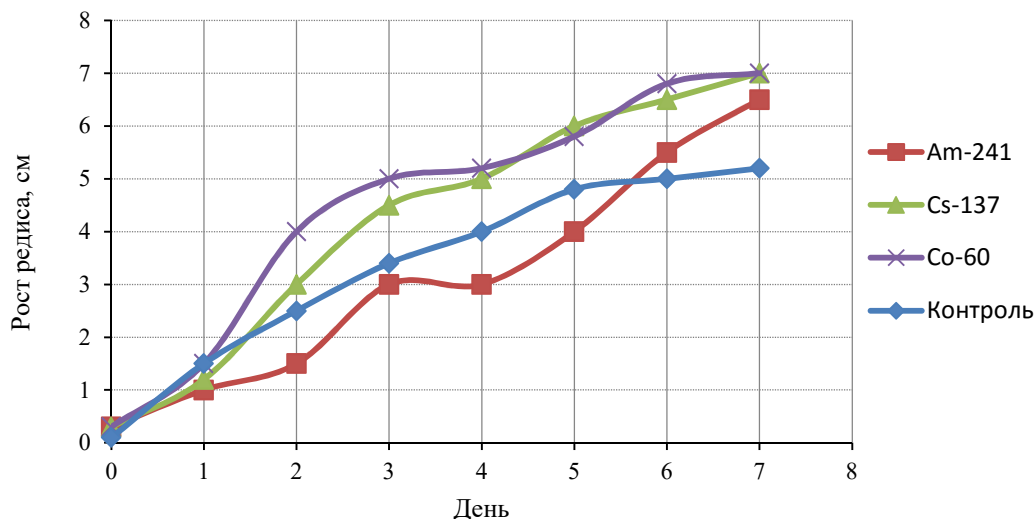


Рис. 1. Зависимость роста редиса от времени

На рис. 2 изображена зависимость интенсивности роста ростков, семена которых подверглись тормозному излучению. Согласно литературным данным, доза, необходимая для наблюдения положительного эффекта, составляет 100 Грей. С помощью линейного ускорителя электронов посредством тормозного излучения была получена доза 90 Грей. Наглядно видно увеличение интенсивности роста облученного редиса по сравнению с контрольными образцами. Также группа семян, которые подверглись облучению тормозным гамма-излучением, получила дозу 660 Грей. На графике представлено, что ростки редиса из этой группы семян росли намного хуже.

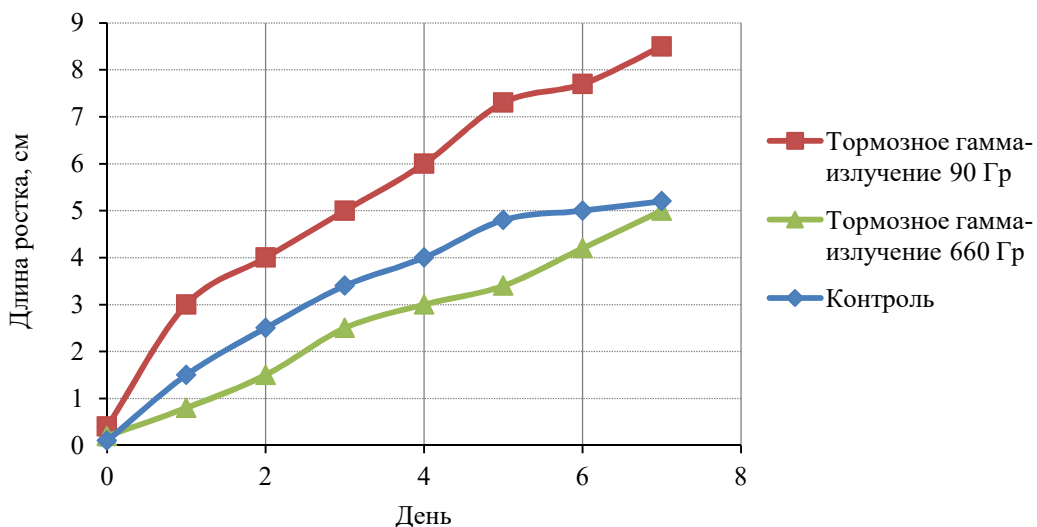


Рис. 2. Зависимость роста редиса от времени

Далее, рассмотрим интенсивность роста семян, которые облучались электронами. Две группы семян облучались потоком ускоренных электронов и одна группа находилась вблизи радионуклида Sr90-Y90 — источник бета-излучения. И одна группа — контрольная. График под номером 3, иллюстрирующий данные, касающиеся этих групп, приведен ниже. Видно, что доза, полученная на линейном ускорителе электронов модели «УЭЛР-10-10С2», сказалась на ростках не хорошо. Семена росли несколько хуже контроля. Но семена, находившиеся вблизи источника бета-излучения 10 дней, выросли немного лучше, хотя на начальном этапе развития ростков особого различия в этом нет.

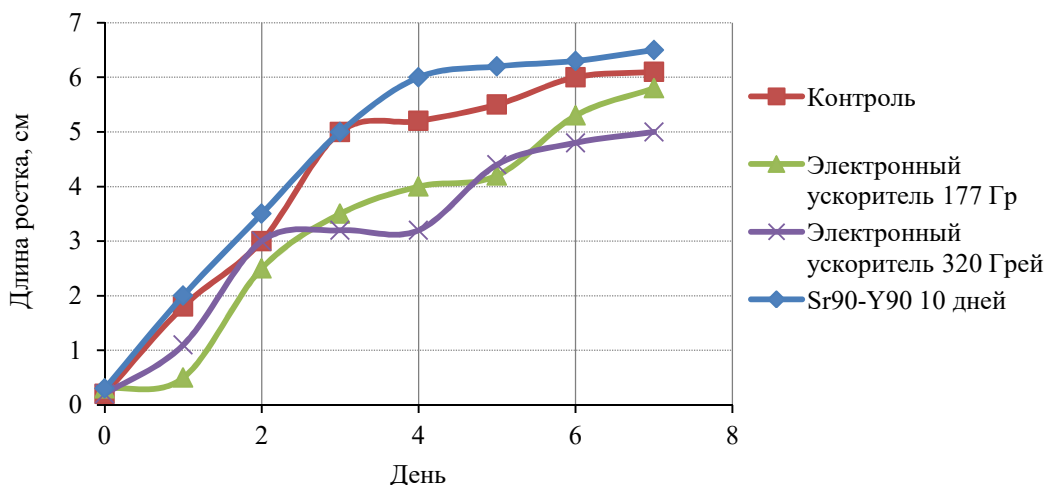


Рис. 3. Зависимость роста редиса от времени

Рис. 4 иллюстрирует исключительно негативное развитие ростков и уменьшение, относительно контроля, в росте семян. Дозы в 890 и 1900 Грей были получены на линейном ускорителе электронов. Наглядно видно заторможенное развитие ростков редиса. Расчетная доза, которую получили семена за 14 дней, составила 0,92 Грей.

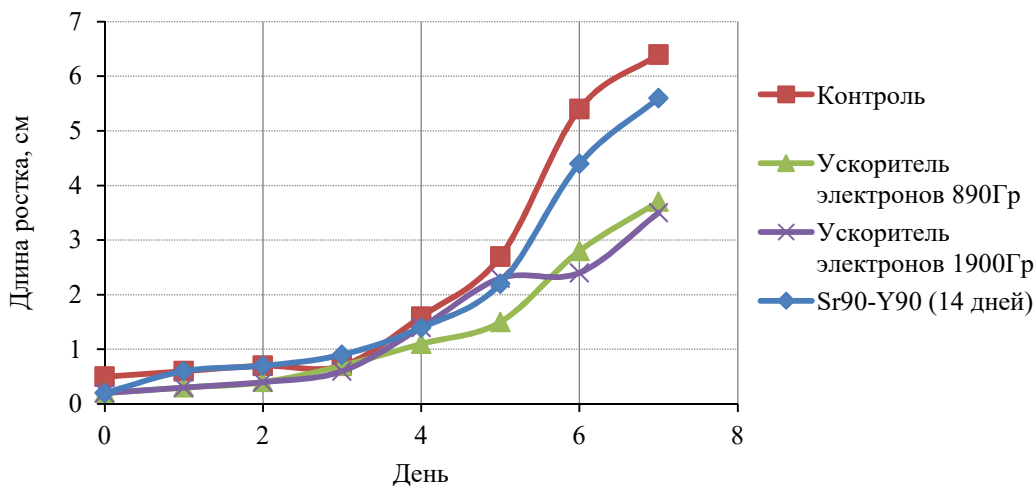


Рис. 4. Зависимость роста редиса от времени

Рис. 5 иллюстрирует зависимость роста ростков редиса, семена которых были облучены нейтронным источником. Семена, подвергшиеся облучению нейтронами промежуточных энергий, росли интенсивнее, чем семена контрольной группы.

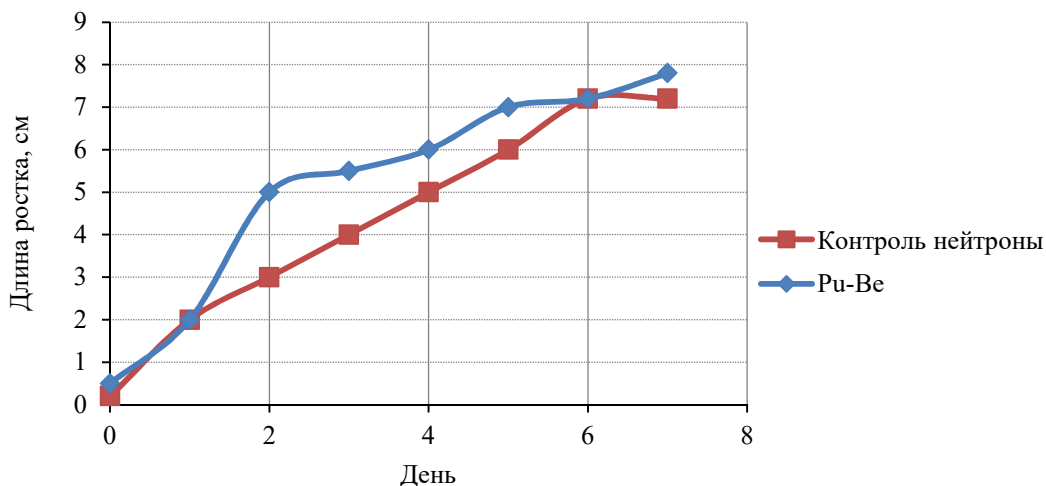


Рис. 5. Зависимость роста редиса от времени

Заключение

Подводя итог, мы делаем следующие выводы:

– В результате эксперимента была определена доза, при которой наблюдался положительный эффект. Эта доза была получена с помощью линейного ускорителя электронов модели «УЭЛР-10-10С2» вследствие тормозного гамма-излучения. Она равна 90 Грей, что подтверждается литературными данными.

– Небольшие дозы, полученные от радионуклидов оказывают положительный эффект в диапазоне энергий 1,25 МэВ, эта энергия соответствует радионуклиду Со-60, который в настоящее время используется как источник гамма-излучения в промышленной обработке семян.

– Также в ходе исследования было замечено, что большие дозы, а именно 177 Грей и выше, приводят к уменьшению всхожести семян и снижению роста ростков редиса.

– Доказана возможность использования линейного ускорителя электронов модели «УЭЛР-10-10С2» для предпосевного излучения семян.

В качестве дальнейшего исследования планируется рассмотреть влияние тех же дозовых нагрузок, но в импульсном режиме.

Литература

1. Кузин А. М. Идеи радиационного гормезиса в атомном веке. М.: Наука, 1995.
2. Научно-производственное отделение радиационных технологий Государственного научного центра «Институт биофизики» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.pseudology.org/Sterilization/NPO_RT.htm.
3. Белов А. А. Радиобиология / А. А. Белов, В. А. Киришин, Н. П. Лысенко и др. М.: Колос, 1999. 384 с.