



УТВЕРЖДАЮ

Директор ФГБУН Института экологии
растений и животных УРО РАН
Ил.-корр. РАН, д.б.н., проф.

В.Д. Богданов

« 2 » ноября 2017 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу **Чурюкина Романа Сергеевича** на тему
«Закономерности формирования биологических эффектов при γ -облучении семян
ячменя», представленной на соискание ученой степени кандидата биологических наук
по специальности 03.01.01 – «Радиобиология»

Актуальность исследования

Диссертация Романа Сергеевича Чурюкина посвящена решению одной из важных биологических проблем – анализ механизмов формирования адаптивных реакций живых организмов на слабые внешние воздействия. Актуальность темы определяется тем, что на планете уже достаточно много обширных зон, загрязненных радионуклидами в результате аварий на ядерных предприятиях, и вероятность появления их в будущем не исключается. Живые организмы в этих зонах подвергаются слабому радиационному воздействию долгие годы. Одной из адаптивных реакций живого на малые дозы является эффект радиационного гормезиса – положительное действие низких доз ионизирующего излучения на живые организмы. Несмотря на значительный прогресс в области изучения этого феномена, механизмы формирования положительных эффектов до настоящего времени до конца не исследованы. Учитывая, что радиационные технологии входят в список приоритетных направлений Программы фундаментальных научных исследований РФ, исследование закономерностей формирования биологических эффектов при γ -облучении семян ячменя соответствует современным тенденциям развития радиобиологии.

Тема диссертации полностью соответствует заявленной научной специальности – 03.01.01 - «Радиобиология», охватывающей проблемы взаимодействия радиации с веществом, первичные и последующие механизмы лучевых нарушений, прямые и непрямые эффекты (п. 2) и особенности биологического действия малых доз облучения (п. 11).

Цель работы и задачи исследования сформулированы четко, работа выполнялась строго в рамках избранной темы. Для описания полученных результатов автор использовал современные методы математического анализа, в том числе модели, учитывающие эффект гормезиса. Все использованные автором методы адекватны поставленным задачам. Степень обоснованности каждого из полученных

научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, можно считать высокой.

Научная новизна

Используя комплексный подход к изучению механизмов формирования радиационных эффектов у ячменя на разных уровнях организации живого, Р.С. Чурюкин получил оригинальные данные по изменению активности антиоксидантных ферментов, а также ключевых ферментов гликолиза, пентозофосфатного и шикиматного путей, цикла Кребса на ранних этапах онтогенеза ячменя. Получены новые данные, связывающие эффект гормезиса после облучения семян в стимулирующих дозах с разнонаправленным изменением активности ключевых ферментов. Показано, что в контрастных погодных условиях полевых экспериментов возможна модификация радиационного эффекта. Впервые для оценки результатов лабораторных и полевых экспериментов были использованы модели, учитывающие эффект гормезиса. Разработана модель формирования стимулирующих эффектов при облучении семян низкими дозами ионизирующего излучения.

Теоретическое и практическое значение

Теоретическая значимость работы обусловлена тем, что в результате анализа полученных автором оригинальных данных сформулирована концептуальная модель формирования стимулирующих эффектов при облучении семян растений низкими дозами ионизирующего излучения. Практическую значимость работы определяет то, что результаты работы по выяснению механизмов стимуляции роста и развития растений после γ -облучения семян и оценка закономерностей модификации эффекта гормезиса погодными факторами в условиях полевых экспериментов могут стать научной основой в разработке технологии предпосевной обработки семян сельскохозяйственных растений с целью получения устойчивой прибавки урожая в полевых условиях.

Личный вклад соискателя

Автор работы принимал непосредственное участие в формулировке целей и задач исследований, планировании и организации представленной работы, получении экспериментальных данных. Автором диссертационной работы самостоятельно выполнена статистическая обработка данных и проведен их анализ. Сформулированы основные положения работы и выводы, подготовлены для публикации статьи.

По теме диссертации опубликовано 14 печатных работ, в том числе 5 статей в журналах, рекомендованных ВАК. Содержания диссертации соответствует содержанию и качеству опубликованных работ. Текст автореферата полностью соответствует содержанию диссертации. Основные результаты апробированы автором на тематических конференциях.

Оценка содержания диссертации

Диссертация Р.С. Чурюкина состоит из введения, четырех глав, заключения, выводов и списка использованной литературы, включающего 272 источника, из

которых 157 на иностранном языке. Диссертация изложена на 137 страницах, содержит 7 таблиц и 51 рисунок. Работа представляет собой внутренне единую структуру.

Во введении обсуждаются актуальность и степень разработанности темы исследования, формулируются цель и задачи исследования, описывается научная новизна и значимость работы. Здесь же изложены положения, выносимые на защиту.

Глава I «Обзор литературы». На основе анализа отечественной и зарубежной литературы автор рассматривает закономерности формирования эффекта гормезиса при воздействии на растения широкого круга физических и химических агентов. Обсуждаются представления о механизмах формирования наблюдаемых эффектов, а также механизмы выхода семян из состояния покоя и роль ферментных систем в формировании ответных реакций растений на облучение малыми дозами. Глава насыщена таблицами, схемами и рисунками, которые упрощают понимание обзора.

Глава II «Материалы и методы» посвящена объектам и методам исследований, где достаточно полно отображены методики облучения семян, методы анализа ферментативной активности, а также проведения лабораторных и полевых экспериментов. Особое внимание уделено методам математической статистики и моделированию эффекта гормезиса.

Глава III «Результаты» состоит из трех частей. Первая часть содержит количественные оценки биологических эффектов действия гамма-облучения в малых дозах на энергию прорастания и всхожесть семян ячменя, а также на ростовые характеристики проростков. Эксперименты проведены на двух сортах ячменя. Автором выявлен диапазон доз (8-20 Гр) и параметры облучения (мощность дозы 60 Гр/ч, влажность семян 13-15%), которые индуцируют устойчивые стимулирующие эффекты у ячменя. Убедительно показано, что полученные данные по изменению длины корней и ростков, выросших из γ -облученных семян, хорошо описываются математическими моделями, учитывающими эффект гормезиса. Вторая часть посвящена анализу биохимического статуса проростков ячменя. Особое внимание автор уделяет изменчивости работы ферментов после облучения в динамике. Показано, что активность ферментов от третьего к седьмому дню эксперимента меняется разнонаправленно (снижается у большинства ферментов; повышается у каталазы). Завершается данная часть обобщающими таблицами. В третьей части главы рассматриваются поздние этапы онтогенеза ячменя, выросшего в ходе трехлетнего полевого эксперимента. В этом случае важным модифицирующим фактором действия радиации на растения ячменя стали погодные условия (эффективная температура, количество осадков и т.д.).

Глава IV «Обсуждение». В этой главе автор обобщает уже имеющиеся литературные и собственные оригинальные данные и представляет для обсуждения модель формирования стимулирующих эффектов при облучении семян низкими дозами ионизирующего излучения. Далее приведены выводы из работы.

Замечания к работе

- 1) Название диссертационной работы «Закономерности формирования биологических эффектов при γ -облучении семян ячменя» слишком обширное. Во-первых, в работе рассматривается только диапазон малых доз, а, во-вторых, только один из эффектов действия малых доз – радиационный гормезис.
- 2) При анализе литературных данных автор не обратил внимания на большой массив ранних работ, касающихся влияния γ -облучения на морфологические и физиологические параметры растений, в частности ячменя, и анализа факторов, модифицирующих радиобиологические эффекты (величина и мощность дозы облучения, время хранения семян, сорт, влажность семян и т.д.). Это, например, работы: Порядкова, 1956; Лучник, 1957; Тимофеев-Ресовский и др., 1957; Кожушко, 1964; Янушкевич, 1964; Протопопова, 1965; Савин, Батыгин, 1966; Воронова, 1983; Левин, 1986; Шарифова, 1987 и другие.
- 3) Объект исследования описан предельно кратко. *Hordeum vulgare* L. – это ячмень обыкновенный, яровой – это не видовое название, а сортовая характеристика.
- 4) Автор диссертационной работы сфокусировался на таких показателях как длина корней и ростков, энергия прорастания и всхожесть семян. Ростовый тест, безусловно, является классической тест-системой при оценке эффектов действия внешних факторов. Однако в работе не рассматриваются морфологические аномалии у проростков. Представляется интересным оценить долю морфозов у растений, облученных в выбранном диапазоне доз, поскольку это напрямую связано с прикладным аспектом работы.
- 5) Рисунок 3.1. Не ясно, почему цифрами 1 и 2 отмечен один и тот же сорт Нур. При анализе данных (мощность дозы*влажность*доза облучения, мощность дозы*время хранения*доза облучения, сортовое качество*время хранения *доза облучения, модификация сорта*время хранения) не учитывается поправка на множественные сравнения, напрашивается многофакторный (двух- и трехфакторный) анализ.
- 6) Фраза «В противоположность этому, облучение семян элиты и суперэлиты угнетало развитие корневой системы, хотя статистически значимых изменений зафиксировано не было» не корректна, поскольку эффекта не выявлено.
- 7) Между параграфами 3.1.5. и 3.3.7 нарушена нумерация.
- 8) Рисунок 3.14. Не ясно, почему на седьмые сутки только 3 столбца. Активность фермента на других дозах была равна нулю?
- 9) Таблица 3.3. Необходимо пояснить, что какие значения приведены в колонках «Пара» и «Выборка».
- 10) При обсуждении результатов желательно процитировать ряд современных работ, касающийся модификации погодными условиями эффектов облучения у растений. Некоторые работы, например (Ehrenberg, 1953) цитируются в тексте диссертации, но отсутствуют в списке литературы.
- 11) Поясните, что имелось в виду, когда упоминалось переключение на альтернативный ход онтогенеза в контрастные по погодным условиям сезоны. Онтогенез – это процесс индивидуального развития особи от момента образования зиготы до конца жизни. Все стадии онтогенеза у ячменя зафиксированы, менялась только их продолжительность.
- 12) В автореферате приведена обобщающая и удобная Таблица 1, отсутствующая в диссертационной работе. Однако она выполнена небрежно, остается только

догадываться, что 1000 – это масса 1000 шт. семян, а длина – это длина стеблей и т.д.

- 13) Параграф 3.3.7 (перед заключением). Поясните необходимость и целесообразность объединения данных за два контрастных полевых сезона.

Заключение

Указанные замечания не уменьшают научной и практической значимости работы, не затрагивают ее основных выводов и не влияют на общую положительную оценку выполненной автором работы. Диссертация Чурюкина Р.С. «Закономерности формирования биологических эффектов при γ -облучении семян ячменя» является самостоятельным, комплексным и законченным исследованием. По актуальности, новизне, научной и практической значимости полученных результатов, объёму выполненной автором работы диссертация Чурюкина Р.С. удовлетворяет требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата биологических наук, а автор **Чурюкин Роман Сергеевич** заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.01.01. – «Радиобиология».

Отзыв обсужден и утвержден на заседании Ученого Совета ФГБУН Института экологии растений и животных Уральского отделения РАН от 2 ноября 2017 г., протокол № 3.

(Адрес ИЭРиЖ УрО РАН: ул. 8 Марта, д. 202, Екатеринбург, 620144. Тел.: (343) 260-82-56; факс: (343) 260-65-00. E-mail: common@ipae.uran.ru ; сайт <http://ipae.uran.ru>).

Заведующая лабораторией популяционной радиобиологии
ИЭРиЖ УрО РАН,
доктор биологических наук

В.Н. Позолотина

Ученый секретарь ИЭРиЖ УрО РАН,
кандидат биологических наук

Т.В. Струкова

