**Исследование влияния ионизирующих излучений на всхожесть, урожайность и заболеваемость пшеницы в условиях лабораторных и полевых исследований**

***Чибисова М.С.1, Близнюк У.А1,2,4, Зубрицкая Я.В.1,2,4, Чуликова Н.С.3, Никитченко А.Д. 1, Борщеговская П.Ю.1,4, Малюга А.А.3, Черняев А.П.1,2, Родин И.А.4,5***

*1Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
физический факультет, Москва, Россия*

*2Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,*

*Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д.В. Скобельцына, Москва, Россия*

*3Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, р.п. Краснообск, Россия*

*4Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, химический факультет, Москва, Россия*

*5Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия*

*E-mail: chibisova.ms20@physics.msu.ru*

В условиях повышения продовольственной безопасности и экспертного потенциала России в рамках долгосрочной стратегии развития зернового комплекса РФ до 2035 года повышение качества урожайности зерна пшеницы остаётся одной из приоритетных целей [2-4].

Целью данного исследования являлось нахождение эффективных доз радиационной обработки пшеницы, обеспечивающих стимуляцию роста культуры и её защиту от заболеваний.

Объектом исследования была выбрала пшеница сорта Новосибирская 29 с естественным заражением фитопатогенными грибами. Облучение проводилось на линейном ускорителе электронов непрерывного действия УЭЛР-1-25-T001 с энергией 1 МэВ и рентгеновском аппарате 1BPV23-100 с рентгеновской трубкой RAD-100 и анодом из молибдена.

Исследование проводилось как в лабораторных, так и в полевых условиях. В ходе лабораторных исследований семена пшеницы облучали рентгеновским и электронным излучением в дозах от 4 до 150 Гр и высаживали на питательную среду (КДА) в чашки Петри. Оценивались всхожесть семян на 7-е сутки и степень их заражения фитопатогенными грибами.

В полевых исследованиях семена облучали в дозах от 5 до 30 Гр. Образцы были выращены на опытном поле СФНЦА РАН в почвенно-климатических условиях лесостепной зоны Западной Сибири. Производилась оценка всхожести и урожайности культуры, а также степень её поражения заболеваниями.

В рамках исследования для понимания распределения дозы в семенах при их облучении было проведено моделирование прохождения ионизирующего излучения через водный фантом семени пшеницы с использованием программного обеспечения GEANT4, базирующегося на методе Монте-Карло. Видимые отличия в дозовом распределении для рентгеновского излучения и пучка ускоренных электронов позволили сделать предположение, что эффективные дозы для двух видов излучения будут различны.

В ходе лабораторных исследований наиболее эффективной дозой для обработки ускоренными электронами была выявлена доза в 20 Гр, облучение в которой увеличило всхожесть семян на 63%, снизив при этом количество фитопатогенных грибов на семенах на 20%. Эффективность была подтверждена в ходе полевых исследований, облучение в указанной дозе повысило всхожесть и урожайность на 11% и 5%, соответственно, и на 56% снизило заболеваемость септориозом колоса по сравнению с контрольными значениями.

В ходе лабораторных исследований эффективных доз для обработки рентгеновским излучением выявлено не было. В ходе полевых исследований облучение в дозе 15 Гр не изменило всхожесть культуры, однако повысило её урожайность на 37% и на 24% снизило заболеваемость септориозом колоса по сравнению с контрольными значениями.

Помимо этого, можно отметить дозы 5 и 10 Гр, обработка в которых обоими типами излучения не привела к снижению заболеваемости культуры, но повысила её урожайность. При облучении электронным пучком урожайность была повышена на 34-38%, при облучении рентгеном – на 48%.

Полученные в исследовании результаты согласуются с литературой, согласно которой дозы от 5 до 20 Гр способствуют увеличению скорости прорастания растений, сокращая вегетационный период и снижая риск распространения грибковых и бактериальных заболеваний из почвы [1]. Различия в дозовом распределении для рентгеновского излучения и пучка ускоренных электронов могли послужить причиной отличия эффективных доз радиационной обработки.

Исследование было выполнено при финансовой поддержке РНФ в рамках научного проекта №22-63-00075.

**Литература**

1. Муртазина З.Д., Саматова А.А., Фасхутдинова Э.Ф. и др. Мониторинг безопасности пшеницы продовольственной по физико-химическим показателям в республике Татарстан за первое полугодие 2020 года // Ветеринарный врач, 2020 г, С. 37-42.
2. Пономаренко П.А., Безотосный С.С., Фролова М.А. Стимуляционный эффект при спецобработке семян сельскохозяйственных культур гамма-лучами. // Радиационные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности: состояние и перспективы: сборник докладов, Обнинск, 26-28 сентября 2018 года. Обнинск: НИЦ Курчатовский институт – ВНИИРАЭ, 2018, С. 112-113.
3. Усенко Н.И., Отмахова Ю.С., Брязгин А.А. Возможности и условия применения технологии ионизирующего облучения зерна пшеницы и муки // Радиационные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности: состояние и перспективы: сборник докладов, Обнинск, 26-28 сентября 2018 года. Обнинск: НИЦ Курчатовский институт – ВНИИРАЭ, 2018, С. 234–237.
4. https://mcx.gov.ru/upload/iblock/04c/04c91c2c72fbd773540ec908f9410edd.pdf (Долгосрочная стратегия развития зернового комплекса Российской Федерации до 2025 года и на перспективу до 2023 года)