

## **ВЛИЯНИЕ ОБЛУЧЕНИЯ НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА НА ПРОРАСТАНИЕ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ ВИДА ERUCA VESICARIA**

Чернобровкин Т.В.<sup>1</sup>, Вазиров Р.А.<sup>1</sup>, Соковнин С.Ю.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>) Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup>) Институт Электрофизики Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург, Россия

E-mail: [t.v.chernobrovkin@urfu.me](mailto:t.v.chernobrovkin@urfu.me)

## **INFLUENCE OF RADIATION TO A LOW-ENERGY ELECTRONIC BEAM ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF PLANTS OF THE SPECIES ERUCA VESICARIA**

Chernobrovkin T.V.<sup>1</sup>, Vazirov R.A.<sup>1</sup>, Sokovnin S.Yu.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>) Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

<sup>2</sup>) Institute of Electrophysics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia

Observations of the growth of *Eruca vesicaria* seeds irradiated with doses of 2, 5, 10 and 15 cGy were carried out at the URT-0.5 electron accelerator. Samples 2, 10 and 15 cGy showed the possibility of a growth stimulation effect.

На сегодняшний день проблема микробиологического загрязнения пищевой и сельскохозяйственной продукции всё ещё актуальна. Наиболее перспективным методом обеззараживания пищевой и сельскохозяйственной продукции является радиационная обработка ионизирующим излучением (ИИ). ИИ обеззараживает пищевые продукты за счёт уничтожения потоком гамма квантов либо электронов патогенных микроорганизмов, грибов, насекомых и их личинок [1]. Но обработка сельскохозяйственной продукции с применением высоких доз от 1 до 10 кГр негативно сказывается на развитии эмбриона, что приводит к ингибированию роста и прорастаемости облученных семян. Используя неоднородную обработку, можно избежать негативного эффекта ИИ так как внутри дозы не превышают 1 Гр, а на поверхности остаются прежними. Данную методику можно реализовать с применением низкоэнергетического электронного пучка [2]. Однако облучение с поглощенной дозой менее 1 Гр также имеет радиационные эффекты, в частности может проявляться эффект гормезиса. В работах [3,4] продемонстрирован эффект стимуляции прорастания и роста растений, облученных дозами 5-20 и 30-70 Гр с применением Со60 как источника гамма-излучения. На данный момент эффект стимуляции семян малыми дозами радиации полностью не изучен. В связи с этим актуально оценить эффект от облучения малыми дозами низкоэнергетическим электронным пучком. Оценка стимуляционного эффекта позволит использовать выбранные дозы не только в целях продления срока хранения,

но и для повышения урожайности обработанной культуры. Проявление подавления прорастания и роста семян может указать на наличие ингибирующего эффекта выбранных доз.

В данной работе приведены результаты наблюдения за ростом семян вида *Eruca vesicaria* (руколы), обработанных тормозным излучением на ускорителе электронов УРТ-0.5 дозами 2, 5, 10 и 15 сГр. Определение поглощенной дозы проводилось посредством термолюминесцентных дозиметров ТЛД-500. Всего было облучено четыре группы по 40 семян указанными дозами соответственно. Перед проведением наблюдения все семена каждой группы, включая контроль, были помещены на сутки во влажную вату для прорастания и последующего подсчета проросших образцов далее были посажены 6 проросших семян из каждой группы, для наблюдения. Наблюдение проводилось в течение 18 дней. Для определения параметров жизнеспособности семян определялось количество проросших семян, количество живых образцов в каждый день, средняя длина стебля в каждый день (Рис. 1).

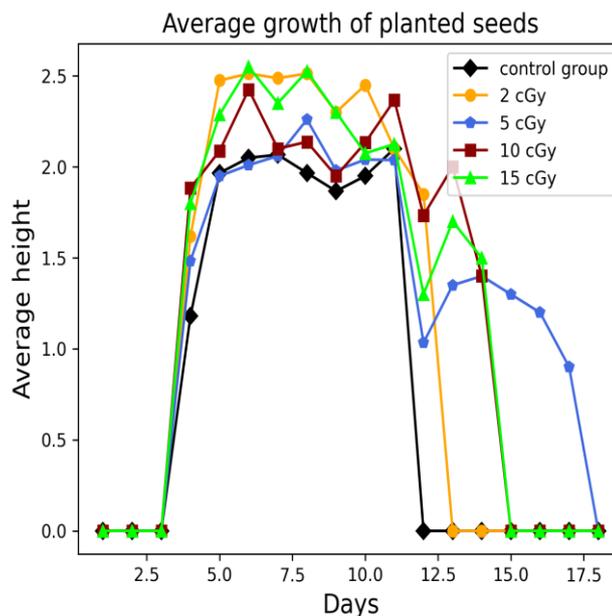


Рис. 1. Зависимость средней высоты стебля от дня измерения для контроля и групп, облученных дозами 2, 5, 10 и 15 сГр.

По результатам, представленным на графике, наблюдается эффект стимуляции роста при дозах 2, 10 и 15 сГр.

1. Ioannis S. Arvanitoyannis. Irradiation of Food Commodities: Techniques, Applications, Detection, Legislation, Safety and Consumer Opinion. Academic Press is an imprint of Elsevier. 2010, pp 451 – 464.
2. Sokovnin S. Y. et al. Properties of hens' eggs after surface irradiation by nanosecond electron beam //Radiation Physics and Chemistry. – 2019. – Т. 165. – С. 108398.

3. Gudkov, S. V., Grinberg, M. A., Sukhov, V., & Vodeneev, V. (2019). Effect of ionizing radiation on physiological and molecular processes in plants. *Journal of Environmental Radioactivity*, 202, 8–24.
4. Bhupinder Singh, Datta P.S. Gamma irradiation to improve plant vigour, grain development, and yield attributes of wheat. *Radiation Physics and Chemistry* 79 (2010) 139–143.

## **АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ СТОХАСТИЧЕСКОЙ ОПУХОЛЕВО-ИММУННОЙ МОДЕЛИ В УСЛОВИЯХ ХИМИОТЕРАПИИ**

Чухарева А.А.<sup>1</sup>, Башкирцева И.А.<sup>1</sup>

<sup>1)</sup> Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия  
E-mail: [ann.chukhareva@mail.ru](mailto:ann.chukhareva@mail.ru)

## **ANALYSIS OF DYNAMIC REGIMES OF A STOCHASTIC TUMOR- IMMUNE MODEL UNDER CHEMOTHERAPY**

Chukhareva A.A.<sup>1</sup>, Bashkirtseva I.A.<sup>1</sup>

<sup>1)</sup> Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

A two-dimensional model of the dynamic interaction of immune and tumor cells under chemotherapy is studied. We carried out the bifurcation analysis of the deterministic model. For the stochastic model, parametric estimations of the probability of transitions were obtained.

В настоящее время исследование конкурентного взаимодействия между опухолевыми и иммунными клетками является важной задачей биомедицины. Поскольку экспериментальное изучение механизмов этого взаимодействия довольно сложно, активно развивающейся областью нелинейной науки является исследование ключевых явлений на основе соответствующих математических моделей [1-3].

В докладе рассматривается двумерная модель динамического взаимодействия иммунных и опухолевых клеток в условиях химиотерапии, являющаяся модификацией известной модели Кузнецова [1]. Проведен бифуркационный анализ детерминированной модели в зависимости от коэффициента интенсивности химиотерапии. Показано, что система допускает три характерных состояния: «активной», «спящей», и «затухающей» опухоли. Дано описание равновесных и автоколебательных режимов, построены бассейны сосуществующих аттракторов. Найдены оценки дозы химиотерапии, обеспечивающей как удержание в режиме «спящей» опухоли, так и ее полное подавление.

Для стохастической модели получены параметрические оценки вероятности переходов между режимами «активной» и «спящей» опухоли, а также выявлены