

ВЛИЯНИЕ ПРЕПОСЕВНОГО ЭЛЕКТРОННОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ ЯЧМЕНЯ СОРТА ВЛАДИМИР
THE EFFECT OF PRE-SOWING ELECTRON IRRADIATION ON THE MAIN ELEMENTS OF THE STRUCTURE OF THE CROP OF BARLEY OF THE VARIETY VLADIMIR

К. А. Московская, Н. Н. Лой
K. A. Moskovskaya, N. N. Loy

ФГБНУ ВНИИРАЭ
г. Обнинск, Россия
mimimi.po@mail.ru
FGBNU VNIIRAE
the city of Obninsk, Russia

Проведено исследование по определению эффективности использования различных доз и режимов предпосевного электронного облучения ячменя сорта Владимир, как способа улучшения качества и количества урожая зерновой культуры. Выполнен вегетационный опыт, в результате которого были оценены следующие параметры урожая: высота растений с колосом, общее число стеблей, количество продуктивных стеблей, масса соломы, масса 1000 зерен и урожайность. Получены новые сведения о формировании биологических эффектов у сельскохозяйственной культуры при воздействии различных режимов и доз электронного излучения на его семена.

A study was conducted to determine the effectiveness of using various doses and modes of pre-sowing electron irradiation of barley of the Vladimir variety as a way to improve the quality and quantity of grain crops. A vegetation experiment was carried out, as a result of which the following crop parameters were evaluated: the height of plants with an ear, the total number of stems, the number of productive stems, the mass of straw, the mass of 1000 grains and crop productivity. New information has been obtained on the formation of biological effects in agricultural crops under the influence of various modes and doses of electronic radiation on its seeds.

Ключевые слова: ионизирующее излучение, сельскохозяйственная культура, ячмень яровой, урожай, облучение.

Keywords: ionizing radiation, agricultural plant, spring barley, crop, irradiation.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2022-1-209-212>

На сегодняшний день, повышение продуктивности сельскохозяйственных культур – источника питания человека и корма животных, является актуальной задачей. Для ее решения необходимо выявление закономерностей действия различных факторов и условий на продуктивность растений. Одним из возможных способов повышения качества и количества урожая зерновых культур считается предпосевное облучение семян. Ядерные технологии позволяют широко использовать не только γ -излучение, но и нейтронные пучки с различными энергиями, а современные ускорители позволяют получить различные лучи, которые состоят из электронов, протонов, нейтронов, осколков ядер тяжелых атомов, π -мезонов и других [1].

Цель исследования - оценка влияния предпосевного электронного облучения на основные элементы структуры урожая ячменя сорта Владимир.

В качестве объекта исследований выбран яровой ячмень (*Hordeum vulgare* L.) сорта Владимир. Ячмень является главным сырьем как для животноводческой, так и птицеводческой отрасли производства и важным продуктом в питании человека.

Облучение осуществляли в ИСЭ СО РАН (г. Томск) на широкоапертурном электронном ускорителе «Дуэт» с сетчатым плазменным катодом и выводом генерируемого пучка большого сечения в атмосферу [2]. Эксперименты проводили при единой длительности и амплитуде тока.

Зерно облучали с одной стороны в дозах 1, 2, 3, 4 и 5 кГр. Суммарная введенная доза набиралась путем изменения количества импульсов. Мощность дозы излучения – 100 Гр/импульс, энергия электронов – 130 кэВ (режим 1) и 160 кэВ (режим 2). При этом глубина поглощения дозы не превышала 300 мкм.

Исследования проводили при выращивании ячменя *Hordeum vulgare* L. в теплице ФГБНУ ВНИИРАЭ, в строго контролируемых условиях. Для опытов использовали дерново-подзолистую супесчаную почву с опытного поля ВНИИРАЭ (слой 0-20 см), предварительно пропущенную через сито с отверстиями 3 мм, с целью удаления камней, корней, мусора и пожнивных остатков. В сосуды с почвой за несколько дней до посева семян вносили удобрения в виде растворов: NH_4NO_3 – 360 мг/кг почвы, KH_2PO_4 – 160 мг/кг почвы, K_2SO_4 – 62 мг/кг почвы.

Влажность почвы в сосудах поддерживали на уровне 60% полной влагоемкости (21 мас. %). Агрохимическая характеристика почвы, использовавшейся в вегетационном эксперименте, представлена в таблице 1. Повторность опытов трехкратная, на одну повторность каждой дозы использовали не менее 10 растений.

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика почвы, использовавшейся в вегетационном эксперименте

pH (KCl)	Емкость катионного обмена, мг-экв/100 г	Гумус, %	Содержание P ₂ O ₅ , мг/100 г	Содержание K ₂ O, мг/100 г
4,6±0,01	5,3±0,01	1,22±0,01	103,3±1,9	83,7±1,3

В сосудах диаметром 22 см и высотой 18 см, наполненных 6 кг почвы, выращивали ячмень сорта Владимир до периода полного созревания. Фаза онтогенеза считалась наступившей, если в этой фазе находилось не менее 75% растений. После достижения фазы полной спелости растения убирали и оценивали следующие параметры: высота растений, число стеблей (кустистость), среднее число колос соносных стеблей на одном растении, количество зерен в одном колосе, масса соломы и масса 1000 семян. Массу соломы и семян определяли на аналитических весах ОНАУС.

Структура урожая – совокупность элементов, слагающих продуктивность растений. У зерновых культур одними из основных элементов структуры урожая являются среднее число продуктивных стеблей, общее число стеблей, высота (длина) растения.

На рисунке 1 представлены полученные результаты измерения высоты растения с колосом. Растения, облученные в дозах 3 кГр и 5 кГр во II режиме, имели высоту, превышающую контрольный уровень, причем группе растений, подверженных воздействию 3 кГр, свойственна наименьшая вариабельность изучаемого параметра. Увеличение высоты с колосом в I режиме по сравнению с контролем у растений, выросших из облученных семян, отмечено не было.

Общее количество стеблей и количество продуктивных стеблей статистически значимо увеличивалось при облучении семян всеми дозами во II режиме, исключение составляет доза 1 кГр, где значимое отличие количества продуктивных стеблей от контрольного уровня не наблюдается. В I режиме электронного облучения не выявлено статистически значимых от контроля изменений по числу стеблей, как общего количества, так и продуктивных, кроме общего количества стеблей при дозе 5 кГр. Согласно литературным данным, число продуктивных побегов увеличивается или уменьшается пропорционально общему числу побегов. Полученные экспериментальные данные подтверждают это.

Соотношение массы зерна и массы соломы у ячменя – 1:1,2. Для поисков биологических эффектов воздействия облучения важно изучать как не зерновую часть урожая (масса соломы, г), так и семена (масса зерна, г).

Зависимость средней массы соломы от дозы и режима электронного предпосевного облучения показана на рисунке 2. Средняя масса соломы у всех облученных растений увеличилась, но статистическая значимость отличий от контроля наблюдается не везде, при облучении в I режиме дозами 1-4 кГр и во II режиме дозой 3 кГр она отсутствует.

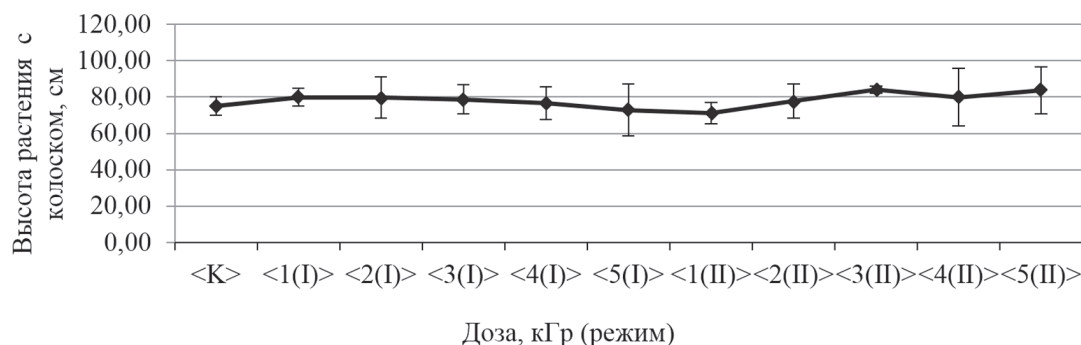


Рисунок 1 – Результаты определения высоты растений с колосом (см) в зависимости от дозы и режима электронного облучения

Масса 1000 штук зерна – один из важнейших показателей качества семян. Она связана с выполненностью семян и количеством запасных веществ в эндосперме или семядолях. С массой зерен связаны их способность к быстрому прорастанию, интенсивному росту и продуктивность растений. Отмечено угнетающее воздействие электронного облучения на массу 1000 зерен. Все полученные значения у облученных растений ниже контрольного уровня и статистически отличаются от контроля (кроме растений, облученных 5 кГр в I режиме), присутствует значительная вариабельность погрешности в пределах одного варианта.

Одним из показателей структуры урожая является число зерен в колосе. Несмотря на то, что количество зачатков семян в колосе контролируется генетически, этот показатель сильно зависит от взаимодействия генотипа и окружающей среды, особенно сильное влияние оказывают условия выращивания в зоне неустойчивого увлажнения. Число зерен определялось суммированием количества зерен в главном побеге и в подгонах по вариантам. Статистически значимого увеличения или уменьшения количества зерен у облученных растений выявлено не было.

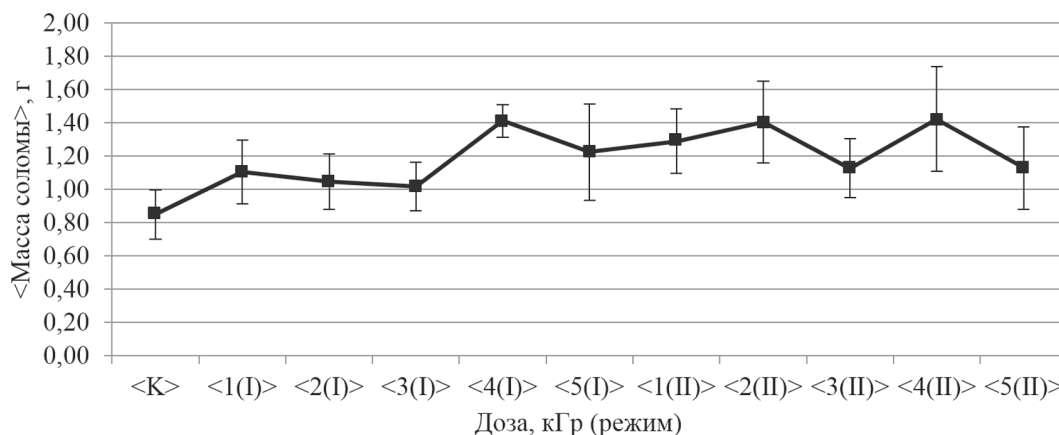


Рисунок 2 – Результаты определения массы соломы (г) в зависимости от дозы и режима электронного облучения

Урожайность биологическую (т/га) определяем по формуле, предложенной М.С. Савицким [3]:

$$y = \frac{a \times b \times v \times r}{1000},$$

где а – количество растений в пересчете на 1 га (в млн шт); б – продуктивная кустистость; в – среднее число зерен; г – масса 1000 зерен (г).

На рисунке 3 показаны результаты определения биологической урожайности.

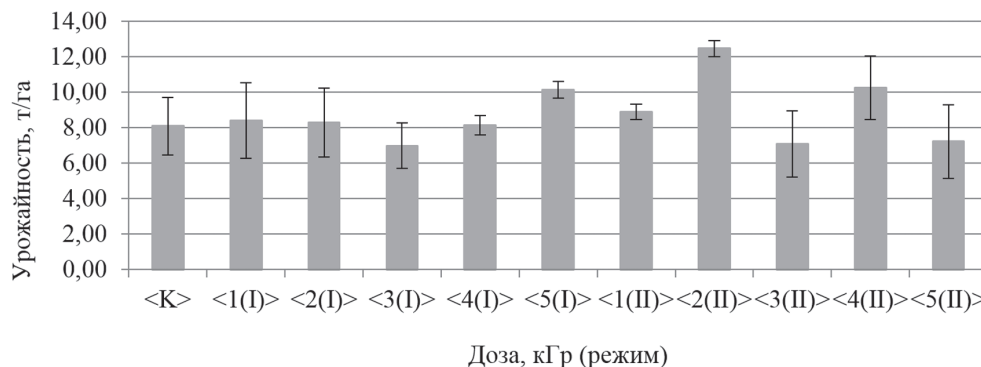


Рисунок 3 – Результаты определения биологической урожайности (т/га) в зависимости от дозы и режима электронного облучения

Статистически значимое увеличение урожайности по сравнению с контролем наблюдается при облучении во II режиме дозой 2 кГр на 38%. Увеличения урожая может происходить разными путями: за счет увеличения числа продуктивных стеблей, за счет увеличения числа зерен в колосе и массы зерна. Также величина урожайности зависит во многом от внешних условий окружающей среды.

Был проведен дисперсионный анализ, позволяющий определить изменчивость переменной под влиянием каких-либо контролируемых переменных факторов. В нашем исследовании зависимой переменной является один из элементов структуры урожая, независимые переменные: фактор А – режим облучения и фактор Б – доза, кГр.

В основном, при двухфакторном дисперсионном анализе в настоящей работе, не было выявлено влияния факторов А и Б в отдельности и их совместного влияния (взаимодействие А и Б) на показатели элементов структуры урожая. Исключение составляют: общее количество стеблей и количество продуктивных стеблей. Результаты двухфакторного дисперсионного анализа представлены в таблице 2.

Режим облучения оказывает влияние на количество продуктивных стеблей и общее число стеблей. Зависимости этих показателей от дозы облучения не выявлено.

Таким образом, в процессе выполнения исследования было изучено и проанализировано влияние предпосевного электронного облучения на основные элементы структуры урожая ячменя сорта Владимир. Отмечены дозы различных режимов облучения, при которых наблюдаются статистически значимые отклонения параметров от контрольных образцов: во II режиме растения, облученные в дозах 3 и 5 кГр, имели высоту, превышающую контроль, общее количество стеблей и количество продуктивных стеблей статистически значимо увеличивались при облучении всеми дозами во II режиме (кроме 1 кГр), все значения массы 1000 зерен статистически отличались от контроля (кроме 5 кГр в I режиме), при этом проявлялось угнетающее действие электронного облучения. В результате получены новые сведения о формировании биологических эффектов у ячменя сорта Владимир при воздействии различных режимов и доз электронного излучения на его семена. Дальнейшие исследования позволяют использовать предпосевное облучение зерновых культур в практике современного сельского хозяйства.

Таблица 2 – Результаты двухфакторного дисперсионного анализа для общего количества стеблей и количества продуктивных стеблей

Кол-во стеблей						
	SS	V	MS			Вывод
Фактор А (Режим облучения)	4,52	1	4,52	45,74	4,35	Влияет
Фактор Б (Доза, кГр)	1,09	4	0,27	2,76	2,87	Не влияет
Взаимодействие А и В	1,50	4	0,38	3,81	2,87	Влияет
Ошибка внутри группы	1,98	20	0,09			
Кол-во продуктивных стеблей						
	SS	V	MS			Вывод
Фактор А (Режим облучения)	1,02	1	1,02	14,2136	4,35	Влияет
Фактор Б (Доза, кГр)	0,34	4	0,08	1,1823	2,87	Не влияет
Взаимодействие А и В	0,17	4	0,043	0,5958	2,87	Не влияет
Ошибка внутри группы	1,44	20	0,072			

ЛИТЕРАТУРА

1. Сафронова В.Ю. Радиационная экология / В.Ю. Сафронова. – Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2005. – 312 с.
2. Vorobyov M.S., Koval N.N., Sulakshin S.A. An electron source with a multiaperture plasma emitter and beam extraction into the atmosphere // Instrum. Exp. Tech. 2015. 58. No. 5. P. 687-695
3. Гагаулина, Г. Г. Практикум по растениеводству / Гагаулина Г. Г., Обьедков М. Г. - Москва : КолосС, 2013. – 304 с.

СИНТЕЗ СЕКО-ПРОИЗВОДНЫХ АДЕНОЗИНА И УРИДИНА SYNTHESIS OF SECO-DERIVATIVES OF ADENOSINE AND URIDINE

**Е. И. Квасюк^{1,2}, Я. Н. Грецкая^{1,2}, В. И. Ярошевич^{1,2}, М. А. Ханчевский^{1,2}
E. I. Kvasyuk^{1,2}, Y. N. Gretskaya^{1,2}, V. I. Yaroshevich^{1,2}, M. A. Khanchevskii^{1,2}**

¹Белорусский государственный университет, БГУ

²Учреждение образования «Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ, г. Минск, Республика Беларусь
kbb@iseu.by, ekvasyuk.inbox.ru

¹Belarusian State University, BSU

²International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

Проведен сравнительный анализ эффективности методов превращения природных рибонуклеозидов аденозина **16** и уридина **17** в соответствующие нуклеозид-диальдегиды **18** и **19**. В качестве реагентов использовались NaIO_4 и анионообменная смола Дауэкс 1x2 (100–200 меш) в IO_4^- -форме. Выход продуктов реакции составил 70–83 %. Показано, что реакция периодатного окисления рибонуклеозидов с помощью ионообменной смолы в IO_4^- -форме обладает преимуществами перед методом, в котором используется NaIO_4 . Взаимодействием нуклеозид-диальдегидов **18** и **19** с NaBH_4 получены нуклеозид-триолы **20** и **21**, выделенные с выходом 50 и 45%, соответственно.

The effectiveness of the different methods for transformation of the natural ribonucleosides adenosine **16** and uridine **17** into its nucleoside dialdehydes **18** and **19** was studied. NaIO_4 and anion exchange resin Dowex 1x2 (100–200 mesh) in IO_4^- -form were used as a reagents. The nucleoside dialdehydes **18** and **19** were obtained with the yield 70–83%. It was shown that the reaction of periodate oxidizing of ribonucleosides with anion exchange resin in IO_4^- -form has preference to the method which used NaIO_4 . Reaction of dialdehydes **18** and **19** with NaBH_4 results in formation of nucleosides trioles **20** and **21** with 50 and 45% yields, respectively.

Ключевые слова: аденозин, уридин, секо-нуклеозиды, синтез, биологическая активность.

Keywords: adenosine, uridine, seco-nucleosides, synthesis, biological activity.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2022-1-212-216>