

**О. А. Суша, Ж. Э. Мазец**

*Белорусский государственный педагогический университет им. М. Танка, Республика Беларусь, г. Минск*

**Ж. Н. Калацкая**

*Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси, Республика Беларусь, г. Минск*

### **Влияние электромагнитного излучения на активность ферментов углеводного и белкового обмена на ранних этапах прорастания гречихи посевной**

Исследователями и практиками все большее внимание уделяется приемам и методам повышения посевных качеств семян в процессе предпосевной обработки [2, с. 38]. Предпосевная обработка семян физическими факторами в большинстве случаев дает положительные результаты и имеет большое значение в связи с неблагоприятными условиями формирования высококачественных семян. Много позитивных отзывов было получено в результате предпосевного воздействия на семена электромагнитным излучением (ЭМИ). Однако широкое применение ЭМИ сдерживается отсутствием четкого понимания механизма действия и низкой воспроизводимостью результатов обработки [4, с. 336; 6, с. 58]. В связи с этим актуальным представляется исследование, направленное на выяснение влияния режимов ЭМИ на ранние этапы прорастания, связанные с активностью гидролитических и протеолитических ферментов. К таким ферментам относятся амилазы и протеазы.

Амилазы – ферменты класса гидролаз, катализирующие гидролиз крахмала, гликогена и других родственных олиго- и полисахаридов. Амилаза широко распространена в растительном мире. Синтез фермента происходит в вегетативных частях растения – листьях и стеблях – и уже из них осуществляется его миграция в созревающее зерно. Протеолитическим ферментам принадлежит важная роль в мобилизации запасных белков семян при прорастании. Протеазы катализируют расщепление пептидных связей в белках. Заметный интерес представляет исследование активности амилазы и протеазы как маркеров первичной стрессовой реакции растительных организмов на низкоинтенсивное электромагнитное излучение СВЧ-диапазона.

Объектом исследования послужила гречиха обыкновенная, или посевная (*Fagopyrum sagittatum Gilib.*), – ценная крупяная и кормовая культура. Ни одна зерновая культура не сравнится с гречихой по количеству антиоксидантов. Антиоксидантные свойства объясняются высоким содержанием фенольных соединений, таких как кверцетин и рутин [3]. Однако в условиях Беларуси сокращаются территории, занятые под посевы данной культурой. В Республике Беларусь за последние 3 года гречиха высевалась на площади 14–20 тыс. га. В 1960-х годах прошлого столетия гречиха возделывалась на площади более 300 тыс. га, в 1970–1980-х годах – 100 тыс. га, в начале нынешнего века (2003–2012 гг.) – на площади от 8 до 44 тыс. га. В последние годы посевные площади этой культуры сократились и в 2016 г. составили всего лишь 11,4 тыс. га [5]. Это связано с низкой урожайностью и растянутым вегетационным периодом данной культуры, из-за которого не успевает вызреть зерно. Поэтому актуален поиск способов воздействия, активизирующих более раннее прорастание и повышающих посевные качества семян. К таким воздействиям и относится ЭМИ СВЧ-диапазона.

В связи с этим целью работы является исследование влияния низкоинтенсивного электромагнитного излучения СВЧ-диапазона на активность гидролитических и протеолитических ферментов в проростках гречихи обыкновенной (*Fagopyrum sagittatum Gilib.*) на ранних этапах онтогенеза.

Семена гречихи посевной (*Fagopyrum sagittatum G.*) диплоидного сорта Купава были обработаны 2-мя режимами (Р) электромагнитного излучения при частоте обработки 64–66 Гц в течение 20 минут (Р2) и 12 минут (Р2.1). Обработка производилась в Институте ядерных проблем БГУ. Необработанные семена служили контролем.

Определение активности амилазы проводили по модифицированному нами методу на основе методов Третьякова Н. Н. и Ермакова А. И. Метод основан на определении количества нерасщепленного амилазой крахмала после обработки раствором йода [1, с. 54].

В качестве субстрата для определения активности кислых протеиназ, выделенных их растительной ткани 7-х дневных проростков, использовали 0,5 %-ный гемоглобин, щелочных протеиназ – казеин [1].

В ходе исследования выявлена специфическая реакция амилолитических ферментов на режимы ЭМИ. Отмечено, что под влиянием P2 у трехдневных проростков сорта Купава наблюдается увеличение общей активности амилазы на 61 %, активность  $\alpha$ -амилаз увеличивается на 98 %,  $\beta$ -амилаз на 54 % (рисунок 1). У семидневных проростков под действием P2 наблюдается снижение активности фермента на 64 % (рисунок 2).

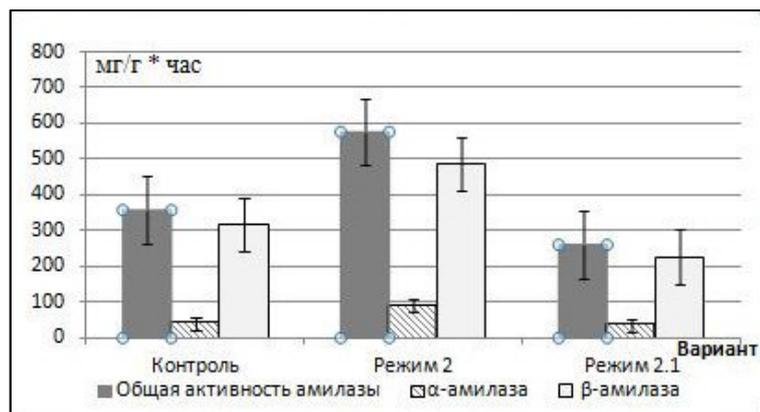


Рисунок 1 – Влияние ЭМИ на активность общей амилазы,  $\alpha$ -амилазы и  $\beta$ -амилазы в трехдневных проростках гречихи обыкновенной сорта Купава

P2.1 уменьшал общую активность амилазы у трехдневных проростков на 27 %,  $\alpha$ -амилаз на 15%,  $\beta$ -амилаз на 29 %. У семидневных проростков сорта Купава наблюдается тенденция к увеличению общей активности фермента на 59 %.

Необходимо отметить, что наблюдаются возрастные изменения и сдвиги в активности амилазы у обработанных и контрольных растений. Так у диплоидной гречихи, активность суммарной фракции фермента амилазы в трехдневных растениях выше, чем в семидневных для всех вариантов опыта.

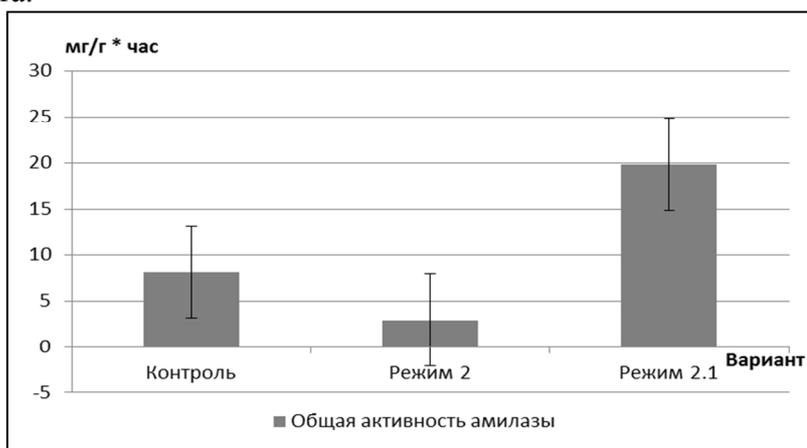


Рисунок 2 – Активность общей амилазы в семидневных проростках *Fagopyrum sagittatum* Gilib. Под влиянием ЭМИ

Анализ влияния режимов ЭМИ на активность кислых и щелочных протеаз в семидневных проростках гречихи сорта Купава показал наличие специфических сдвигов в их активности. Под воздействием P2 увеличивается активность кислых и щелочных протеаз на 36 % и 7 % соответственно относительно контроля. P2.1 не влиял на активность кислых, но существенно повышал активность щелочных протеаз на 20 % для данного сорта (рисунок 3).

Наиболее чутко реагируют на ЭМИ кислые протеазы на воздействие P2, а щелочные – на P2.1.

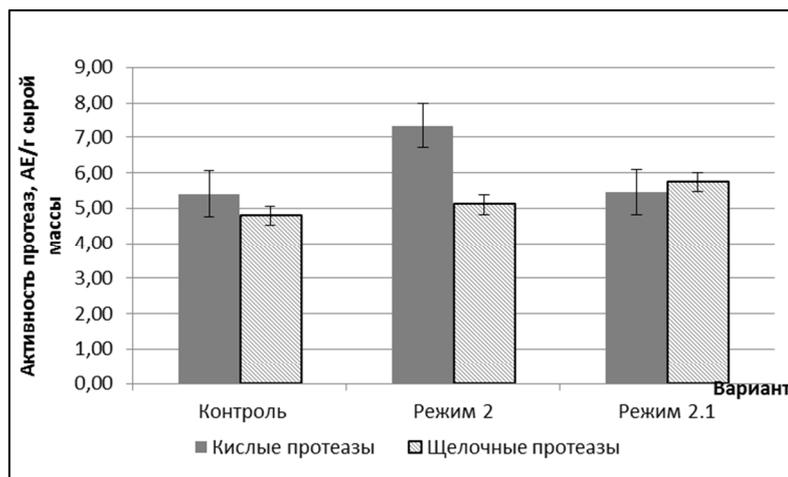


Рисунок 3 – Активность кислых и щелочных протеаз под влиянием ЭМО в проростках диплоидной гречихи сорта Купава

Сдвиги в активности гидролитических ферментов (амилаз и протеаз) повлекли изменения в характере ростовых процессов (рисунок 4).

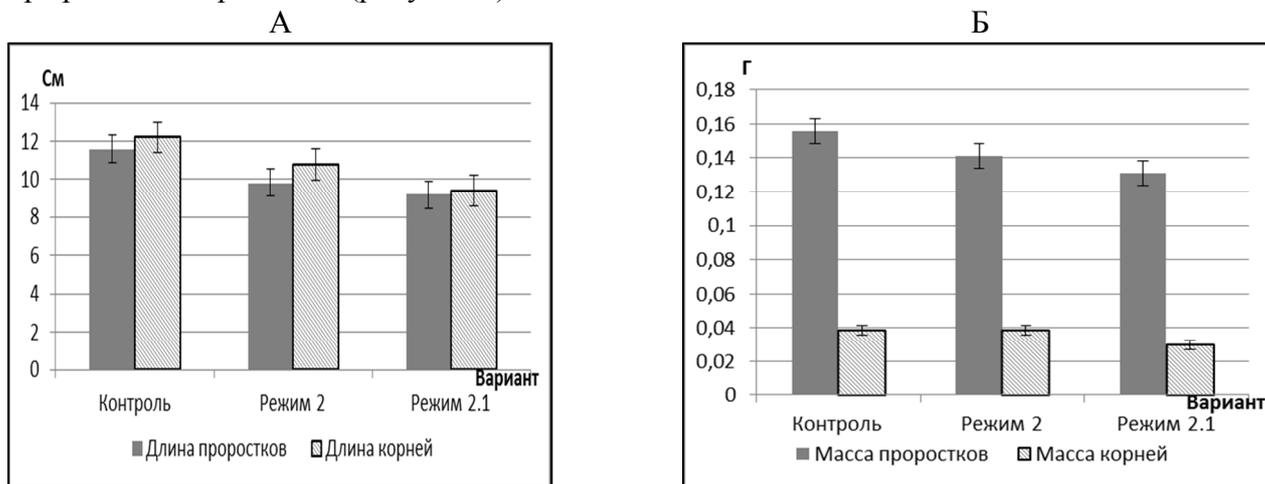


Рисунок 4 – Длина (А) и масса (Б) проростков и корней гречихи диплоидной под влиянием ЭМИ

Так под влиянием P2 у сорта Купава отмечено угнетение роста и массы семидневных проростков на 15,5 % и 9,6 % относительно контроля. P2.1 угнетал рост проростков на 21 %. Достоверные отклонения по массе под влиянием P2.1 были отмечены у сорта Купава на 16,3 % ниже контроля.

Таким образом, выявлена избирательная реакция на режимы ЭМИ, проявившаяся в сдвигах активности гидролитических и протеолитических ферментов – амилазы и протеазы в проростках гречихи диплоидной сорта Купава, что вероятно, определяет характер ростовых процессов данной культуры.

Полученные результаты раскрывают отдельные стороны механизма взаимодействия ЭМИ с растительными объектами и позволяют целенаправленно использовать определенные режимы ЭМИ при выращивании гречихи посевной.

#### Список литературы

1. Ермаков А. И., Арасимович В. В., Ярош И. П. Методы биохимических исследований растений // Л: Агропромиздат. 1987. С. 54–57.
2. Комарова М. Н. [и др.] Особенности плазменной и электромагнитной обработки семян *lupinus angustifolius* // Вест. БГПУ. 2008. № 3. С. 38–43.

3. Малоизвестные факты о гречихе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://health.mail.ru/news/maloizvestnye\\_fakty\\_o\\_grechke/](https://health.mail.ru/news/maloizvestnye_fakty_o_grechke/) (дата доступа: 28.10.2018).
4. Мартинков Р. Ю., Циркунов А. С. Перспективы использования СВЧ-поля для предпосевной обработки семян // Сборник научных статей по материалам XII Международной научной конференции студентов и магистрантов. Горки, 2012. С. 336–339.
5. Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.mshp.gov.by/information/materials/zem/agriculture/a2a79b4c2e716d60.html](http://www.mshp.gov.by/information/materials/zem/agriculture/a2a79b4c2e716d60.html) (дата доступа: 29.10.2018).
6. Шии С. Н., Еловская Н. А., Мазец Ж. Э. Электромагнитное излучение как экологический фактор в производстве крупяных и пряно-ароматических культур // Междунар. молодежный научн. экологич. форум «Экобалтика» (24–26 августа): сборник трудов – Гродно: Изд-во Гродн. гос. аграрн. ун-та, 2017. С. 58–65.