

РОЛЬ СИСТЕМЫ ПРОТЕОЛИЗА И ЛЕКТИНОВ В МЕХАНИЗМАХ АДАПТАЦИИ КУЛЬТУРНЫХ И ДИКОРАСТУЩИХ РАСТЕНИЙ К ДЕЙСТВИЮ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ЛЭП

В.И. Домаш, О.Л. Канделинская, О.А. Иванов, Е.Р. Грищенко, Т.П. Шарпио, С.А. Забрейко

Государственное научное учреждение «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси», Минск, Беларусь, valdomash@mail.ru

Аннотация. Установлено угнетающее действие электромагнитного излучения ЛЭП на морфометрические и биохимические показатели озимой пшеницы и дикорастущих видов растений. Нивелирование ингибиторного действия ЛЭП отмечено по мере удаления от источника излучения. Установлена роль компонентов системы протеолиза и лектинов в адаптации растений к стрессу.

Ключевые слова: Электромагнитное излучение, озимая пшеница, дикорастущие растения, адаптация

DOI: 10.31255/978-5-94797-319-8-1052-1054

В настоящее время считается общепризнанным, что электромагнитное поле (ЭМП) искусственного происхождения является важным экологическим фактором с высокой биологической активностью. Более того, в 1995 году Всемирная Организация Здравоохранения включила проблему глобального электромагнитного загрязнения окружающей среды в перечень приоритетных для человечества [Новицкий, 1984].

Основным источником электромагнитного загрязнения промышленной частоты, в том числе за пределами урбанизированных территорий, являются линии электропередач (ЛЭП), которые вместе с трансформаторными и преобразующими электростанциями формируют электросеть, – основное звено энергетической системы. При этом в зону влияния электромагнитного излучения ЛЭП попадают значительные площади обрабатываемых земель сельскохозяйственного назначения и дикорастущая флора. Однако вопросы, касающиеся механизмов адаптации растений к действию электромагнитного излучения ЛЭП, остаются все еще недостаточно изученными [Плеханов, 1994; Шакирова, 2001].

Целью данной работы являлось изучение влияния электромагнитного излучения ЛЭП на функциональную активность компонентов протеиназно-ингибиторной системы и лектинов в растениях культурной и дикорастущей флоры Беларуси.

Объекты и методы исследований. Объектами исследований являлись озимая пшеница и дикорастущие виды растений (осина обыкновенная, золотарник канадский, сныть обыкновенная и бодяк полевой). Для оценки влияния электромагнитного излучения на биохимические показатели растений были заложены ключевые участки с пятью пробными площадками (ПП): под и вблизи высоковольтных ЛЭП (330 кВ). ПП размером 10 м² прямоугольной конфигурации представляли собой однородные по почвенным и гидрологическим условиям участки. Первая опытная ПП располагалась непосредственно под высоковольтной линией электропередач, граница которой определялась с помощью измерителя напряженности электрического поля ВЕ-50 (в кВ/м), на регистрируемой высоте 50 см от поверхности почвы; вторая – на расстоянии 15 м от кабеля ЛЭП и параллельно ему; третья (контроль, или фоновая напряженность электромагнитного поля) – на расстоянии 90 м от ЛЭП. По вариантам опыта отбирали по 10 образцов растений каждого вида.

Активность белков-ингибиторов трипсина определяли по уменьшению скорости гидролиза субстрата ферментом в присутствии белков-ингибиторов [Гофман, Вайсблай, 1975]. Активность нейтральных протеиназ определяли по методу Ансона [Anson, 1938]. Активность БАПАазы определяли по методу Эрлангера [Erlanger, 1961]. Активность эндогенных лектинов определяли с помощью реакции агглютинации эритроцитов кролика посредством микротитрования на иммунологических планшетах с U-образными лунками [Бабоша, Ладыгина, 1992]. Статистическую обработку результатов проводили с использованием пакета программ Excel.

Результаты исследований. Показано, что в условиях действия электромагнитного излучения ЛЭП в исследуемых растениях наблюдались несколько типов ответных реакций. Так, у растений озимой пшеницы увеличение напряженности электромагнитного излучения ЛЭП по сравнению с фоновым вызывало угнетение роста и развития уже в фазе кущения (таблица).

Таблица.

Влияние электромагнитного излучения ЛЭП на морфометрические показатели растений озимой пшеницы в фазе кущения

Варианты опыта	Высота растения, мм	% к контролю	Зеленая масса надземной части одного растения, г	% к контролю	% абс. сух. массы
Контроль (0,015 кВ/м)	411,0±8,7	100	7,19±1,81	100	22,09
1 кВ/м	364,0±26,7	88,6	5,57±1,37	77,5	21,99
2 кВ/м	352,5±27,2	85,7	5,29±1,97	73,6	21,01

Так, согласно данным таблицы, высота растений снижалась по отношению к контролю при напряженности электромагнитного излучения 1 кВ/м на 11,4%, а при напряженности 2 кВ/м – на 14,3%. Показатель зеленой массы также снижался до 26,4% при напряженности электромагнитного излучения ЛЭП, равной 2 кВ/м. Было отмечено также, что повышение напряженности электромагнитного излучения способствовало в растениях озимой пшеницы активации гидролитических ферментов – нейтральных протеиназ на 13% и на 50% в фазе кущения и в фазе трубкования, соответственно. Повышение активности щелочной протеазы БАПАазы составляло 35%. Кроме того, у пшеницы в фазе кущения имело место временное ингибирование активности лектинов в листьях более чем на 20%, однако к фазе трубкования наблюдалось нивелирование различий по мере отдаления от источника излучения. На фоне отмеченных биохимических изменений масса зерна с одного растения озимой пшеницы при напряжении электромагнитного излучения ЛЭП, равном 2 кВ/м, снижалась на 8,3%, что вызывало в среднем и снижение урожайности до 8%.

Показано также, что в листьях осины и сныти в ответ на воздействие ЛЭП напряжением 110 кВ наблюдалось повышение активности нейтральных протеаз на 88,5 и 87%, соответственно, а при повышении напряжения ЛЭП до 330 кВ в 3 раза. У этих же растений при 330 кВ наблюдалось повышение активности щелочной протеазы БАПАазы в 3 и 2,2 раза соответственно. Результаты исследований позволили установить повышение активности ингибиторов трипсина в листьях осины, соответственно на 23,4 и на 33,5% по отношению к контролю при возрастании напряженности поля под ЛЭП. В листьях сныти, бодяка полевого и золотарника канадского более интенсивное излучение повышало активность ингибиторов трипсина соответственно на 18,4, 12,7 и 15%.

По показателю активности лектинов было отмечено либо ингибирование их активности у осины и сныти на 30 и 60%, соответственно, либо стимуляция активности данных белков до 30% (золотарник канадский).

Полученные данные свидетельствуют о видоспецифичности адаптивных процессов у растений при действии электромагнитного излучения ЛЭП. Показано, что система протеолиза и лектины вовлечены в процессы адаптации исследованных видов к действию электромагнитного излучения ЛЭП. Повышение напряженности электромагнитного излучения ЛЭП вызывает у отдельных представителей культурной и дикорастущей флоры стресс-индуцированные изменения активности компонентов системы протеолиза и лектинов, что оказывает негативное влияние на отдельные параметры роста и развития.

Литература

Бабоша А.В., Ладыгина М.Е. Определение фитогемагглютининов в связи с вирусоустойчивостью картофеля // Физиолого-биохимические и биофизические методы диагностики степени устойчивости растений к патогенам и другим факторам / Под ред. Ладыгиной М.Е. – Москва: МГУ, 1992. – С. 43–52.

Гофман Ю.Я., Вайсблай И.М. Определение активности ингибиторов трипсина в семенах гороха // Прикладная биохимия и микробиология. – 1975. – Т. 11, вып. 5. – С. 777–787.

Новицкий Ю.И. Параметрические и физиологические аспекты действия постоянного магнитного поля на растения // Дис. ...докт. биол. наук, М., 1984. – 443 с.

Плеханов Г.Ф. Основные закономерности низкочастотной электромагнитобиологии. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1994. – 184 с.

Шакирова Ф.М. Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и ее регуляция. – Уфа: Гилем, 2001. – 160 с.

Anson M.Z. The estimation of pepsin, trypsin, papain and cathepsin with hemoglobin // J. Genet. Physiol. – 1938. – V. 22, No. 1. – P. 79–89.

Erlanger F., Kokowsky N., Cohen W. The preparation and properties of two new chromogenic substrates of trypsin // Arch. Biochem. and Biophys. – 1961. – V. 96. – P. 271–278.

THE ROLE OF PROTEOLYSIS SYSTEM AND LECTINS IN THE MECHANISMS OF ADAPTATION OF CULTURAL AND WILD PLANT TO THE ACTION OF ELECTROMAGNETIC RADIATION OF POWER LINES

V.I. Domash, O.L. Kandelinskaya, O.A. Ivanov, E.R. Grischenko, T.P. Sharpio, S.A. Zabreiko

V.F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of NAS of Belarus, Minsk, Belarus, valdomash@mail.ru

Abstract. The depressing effect of electromagnetic radiation from power lines on morphometric and biochemical indicators of winter wheat and wild plant species has been established. Levelling of the inhibitory effect of power lines was observed as far away from the radiation source. The role of components of proteolysis system and lectins in plant adaptation to stress was noted.

Keywords: *electromagnetic radiation, winter wheat, wild plants, adaptation*