

УДК 537.868.: 581.132

Отурина И. П.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КРАЙНЕ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ НА ПОКАЗАТЕЛИ МЕЗОСТРУКТУРЫ ЛИСТЬЕВ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ

Одним из наиболее простых и поэтому распространенных агроприемов управления процессами жизнедеятельности культурных растений является химизация сельскохозяйственного производства, включающая использование разнообразных удобрений, средств защиты растений, регуляторов роста и пр. С другой стороны, биологическое мышление в традиционном сельском хозяйстве должно способствовать сокращению применения различного рода химикатов и активной их трансформации в урожай. Эффективность агроприемов очень изменчива. Плуг можно считать идеальным орудием в руках фермера только тогда, когда недостатки его использования компенсируются, в противном случае он становится «бритвой в лапах обезьяны» [1]. Поиск экологически безвредных способов управления ростом и развитием растений заставляет ученых искать новые подходы в решении проблемы стимуляции ростовых процессов растительных организмов, глубже исследовать механизмы воздействия тех или иных факторов на физиолого-биохимические реакции, лежащие в основе повышения продуктивности важнейших сельскохозяйственных культур.

Известно, что любые раздражения переводятся клеткой на универсальный язык изменения мембранных потенциалов, величина которых определяет переключение внутриклеточных биохимических процессов. Особое воздействие на живые клетки оказывает электромагнитное излучение (ЭМИ) различных частотных диапазонов, с давних пор привлекавшее внимание исследователей и практиков своими предполагаемыми, хотя и недостаточно изученными возможностями. Несомненный интерес с этой точки зрения представляет диапазон миллиметровых волн (1...10 мм), который долго время оставался наименее освоенным участком спектра ЭМИ. Живые организмы и сами могут излучать волны в диапазоне крайне высоких частот (КВЧ), используя их для управления различными эндогенными процессами [2].

Исследования по изучению степени биологического действия ЭМИ КВЧ на организмы разной сложности организации (микроорганизмы, растения, животные) показали, что данный физический фактор вызывает перестройки морфологических, культуральных и биохимических свойств, что в итоге приводит к возрастанию ферментативной и синтетической активности, повышению содержания запасных веществ, увеличению выхода биомассы и устойчивости к стрессовым

воздействиям [3]. Миллиметровые волны избирательно влияют у фотосинтезирующих объектов на чувствительные структуры и звенья метаболизма, что приводит к накапливающимся впоследствии проявлениям разнообразных физиологических эффектов [4].

В результате проведенных экспериментов установлено, что предпосевное однократное облучение набухших и наклюнувшихся семян различных культурных растений (огурцов, фасоли, кукурузы) с помощью генератора высокочастотных сигналов «Явь-1» на фиксированной длине волны 7,1 мм в течение 15 и 30 мин ускоряет их прорастание, увеличивая всхожесть в среднем от 10-14 до 38-50% по сравнению с контролем в зависимости от видовых и сортовых особенностей, что связано, по-видимому, с усилением процессов гидратации и возбуждением активных центров ферментов, следствием которого является возрастание митотической активности клеток зародыша.

Хозяйственная продуктивность культурных растений во многом определяется стабильностью фотосинтетической активности. Современные представления о структурной и функциональной организации фотосинтетического аппарата включают широкий круг вопросов, связанных с характеристикой морфофизиологических показателей фотосинтетического аппарата листа, хлоренхимы и клеток мезофилла, объединенных в понятие «мезоструктура» (А. Т. Мокроносов). Анатомия листа, расположение хлорофиллсодержащих клеток и тканей, их соотношение с другими элементами морфоструктуры листа подчинены наиболее эффективному течению процесса фотосинтеза, и они в наибольшей степени подвергаются адаптивным изменениям в условиях экологического стресса и воздействия различных внешних факторов [5].

При исследовании морфофункциональных особенностей специализированных органоидов фотосинтеза – хлоропластов методом дифференциального центрифугирования выявлено, что в листьях проростков, выращенных из облученных семян в водной культуре на питательной среде Прянишникова, происходило достоверное возрастание численности популяции этих пластид в среднем в 1,4 раза по сравнению с контролем при сохранении их формы и размеров ($p < 0,05$).

Определение фотохимической активности изолированных хлоропластов с использованием в качестве искусственной электронтранспортной системы 2,6-дихлорфенолиндофенола (ДХФИФ) показало, что количество восстановленного ДХФИФ в опытных вариантах было в 1,3-2,2 раза выше, чем в контрольном варианте. Увеличение восстановительной способности хлоропластов свидетельствует об усилении под действием КВЧ-излучения интенсивности нециклического транспорта электронов в световой фазе фотосинтеза, результатом которого является накопление первичных фотопродуктов.

Общая жизнедеятельность растений находится в сложных взаимоотношениях с метаболизмом пигментных систем, содержащихся в хлоропластах. Главными пигментами фотосинтеза является группа хлорофиллов, основной предшественник которых в биосинтетической цепи – протохлорофиллид, через реакции фотовосстановления и этерификации с участием фермента хлорофиллазы

превращающийся в хлорофилл. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что в листьях опытных растений содержание протохлорофиллида было в 1,2-1,3 раза выше, чем у контрольных растений, а активность хлорофиллазы у 7-дневных проростков возрастала на 40-90%, что положительно сказывалось на накоплении активного пула молекул хлорофилла: содержание хлорофилла «а» возрастало в среднем на 16-27%, хлорофилла «b» – на 23-30%. В листьях опытных растений также обнаружено достоверное увеличение количества вспомогательных пигментов фотосинтеза – каротиноидов, входящих в антенный комплекс пигментных систем, что позволило растениям полнее использовать световую энергию для превращения ее в химический потенциал. В листьях опытных растений в среднем на 10-30% возрастала прочность связи хлорофиллов с белково-липидным комплексом мембран тилакоидов гран хлоропластов.

Между фотосинтетической активностью и количеством образующихся ассимилятов существует прямая зависимость. В ходе изучения накопления углерода органического вещества по количеству ассимилированного углекислого газа установлено, что на начальных этапах онтогенеза разница между контрольным и опытными вариантами в этом показателе была невелика, т.к. часть фотосинтетически усвоенного углерода интенсивно расходовалась на процессы дыхания и экзоосмос, что затрудняло фактический учет точного изменения массы. В период физиологической зрелости растений наблюдалась стабилизация массы сухого вещества, что позволило выявить достоверное возрастание интенсивности ассимиляции углекислоты листьями растений, выращенных из облученных семян.

На долю органического вещества, полученного в ходе темновой фазы фотосинтеза, приходится около 95% общей биомассы растительного организма, следовательно, изменение сухой массы растительных органов (чистая продуктивность фотосинтеза – ЧПФ) объективно отражает ассимиляционную деятельность растений. В опытных вариантах ЧПФ была достоверно выше, чем в контрольных, следствием чего явилось ускорение ростовых процессов.

Высокий уровень ассимиляционной активности у проростков, выращенных из облученных семян, положительно коррелировал с усилением накопления в корнях и листьях аскорбиновой кислоты, во многом определяющей устойчивость растений вследствие сохранения в присутствии аскорбата биоэнергетического аппарата клеток, в том числе способности хлоропластов к фотофосфорилированию. Возрастание устойчивости может быть связано с мобилизацией генетически запрограммированных потенциальных возможностей растительных организмов, но следует учитывать, что когда резервные ресурсы клеток растений исчерпаны, мобилизирующее действие не способно дать положительный эффект, оно может даже ускорить гибель, форсируя жизнедеятельность в условиях отсутствия необходимых для этого средств внутри организма.

Стимуляция физиолого-биохимических процессов, и, как следствие, ускорение роста и развития под влиянием КВЧ-излучения сохранялись на протяжении всего вегетационного периода, что подтверждает гипотезу об информационном характере воздействия ЭМИ, причем величина и направленность ответной реакции

определяется не только физическими параметрами и продолжительностью облучения, но также существенно зависит от биологических особенностей выбранного объекта и условий его культивирования.

Список литературы

1. Кант Г. Биологическое растениеводство: возможности биологических систем. – М.: Агропромиздат, 1988. – 208 с.
2. Белцкий О. В., Голант М. Б., Девятков Н. Д. Миллиметровые волны в биологии. – М.: Знание, 1988. – С.14.
3. Тамбиев А. Х., Кирикова Н. Н. О первичных реакциях фотосинтезирующих организмов на воздействие КВЧ-излучения // 11 Российский симпозиум «Миллиметровые волны в медицине и биологии». Москва, 1996. – С. 224- 225.
4. Петров И. Ю., Морозова Э. Б., Моисеева Т. А. Стимуляция процессов жизнедеятельности в растениях микроволновым облучением // Международный симпозиум “Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине”, Москва, 1991. – М.: ИРЭ АН СССР, 1991. – С.502-505.
5. Мокроносов А. Г., Гавриленко В. Ф. Фотосинтез: физиолого-экологические и биохимические аспекты. – М.: МГУ, 1992.– 319 с.

Статья поступила в редакцию 05.01.2001