

УДК 581.14

ВЛИЯНИЕ КВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН ПИВОВАРЕННОГО ЯЧМЕНЯ

© 2010 г.

М.И. Калье

Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия

rsf777@rambler.ru

Поступила в редакцию 01.04.2010

Исследовано влияние физического фактора – КВЧ-излучения миллиметрового диапазона – на некоторые физиологические процессы, протекающие в прорастающем зерне. Полученные результаты свидетельствуют, что данный вид излучения может оказывать как стимулирующее, так и угнетающее воздействие на данные процессы.

Ключевые слова: КВЧ-излучение, реактивные формы кислорода.

Основным актуальным вопросом науки в настоящее время является поиск новых технологий, имеющих широкую сферу применения. К этой категории ученые все чаще относят различные виды излучений и в том числе достаточно часто упоминаемое КВЧ-излучение (излучение крайне высокой частоты) миллиметрового диапазона.

Применение микроволновых излучений является направлением, далеко вышедшим за пределы медицины, поэтому очевидными представляются перспективы использования КВЧ- и СВЧ-излучений в пищевой промышленности и сельском хозяйстве. Одним из направлений пищевой промышленности, где могут использоваться излучения, является пивоварение. Наибольший интерес в этом случае представляет повышение качества зерна при производстве солода. Ранее были исследованы различные физические и химические способы повышения энергии прорастания семян и активности ферментов в солодоращении, но большая часть из них не удовлетворяет требованиям современного промышленного производства в силу дороговизны и малой технологичности. Что же касается применения КВЧ-излучения, то этот метод достаточно прост, имеет малое энергопотребление и удовлетворяет экологическим требованиям [1].

Доказано, что КВЧ-излучение миллиметрового диапазона существенно влияет на различные физиологические процессы семян, причем активизация и ингибирование данных процессов зависят от длины волны, мощности облучения и времени обработки. Эффект основан на ответной реакции растений на раздражения,

вызывающие неспецифические ответные реакции организма [2]. Однако до последнего времени первичные мишени восприятия КВЧ-излучения и механизм его действия в биологических системах однозначно не выяснены. Считается, что вода и водные растворы играют ключевую роль в биофизических механизмах воздействия низкоинтенсивных электромагнитных полей. В ряде исследований показано, что относительно слабые физические воздействия, например электромагнитные излучения, могут изменять свойства водных растворов, при этом может меняться активность кислородозависимых реакций в клетках, а также происходит образование реактивных форм кислорода [3]. И уже как следствие этого наблюдаются изменения в мембранах, которые влекут за собой массу сдвигов в обмене веществ всей клетки. К ним можно отнести целый комплекс однотипных реакций, которые можно рассматривать в качестве общебиологических: снижение активности синтетических процессов, деградация белковосинтезирующего аппарата, катаболизм биополимеров, синтез стрессовых белков, повышение активности гидролитических ферментов и т.д. [4]. Наша задача заключается в том, чтобы подобрать те показатели излучения, при которых активизируются процессы гидролиза запасных веществ зерновки ячменя.

Экспериментальная часть

Эксперимент по облучению семян пивоваренного ячменя сорта Джин проводился на базе НГСХА (кафедра ботаники и физиологии рас-

тений) совместно с ЗАО «МикроМед-биотех», где был изготовлен генератор КВЧ-излучения. Опыт проводился в лабораторных условиях в четырех вариантах (время облучения 5, 10, 15 минут, контрольный – без обработки) и четырех повторностях. Расстояние между объектом и генератором излучения не менялось в течение эксперимента и равнялась 20 см, в нашем случае при этом расстоянии наблюдалась оптимальная зависимость между плотностью потока излучения и площадью облучаемой поверхности. Облучению подвергались сырые набухшие зерна, которые впоследствии проращивались в течение пяти суток. У семян определяли энергию прорастания, т. е. способность семян быстро и дружно прорасти, лабораторную всхожесть, массу после прорастания и после высушивания, а также отшелушивания корешков и проростков. Семена высушивали в термостате до влажности 14–15% и затем перемалывали в лабораторной мельнице. Нами были выполнены биохимические анализы по определению амилолитической и протолитической активности, общего содержания сахаров и белка по действующим методикам [5]. Полученные данные подвергали статистической обработке: определяли среднее значение и ошибку репрезентативности ($M \pm m$).

Результаты и обсуждение

Проведенные исследования показали, что при использовании разных доз облучения происходят изменения в процессах прорастания семян, причем отмечается угнетение прорастания. Данные представлены в табл. 1–3.

Из табл. 1 видно, что КВЧ-излучение миллиметрового диапазона существенно повлияло на всхожесть и энергию прорастания семян ячменя. Всхожесть при увеличении времени облучения уменьшается относительно контроля. Энергия прорастания также уменьшается, причем разница с контролем составляет при 5 минутах облучения 8%, при 10 минутах – 15% и при 15 минутах – почти 25%. Таким образом, совершенно очевидна зависимость энергии прорастания и всхожести семян от продолжительности облучения. Снижение данных показателей является положительным моментом для процесса солодоращения, т.к. уменьшается затрата запасных питательных веществ на рост проростка и увеличивается масса солода.

Представляет научно-практический интерес и влияние излучения на активность протолитических и амилолитических ферментов.

Таблица 1

Масса эндосперма ячменя и энергия прорастания

Вариант	Масса эндосперма, г	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %
Контроль	4.0883±0.0913	70.75±3.68	79.25±2.18
5 мин	4.1065±0.0398	62.75±2.69	69.00±2.27
10 мин	4.1070±0.0989	56.00±4.65	63.75±6.27
15 мин	4.1083±0.0718	45.25±2.53	53.75±2.29

Таблица 2

Активность ферментов

Вариант	Активность амилаз общая, мг гидролизованного крахмала на мл ферментативного р-ра	Активность амилаз, мг гидролизованного крахмала на мл ферментативного р-ра	Активность щелочных протеиназ, на 1 г навески за 1 час	Активность кислых протеиназ, на 1 г навески за 1 час
Контроль	0.125±0.002	0.064±0.005	0.063±0.013	0.163±0.047
5 мин	0.108±0.001	0.081±0.004	0.100±0.029	0.087±0.012
10 мин	0.119±0.001	0.089±0.002	0.150±0.029	0.128±0.024
15 мин	0.112±0.001	0.038±0.004	0.063±0.013	0.063±0.013

Таблица 3

Химический состав, мг/г эндосперма

Вариант	Содержание белка	Сумма сахаров	Содержание дисахаров	Содержание моносахаров
Контроль	183.33±3.33	458.33±41.66	116.67±33.33	333.30±8.33
5 мин	173.33±3.33	416.67±41.66	133.33±41.66	325.00±7.78
10 мин	150.00±5.77	583.33±41.66	241.67±46.39	341.67±8.33
15 мин	153.33±6.66	416.67±41.66	133.33±8.33	366.67±8.33

Как видно из табл. 2, в варианте с обработкой в течение 10 минут несколько повысился показатель активности данных ферментов. Так, происходит увеличение активности α -амилазы (α -1,4-глюкан-глюканогидролазы) по сравнению с контролем и двумя другими вариантами. Это свидетельствует о более интенсивном гидролизе крахмала до сахаров и подтверждение этому можно увидеть в табл. 3, где представлены данные о содержании сахаров в солоде. При 10 минутах облучения их количество значительно увеличивается. Увеличивается также активность щелочных и кислых протеиназ при времени облучения 10 мин, что доказывается снижением содержания белка (табл. 2, 3). Данный момент очень важен для производства, т.к. высокое содержание белка в продуктах солодоращения предопределяет снижение качества пива.

Полученные данные подтверждают мнение о специфическом влиянии волн миллиметрового диапазона, выраженном, с одной стороны, стимулирующим, а с другой стороны – угнетающим действием на растительный организм. Основываясь на литературных данных, можно судить о механизме изменения физиологических особенностей семян в результате воздействия излучения. Поскольку в естественных условиях растения не подвергаются данным видам излу-

чения, то восприятие их осуществляется при помощи неспецифической физико-химической рецепции.

Экспозиция обработки прорастающего зерна ячменя КВЧ-излучением миллиметрового диапазона в течение 10 минут позволяет снизить энергию прорастания, массу проростков и увеличить ферментативный гидролиз крахмала и белков эндосперма, т.е. достичь нужного для солодоращения эффекта.

Список литературы

1. Микроволновые технологии в народном хозяйстве. Внедрение, проблемы, перспективы. (Промышленность, АПК, медицина-фармация) // Киев-Одесса: Изд-во ТЭС, 2000. Вып. 2–3. 192 с.
2. Леус Н.Ф., Коломийчук С.Г., Калинин Л.Г., Тучный В.П., Левченко Е.А. Влияние микроволнового поля на некоторые химические показатели зерна пшеницы и ячменя // Хранение и переработка зерна. 2001. № 1. С. 41–44.
3. Поцелуева М.М., Пустовидко А.В., Евтодиенко Ю.В., Храмов Р.Н. Образование реактивных форм кислорода в водных растворах под действием электромагнитного излучения КВЧ-диапазона // ДАН СССР. 1998. Т. 359. № 3. С. 415–418.
4. Полевой В.В. Физиология растений. М.: Высш. шк., 1989. 464 с.
5. Методы биохимического исследования растений / Под ред. д.б.н. А.И. Ермакова. Изд. 2-е, перераб. и доп. Л.: Колос, 1972. 456 с.

EFFECT OF EHF RADIATION ON PHYSIOLOGICAL PROCESSES OF BREWER'S BARLEY SEED GERMINATION

M.I. Kal'e

The effect of EHF (millimetre waves) radiation on some physiological processes in germinating seeds was studied. The aim of the experiment was to study the action upon a plant to control its growth and development. The results obtained testify that this type of radiation may have either stimulating or inhibitory effect upon these processes.

Keywords: EHF radiation, reactive forms of oxygen.