

²*Department of Automatics and Electronics, University of Ruse, Ruse, Bulgaria,
pl_daskalov@abv.bg*

A PROGRAM FOR CALCULATING THE PARAMETERS OF THE AUTONOMOUS POWER SUPPLY SYSTEM OF A MOBILE SHEARING STATION

Abstract

This article discusses a computer program and a methodology for calculating the parameters of the energy supply system of a mobile shearing station. The main focus is on determining the optimal area of solar panels and battery capacity, which are key factors for ensuring the autonomous operation of this facility. Calculations are performed using a specialized computer program that takes into account the uncertainty of natural factors characteristic of the Almaty region. Among the parameters taken into account are the transparency of the atmosphere, cloudlessness, the angle of incidence of the sun's rays, their daily variability, as well as the geographical features of the region, including the latitude of the terrain and the height of the Sun above the horizon. These parameters are necessary for accurate calculation of solar insolation, which is the main source of energy for the system. The article presents the sequence of calculations of solar insolation, as well as describes the algorithm on the basis of which all calculations are performed. In addition, there is a computer program developed in Python, which allows you to take into account all the factors affecting the process. The data obtained make it possible to effectively determine the optimal area, number of solar panels and battery capacity required for reliable energy supply to the shearing station in the region under consideration, which contributes to increased energy efficiency and reduced dependence on traditional energy sources.

Key words: photovoltaic station, solar battery, solar radiation intensity, height and azimuth of the Sun, declination of the Sun, hour angle of the Sun at a given time, horizontal surface, vertical surface, battery, voltage inverter.

МРНТИ 68.85.37

DOI <https://doi.org/10.37884/2-2025/56>

*А.С.Альчимбаева¹, Л.С.Шибряева², М.Е. Чаплыгин²,
Ж.Б.Жумагулов¹, М.Т.Жетпейсов¹, Е.Саркынов^{1*}*

¹ *Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан, aigerim-kaz@mail.ru, misha2728@yandex.ru, zhandos.zhumagulov@kaznaru.edu.kz, mizambek.zhetpeisov@kaznaru.edu.kz, yerbol.sarkynov@kaznaru.edu.kz**

² *Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Россия, lyudmila.shibryaeva@yandex.ru*

ТЕРМОСТОЙКОСТЬ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ, ОБРАБОТАННЫХ НЧ ЭМИ

Аннотация

Для повышения урожайности, качества и полевой всхожести семян сельскохозяйственных культур используют предпосевную обработку семян с помощью электромагнитных полей, излучений микроволнового, миллиметрового диапазона, действие сверхвысокочастотных (СВЧ) полей, комплексной и др. обработки на урожайность сельскохозяйственных культур. Эти методы являются экологически безопасными, так как излучение, поглощаясь в обрабатываемом растении, оказывает непосредственное влияние на процессы жизнедеятельности растения, но при этом никакие вредные для экологии вещества не попадают во внешнюю среду.

Целью данного исследования является обоснование оптимальных режимов предпосевной обработки семян яровой пшеницы электромагнитным полем низкочастотного электромагнитного излучения, в результате которой происходит значительное увеличение

морфофизиологических показателей их проростков и, как следствие, повышение урожайности данной культуры.

Исследовали семена яровой пшеницы сорта «Омск-18» выращенного в хозяйстве «Уланская МТС ЛП, Казахстан», обработанные электромагнитным полем низкочастотного излучения с помощью индустриальной стационарной установки, работа которой основана на источниках излучения с частотой 16 Гц, магнитная индукция 6 мТл.

В работе были получены и проанализированы термокинетические кривые с помощью дифференциальной сканирующей калориметрии. Теплофизические параметры, характеризующие изученные зерновки были определены с учетом поправок по эталону – индию ($T_m=156,7^{\circ}\text{C}$, $\Delta H_m=28.58$ Дж/г). Ошибка расчета температур не превышала $\pm 1^{\circ}\text{C}$. Скорость сканирования составляла 16 град/мин. Термограммы получали в воздушной среде. Навеску образца варьировали 4-20 мг. Снимали термограммы зерен с оболочкой и без нее.

Ключевые слова: НЧ ЭМИ, предпосевная обработка, доза облучения, семена, урожайность, морфофизиологический показатель, яровая пшеница, сельскохозяйственное растение.

Введение

С одной стороны, в связи с расширением использования энергетической обработки семян культурных растений перед технологией энергетической стимуляции встает вопрос о природе факторов, которые могут оказывать влияние на эффективность энергетического воздействия. Одним из таких факторов является подбор режима обработки.

С другой стороны, актуальной проблемой агропромышленного комплекса является проблема сохранности зерна после уборки урожая. Как известно длительное хранение семян в гуртах приводит к повышению температуры в результате саморазогрева влажных семян из-за горения их углеводсодержащих компонентов. Таким образом термостойкость зерна пшеницы определяет сохранность ее качеств при хранении. Важным фактором, определяющим стойкость семян к высокотемпературному разогреву, определяется строением минеральных веществ и прежде всего воды в зерновке. Один из способов повышения сохранности зерна без ухудшения его потребительских свойств является обработка семян магнитным полем. Обработка магнитным полем не только увеличивает всхожесть семян, посевные качества, но также увеличивает способность зерна сохранять свои продуктивные качества. Исследования структуры и свойств зерновок, подвергнутых обработке импульсным низкочастотным электромагнитным излучением с напряженностью магнитного поля $B=6$ мТл и частотой импульсов = 16 Гц показали, ЭМП изменяет клеточную структуру семян, строение приповерхностных и алейронового слоев, структуру минеральных веществ [1-12].

Как показали ранее полученные данные омагничивание семян увеличивает температуру, с которой начинается горение зерна. Однако, для практики важно установить особенности изменения термостойкости семян в результате их обработки ЭМП.

Целью работы было установления характера и причин изменения теплостойкости семян после их обработки магнитным полем НЧ ЭМИ.

Объект и методы исследования

Образец термограммы, на которой представлены термокинетические кривые деструкции образцов исходного и омагниченных разное время семян представлены на рис. 1. Как видно кривые имеют по 2 пика. Первый низкотемпературный экзотермический пик, по всей видимости, отражает изменение теплоемкости из-за выделения тепла в ходе процесса испарения воды. Второй пик является эндотермическим и имеет сложную форму, что по-видимому связано с процессом деструкции углеводсодержащих продуктов семени. Важно отметить, что обработка семян НЧ ЭМИ значительно смещает экзотермический пик испарения влаги в высокотемпературную область. Эндотермический пик разложения углеводов изменяет свою форму. Причем если начальная температура деструкции незначительно увеличивается, то максимальная температура пика и высокотемпературное крыло значительно смещаются в высоко- температурную область, при этом общая интенсивность пика снижается (рис.1).

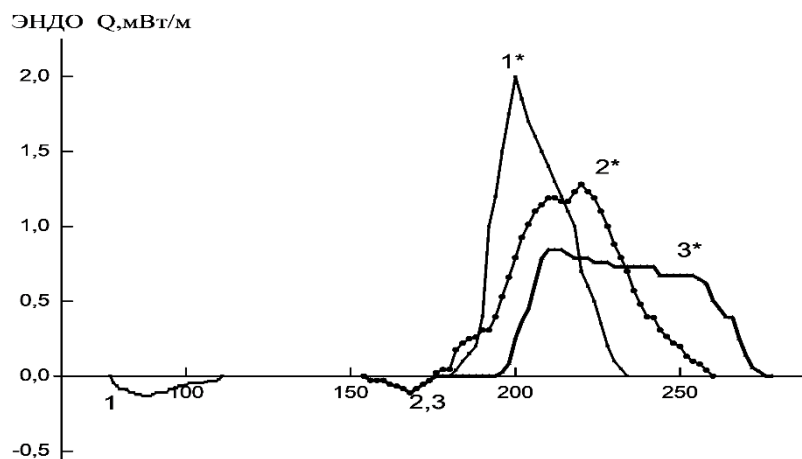


Рисунок 1 – Термограммы испарения воды (1,2,3) и деструкции углеводов (1*,2*,3*) в исходном (1,1*) и обработанных НЧ ЭМИ семенах в течение 9 (2,2*) и 20 (3,3*) минут. $V=6$ мТл, $f=16$ Гц.

Анализ содержания минеральных веществ в семенах пшеницы показал, что облучение семян в течение 9 минут не изменяет содержания различных групп соединений. Содержание воды составляет 11-11,2 % протеина 14.9-15%, крахмала 66-68 %, клейковины 36-38%. Величина дисперсии при определении содержания веществ составляет $\pm 2\%$ [12]. Очевидно, что изменение в положении пиков на термограмме деструкции обусловлено не изменением содержания функциональных групп в зерновках, а изменением структуры содержащихся в семени минеральных веществ. Применительно к проблеме повышения срока хранения зерна, особенно важным вопросом является вопрос об особенностях строения воды в облученных семенах. Чтобы ответить на этот вопрос необходимо установить каков характер изменения процесса испарения влаги под действием ЭМП. Механизм испарения изучали с помощью параметров процесса – энергии активации и предэкспоненты распада водородных связей в парах [13]. С этой целью использовали термокинетический анализ экзотермического пика испарения, полученного в неизотермическом режиме при постоянной скорости нагрева образца зерновки равной 16 град/мин. При обработке результатов анализа термокинетических кривых применяют модель процесса испарения, который схематически изображают: $A_{\text{ж}} \rightarrow C_{\text{T}}$ ↑

В нашем случае $A_{\text{ж}}$ — вся влага, содержащаяся в клетках, углеводсодержащих продуктах зерновки в связанном и свободном состоянии.

В работе расчеты кинетических параметров проводили с помощью формально кинетического уравнения, хорошо описывающем кинетику разложения веществ:

$$-dW/dt = kW^n,$$

где W – масса образца, вступившая в процесс; k – константа скорости реакции; n – порядок реакции; t – время;

Зависимость константы скорости реакции от температуры описывается уравнением Аррениуса.

$$k(T) = A \exp(-E/RT)$$

где A – предэкспоненциальный множитель; R – универсальная газовая постоянная; T – абсолютная температура (К). Исходя из этих допущений, используемое в работе формально кинетическое уравнение, принимает вид:

$$-dW/dt = A \exp(-E(T)/RT) W^n,$$

где n – кинетический порядок реакции.

Для установления кинетических параметров процесса испарения воды была применена модель, предложенная Фридменом (Friedman), а также Фрименом и Кэрролом (Freeman и Carroll) [13] в виде дифференциального уравнения:

$$\ln(-dW/dt) = \ln A + n \ln W - E_{(T)}/RT,$$

описывающего термокинетическую кривую экзотермического процесса

Как известно величина n определяет механизм процесса, следовательно величины $E_{(T)}$ и $\ln A$. Прежде всего величины n для необработанного (контрольного) и обработанного ЭМП образцов были определены из зависимости [13]:

$$\Delta \ln(dW/dt) / \Delta(1/T) = n (\Delta \ln W / \Delta(1/T)) - (E_{(T)}/R) \quad (1)$$

Для каждого образца зависимость (1) представлена в виде кривых в координатах:

$$\Delta \ln(dW/dt) / \Delta(1/T) = f(\Delta \ln W / \Delta(1/T)) \quad (2)$$

Откуда n определяется из наклона кривой, E - из отсечения кривой

Параметры n определяли из соотношения (2)

Зависимости, характеризующие кинетические кривые испарения влаги из семян в координатах (2) представлены на рис. 2.

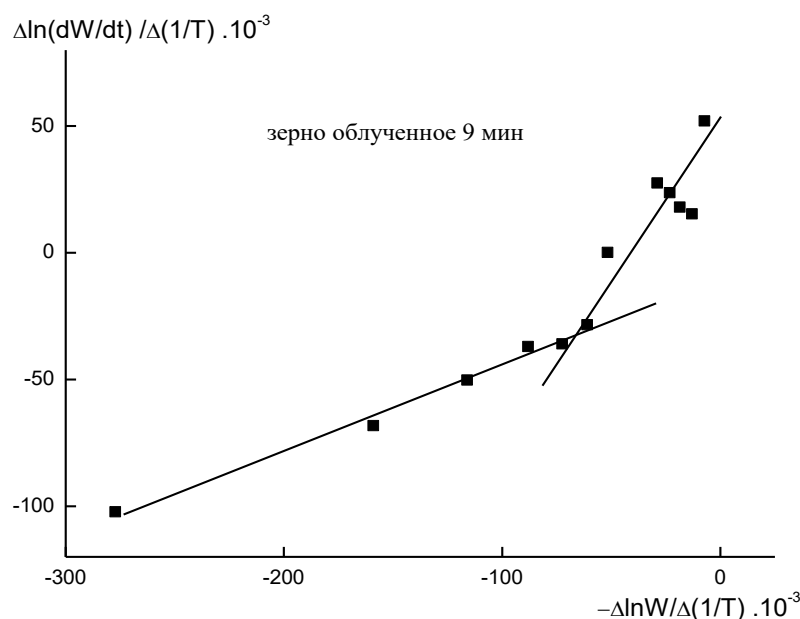


Рисунок 2 – Кривые зависимости (2), полученные с применением дифференциального метода Фридмана для установления кинетического порядка процесса испарения влаги в ходе нагревания зерна обработанного НЧ ЭМИ

Кинетические параметры процессов, рассчитанные для температурных интервалов, соответствующих потере массы образцов в ходе испарения влаги представлены в табл. 1. Из полученных данных следует, что для контрольного образца зависимости (2) являются линейными. Величины параметра n , определенные из этих кривых составляют $1 \pm 0,05$. (табл. 1). У образца, обработанного ЭМП, данные зависимости описываются кривой, состоящей из двух линейных участков, с разными значениями $n = 0,35$ и $1,0$.

Для случая, когда $n=1$, реакции процесса описываемого первым порядком выполняется соотношение

$$\ln[(dW/dt)/W] = E_{(T)} (-1/RT) + \ln A \quad (3)$$

Откуда E определяется из наклона кривой, в координатах

$$\ln[(dW/dt)/W] = f(-1/RT) \quad (4)$$

У контрольного образца соотношение (4) представлено в виде трех пересекающихся участков линейных кривых, отличающихся разными наклонами (рис.3), т.е. при одной величине n процессы отличаются величинами энергии активации. Аналогичная зависимость для облученного образца характеризуется двумя наклонами (рис.3).

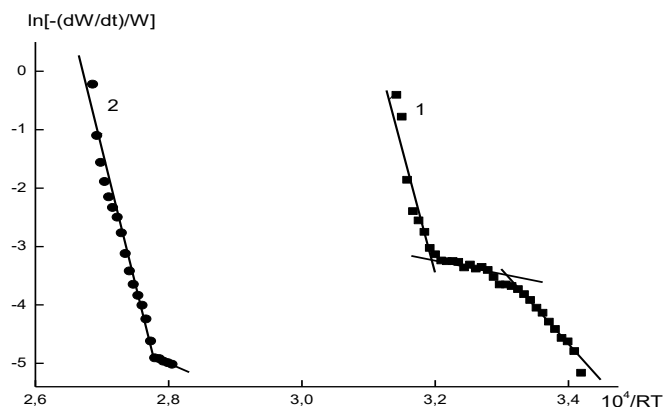


Рисунок 3 – Кривые зависимости (2), полученные с применением дифференциального метода Фридмана для установления кинетических параметров (E_a и $\ln A$) процесса испарения влаги в ходе нагревания контрольного (1) и обработанного НЧ ЭМИ зерна.

Однако если у исходного образца все три кривые соответствуют одному порядку реакции испарения, то у обработанных НЧЭМИ наклоны участков соответствуют разным величинам n (табл. 1).

Таблица 1. Кинетические параметры процесса испарения влаги для образцов контрольного и обработанного НЧ ЭМП

Образец	Значение показателя порядка реакции, n	Величина энергии активации испарения влаги, $E_{(T)}$	Величина предэкспонен-та, $\ln A$	Температурный интервал $\Delta T, ^\circ\text{C}$
Необработанный образец семени (контроль)	1.0	95 ± 10	63 ± 20	80-90
	1.0	40 ± 10	17 ± 10	91-103
	1.0	520 ± 50	142 ± 20	103-113
Облученный 9 мин	0.35	50 ± 10	9 ± 3	154-160
	1.35	430 ± 15	100 ± 20	161-174

Эти факты можно объяснить тем, что изменение величины энергии активации ($E_{(T)}$) и предэкспоненты ($\ln A$) для каждого образца указывают на сложный механизм испарения воды в ходе нагрева семени. Причем у образца зерновки, подвергнутой воздействию НЧЭМИ, изменение величины n указывают на изменение механизма испарения влаги по сравнению с контролем. По всей видимости, снижение этой величины указывает на то, что испарение воды происходит из ассоциированного состояния.

Результаты исследования

Основной проблемой обработки семян пшеницы электромагнитным полем низкочастотного излучения в промышленной установке, когда омагничиванию подвергается большая масса зерна, является эффективность воздействия ЭМП. Последнее зависит от степени однородности облучения, следовательно, от конструкции промышленной установки, оборудованной излучателями. Для ответа на этот вопрос были сопоставлены морфологические параметры четырех партий семян, омагниченных в одних условиях. За параметр контроля однородности облучения были приняты биометрические параметры проростков, выросших из семян пшеницы на 10-й день. Пример изменения величин длины растения, выросших из семян, обработанных излучением с частотой 16 Гц, 6 мТл в течение 10 мин внутри одной партии представлен на рис.1. Как видно разброс величин параметров растений, выросших из омагниченных семян, близок к разбросу аналогичных параметров у исходных необработанных семян. Последние являются контрольными образцами. Пределы, в

которых изменяются морфологические параметры пшеницы, указывает на то, что независимо от массы вороха облучаемого зерна, можно достичь приемлемой степени однородности омагничивания семян и, следовательно, высокой эффективности обработки.

Для установления факторов, определяющих эффективность влияния ЭМП низкочастотного излучения на всхожесть и прорастание семян, в работе были установлены зависимости параметров растений, выросших из омагниченных семян яровой пшеницы, от режимов и времени воздействия на них. Была проведена обработка зерна магнитным полем с магнитной индукцией (B) = 6 мТл, по трем программам, при частотах: 3, 10 и 16 Гц, в движущемся потоке зерна и в условиях неподвижной зерновой массы. При этом варьировали времена воздействия магнитного поля.

Параметры, характеризующие влияние НЧ ЭМП на скорость прорастания образцов семян, обработанных в разных режимах в течение разного времени, представлены в (табл.1). Как видно из таблицы, биометрические параметры растений, выросших из семян на 10-е сутки, зависят от условий облучения. При облучении в статическом режиме воздействие ЭМП на семена значительно больше, чем в потоке. При этом величины масс и длин ростков пшеницы имеют тенденцию к увеличению с ростом времени обработки. Наибольшее влияние оказывает обработка в условиях воздействия ЭМП частотой 16 Гц.

Анализ семян пшеницы, обработанных ЭМП при 16 Гц, 6 мТл показал, что по сравнению с контрольными образцами, вегетативная масса из облученных семян увеличивается на $15 \div 55$ %, масса 1000 зерен на $11 \div 43$ %, высота растений в фазе кущения - от 10 до 25%, масса сухой фракции растений выросла до 50%.

Важным вопросом является вопрос о механизме воздействия ЭМП низкочастотного излучения на семена пшеницы в промышленной установке. Для выяснения этого вопроса в работе проводили исследование облученных зерновок методами оптической и электронной микроскопии с рентгеном, а также ДСК.

Анализ микрофотографий поверхности зерновок с помощью оптического микроскопа продемонстрировал значительное влияние ЭМП на поверхность зерновки, при этом наблюдается уменьшение шероховатости кожуры (рис. 2). Из сравнения данных микроскопии образцов, обработанных в разных режимах, следует вывод, аналогичный полученному из сравнения биометрических параметров проросших семян: при облучении в статическом режиме воздействие ЭМП значительно больше, чем в потоке. Наибольшее влияние оказывает обработка в условиях воздействия ЭМП частотой 16 Гц.

Сравнение микрофотографий, отражающих картины продольных срезов зерновок образцов облученного и исходного семян пшеницы, отражающие структуру эндосперма и зародыша (рис.3). Как видно обработка семени ЭМП приводит к тому, что кристаллиты минеральных веществ, (можно предположить, что это кристаллиты воды) из эндосперма перемещаются к зародышу.

Помимо изменения распределения минеральных веществ по эндосперму изменяется его клеточная структура. Последнее демонстрирует рис. 4, на котором представлены микрофотографии клеток в исходном и омагниченном образцах. Как видно из микрофотографий, представленных на рис.4 а,б, в омагниченном образце клетки эндосперма изменяют размеры и ориентацию.

Изменение клеточной структуры и состава отдельных слоев зерновки в омагниченном семени пшеницы подтверждается данными электронной микроскопии.

Электронно-микроскопический анализ образцов контрольных и омагниченных образцов пшеницы был проведен в лаборатории «Электронная микроскопия» в Казахстано - Японском инновационном центре Казахского национального аграрного университета на сканирующем электронном микроскопе в комплекте с энергодисперсионным рентгеновским спектрометром марки JSM 6510 LA производства компании Японии JEOL. Средние размеры образцов составляли 3-5 мм. Для проведения эффективного анализа были подготовлены поперечные срезы семян. Электронные микрофотографии омагниченных и контрольных зерновок представлены на рис. 5а и 5б соответственно. Микрофотографии срезов зерновок

демонстрируют наружный слой, состоящий из продольных (001), и поперечных клеток (002), а также алейронового слоя (003) эндосперма. Сравнение рис. 5а и 5б показывает, что обработка ЭМП в срезе зерновки изменяется ориентация структурных элементов, в алейроновом слое наблюдается появление рыхлых областей.

Одновременно с электронно-микроскопическим анализом был проведен микроэлементарный анализ. Образец спектральной картины микроэлементарного анализа с пиками, интенсивность которых соответствует содержанию ионов, представлен на рис. 6. Результаты микроэлементарного анализа образцов неомагниченных и обработанных ЭМП приведены в табл. 2 и 3 соответственно. В таблицах представлены рассчитанные концентрации элементов и ионов C, O, P, K⁺, Mg⁺², Al³⁺.

В контрольных образцах были обнаружены равномерно распределенные по оболочкам элементы: C, O, и в незначительном количестве ионы Al³⁺, K⁺ и Mg⁺². Центральные участки образца (алеироновый слой) содержат C, O. Элемент P и ионы K⁺, Mg⁺² в них не обнаружены, так как из-за распределения по массе зерновки их локальная концентрация ниже точности измерения прибора (табл. 2). Во внешних оболочках также преобладает содержание C и O, но первого больше, а последнего меньше, чем в центральной области (003).

Обработка ЭМП, приводит к заметным изменениям в содержании и распределении различных атомов и ионов по разным слоям зерновки (табл. 3). Например, во внешних оболочках омагниченных зерновок (табл. 2 и рис. 5б пп. 001, 002) содержатся элементы C, O, P и обнаруживаются ионы K⁺, Mg⁺². Углерод и кислород перераспределяются между внутренними и внешними слоями эндосперма. Из алейронового (003) и внешнего (001) слоев кислород перемещается во внешнюю оболочку 002, а углерод – наоборот. Углеродом обогащается область 001 и 003, и обедняется область 002 (табл. 2 и 3).

Таким образом, результаты, полученные методом электронно-микроскопического анализа совместно с микроэлементным анализом, позволяют сделать вывод, что воздействие электромагнитного поля низкочастотного излучения приводит к переносу ионов металлов из объема зерновки к ее поверхности, т.е. к внешним слоям и к перераспределению содержания кислорода и углерода между этими слоями.

Можно ожидать, что изменение элементного состава в разных областях зерновки в результате обработки ЭМП должно способствовать изменению качества зерна.

Для выявления особенностей минеральных веществ, составляющих исходные и обработанные ЭМП зерновки были получены теплофизические параметры этих зерновок. Теплофизические параметры были получены из термограмм ДСК. Соответствующие кривые для образцов контрольного (исходного) и облученного семян пшеницы представлены на рис. 7.

На термограммах этих образцов можно выделить экзотермические и эндотермические пики. Экзотермические пики относятся к температурному интервалу испарения молекул воды. Эндотермические пики характеризуют температурный интервал процесса термораспада углеводов.

Как видно из рисунка 7 омагничивание семян приводит к удалению из них свободной воды. Об этом говорит исчезновение экзотермического пика в температурной области при 70-120°C, характерной для тепловыделения молекул несвязанной воды и его смещение к 150°C – характерного для связанной воды - водных ассоциатов. Также в омагниченном образце наблюдается значительные изменения в температурной области 170-270°C, характеризующей термодеструкцию углеводов. Наблюдается уменьшение площади пика, т.е. теплоты деструкции углеводов и сдвиг этого пика в высокотемпературную область. Такие изменения могут свидетельствовать об увеличении термостойкости минеральных веществ, входящих в состав облученных семян.

Анализ эндотермических кривых деструкции углеводовсодержащих веществ в образцах необлученного и облученного зерна (рис. 1) указывает, что обработка НЧ ЭМИсдвигает процесс распада этих веществ, в высокотемпературную область, причем значительно увеличивая температуру начала процесса при переходе от 9 к 20 мин.

Однако, как показали данные работ [5,12], увеличение времени обработки семян при 16 Гц и 6 мТл до 20 и более минут, приводит к снижению всхожести семян. По-видимому, увеличение температуры распада углеводсодержащих веществ в зерновке обусловлено изменением их структуры.

Вывод

Анализ результатов, полученных методами оптической и электронной микроскопии с микроэлементным анализом, а также ДСК показал, что обработка массы семян пшеницы электромагнитным полем низкочастотного излучения в промышленной установке является эффективной и приводит к изменению структуры и состава содержимого зерновки. Также изменяется структура клетки, ориентация ее структурных элементов. По-видимому, выше указанные изменения приводят к изменению пути биохимического процесса, лежащего в основе роста и развития растения, тем самым увеличивая всхожесть, ускоряя прорастание семян. Фактор эффективности омагничивания семян в массе в промышленных условиях зависит от условий обработки семян.

Таким образом, обработка семян пшеницы НЧЭМИ приводит к увеличению термостойкости зерна. Это может быть результатом изменения строения минеральных веществ, содержащих влагу или клеточного строения семени. Важно, что эффективность обработки зерна НЧ ЭМИ определяется температурной областью разложения минеральных веществ, т.е. фактором значительного изменения структуры или клеточного строения семени.

Список литературных источников

- [1] Конысбеков, К., Табынбаева, Л., & Алмабек, Ж. (2025). ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СХЕМ ПОСАДКИ И УДАЛЕННОСТИ МС КОМПОНЕНТОВ ОТ ОПЫЛИТЕЛЯ НА ЗАВЯЗЫВАЕМОСТЬ СЕМЯН САХАРНОЙ СВЕКЛЫ. *Izdenister Natigeler*, (1 (105), 80–89. <https://doi.org/10.37884/1-2025/10>
- [2] Соболева О.М., Кондратенко Е.П., Егорова И.В., Вербицкая Н.В. «Изменчивость биометрических показателей проростков пшеницы под влиянием электромагнитного поля»// Вестник Алтайского аграрного университета. 2014. Т.119. № 9. С.45-50.
- [3] Пурыгин П.П., Васильева Т.И., Пурыгин В.А., Советкин Д.А., Цаплев Д.А. «Влияние предпосевной обработки семян льна на рост и биохимические показатели проростков» // Вестник самарского университета.естественнонаучная серия. 2015. №.10 (132). С.166-173.
- [4] Савченко В.В., Синявский А.Ю. «Предпосевная обработка семян ячменя в магнитном поле» // Вестник ВИЭСХ 2015. № 4 (21). С.45-50.
- [5] Левина Н.С., Тертышная Ю.В., Бидей И.А., Елизарова О.В., Шибряева Л.С. Посевные качества семян мягкой яровой пшеницы (*triticum aestivum* l.) при разных режимах воздействия низкочастотным электромагнитным полем» // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52. № 3. С. 580-587.
- [6] Безпалько, С. Станкевич, Л. Жукова, В. Горяинова, Г. Балан, О. Батова, Г. Косилович, Ю. Голячук, Д. Гентош, В. Хлимызный, О. Башта, М. Пиковский, Т. Олейник, О. Романов, Т. Романова, Ю. Огурцов, И. Клименко Урожайность и качество семян и зерна озимой пшеницы в зависимости от предпосевной обработки семян МВФ ЭГФ // Украинский экологический журнал. 2021. №10.
- [7] В.В. Безпалько, Л.В. Жукова, С.В. Станкевич, Ю.Г. Огурцов, И.И. Клименко, Р.А. Гутянский, А.М. Фесенко, В.П. Туренко, И.В. Забродина, С.В. Бондаренко, О.М. Батова, Л.В. Головань, И.В. Клименко, А.А. Поединцева, В.О. Меленти Экологически безопасные методы предпосевной обработки семян зерновых культур // Украинский экологический журнал. 2019. №3.
- [8] Ahmed, Abd El-Rahman. (2022). Effect of electromagnetic radiation on germination of wheat seeds. *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*. 34. 10217 – 10231.
- [9] Ruslan E. Nurlybayev, Maratbek T. Zhuginissov, Zhanar O. Zhumadilova*, Aidos A. Joldassov, Yelzhan S. Orynbekov and Aktota A. Murzagulova. [An Investigation of the Effects of Additives and Burning Temperature on the Properties of Products Based on Loam](#). *Applied Sciences*

(Switzerland), 2022, 12(7), 3352. WoS, Scopus. Q2. Percentile - 77. E-ISSN: 2076-3417.

[10] Касымбаев, Б., Хазимов, К., Калым, К., Жумагулов, Ж., & Мустафин, Ж. (2025). ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОБОСНОВАНИЮ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ ГЕЛИОСУШИЛЬНОГО МОДУЛЯ В СОСТАВЕ ТЕПЛИЧНОГО СООРУЖЕНИЯ. *Izdenister Natigeler*, (1 (105), 390–401. <https://doi.org/10.37884/1-2025/42>

[11] Серяпова В.Ю. «Способы предпосевной обработки семян культурных растений различными физическими факторами» // Научно-практические исследования. 2017. № 2(2). С. 240-243.

[12] Alchimbayeva A.S., Shibryaeva L. S., Zhalnin E.V., Sadykov Z.S., Kaimova R.T. «The Processing of Seeds of Spring Wheat by Low Frequency Electromagnetic Field in An Industrial Environment». // *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*. 2019. V.7. No 6. P. 1057-1061.

[13] Калкабаева, А., Алибек, Н., Байболов, А., Исенов, С., и Степонавичюс, Д. (2024). ТЕПЛОВОЙ НАСОС СИСТЕМЫ АВТОНОМНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ НАГРЕВА НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОГО ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ. *Izdenister Natigeler*, (3(103), 470–479. <https://doi.org/10.37884/3-2024/51>

References

[1] Konysbekov, K., Tabynbaeva, L., & Almabek, ZH. (2025). IZUCHENIE VLIYANIYA SKHEM POSADKI I UDALENNOSTI MS KOMPONENTOV OT OPYLITELYA NA ZAVYAZYVAEMOST' SEMYAN SAKHARNOJ SVEKLY. *Izdenister Natigeler*, (1 (105), 80–89. <https://doi.org/10.37884/1-2025/10>

[2] Soboleva O.M., Kondratenko E.P., Egorova I.V., Verbitskaya N.V. «Izmenchivost' biometricheskikh pokazatelej prorostkov pshenitsy pod vliyaniem ehlektromagnitnogo polya» // *Vestnik Altajskogo agrarnogo universiteta*. 2014. T.119. № 9. S.45-50.

[3] Purygin P.P., Vasil'eva T.I., Purygin V.A., Sovetkin D.A., TSaplev D.A. «Vliyanie predposevnoj obrabotki semyan l'na na rost i biokhimicheskie pokazateli prorostkov» // *Vestnik samarskogo universiteta.estestvennonauchnaya seriya*. 2015. №.10 (132). S.166-173.

[4] Savchenko V.V., Sinyavskij A.YU. «Predposevnaya obrabotka semyan yachmenya v magnitnom pole» // *Vestnik VIEHSKH* 2015. № 4 (21). S.45-50.

[5] Levina N.S., Tertyshnaya YU.V., Bidej I.A., Elizarova O.V., SHibryaeva L.S. Posevnye kachestva semyan myagkoj yarovoj pshenitsy (triticum aestivum l.) pri raznykh rezhimakh vozdejstviya nizkochastotnym ehlektromagnitnym polem» // *Sel'skokhozyajstvennaya biologiya*. 2017. T. 52. № 3. S. 580-587.

[6] V. Bezpalko, S. Stankevich, L. ZHukova, V. Goryainova, G. Balan, O. Batova, G. Kosilovich, YU. Golyachuk, D. Gentosh, V. KHLimyaznyj, O. Bashta, M. Pikovskij, T. Olejnik, O. Romanov, T. Romanova, YU. Ogurtsov, I. Klimenko Urozhajnost' i kachestvo semyan i zerna ozimoi pshenitsy v zavisimosti ot predposevnoj obrabotki semyan MVF EHGF // *Ukrainskij ehkologicheskij zhurnal*. 2021. №10.

[7] V.V. Bezpalko, L.V. ZHukova, S.V. Stankevich, YU.G. Ogurtsov, I.I. Klimenko, R.A. Gutyanskij, A.M. Fesenko, V.P. Turenko, I.V. Zabrodina, S.V. Bondarenko, O.M. Batova, L.V. Golovan', I.V. Klimenko, A.A. Poedintseva, V.O. Melenti EHkologicheski bezopasnye metody predposevnoj obrabotki semyan zernovykh kul'tur // *Ukrainskij ehkologicheskij zhurnal*. 2019. №3.

[8] Ahmed, Abd El-Rahman. (2022). Effect of electromagnetic radiation on germination of wheat seeds. *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*. 34. 10217 – 10231.

[9] Ruslan E. Nurlybayev, Maratbek T. Zhuginissov, Zhanar O. Zhumadilova*, Aidos A. Joldassov, Yelzhan S. Orynbekov and Aktota A. Murzagulova. An Investigation of the Effects of Additives and Burning Temperature on the Properties of Products Based on Loam. *Applied Sciences* (Switzerland), 2022, 12(7), 3352. WoS, Scopus. Q2. Percentile - 77. E-ISSN: 2076-3417.

[10] Kasymbaev, B., KHazimov, K., Kalym, K., ZHumaгуlov, ZH., & Mustafin, ZH. (2025). ISSLEDOVANIYA PO OBOSNOVANIYU OSNOVNYKH PARAMETROV I REZHIMOV

RABOTY GELIOSUSHIL'NOGO MODULYA V SOSTAVE TEPLICHNOGO SOORUZHENIYA. Izdenister Natigeler, (1 (105), 390–401. <https://doi.org/10.37884/1-2025/42>

[11] Seryapova V.YU. «Sposoby predposevnoj obrabotki semyan kul'turnykh rastenij razlichnymi fizicheskimi faktorami» // Nauchno-prakticheskie issledovaniya. 2017. № 2(2). S. 240–243.

[12] Alchimbayeva A.S., Shibryaeva L. S., Zhalnin E.V., Sadykov Z.S., Kaimova R.T. «The Processing of Seeds of Spring Wheat by Low Frequency Electromagnetic Field in An Industrial Environment». //International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE). 2019. V.7. No 6. P. 1057-1061.

[13] Kalkabaeva, A., Alibek, N., Bajbolov, A., Isenov, S., i Steponavichyus, D. (2024). TEPLOVOJ NASOS SISTEMY AVTONOMNOGO TEPLOSABZHENIYA DLYA NAGREVA NIZKOPOTENTIAL'NOGO TEPLONOSITELYA. Izdenister Natigeler , (3(103), 470–479. <https://doi.org/10.37884/3-2024/51>

**А.С.Альчимбаева¹, Л.С.Шибряева², М.Е.Чаплыгин²,
Ж.Б.Жумагулов¹, М.Т.Жетпейсов¹, Е.Саркынов^{1*}**

¹ Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан, aigerim-kaz@mail.ru, misha2728@yandex.ru, zhandos.zhumagulov@kaznaru.edu.kz, mizambek.zhetpeisov@kaznaru.edu.kz, yerbol.sarkynov@kaznaru.edu.kz*

² Федералды мемлекеттік бюджеттік ғылыми мекеме ВИМ федералды ғылыми агроинженерлік орталығы, Мәскеу, Ресей, lyudmila.shibryaeva@yandex.ru

ТЖ ЭМС ӨНДЕЛГЕН БИДАЙ ТҰҚЫМДАРЫНЫҢ ТЕРМОТӨЗІМДІЛІГІ

Аңдатпа

Ауыл шаруашылығы дақылдарының тұқымдарының өнімділігін, сапасын және далалық өңгіштігін арттыру үшін тұқымдарды электромагниттік өрістер, микротолқынды, миллиметрлік диапазондағы сәулелену, ультра жоғары жиілікті (микротолқынды) өрістердің әсері, дақылдардың өнімділігіне кешенді және т.б. өңдеу арқылы себу алдында өңдеу қолданылады. Бұл әдістер экологиялық таза, өйткені өңделген өсімдікке сіңетін сәулелену өсімдіктің өмірлік процестеріне тікелей әсер етеді, бірақ сонымен бірге қоршаған ортаға зиянды заттар енбейді.

Бұл зерттеудің мақсаты жаздық бидай тұқымын төмен жиілікті электромагниттік сәулеленудің электромагниттік өрісімен егу алдындағы Өңдеудің оңтайлы режимдерін негіздеу болып табылады, нәтижесінде олардың көшеттерінің морфофизиологиялық көрсеткіштері едәуір артады және нәтижесінде осы дақылдың өнімділігі артады.

Жұмысы 16 Гц жиіліктегі сәулелену көздеріне, 6 МТЛ магниттік индукцияға негізделген индустриялық стационарлық қондырғының көмегімен төмен жиілікті сәулеленудің электромагниттік өрісімен өңделген "Ұлан МТС ЛЛП, Қазақстан" шаруашылығында өсірілген "Омск-18" сортының жаздық бидайының тұқымдары зерттелді.

Жұмыста дифференциалды сканерлеу калориметриясы арқылы термокинетикалық қисықтар алынды және талданды. Зерттелген дәндерді сипаттайтын термофизикалық параметрлер ЭТАЛОН бойынша түзетулерді ескере отырып анықталды – Үндістан (Тм=156,7 оС, ΔHm=28.58 Дж/г). Температураны есептеу қателігі ±1С аспады. Сканерлеу жылдамдығы 16 градус/мин болды. Термограммалар ауа ортасында алынды. Үлгінің ілгегі 4-20 мг-ға дейін өзгерді. қабығы бар және онсыз дәндердің термограммалары алынды.

Кілт сөздер: ТЖ, ЭМС, себу алдындағы өңдеу, сәулелену дозасы, тұқым, өнімділік, морфофизиологиялық көрсеткіш, жаздық бидай, ауыл шаруашылығы өсімдігі.

**А.Альчимбаева¹, Л.Шибряева², М.Чаплыгин²,
Ж.Жумагулов¹, М.Жетпейсов¹, Е.Саркынов^{1*}**

¹ Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan, aigerim-kaz@mail.ru, misha2728@yandex.ru, zhandos.zhumagulov@kaznaru.edu.kz, mizambek.zhetpeisov@kaznaru.edu.kz, yerbol.sarkynov@kaznaru.edu.kz*

² *Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Agroengineering Center
VIM, Moscow, Russia, lyudmila.shibryaeva@yandex.ru*

HEAT RESISTANCE OF WHEAT SEEDS TREATED WITH LF EMP

Abstract

To increase the yield, quality and field germination of agricultural seeds, pre-sowing seed treatment is used using electromagnetic fields, microwave radiation, millimeter range, the effect of ultrahigh frequency (microwave) fields, complex and other treatments on crop yields. These methods are environmentally friendly, since the radiation absorbed in the treated plant has a direct effect on the plant's vital processes, but no environmentally harmful substances enter the external environment.

The purpose of this study is to substantiate the optimal modes of pre-sowing treatment of spring wheat seeds with an electromagnetic field of low-frequency electromagnetic radiation, which results in a significant increase in the morphophysiological parameters of their seedlings and, as a result, an increase in the yield of this crop.

The seeds of spring wheat of the Omsk-18 variety grown in the Ulanskaya MTS LLP, Kazakhstan farm, treated with an electromagnetic field of low-frequency radiation using an industrial stationary installation, whose operation is based on radiation sources with a frequency of 16 Hz, magnetic induction of 6 MT.

Thermokinetic curves were obtained and analyzed using differential scanning calorimetry. The thermophysical parameters characterizing the studied grains were determined taking into account the corrections according to the standard – India ($T_m=156.7\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\Delta H_m=28.58\text{ J/g}$). The temperature calculation error did not exceed $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$. The scanning speed was 16 deg/min. Thermograms were obtained in an air environment. The sample weight was varied from 4-20 mg. Thermograms of grains with and without a shell were taken.

Keywords: bass AMY, presowing treatment, dose, seeds productivity, morphophysiological indicator, spring wheat, agricultural plant.