

УДК 664.8.031:538.004.14

## НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ОБРАБОТКИ ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПОЛЕМ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

### SCIENTIFIC BASE OF FOOD RAW MATERIAL TREATMENT BY LOW FREQUENCY ELECTROMAGNETIC FIELD

**Касьянов Г.И.**

доктор технических наук, профессор.  
Кубанский государственный  
технологический университет

**Аннотация.** В статье дано теоретическое обоснование механизма влияния электромагнитного поля на биологические объекты. Представлены результаты выполненных под руководством автора исследований в области теории и практики обработки сельскохозяйственного сырья электромагнитным полем низкой частоты.

**Ключевые слова:** ЭМП НЧ, семена растений, животное сырье, активированная вода, дрожжи.

**Kasyanov G.I.**

doctor of technical science, professor.  
Kuban State Technological University

**Annotation.** The theoretical substantiation of electromagnetic field influence on biological objects has been represented in the article. The results of researches in the area of theory and practice of agricultural raw material treatment by low frequency electromagnetic field have been represented.

**Keywords:** EMF LF, seeds of plants, activated water, yeast.

Известно, что электромагнитное поле (ЭМП) различной частоты и напряженности существенно влияет на всхожесть семян, урожайность и качество сельскохозяйственного сырья. Но если влияние ЭМП значительной напряженности на биосистемы приводит обычно к тепловым эффектам в структуре тканей, то слабые воздействия низкочастотных полей нетеплового характера изучены недостаточно. В сельскохозяйственном производстве имеются несистематизированные попытки использования переменных и постоянных магнитных полей низкой частоты для обработки растений и семян [1, 2]. В настоящее время существует целый ряд гипотез, пытающихся объяснить механизм действия ЭМП на физико-химические и биологические системы. В научной литературе наиболее часто обсуждаются следующие из них: кластерная, ядерного магнитного резонанса, параметрического резонанса, стохастического резонанса, циклотронного резонанса, модуляции скорости отдельных частиц и потоков частиц под действием ЭМП и ряд других [3–5].

В исследовании степени воздействия на сырье электромагнитного поля низких частот (ЭМП НЧ) встречается ряд принципиальных и непреодолимых трудностей из-за неопределенных и непредсказуемых количественных характеристик воздействия. Кроме того, при воздействии ЭМП ВЧ у ряда биологических структур могут включаться защитные механизмы от этого воздействия, а в случае воздействия на объекты ЭМП НЧ этого не наблюдается.

Целью исследования является научное обоснование, разработка и внедрение новых физических приемов для обработки сельскохозяйственного сырья электромагнитным полем низких частот (1–100 Гц) с целью продления сроков хранения, повышения качества готовых продуктов и создания ресурсосберегающих технологий.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- установить закономерности влияния электромагнитного поля низких частот на рост семян сельхозкультур;
- изучить закономерности микробиологических процессов брожения под воздействием электромагнитного поля крайне низких частот;
- установить характер изменения физико-химических показателей и свойства продуктов, полученных из обработанных электромагнитным полем низких частот сырья и полуфабрикатов;

– исследовать изменения физико-химических показателей свойств винных и пивоваренных дрожжей под воздействием электромагнитного поля низких частот.

**Основные результаты исследований.** В лабораторных условиях предназначенные для обработки образцы сырья помещались в герметичную камеру из радионепрозрачного материала, в которой располагался излучатель, подключенный к источнику сигналов магнитного поля (МП). Внутри камеры помещалась катушка индуктивности с внутренним диаметром 3 см, с площадью поперечного сечения  $S = 30 \text{ см}^2$ , количеством витков  $n = 2500$  и индуктивностью  $L = 0,3 \text{ Гн}$ . Напряженность магнитного поля вычислялась следующим образом.

Импеданс излучателя рассчитывали по формуле:

$$Z_u = [R_i^2 + (2\pi f L)^2]^{1/2}, \quad (1)$$

где  $R_i$  – активное сопротивление катушки,  $L$  – индуктивность катушки,  $f$  – частота электромагнитных колебаний.

При этом величина магнитной индукции катушки зависит от амплитуды силы тока  $I$ , проходящего по катушке с числом витков  $n$ , с площадью поперечного сечения  $S$  и индуктивностью катушки  $L$ .

$$B = L \cdot I / n \cdot S \quad (2)$$

Формулу (2) можно записать в виде:

$$B = L \cdot U / n \cdot S \cdot Z_u, \quad (3)$$

где  $U$  – амплитудное значение напряжения, приложенного к катушке.

Определив величину магнитной индукции МП, вычисляют напряженность поля вблизи катушки по формуле:

$$H = B / \mu_0, \quad (4)$$

где  $\mu$  – магнитная проницаемость вещества,  $\mu_0$  – магнитная проницаемость вакуума.

Можно определить напряженность электромагнитного поля в зависимости от расстояния излучателя до исследуемого объекта по формуле:

$$H = I \cdot r^2 / 2(r^2 + b^2)^{3/2} = U^2 / 2Z_u(r^2 + b^2)^{3/2}, \quad (5)$$

где  $b$  – расстояние от катушки до исследуемого объекта,  $r$  – радиус катушки.

Измерение ослабления радионепрозрачными стенками камеры магнитного поля производилось следующим образом. На расстоянии 0,5 м от камеры располагалась чашка Петри с тест-культурой инфузория. При включенном генераторе ЭМП НЧ оптическим способом наблюдали активность инфузорий. Установлено, что на расстоянии 1,0 м магнитное поле полностью гасится и угрозы для обслуживающего персонала не представляет.

Воздействие на исследуемые системы МП КНЧ диапазона производилось с помощью установки, представленной на рисунке 1, генерирующей электромагнитные волны низкой частоты, которая состояла из генератора электромагнитных колебаний 1, частотомера 2, осциллографа 3, контролирующего напряжение на выходе усилителя, излучателя 4, представляющего собой соленоидную катушку, емкости для загрузки образцов продукции 6.

С помощью генератора 1 синусоидальные колебания низкочастотного диапазона поступали на вход частотомера 2, на вход осциллографа 3 и на излучающее устройство 4, помещенное внутри емкости 6. Объект исследования обозначен на схеме цифрой 5.

Созданная установка позволяла генерировать синусоидальные колебания. Нестабильность частоты в диапазонах 3–30 Гц, 30–100 Гц, 100–300 Гц, 300–20 кГц составляла соответственно 0,2 %, 0,1 %, 0,01 %.

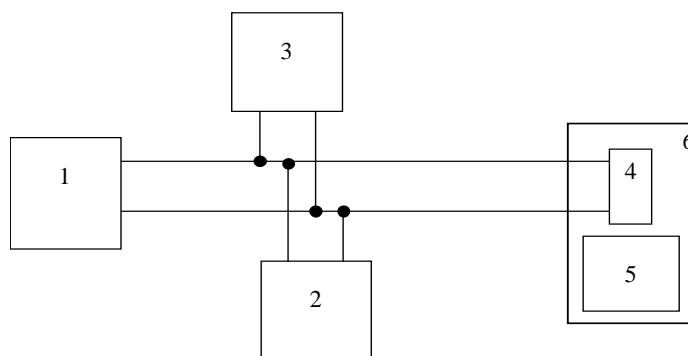


Рисунок 1 – Блок-схема устройства для обработки исследуемых биосистем МП КНЧ диапазона

Амплитудная модуляция при частоте несущей, лежащей в низкочастотном диапазоне, осуществлялась с помощью устройства, блок-схема которого представлена на рисунке 2.

Устройство состояло из генератора колебаний 1, частотомера 2, генератора несущей частоты 3, осуществляющего также функцию амплитудно-модулирующего устройства, осциллографа 4, контролирующего напряжение на выходе усилителя, усилителя 5, излучателя 6, представляющего собой многослойную катушку, емкости для загрузки исследуемых объектов 7.

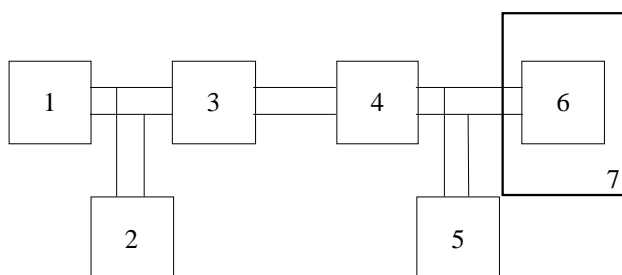


Рисунок 2 – Блок-схема установки для обработки биосистем АМ МП

Генератор электромагнитного поля крайне низкочастотного диапазона подавал сигнал на вход частотомера 2 и на вход генератора несущей частоты 3, где происходила амплитудная модуляция электромагнитного поля. С выхода генератора несущей частоты колебания поступали на вход усилителя 4 и с выхода усилителя 4 на вход осциллографа 5 и на излучающее устройство 6.

В схеме использовали генератор колебаний 1, частотомер 2, генератор несущей частоты 3, усилитель 4, осциллограф 5, излучатель 6. В качестве излучателя использовалась четырехсекционная катушка индуктивности от статора электродвигателя.

Коэффициент амплитудной модуляции или глубина модуляции

$$m_{am} = ((U_{max} - U_{min}) / (U_{max} + U_{min})) \cdot 100 \%$$

определялся по осциллограмме амплитудно-модулированного сигнала.

В качестве объектов для изучения степени влияния низкочастотной электромагнитной обработки использовалось растительное и животное сырье.

Большинство исследователей склоняются к мысли, что эффект обработки сырья и микроорганизмов ЭМП НЧ основан на изменении структуры свободной и связанной воды. При этом значительная роль отводится влиянию температуры на эффективность обработки. В частности отмечено изменение вязкости воды под воздействием ЭМП НЧ [6, 7].

В работе представлены результаты исследования вязкости активированной воды при воздействии низкочастотного магнитного поля напряженностью 130 А/м. Измерения вязкости проводились при помощи капиллярного вискозиметра. В результате

были построены зависимости вязкости воды от частоты обработки при фиксированной температуре.

На рисунке 3 показана зависимость вязкости воды от температуры и частоты магнитного поля.

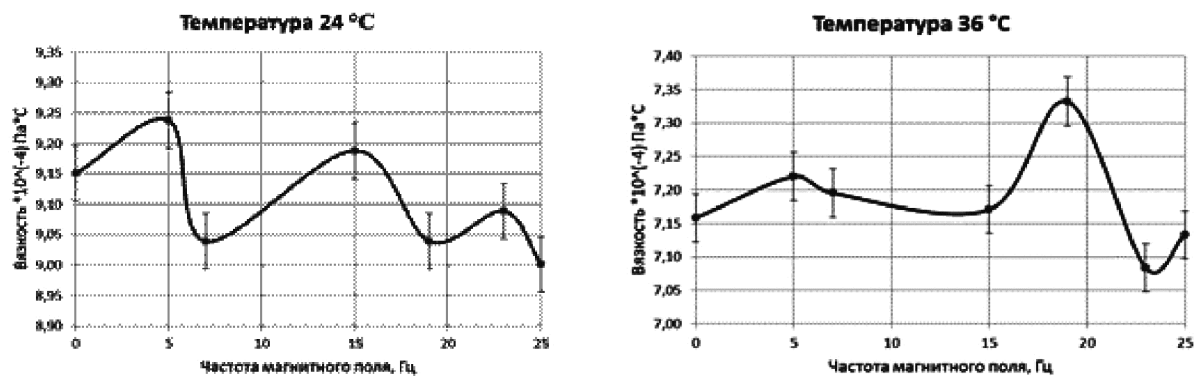


Рисунок 3 – Зависимость вязкости воды от температуры и частоты магнитного поля

Как видно из приведенных графиков максимальные значения вязкости воды при повышении температуры сдвигаются в сторону увеличения частоты магнитного поля.

В теоретических работах Бинги В.Н. высказывается предположение о путях преобразования энергии магнитного поля в энергию орбитальных степеней свободы частиц [8]. Такое преобразование позволяет влиять на скорость биохимических процессов в сырье. Прямое преобразование допускает классическую аналогию действий на частицу в виде силы Лоренца. По мнению В.Н. Бинги «Косвенное преобразование связано со спином частиц. Мощность прямого процесса приближается к квантовому пределу в ограниченных участках биофизических систем, достаточно защищенных от внешней среды».

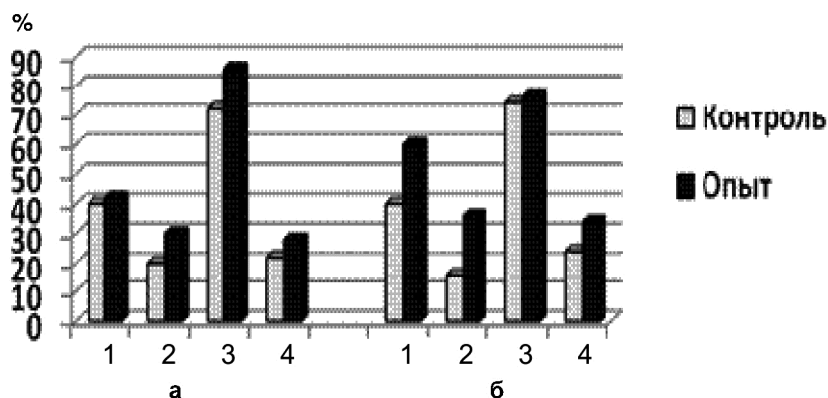
Представляет интерес использование воды, омагниченной с помощью ЭМП НЧ, для мойки томатов, моркови, баклажанов и огурцов, которое подтвердило возможность снижения общего уровня микробной обсемененности (КОЕ) на поверхности этого сырья в 3–4 раза по сравнению с предельно допустимой численностью, и практически полностью уничтожить дрожжи и плесени. Использование омагниченной воды в технологических процессах рыбопереработки позволило снизить микробиологическую загрязненность по сравнению с традиционной мойкой.

Выполнялись исследования по оценке воздействия на семена сельхозкультур магнитного поля синусоидальной формы частотой в интервале от 30 до 33 Гц, напряженностью 30 мТл. Патентован способ обработки семян низкочастотным электромагнитным полем с последующей обработкой лазерным излучением красного диапазона [9].

Подтверждено повышение урожайности пшеницы, овса, подсолнечника, сахарной свеклы, выращенных из семян обработанных ЭМП НЧ [10]. На рисунке 4 показан процент всхожести сухих (а) и увлажненных (б) некондиционных семян сельхозкультур необработанных и обработанных ЭМП НЧ.

Высокая чувствительность семян сельхозкультур к воздействию ЭМП НЧ объясняется изменением рН под воздействием поля и высвобождением белков. В результате этого ускоряется выход семян из состояния покоя за счет восстановления барьерной функции мембран. Другим результатом обработки является повышение всхожести некондиционных семян с невысокой всхожестью, удаление на них микрофлоры и увеличение линейных размеров ростков.

Проведенные исследования подтверждают эффект воздействия низкочастотного магнитного поля на разных этапах набухания семян от 1 до 3 суток. Наиболее продуктивной является обработка семян весной, в период естественного выхода семян из состояния покоя.



**Рисунок 4 – Темп всхожести сухих (а) и увлажненных (б) некондиционных семян сельхозкультур необработанных и обработанных ЭМП НЧ:  
1 – семена пшеницы, 2 – овса, 3 – подсолнечника, 4 – сахарной свеклы**

При исследовании действия ЭМП на белковые структуры учитывали воздействие водной среды, в которой, благодаря существованию пространственно направленных у-связей, макромолекулы приобретают необходимую конформацию и способность выполнять свои дифференцированные функции. При определенном увлажнении белка он становится подвижным (лабильным) за счет образования на поверхности белка слоя связанной воды, что было зафиксировано в опытах. По релеевскому рассеянию  $\gamma$ -квантов: при достижении критического значения влажности резко увеличивается среднеквадратичная амплитуда колебаний неводородных атомов, а также изменяются механические свойства белка. Влияние ЭМП НЧ на микробиологическую обсемененность мясного сырья исследовали, изучая выживаемость мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, дрожжей и плесневых грибов при воздействии магнитного поля с частотами – 18,2; 38,0 Гц, которые были спланированы с помощью активного математического эксперимента.

В зависимости от величины магнитной индукции амплитудно-модулированного и частотно-модулированного магнитного поля установлены закономерности изменения степени усвояемости мяса. Определены также закономерности изменения выживаемости бактериальной микрофлоры мясного сырья.

При бактериологическом исследовании животного сырья – говядины 1 категории, свинины жирной, мяса птицы и говяжьей печени были получены следующие результаты: бактерий группы кишечной палочки в 0,1 г не обнаружено; Salmonellae и *α.monocitrogenes* – в 25,0 г не обнаружены;

**Таблица 1 – Эффективность обработки мясного сырья ЭМП НЧ**

Исследуемые образцы	КОЕ, единиц						
	Контроль	НЧ МП при 19,5 Гц, В = 6 мТл			НЧ МП при 40,0 Гц, В = 6 мТл		
Продолжительность обработки НЧ МП, мин	0	20	40	60	20	40	60
Говядина 1 кат.	> 300	47	106	270	100	72	45
Свинина жирная	> 310	55	110	240	112	68	51
Мясо птицы	> 290	49	98	145	115	64	47
Печень	> 350	68	115	270	120	66	53

На рисунке 5 показана бактериологическая обсемененность мясного сырья в зависимости от времени и частоты ЭМП НЧ.

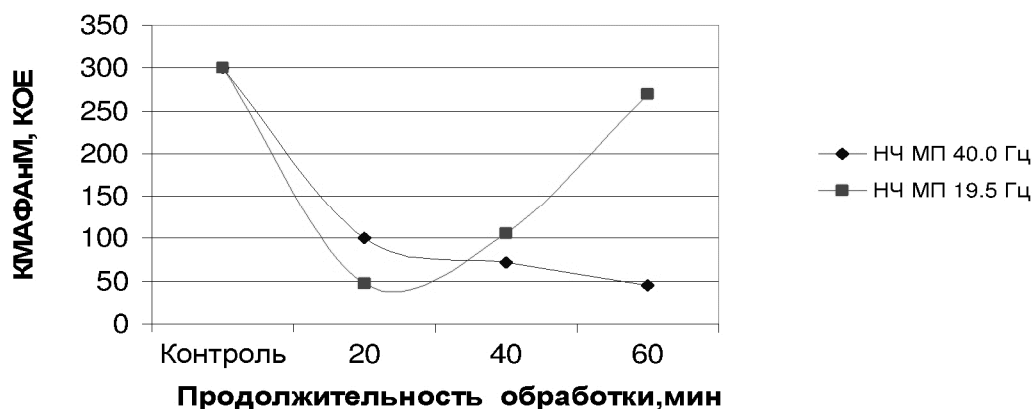


Рисунок 5 – Бактериологическая обсемененность мясного сырья в зависимости от времени и частоты ЭМП НЧ

При гистологическом исследовании было отмечено, что поперечно-полосатая мышечная ткань у всех видов животных представлена мышечными пучками. Каждый мышечный пучок состоял из мышечных волокон различного диаметра. Диаметр мышечных волокон у крупного рогатого скота варьировал от 35 до 100 мкм, а в среднем составлял – 68 мкм; у свиней – варьировал от 22 до 78 мкм, а в среднем составлял 51 мкм; у птицы – варьировал от 17 до 39 мкм, а в среднем составлял – 29 мкм.

Между мышечными волокнами располагались тонкие прослойки соединительной ткани, представленной коллагеновыми волокнами и фиброцитами. Мышечные волокна располагались параллельно и составляли мышечные пучки различной толщины. Мышечные пучки имели различное направление. Между ними хорошо определялась соединительная ткань, представленная эластическими и коллагеновыми волокнами, фибробластами, фиброцитами, кровеносными сосудами и нервами.

Печень имела характерную для данного органа строение. Паренхима была представлена гепатоцитами, которые образовывали балки. Отдельные балки были собраны в дольки. Междолевая соединительная ткань слабо выражена.

При патоморфологическом исследовании поперечно-полосатой мышечной ткани крупного рогатого скота, свиней и птиц, обработанных ЭМП НЧ, особых отличий от необработанной ткани не выявлено. Печень крупного рогатого скота после обработки приобрела мягкую консистенцию.

Гистологическое исследование поперечно-полосатой мышечной ткани у КРС, свиней и птиц подтвердило структурные изменения в мышечных волокнах под действием ЭМП НЧ, которые характеризовались лизисом и миофибрилл. Отмечена фрагментация мышечных волокон, а соединительная ткань между ними и мышечными пучками также была в состоянии распада и представляла собой не окрашиваемую однородную белковую массу.

При гистологическом исследовании печени крупного рогатого скота после ЭМ-обработки также отмечались изменения структуры. Эти изменения выражались нарушением балочного строения, при котором балки разрушались и распадались на отдельные фрагменты, состоящие из 3–5 гепатоцитов. При этом отмечались участки, в которых гепатоциты находились в состоянии белковой зернистой дистрофии.

Установлено, что электромагнитный способ обработки поперечно-полосатой мышечной ткани крупного рогатого скота, свинины, птицы и печени крупного рогатого скота вызывает изменение структуры. В поперечно-полосатой мышечной ткани они характеризуются лизисом ядер и миофибрилл, разволокнением и фрагментацией волокон. В печени – дисконкомплексацией балок, дистрофией и некрозом гепатоцитов. Эти изменения свидетельствуют о том, что данный способ обработки активировал собственные ферменты поперечно-полосатой мышечной ткани и оказывал воздействие на поверхностные и глубинные структуры сырья.

Таким образом, способ обработки животного сырья ЭМП НЧ может быть рекомендован к внедрению в условиях промышленного производства, так как ускоряет созревание сырья и позволяет снизить затраты на предварительную обработку мяса и субпродуктов.

Способ электромагнитной обработки сырья хорошо зарекомендовал себя в виноделии и пивоварении. По данным В.Т.Христюка весьма эффективна обработка ЭМП КНЧ сухих дрожжей расы ЮС 18-2007 [4]. Максимальный прирост биомассы наблюдался при частотах обработки 3 и 16 Гц, а угнетающее действие на обрабатываемый образец оказывает частота 30 Гц (рис. 6).

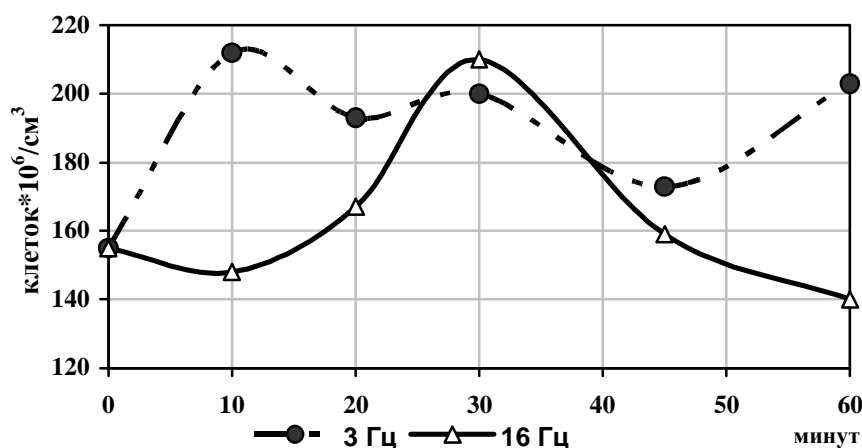


Рисунок 6 – Количество живых клеток в 1-е сутки после обработки ЭМП КНЧ сухих дрожжей расы ЮС 18 – 2007

В результате проведенных экспериментов были выбраны две частоты 3 и 16 Гц, при которых произошли наибольшие изменения. После этого определяли оптимальную продолжительность воздействия ЭМП КНЧ не только на жидкую разводку ЧКД расы Шампанская 7–10С, но и на сухие дрожжи расы ЮС 18 – 2007 на выбранных частотах. Указанные выше расы обрабатывались при частотах 3 Гц и 16 Гц в течение 10, 20, 30, 45, 60 минут. Анализ физиологической активности дрожжей показывает, что после электромагнитной обработки дрожжей количество нежизнеспособных клеток снижается.

Установлена принципиальная возможность активации дрожжей с помощью ЭМП НЧ. Изучение влияния ЭМП НЧ на бактерии и интенсивность роста культур оценивали по накоплению биомассы клеток (в единицах оптической плотности). Показан эффект влияния электромагнитного поля на микробиологические процессы при производстве виноматериалов [7].

Аналогичные результаты получены в пивоваренном производстве, где за счет воздействия ЭМП КНЧ на дрожжевые клетки осуществляли управление скоростью процесса брожения пива, что позволило получать в наиболее короткие сроки качественное готовое пиво.

В первый день после обработки дрожжей расы ЮС 18 – 2007 при частоте воздействия 3 Гц отмечался рост их активности при продолжительности обработки 10 минут. При частоте 16 Гц исследуемые микроорганизмы лучше развиваются в образце, обработанном ЭМП в течение 30 минут. В образце дрожжей, обработанных при частоте 3 Гц в течение 30 минут, также существенно увеличивается количество дрожжевых клеток по сравнению с контрольным образцом.

**Научная новизна.** На основе результатов исследований предложена и экспериментально апробирована на различных этапах производства технология обработки сельскохозяйственного сырья ЭМП НЧ. При этом установлены:

– режимы обработки электромагнитным полем низких частот семян сельскохозяйственных культур: частота, напряженность поля, длительность воздействия;

- режимы обработки электромагнитным полем низких частот различных видов сельскохозяйственного сырья;
- возможность активации собственных протеолитических ферментов мышечной ткани животных за счет обработки электромагнитным полем низких частот;
- параметры электромагнитного поля крайне низких частот (частоты и напряженности поля) для регулирования развития винных и пивоваренных дрожжей;

#### **Выводы.**

Проведенные исследования позволяют считать, что в биологических системах под действием ЭМП НЧ возможно возникновение различных макроскопических явлений, перекрывающих на несколько порядков любые эффекты теплового характера. Характерным свойством таких систем при их взаимодействии с ЭМП НЧ является изменение кинетики и скорости протекающих в них гетерогенных реакций, несмотря на то, что полная энергия таких систем в магнитных полях низкой частоты, как известно, практически не меняется. На основе обобщенных результатов исследования установлены режимы обработки сельхозсырья ЭМП НЧ (частоты, напряженность поля, длительность воздействия). Обнаружено явление видовой специфичности семян к действию ЭМП НЧ.

Разработаны рекомендации по проращиванию некондиционных семян с помощью ЭМП НЧ. Установлено резонансное действие ЭМП НЧ, которое может ускорять или замедлять процессы протекающие в дрожжах. Подтверждено влияние ЭМП НЧ на изменение активности ферментов биологических жидкостей.

#### **Литература:**

1. Барышев М.Г., Касьянов Г.И. Электромагнитная обработка сырья растительного и животного происхождения. – Краснодар, 2002. – 220 с.
2. Барышев М.Г., Касьянов Г.И. Воздействие электромагнитных полей на биохимические процессы в семенах растений // Известия вузов. Пищевая технология. – Краснодар, 2002. – № 1. – С. 21–23.
3. Barishev M.G., Dzhimak S.S., Kasjanov G.I. The Influence of Low Frequency Electromagnetic Field on the Agricultural Crops Seeds Germination // J. of Agricultural Science and Technology. – 2012. – V. 2. – № 3. – P. 385–390.
4. Христюк В.Т. Совершенствование технологии вин и напитков с применением способов электрофизической и сорбционной обработки / Под ред. засл. деятеля науки РФ, засл. изобретателя РФ, профессора Касьянова Г.И. – Краснодар : Экоинвест, 2012. – 324 с.
5. Апашева Л.М., Лобанов А.В., Комиссаров Г.Г. Влияние флуктуирующего электромагнитного поля на ранние стадии развития растений // Доклады Академии наук. – 2000. – Т. 406. – № 1. – С. 108–110.
6. Фесенко Е.Е., Попов В.И., Новиков В.В., Хуцян С.С. Структурообразование в воде при действии слабых магнитных полей и ксенона. Электронно-микроскопический анализ // Биофизика. – 2002. – Т. 47. – Вып. 3. – С. 389–394.
7. Шакун М.М., Христюк В.Т., Узун Л.Н. Влияние электромагнитного поля на микробиологические процессы при производстве виноматериалов // Изв. вузов. Пищевая технология. – Краснодар, 2005. – № 2–3. – С. 16–19.
8. Бинги В.Н. Интерференция квантовых состояний ионов, связанных с белками в слабых магнитных полях // Биофизика. – 1997. – Т. 42. – Вып. 6. – С. 1186–1191.
9. Патент РФ 2134944. МПК А 01 С 1/00. Способ обработки семян сельскохозяйственных культур / В.В. Магеровский, М.Г. Барышев, Г.И. Касьянов. Заявка № 97121626/13, заявлено 24.12.1997, опубликовано 27.08.1999.
10. Кошкина А.О. Устройство для предпосевной обработки тепловым и электромагнитным полем семян // Современная техника и технологии. – Июнь, 2012 [Электронный ресурс]. URL: <http://technology.snauka.ru/2012/06/985>



**References:**

1. Baryshev M.G., Kasyanov G.I. Electromagnetic treatment of vegetative and animal origin raw material. – Krasnodar, 2002. – 220 p.
2. Baryshev M.G., Kasyanov G.I., Influence of electromagnetic fields to biochemical processes in plants seeds // *Izvestiya vuzov. Food technology.* – Krasnodar, 2002. – № 1. – P. 21–23.
3. Baryshev M.G., Dzhimak S.S., Kasyanov G.I. The Influence of Low Frequency Electromagnetic Field on the Agricultural Crops Seeds Germination // *J. of Agricultural Science and Technology.* – 2012. – V. 2. – N 3. – P. 385–390.
4. Khristyk V.T. Development of wine and beverages technology with application of electrophysic and sorption treatment / Under the editorship of honored worker of science of RF, honored inventor of RF, professor Kasyanov G.I. – Krasnodar : Ecoinvest, 2012. – 324 p.
5. Apasheva L.M., Lobanov A.V., Komissarov G.G. Influence of fluctuating electromagnetic field to early stages of plants growth // *Academy of Science Reports.* – 2000. – V. 406. – № 1. – P. 108–110.
6. Fesenko E.E., Popov V.I., Novikov V.V., Hutsyan S.S. Structure formation in the water under influence of weak magnetic fields and xenon. *Electronic-microscopical analysis // Biophysics.* – 2002. – V. 47. – № 3. – P. 389–394.
7. Shakun M.M., Khristyk V.T., Uzun L.N. Influence of electromagnetic field to microbiological processes at production of wine materials // *Izvestiya vuzov. Food Technology.* – Krasnodar, 2005. – № 2–3. – P. 16–19.
8. Bingi V.N. Interference of ions quantum states, bound with proteins in weak magnetic fields // *Biophysics.* – 1997. – V. 42. – № 6. – P. 1186–1191.
9. Patent RF 2134944. MPK A 01 C 1/00. Metod of agricultural cultures seeds treatment / V.V. Magerovsky, M.G. Baryshev, G.I. Kasyanov. Application № 97121626/13, applied 24.12.1997, published 27.08.1999.
10. Koshkina A.O. Device for presowing treatment of seeds by heat and electromagnetic fields // *Modern technique and technology.* – June, 2012 [Electronic resource]. URL: <http://technology.snauka.ru/2012/06/985>.