

§ 2.7. Технология предпосевной обработки семян рапса на основе использования микроволновой энергии

Изучение эффектов воздействия электромагнитных волн на биологические объекты и создание современных биотехнологий на основе этих эффектов являются одними из приоритетных направлений в современной науке. Выявлены и обоснованы более сотни возможных областей использования СВЧ энергии в технологиях АПК. Одной из таких областей является создание технологий предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур на основе низкоинтенсивного микроволнового резонансного воздействия. Эффективность такой технологии для овощных и зерновых культур, злаковых трав, льна и люпина узколистного подтверждена в научных работах¹.

Одной из задач в растениеводстве Республики Беларусь является наращивание объемов производства семян озимого и ярового рапса для покрытия дефицита в пищевых растительных жирах за счет отечественного производства рапсового масла, производства биотоплива.

Под озимый и яровой рапс отводится все больше земли: в 2010 г. под посевы планируется использовать до 400–420 тыс. га пашни.

Наряду с увеличением посевных свойств семян использование электромагнитных полей может снижать их посевные свойства. Примером служит 5 режим, где наблюдалось снижение энергии прорастания и лабораторной всхожести семян озимого и ярового рапса. Такие режимы – ведущие к полной потере посевных свойств – могут применяться для сохранения маслосемян от прорастания при длительном хранении (табл. 2.7.1).

Наиболее эффективно использование физической стимуляции семян отмечено на материале, который искусственно состарили (Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси), где возвращение к исходной энергии прорастания составило от 6 до 11 % и лабораторной всхожести семян от 6 до 12 % (табл. 2.7.2).

При дальнейшей отработке режимов воздействия на семена достигнуты более впечатляющие результаты (рис. 2.7.1, 2.7.2). После искусственного старения семян ярового рапса сорта Лидер, обработанные новыми режимами стимуляции, понижали посевные качества (энергию прорастания и всхожесть) значительно более медленными темпами в сравнении с контролем (вариант без обработки), что является важным, так как старение семян или потеря их жизнеспособности во время хранения – проблема семеноводства. Интерес к таким

исследованиям как по яровым, так и по озимым культурам проявляют ученые-селекционеры. Исследования в данном направлении и внедрение положительных результатов в практику позволят сократить материальные и трудовые затраты, связанные с хранением генотипов, которые в данный момент не используются. Селекционеры озабочены тем, что ряд сортов, широко распространенных ранее, в настоящее время совершенно исчезли, хотя они содержали гены и комбинации генов, представляющих ценность для будущих селекционных программ.

Коррекция конструкторской документации микроволнового модуля

Результаты проведенных исследовательских испытаний показали, что макет микроволнового модуля для предпо-

Таблица 2.7.1. Влияние перспективных режимов стимуляции семян ярового и озимого рапса сортов Гермес и Прогресс на энергию прорастания и лабораторную всхожесть

Режим обработки	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
<i>Яровой рапс, сорт Гермес</i>		
Контроль	87	89
1 режим	92	94
2 режим	91	93
3 режим	90	93
4 режим	89	91
5 режим	85	87
<i>Озимый рапс, сорт Прогресс</i>		
Контроль	91	93
1 режим	93	97
2 режим	94	96
3 режим	94	96
4 режим	92	93
5 режим	86	88

Таблица 2.7.2. Влияние перспективных режимов стимуляции семян ярового рапса сорта Неман на энергию прорастания и лабораторную всхожесть

Режим обработки	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
Контроль	52	64
1 режим	58	72
2 режим	63	76
3 режим	61	70

¹ 1. О влиянии воздействия электромагнитных волн низкой интенсивности на всхожесть и поражение семенной инфекцией зерновых культур и злаковых трав / А.А. Ермолович [и др.] // Миллиметровые волны в биологии и медицине. – 2004. – № 1. – С. 68–73.

2. Карпович, В.А. Эффективность применения новой стимулирующей и обеззараживающей микроволновой технологии предпосевной обработки семян овощных культур / В.А. Карпович, А.А. Ермолович // Состояние и проблемы научного обеспечения овощеводства защищенного грунта: материалы 2-й Международной конференции, Москва, 21–23 ноября 2005 г. / Российская академия сельскохозяйственных наук. – М., 2005. – С. 74–76.

3. Rodionova, V. Microwave technology of presowing treatment for flax seeds / V. Rodionova, V. Karpovich, A. Ermolovich, G. Voinov // 4-th Global workshop of the FAO/ESCOREWA European Cooperative Research Network on Flax and Other Bast Plants. Arad, Romania, (October 07–10, 2007 г.). – Arad, 2007. – С. 233–235.

4. Особенности плазменной и электромагнитной обработки семян *Lupinus angustifolius* / В.А. Карпович [и др.] // Вести БГПУ. Серия 3. – 2008. – № 3. – С. 38–43.

5. Эффективность физических методов обработки на примере *Lupinus angustifolius* / М.Н. Комарова [и др.] // Вавиловские чтения-2008: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию Саратовского госагроуниверситета, Саратов, 26–27 ноября 2008 г. – Саратов: ИЦ «Наука», 2008. – Ч. 1. – С.170–172.

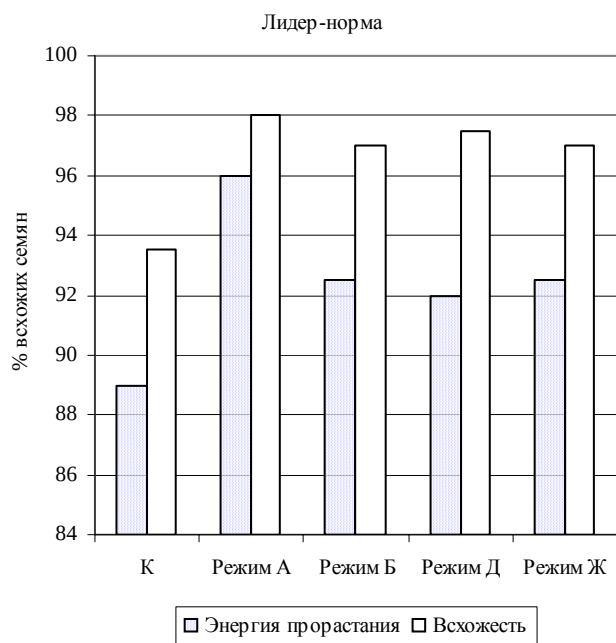


Рис. 2.7.1. Влияние низкоинтенсивной микроволновой стимуляции на посевные качества семян ярового рапса сорта Лидер (без искусственного старения семян)

севной микроволновой обработки семян рапса соответствует требованиям исходных данных для конструирования экспериментального образца микроволнового модуля для предпосевной микроволновой обработки семян рапса. Это позволило приступить к коррекции конструкторской документации и оптимизации частотно-временных и мощностных режимов микроволнового модуля для предпосевной микроволновой обработки семян рапса.

В состав макета экспериментального микроволнового модуля входят: микроволновый генератор, волноводно-рупорная система, механический блок обработки семян рапса, электронные компоненты управления, питания и контроля оборудования.

Основным элементом микроволнового модуля для предпосевной микроволновой обработки семян рапса является микроволновый генератор (рис. 2.7.3). Именно его технические и эксплуатационные характеристики определяют эффективность биофизической технологии предпосевной обработки семян рапса.

Исследовательские испытания показали соответствие исходных технических и конструктивных требований к микроволновому генератору с результатами, полученными в ходе проведения испытаний (табл. 2.7.3, 2.7.4). Таким образом, конструкция микроволнового генератора для экспериментального образца микроволнового

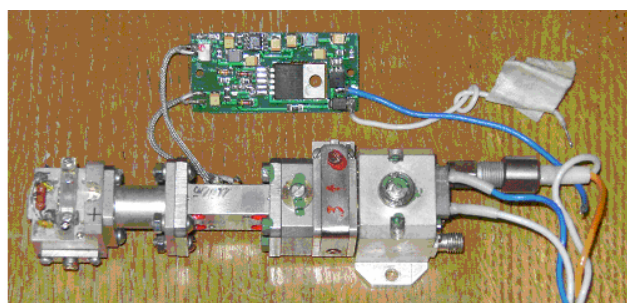


Рис. 2.7.3. Микроволновый генератор

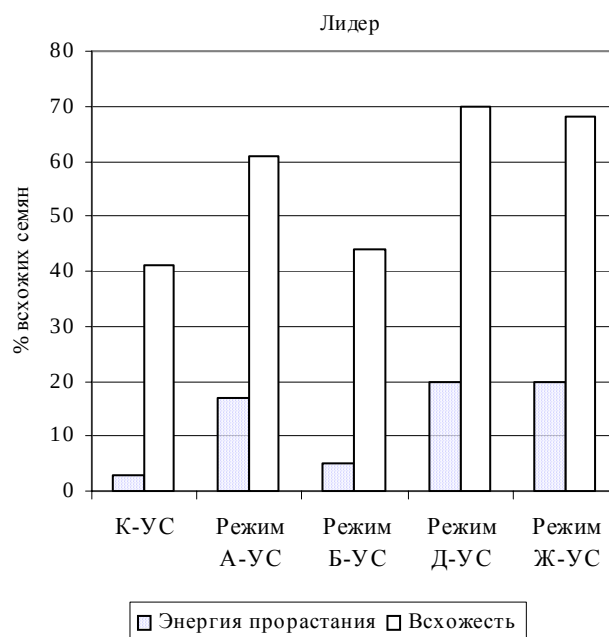


Рис. 2.7.2. Влияние низкоинтенсивной микроволновой стимуляции на посевные качества искусственно состаренных семян ярового рапса сорта Лидер

модуля для предпосевной микроволновой обработки семян рапса остается без изменений.

В ходе технических консультаций специалистов Института системных исследований в АПК НАН Беларуси со специалистами Института ядерных проблем БГУ было принято решение об увеличении производительности экспериментального образца микроволнового модуля для предпосевной микроволновой обработки семян рапса по сравнению с макетом в 3–5 раз. Это потребовало коррекции конструкции волноводно-рупорной системы (рис. 2.7.4). Апертура рупора увеличилась с 40х30 мм до

Таблица 2.7.3. Технические требования и результаты испытаний микроволнового генератора

Технические характеристики	Требования	Результаты
Диапазон рабочих частот	53,57–78,33 ГГц	53,57–78,33 ГГц
Уровень выходной мощности	10 мВт	10 мВт
Время прогрева и выхода на рабочий режим	30 мин	30 мин
Потребляемая мощность	1,8 кВт	0,2 кВт
Режим работы	Непрерывный	Непрерывный
Питание	Однофазная сеть переменного тока напряжением 220 В частотой 50 Гц	Однофазная сеть переменного тока напряжением 220 В частотой 50 Гц

Таблица 2.7.4. Конструктивные требования и результаты испытаний микроволнового генератора

Конструктивные характеристики	Требования	Результаты
Сечение волноводного тракта	3,6 × 1,8 мм	3,6 × 1,8 мм
Условия эксплуатации	от +5° до +50° С	от +5° до +50° С

100 × 80 мм. Такое изменение потребовало нового расчета и оптимизации электродинамических параметров излучающей пирамидальной рупорной антенны для обеспечения равномерности облучения семян рапса при техническом функционировании оборудования.

Увеличение производительности экспериментального образца микроволнового модуля для предпосевной микроволновой обработки семян рапса потребовало изменить конструкцию механического блока обработки семян рапса. Во-первых, в конструкцию экспериментального образца введено устройство дозированной загрузки семян в бункер микроволновой обработки семян рапса, состоящее из накопительного бункера, двух шаровых кранов с электроприводом и дозирующего резонатора. Это позволяет не только механизировать процесс загрузки семян рапса в бункер микроволновой обработки, но и обеспечить одинаковые условия для предпосевной обработки каждой загружаемой дозы семян. Во-вторых, увеличен объем бункера микроволновой обработки, в котором сохранены внутренние ребра, обеспечивающие равномерное перемешивание семян. В-третьих, в конструкции экспериментального образца предусмотрена возможность ссыпания семян рапса после микроволновой обработки в мешкотару. Это обеспечивается механизмом опрокидывания бункера микроволновой обработки после завершения цикла микроволновой обработки семян и прижимным устройством, фиксирующим мешкотару в требуемом положении.

Электронные компоненты управления, питания и контроля режимами работы оборудования в конструкции экспериментального образца микроволнового модуля для предпосевной микроволновой обработки семян рапса будут располагаться в электрическом щите, что обеспечивает удобный доступ обслуживающего персонала при проведении технических регламентных и ремонтных работ.

Чертеж внешнего вида экспериментального образца микроволнового модуля для предпосевной микроволновой обработки семян рапса ММПОС-00.000 ВО приведен в Приложении (комплект конструкторской документации с литерой "01" на микроволновый модуль).

Таким образом, в результате коррекции конструкторской документации микроволнового модуля для предпосевной обработки семян рапса:

- увеличены апертура рупора волноводно-рупорной системы и объем бункера микроволновой обработки с целью повышения производительности экспериментального образца микроволнового модуля для предпосевной микроволновой обработки семян рапса;
- разработаны устройство дозированной загрузки семян рапса в бункер микроволновой обработки и устройство выгрузки семян после микроволновой обработки в мешкотару, что позволяет механизировать процесс загрузки

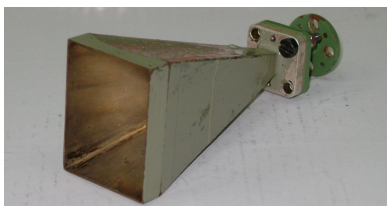


Рис. 2.7.4. Волноводно-рупорная система

ки/выгрузки и обеспечить одинаковые условия для предпосевной обработки каждой загружаемой дозы семян.

Оптимизация частотных и мощностных режимов микроволнового модуля для предпосевной обработки семян рапса

В основе разрабатываемой технологии предпосевной микроволновой обработки семян рапса лежит резонансное воздействие. Семена рапса во время воздействия помещаются в электромагнитное поле сверхвысокой частоты. Изменением частоты достигаются условия резонанса. Это означает возрастание отклика семени, как колебательной системы, на периодическое внешнее воздействие при сближении частоты внешнего источника с одной из частот собственных колебаний системы. Повышение качества семян происходит только при определенных параметрах электромагнитных полей: частотного диапазона, мощности и времени воздействия, а также пространственных характеристик электромагнитного поля. Семена каждой культуры имеют свои оптимальные параметры. Семена одного и того же вида и сорта, высушенные при различных режимах сушки, убранные в различные сроки, хранящиеся при различных температурно-влажностных условиях, имеют небольшой разброс этих оптимальных параметров.

Анализируя результаты экспериментальных исследований по воздействию микроволнового излучения на семена рапса, выполненных в Институте системных исследований в АПК НАН Беларуси в рамках договора от 15 мая 2008 г. № 20/2008 г., отмечено следующее:

- проведенные исследования подтвердили эффективность применения микроволновой предпосевной обработки семян рапса;
- наиболее эффективным для практического применения (для повышения энергии прорастания и всхожести) является частотный диапазон 62,4–70,6 ГГц, мощность внешнего воздействия 10–15 мВт, время воздействия 8–15 минут.

При разработке сложных электродинамических систем, в нашем случае – микроволновый модуль с излучающей пирамидальной рупорной антенной, работающий на диэлектрическую нагрузку, – необходимо обеспечить равномерность облучения семян рапса при техническом функционировании оборудования. Это обуславливает необходимость оптимизации режимов работы микроволнового модуля. В данном случае эта необходимость обусловлена также коррекцией конструкторской документации, выполненной по результатам испытаний макета микроволнового модуля для предпосевной обработки семян рапса, в результате которой увеличены производительность предпосевной обработки семян рапса и апертура облучателя.

При правильном выборе размеров пирамидального рупорного облучателя в ближнем поле формируется волна основного типа Н10, для которой характерно равномерное распределение поля в одном направлении и синусоидальное – в другом.

В результате выполнения настоящей научно-исследовательской работы будет разработана технология предпосевной обработки семян рапса, позволяющая:

увеличить всхожесть семян рапса на 5–10 %;
увеличить урожайности семян рапса на 5–10 %;
исключить предпосевное протравливание ядохими-
катами.

Основой технологии предпосевной биофизической обработки семян рапса является резонансное взаимодействие электромагнитных волн миллиметрового диапазона с клеточными структурами, которое оказывает положительное влияние на иммунный статус биологического объекта, восстанавливает нарушенные вследствие внутрисеменной инфекции внутриклеточные связи и функции, активизирует процесс биосинтеза. Микроволновая предпосевная обработка семян сельскохозяйственных культур повышает энергию прорастания семян, усиливает развитие корневой системы и увеличивает фотосинтезирующий аппарат растений, способствует более быстрому развитию растений и более раннему созреванию и, в конечном итоге, повышает урожайность.

В результате выполнения научно-исследовательской работы изготовлен опытный образец микроволнового модуля для предпосевной обработки семян. Опытный образец микроволнового модуля для предпосевной микроволновой обработки семян рапса включает в себя: блок управления режимом работы микроволнового модуля (1), автоматический выключатель питания микроволнового модуля (2), двигатель привода системы выгрузки семян рапса после окончания режима предпосевной обработки (3), бункер обработки семян рапса (4), микроволновый блок (5), блок выгрузки семян после окончания режима предпосевной обработки (6) (рис. 2.7.5).

При разработке конструкции необходимо было решить задачи равномерного перемешивания семян рапса во время режима предпосевной обработки и выгрузки этих семян после окончания режима обработки. На рисунке 2.7.6 показано расположение блоков и устройств, решающих эти задачи. Сюда входит автоматический выключатель питания микроволнового модуля (1); источники питания (2); бункер обработки семян рапса (3); двигатель вращения бункера обработки (4); микроволновый блок (5); двигатель привода системы выгрузки семян рапса после окончания режима предпосевной обработки (6).

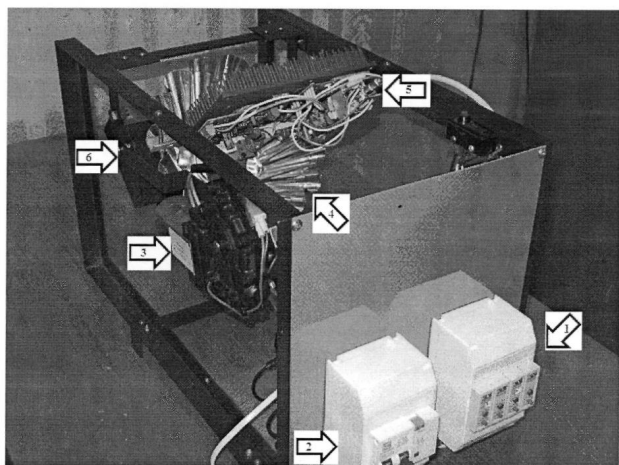


Рис. 2.7.5. Опытный образец микроволнового модуля для предпосевной обработки семян рапса

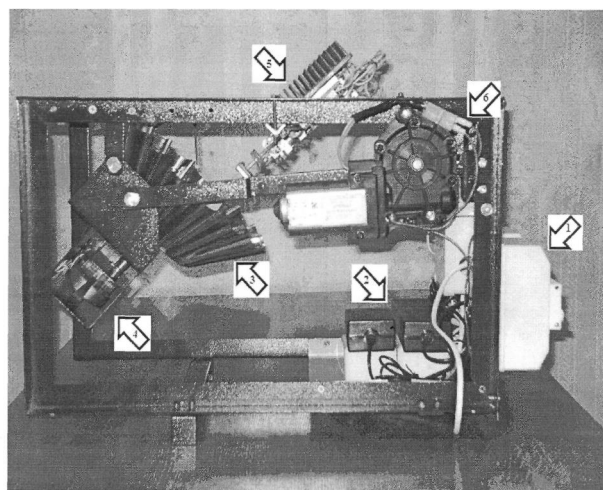


Рис. 2.7.6. Блоки и устройства, обеспечивающие равномерное перемешивание семян рапса во время режима предпосевной обработки и выгрузки этих семян после окончания режима обработки

На рисунке 2.7.7, иллюстрирующем работу блоков и устройств микроволнового модуля во время режима предпосевной обработки семян рапса, хорошо видно, что семена рапса (3), находящиеся во вращающемся бункере обработки семян (1), облучаются через прямоугольный волноводный рупор (2) в соответствии с заданным режимом предпосевной обработки.

Устройство (5) на рисунке 2.7.6 – это охлаждающий радиатор, на котором расположен микроволновый блок.

Механический блок, обеспечивающий равномерное перемешивание семян рапса во время режима их предпосевной обработки, представлен на рисунке 2.7.8. Хо-

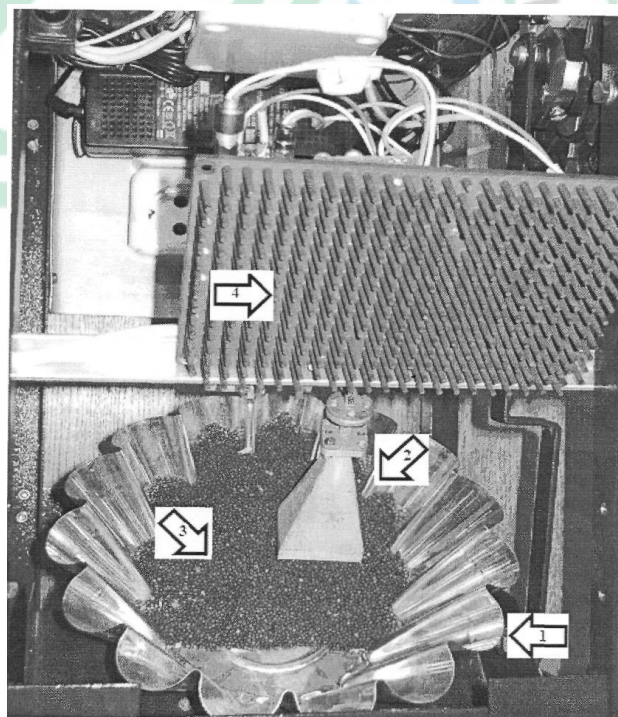


Рис. 2.7.7. Иллюстрация работы блоков и устройств микроволнового модуля во время режима предпосевной обработки семян рапса

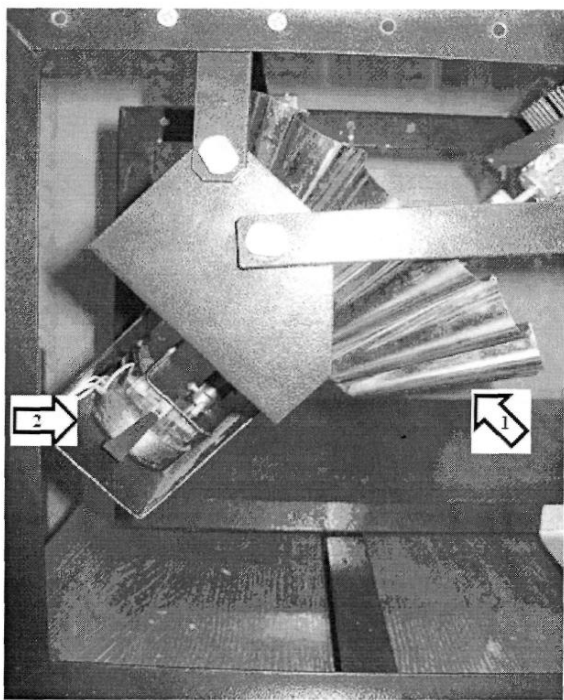


Рис. 2.7.8. Механический блок, обеспечивающий равномерное перемешивание семян рапса во время режима их предпосевной обработки

рошо видно, что механический блок состоит из вращающегося бункера обработки семян (1), представляющего собой усеченный конус с ребристыми стенками, обеспечивающими равномерное перемешивания семян, установленного на вал электродвигателя (2).

Задача выгрузки семян рапса после окончания режима предпосевной обработки была решена с помощью электродвигателя с управляемой переменной скоростью вращения, показанного на рисунке 2.7.9, и системы рычагов, поворачивающих бункер обработки семян на угол, достаточный для полной выгрузки семян рапса, и возвращающий бункер после окончания выгрузки семян в исходное положение.

Блок управления режимом работы микроволнового модуля позволяет задавать время предпосевной обработки, время выгрузки семян рапса после окончания режима предпосевной обработки, временные интервалы, требующиеся для циклической работы оборудования (рис. 2.7.10).

Приемочные испытания микроволнового модуля

В соответствии с календарным планом работ по договору от 03 июня 2008 г. № 21/2008 "Создать экспериментальный образец микроволнового модуля для предпосевной микроволновой обработки семян рапса" в рамках этапа "Разработка программы испытаний микроволнового модуля. Выбор технологического оборудования и средств измерений. Испытания макета микроволнового модуля для предпосевной обработки семян рапса" за период с 01.07.2009 г. по 30.09.2009 г. выполнены следующие работы:

1. Разработана программа исследовательских испытаний макета микроволнового модуля для предпосевной микроволновой обработки семян рапса. Програм-

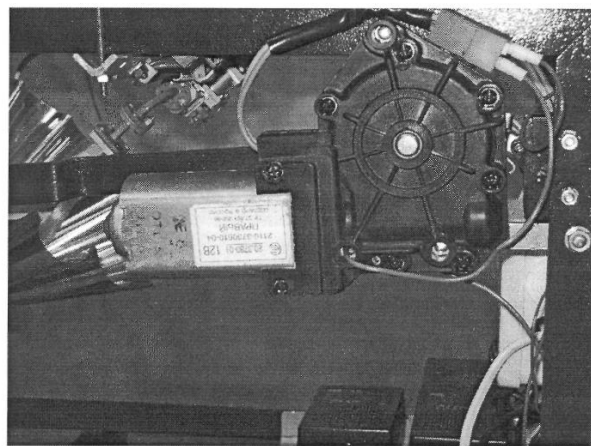


Рис. 2.7.9. Электродвигатель с управляемой переменной скоростью вращения в системе выгрузки семян рапса после окончания режима предпосевной обработки

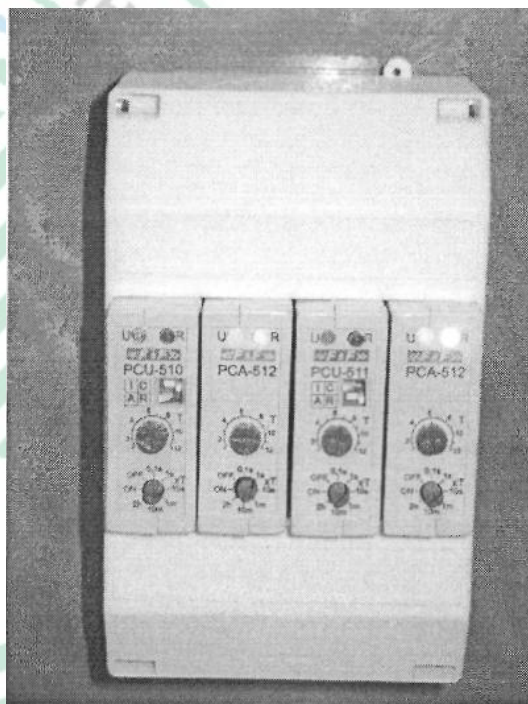


Рис. 2.7.10. Блок управления режимом работы микроволнового модуля

ма содержит сведения, необходимые для проведения исследовательских испытаний макета микроволнового модуля для предпосевной микроволновой обработки семян рапса, разрабатываемого в рамках договора от 03 июня 2008 г. № 21/2008 "Создать экспериментальный образец микроволнового модуля для предпосевной микроволновой обработки семян рапса".

2. Выбраны технологическое оборудование и средства измерения, необходимые при проведении исследовательских испытаний макета микроволнового модуля для предпосевной микроволновой обработки семян рапса.

3. Проведены испытания макета микроволнового модуля для предпосевной микроволновой обработки семян рапса. Результаты проведенных исследовательских испытаний показали, что макет микроволнового модуля соответствует требованиям исходных данных для

конструирования опытного образца микроволнового модуля для предпосевной микроволновой обработки.

По результатам испытаний опытного образца микроволнового модуля для предпосевной микроволновой обработки семян рапса, проведенных в период с 03.09 по 07.09.2009 г. комиссией в составе: председатель – ведущий научный сотрудник НИУ "Институт ядерных проблем БГУ", кандидат физико-математических наук В.А. Карпович, члены – ведущий научный сотрудник НИУ "Институт ядерных проблем БГУ", кандидат физико-математических наук В.Н. Родионова, научный сотрудник НИУ "Институт ядерных проблем БГУ" Г.И. Во-лынец, научный сотрудник НИУ "Институт ядерных проблем БГУ" А.А. Ермолович, подтверждено соответствие технических параметров изготовленного опытного образца микроволнового модуля для предпосевной микроволновой обработки семян рапса требованиям исходных данных для конструирования и техническому заданию.

Комиссия рекомендовала:

а) на основании результатов исследовательских испытаний приступить к коррекции и завершению работы над конструкторской документацией микроволнового

модуля для предпосевной микроволновой обработки семян рапса с литерой "01";

б) опытный образец микроволнового модуля для предпосевной микроволновой обработки семян рапса использовать следующим образом: передать Заказчику в лице Института системных исследований в АПК НАН Беларуси для проведения исследований на всхожесть и энергию прорастания семян рапса, прошедших предпосевную микроволновую обработку.

Заключение

В результате научно-исследовательской работы проведены поисковые исследования и разработаны быстрые и экономичные методы, стимулирующие дружные, энергичные всходы ярового и озимого рапса, способствующие решению проблемы обеспечения качественным семенным материалом. Разработаны способы низкоинтенсивного микроволнового воздействия на семена, продлевающие их жизнеспособность на более долгий срок. Исследования в данном направлении и внедрение положительных результатов в практику позволят сократить материальные и трудовые затраты, связанные с хранением генотипов, которые в данный момент не используются.

§ 2.8. Система взаимоотношений по закупке, переработке, хранению и реализации продукции личных подсобных хозяйств, их материально-техническому снабжению и обслуживанию организациями потребительской кооперации

Потребительская кооперация Могилевской области исторически тесно связана с аграрным сектором экономики и обслуживанием сельских жителей. Причем учредителями районных потребительских обществ (райпо), занимающимися торговлей, общественным питанием, закупками сельскохозяйственной продукции, ее переработкой и хранением, оказанием платных услуг, являются пайщики – физические лица, в основном сельские жители, что определяет их социальную направленность. При этом необходимо отметить, что потребительские общества осуществляют хозяйственные связи между городом и селом, являясь связующим звеном между сельскохозяйственным производством и сферой потребления. Причем отличием потребительской кооперации является то, что ее отрасли функционально связаны между собой цепочкой "закупка – переработка – хранение – реализация", объединены единым балансом и системой управления (рис. 2.8.1).

Закупка сельскохозяйственной продукции и сырья, их переработка, хранение и реализация потребительских товаров являются основными видами деятельности закупочно-перерабатывающего торгового комплекса (ЗПТК) потребительской кооперации.

Следует подчеркнуть, что экономический механизм закупочно-перерабатывающего торгового комплекса потребительской кооперации обеспечивает функционирование производства и включает организационные формы, структуры хозяйствования, системы экономи-

ческих рычагов и стимулов, коммерческий расчет, методы самоуправления с ресурсным и техническим обеспечением.

При этом надо исходить из того, что закупочно-перерабатывающий торговый комплекс характеризуется взаимным проникновением и взаимной обусловленностью экономических процессов и технологий взаимодействующих экономических субъектов. Следует отметить, что совокупность экономических субъектов связана как с наличием юридических лиц, которые выступают как специализированные организации, так и внутрихозяйственных подразделений, функционирующих в различных отраслях на коммерческом расчете.

Необходимо отметить, что в современных условиях совокупность технологий включает взаимопроникновение по цепочке "закупка – переработка – хранение – реализация", что создает предпосылки повышения эффективности использования имеющихся ресурсов за счет диверсификации производства, унификации оборудования, упаковки и технических средств.

Важнейшим признаком закупочно-перерабатывающего торгового комплекса потребкооперации является экономическая совокупность – наличие взаимопроникающих экономических интересов всех его субъектов, в том числе пайщиков, трудовых коллективов, юридических лиц и их внутрихозяйственных подразделений.

Выполненные нами исследования позволяют сформулировать определение закупочно-перерабатывающе-