

нем шиной 35 с расположенной внутри ее резиновой пневматической камерой 36, контактирующей с не менее чем тремя роликами 38, то в процессе работы устройства, несмотря на изменяющийся вес пленки 17 и колебания рамы 1 под действием неровностей почвы, вал 20 механизма намотки 6 практически не меняет своего горизонтального относительно поверхности поля положения, а возможные незначительные отклонения компенсируются упругими свойствами пленки 17. Это обеспечивает равномерность распределения пленки (шириной около 2 м) по длине механизма намотки 6 при любых постоянно изменяющихся условиях эксплуатации работы устройства.

После намотки всего рулона пленки транспортное средство останавливается, вынимается штифт 24 и снимается втулка 23 вместе с закрепленным на ней подвижным торцевым ограничителем 22. К рулону пленки прикладывается незначительное усилие для его снятия с механизма наматывания пленки 6, при этом концы продольных планок 25 выходят из отверстий неподвижного торцевого ограничителя 21, поперечные планки 26 поворачиваются вокруг своих шарнирных креплений к валу 20 и продольные планки 25 совершают плоскопараллельное движение к валу 20. В результате намотанный рулон пленки легко и быстро снимается с механизма намотки 6, причем зацепы, загнутые в сторону съема рулона, не препятствуют этому. После съема пленки втулка 23 вместе с подвижным торцевым ограничителем 22 возвращается в исходное положение вместе с продольными планками 25 и штифт 24 стопорит втулку 23 с подвижным торцевым ограничителем 22 относительно вала 20, шина 35 опирается на ролики 38. Устройство готово к работе.

### **Заключение**

1. Проведенные теоретические и экспериментальные исследования позволили определить, что при постоянном передаточном отношении от ВОМ трактора к механизму намотки полиэтиленовой пленки рабочий диаметр механизма должен находиться в пределах 30...40 см. Это позволит обеспечить кинематическое соответствие между поступательным движением агрегата и линейной скоростью наматывания за счет упругой деформации пленки.

2. На основании полученных результатов исследований предложено оригинальное устройство для снятия защитной пленки с посевов овощных культур, которое в отличие от предшествующих позволит повысить равномерность распределения пленки по длине механизма намотки.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Устройство для снятия защитной пленки : а. с. 718054 СССР, МКИ5 А 01 G 13/02 / З.Ш. Бутман, А.И. Любин, Л.А. Ивотдий // Открытия. Изобрет. – 1986. – № 46. – С. 28.
2. Устройство для снятия защитной пленки : пат. 3076 Респ. Беларусь, МПК А 01 G 13/02 / Шило [и др.] ; заявитель Белорус. гос. аграрн. техн. ун-т. – № u 20060426; заявл. 26.03.2006; опубл. 30.10.2006 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2006. – №5. – С.127.
3. Устройство для снятия защитной пленки с посевов овощных культур : патент 12168 Респ. Беларусь, МПК А 01 G 13/00 / И.Н. Шило [и др.] ; заявитель Белорус. гос. аграрн. техн. ун-т. – № а 20070417; заявл. 14.04.2007 ; опубл. 30.08.2009 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – №8. – С.34.

УДК 631.362.36:533.9

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 28.07.2009

## **ПРЕДПОСЕВНАЯ ДОРАБОТКА СЕМЯН ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ**

**В.С. Корко, канд. техн. наук, доцент, А.Е. Лагутин, канд. техн. наук, доцент (УО БГАТУ);  
Е.А. Городецкая, канд. техн. наук (ГНУ «ЦБС НАН Беларуси»)**

### **Аннотация**

*Приведены факторы, определяющие ухудшение физиологического состояния и снижение посевных кондиций семян. Рекомендовано применение электрофизических методов доработки семенного материала для улучшения биометрических показателей, повышения энергии прорастания.*

### **Введение**

Семенной материал всегда являлся самым дорогостоящим, трудоемким и ценным материалом в сельскохозяйственном производстве. Использование семян выровненных фракций высоких кондиций позволяет внедрять эффективные промышленные технологии возделывания культур. В надежном и быстром прорастании заложена основа ювенильного периода жизни растения в следующем поколении. В этой связи первостепенное значение приобретает качество семян, воспроизводство генома сорта или гибрида от поколения к поколению [1].

В настоящее время основной причиной снижения качества семян при хранении считается старение – процесс ухудшения физиологического состояния

семян (детериорация), приводящий к накоплению деструктивных метаболических изменений до тех пор, пока способность к прорастанию не теряется полностью [2]. При хранении семена старятся, их качество и всхожесть снижаются, поэтому в партии семян присутствуют сильные семена и слабые. Существуют различные способы предпосевной доработки семян, повышающие их всхожесть и энергию прорастания, которые разделяют на два вида: физические и химические. Ионизирующая радиация в малых дозах, озвучивание, кратковременная тепловая и ударно-волновая обработки, экспонирование в электрических и магнитных полях, лазерное облучение, предпосевное замачивание в растворах биологически активных веществ и др. могут увеличить всхожесть семян и урожай на 15-25% [3]. С момента посева семян в стадиях прорастания и последующего роста корней и проростков возникает ряд положительных и еще гораздо большее количество негативных воздействий. Тем не менее, именно пуск в рост и начальные зародышевые стадии растения являются наиболее податливыми в приобретении устойчивости к действию неблагоприятных факторов внешней среды. Известны химические методы стимулирующего воздействия на семена (гормонизация семян, янтарная кислота, гуминовые соединения, салициловая, жасминовая кислоты и другие), которые так и не смогли стать широко применяемыми при промышленном возделывании по многим причинам [5].

### **Основная часть**

Возникает естественный вопрос, каким образом воздушно-сухие семена, накопившие повреждения и потерявшие всхожесть, в результате кратковременной предпосевной доработки приобретают способность прорасти. Для того чтобы ответить на этот вопрос, надо, прежде всего, иметь представление о том, какие изменения и факторы приводят к снижению всхожести – появлению не прорастающих, но живых семян.

У организмов в состоянии метаболического покоя (воздушно-сухие семена, пыльца, споры и др.) физические воздействия оставляют в клетках скрытые (потенциальные) повреждения, которые ускоряют переход клеток в жизнедеятельное состояние [6]. Естественно, что предполагаемые механизмы стимуляции могут включаться у семян только во время их прорастания. Но еще до набухания в облученном семени развиваются пострadiационные физико-химические процессы. Так, после больших доз облучения состояние семян в процессе хранения ухудшается, они теряют всхожесть («эффект хранения»). Эффект стимуляции растений из семян, облученных в малых дозах, при затягивании сроков посева пропадает, что в практическом плане означает необходимость оперативного использования семян.

Предпосевной доработке обычно подвергают партии хранящихся сильных и слабых семян. Поскольку

увеличить всхожесть партии семян можно лишь за счет живых семян, не прорастающих при данных условиях, то для исследования механизма стимулирующего действия факторов необходимо иметь воздушно-сухие семена, однородные по качеству.

Метод диэлектрического разделения, использующий принцип суперпозиции сил различной физической природы и, прежде всего, пондеромоторной силы, показал высокую эффективность при получении однородных фракций семян сельскохозяйственных культур. Диэлектрические сепараторы разделяют сухие сыпучие смеси, в т.ч. семенной ворох, с учетом электрических свойств частиц на фракции гарантированного качества и нужных свойств [7].

В последние годы отмечен положительный эффект при использовании методов электромагнитной и плазменной обработки семенного материала различных культур. В первом случае действующими физическими факторами являются магнитные и электрические составляющие электромагнитного поля, во втором – к этим факторам добавляют излучение в ультрафиолетовом, видимом и ИК-диапазонах длин волн, тепловые потоки, возбужденные и невозбужденные частицы плазмы (ионы, электроны, молекулы, радикалы).

Важная роль в элементном и структурном анализе веществ принадлежит ядерно-физическим методам, основанным на особенностях взаимодействия высокоэнергетических ионов с приповерхностными слоями твердотельных материалов: ионноиндуцированного характеристического рентгеновского излучения, резерфордского обратного рассеяния ионов в сочетании с каналированием, протонов отдачи, ядерных реакций и др. [8].

Для исследований были выделены злаковые растения: рожь, пшеница, ячмень. Литературный обзор и анализ болезней представителей злаковых позволили наметить следующие цели исследований: разработка и исследование способов улучшения агрономических качеств применением методов электросепарации и плазменно-микроволновой обработки, повышающих энергетику семян и растений и обеспечивающих их подготовку к промышленному возделыванию и хранению.

Для лабораторных исследований использовали диэлектрический сепаратор СДЛ-1. Электросепарированию подвергали подготовленные семена стандартной влажности – 12-15%, брали три навески (по 500 г каждого образца), четвертая – контрольная. Электросепаратор готовили к работе и прогревали в течение 15 мин. при напряжении 3,0 кВ. Засыпали навески 500 г семенного вороха, включающие крупные выполненные и невыполненные, поврежденные семена и примеси (остатки семенного ложа или колоса, элементы упаковки, мусор и т.п.).

При сепарации навеска семян поступает равномерно в загрузочный бункер, затем на рабочий орган – барабан с бифилярной обмоткой, выполненной проводом АПВ-2,5. Напряжение регулировали ступенчато, с шагом 0,25 кВ. Каждый раз получали три фракции семян, две из которых объединяли, т.к. они были схожими. Распределение по фракциям контролирова-

ли визуально и взвешиванием. Показателем удовлетворительной сепарации было взято процентное распределение семян во фракциях при существующем регламенте на семена – наличие не более 3÷5 % примесей. После очередного рабочего цикла семена «успокоительно» отлеживались в течение 10 минут.

При шаговом изменении напряжения от 1,5 до 3,5 кВ на рабочем органе незначительно изменялся состав продуктов в приемниках разделения – в первую фракцию попадали крупные выполненные семена, во вторую – таких попадало немного. В третью – самые мелкие и примеси, сметаемые щеткой. Здесь правомочен вывод, что соотношение «напряжение – вес семени» было оптимальным и указанные величины напряжения являются лучшими для получения семян злаков посевной кондиции для промышленного выращивания. В 500 г исходной семенной смеси до 6% семян было бракованных – невыполненных, травмированных, присутствовал мусор.

Результаты электросепарирования пшеницы «Былина», ржи «Пуховчанка» и ячменя «Дзівосны» приведены в табл. 1. В состав исходных образцов входит небольшое количество мелких, «пустых» семян, легкий мусор.

Как видно из таблицы 1, наилучшие фракции пшеницы и ржи получены при рабочих напряжениях СДЛ-1, варьируемых в диапазоне 2,5÷3,5 кВ, в то время как для ячменя оптимальным оказалось напряжение порядка 2,0 кВ.

Авторами публикации совместно с сотрудниками Института физики им. Б.И.Степанова НАН Беларуси [9] была изучена ответная агрономическая реакция семян злаковых культур, культивируемых в Беларуси (рожь «Пуховчанка», пшеница «Былина», ячмень «Дзівосны») на воздействие высокочастотного электромагнитного поля (ВЧЭМП) и плазмы высокочастотного емкостного разряда (ВЧЕР) с газовой температурой около 300 К. Экспериментальная установка ВЧЕР, созданная на основе генератора высокочастотного тока «ВЧИ-62-5-ИГ-101», позволяла возбуждать электромагнит-

ное поле и стабильно горящий в нем планарный емкостной  $\alpha$ -разряд на частоте  $f = 5,28$  МГц.

Эффективность обработки семян при экспозиции 15 минут наглядно демонстрируют рис. 1 и 2.

Одними из основных посевных показателей семян, определяемых Государственными стандартами СТБ 1123-98 и СТБ 1894-2008, являются их лабораторная всхожесть, энергия прорастания и длина проростков. Эффективность плазменно-радиоволновой обработки семян оценивали по изменению их агрономических качеств (всхожести и энергии прорастания) по отношению к контрольным (необработанным) образцам, а также по данным измерений морфометрических характеристик растений (длина и масса корней и проростков).

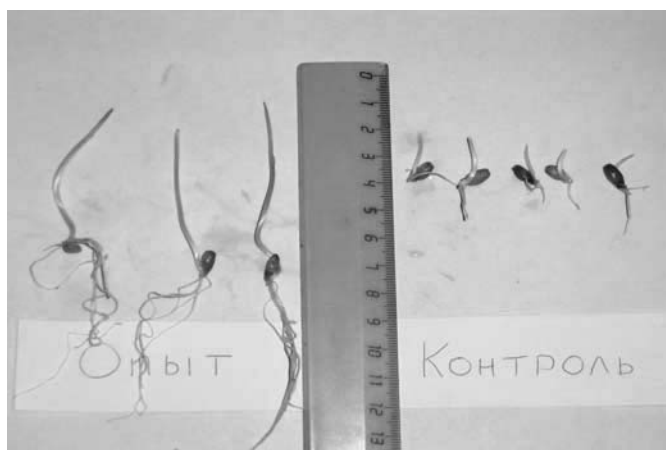
**Таблица 1**  
**Результаты электросепарирования**  
**семян злаковых**

| U, кВ                  | I фракция, г | II фракция, г | III фракция, г |
|------------------------|--------------|---------------|----------------|
| <b>Пшеница Былина</b>  |              |               |                |
| 1,5                    | 440          | 8             | 1              |
| 2,0                    | 440          | 8             | 1              |
| 2,5                    | 445          | -             | 4              |
| 3,0                    | 445          | -             | 4              |
| 3,5                    | 445          | -             | 4              |
| <b>Рожь Пуховчанка</b> |              |               |                |
| 1,5                    | 440          | 7             | 2              |
| 2,0                    | 440          | 7             | 2              |
| 2,5                    | 444          | -             | 5              |
| 3,0                    | 445          | -             | 3              |
| 3,5                    | 445          | -             | 4              |
| <b>Ячмень Дзівосны</b> |              |               |                |
| 1,5                    | 440          | 7             | -              |
| 2,0                    | 444          | 3             | 2              |
| 2,5                    | 440          | -             | 8              |
| 3,0                    | 430          | -             | 19             |
| 3,5                    | 420          | -             | 27             |

Результаты исследований длины проростков и накопления ими биомассы для контрольных и обра-



**Рисунок 1.** Пятидневные проростки контрольных и обработанных ВЧЭМП семян ржи «Пуховчанка» для определения их энергии прорастания



**Рисунок 2.** Накопление биомассы семидневными проростками ржи в результате плазменно-радиоволновой обработки семян

ботанных семян, представленные в табл. 2, 3, подтверждают эффективность рекомендованных режимов плазменно-радиоволнового воздействия, т. е. длина проростков для ржи достигала максимума при 7, а ячменя при 15-минутной экспозициях, для пшеницы оптимальный режим соответствует 30-и мин.

методика заключается в предварительном выделении партий выполненных, кондиционных семян методом электросепарирования, которые в дальнейшем для повышения их всхожести и энергии прорастания следует подвергать воздействию плазменно-волновой обработки для злаковых с экспозицией 7, 15 и 30 минут.

Перспективность данных работ обусловлена возможностью экономии финансовых средств за счет снижения объемов закупки элитных семян, а также отсутствием необходимости применения традиционных химических и биологических методов их предпосевной подготовки.

**Таблица 2**  
**Зависимость длины проростков злаковых от продолжительности плазменно-радиоволновой обработки**

| Культура          | Длина проростка |     |       |       |        |       |        |       |
|-------------------|-----------------|-----|-------|-------|--------|-------|--------|-------|
|                   | Контроль        |     | 7 мин |       | 15 мин |       | 30 мин |       |
|                   | см              | %   | см    | %     | см     | %     | см     | %     |
| Рожь «Пуховчанка» | 13,8            | 100 | 14,8  | 107,3 | 10,3   | 74,6  | 11,9   | 86,2  |
| Ячмень «Дзівосны» | 10,1            | 100 | 10,4  | 102,9 | 11,5   | 113,8 | 10,8   | 106,9 |
| Пшеница «Былина»  | 11,7            | 100 | 11,4  | 97,4  | 11,3   | 96,6  | 14,11  | 120,5 |

**Таблица 3**

**Влияние продолжительности плазменно-радиоволновой обработки на накопление биомассы 7-дневными проростками злаковых**

| Культура          | Вес проростка |     |        |       |        |       |        |       |
|-------------------|---------------|-----|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
|                   | Контроль      |     | 7 мин  |       | 15 мин |       | 30 мин |       |
|                   | вес, г        | %   | вес, г | %     | вес, г | %     | вес, г | %     |
| Рожь «Пуховчанка» | 2,75          | 100 | 2,97   | 108   | 2,95   | 107,3 | 2,45   | 89,1  |
| Ячмень «Дзівосны» | 2,78          | 100 | 2,72   | 97,8  | 2,45   | 88,1  | 2,5    | 89,9  |
| Пшеница «Былина»  | 2,6           | 100 | 2,65   | 101,9 | 2,8    | 107,7 | 3,1    | 119,2 |

### Выводы

Обнаружено, что обработка семян плазмой ВЧЕР оказывает положительное влияние не столько на длину корней и проростков злаковых, сколько стимулирует их мощность, силу и разветвленность, что способствует значительному увеличению в процессе онтогенеза энергии прорастания обработанных семян по сравнению с контрольными образцами. Показано также, что положительное действие плазменной обработки проявляется с «запаздыванием» – на 7-е сутки онтогенеза. В результате выполненных исследований установлено, что слабоинтенсивное высокочастотное электромагнитное поле, а также плазма могут быть использованы в качестве медиатора рецепторов клеток семян, запускающих внутриклеточные механизмы, приводящие к улучшению их свойств, в частности к повышению скорости и энергии прорастания, стимуляции роста побегов. Выяснение природы этих механизмов требует дальнейших экспериментальных и теоретических исследований.

Рекомендованы оптимальные режимы физического воздействия на семена злаковых культур как способа их предпосевной доработки. Разработанная

### ЛИТЕРАТУРА

1. Алексейчук, Г.Н. Физиологическое качество семян сельскохозяйственных культур и методы его оценки [Текст] / Г.Н. Алексейчук, Н.А. Ламан. – Минск: Право и экономика. – 2005. – 48 с.
2. Веселова, Т.В. Стресс у растений [Текст] / Т.В. Веселова, В.А. Веселовский, Д.С. Чернавский. – М.: Издательство МГУ. – 1993. – 145 с.
3. Гродзинский, Д.М. Радиобиология растений [Текст] / Д.М. Гродзинский. – Киев: Наукова думка. – 1989. – 381 с.
4. Веселова, Т.В. Гипоксия и повреждения при набухании стареющих семян [Текст] / Т.В. Веселова, В.А. Веселовский, П.Д. Усманов, О.В. Усманова, В.И. Козарь // Физиология растений. – 2003. – Т. 50. – № 6. – С. 930-937.
5. Кожокару, А.Ф. Механизм действия электрохимически активированной воды и водных растворов на скорость прорастания семян [Текст] / А.Ф. Кожокару, А.И.Мирошников // II междунар. Конгресс "Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине": сб. тезисов. – 2000. – С. 57.
6. Кузин, А.М. Идеи радиационного гормезиса в атомном веке [Текст] / А.М. Кузин. – М.: Наука. – 1995. – 158 с.
7. Решетников, В.Н. Электросепарация и плазменно-микроволновое воздействие на семена и растительные объекты [Текст] / В.Н. Решетников, Е.А. Городецкая, В.В. Ажаронко // Inzenieria i aparatura chemiczna. – № 1-2. – 2006. – Ст. 66-67.
8. Лагутин, А.Е. Анализ биологических объектов ядерно-физическими методами [Текст] / А.Е. Лагутин, Е.А. Городецкая // Inzenieria i aparatura chemiczna. – № 1. – 2007. – Ст. 79-80.
9. Городецкая, Е.А. Влияние плазменно-микроволновой обработки на посевные качества семян [Текст] / Е. А. Городецкая, Е. В. Спиридович, В. И. Горбачевич и др. // Доклады НАН Беларуси. – № 6. – Т. 51. – 2007. – С. 68-72.