согласованных базисов Даннинга, в частности, *сс-pVDZ*, в том числе и с добавлением диффузных функций, например, *aug-сс-pVQZ*, заметно занижает либо завышает расчетное значение исследуемого барьера. Оказалось, что наилучшую сходимость с экспериментальными данными ($\Delta G_{298}^\ddagger$) помимо достаточно затратного метода *RIMP2/λ2* дают приближения *PBE/SVP* и *PBE/def2-SVP* с использованием базисных наборов Алрича [9]. Последние также включены в современную версию пакета ПРИРОДА.

Выводы

Полученные данные позволили выбрать удобные с точки зрения корректности достигаемых результатов и временных затрат уровни теории для оценки барьера инверсии молекулы аммиака: *PBE/SVP* либо *PBE/def2-SVP*. Эти приближения можно использовать для исследования эндокластеров аммиака в фуллеренах и нанотрубках, а также в кавитандах различной природы.

1. Reimers J.R., McKemmish L.K., McKenzie R.H., Hush N.S. Bond angle variations in XH_3 [$X = N, P, As, Sb, Bi$]: The critical role of Rydberg orbitals exposed using a diabatic state model // *Physical Chemistry Chemical Physics*. 2015. V. 17. P. 24618–24640.
2. Li Y.-Q., Song P., Ma F.-C. Accurate equilibrium inversion barrier of ammonia by extrapolation to the one-electron basis set limit // *Chinese Physics B*. 2014. V. 23. 023301.
3. Sharma, R.; Goerigk, L. The INV24 test set: How well do quantum-chemical methods describe inversion and racemization barriers? // *Canadian Journal of Chemistry*. 2016. V. 94. P. 1133–1143.
4. Маслий А.Н., Гришаева Т.Н. К вопросу о выборе оптимального атомного базиса для квантово-химических расчетов больших молекулярных систем: применение функционала PBE в исследовании структурирования воды в кукурбит[*n*]урилах // *Вестник Казанского технологического университета*. 2016. Т. 19. № 5. С. 28–31.
5. Laikov D.N., Ustynyuk Y.A. PRIRODA-04: A quantum-chemical program suite. New possibilities in the study of molecular systems with the application of parallel computing // *Russian Chemical Bulletin*. 2005. V. 54. № 3. P. 820–826.
6. Kuznetsov V.V. Stereochemistry of simple molecules inside nanotubes and fullerenes: Unusual behavior of usual systems // *Molecules*. 2020. V. 25. № 10. 2437.
7. HyperChem 8.0. <http://www.hyper.com>.
8. Holleman-Wiberg. *Inorganic Chemistry*; ACADEMIC PRESS: San Diego, CA, USA, 2001. P. 616–617.
9. Schäfer A., Horn H., Ahlrichs R. Fully optimized contracted Gaussian basis sets for atoms Li to Kr // *Journal Chemical Physics*. 1992. V. 97. P. 2571–2577.

Галушина П.С., Павлова Я.С., Шокин С.М.

Технология протравливания семян зерновых культур

ФГБОУ ВО Уральский Государственный Аграрный Университет
(Россия, Екатеринбург)

doi: 10.18411/lj-07-2020-33

idsp: ljjournal-07-2020-33

Аннотация

Протравливание семян является мероприятием, направленным на защиту растений от болезней и вредителей. От протравливания семян зависит значительная часть сохраненного урожая. В статье приведено определение протравливания семян, протравителей, виды протравителей: фунгицидные и инсектицидные. Описаны способы обработки семян пестицидами: сухое протравливание, полусухое протравливание, гидрофобизация, мокрое протравливание. Приведены основные требования к протравливанию семян и пестициды, применяемые для обработки семян. Охарактеризована технология протравливания семян: мониторинг семян, процесс протравливания семян, оценка качества семян, места, где проводится протравливание семян. Приведены факторы, влияющие на протравливание семян: полнота протравливания, равномерность распределения, степень удерживаемости пестицида.

Представлено влияние посевного материала на качество протравливания. Протравливание семян является необходимым этапом в обработке семян, поскольку правильно проведенное протравливание позволяет получить качественный урожай.

Ключевые слова: протравливание семян, зерновые культуры, технология, обработка семян, пестициды

Abstract

Seed dressing is an activity aimed at protecting plants from diseases and pests. A significant portion of the stored crop depends on seed dressing. The article provides a definition of seed dressing, dressing, types of dressing: fungicidal and insecticidal. Methods for treating seeds with pesticides are described: dry dressing, semi-dry dressing, hydrophobization, wet dressing. The basic requirements for seed dressing and pesticides used for seed treatment are given. The seed dressing technology has been characterized: seed monitoring, seed dressing process, seed quality assessment, places where seed dressing is carried out. The factors affecting seed dressing are given: dressing completeness, uniformity of distribution, degree of pesticide retention. The effect of seed on the quality of dressing is presented. Seed dressing is a necessary step in seed treatment, since properly dressed dressing allows you to get a quality crop.

Keywords: seed dressing, crops, technology, seed treatment, pesticides

Значительная часть сохраненного урожая зависит от правильности технологии протравливания семян. Несмотря на высокую стоимость данной технологии, она является экономически эффективной. Так, протравливание семян позволяет сохранить до 50% урожая, что является необходимым условием при стремлении предприятия к высоким показателям. [1]

Протравливание семян, или обработка семян пестицидами является мероприятием, направленным на то, чтобы защитить растения от вредителей и болезней, с применением специальных препаратов. Фунгицидные препараты, применяемые для протравливания семян, называют *протравителями*. В процессе протравливания пестициды наносятся на семена для того, чтобы обезвредить их от внешних и внутренних инфекций растительного происхождения, а также для того, чтобы обеспечить защиту проростков и семян от вредителей и фитопатогенных микроорганизмов, обитающих в почве. [3]

Виды протравителей. Протравители семян подразделяются на *фунгицидные* и *инсектицидные*. Фунгицидные протравители обеспечивают защиту семян и всходов от семенной и внешней патогенной инфекции, а инсектицидные – от насекомых и почвенных микроорганизмов. В Российской Федерации более распространены фунгицидные препараты. Это обусловлено трудностью борьбы с заболеваемостью растений в период прорастания семян.

Кроме того, большая часть предприятий осуществляет самостоятельное протравливание семян (в основном для защиты от семенных инфекций), используя для этого фунгицидные протравители. [4]

Способы обработки семян пестицидами. Выделяют следующие способы протравливания семян:

- *Сухое протравливание* – является наиболее легко осуществимым способом. Проводится в специальных машинах, в которых семена перемешиваются с препаратами в виде порошка. К недостаткам данного способа относятся: скопление пыли в местах обработки, неравномерное распределение препарата на семенах.
- *Полусухое протравливание (с увлажнением)* – при данном способе расходуется от пяти до десяти литров воды на тонну семян. Водой разбавляют формалин. Просушка семян необязательна, так как

влажность семян не меняется существенно. Протравливание осуществляется жидкими формами препарата, их используют в случае низкой нормы препарата, добавляя воду или не добавляя ее.

- *Гидрофобизация* – осуществление обработки при помощи раствора полимеров. При этом на семенах образуется тонкая пленка, которая плотно к ним прилегает. Гидрофобизация включает в себя протравители фунгицидного либо комплексного инсекто-фунгицидного и бактерицидного воздействия. При этом препарат удерживается на поверхности семени хорошо, проявляя максимальную эффективность. Повышается устойчивость семян к низким температурам почвы, растет урожайность и всхожесть культур.
- *Мокрое протравливание* – процесс, при котором семенной материал опрыскивается, поливается, либо намачивается суспензией или растворами, после чего просушивается до достижения нормальной влажности. [5] При мокром протравливании также используют формалин.

Требования к протравливанию семян:

1. Не рекомендуется осуществлять протравливание семян с высоким содержанием пыли, поскольку мелкие частицы, имея большую относительную поверхность, связывают протравитель эффективнее протравливаемого материала. Пыль от запыленных семян, в которой содержится препарат, негативно влияет на санитарно-гигиенические условия работы. Места хранения обработанных семян должны быть прохладными, сухими, хорошо вентилируемыми, высевать семена необходимо не позднее, чем через месяц после осуществления протравливания. Соблюдение перечисленных условий способствует длительному сохранению семян.

2. Семена не рекомендуется хранить в местах с повышенной влажностью, поскольку это приводит к повреждению их плесенью и гибели. Несмотря на то, что протравливание семян в ряде случаев может уменьшить их всхожесть, данный метод все равно является хозяйственно эффективным. Это обусловлено способностью к кущению злаковых культур, а также превышенной нормой посева семян овощных культур.

3. Протравливание семян должно осуществляться на специальном оборудовании, которое соответствует санитарно-гигиеническим требованиям и нормам инженерного проектирования.

4. Место для протравливания семян должно иметь ограждение и озеленение по периметру. Протравливание должно осуществляться на площадке с твердым покрытием, имеющей уклон для отвода вод.

5. Протравливание должно быть полностью механическим процессом, ручное протравливание недопустимо.

6. Протравливание должно осуществляться в хорошо кондиционируемых местах.

Пестициды, применяемые для обработки семян. Препараты, которые используются для обработки, подразделяют на простые и комбинированные. Простые препараты отличаются тем, что действующее вещество является одним химическим соединением, у комбинированных препаратов действующее вещество состоит из нескольких соединений. Комбинированные препараты способствуют наибольшей эффективности фунгицидного действия, создаются путем сочетания простых протравителей.

Другим основополагающим процессом подготовки семян к посеву является **предпосевная обработка семян микроэлементами**, при которой используются

микроудобрения. При попадании микроэлементов в почву они образуют малорастворимые соединения. Наиболее эффективной является обработка семян комплексонатами Fe, Co, Cu, I, Mn, Mo. Эти элементы являются безопасными (не токсичны и не пожароопасны).

Технология протравливания. Протравливание семян начинают с мониторинга посевного материала, при этом определяется, насколько материал заражен семенной инфекцией, а также вид возбудителей. Наиболее вредоносными являются: пыльная, каменная и черная головня ячменя, пыльная головня пшеницы. За десять лет интенсивность массовых вспышек достигает до 6 раз, выпревание озимых культур – до трех раз. После мониторинга делается заключение о том, можно ли использовать партию зерна для семенных целей. В семенах недопустимо наличие пыльной головки, внутренней инфекции, примесей твердой головки. Содержание внешней инфекции должно составлять не более 30%. Системные протравители используют при заражении пыльной головней, при заражении твердой головней помимо системных используют также контактные препараты. Если число спор превышает 500 на одно зерно, то целесообразнее использовать системные фунгициды. Благодаря фитоэкспертизе семян появляется возможность правильного подбора препарата, а также дифференцирования проведения протравливания – иными словами, перераспределению препарата при его недостатке. [8]

Необходимо, чтобы при проведении протравливания действующие вещества в небольших количествах были равномерно распределены на поверхности семян. Для того, чтобы протравливание прошло наиболее эффективно, необходимо, чтобы вещества соответствовали ряду характеристик: точно выдержанная норма расхода, равномерное распределение препарата, устойчивость действующего вещества и сохранение его после механических воздействий.

В процессе протравливания на каждое зерно наносят препарат в дозе 1/2000-1/10000 мл. Попадание препарата на каждое зерно зависит от объемной массы семян. Так, если масса семян низкая, ухудшается качество протравливания и сыпучесть семян. Этот эффект усиливается, если поверхность семян негладкая, а также если при протравливании семян с увлажнением используется небольшое количество воды. Это может привести к возникновению проблем с транспортировкой семян по трубопроводам сеялок. Решением проблемы с транспортировкой является правильная регулировка молотильного аппарата, а также очистка и сортировка семян перед протравливанием. [2]

Оценивая качество семян визуально, необходимо обратить внимание на то, насколько зерно равномерно окрашено. Однако необходимо отметить, что поскольку в партии посевного материала встречаются как светлые, так и темные зерна, окраска протравленных семян менее равномерна. При этом качество протравливания таких семян не отличается от качества протравливания семян с одинаковой окраской.

Технология протравливания семян оказывает влияние на эффективность их обработки. Установки для протравливания, используемые в настоящее время, способны обрабатывать большое количество материала. Для сухого протравливания используют шнековые или барабанные протравливатели, а для жидких используется более мощная техника, в которой присутствует отдельная секция, через которую обрабатываемый материал пропускается в форме тонкой вуали либо тонкого слоя, каждое зерно при этом опрыскивают препаратом в необходимой дозировке. Если качество первичного распределения препарата неудовлетворительное, проводят вторичное распределение. В барабанных и шнековых протравливателях опрыскиваются сперва верхние зерна, при плохом их первичном распределении вторичное распределение не способствует решению проблемы плохого распределения препарата на зернах. Жидкие препараты

наносят на зерна при помощи распыскивания с использованием высокооборотных распыляющих дисков.

Протравливание семян производится либо централизованно, то есть на поточных линиях заводов, либо непосредственно в хозяйствах. Предпосевное протравливание в хозяйствах совмещено с загрузкой сеялки и на токах в зернохранилищах, заблаговременное – в пунктах и отделениях протравливания, заблаговременное централизованное – в поточных линиях заводов. [7]

Факторы, влияющие на качество протравливания семян.

Ключевым фактором, определяющим качество протравливания, является степень покрытия семян пестицидами. Норма расхода препаратов определена Государственным каталогом пестицидов и агрохимикатов. На качество протравливания влияют: равномерность распределения препарата, полнота протравливания и способность препарата удерживаться на семенах.

Полнота протравливания равна отношению массы фактически нанесенного на семена препарата к установленной норме расхода. Полнота протравливания выдержана четко, составляет от 80% до 120%. При меньшей полноте протравливания невозможно получить необходимый защитный эффект. При большей полноте протравливания могут возникать негативные последствия.

Равномерность распределения препарата показывает степень распределения препарата на поверхности каждого семени, а также фактическую массу пестицида. Равномерность можно считать удовлетворительной, если значение коэффициента вариации составляет не более 30%.

Степень удерживаемости пестицида отражает количество фактической массы пестицида на поверхности семян до механических воздействий, а также после них. Удерживаемость препарата является удовлетворительной, если ее значение составляет более 70%. [6]

Подводя итоги, необходимо отметить, что протравливание семян зерновых культур является необходимым процессом их обработки. Некачественное проведение протравливания может привести к снижению биологического эффекта фунгицидного препарата, а качественное протравливание является необходимым условием для получения стабильного и хорошего урожая.

1. Байгускаров, М.Х. Совершенствование барабанного протравливателя для предпосевной обработки семян биопрепаратами : дис. канд. техн. наук : 05.20.01 / Байгускаров Марат Халфиевич; [Место защиты: Башкир, гос. аграр. ун-т] // Уфа, 2011. 143 с.
2. Вялых В.А. Совершенствование технологического процесса протравливания семян / Вялых В.А., Савушкин С.Н. // Защита и карантин растений, 2011
3. Кулистикова Татьяна. Предпосевная защита. // Агротехника и технологии, 2008
4. Постовалов А.А. Оценка эффективности предпосевной обработки семян яровой пшеницы препаратами в борьбе с корневой гнилью // Вестник Курганской ГСХА, 2018
5. Салахов И.М. Разработка и обоснование параметров пневмомеханического протравливателя семян зерновых культур // ВАК РФ 05.20.01, 2014
6. Тришкин, Д.С. Справочник агронома по вопросам протравливания семян зерновых культур. Рекомендации для качественного протравливания / Под редакцией к.б.н. Тришкина Д.С. // М., 2006.
7. Хилевский В.А. Протравливание семян - значительный профилактический прием в защите зерновых культур // Инновационная наука, 2015
8. Хилевский В.А. Фитоэкспертиза и протравливание семян озимой пшеницы в Ростовской области / Наука и образование. Сборник научных трудов. Материалы IV Международной научно-практической конференции (31 июля 2015 г.), М., «Перо», 2015. - С. 102-106.