

УДК 631.53

ОСОБЕННОСТИ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН С ПРИМЕНЕНИЕМ МИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ

Дринча Василий Михайлович

доктор технических наук, профессор

Арктический государственный агротехнологический университет

г. Якутск, Россия

e-mail: vdrincha@list.ru

Дондоков Юрий Жигмитович

кандидат технических наук, доцент

Арктический государственный агротехнологический университет

г. Якутск, Россия

Платонова Агафья Захаровна

кандидат сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник

Арктический государственный агротехнологический университет, Окемский филиал

г. Якутск, Россия

Аммосов Иннокентий Николаевич

старший преподаватель

Арктический государственный агротехнологический университет

г. Якутск, Россия

Пахомов Виктор Викторович

аспирант инженерного факультета

Арктический государственный агротехнологический университет

г. Якутск, Россия

Аннотация. Представлены способы предпосевной микробной обработки семян, а также их классификация. Приведены свойства способов микробной предпосевной обработки семян, включающие биопрайминг, обработку пленкообразующими препаратами, суспензионную обработку и пеллетирование. Показано влияние процессов предпосевной подготовки семян на их посевные свойства семян. Проанализированы устройства для нанесения жидких микробных препаратов на семена, включающие центробежные и гидравлические дозирующие системы жидкостей. Разработана лабораторная установка для предпосевной обработки семян жидкими микробными препаратами.

Ключевые слова: СЕМЕНА, ПРЕДПОСЕВНАЯ ПОДГОТОВКА СЕМЯН, МИКРОБНАЯ ОБРАБОТКА СЕМЯН, БИОПРАЙМИНГ, ПЛЕНКООБРАЗУЮЩИЕ ПРЕПАРАТЫ, СУСПЕНЗИОННАЯ ОБРАБОТКА, ПЕЛЛЕТИРОВАНИЕ СЕМЯН, УСТАНОВКА ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ЖИДКИМИ МИКРОБНЫМИ ПРЕПАРАТАМИ

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия рост объемов производства с.-х. продукции достигался в основном за счет его химико-техногенной интенсификации, что привело к увеличению энерго- и ресурсозатрат в с.-х., нарушению процессов круговорота основных биогенных элементов в искусственных агроценозах, а также к химическому загрязнению выращиваемой продукции и окружающей среды [3].

Интенсивное использование агрохимикатов в современных технологиях выращивания с.-х. продукции загрязняет агроэкосистемы, приводит к деградации гумуса и снижению почвенного плодородия.

Микроорганизмы существуют почти во всех средах и играют жизненно важную роль в благосостоянии человечества. Они способны делиться каждые двадцать-тридцать минут, некоторые штаммы могут произвести миллиард клеток из исходного штамма всего за 15 часов. Некоторые бактерии являются патогенными (болезнетворными), например вызывающими туберкулез, проказу, брюшной тиф, дифтерию, волнообразную лихорадку, дизентерию, сифилис, чуму, холеру и столбняк.

С другой стороны, многие бактерии чрезвычайно полезны и в процессе разложения могут превращать ткани животных и растений в более доступные и пригодные для повторного использования питательные вещества. Еще одна группа огромной важности включает те бактерии, которые жизненно важны для производства пищевых продуктов, таких как сыр, соленья, йогурт и т. д., в то время как другая группа играет существенную роль в производстве текстиля, кожи, моющих средств, с.-х. силоса и фармацевтических препаратов.

В последние десятилетия в мировой практике с.-х. производства чрезвычайно важное значение имеет инокуляция семян (рис. 1).

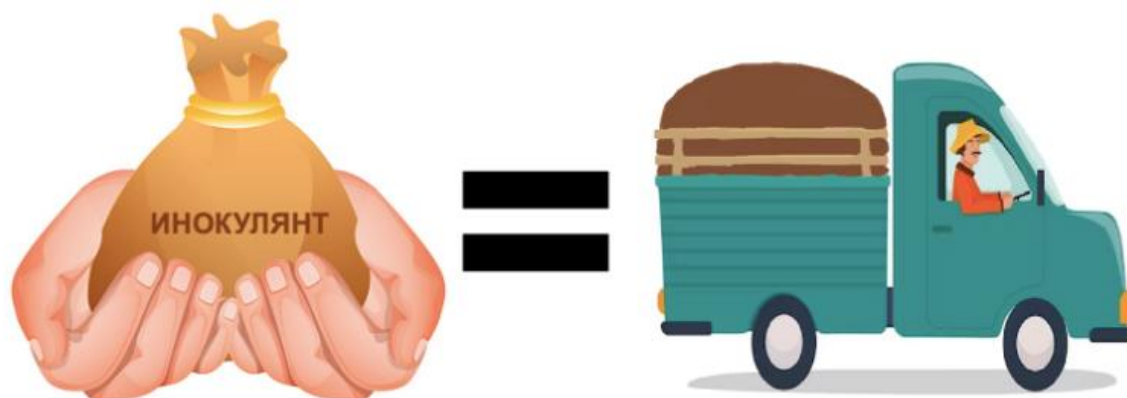


Рис. 1. Грузовик содержит 4 тонны почвы с поля с достаточным количеством клубеньковых бактерий, в руке три 100-граммовых пакета клубеньковых бактерий рода *Rhizobium*. В трех маленьких пакетах столько же живых бактерий, сколько и в почве грузовика.

Бактерии, называемые *Rhizobium*, благотворно заражают бобовые растения и позволяют фиксировать атмосферный газообразный азот в азотистую пищу для растений [5, 11]

Инокуляция семян – это практика покрытия поверхности семян азотфиксирующими бактериями (*Rhizobium* или *Bradyrhizobium*) перед посевом. Бактерии проникают в корень, что приводит к образованию корневых клубеньков, которые фиксируют азот из воздуха и делают его легкодоступным для растения (рис. 2) [4, 10].



Рис. 2. Процесс азотофиксации клубеньковыми бактериями атмосферного азота

Эта с.-х. практика характерна для бобовых, таких как клевер, люцерна, фасоль, соя и т.д., которые находятся в симбиотических отношениях с бактериями *Rhizobium*. Инокуляция семян приносит пользу как семенам, так и бактериям *Rhizobium*. Она защищает необходимые азотфиксирующие бактерии, так как большинство семян содержат естественные токсины против гниения почвы, которые также уничтожают *Rhizobia*.

Микробная обработка семян бобовых растений в земледелии является актуальной в настоящее время. Она улучшает севообороты в переходном биологизированном земледелии, повышается культура использования атмосферного азота в с.-х. производстве. Сохраняется и приумножается плодородие почвы и качество получаемой с.-х. продукции.

Целью статьи является анализ и определение технологических и технических особенностей предпосевной обработки семян с применением микробных препаратов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Основным методом исследований являлся аналитический метод обобщения взаимосвязей между посевными свойствами семян, технологическими факторами их производства, а также воздействия внешней окружающей среды. Материалы исследований получены в процессе проведения многолетних наблюдений, экспериментальных исследований и анализа современных технологий предпосевной подготовки семян.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Семенное зерно представляет собой биологический живой организм, подвергающийся воздействию внешних факторов, а также технологического воздействия в процессе их возделывания, послеуборочной обработки, хранения и предпосевной подготовки (рис. 3).

За последние десятилетия инокулянты были значительно улучшены, и в настоящее время все больше производителей используют инокуляцию семян для увеличения прибыли и уменьшения антропогенного воздействия на окружающую среду.

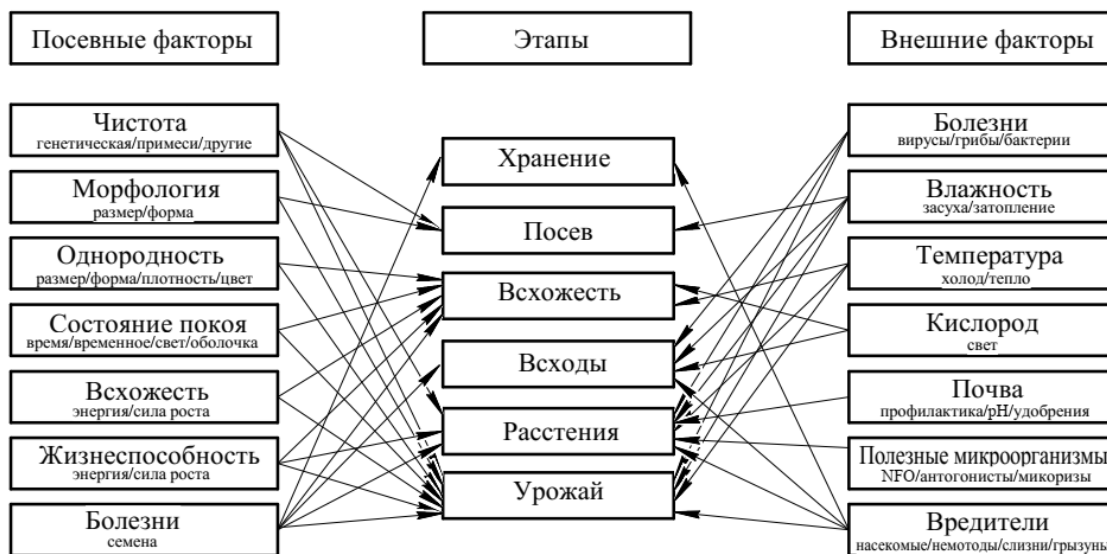






Рис. 3. Факторы, влияющие на посевные свойства семян.

В ряде литературных источников [5, 6] опубликованы результаты исследований способов приготовления и применения большого количества микроорганизмов для обработки семян в исследовательских целях, относительно немногие из которых могут быть применены в условиях реального сельского хозяйства.

Способы нанесения микробных препаратов на семена включают: биопрайминг, обработка пленкообразующими препаратами, суспензионная обработка, пеллетирование (табл. 1) [9, 12].

Таблица 1

Основные способы микробной обработки семян и их свойства

Характеристики	Биопрайминг	Обработка пленкообразующими препаратами	Суспензионная обработка	Пеллетирование
	 инокулянт внутри семени	 инокулянт в тонкой пленке на поверхности семян	 инокулянт в связующем липком веществе на поверхности семени	 инокулянт на поверхности в совокупности с другими компонентами
способ	вымачивание семян в суспензии инокулянта (солевой)	инокулянт в взвеси (сахара, метилцеллюлозы) с последующим высушиванием	инокулянт в сыпучей среде (торфе), нанесен на семена с помощью прилипателя	типичный процесс пеллетирования
практическая полезность	эксперименты, ограниченное коммерческое применение	в основном для экспериментов	широко применяется для обработки инокулянтами с бактериями <i>Rhizobia</i> перед посевом	недостаточно разработан, но востребован
выживаемость микроорганизмов	хорошая, долгосрочная	краткосрочная	переменная	низкая, если не используется устойчивый инокулянт к др. наносимым компонент.

Биопрайминг (biopriming) представляет собой новый метод обработки семян, интегрирующий биологические (погружение семян в микробную суспензию на заданный период с последующей сушкой семян (иногда под вакуумом), чтобы предотвратить начало прорастания) и физиологические аспекты (гидрация семян) для защиты семян от болезней. В последнее время применяется как альтернативный метод для защиты многих семян, включая и почвенные патогены. Учитывая высокую затратность этого метода, он рекомендуется для обработки дорогих се-

мян, например, овощных культур. Биопрайминг является альтернативой химической обработки семян.

Пленочное покрытие представляет собой нанесение инокулята в виде водной клеточной суспензии или в жидком полимере или клее. Обычно используемые материалы включают метилцеллюлозу, растительные масла или парафин, полисахариды.

При использовании суспензии инокулянта, приготовленные в виде порошка или других носителей (обычно торфа), наносятся на внешнюю поверхность семян с помощью клеящих веществ.

Пленочное покрытие в основном используется экспериментальных исследований, но суспензионная обработка широко используется для инокуляции семян бобовых в хозяйственных условиях.

Многие из способов микробной инокуляции семян используются в исследовательских целях и непригодны для масштабирования до коммерческого применения.

Исходное состояние семян оказывает существенное влияние на выбор способа обработки семян. Независимо от вида семян, их состояния и технологий возделывания все семена должны пройти все операции послеуборочной обработки. Способы микробной инокуляции оказывают комплексное влияние на посевные свойства, а также позволяют снизить отрицательное влияние внешних факторов на развитие ростков и рост растений (рис. 4).

Разработанная классификация технологических процессов нанесения микробных препаратов на семена может быть использована при выборе оптимальных технологий предпосевной обработки семян.

Для нанесения жидких микробных препаратов на семена применяют распылители, которые зачастую включают дозирующие системы жидкостей. Наиболее широкое применение находят распылители двух типов: центробежные и гидравлические.

Центробежные распылители обычно включают вращающийся диск с регулируемой частотой оборотов, максимальное значение обычно доходит до 3000 об/мин [2, 8].

Распыление жидкостей с центробежными распылителями требует дополнительных дозирующих устройств для точной дозировки подаваемого жидкого препарата на вращающийся центробежный диск, что усложняет конструкцию. Вращение центробежного диска на высоких оборотах может повреждать микроорганизмы.

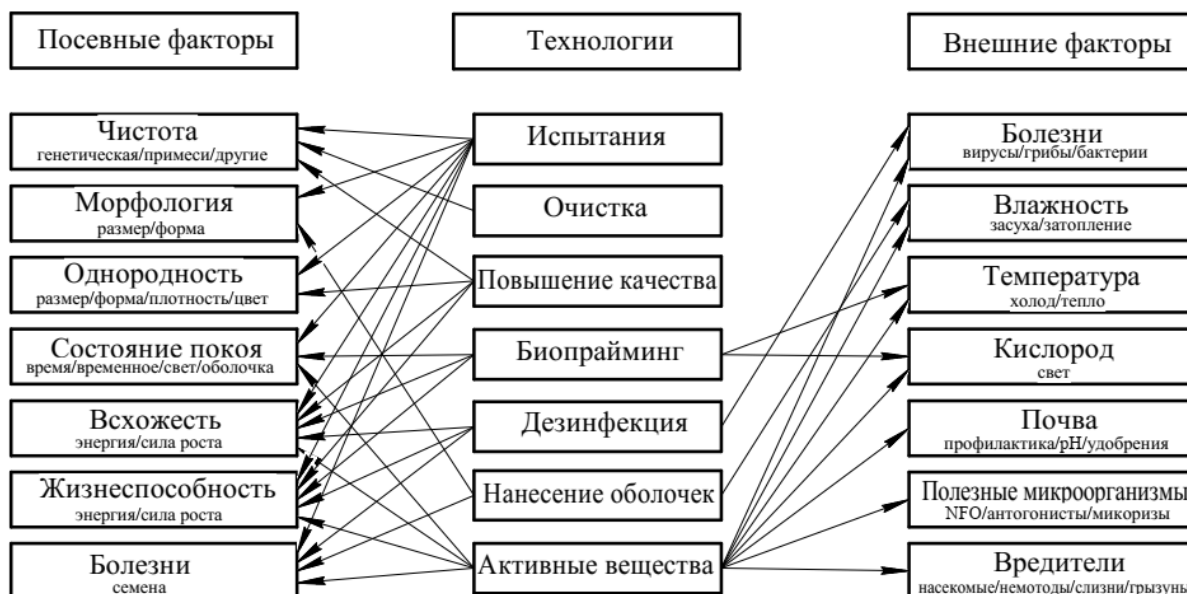


Рис. 4. Влияние технологических процессов послеуборочной обработки, а также внешних факторов на предпосевную обработку семян

В технике для защиты растений распространены гидравлические распылители [7], которые выполняют следующие функции:

- обеспечивают требуемую норму расхода препарата;
- распыляют жидкость на капли требуемых размеров;
- образуют факел распыла требуемой формы.

До второй половины 19 века распылителям уделялось недостаточное внимание. Практически не использовали давление жидкости для ее распыления и получения мелких капель. С развитием насосной техники в 1860-1940 гг. энергия, передаваемая посредством давления жидкости, все чаще использовалась для их распыления и получения мелкодисперсного распыла. Эффективность распыла в значительной степени определялась конструкцией распылителей.

При прохождении жидкости сквозь простую трубку или отверстие (в пластине) образуется прямой поток, покидающий выходное отверстие. Струя жидкости при выходе из гидравлического распылителя может иметь скорость до 18 м/с и больше. Эта скорость уменьшается вследствие сопротивления воздушному потоку и в процессе образуется множество капель с разными размерами.

Начиная с 1940-х годов с развитием технологий опрыскивания, а также с ростом экологических требований к применению пестицидов промышленностью разработано и выпускается большое количество различных типов распылителей, предназначенных для специальных видов обработок и условий их применения.

Нанесение капель жидкости на поверхность семян в этих устройствах приводит к низкой полноте покрытия семян каплями жидкости. Семена, непосредственно контактирующие с каплями жидкости, получают в 2...3 раза препарата

больше рекомендуемой нормы. В то же время, на семена, находящиеся в нижних слоях семенного потока непосредственно, не поступают капли распыленной жидкости. Препарат на семена нижних слоев поступает вследствие их контакта с семенами из верхних слоев.

Известны устройства для нанесения жидких компонентов на плоский семенной поток, образованный механизмом заслонок. Плоский семенной поток в процессе перемещения сверху вниз обрабатывается горизонтально расположенными с обеих сторон потока гидравлическими распылителями с плоскими факелами распыла.

Толщина и плотность плоского семенного потока регулируются величиной открытия выгрузного отверстия бункера, что приводит к необходимости размещения двух распылителей с обеих сторон плоского потока. Обработка семенного потока распылителями с плоским факелом обуславливает неравномерность обработки, так как диаметр и плотность капель в центре факела и по его периферии отличаются.

Выше проведенный анализ и выполненные исследования позволили выявить, что в классе малозатратных, высокопроизводительных устройств и обладающих высоким качеством обработки являются технические решения, в которых перед подачей распыленных капель жидкого компонента на семена их диспергируют, т.е. расслаивают в потоке.

Основным представителем данного типа класса технических систем является канадский шнековый загрузчик семян с диспергатором цилиндрического типа фирмы Gustafson.

Проведенный анализ данного устройства, а также проведенные отдельные эксперименты позволили установить следующее.

Равномерность покрытия семян снижается вследствие неравномерного выплескивания семян из внутреннего цилиндра, так как, при даже небольшой пульсации производительности входного семенного потока или изменения физико-механических свойств семян будет изменяться плотность и толщина кольцевого слоя семян в зоне обработки распыленными каплями.

Недостаточное покрытие семян, перемещающихся в непосредственной близости к внутренней стенке внешнего цилиндра, вследствие явления экранирующего эффекта, на семена, находящиеся ближе к вертикальной осевой линии цилиндров, поступает больше жидкости, чем на семена, более отдаленные от осевой линии.

С целью преодоления вышеперечисленных недостатков конструкции данного типа разработана лабораторная установка, позволяющая моделировать диспергируемый семенной поток и обработку его распыленными каплями при различных режимах воздействия капель факела на диспергированный материал (рис. 5).

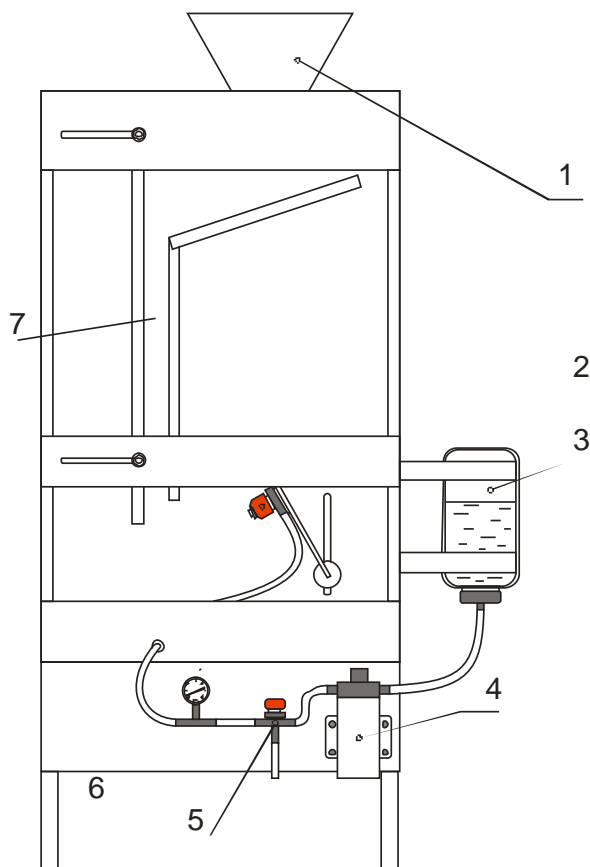


Рис. 5. Лабораторная установка для нанесения жидких микробных препаратов на семена: а – общий вид; б – схема: 1 - загрузочный бункер; 2- распылитель; 3 – бак рабочего раствора; 4 – диафрагменный насос с 12 вольтовым приводом; 5- механический регулятор расхода (дрессельного типа); 6 – манометр; 7 – вертикальный канал.

Разработанная установка включает: загрузочный бункер 1, корпус распылителя с отсекающим клапаном и распылителем 2, емкость для жидкого препарата 3, 12 вольтовый насос дозатор диафрагменного типа 4; регулировочный дроссель 5; манометр 6 и кольцевой вертикальный канал 7. Характеристики применяемого насоса в установке приведены в приложении.

На разработанной установке были обработаны семена овса микробными препаратами Сахабактисубтил и Мамонтек в 2021 г. и в 2023 г. Семена были высеяны на опытных полях в Октемцах (филиал АГАТУ) при выращивании овса на сенаж. Анализ полевых опытов подтвердил высокую эффективность выбранных препаратов, а также соответствие разработанной установки агротехническим требованиям предпосевной обработки семян микробными препаратами.

Было установлено, что независимо от цели, с которой наносятся полезные микроорганизмы на семена, для эффективности процесса необходимо массовое размножение микроорганизмов в целевой среде.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В последние годы в сельском хозяйстве растет интерес к использованию полезных микроорганизмов как альтернативы химическим пестицидам и синтетическим удобрениям.

2. Нанесение полезных микроорганизмов на семена в процессе предпосевной подготовки является эффективным способом внесения микробного инокулянта в почву, где он колонизирует корневую систему растений и защищает его от почвенных болезней и вредителей.

3. Несмотря на длительное применение инокулянтов семян бобовых культур *Rhizobia spp* и множество подтверждающих эффективность исследований широкого спектра других полезных микроорганизмов коммерчески доступных микробных инокулянтов семян все еще мало.

4. Методы инокуляции семян, применяемые в исследовательских целях, часто неосуществимы в коммерческих масштабах и существуют серьезные технические проблемы в поддержании жизнеспособности микробного инокулянта на семенах в процессе обработки и хранения.

5. Необходимы дальнейшие исследования, прежде чем можно будет использовать преимущества широкого спектра экологически чувствительных потенциальных инокулянтов семян для использования в сельском хозяйстве, восстановлении экосистем и биоремедиации.

6. Не существует единственного решения проблемы улучшения инокулянтов семян, обеспечения требуемой приживаемости и стабильного развития в полевых условиях.

7. Междисциплинарные исследования в области микробной физиологии, физиологии семян и адъювантной химии приведет к созданию новых препаративных форм, сохраняющих жизнеспособность инокулянтов, а также семян в процессе хранения.

Список литературы

1. Бокхольт К. Когда микробы в помощь. Новое сельское хозяйство. 2019. № 6. с. 56...60
2. Дринча В.М., Дондиков Ю.Ж., Черкашин С.С. Технологические особенности гидравлических распылителей и их применение в штанговых опрыскивателях / Сб.: Ларионовские чтения-2022. Сб. научно-исследовательских работ по итогам научно-практической конференции. Якутск, 2022. с. 147-161.
3. Дринча В.М. Концептуальные и методологические аспекты стратегии развития механизации сельского хозяйства / В.М. Дринча; М.: Россельхозакадемия, 2003. – 60 с.
4. Дрёпа Е.Б., Власова О.И., Пономаренко М.В., Пшеничный Р.Н., Ильминская Д.О. Влияние ростстимулирующих препаратов и микроудобрений на всхожесть и энергию прорастания озимой пшеницы // Земледелие. 2022. - № 8 - С.18-21.
5. Иванова Е.П. Влияние микро- и бактериальных препаратов на урожайность люцерны изменчивой 1-2 годов жизни в условиях Приморского края // Сб. материалов XV Международной

научной конференции. 2018 «Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК» (Брянск, 09–10 апреля 2018 года). – Брянск: Издательство Брянского государственного аграрного университета (Кокино), 2018. – С. 662-667.

6. Пахомов В.В., Аммосов И.Н., Кузьмин В.И., Черкашин С.С., Дринча В.М., Платонова А.З., Дондиков Ю.Ж. Воздействие инокуляции семян люцерны клубеньковыми бактериями *Rhizobia* при выращивании на зеленую массу и семена. Материалы конкурса научно-исследовательских работ студентов, магистрантов, аспирантов и школьников. «Бойновские чтения», Якутск, с. Октемцы, 2023. с. 66...68.

7. Практикум по химической защите растений / Под ред. Г.С. Груздева; М.: Колос. - 1992. – 271 с.

8. Соловьева, Н.Ф. Технологии и технические средства для защиты сельскохозяйственных растений от вредителей и болезней: Научный аналитический обзор / Н.Ф. Соловьева; М.: ФГНУ «Росинформагротех». - 2001. – 60 с.

9. Bennett G.M. Seed Inoculation, Coating and Precision Pelleting Science, Technology and Practical Applications. CRC Press Taylor & Francis Group. 2016, p. 344.

10. Berg G (2009) Plant-microbe interactions promoting plant growth and health: perspectives for controlled use of microorganisms in agriculture. *Appl Microbiol Biotechnol* 84:11...18

11. Lupwayi NZ, Olsen PE, Sande ES, Keyser HH, Collins MM, Singelton PW, Rice WA (2000) Inoculant quality and its evaluation. *Field Crop Res* 65:259–270.

12. Maureen O’Callaghan. Microbial inoculation of seed for improved crop performance: issues and opportunities. *Appl Microbiol Biotechnol* (2016) 100:5729–5746.

FEATURES OF SEED TREATMENT WITH MICROBIAL PREPARATIONS

Drincha Vasilii Michailovich

Doctor of Technical Sciences, Professor
Arctic State Agrotechnological University
Yakutsk, Russia
e-mail: vdrincha@mail.ru

Dondikov Yuriy Zhigmitovich

PhD in agricultural engineering
Arctic State Agrotechnological University
Yakutsk, Russia

Platonova Agaphja Zaharovna

PhD in agricultural science, chief researcher,
Arctic State Agrotechnological University, Oktemsky branch
Yakutsk, Russia

Ammosov Innokentiy Nikolaevich

Assistant Professor
Arctic State Agrotechnological University
Yakutsk, Russia

Pakhomov Victor Victorovich

Postgraduate student

Arctic State Agrotechnological University

Yakutsk, Russia

Abstract. The procedures for pre-sowing microbial treatment of seeds, as well as their classification, are presented. The properties of procedures for microbial pre-sowing treatment of seeds, including biopriming, treatment with film-coating preparations, suspension treatment and pelleting, are presented. The influence of the processes of pre-sowing preparation of seeds on their sowing properties of seeds is shown. Devices for applying liquid microbial preparations to seeds, including centrifugal and hydraulic liquid dosing systems, have been analyzed. A laboratory installation has been developed for pre-sowing treatment of seeds with liquid microbial preparations.

Keywords: SEED, SEED CONDITIONING, MICROBIAL SEED TREATMENT, BIOPRIMING, FILM COATING PREPARATIONS, SUSPENSION SEED TREATMENT, SEED PELLETING, INSTALLATION FOR PRE-SOWING TREATMENT WITH LIQUID MICROBIAL PREPARATIONS

© Дринча В.М., Дондоков Ю.Ж., Платонова А.З., Аммосов И.Н., Пахомов В.В., 2023