

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Прияткина Николая Сергеевича «Неинвазивная экспресс-оценка разнокачественности и хозяйственной пригодности семенного материала на основе использования инструментальных физических методов», представленной на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 4.1.5 - мелниорация, водное хозяйство и агрофизика

Актуальность темы исследований. Эффективность выращивания любой культуры зависит от приемов технологии выращивания. Одним из приемов является посевной материал. Соответствие сорта и качество посевного материала являются основой высокой продуктивности растений. В документах на посевной материал отмечается год производства семян, всхожесть и отсутствие болезней и вредителей. Проверку всхожести семян проводят в стерильных условиях, а при посеве семена попадают в условия насыщенные болезнетворной микробиотой. Наличие повреждений на оболочке семени, недостаточный запас питательных веществ могут резко снизить полевую всхожесть. Особенно это важно при современных технологиях точного высева, кассетной технологии выращивания рассады, при использовании дорогостоящего защищенного грунта. Поэтому необходима разработка комплексной системы оценки качества семенного материала, которая позволила бы достоверно и надежно проводить раннюю и быструю оценку и отбор высококачественных семян, а на основе полученных результатов корректировать технологические приемы.

Научная новизна и практическая значимость работы. Впервые разработаны и предложены научно-практические основы методологии комплексной неинвазивной экспресс-оценки разнокачественности и скрытой дефектности семян различных сельскохозяйственных культур и древесных лесных растений с использованием набора инструментальных физических методов: цифрового сканирования, микрофокусной рентгенографии, электрофотографии.

Получены новые фундаментальные знания о структурных внешних и внутренних характеристиках структур семян, описывающих скрытую неоднородность семян зерновых, овощных, декоративных, плодовых, орехоплодных и древесных культур.

Впервые предложен способ дифференцированного анализа цифровых рентгеновских изображений семян яблони домашней (*Malus domestica* Borkh), семян древесных лесных пород (сосна кедровая сибирская (*Pinus sibirica* DuRoi) Rsgel, эвкоммия вязолистная (*Eucommia ulmoides* Oliv), позволяющий оценить пространственные и яркостные параметры отдельных структур и органов семени.

Установлена взаимосвязь показателей скрытой дефектности параметров цифровых рентгеновских изображений семян зерновых культур (яровая мягкая пшеница (*Triticum aestivum* L.) и сахарная кукуруза (*Zea mays* L.),

капустных культур (*Brassica*) капуста белокочанная, капуста цветная, капуста пекинская, шпината, древесных лесных пород с посевными качествами и ростом и развитием проростков, что позволяет использовать этот метод для рентгенографических экспертиз оценки качества семенного материала, а также для разработки алгоритмов отбора наиболее биологически полноценного посевного материала и создания промышленных образцов автоматических сортировщиков семян. Нужно отметить, что пшеница и кукуруза входят в число десяти культур, которые обеспечивают продовольственную безопасность мира, а капуста основная овощная культура в России и Азиатских странах

На основе использования методов современной инструментальной диагностики состояния семян в дополнении к фенотипическим, морфологическим физиолого - биохимическим, молекулярно-генетическим характеристикам семени предложен параметрический паспорт семян.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в работе, подтверждена экспериментальными исследованиями, выполненными с применением современных приборов и методов анализа, пакетов прикладных программ, разработанными и утвержденными нормативными документами.

Теоретическая и практическая значимость. Теоретическая значимость работы заключается в получении новой фундаментальной информации о разнокачественности и скрытой дефективности семян и разработке алгоритмов сбора информации о состоянии семян. Установлены взаимосвязи посевных качеств семян и дополнительных ростовых показателей семян сельскохозяйственных и древесных культур с характеристиками их скрытой неоднородности и дефектности.

Практическая значимость работы заключается в усовершенствовании неинвазивных методик экспресс- оценки разнокачественности и скрытой дефектности семенного материала сельскохозяйственных культур и древесных пород. Разработанные методики могут быть использованы в селекции в промышленном семеноводстве и для контроля партий семян. Научно-методические основы оценки неоднородности семенного материала могут послужить основой для создания базы по созданию различных типов (оптических, рентгеновских, газоразрядных) промышленных установок для сортировки семян.

В ФГБНУ АФИ, при участии автора, разработан действующий национальный стандарт ГОСТ Р 59603 -2021 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы цифровой рентгенографии».

Основное содержание работы.

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав с выводами, заключения, практических рекомендаций, нормативных ссылок и списка литературы, включающего 403 наименований, в том числе 121 на

иностранном языке. Материал диссертации изложен на 253 страницах компьютерного текста, включающего 22 таблицы, 61 рисунок.

Основные теоретические и практические результаты диссертации опубликованы в 46 статьях, среди которых 21 публикация в ведущих рецензируемых изданиях, рекомендованных перечнем ВАК РФ, в том числе 12 статей в базе цитирования Web of Science и Scopus и 2 методических пособия.

В первой главе диссертантом рассмотрены вопросы разнокачественности семян и их биологическая неоднородность, даны понятия о разнокачественности и неоднородности семян и категории разнокачественности, показаны стандартные методы оценки качества семенного материала, понятие о качестве семенного материала, определение всхожести, жизнеспособности, силы роста семян, массы 1000 семян, отмечены стандарты по чистоте, влажности, зараженности семян болезнями, заселенности вредителями.

В разделе аналитический обзор инструментальных физических методов оценки качества семенного материала показана классификация инструментальных физических методов, дана характеристика и возможности микрофокусной рентгенографии, метода компьютерной микротомографии, магнитно-резонансной томографии, оптической визуализации -цифрового сканирования, цифровая фотография, инфракрасная микроскопия, метод флуоресценции хлорофилла, люминесцентный метод регистрации фосфоресценции, лазерная фотометрия, инфракрасная спектроскопия, термография семян, мульти- и гиперспектральная визуализация, терагерцовая визуализация, электрофотография (газоразрядная визуализация) семян.

В разделе факторы, влияющие на качество семенного материала подробно рассмотрено влияние качества семян на продуктивность растений, определена роль сорта, влияние условий выращивания растений на качество семян, влияние патогенной микрофлоры, насекомых, минерального питания. Особенно тщательно рассмотрено влияние технологии выращивания на качество семян, отмечена роль своевременной уборки, травмирования при уборке, послеуборочной обработке семян, выделено влияние климатических условий на формирование семян.

Во второй главе представлены материалы и методы исследований. Исследования проводились на семенах зерновых культур: семена яровой мягкой пшеницы, полученной в разные годы и разных условиях, семена озимой пшеницы с различной степенью поражения клопом вредная черепашка, семена кукурузы, полученные из разных климатических зон. Овощные культуры представлены фасолью овощной, семена получены из пяти контрастных зон, из капустной группы изучались семена белокочанной капусты, цветной капусты и пекинской капусты из трех эколого-географических зон и в разные годы репродукции, а также представлены семена шпината, укропа и пастернака, 8 образцов шнитт-лука и лук Кристофа. Из плодовых культур представлена яблоня, два сорта Антоновка и Китайка Керн, которых часто используют в качестве подвоя, из орехоплодных – миндаль обыкновенный. Изучались семена древесных лесных пород: ель

обыкновенная, сосна кедровая сибирская, кедровый стланик полученные из разных зон, желуди дуба черешчатого и семена эвкоммии вязолистной.

Методы исследований: цифровое сканирование в сочетании с автоматическим анализом изображений семян, микрофокусная рентгенография семян в сочетании с визуальным и автоматическим анализом цифровых рентгеновских изображений, газоразрядная визуализация (электрофотография) семян, оценка посевных качеств семян.

В третьей главе соискателем приводятся результаты исследований. В разделе Изучение разнокачественности семян на основе методики цифрового сканирования и цифровой фотографии в сочетании с автоматическим анализом изображения семян приводится усовершенствование методики цифрового сканирования, проведено изучение морфологических и оптических характеристик семян пшеницы яровой мягкой (*Triticum aestivum L.*), полученных в разных агроклиматических зонах, выявлено, что цветовые характеристики поверхности семян пшеницы могут иметь значение при оценке влияния экологических условий на качество семенного материала. При изучении семян кукурузы, пораженных бактериозом выявлен образец Краснодарский 194 МВ с сильным поражением патогеном.

Анализ экологической разнокачественности семян фасоли овощной (*Phaseolus vulgaris L.*) показал, что метод компьютерной морфометрии цифровых сканированных изображений позволил провести оперативную и объективную, по сравнению с другими методами, оценку геометрических характеристик семян фасоли обыкновенной и выявил, что семена, полученные в неблагоприятный год репродукции, имели меньшую площадь проекции. При изучении семян укропа и пастернака установлено, что семена, отобранные с разных порядков ветвления, различались по параметрам, характеризующих размер семян: площадь проекции, длина и ширина. У семян, собранных с ветвей первого порядка показатели были значительно выше.

При изучении оптических характеристик семян капустной группы было установлено, что коэффициенты корреляции посевных качеств и оптических характеристик поверхности семян были значимы в 55 % случаях. Предположительно, что связано с различной степенью физиологической зрелости семян. Анализ размерных характеристик семян луков выявили тенденцию к снижению размера семян от нижнего яруса к верхнему, однако эти различия были в пределах погрешности.

В разделе Изучение неоднородности и скрытой дефектности семян на основе методики микрофокусной рентгенографии отмечено усовершенствование методики микрофокусной рентгенографии в сочетании с визуальным и автоматическим анализом цифровых рентгеновских изображений. Проведено изучение морфологических и рентгеновских характеристик семян пшеницы, полученных в разных агроклиматических условиях, установлено, что семена, выращенные в контролируемых условиях характеризуются, по сравнению с семенами, выращенными в полевых условиях более крупными размерами и более округлой формой.

Автоматический анализ и классификация цифровых рентгеновских изображений семян пшеницы, поврежденных клопом- черепашкой, с оценкой их посевных качеств показал, что используемые методы могут являться дополнительным инструментом для оперативного прогноза посевных качеств семян пшеницы, при условии повышения точности классификации. При анализе трещиноватости семян пшеницы с сопряженной оценкой их посевных качеств доказано, что увеличение количества трещин, которые выявляются на рентген- проекции зерновки, снижают посевные качества семян.

При изучении скрытой дефектности семян капустных культур с оценкой посевных качеств были выявлены особенности фенотипа семян, сформировавшихся как в условиях разных экологи-географических зон их выращивания, так и условий их получения в разные годы репродукции. Рентгенографический метод исследований семян шпината показал эффективность при выявлении невыполненности и недовыполненности семян. Аналогичные результаты получены при изучении семян ели европейской, плосковеточника восточного и туи сычуанской.

В разделе Изучение скрытой дефектности семян на основе методики электрографии (газоразрядной визуализации) отмечено, что эффективность метода электрофотографии для выявления зерен пшеницы, поврежденных клопом -вредная черепашка, оказались сопоставимы с рентгеновским методом. Такой же вывод автор сделал по отношению семян ели обыкновенной, сосны кедровой.

При изучении семян кукурузы, зараженных бактериозом подтверждено, что метод газоразрядной визуализации в сочетании с автоматическим анализом цифровых газоразрядных изображений, может служить эффективным дополнительным инструментом для оперативного выявления дефектных семян кукурузы. Показано, что использование метода газоразрядной визуализации делает возможным обнаружить скрытые дефекты желудей дуба черешчатого, в частности, поражения желудей грибной инфекцией (энзимо-микозное истощение).

Глава 4 посвящена обсуждению результатов оценки разнокачественности и скрытой дефектности семян: цифровое сканирование и цифровая фотография, в сочетании с компьютерным анализом изображений перспективно для изучения генетической и экологической ранокачественности семян.

Рентгеновский метод исследования позволяет выявить дефекты биогенного происхождения: поражения семян клопом – вредная черепашка, степень поражения, но точность исследований усиливается при использовании метода инфракрасной спектроскопии. По отношению к механическим повреждениям семян пшеницы автор отмечает несовершенство оценки характера трещин и последующего прорастания семян. Рентгеновский метод успешно показал степень поражения семян кукурузы бактериозом.

В отношении семян различных видов капусты рентгеновский метод показал прежде всего дефектность семян, влияющую на всхожесть, оптический метод позволил определить генетическую и матрикальную

разнокачественность, однако, чтобы определить физиологическую зрелость семян, чувствительности прибора не хватает.

Семя, как биологический и агрономический объект является сложной живой системой, на показатели жизнеспособности и развития которой сказывается много факторов. Тем не менее полученные автором данные позволяют дать понятие параметрического паспорта семени

Замечания и предложения

1. На стр 164 утверждение, что при высоких показателях семян кедрового стланика из Забайкалья низкая всхожесть объясняется, тем что семена были физиологически еще не зрелыми, считаю сомнительным. Возможно, в семенах из Забайкалья было более высокое содержание эфирных масел, которое сдерживало прорастание.

2. На стр 169 объясняется, что всхожесть семян эвкомии из Вьетнама ниже, чем семян из г. Кропоткиных из-за различной степени естественной подготовленности семян к посеву. Не понятно, какую подготовленность имел в виду автор.

3. Капустные культуры правильнее называть различные виды капусты, а шнитт лук - это овощная культура.

4. Какой метод можно использовать для определения скрытого начала прорастания, которое часто встречается при неправильной сушке семян, но является причиной низкой всхожести, иногда нулевой (фасоль, тыквенные).

Заключение. Материал, изложенный в автореферате, согласуется с диссертацией по всем разделам. Основные теоретические и практические результаты диссертации опубликованы в 46 статьях, среди которых 21 публикация в ведущих рецензируемых изданиях, рекомендованных перечнем ВАК РФ, в том числе 12 статей в базе цитирования Web of Science и Scopus и 2 методических пособия. В ФГБНУ АФИ, при участии автора, разработан действующий национальный стандарт ГОСТ Р 59603 -2021 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы цифровой рентгенографии».

Полученные автором результаты фундаментального характера имеют выраженный прикладной аспект. Учет скрытых повреждений семян и степени их выраженности позволит разработать новые нормативные документы, отражающие допустимую норму скрытых дефектов, существенно влияющих на хозяйственную пригодность семян. Это будет способствовать разработке технологических регламентов по уборке, сушке, сортировке, а также условий кратковременного и длительного хранения семенного материала. Такой подход может рассматриваться при формировании показателей ценообразования при совершении торговых операций и агрострахования. Это делает отрасль семеноводства конкурентноспособной не только на отечественном рынке, но на мировом. Развитие семеноводства особенно важно для Северо-Западного региона и Сибири, где значительно меньше нагрузка патогенами, чем в районах развитого семеноводства.

Диссертация Прияткина Николая Сергеевича на тему «Неинвазивная экспресс-оценка разнокачественности и хозяйственной пригодности семенного материала на основе использования инструментальных физических методов», представленной на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 4.1.5 -мелиорация, водное хозяйство и агрофизика является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение в области инструментальных исследований семян ведущих сельскохозяйственных культур и древесных лесных пород, решена проблема контроля качества семян, имеющая важное значение в решении продовольственной безопасности страны, что соответствует п 9 -14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2023 г, № 842, а её автор Прияткин Николай Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени доктора биологических наук по специальности 4.1.5 -мелиорация, водное хозяйство и агрофизика.

12.03.2024 г.

Доктор сельскохозяйственных наук,
профессор,
профессор кафедры плодоовощеводства и
декоративного садоводства
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский
государственный аграрный университет»,



Осипова Галина Степановна

Подпись
заверяю,
проректор по научной, инновационной
и международной работе
Р.О. Колесников

Федеральное государственное бюджетное учреждение
высшего образования Санкт-Петербургский государственный аграрный
университет
Адрес организации: 196601, Россия, Санкт-Петербург, г. Пушкин,
Петербургское шоссе, дом 2. Телефон факсной ректора (812) 470-04-22, e-
mail: agro@spbgau.ru

