[1]**Е. П. Безух,** внс, к. с.-х. н.,
[2]**Н. Н. Потрахов,** зав. кафедрой, д. т. н.,
[2]**В. Б. Бессонов,** доцент, к. т. н.
[1]ФГБНУ «Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства»,
г. Санкт-Петербург, п. Тярлево, Фильтровское шоссе, д. 3,
[2]Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина),
г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 5а
[1]info@petrosad.ru, [2]info@eltech-fel.ru

УДК 634.1:535-34

РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СЕМЯН СЕМЕЧКОВЫХ КУЛЬТУР

Резюме. Изучено воздействие микрофокусного рентгенографического излучения на семена семечковых культур. Метод мягколучевой микрофокусной рентгенографии позволяет определить дефекты внутренней структуры семян плодовых культур и оперативно отобрать выполненные и не пораженные вредителями семена с целью использования их для последующего посева. Микрофокусная мягколучевая рентгенография семян плодовых культур имеет ряд преимуществ перед существующими традиционными методами: обладает быстротой исполнения, имеет большую информативность, анализируемый материал полностью сохраняется для дальнейшей работы. Результаты рентгенографического анализа семян яблони и груши совпадают с результатами их проращивания, а это значит, что метод может быть применен для определения жизнеспособности семян.

Ключевые слова: семена яблони и груши, качество семян, микрофокусная рентгенография.

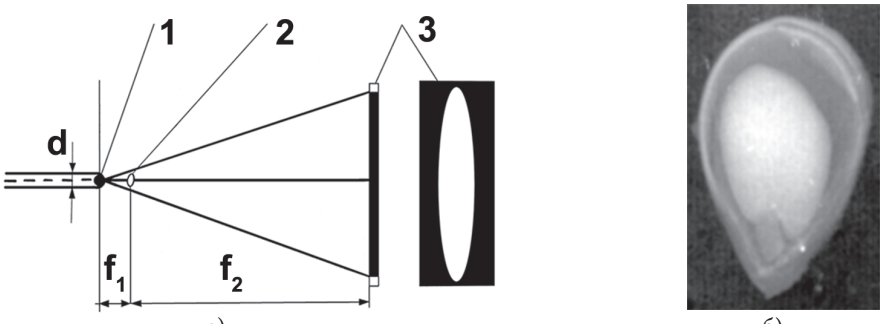
Summary. It was studied the impact of microfocus x-ray irradiation on seeds of pome crops. Method of mascalucia microfocus radiography allows to determine the defects of the internal structure of seeds of fruit crops and quickly to select done and not affected by pests the seeds with the purpose of using them for subsequent planting. Mascalucia microfocus radiography of seeds of fruit crops has a number of advantages over existing methods: it has the speed of execution, has greater information content, the analyzed material is fully retained for further work. Results of radiographic analysis of seeds of apple and pear coincides with the results of their germination, and this means that the method can be applied to determine the viability of seeds.

Key words: seeds of apple and pear, quality seeds, microfocus radiography.

За счет повышения качества высеваемых семян можно повысить продуктивность получаемых из них подвоев на 20%. Высококачественные семена обладают высокой энергией прорастания, высокой всхожестью, отличной силой роста и высокой продуктивностью растений. Посевные

качества определяют после заготовки семян, перед их стратификацией и перед посевом. Существует три метода оценки жизнеспособности семян: органолептический, химический и ускоренного проращивания. Органолептическая оценка основана на внешних признаках семян. Этот метод применяют при предварительной оценке. При химических методах определения жизнеспособности зародыши нестратифицированных семян окрашивают 0,05%-ным водным раствором индигокармина. Существует еще тетразоловый способ окрашивания, который позволяет получить показатели жизнеспособности семян, близкие к их всхожести в лабораторных условиях. Очень распространенным методом оценки качества семян является определение их всхожести путем проращивания в лабораторных условиях. Представленные методы определения жизнеспособности семян носят разрушительный характер по отношению к проанализированным семенам. Однако существует метод микрофокусной мягколучевой рентгенографии. Метод позволяет, не разрушая структуру семени, рассматривать детали его внутреннего устройства и их дефекты: аномалии развития, механические повреждения, поврежденность насекомыми и грибами. Рентгенография в последние годы успешно используется для анализа качества семян различных сельскохозяйственных культур [1-3], при выполнении зимней прививки плодовых культур [4] и для контроля за качественными показателями семян плодовых культур [5, 6].

Все исследования были выполнены в лаборатории ЗАО «ЭЛТЕХ-Мед» ЛЭТИ Санкт-Петербургского электротехнического университета в 2015–2016 гг. В опытах было задействовано 1600 шт. семян яблони и груши. Срок выполнения исследований — февраль. Семена не были застратифицированными. Повторность опытов четырехкратная. Размещение вариантов — рандомизированное. Рентгенографический контроль был проведен на стационарной рентгеновской установке ПРДУ-02. Схема способа съемки семян яблони и груши на рентгеновской установке представлена на рис. 1.



а) б)

Рис. 1. Схема способа съемки семян с увеличением (а): ***1*** — точечный источник излучения; ***2*** — семя яблони; ***3*** — приемник изображения. Изображение семени яблони (б).

Режимы рентгеновской съемки семян яблони и груши: напряжение 16 кВ; ток 100 мкА; время экспозиции 8 с. Небольшая эспозиционная доза рентгеновского излучения, требуемая при рентгеновской съемке, не влияет на жизнеспособность семян.

Оценку качества семян плодовых культур осуществляли на основании существующего ГОСТ [7, 8]. Статистическую обработку результатов исследований проводили методом дисперсионного анализа [9].

Цель настоящей работы — проведение рентгеноскопического анализа семян для оперативного определения качества семян яблони и груши.

Анализ выявил, что ряд исследуемых семян имел скрытые дефекты. Дефектные семена были классифицированы и включены в четыре группы:

— семена, недовыполненные и пустотелые;
— семена с отслоением оболочки;
— семена, имеющие механические повреждения;
— загнившие семена.

Поврежденные семена, как и здоровые, представлены на рис. 2, 3.

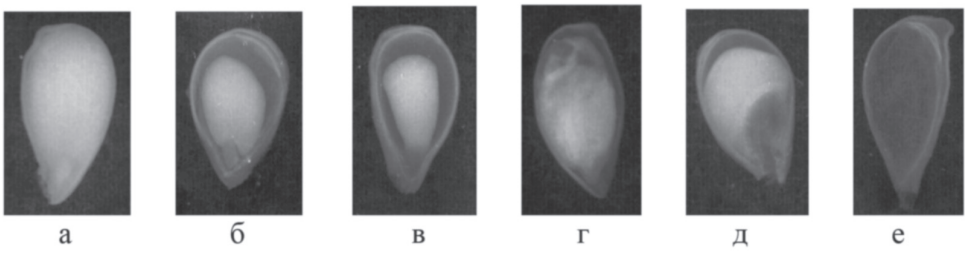


Рис. 2. Рентгенограмма семян яблони сорта Антоновка обыкновенная: ***а*** — здоровое семя; ***б*** — семя с отслоением оболочки; ***в*** — семя с недоразвитым зародышем; ***г*** — загнившее семя; ***д*** — травмированное семя; ***е*** — пустотелое семя.

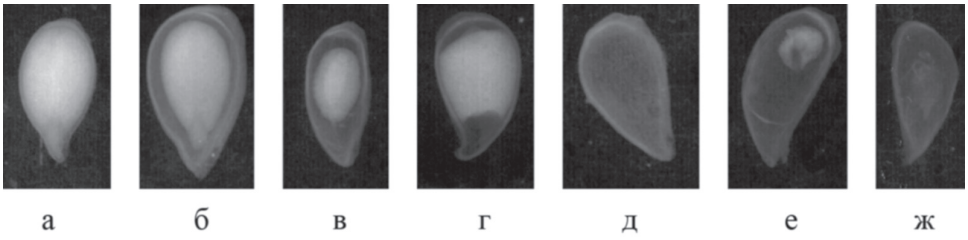


Рис. 3. Рентгенограмма семян груши сорта Северянка: ***а*** — здоровое семя; ***б*** — семя с отслоением оболочки; ***в*** — семя с недоразвитым зародышем; ***г*** — семя с дефектами ростка; ***д*** — пустотелое семя; ***е*** — вредитель в семени; ***ж*** — загнивание семени.

Дефекты семян были классифицированы и представлены в процентах в табл. 1.

Таблица 1.
Дефекты семени плодовых культур и их количество, в %

Название дефектов семян	Культура	
	яблоня	груша
Невыполненность эндосперма	2	12
Отслоение оболочки семян	2	1
Травмированность	1	2
Загнивание	2	1

Примечательно, что дефекты семян яблони распределились между собой примерно поровну, а у груши 12% семян имели явно выраженную невыполненность эндосперма или пустотелость.

Характерно, что число полноценных семян (по микрофокусной рентгенографии) и нормальных ростков (по результатам лабораторного проращивания) почти совпали (табл. 2).

Таблица 2.
Жизнеспособность семян плодовых культур, определенная различными методами

Метод определения жизнеспособности семян	Культура			
	яблоня		груша	
Лабораторное проращивание	368	92	340	85
Микрофокусная рентгенография	372	93	336	84
$НСР_{05}$	8,15	—	8,76	—

Таким образом, рентгенографический анализ может быть успешно применен для определения жизнеспособности семян плодовых культур. Благодаря проведенным исследованиям можно сделать следующие выводы. Метод мягколучевой микрофокусной рентгенографии позволяет определить дефекты внутренней структуры семян плодовых культур. Микрофокусная рентгенография позволяет оперативно отобрать выполненные и не пораженные вредителями семена с целью использования их для последующего посева. Результаты рентгенографического анализа семян яблони и груши совпадают с результатами их проращивания, а это значит, что метод может быть применен для определения жизнеспособности семян. Микрофокусная мягколучевая рентгенография семян плодовых культур имеет ряд преимуществ перед существующими традиционными методами: обладает быстротой исполнения, имеет большую информативность, анализируемый материал полностью сохраняется для дальнейшей работы. Метод микрофокусной рентгенографии определения качества семян особенно эффективен при анализе их малого количества как в селекции плодовых культур, так и в питомниководстве.

Список использованной литературы

1. *Дерунов И. В.* Рентгенографическое исследование семян различных сельскохозяйственных культур и продуктов их переработки: Дисс. ... к. б. наук: 06.01.03. — СПб, 2004. — 116 с.

2. *Архипов М. В., Демьянчук А. М., Гусакова Л. П., Великанов Л. П., Алферова Д. В.* Рентгенография растений при решении задач семеноведения и семеноводства // Известия СПб ГАУ, 2010. — № 19. — С. 36-40.

3. *Рентгенографический анализ* качества семян овощных культур: метод. указания / отв. сост. к. с.-х. н. Ф. Б. Мусаев. — СПб: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2015. — 42 с.

4. *Безух Е. П., Потрахов Н. Н., Бессонов В. Б.* Микрофокусная рентгенография для оценки качества выполнения зимних прививок плодовых культур // Плодоводство и ягодоводство России, 2016. — Т. 44. — С. 106–112.

5. *Безух Е. П., Потрахов Н. Н., Бессонов В. Б.* Применение метода микрофокусной рентгенографии для контроля качества семян плодовых культур // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства, 2016. — № 89. — С. 106–112.

6. *Ткаченко К. Г., Фирсов Г. А., Грязнов А. Ю., Староверов Н. Е.* Качество репродуктивных диаспор видов рода яблоня (*Malus* Mill.) интродуцированного в ботаническом саду Петра Великого // Вестник Удмуртского университета, 2015. — Т. 25. — Вып. 4. — С. 75–80.

7. *ГОСТ 13204-91* Семена косточковых и семечковых древесных пород. – М.: Комитет стандартизации и метрологии СССР, 1991. — 15 с.

8. *ГОСТ 13056.1-67* Семена деревьев и кустарников. Правила отбора образцов и методы определения посевных качеств семян. — М.: Изд-во стандартов, 1988. — 40 с.

9. *Доспехов Б. А.* Методика полевого опыта. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.

[1]E. P. Bezukh, [2]N. N. Potrahov, [2]V. B. Bessonov

[1]Federal State Budget Scientific Institution «Institute for Engineering and Environment Problems in Agricultural Production», Saint Petersburg, Russia,

[2]Saint Petersburg State Electrotechnical University «LETI» them V. I. Ulyanov (Lenin), Saint Petersburg, Russia

RADIOGRAPHY QUALITY CONTROL OF SEEDS OF POME CROPS