

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕНТГЕНОГРАФИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА ГИБРИДНЫХ СЕМЯН ИРГИ В ЕЕ СЕЛЕКЦИИ

Е.П. Безух , к.с.-х.н.

*ИАЭП – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, Россия, Санкт-Петербург, п. Тярлево, Филътровское шоссе, д. 3, info@petrosad.ru*

### Аннотация

В статье изложены результаты экспериментов по возможности применения в селекции ирги микрофокусной рентгенографии. Опыты показали, что исследуемые семена имели скрытые внутренние дефекты. Семена были разделены на шесть категорий: полноценные семена, семена с невыполненностью семядолей, пустотелые, семена с отслоением оболочки, имеющие повреждения вредителями, загнившие. Все дефекты семян ирги распределились между собой поровну, кроме загнивших семян, которых было в 2 раза больше. Наименьшее количество дефектов наблюдалось по семенам с отслоением оболочки. Исследования показали, что примерно пятая часть семян имела повреждения, скрытые визуально и определенные без механического или химического воздействия, приводящего к полной потере протестированных семян. Семена, прошедшие рентгенографию, остаются полностью пригодными для дальнейшего использования, кроме того, сохраняется возможность отбора наиболее ценных семян. Доказательством того, что проведенное обследование семян ирги при помощи рентгенографии достоверно и точно, получено определением жизненной способности семян путем их проращивания в лаборатории. Число полноценных семян по результатам проведенной рентгенографии и полноценных проростков по результатам проращивания в лаборатории оказалось одинаковым. Таким образом, рентгенографическое обследование может быть с успехом применено для определения качества семян ирги в целях использования их в селекции этой культуры. По результатам проведенной работы можно сделать следующее заключение: рентгенографию можно с успехом использовать для выявления качественных показателей семян ирги при ее селекции; путем рентгенографии можно выявить внутренние дефекты семян ирги скрытые визуально; рентгенография позволяет отобрать полноценные гибридные семена ирги и использовать их для дальнейшей работы; рентгенография семян ирги обладает быстротой исполнения; применение рентгенографии эффективно при обследовании небольшого количества семян в селекции ирги.

**Ключевые слова:** ирга; семена; селекция; микрофокусная рентгенография

## APPLICATION OF RADIOGRAPHY TO DETERMINE THE QUALITY OF HYBRID SEEDS IN AMELANCHIER BREEDING

E.P. Bezukh , cand. agr. sci.

*Institute for Engineering and Environment Problems in Agricultural Production IEEP – branch FSBSI FSAC VIM, 196625, Russian Federation, Saint-Petersburg, p. Tyarlevo, Filtrovskoe shosse, d. 3, info@petrosad.ru*

### Abstract

The article presents the experimental results on application of soft-beam micro-focus X-ray diffraction in shadberry breeding. Experiments revealed the seeds under investigation to have hidden, invisible to the naked eye defects. All seeds were divided into six groups: healthy seeds, the seeds with underdeveloped endosperm, hollow seeds; the seeds with detached seed coat; insect-damaged seeds; and rotten seeds. The distribution of shadberry seed defects was almost equal, except for the rotten seeds, which were twice as much as other defective seeds. The smallest number of seeds was affected by the seed coat detachment. According to the study outcomes, approximately one fifth of the seeds had invisible damages, which were detected without mechanical impact or chemical exposure that result in the complete loss of seeds under investigation. The seeds after the micro-focus radiography remained fully preserved for further use and the soundest seeds could be selected. Reliability and accuracy of the shadberry seed quality examination with micro-focus X-ray diffraction was verified by determining the viability of the seeds by sprouting them in laboratory conditions. The number of healthy seeds according to radiography results corresponded to the number of strong germinated seeds according to the laboratory germination results. Thus, micro-focus X-ray analysis can be successfully applied to determine the shadberry seed quality in order to use these seeds for further crop breeding. Conclusions that could be drawn include the following: the X-ray diffraction method can be successfully used to determine the quality of shadberry seeds in the breeding process; it detects the invisible defects of the seed internal structure and allows to select efficiently the healthy hybrid seeds of shadberry for subsequent sowing; the method can be performed over a short period of time; it is especially effective in screening a small number of seeds in shadberry breeding.

**Key words:** shadberry; seeds; breeding; micro-focus radiography

### Введение

Ирга, называемая в народе коринкой (*Amelanchier rotundifolia*) ценное и полезное растение. Это небольшое дерево или кустарник. Растет в странах Северной Африки, Америки, Дальнего Востока в Крыму и на Кавказе. В Европе ирга известна, как плодое растение с 16 века. Изначально иргу начали культивировать в Англии, а потом в Нидерландах. Самые первые промышленные сады были заложены в 19 веке в Канаде и США, где ирга является и в настоящее время популярной культурой. Она выращивается там как в промышленных масштабах, так и частным образом в приусадебных садах. В культурном виде посадки ирги встречаются на Урале в Сибири и Казахстане. В мире известно всего около 25 видов ирги. В садоводстве используется примерно 10 видов. Наиболее распространенными видами являются ирга круглолистная, или обыкновенная, колосистая, канадская, гладкая, ольхолистная, кроваво-красная. Растения ирги малотребовательны к условиям произрастания, переносят морозы до -40...-50°C и

заморозки во время цветения до  $-5...-7^{\circ}\text{C}$ . Благодаря своей хорошей зимостойкости, отобранные сорта ирги можно выращивать в садах на севере РФ. Главным центром селекцией ирги является Канада. Там выведены сорта: «Альтаглоу», «Форестбург», «Пембина», «Смоуки». Хорошо зарекомендовали себя зимостойкие и сладкие сорта: «Мунлейк», «Нельсон», «Старджион», «Слейт», «Регент», «Хонивуд». В России селекцией ирги занимаются в НИИС им. И.В. Мичурина, в Краснодарском ботаническом саду им. Косенко, в Красноярске, в Белгороде (Корунчикова, 1993; Иванова, 1995; Куминов, 2003; Хромов, 2007; Степанова и др., 2013). Для условий России выведены сорта Красноярская, Звездная ночь, Сюрприз. Но работа проводится слабо, несмотря на перспективы этого направления.

Не секрет, что селекцией культуры можно заниматься, лишь выращивая семена, от скрещивания различных видов и сортов. Гибридные семена извлекают из хорошо вызревших, крупных плодов. Их выдерживают в затененном месте несколько дней. Затем плоды измельчают, а семена отделяют от мезги. Семена высевают в почву или стратифицируют в увлажненном песке 90...100 дней при температуре  $0...+2^{\circ}\text{C}$ . Осенний посев семян осуществляют в подготовленные гряды. Глубина заделки семян 1,5...2 см. Производят обильный полив и мульчирование соломой, торфом иногда листвой. В зимний период семена проходят стратификацию, а всходы появляются весной.

Для появления здоровых всходов должны быть отобраны доброкачественные семена. Доброкачественные семена отбираются на практике различными способами, но все они носят разрушительный характер. Существует лишь один способ оценки семян, который полностью сохраняет их пригодными для дальнейшего использования. Он идеально подходит при работе с малым количеством семян. Это мягколучевая рентгенография. Она с успехом применяется в последнее время для высокоточного диагностирования качественных показателей семян зерновых, технических, овощных и плодовых культур (Дерунов, 2004; Архипов и др., 2011; Мусаев и др., 2011; Мусаев, 2015; Староверов и др., 2015; Безух и др., 2016).

### **Материалы и методика исследований**

Все эксперименты были сделаны на базе Института агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства (ИАЭП – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ) и Электротехнического университета ФГАОУ ВО СПбГЭТУ «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина) в 2016...2018 гг. Гибридные семена ирги поступили на исследования из ФГБНУ ВНИИ ГРП им. Н.И. Вавилова (ВИР). Число образцов семян для анализа их качества равнялось 600. Семена были отобраны из контрольной партии и расклеены на специальные карточки по 50 шт. (ГОСТ, 1988; ГОСТ, 2004). опыты заложены в 4-х кратной повторности. Исследования проводились на рентгенодиагностической установке. Передвижная рентгенодиагностическая установка ПРДУ-02 состоит из источника рентгеновского излучения, рентгенозащитной камеры и пульта управления рентгеновским излучением. Внешний вид рентгеноустановки ПРДУ-02 представлен на рисунке 1.

С целью съемки мелких морфологических особенностей семян был использован прибор, созданный на базе электротехнического университета – рентгеновский микроскоп РМ-01, который позволяет увеличить размер снимков семян до тысячи раз. Определены оптимальные режимы рентгеносъемки семян ирги (16...18 кВ, 60...75 мкА с экспозицией 2 мин). Математическую обработку полученных данных проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (Доспехов, 1985).

Цель настоящей работы – определение возможности использования рентгенографии для оперативного определения качественного состояния семян ирги в ее селекции.



Рисунок 1 – Передвижная рентгеноустановка ПРДУ-02

### Результаты и их обсуждение

Эксперименты показали, что исследуемые семена имели скрытые глазу дефекты.

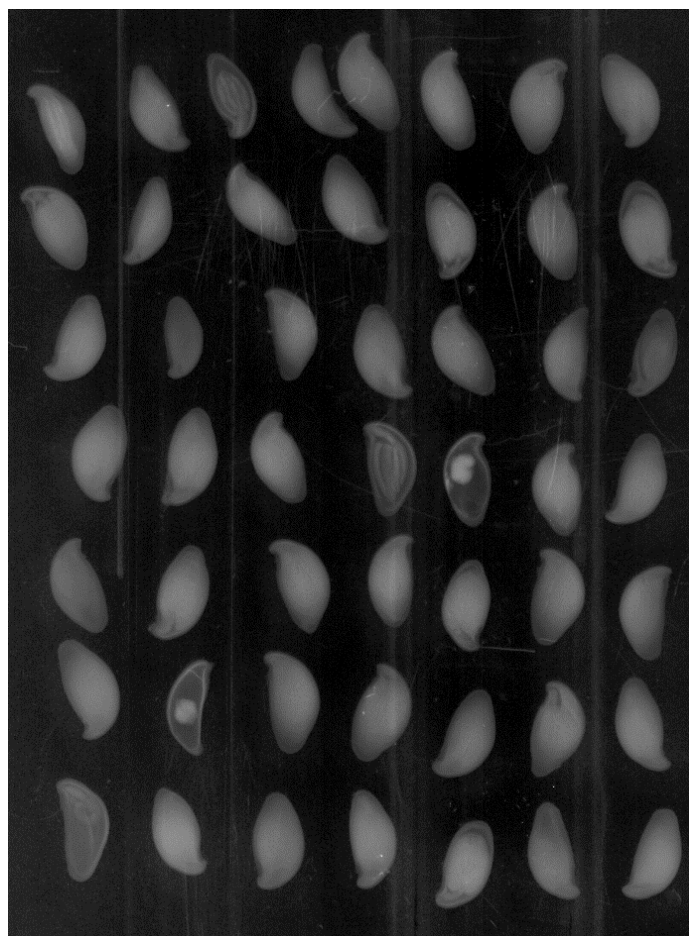
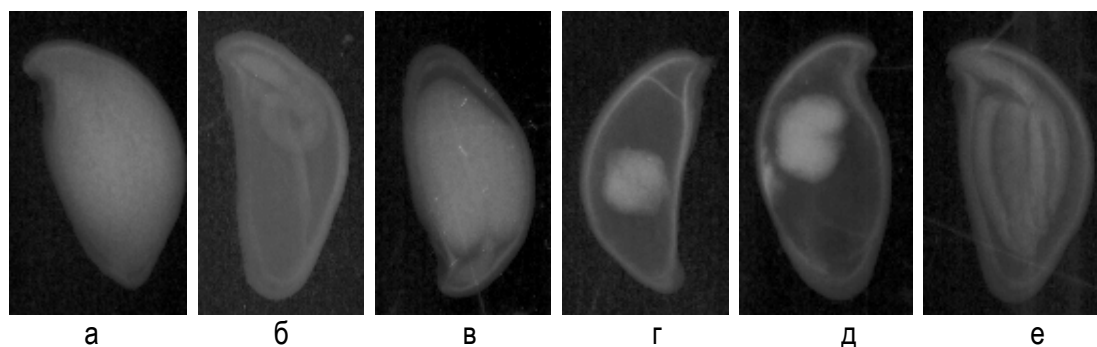


Рисунок 2 – Рентгенографический снимок семян ирги, выполненный установкой ПРДУ 02



а – полноценное семя; б – пустотелое семя; в – с отслоением оболочки;  
г – с невыполненными семядолями; д – поврежденное вредителем; е – загнившее семя

Рисунок 3 – Здоровые и поврежденные семена ирги

Все семена были разделены на шесть групп: полноценные семена, семена с невыполненностью семядолей, семена пустотелые, семена с отслоением оболочки, семена, имеющие повреждения вредителями, загнившие семена. Поврежденные семена, как и полноценные, представлены на следующих рисунках 2 и 3. Все дефекты семян и их количество представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Дефекты семян ирги и их количество, полученные методом рентгеноскопии

Название дефектов семян	Количество дефектов на 49 семян, шт.	%
Невыполненность семядолей	2	4,1
Отслоение оболочки	1	2,0
Пустотелость	2	4,1
Загнивание	4	8,2
Повреждение вредителями	2	4,1
НСР <sub>05</sub>	1,39	-
Всего неполноценных семян	11	22,4
Полноценных семян	38	77,6

Все дефекты семян ирги распределились между собой примерно поровну, кроме загнивших семян, которых было больше в 2 раза, чем остальных дефектных семян. Наименьшее количество дефектов наблюдалось по отслоению оболочки семян. Исследования показали, что примерно пятая часть семян имела повреждения, не видимые визуально и определенные без механического или химического воздействия, приводящего к полной потере анализируемых семян. Семена остаются полностью пригодными для дальнейшего использования с возможностью отбора наиболее полноценных семян.

Доказательством того, что анализ качества семян ирги при помощи микрофокусной рентгенографии достоверен и точен, получен определением жизнеспособности семян путем лабораторного проращивания. Число полноценных семян по результатам проведенной рентгенографии и полноценных ростков по результатам лабораторного проращивания оказались почти одинаковыми (таблица 2).

Таблица 2 – Жизнеспособность семян ирги, определенная методом рентгенографии и путем лабораторного проращивания

Метод определения жизнеспособности семян	Кол-во живых семян, шт.	%
Лабораторное проращивание	37,0	75,5
Микрофокусная рентгенография	38,0	77,5
НСР <sub>05</sub>	1,53	-



Таким образом, микрофокусный рентгенографический анализ может быть с успехом применен для определения качества семян ирги в целях использования этих семян в селекции этой ценной культуры.

### **Выводы**

Метод рентгенографии можно с успехом использовать для определения качества семян ирги при ее селекции.

Рентгенография позволяет определить дефекты внутренней структуры семян ирги, скрытые визуально.

Метод рентгенографии семян в отличие от стандартных методов определения их качества позволяет оперативно отобрать полноценные гибридные семена ирги с целью использования их для последующего посева.

Метод рентгенографии семян ирги в отличие от применяемых стандартных методов – выгодно отличается быстротой исполнения.

Рентгенография особенно эффективна при анализе малого количества семян в селекции ирги.

### **Литература**

1. Архипов М.В., Гусакова Л.П., Алферова Д.В. Рентгенография растений при решении задач семеноведения и семеноводства. // Известия Санкт-петербургского государственного аграрного университета, 2011. № 22. С. 336-341.
2. 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: теор. и науч.-практ. журн. / ИАЭП. Вып. 89. СПб., 2016. С. 106-112.
3. ГОСТ 13056.1-67 Семена деревьев и кустарников. Правила отбора образцов и методы определения посевных качеств семян. М.: Издательство стандартов, 1988. 40 с.
4. ГОСТ 12036-85. Семена сельскохозяйственных культур. Правила приемки и методы отбора проб. М.: Изд-во стандартов, 2004. 12 с.
5. Дерунов И.В. Рентгенографическое исследование семян различных сельскохозяйственных культур и продуктов их переработки: дисс. ... канд. биол. наук. СПб., 2004. 116 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
7. Иванова В.Ф. Интродукция и изучение ирги в Красноярске // Проблемы производства и переработки малораспространенных плодовых и ягодных культур: Тез. докл. науч. произв. конф. Минск, 1995. С. 45-47.
8. Корунчикова В.В. Итоги интродукции некоторых видов рода ирга в Ботаническом саду // Бюл. ботан. сада им. И.С. Косенко. Краснодар, 1993. С. 21-25.
9. Куминов Е.П. Нетрадиционные садовые культуры. Мичуринск, 2003. 357 с.
10. Мусаев Ф.Б., Курбакова О.В., Курбаков Е.Л., Архипов М.В., Великанов Л.П., Потрахов Н.Н. Применение рентгенографического метода в семеноведении овощных культур // Гавриш. 2011. №1. С. 44-46.
11. Мусаев Ф.Б., Антошкина М.С., Архипов М.В. Великанов Л.П., Русакова Л.П., Бессонов В.Б., Грязнов А.Ю., Жамова К.К., Косов В.О., Потрахов Е.Н., Потрахов Н.Н. Рентгенографический анализ качества семян овощных культур: методические указания. М., СПб, 2015. 42 с.
12. Староверов Н.Е., Грязнов А.Ю., Жамова К.К., Ткаченко К.Г., Фирсов Г.А. Применение метода микрофокусной рентгенографии для контроля качества плодов и семян репродуктивных диаспор // Биотехносфера. 2015. № 6 (42). С. 16-19.

13. Степанова А.В., Сорокапудов В.Н., Сорокапудова О.А., Степанова Д.В., Мячикова Н.И. Перспективы селекции ирги в условиях Белгородской области // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6. URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=11117>.
14. Хромов Н.В. Оценка генофонда ирги по хозяйственно-биологическим признакам и технология размножения в условиях Тамбовской области: автореф. на соиск. уч. ст. канд. с.-х. наук. Мичуринск, 2007. 22 с.

### References

1. Arkhipov, M.V., Gusakova, L.P., & Alferova, D.V. (2011). Plant radiography in solving the problems of seed studies and seed breeding. *Izvestiya of Saint Petersburg State Agrarian University*, 22, 336-341. (In Russian).
2. Bezukh, E.P., Potrakhov, N.N., & Bessonov, V.B. (2016). Application of microfocus X-ray diffraction for quality control of fruit crop seeds. *Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produktsii rastenievodstva i zhivotnovodstva*, 89, 106-112. (In Russian, English abstract).
3. National standards of the Russian Federation (1988). *Seed of trees and shrubs. Sampling (GOST 13056.1-67)*, Moscow: Standartinform. (In Russian).
4. National standards of the Russian Federation (2004). *Seeds of farm crops. Acceptance rules and methods of sampling (GOST 12036-85)*. Moscow: Standartinform. (In Russian).
5. Derunov, I.V. (2004). *X-ray examination of seeds of various crops and their processing products. (Biol. Sci. Cand. Thesis)*. Agrophysical Research Institute, Saint Petersburg, Russia. (In Russian).
6. Dospheov, B.A. (1985). *Methods of the Field Experiment (with statistic processing of investigation results)*. Moscow: Agropromizdat. (In Russian).
7. Ivanov, V.F. (1995). Introduction and study of shadberry in Krasnoyarsk. In *Problems of production and processing of rare small-fruit and berry crops: Proc. Sci. Conf.* (pp. 45-47). Minsk. (In Russian).
8. Korunchikova, V.V. (1993). Introduction results of some species of *Amelanchier* genus in the Botanical Garden. *Bulletin of the I.S. Kosenko Botanical Garden*. (pp. 21-25). (In Russian).
9. Kuminov, E.P. (2003). *Nontraditional orchard crops*. Michurinsk. (In Russian).
10. Musaev, F.B., Kurbakova, O.V., Kurbakov, E.L., Arkhipov, M.V., Velikanov L.P., & Potrakhov N.N. (2011). Application of the X-ray method in seed production of vegetable crops. *Gavrish*, 1, 44-46. (In Russian).
11. Musayev, F.B., Antoshkina, M.S., Arkhipov, M.V., Velikanov, L.P., Gusakova, L.P., Bessonov, V.B., Gryaznov, A.Yu., Zhamova, K.K., Kosov, V.O., Potrakhov, Ye.N., & Potrakhov, N.N. (2015). *X-ray analysis of the quality of vegetable seeds (guidance)*. Moscow, Sankt-Peterburg: 2015. 42 p.
12. Staroverov, N.Ye., Gryaznov, A.Yu., Zhamova, K.K., Tkachenko, K.G., & Firsov, G.A. (2015). The application of the method of microfocus X-ray for quality control of fruits and seeds reproductive diaspores. *Biotechnosfera*, 6 (42), 16-19. (In Russian, English abstract).
13. Stepanova, A.V., Sorokapudov, V.N., Sorokapudova, O.A. et al. (2013). Prospects of selection of the mespilus in the Belgorod region. *Modern problems of science and education*, 6. Retrieved from: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=11117>. (In Russian, English abstract).
14. Khromov, N.V. (2007). *Evaluation of Amelanchier gene pool by economic and biologic characteristics and the breeding technology in the Tambov region (Agri. Sci. Cand. Thesis)*, Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk, Russia. (In Russian).