

агробιοтехнологий РАН // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2017. – №6. – С. 9-13.

11. Новоселов М.Ю. Селекция клевера лугового. – М., 1999. – С. 183.

12. Новоселова А.С. Селекция и семеноводство клевера. – М.: Агропромиздат, 1986. – 199 с.

13. Новоселова А.С., Новоселов М.Ю., Полудина Р.И. и др. Экологическая селекция клевера лугового для создания сортов с повышенной адаптивностью к отрицательному воздействию температурных факторов среды в условиях Западно-Сибирского региона / Экологическая селекция и семеноводство клевера лугового. – М., 2012. – С. 77-103.

14. Осипова Г.М., Потанов Д.А. Рапс (Особенности биологии, селекция в условиях Сибири и экологические аспекты использования) / Россельхозакадемия. Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 2009. – 132 с.

15. Полудина Р.И., Гришин В.М. Гетерозисная селекция суданской травы в условиях Западной Сибири // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2017. – Т. 47. №. 3 – С. 21–26.

16. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. – 2-е изд. Краснообск, ГУП РПО СО РАСХН, 2010 – 282 с.

*Статья поступила в редакцию 05.05.2019 г.*

**Kashevarov N.I., Polyudina R.I., Potapov D.A. Breeding of fodder crops for high yields and early maturity in Siberia** // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2019. – № 133. – P. 138-143.

The Institutions of the Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences have created 118 cultivars of 32 crops up to 2019. The early maturing winter hardy high yielding cultivars of red clover have been first obtained in Siberia, among them are Meteor, Pamyati Lisitsyna (4x) and Prima (2x) cultivars. Four cultivars of sudan grass Novosibirskaya 84, Lira, Dostyk and Karagandinskaya were created. Three cultivars of soybean such as SibNIIK-315, SibNIIK-9, Gorinskaya and five canola cultivars have been included in the State register. Sibiryachka cultivar of oil radish was created first in Siberia.

**Key words:** plant breeding; *Glycine max*; *Brassica napus*; *Raphanus sativus* var. *oleifera*; *Trifolium pretense*; *Sorghum sudanense*

УДК 634.1:539.261:581.48

DOI: 10.36305/0513-1634-2019-133-143-149

## РЕНТГЕНОГРАФИЯ СЕМЯН В СЕЛЕКЦИИ ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР

Евгений Петрович Безух<sup>1</sup>, Николай Николаевич Потрахов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ

196625, Российская Федерация, Санкт-Петербург, п. Тярлево, Филътровское шоссе, д. 3  
E-mail: info@petrosad.ru

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет СПбГЭТУ «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

197376, Российская Федерация, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 5  
E-mail: nn@eltech-med.com

Статья посвящена вопросам проведения рентгенографических исследований для определения качества гибридных семян ягодных культур, таких как малина, ежевика, земляника, земляника ремонтантная, голубика, смородина красная и крыжовник. Все исследования выполнены с применением передвижной рентгенодиагностической установки ПРДУ-02. Для детального изучения мелких семян

использовали рентгеновский микроскоп РМ-01. Выявлено, что даже у визуально полноценных семян ягодных культур имеются внутренние скрытые дефекты, такие как загнивание семени, отслоение оболочки от семядолей и невыполненность. Результаты микрофокусной рентгенографии семян крыжовника и смородины показали, что оболочки этих семян мало контрастны на рентгеновском изображении: очертания семядолей и зародыша не имеют четко выраженных границ. Однако в целом метод микрофокусной рентгенографии может быть успешно применен в селекции ягодных культур для определения качественных характеристик семян и их жизнеспособности.

**Ключевые слова:** *семена; земляника; малина; голубика; смородина; крыжовник; микрофокусная рентгенография*

### Введение

Ягоды играют важную роль в питании человека. В них содержатся минеральные вещества, белки, кислоты, клетчатка и пектин, углеводы, витамины. В Российской Федерации традиционно упор делается на выращивание ягод черной смородины, которая составляет почти половину от всех сборов (45-47%), и земляники (23-25%). К сожалению, 72% от сбора всех ягод приходится на частные хозяйства населения. При промышленном производстве ягод на первом месте по сборам находятся в ягоды земляники 40-50%, на втором малины, на третье – черной смородины [7]. За всю историю выращивания ягодных культур селекционеры вывели большое количество сортов, приспособленных к определенным зонам произрастания. Но сорта со временем устаревают. Требуются новые, пригодные к механизированной уборке, устойчивые к вредителям и болезням. Селекционный процесс не останавливается, а наоборот ускоряется. В селекцию приходят новые методы, совершенствуются существующие методики, используются новые приборы и оборудования. От качественных показателей семян, которые используются в селекционном процессе, во многом зависит будущая жизнь выращенных из них растений. Полноценные семена дают и полноценные растения.

Анализ семян на качественные показатели и жизнеспособность, проводимый по существующим методикам, носят разрушающий характер. В результате такой проверки они становятся непригодными для дальнейшей работы. Однако существует неразрушающий метод оценки качественных показателей семян, который не разрушает и оставляет жизнеспособными и пригодными для дальнейшей работы. Таким является мягколучевая микрофокусная рентгенография (МФР). Метод с успехом использовался в плодоводстве для контроля качества семян плодовых культур, таких как яблоня, груша, слива, алыча и вишня [3, 4]. Доказано, что метод применим для определения жизнеспособности семян в питомниководстве и в селекции плодовых культур [5, 6]. На практике широкое применение МФР нашла при анализе качества семян полевых и овощных культур [1, 2, 8, 10]. Однако на ягодных культурах подобные исследования пока не проводились.

Цель исследований – определить возможность применения МФР для определения их качественных показателей семян ягодных культур.

### Объекты и методы исследований

Все эксперименты проведены на базе Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета им. В.И. Ульянова (Ленина) (СПбГЭТУ «ЛЭТИ») в 2016-2018 гг. Семена ягодных растений были получены из Санкт-Петербургского государственного аграрного университета (ФГБОУ ВО СПбГАУ) и Всероссийского института генетических ресурсов растений (ФГБНУ ВНИИ ГРР им. Н.И. Вавилова ВИР). Аналитическая работа проводилась на базе Института агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства (ИАЭП – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ). Рентгенографии подверглись семена семи культур: земляники обыкновенной, земляники ремонтантной, малины, голубики, смородины красной,

крыжовника и ежевики. Опыты закладывали в трехкратной повторности по 150 шт. в каждой. Семена были помещены и расклеены на специальные карточки (по 49 шт. на каждой). Метод исследования – МФР [2]. Исследования проводили с помощью установки ПРДУ-02 отечественного производства (ЗАО «ЭЛТЕХ-Мед») (рис. 1).



Рис. 1 Передвижная установка ПРДУ-02

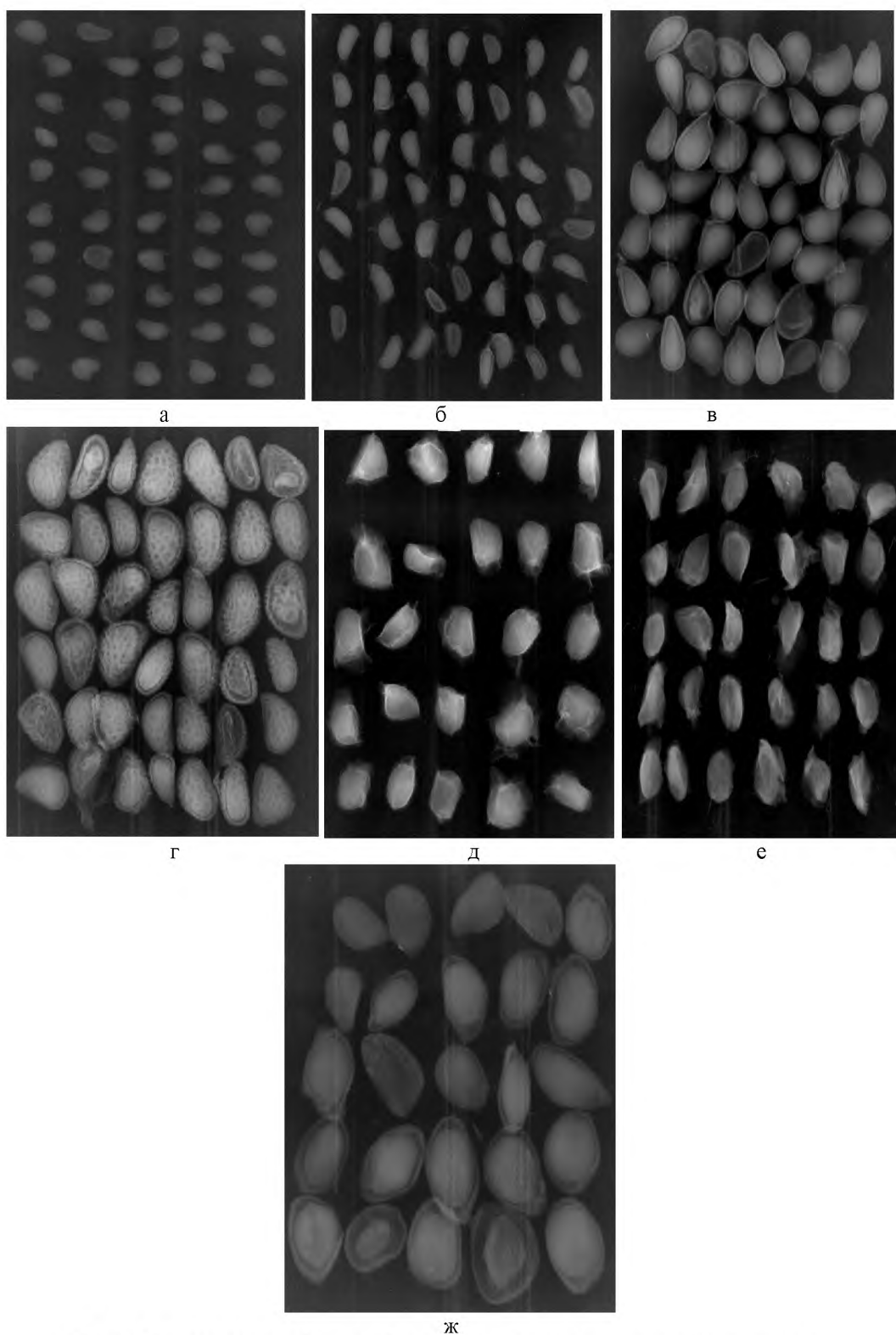
Опытным путем были определены режимы съемки ягодных культур (напряжение 17-18 кВ, ток 65-75 мкА, время экспозиции 2 с). Для детального и подробного рассматривания мелких семян использовался отечественный рентгеновский микроскоп РМ-01 (ЗАО «ЭЛТЕХ-Мед»).

Математическая обработка экспериментальных данных проводилась методом дисперсионного анализа по В.А. Доспехову [9].

### Результаты и обсуждение

При выполнении экспериментов с семенами ягодных культур путем их просвечивания рентгеновским излучением выявлено, что у полноценных внешне семян обнаружены различные внутренние скрытые для глаза дефекты. Эти дефекты можно подразделить на такие как отставание оболочки семени от семядолей, загнившие семена, невыполненные семена. Все эти дефекты наглядно представлены на рис. 2.

Рентгенография семян земляники сорта Дивная показала, что невыполненных семян насчитывалось 4,0%, с отслоившейся оболочкой 2,0%, загнивших семян выявлено 6,0%. Дефектных семян по сорту Дивная в совокупности набирается всего 12,0%, полноценных – 88,0%. По результатам рентгенографического анализа семян ремонтантной земляники сорта Александрия выявлено, что больше всего семян было подвержено загниванию почти 10,2%, чуть меньше – отслоению оболочки от семядолей – 8,2% и, наконец, невыполненных – 4,1%. Таким образом, дефектных семян обнаружено в совокупности 22,5%, а полноценных 77,5%. Исследование семян малины показало, что у них также были обнаружены скрытые, не видимые глазу дефекты. Главным дефектом семян сорта малины Поляна являлась невыполненность, которая составила 14,0%. Загнивание семядолей составило 12,0%. Отслоение оболочки от семядолей было минимальным и составило 6,0%. Совокупное количество выявленных дефектов семян по сорту Поляна – 33,0%, а полноценных 67,0%.



**Рис. 2** Снимки микрофокусной рентгеноскопии семян ягодных культур:

**а – земляника Дивная; б – малина Поляна; в – ремонтантная земляника Александрия; г – ежевика Агавам; д – смородина красная Ранняя сладкая; е – крыжовник Эридан; ж – голубика Денис Блю**

Микрофокусная рентгенография семян ежевики сорта Агавам показала, что скрытые дефекты присутствуют и у этой культуры. Больше всего было загнивших семян – 9,5%, затем семена с отслоением оболочки 7,1% и самым малочисленным дефектом была невыполненность семян – 4,8%. В итоге дефектных семян по этому

сорту выявлено 21,4%, а полноценных 78,6%. По итогам рентгенографического анализа семян голубики сорта Денис Блю выявлено, что лидировало отслоение оболочки от семядолей 12%, затем следовало загнивание семян 8% и, наконец, невыполненность семян 4%. Таким образом, полноценных семян насчитывалось 76%, а дефектных 24%.

Микрофокусная рентгенография, проведенная на семенах крыжовника и смородины красной показала, что оболочки этих семян малоконтрастны на рентгеновском изображении: очертания семядолей и зародыша не имеют четко выраженных границ. В силу этих причин диагностика качественных показателей семян по этим культурам была затруднена. При рентгенографии семян этих культур, вероятно, следует применить другие режимы съемки. Работу в этом направлении следует продолжить в силу большой ценности культуры крыжовника и красной смородины в селекции.

Результаты рентгенографии семян ягодных культур представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Семена ягодных культур с дефектами, выявленными при помощи мягколучевой микрофокусной рентгенографии, 2018 г.**

Сорт	Невыполненные семена		Загнившие семена		Семена с отслоением оболочки		Полноценные семена		НСР <sub>05</sub>
	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	
Земляника									
Дивная	2	4,0	3	6,0	1	2,0	44	88,0	1,79
Земляника ремонтантная									
Александрия	2	4,1	5	10,2	4	8,2	38	77,5	1,83
Малина									
Поляна	7	14,0	6	12,0	3	6,0	33	67,6	1,80
Ежевика									
Агавам	2	4,8	4	9,5	3	7,1	33	78,6	1,77
Голубика									
Денис Блю	1	4,0	2	8,0	3	12,0	19	76,0	1,74

Подтверждением достоверности проведенной диагностики семян ягодных культур и выявленных дефектов явилось выполненное лабораторное проращивание семян. Проращивание семян ягодных культур в лаборатории показало, что их жизнеспособность практически полностью соответствует результатам микрофокусной рентгенографии. Данные по жизнеспособности семян ягодных культур представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Жизнеспособность семян ягодных культур, определенная способом лабораторного проращивания и методом микрофокусной рентгенографии, 2018 г.**

Сорта	ГОСТ 12038-84		Микрофокусная рентгенография		НСР <sub>05</sub>
	шт.	%	шт.	%	
1	2	3	4	5	6
Земляника					
Дивная	43	86	44	88,0	2,53
Земляника ремонтантная					
Александрия	38	77,5	38	77,5	2,45

Продолжение таблицы 2

1	2		3	4	5
Малина					
Поляна	34	69,4	33	67,3	2,49
Ежевика					
Агавам	32	76,1	33	78,6	2,62
Голубика					
Денис Блю	19	76,0	19	76,0	2,50

Таким образом, метод МФР для выявления скрытых дефектов и определения качественных показателей семян может быть с успехом использован в селекции ягодных культур.

### Выводы

1. Метод МФР можно успешно использовать в селекции ягодных культур для определения их качественных характеристик и жизнеспособности.
2. МФР позволяет выявить внутренние, скрытые дефекты семян ягодных культур, не определяемые визуально.
3. МФР не разрушает семена и позволяет их использовать для дальнейшей работы.
4. МФР неэффективна в определении качества семян крыжовника и смородины красной и требует доработки.

### Список литературы

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. 336-340.
2. *Архипов М.В., Потрахов Н.Н.* Микрофокусная рентгенография растений. – СПб.: Технолит, 2008. – 194 с.
3. *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.
4. *Безух Е.П., Потрахов Н.Н., Бессонов В.Б.* Рентгенографический контроль качества семян семечковых культур // Плодоводство и ягодоводство России. – 2017. – Т. 48. – № 2. – С. 38-42.
5. *Безух Е.П., Потрахов Н.Н.* Микрофокусная рентгенография в селекции и питомниководстве плодовых культур// Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 67. – С. 18-22.
6. *Безух Е.П., Потрахов Н.Н., Бессонов В.Б.* Рентгенография в плодоводстве: учеб. метод. пособие. – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2017. – 52 с.
7. *Голохвастов А.М., Никулина Ю.Н.* Фрукты и ягоды: российский рынок / Сельскохозяйственные Вести. – 2018. – № 4. – С. 64-66.
8. *Дерунов И.В.* Рентгенографическое исследование семян различных сельскохозяйственных культур и продуктов их переработки: Дис. ... канд. биол. наук: 06.01.03: СПб., 2004. – 116 с. РГБ ОД, 61:04-3/1444
9. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
10. 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.

Статья поступила в редакцию 05.05.2019 г.

**Bezukh E.P., Potrakhov N.N. X-ray of seeds in breeding of berry crops** // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2019. – № 133. – P. 143-149.

The article is devoted to the use of x-rays to determine the quality of hybrid seeds of berry crops such as raspberries, blackberries, strawberries, strawberry, blueberries, red currants and gooseberries. All examinations were performed with the use of x-ray equipment PRB-02. For detailed examination of small seeds, an x-ray microscope RM-01 was used. It was revealed that even visually full-fledged seeds of berry crops have internal hidden defects, such as rotting of the seed, detachment of the shell from the cotyledons and failure. Microfocus radiography of the seeds of gooseberries and currants showed that the shells of these seeds reacted poorly to x-ray irradiation in the sense that the outlines of the cotyledons and the embryo had no clearly defined boundaries. The method of microfocus radiography can be successfully applied in the selection of berry crops to determine the quality characteristics of seeds and their viability.

**Key words:** *seeds; strawberries; raspberries; blackberries; blueberries; currants; gooseberries; digital microfocus radiography*

УДК 633.1:631.52ДВ

DOI: 10.36305/0513-1634-2019-133-149-157

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ИСПЫТАНИЕ ЯРОВОЙ ТРИТИКАЛЕ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПРИАМУРЬЯ

**Кристина Владимировна Зенкина, Татьяна Александровна Асеева**

Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства  
680521, Россия, Хабаровский край, Хабаровский район, с. Восточное, ул. Клубная, д. 13  
E-mail: [polosataya-zebra@mail.ru](mailto:polosataya-zebra@mail.ru)

Обновление сортимента ранних яровых зерновых колосовых культур с высокой устойчивостью к неблагоприятным факторам особенно актуально для зоны рискованного земледелия, к которым относится Среднее Приамурье. Цель исследований – проведение экологического изучения сортов яровой тритикале в условиях Среднего Приамурья. Сортотестирование велось по экологическому принципу – изучение фенотипической изменчивости структурных элементов продуктивности сортов яровой тритикале и их взаимосвязь в почвенно-климатических условиях Среднего Приамурья. Культивирование сортов яровой тритикале иностранной и отечественной селекции в данной экологической зоне позволяет успешно получать 2-3 т/га зерна, однако при воздействии стрессовых факторов окружающей среды урожайность варьирует от среднего значения в 2 раза, как в положительную, так и отрицательную стороны. Установлено, что большинство образцов яровой тритикале характеризуются низкой экологической устойчивостью в неблагоприятных условиях окружающей среды. Выявленные корреляционные взаимосвязи фенотипической изменчивости яровой тритикале указывают на сложную и многофакторную природу формирования основных структурных элементов продуктивности под влиянием влаго- и теплообеспеченности вегетационного периода. Фенотипическая изменчивость признаков продуктивности представляет интерес для дальнейшей биологизации культуры тритикале на повышение продукционного процесса под влиянием природно-климатических экосистем.

**Ключевые слова:** *экологическое испытание; яровая тритикале; урожайность; фенотипическая изменчивость; структурные элементы продуктивности; Среднее Приамурье*

### Введение

Экологическая селекция часто объединяет несколько различных селекционных направлений, общим элементом которых является экологизация (биологизация) сельского хозяйства или повышение адаптивного потенциала растений к конкретным факторам среды [9]. В решении задач современного адаптивного земледелия одно из центральных мест занимает создание и широкое использование в полевых севооборотах новых сортов и гибридов зерновых культур [5]. Современное сельскохозяйственное производство предъявляет высокие требования к сортам, основным из которых является устойчивость к экологическим факторам среды, лимитирующим формирование возможной урожайности [2]. Сорта с высокой