

2. Gruber S., Claupein W. Effect of Tillage Intensity on Weed Infestation in Organic Farming // Soil & Tillage Research. – 2009. – Vol. 105 (1). – P. 104-111.

3. Gruber S., Claupein W. Effect of Conservation Tillage on Canada Thistle (*Cirsium arvense*) in Organic Farming. Proc. 16th IFOAM Organic World Congress, Modena, Italy, June 16-20, 2008.

4. Biozemledelie. Nauchnye osnovy, innovatsionnye tekhnologii i mashiny: monografiya / N.V. Yashutin, A.P. Drobyshev, A.I. Khomenko. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2008. – 191 s.

5. Nauchnye osnovy sovremennoi agronomii: monografiya / N.V. Yashutin, A.P. Drobyshev, M.I. Mal'tsev i dr. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2012. – 530 s.

6. Zemledelie v Sibiri: uchebnoe posobie dlya studentov vysshikh uchebnykh zavedenii po agronomicheskim spetsial'nostyam / N.V. Yashutin, A.P. Drobyshev. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2004. – 414 s.

7. Sposob regulirovaniya plodorodiya sezonno-merzlotnykh pakhotnykh pochv / A.P. Drobyshev // PATENT na izobretenie № 2524257, 2014 g.



УДК 581.524:635.53

Ф.Б. Мусаев, Д.Н. Балеев, А.Ф. Бухаров  
F.B. Musayev, D.N. Baleyev, A.F. Bukharov

## ДИАГНОСТИКА ДЕФЕКТОВ СЕМЯН КАБАЧКА И ПАТИССОНА МЕТОДОМ РЕНТГЕНОСКОПИИ

### RADIOGRAPHIC DIAGNOSTICS OF SEED DEFECTS OF ZUCCHINI AND PATTYPAN SQUASH

**Ключевые слова:** семена, зародыш, кабачок, патиссон рентгенографический анализ.

Одним из наиболее перспективных методов регистрации скрытых дефектов в семенном материале является метод микрофокусной рентгенографии. Он позволяет визуализировать все его внутренние формообразующие элементы, их плотность, объем и структурные аномалии. Рентгенографический анализ как эффективный метод контроля качества семян дает возможность получить принципиально новую информацию об их внутренних свойствах. Являясь неразрушающим, обеспечивает в совокупности с другими методами (морфофизиологическим, биохимическим, люминесцентным) более высокий уровень экспертной оценки качества семян. Семена тыквенных овощных культур могут стать модельным объектом для рентгеновского анализа. Поскольку семена плоские, их легко ориентировать для съёмки, что очень важно для сравнительного анализа. Достаточно большая площадь семени в этой позиции позволяет различать детали зародыша. Дефекты сравнительно легко идентифицируются. Возможности рентгенографии семян не ограничиваются определением степени выполненности эндосперма или семядолей зародыша семян и влиянием данных недостатков на жизнеспособность семян. Метод дает возможность определить наличие механических травм, скрытую заселенность и поврежденность насекомыми, внутреннее прорастание, другие дефекты и аномалии внутренней структуры семян, проявляемые на различных видах в разной степени интенсивности. Перспективы развития рентгенографии семян овощных культур предусматривают создание банка данных по рентгенпризнакам дефектов и недостатков семян, что позволит в дальнейшем

осуществлять не только детальную оценку их качества, но и автоматическую скоростную сепарацию.

**Keywords:** seeds, embryo, zucchini, Pattypan squash, radiographic analysis.

One of the most promising methods of detecting hidden defects in seed material is the technique of microfocus X-ray radiography. The method enables to visualize all its internal formative elements, their density, volume, and structural abnormalities. Radiographic analysis as an effective method of seed quality control enables to obtain fundamentally new information about seed internal properties. The method, being non-destructive one, in combination with other methods (morphological, biochemical, fluorescent methods), ensures a higher level of expert evaluation of seed quality. The seeds of cucurbits vegetable crops may be a model objects for X-ray analysis. The seeds are flat and they may be easily positioned for shooting which is very important for comparative analysis. Quite large area of a seed enables to distinguish the parts of the embryo. The defects are relatively easily identified. The possibilities of seed X-ray radiography are not limited to determining the damage extent of the endosperm or cotyledons of seed embryo. The method allows determining the presence of mechanical injuries, hidden pest colonization and the damage caused by insects, internal sprouting, and other defects and abnormalities of seed internal structure which are revealed in different ways in different species. The prospects of the development of vegetable crop seed radiography include the creation of a data bank on seed defects and drawbacks. This will allow not only carrying out a detailed quality evaluation, but also automated high-speed seed separation.

**Мусаев Фархад Багадыр оглы**, к.с.-х.н., зав. сектором адаптивного семеноводства, Всероссийский НИИ селекции и семеноводства овощных культур (ФГБНУ ВНИИССОК), Московская обл. E-mail: musayev@bk.ru.

**Балеев Дмитрий Николаевич**, к.с.-х.н., с.н.с., лаб. семеноведения и первичного семеноводства овощных культур, Всероссийский НИИ овощеводства (ФГБНУ ВНИИО), Московская обл. E-mail: baleev.dmitry@yandex.ru.

**Бухаров Александр Федорович**, д.с.-х.н., зав. лаб. семеноведения и первичного семеноводства овощных культур, Всероссийский НИИ овощеводства (ФГБНУ ВНИИО), Московская обл. E-mail: baleev.dmitry@yandex.ru.

**Musayev Farkhad Bagadyr ogly**, Cand. Agr. Sci., Head, Sector of Adaptive Seed Growing, All-Russian Research Institute of Vegetable Crop Breeding and Seed Growing, Moscow Region. E-mail: musayev@bk.ru.

**Baleyev Dmitriy Nikolayevich**, Cand. Agr. Sci., Senior Staff Scientist, Lab. of Vegetable Crop Seed Study and Primary Seed Breeding, All-Russian Research Institute of Vegetable Crop Growing, Moscow Region. E-mail: baleev.dmitry@yandex.ru.

**Bukharov Aleksandr Fedorovich**, Dr. Agr. Sci., Head, Lab. of Vegetable Crop Seed Study and Primary Seed Breeding, All-Russian Research Institute of Vegetable Crop Growing, Moscow Region. E-mail: baleev.dmitry@yandex.ru.

### Введение

Сотрудниками Агрофизического НИИ совместно с коллективом Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета разработан метод микрофокусной рентгенографии с прямым рентгеновским увеличением, который оказался наиболее пригодным для исследования внутренней структуры семян [1, 2]. Метод отличается своей экспрессностью и пригодностью для массовых анализов, а «неразрушающий» характер делает его незаменимым при работе с малыми селекционными и коллекционными партиями семян. Он хорошо отработан для исследований внутренней структуры зерновки злаков, семян технических и масличных культур. Метод апробирован при изучении овощных зонтичных [4], бобовых [5] и других культур.

Овощные разновидности тыквы обыкновенной (*Cucurbita pepo* L.) несмотря на ботаническую близость морфологически отличаются между собой формой, размером и цветом плодов. Низкая калорийность и богатый минеральный состав плодов делают их ценными для диетического питания.

Семена кабачка и патиссона схожие морфологически и по содержанию, отличаются только по размеру. Они по форме плоские, яйцевидные, размером 12-15 мм в длину, 7-8 мм ширину и 2-2,5 мм толщину. Поверхность семян грязновато-белая или желтовато-белая, матовая. Масса 1000 семян кабачка 120-130 г, патиссона – 80-90 г [6].

Современные технологии для получения высококачественной овощной продукции требуют использования посевного материала высокого качества. Поэтому усовершенствование методов контроля и повышение качества семян в современных условиях являются одной из важнейших и актуальных задач растениеводства.

**Целью** исследования является изучение возможности использования метода микрофокусной рентгенографии при анализе качества семян тыквенных культур.

### Материал и методы

Для проведения рентгенографического анализа внутренней структуры использованы семена кабачка (*Cucurbita pepo* var. *giromontla* Duch.), патиссона (*Cucurbita pepo* var. *patisson* Duch.) различных образцов из коллекции ВНИИО и ВНИИССОК.

Подготовка пробы семян для анализа включала изготовление картонных рамок размером окна 40-60 мм и крепления к ним с помощью клейкой ленты семян. Рентгенографические съемки семян проведены на установке ПРДУ-2 в Санкт-Петербургском государственном электротехническом университете. Режим съемки следующий: напряжение 18 кВ, сила тока 98 мкА, экспозиция 7 с. Скрытый образ переводили в цифровой вид с помощью сканера «DIGORA». Фотографирование семян и проростков выполнено в фотолаборатории ВНИИССОК на профессиональном фотоаппарате Canon с применением макрообъектива. Повторность опыта трехкратная.

### Результаты исследований и обсуждение

На рисунке 1 представлены общая рентгенограмма семян и фотография проростков семян патиссона. Сопоставление рентгеновского снимка семян образца с результатами их проращивания позволило выделить следующие хозяйственно значимые признаки.

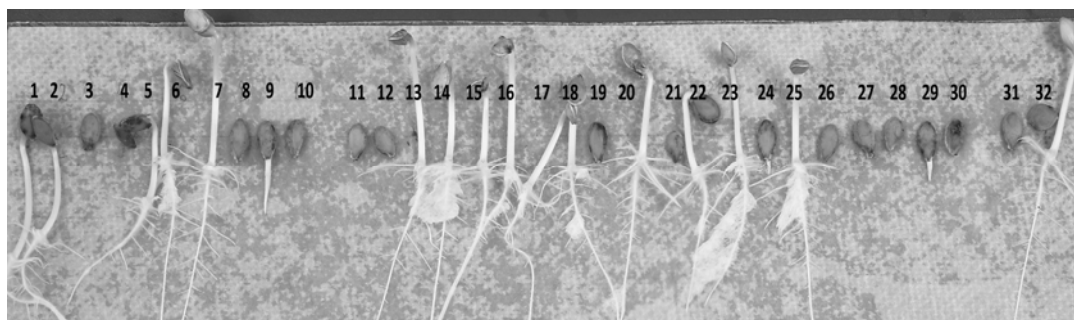
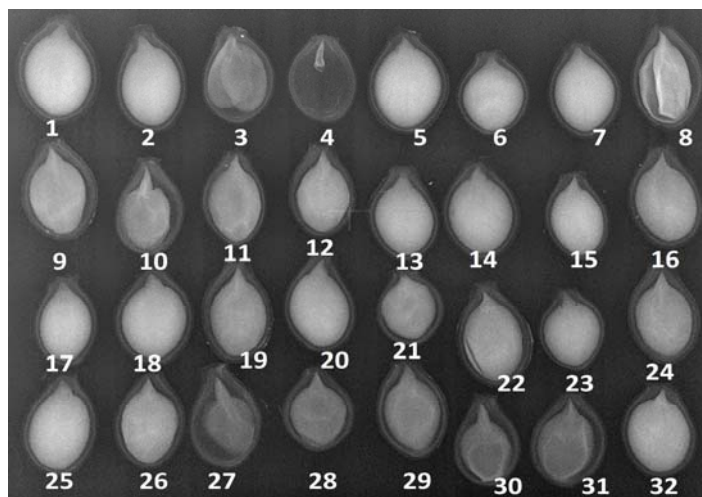
Недоразвитость семядолей по толщине, выражающаяся в потемнении их проекции, свидетельствует о низкой жизнеспособности семени, вплоть до отсутствия таковой (рис. 2). Семена № 3 и № 8 обнаруживают сдвиг семядолей относительно друг друга (рис. 3). Оба семени не проросли.

Стоит отметить, что наиболее отрицательно сказывается неравномерное, пятнистое потемнение проекции, даже если усредненная оптическая плотность проекции близка к норме (семя № 26). Этому же отвечает и семя № 29, которое, имея равномерное (и не слишком глубокое) потемнение проекции, всё же дало корешок, в противоположность семенам № 26 и № 28, также имеющим

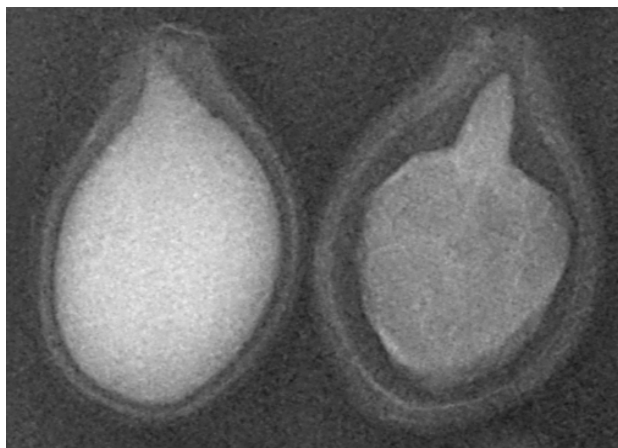
тёмные проекции. Недоразвитость семядолей может отражаться на снимках не только потемнением их проекции, но и уменьшением их площади, когда между оболочкой и краем семядоли остаётся пространство шириной более толщины оболочки (рис. 4). В таких случаях обычно, если проекция семядолей заметно отстаёт от оболочки, то, как правило, она имеет или общее, или нерегулярное потемнение.

Таким образом, семена тыквенных овощных культур могут стать модельным объектом для рентгеновского анализа. Будучи

плоскими, они легко и однозначно ориентируются для съёмки, что очень важно для сравнительного анализа, достаточно большая площадь семени в этой позиции позволяет различать детали зародыша. Признаки дефектности сравнительно легко идентифицируются. Учитывая высокую стоимость гибридных семян и их микрорасфасовку буквально по несколько семян, именно рентгеновский метод может гарантировать их высокое качество, не пропустив ни одного ущербного по внутренней структуре семени.



**Рис. 1. Рентгенограмма семян и фотография проростков патиссона**



**Рис. 2. Признак «недоразвитость семядолей»**

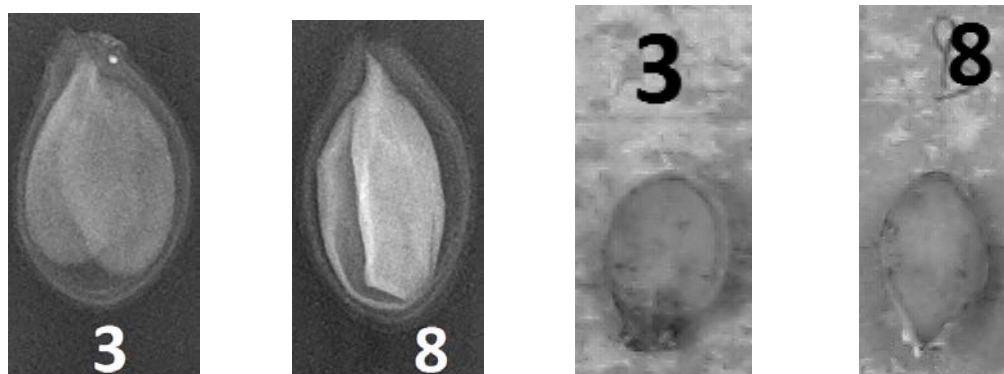


Рис. 3. Признак «сдвиг семядолей»

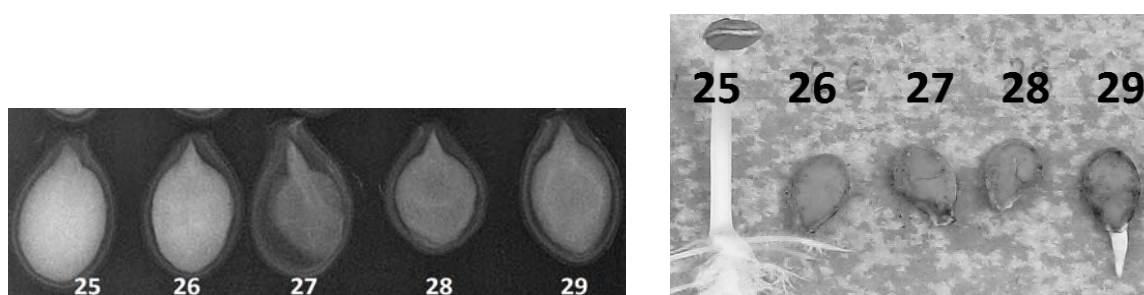


Рис. 4. Признак «потемнение проекции семени»

Для того чтобы правильно идентифицировать рентгенографические признаки, необходимо сопоставление рентгенограмм семян, на которых обнаружены скрытые дефекты внутренней структуры семян с результатами их проращивания. Если вся проекция семени тёмная, в отличие от полностью светлой в контроле, то этот признак легко определяется, он сразу «бросается в глаза».

Некоторые микропризнаки можно заметить, внимательно вглядываясь, только после того, как он многократно идентифицирован как один из значимых и потому ожидаем. К числу таковых могут быть отнесены нерегулярные тени на проекции семядолей по сравнению с чистой, светлой проекцией семядолей, дающих проросток заметно меньшего размера. Существенные последствия может иметь незначительная тень на проекции корешка, которая также может иметь негативные последствия.

Снижение качества семян может быть обусловлено отсутствием или значительной дегенерацией зародыша и эндосперма. Для изучения качества семян, в том числе степени развития или дегенерации зародыша и эндосперма, традиционно используют метод морфометрического анализа. При исследовании партий семян овощных зонтичных культур этим методом выявлены многочисленные нарушения в развитии зародыша и эндосперма. Однако данный анализ связан с порчей исследуемого материала. Рентгенографический анализ лишен этого недостатка [3, 4].

Возможности рентгенографии семян не ограничиваются определением степени выполненности эндосперма или семядолей зародыша семян и влиянием данных недостатков на жизнеспособность семян. Метод дает возможность определить наличие механических травм, скрытую заселенность и поврежденность насекомыми, внутреннее прорастание, другие дефекты и аномалии внутренней структуры семян, проявляемые на различных видах в разной степени интенсивности. Перспективы развития рентгенографии семян овощных культур предусматривают создание банка данных по рентгенпризнакам дефектов и недостатков семян, что позволит в дальнейшем осуществлять не только детальную оценку их качества, но и автоматическую скоростную сепарацию.

#### Заключение

Полученные результаты свидетельствуют о перспективности рентгенографических исследований семян овощных культур. Целесообразно как расширение списка исследуемых культур, так и детализация изучения внутренней структуры семян каждой культуры.

Учитывая изложенное, микрофокусная рентгенография представляется одним из наиболее эффективных методов регистрации скрытых дефектов в семенном материале, позволяющий, не разрушая семени, визуализировать все его внутренние формообразующие элементы, их плотность, объем и структурные аномалии. Рентгенографический анализ как эффективный метод контроля ка-

чества семян, дает принципиально новую информацию об их внутреннем строении, обеспечивая в совокупности с другими методами более высокий уровень экспертной оценки качества семян.

**Библиографический список**

1. Архипов М.В., Алексеева Д.И., Батыгин Н.Ф., Великанов Л.П., Гусакова Л.П., Дерунов И.В., Желудков А.Г., Николенко В.Ф., Никитина Л.И., Савин В.Н., Пономоренко Е.Н., Якушев В.П. Методика рентгенографии в земледелии и растениеводстве. – М.: РАСХН, 2001. – 93 с.

2. Архипов М.В., Потрахов Н.Н. Микрофокусная рентгенография растений. – СПб.: Технолит, 2008. – 192 с.

3. Балеев Д.Н., Бухаров А.Ф., Бухарова А.Р. Анализ параметров качества семян укропа разной степени зрелости // Вестник Башкирского ГАУ. – 2012. – № 2 (22). – С. 5-7.

4. Мусаев Ф.Б., Потрахов Н.Н., Бухаров А.Ф. Рентгенографический анализ качества семян овощных культур, представителей семейства Apiaceae // Экологические проблемы современного овощеводства и качество овощной продукции: сб. науч. тр. – М.: ФГБНУ ВНИИО, 2014. – С. 357-364.

5. Мусаев Ф.Б., Балеев Д.Н., Бухаров А.Ф. Исследование скрытой заселенности семян овощных бобовых культур насекомыми с помощью рентгенографии // Научное обеспечение отрасли овощеводства России в современных условиях: сб. науч. тр. по матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию Всерос. НИИ овощеводства. – М.: ФГБНУ ВНИИО, 2015. – С. 320-324.

6. Кириллова О.А., Бухаров А.Ф. Сортимент кабачка для Центральной России //

Картофель и овощи. – 2014. – № 6. – С. 35-36.

**References**

1. Arkhipov M.V., Alekseeva D.I., Batygin N.F., Velikanov L.P., Gusakova L.P., Derunov I.V., Zheludkov A.G., Nikolenko V.F., Nikitina L.I., Savin V.N., Ponomorenko E.N., Yakushev V.P. Metodika rentgenografii v zemledelii i rastenievodstve. – M.: RASKhN, 2001. – 93 s.

2. Arkhipov M.V., Potrakhov N.N. Mikrofokusnaya rentgenografiya rastenii. – SPb: Tekhnolit, 2008. – 192 s.

3. Baleev D.N., Bukharov A.F., Bukharova A.R. Analiz parametrov kachestva semyan ukropa raznoi stepeni zrelosti // Vestnik Bashkirkogo GAU. – 2012. – № 2 (22). – S. 5-7.

4. Musaev F.B., Potrakhov N.N., Bukharov A.F. Rentgenograficheskii analiz kachestva semyan ovoshchnykh kul'tur, predstavitelei semeistva Apiaceae // Ekologicheskie problemy sovremennogo ovoshchevodstva i kachestvo ovoshchnoi produktsii (sbornik nauchnykh trudov). – M.: FGNBNU VNIIO, 2014. – S. 357-364.

5. Musaev F.B., Baleev D.N., Bukharov A.F. Issledovanie skrytoi zaselennosti semyan ovoshchnykh bobovykh kul'tur nasekomymi s pomoshch'yu rentgenografii // Nauchnoe obespechenie otrasli ovoshchevodstva Rossii v sovremennykh usloviyakh / Sb. nauch. tr. po mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 85-letiyu Vserossiiskogo NII ovoshchevodstva. – M.: FGBNU VNIIO, 2015. – S. 320-324.

6. Kirillova O.A., Bukharov A.F. Sortiment kabachka dlya Tsentral'noi Rossii // Kartofel' i ovoshchi. – 2014. – № 6. – S.35-36.



УДК 581.543:635.92(571.1)

**Т.И. Фомина**  
T.I. Fomina

**РИТМОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВИДОВ  
ВЕСЕННЕ-ЛЕТНЕЗЕЛЕННОГО ФЕНОРИТМОТИПА**

**RHYTHMOLOGICAL FEATURES OF THE SPECIES  
OF SPRING-SUMMERGREEN PHENORHYTHMOTYPE**

*Ключевые слова:* сезонный ритм развития, ритмологическая группа, весенне-летнезеленый феноритмотип, поликарпики, декоративные многолетники, Западная Сибирь.

*Key words:* seasonal rhythm of development, rhythmological group, spring-summergreen phenorhythmotype, polycarpics, ornamental perennial species, West Siberia.