

УДК 004.93, 535.317, 548.732,634.1:535-34

ПОЛУЧЕНИЕ ЦИФРОВЫХ РЕНТГЕНОВСКИХ СНИМКОВ СЕМЯН ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР

Балухо И. Н.¹, Дудчик Ю. И.¹, Кухарчик Н. В.², Кольчевский Н. Н.¹

¹НИУ «Институт прикладной физическим проблем имени А. Н. Севченко» БГУ

²РУП «Институт плодоводства» НАН Беларуси

Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Предложено использование метода разностной съемки для получения изображений внутренней структуры семян плодово-ягодных культур. Выполнены экспериментальные исследования по получению цифровых рентгеновских снимков семян вишни и сливы, методом разностной съемки.

Ключевые слова: рентгеновское излучение; разностная съемка; рентгеновские снимки семян.

DIGITAL X-RAY IMAGES OF FRUIT AND BERRY SEEDS

Balukho I.¹, Dudchik Y.¹, Kukharchik N.², Kolchevsky N.¹

¹A. N. Sevchenko Institute of Applied Physical Problems BSU

²RUE "Institute of Fruit Growing" NAS of Belarus

Minsk, Republic of Belarus

Abstract. Proposes the use of the method of difference imaging to obtain images of the internal structure of seeds of fruit and berry crops. Performed experimental studies on obtaining digital X-ray images of cherry and plum seeds, by the method of difference imaging.

Key words: X-ray emission; difference imaging; X-rays of seeds.

Адрес для переписки: Кольчевский Н. Н., ул. Курчатова 7–403, 220045, Минск, Республика Беларусь
e-mail: kolchevsky@bsu.by

Семена как биологические объекты являются сложными многокомпонентными, многопараметрическими нелинейными системами. Современный уровень научных исследований в семеноведении требует применения инструментальных физических методов, позволяющих получить детальную информацию как о внешних, так и внутренних характеристиках структурной целостности семени. На сегодняшний день рентгенография является единственным стандартизованным инструментальным методом, применяемым для решения данной задачи [1].

Разработанный метод разностной съемки, используется для получения изображений слабо-поглощающих рентгеновское излучение объектов [2]. Основу метода составляет получение двух изображений объекта при изменении углового положения, и формирование разностного изображения. Метод разностной съемки направлен на обнаружение границ объектов, которые существенно изменяют пропускание при угловом повороте объекта.

Получение цифровых рентгеновских изображений плодово-ягодных культур выполнялось с помощью экспериментальной установки (рисунок 1). Установка содержит: источник рентгеновских лучей в виде рентгеновской трубки с медным анодом (рисунок 1 – слева) и цифровую рентгеновскую камеру (рисунок 1 – справа), объект исследования размещен вблизи камеры (рисунок 1 – сверху). Изображение было записано с помощью рентгеновской камеры Photonic Science.

Размер рабочей области рентгеновской камеры составляет 18×12 мм², число пикселей равно 4008×2670. Размер пикселя камеры составляет 4,5 мкм. При съемке объекта использовалась функция биннинга, которая позволяет объединять несколько пикселей камеры в один.



Рисунок 1 – Фотография экспериментальной установки

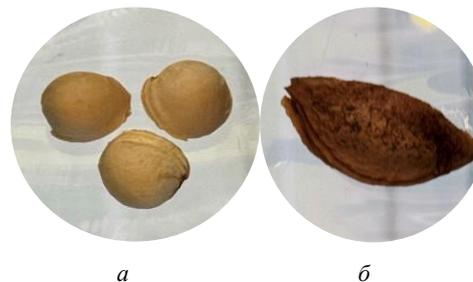
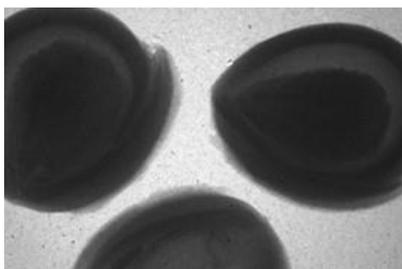
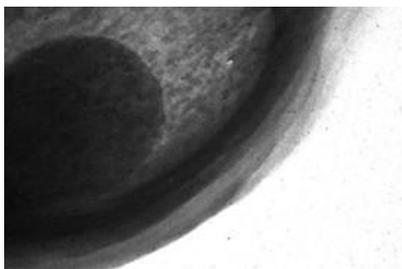


Рисунок 2 – Исследуемые семена плодово-ягодных культур: вишни (а) и сливы (б)



a



б

Рисунок 3 – Рентгеновская фотография семян вишни (*a*) и сливы (*б*)

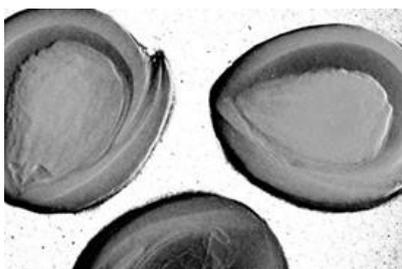
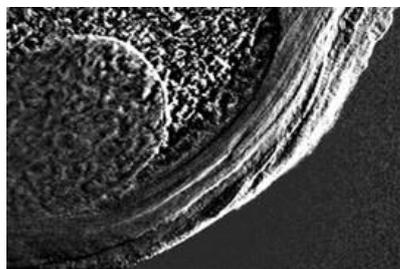


Рисунок 4 – Рентгеновская изображение семян вишни после обработки

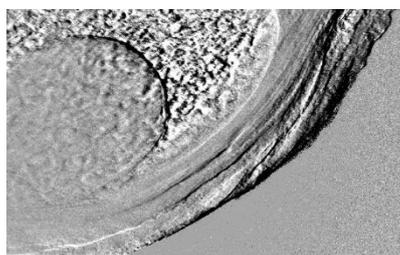
Выполнены экспериментальные исследования по получению цифровых рентгеновских снимков семян плодово-ягодных культур: вишни и сливы (рисунок 2). Расстояние от источника до объекта составляло $l_1 = 440$ мм, расстояние от объекта до детектора – $l_2 = 10$ мм. Рабочее напряжение на аноде рентгеновской трубки составляло 27 кВ, анодный ток – 4 мА.

На рисунке 3, *a* и *б* показаны полученные рентгеновские снимки семян вишни и сливы. На рисунках 4 и 5 показаны результаты разностной съемки, при углах поворота на 1 градус. Видно,

что при увеличении угла поворота, размер контрастного изображения возрастает, и повышается резкость элементов внутренней структуры семян, что также отчетливо видно на позитивном и негативном изображении (рисунок 5).



a



б

Рисунок 5 – Рентгеновская изображение семян сливы после обработки: негативное (*a*) и позитивное (*б*) изображение

Благодарности. Работа частично поддержана Министерством образования Республики Беларусь в рамках задания 3.12 ГПНИ «Механика, металлургия, диагностика в машиностроении», подпрограмма «Техническая диагностика».

Литература

1. Рентгеновские компьютерные методы исследований структурной целостности семян и их значение в современном семеноведении / М. В. Архипов [и др.], ЖТФ. – 2019. – № 89 (4). – С. 627–638.
2. Дудчик, Ю. И. Цифровая рентгенография слабопоглощающих рентгеновское излучение объектов / Ю. И. Дудчик, А. А. Субач // Приборостроение-2022: материалы 15-й Международной научно-технической конференции, 16-18 ноября 2022 года, Минск, Республика Беларусь / редкол.: О. К. Гусев (председатель) [и др.]. – Минск: БНТУ, 2022. – С. 22–23.