

ОПЫТ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ СКРЫТОЙ ЗАСЕЛЕННОСТИ
И ПОВРЕЖДЕННОСТИ СЕМЯН ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР НАСЕКОМЫМИTHE EXPERIENCE OF RADIOGRAPHIC DETERMINATION OF HIDDEN PEST COLONIZATION
AND DAMAGE OF VEGETABLE SEEDS

Ключевые слова: семена, зонтичные, бобовые, вредители, рентгенографический анализ, *Bruchus pisorum* L., *Bruchus affinis* F., *Graphosoma lineatum* L.

Представлены результаты исследований по апробации рентгенографического метода оценки качества семян овощных культур для выявления скрытой заселенности или поврежденности их насекомыми. Изучаемые семена гороха овощного и фасоли овощной заселены и повреждены гороховой зерновкой (*Bruchus pisorum* L.) и фасолевой зерновкой (*Bruchus affinis* F.). Ткани, поврежденные насекомыми, и сами насекомые внутри семян рентгенографическим методом определяются достаточно эффективно. Повреждения, нанесенные грызущими насекомыми, как правило, представляют собой вытянутые каналы внутри семени, начинающиеся у оболочки семени и заканчивающиеся или тупиком, в котором находится живое или мёртвое насекомое, или лёгким отверстием. Канал отображается как в разной степени извитая темная полоса, насекомое – как более светлое образование в конце канала, лёгкое отверстие – как темное круглое пятно с диаметром канала, если канал перед отверстием обращён прямо к источнику излучения. Для живых насекомых, перемещающихся во время съёмки, характерны некоторая размытость проекции и весьма светлая окраска (поскольку тело плотное). Семена зонтичных культур повреждены полосатым щитником (*Graphosoma lineatum* L.). Семенники моркови и пастернака еще на стадии цветения или завязывания плодов поражаются вредителем – полосатым щитником (*Graphosoma lineatum* L.). В результате, в зависимости от степени поражения, у семян либо эндосперм совсем не формируется, либо не выполнен. В основном же последствия «работы» вредителя проявляются

в «недовыполненности» семян в разной степени и образовании рыхлой «продырявленной» структуры эндосперма на рентгенограммах в виде темных, нечетких «размытых» пятен.

Keywords: seeds, *Apiaceae*, *Fabaceae*, pests, radiographic analysis, field pea weevil (*Bruchus pisorum* L.), bean weevil (*Bruchus affinis* F.), minstrel bug (*Graphosoma lineatum* L.).

The testing of a radiographic technique to evaluate the quality of vegetable seeds and identify hidden pest colonization and damage is discussed. The studied seeds of field pea and French beans were colonized and damaged by pea weevil (*Bruchus pisorum* L.) and bean weevil (*Bruchus affinis* F.). The tissues damaged by the pests and the pests themselves inside a seed are detected by radiography quite effectively. The damage caused by those pests is usually in the form of elongated channels inside a seed beginning at the seed coat and ending with a dead-end with live or dead pest, or flight hole. The channel is displayed a spiral dark stripe, the pest as a lighter formation at the end of the channel, and the flight hole as a dark round spot when the channel before the hole fronts the source of irradiation. Live pests moving during radiography display somewhat blurring and very light color (due to a solid body). Umbellate crop seeds are damaged by minstrel bug (*Graphosoma lineatum* L.). The seed plants of carrots and parsnip already at flowering or fruit setting are affected by minstrel bug. Depending on the extent of damage, the endosperm in the seeds is not formed or underdeveloped. Basically, the damage caused by the pests is revealed as seed underdevelopment and the formation of loose "perforated" endosperm which displays as dark, fuzzy spots in radiography.

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

Бухаров Александр Федорович, д.с.-х.н., в.н.с., группа семеноведения и первичного семеноводства овощных культур, Всероссийский НИИ овощеводства, Московская обл. E-mail: baleev.dmitry@yandex.ru.

Балеев Дмитрий Николаевич, к.с.-х.н., с.н.с., группа семеноведения и первичного семеноводства овощных культур, Всероссийский НИИ овощеводства, 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.

Bukharov Aleksandr Fedorovich, Dr. Agr. Sci., Leading Staff Scientist, Team 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.

Baleev Dmitriy Nikolayevich, Cand. Agr. Sci., Senior Staff Scientist, Team 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.

Ушаков Владимир Анатольевич, к.с.-х.н., с.н.с., лаб. селекции и семеноводства овощных культур, Всероссийский НИИ селекции и семеноводства овощных культур, Московская обл. E-mail: musayev@bk.ru.

Ushakov Vladimir Anatolyevich, Cand. Agr. Sci., Senior Staff Scientist, Lab. of Vegetable Crop Breeding and Seed Growing, All-Russian Research Institute of Vegetable Crop Breeding and Seed Growing, Moscow Region. E-mail: musayev@bk.ru.

Введение

Семена весьма уязвимы для разного рода насекомых – вредителей как во время формирования на растении, так и в период послеуборочного хранения. Вредителей привлекает высокая питательная ценность семян и возможность поселения в семенах для зимовки. Контроль, прогноз и борьба с вредителями семян, учитывая их высокую вредоносность и значительные объемы производства зерновых, масличных, технических и овощных культур, рассматриваются как один из факторов продовольственной безопасности [1-4].

Семена овощных растений поражаются клещами, молями, клопами, зерновками и другими насекомыми. Учитывая высокий коэффициент размножения большинства овощных культур, вредоносность насекомых, заселяющих семена, в последующем поколении может сильно возрасти.

Существует необходимость совершенствования методов анализа для повышения эффективности определения зараженности и степени повреждения семян вредителями.

В совместной работе сотрудников ВНИИ селекции и семеноводства овощных культур, Агрофизического НИИ и С.-Петербургского электротехнического университета разработан рентгенографический метод оценки качества семян овощных культур [5]. Представлены результаты исследований по апробации этой методики при изучении семян овощных культур представителей семейств бобовых и зонтичных для выявления скрытой заселенности или поврежденности их насекомыми.

Методика исследований

Исследования проводили в ФГБНУ ВНИИССОК, ФГБНУ ВНИИО в 2011-2014 гг. Объектом исследований являлись семена гороха овощного (сорт Максдон), фасоли овощной (сорт Магура), пастернака (сорт Кулинар) и моркови (линия Л753), выращенных в естественных условиях Московской области. Размер делянки составлял 3 м². По каждой культуре наблюдения вели на 10-15 учетных растениях.

Изучение повреждения семян проводилось с использованием мягколучевой рентгенографии [5] и светового микроскопа. Для проведения рентгенографического анализа внутренней структуры семени подготовка пробы включала изготовление картонных рамок размером окна 40-60 мм и крепления к ним с помощью клейкой ленты семян в количе-

стве 50 шт. Фотосканирование семян выполняли на сканере «Brother» с разрешением 600 dpi. Рентгенографические съемки семян проведены на установке ПРДУ-2. Режим съемки следующий: напряжение – 18 кВ, сила тока – 98 мкА, экспозиция – 5 с (для моркови), 8 с (для пастернака, гороха и фасоли). Полученный скрытый образ переводится в цифровой вид сканером «DIGORA». Повторность опыта трехкратная, в каждой повторности исследуется не менее 20 шт. плодов.

Результаты исследований

Крупные семена ввиду большего запаса питательных веществ, как правило, чаще привлекают насекомых-вредителей. Семена овощных культур семейства Бобовые активно поражаются зерновками. Наиболее опасным вредителем гороха является гороховая зерновка (*Bruchus pisorum* L.), которая ограничивает расширение его посевных площадей [4]. При сильном повреждении потери достигают 40% массы зерна, а всхожесть семян снижается на 70-80% [6]. Посевам фасоли большой ущерб наносит фасолевая зерновка (*Bruchus affinis* F.) [7]. Поврежденные семена теряют и посевные, и пищевые качества из-за наличия в зерновках личинок вредителя.

Представленные на рисунке 1 и 2 семена гороха и фасоли заселены гороховой зерновкой (*Bruchus pisorum* L.) и фасолевой зерновкой (*Bruchus affinis* F.).



Рис. 1. Рентгенограмма семян фасоли овощной с показанной скрытой заселенностью вредителями фасолевыми зерновками (*Bruchus affinis* F.)

Ткани, поврежденные насекомыми, и сами насекомые внутри семян рентгенографическим путем определяются достаточно эф-

фективно. Повреждения, нанесенные грызущими насекомыми, как правило, представляют собой вытянутые каналы внутри семени, начинающиеся у оболочки и заканчивающиеся или тупиком, в котором находится живое или мёртвое насекомое, или лётным отверстием. Канал отображается как в разной степени извитая темная полоса, насекомое – как более светлое образование в конце канала, лётное отверстие – как темное круглое пятно с диаметром канала, если канал перед отверстием обращён прямо к источнику излучения.

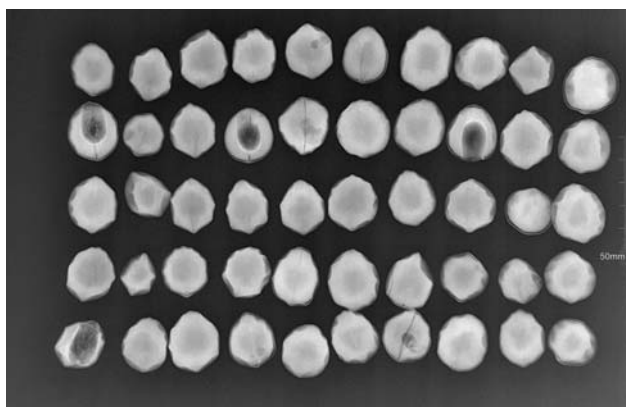


Рис. 2. Рентгенограмма семян гороха овощного с показанной скрытой поврежденностью гороховой зерновкой (*Bruchus pisorum* L.)

Такое внутреннее повреждение семян не всегда внешне различимо. На фотографии семян внешне заметны только те семена, у которых проделано множество каналов и ходов вредителем.

Для живых насекомых, перемещающихся во время съёмки, характерны некоторая размытость проекции и весьма светлая окраска (поскольку тело плотное). При подозрении на наличие живых насекомых и в случае, если семена предполагается хранить некоторое время, производится повторная съёмка. Если насекомое живое – повторно оно будет снято уже в другой позиции, чем на момент первой съёмки. Чтобы убедиться в его активности в данный момент, делают дополнительно два снимка, с интервалом в 2-3 мин. Смена насекомым позиции приведет к изменению его силуэта и однозначно укажет на его активность.

Другую группу опасных вредителей составляют клопы щитники-черепашки. На зерновых культурах обитает вид клопа вредная черепашка (*Eurygaster integriceps*), овощным зонтичным культурам вредит полосатый щитник (*Graphosoma lineatum* L.).

Личинки и взрослые клопы высасывают клеточный сок из вегетирующих растений. На местах проколов кожицы, на листьях и стеблях появляются обесцвеченные белые пятна.

Если повреждаются молодые растения, они желтеют, задерживаются в росте и увядают. Повреждение цветonoсных побегов на семенниках приводит к опадению цветков или щуплости семян [8-11].

Семенники моркови и пастернака еще на стадии цветения или завязывания плодов поражаются вредителем – полосатым щитником (*Graphosoma lineatum* L.). В результате, в зависимости от степени поражения у семян либо эндосперм совсем не формируется, либо не выполнен. В основном же последствия «работы» вредителя проявляются в «недовыполненности» семян в разной степени и образовании рыхлой «продырявленной» структуры эндосперма на рентгенограммах в виде темных, нечетких «размытых» пятен (рис. 3).

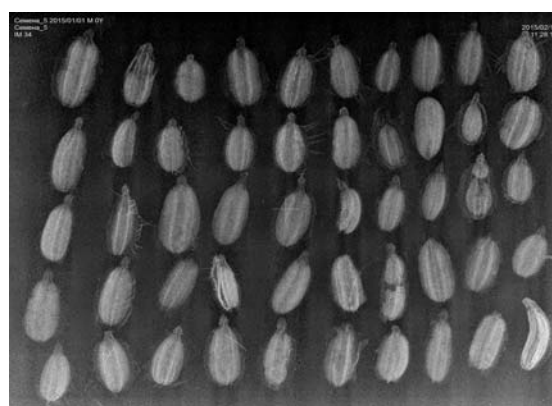


Рис. 3. Рентгенограмма семян моркови (слева) и пастернака (справа) с показанной скрытой поврежденностью полосатым щитником (*Graphosoma lineatum* L.)

Заключение

Предлагаемая нами комплексная экспресс-методика исследования семян овощных культур на наличие скрытой заселенности и поврежденности насекомыми принципиально отличается своей информативностью и возможностью сохранять анализируемую пробу. Метод рентгеноскопии позволяет не только оценивать качество семян, но и устанавливать причины, приводящие к его снижению.

Библиографический список

1. Пивень В.Т., Ермакова Н.В. Вредоносность основных вредителей запасов семян подсолнечника и меры борьбы с ними // Масличные культуры: научно-технический бюллетень Всерос. науч.-исслед. ин-та масличных культур. – 2007. – № 2. – С. 64-67.
2. Лукьянцев В.С., Глинушкин А.П., Соловых А.А. Влияние сорта и предпосевной обработки семян яровой пшеницы на повреждаемость амбарными вредителями // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2012. – № 6 (38). – С. 51-53.
3. Сарсенбаева Г.Б., Кожакметова Ф.К. Влияние озонной и ионозонной воздушной смеси на вредителей запасов // Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков. – 2013. – № 2. – С. 32-35.
4. Зубарева К.Ю. Структурно-биохимические особенности *Pisum sativum* L., определяющие его устойчивость к *Bruchus pisorum* L.: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Орел, 2006.
5. Рентгенографический анализ качества семян овощных культур: методические указания / отв. сост. Ф.Б. Мусаев. – СПб.: ЛЭТИ, 2015. – 42 с.
6. Алехин В.Т., Иванова И.Н. Гороховая зерновка в ЦЧР // Защита и карантин растений. – 2007. – № 6. – С. 28-29.
7. Бабенко А.С., Михайлова С.И., Николаева И.В. Устойчивость фасоли к фасолевой зерновке *Acanthoscelides obtectus* Sav. (Coleoptera, Bruchidae) на северной границе ареала культуры // Журнал Сибирского федерального университета. – Серия: Биология. – 2009. – Т. 2. – № 1. – С. 13-17.
8. Плавильщиков Н.Н. Определитель насекомых. Репринтное издание – М.: Топикал, 1994. – 544 с.
9. Тарбинский С.П., Плавильщиков Н.Н. Определитель насекомых европейской части СССР. – М.; Л.: ОГИЗ «Сельхозизд», 1948. – 1127 с.
10. Abad R., Azhari S., Djozan D., Hejazi M. Compounds in abdominal and metathoracic scent glands of nymphs and adults of *Graphosoma lineatum* (Linnaeus, 1758) (Het., scutelleridae) under laboratory conditions // Mun. Ent. Zool. – 2012. – Vol. 7. – No. 2. – P. 870-880.
11. Балеев Д.Н., Бухаров А.Ф., Багров Р.А. Повреждение овощных зонтичных культур щитником полосатым (*Graphosoma lineatum* L.) как фактор снижения продуктивности и качества семян // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 10 (120). – С. 19-26.

References

1. Piven' V.T., Ermakova N.V. Vredonosnost' osnovnykh vreditel'ei zapasov semyan podsolnechnika i mery bor'by s nimi // Maslichnye kul'tury. Nauchno-tekhnicheskii byulleten' Vserossiiskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kul'tur. – 2007. – № 2. – S. 64-67.
2. Luk'yantsev V.S., Glinushkin A.P., Solovykh A.A. Vliyanie sorta i predposevnoi obrabotki semyan yarovoi pshehitsy na povrezhdaemost' ambarnymi vreditelyami. – Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – № 6 (38). – S. 51-53.
3. Sarsenbaeva G.B., Kozhakhmetova F.K. Vliyanie ozonnoi i ionoozonnoi vozduшной smesi na vreditel'ei zapasov // Sel'skokhozyaistvennye nauki i agropromyshlennyy kompleks na rubezhe vekov. – 2013. – № 2. – S. 32-35
4. Zubareva K.Yu. Strukturno-biokhimiicheskie osobennosti *Pisum sativum* L., opredelyayushchie ego ustoichivost' k *Bruchus pisorum* L.: avto-ref. dis. ... kand. biol. nauk. – Orel, 2006.
5. Rentgenograficheskii analiz kachestva semyan ovoshchnykh kul'tur: metodicheskie ukazaniya / otv. sost. F.B. Musaev. – SPb.: «LETI», 2015. – 42 s.
6. Alekhin V.T., Ivanova I.N. Gorokhovaya zernovka v TsChR // Zashchita i karantin rastenii. – 2007. – № 6. – S. 28-29.
7. Babenko A.S., Mikhailova S.I., Nikolaeva I.V. Ustoichivost' fasoli k fasolevoi zernovke *Acanthoscelides obtectus* Sav. (Coleoptera, Bruchidae) na severnoi granitse areala kul'tury // Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Seriya: Biologiya. – 2009. – T. 2. – № 1. – S. 13-17.
8. Plavil'shchikov N.N. Opredelitel' nasekomykh. Reprintnoe izdanie – M.: Topikal, 1994. – 544 s.
9. Tarbinskii S.P., Plavil'shchikov N.N. (red.). Opredelitel' nasekomykh evropeiskoi chasti SSSR. – M.-L.: OGIz «Sel'khoziz», 1948. – 1127 s.
10. Abad R., Azhari S., Djozan D., Hejazi M. Compounds in abdominal and metathoracic scent glands of nymphs and adults of *Graphosoma lineatum* (Linnaeus, 1758) (Het., scutelleridae) under laboratory conditions // Mun. Ent. Zool. – 2012. – Vol. 7. – No. 2. – P. 870-880.
11. Baleev D.N., Bukharov A.F., Bagrov R.A. Povrezhdenie ovoshchnykh zontichnykh kul'tur shchitnikom polosatym (*Graphosoma lineatum* L.) kak faktor snizheniya produktivnosti i kachestva semyan // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – № 10 (120). – S. 19-26.

