

УДК 631.811.98:634.8

UDC 631.811.98:634.8

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА
МИКРОФОКУСНОЙ
РЕНТГЕНОГРАФИИ ПРИ
ОПРЕДЕЛЕНИИ СТЕПЕНИ
ПОРАЖЕНИЯ ПОСАДОЧНОГО
МАТЕРИАЛА ВИНОГРАДА
СОСУДИСТЫМ НЕКРОЗОМ**

**MICROFOCUS X-RAY USING
IN THE DETERMINING
THE DEGREE OF GRAPES
PLANTING DEFEAT
OF VASCULAR NECROSIS**

Никольский Максим Алексеевич
канд. с.-х. наук, доцент

Nikolsky Maxim
Cand. Agr. Sci., Docent

*Государственное научное учреждение
Анапская зональная опытная станция
виноградарства и виноделия
СКЗНИИСиВ Россельхозакадемии,
Анапа, Россия*

*State Scientific Institution the Anapa's
Zonal Experimental Station of Viticulture
and Wine-making NCRRIH&V
of the Russian Academy of Agricultural
Sciences, Anapa, Russia*

Рассматриваются особенности
применения микрофокусной
рентгенографии в виноградарстве
для определения степени поражения
древесины саженцев винограда
сосудистым некрозом.

The features of the application of microfocus
X-ray in viticulture to determine the degree
of defeat of grapes seedlings wood
of vascular necrosis.

Ключевые слова: МИКРОФОКУСНАЯ
РЕНТГЕНОГРАФИЯ,
ВИНОГРАДАРСТВО, ПОСАДОЧНЫЙ
МАТЕРИАЛ, СОСУДИСТЫЙ НЕКРОЗ,
СТЕПЕНЬ ПОРАЖЕНИЯ

Key words: MICROFOCUS X-RAY,
VITICULTURE, PLANTING MATERIAL,
VASCULAR NECROSIS,
DEGREE OF DEFEAT

Введение. Виноградарство является одной из древнейших сельскохозяйственных культур, а производство винограда и вина занимает большой удельный вес в сельском хозяйстве многих стран. Для обеспечения потребности виноградо-винодельческих хозяйств в посадочном материале в мире ежегодно производится от 800 до 1000 млн.шт. привитых виноградных саженцев [1]. Качество посадочного материала винограда имеет важное значение для формирования высокопродуктивных, жизнеспособных и долговечных насаждений. На виноградниках, заложенных посадочным материалом, пораженным различными заболеваниями, снижается продуктивность и продолжительность жизни насаждений [2].

Особое место среди основных заболеваний виноградных саженцев занимает сосудистый некроз проводящей системы. Некрозы древесины саженцев являются причиной серьезных нарушений в жизнедеятельности растений винограда [3]. Рано заболевшие некрозом растения заметно отстают в развитии, дают слабый прирост, развивают слабую корневую систему. Анализ показывает, что 80% саженцев поражается сосудистым некрозом, но в разной степени.

При слабом проявлении сосудистого некроза процент изреженности на третий год посадки виноградных саженцев составляет 3-4 %, в то время как при сильном поражении достигает 100 % [2, 4].

До настоящего времени для того, чтобы диагностировать и определить степень поражения сосудистым некрозом посадочного материала винограда, необходимо было проводить продольные или поперечные срезы, что не позволяло сохранить объект исследования в случае отсутствия данного заболевания. Поэтому необходимо было найти альтернативный способ его определения без разрушения объекта исследования с помощью специальных методов, из которых наиболее объективным, точным и быстрым является метод микрофокусной рентгенографии.

Данный метод обладает следующими неоспоримыми преимуществами по сравнению с традиционными методиками:

- экспрессностью и, в большинстве случаев, сравнительной простотой;
- однозначностью и относительной легкостью идентификации результатов;
- высоким качеством и детализацией изображения, а также возможностью наблюдать по рентгенограммам за динамикой процесса;
- высокой точностью при оценке скрытых дефектов и аномалий [5, 6].

Объекты и методы исследований. С 2006 года коллектив ученых Анапской ЗОСВиВ, СПбГЭТУ «ЛЭТИ» и АФИ, используя наработки Агрофизического института и при технической поддержке ЗАО «ЭЛТЕХ-Мед», ведет исследования по применению метода микрофокусной рентгенографии в виноградарстве для изучения внутреннего строения отдельных органов и всего виноградного растения в целом. В работе использовалось рентгеновское оборудование производства ЗАО «ЭЛТЕХ-Мед» – портативный радиологический комплекс ПРДУ-02 [7, 8, 9].

Обсуждение результатов. При рентгенографии виноградной лозы (черенков и саженцев) теневое изображение рентгенограммы имеет неоднородное затемнение в силу неоднородного строения виноградного побега, а именно наличия рыхлой сердцевины, которая имеет меньшую плотность, чем окружающая ее древесина. Схема возникновения теневого изображения виноградного черенка приведена на рис. 1.

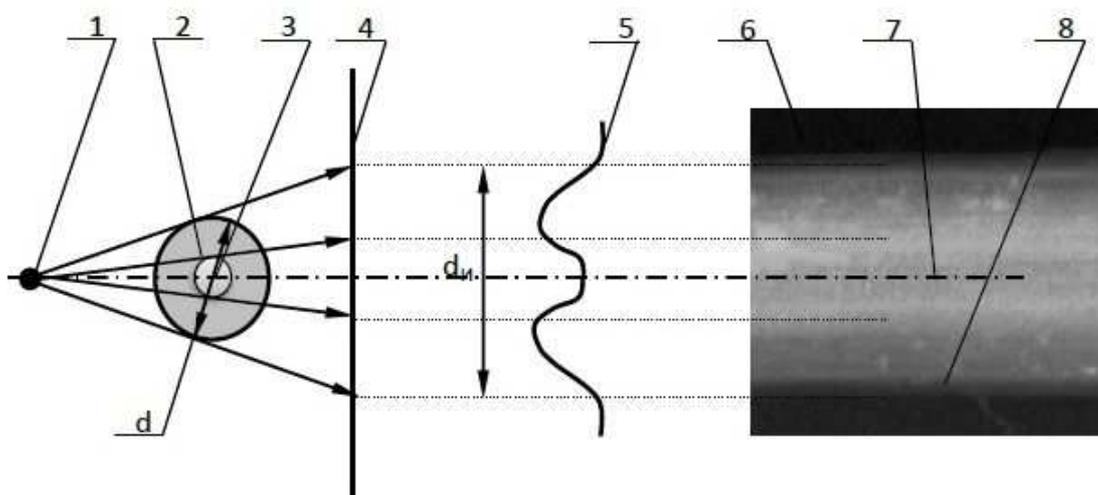


Рис. 1. Схема возникновения теневого изображения виноградного черенка

- 1 – источник излучения, 2 – объект (черенок), 3 – сердцевина,
- 4 – плоскость изображения, 5 – распределение потока квантов,
- 6 – изображение объекта, 7 – темная линия сердцевины,
- 8 – темная линия внешней области черенка,
- d – диаметр объекта, d_i – диаметр изображения

Для серийного рентгеновского анализа саженцев или черенков оказалось (с учетом параметров использовавшейся аппаратуры) достаточным прямое геометрическое увеличение изображения объектов на рентгеновских снимках в два раза. При этом на привитых растениях винограда достаточно двух снимков (в зоне спайки и пятки) на корнесобственных – одного снимка (в зоне пятки).

Поэтому саженцы или черенки располагаются таким образом, чтобы плоская и желобчатая стороны располагались перпендикулярно потоку рентгеновского излучения. Производится соответствующая экспозиция (для аппарата «ПАРДУС» наиболее оптимальным режимом съемки является: напряжение 35-40 кВ, ток трубки 150 мкА, экспозиция 0,30-0,35 сек.), после которой отснятый материал можно удалить, освобождая место для следующего [8, 9].

Некроз сосудистой ткани выражается в запустевании сосудов, высыхании их содержимого и клеток обкладки, частичном заполнении омертвевших клеток консервирующими веществами типа танинов.

В целом плотность омертвевших тканей становится меньше, что и позволяет их обнаружить на рентгеновском снимке в виде тёмных тяжей вдоль стебля, разной ширины и степени потемнения в зависимости от массы омертвевшей ткани и степени омертвения.

Визуальный анализ рентгенограмм черенков и саженцев винограда на предмет поражённости их сосудистым некрозом позволил прийти к выводу, что целесообразно оценивать степень поражения черенков в трёх градациях: отсутствие, слабая и средняя, а саженцев в четырех – отсутствие, слабая, средняя и сильная степени поражения.

На рис. 2 представлены рентгенограммы и анатомический разрез посадочного материала с отсутствием поражённости некрозом.

Рентгенографический признак рентгенограмм с подобным дефектом характеризуется достаточно высокой общей яркостью образа, характерной

линейчатой структурой стебля без контрастных переходов, регулярными продольными потемнениями сердцевины и коры. Могут встречаться единичные тонкие тёмные линии.

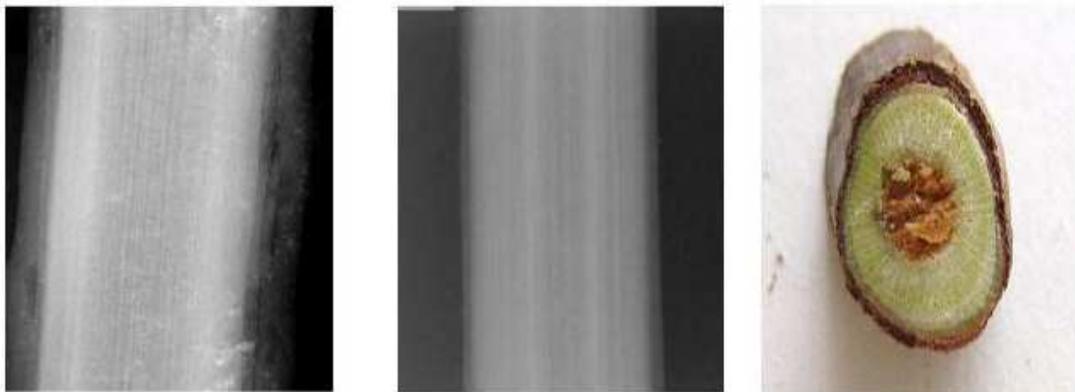


Рис. 2. Рентгенограммы и анатомический разрез посадочного материала с отсутствием поражённости некрозом

При анализе рентгенограмм основной показатель, на который опирается оператор, – это оптическая плотность изображения, на основании анализа которой и можно определить степень затемнения и соответственно поражения древесины сосудистым некрозом.

Для анализа оптической плотности рентгенограмм нами была использована программа *ImageJ* со встроенным плагином *Interactive 3D Surface Plot v2.33*.

На рис. 3 представлены результаты анализа оптической плотности рентгенограмм с отсутствием поражённости некрозом.

По результатам анализа оптической плотности рентгенограмм черенка с отсутствием поражённости сосудистым некрозом видно, что график, представленный в виде 3D изображения, представляет собой геометрическую фигуру с покатыми краями и глубокой выемкой в центре, располагающейся на месте сердцевины.

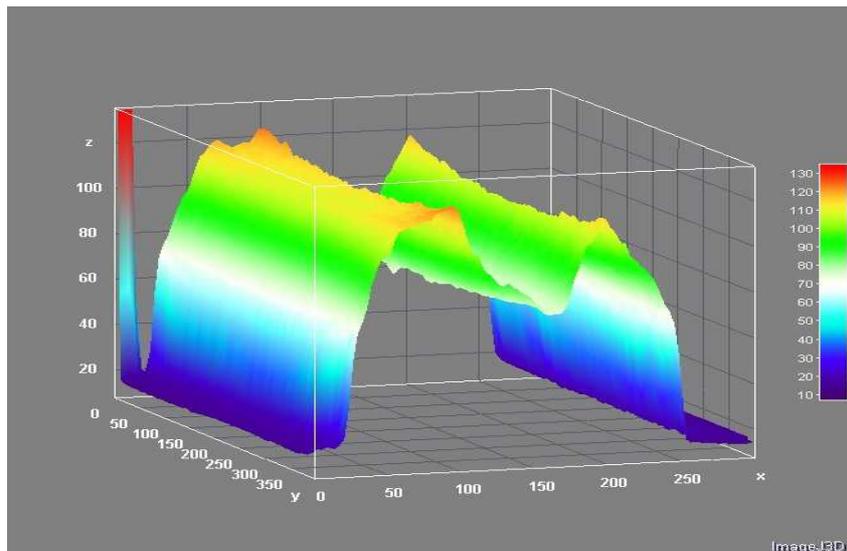


Рис. 3. Результаты анализа оптической плотности рентгенограмм с отсутствием поражённости некрозом

На рис. 4 представлены рентгенограммы и анатомический разрез посадочного материала со слабой поражённостью некрозом.

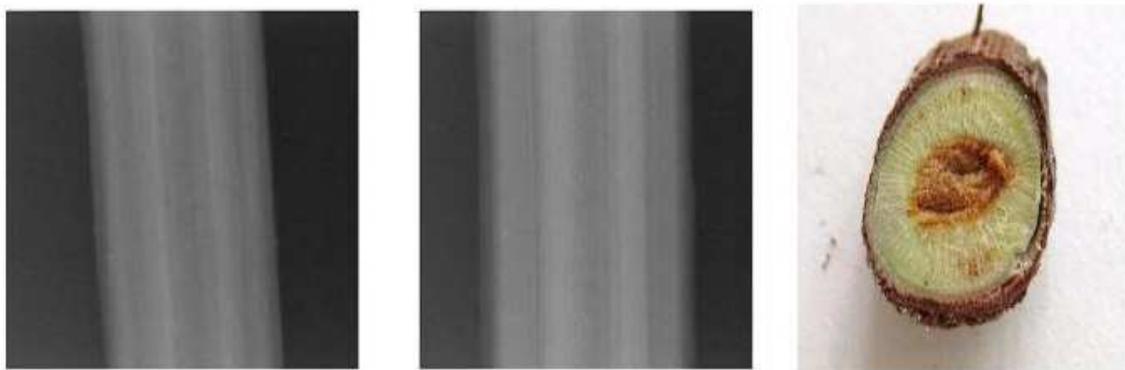


Рис. 4. Рентгенограммы и анатомический разрез посадочного материала со слабой поражённостью некрозом

Рентгенографический признак рентгенограмм с подобным дефектом характеризуется появлением тёмных широких полос по краям проекции, с одной или обеих сторон от сердцевины.

На рис. 5 представлены результаты анализа оптической плотности рентгенограмм со слабой поражённостью некрозом, в программе *Image J*.

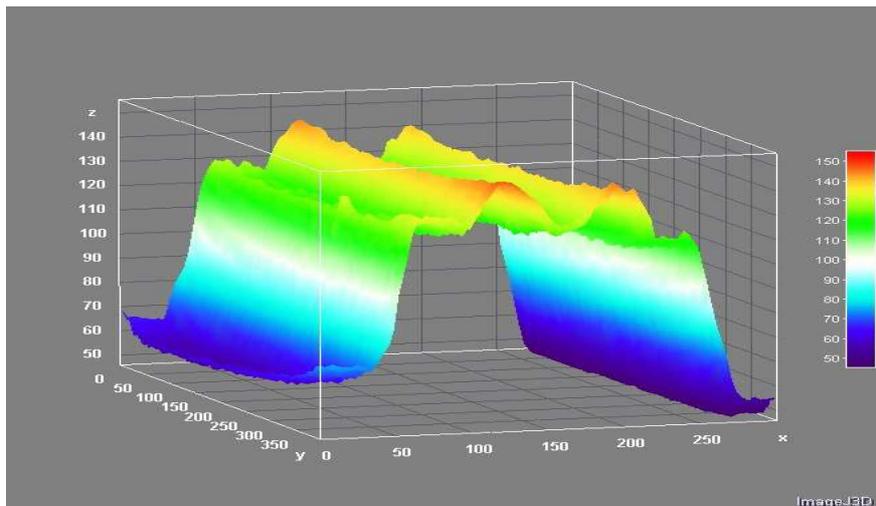


Рис. 5. Результаты анализа оптической плотности рентгенограмм со слабой поражённостью некрозом

По результатам анализа оптической плотности рентгенограмм черенка со слабой поражённостью сосудистым некрозом видно, что график, представленный в виде 3D изображения, представляет собой геометрическую фигуру с покатыми краями глубокой выемкой в центре, располагающейся на месте сердцевины, и двумя выемками по краям от центральной, располагающихся на месте омертвевшей ткани древесины.

На рис. 6 представлены рентгенограммы и анатомический разрез посадочного материала со средней поражённостью некрозом.

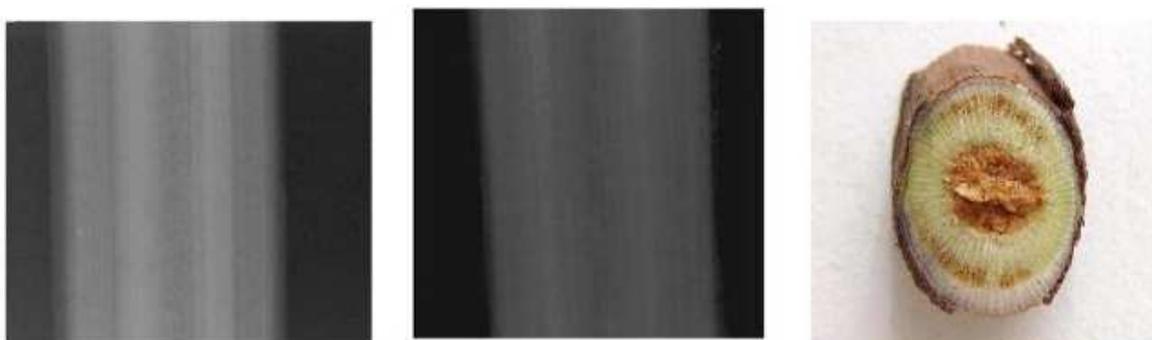


Рис. 6. Рентгенограммы и анатомический разрез посадочного материала со средней поражённостью некрозом

Рентгенографический признак рентгенограмм с подобным дефектом характеризуется расширением проекции сердцевины и боковых тёмных полос с обеих сторон от сердцевины, ослаблением общей яркости проекции.

На рис. 7 представлены результаты анализа оптической плотности рентгенограмм со средней поражённостью некрозом, в программе *ImageJ*.

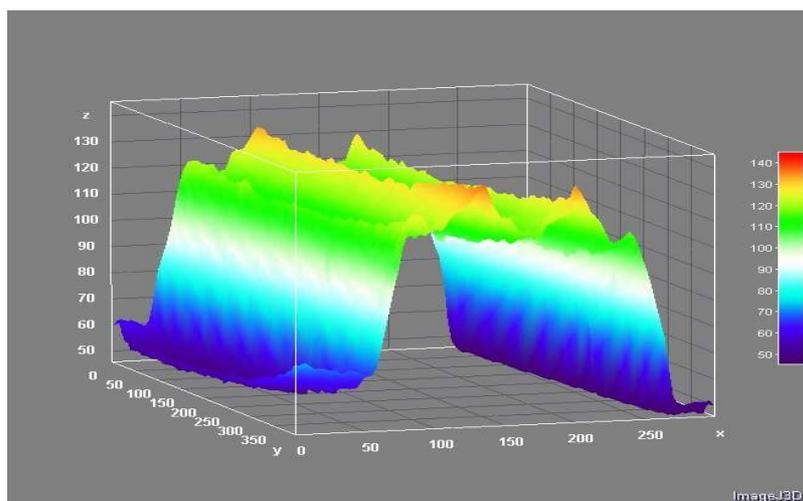


Рис. 7. Результаты анализа оптической плотности рентгенограмм со средней поражённостью некрозом

По результатам анализа оптической плотности рентгенограмм черенка со средней поражённостью некрозом видно, что график, представленный в виде 3D изображения, представляет собой геометрическую фигуру с очень сильно покатыми краями, глубокой выемкой в центре, располагающейся на месте сердцевины, и двумя выемками по краям от центральной, с глубиной сопоставимой с центральной выемкой, располагающихся на месте омертвевшей ткани древесины.

На рис. 8 представлены рентгенограммы и анатомический разрез посадочного материала с сильной поражённостью некрозом.

Рентгенографический признак рентгенограмм с подобным дефектом характеризуется общим сильным потемнением проекции; расширением

проекции сердцевины и боковых тёмных полос; единичными становятся тонкие светлые линии первичной ксилемы и оставшихся здоровых сосудов.

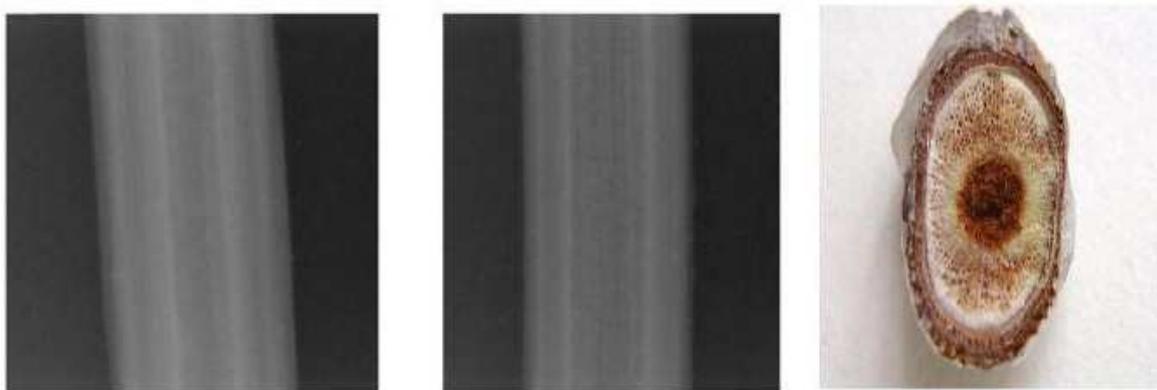


Рис. 8. Рентгенограммы и анатомический разрез посадочного материала с сильной поражённостью некрозом

На рис. 9 представлены результаты анализа оптической плотности рентгенограмм с сильной поражённостью некрозом, в программе *ImageJ*.

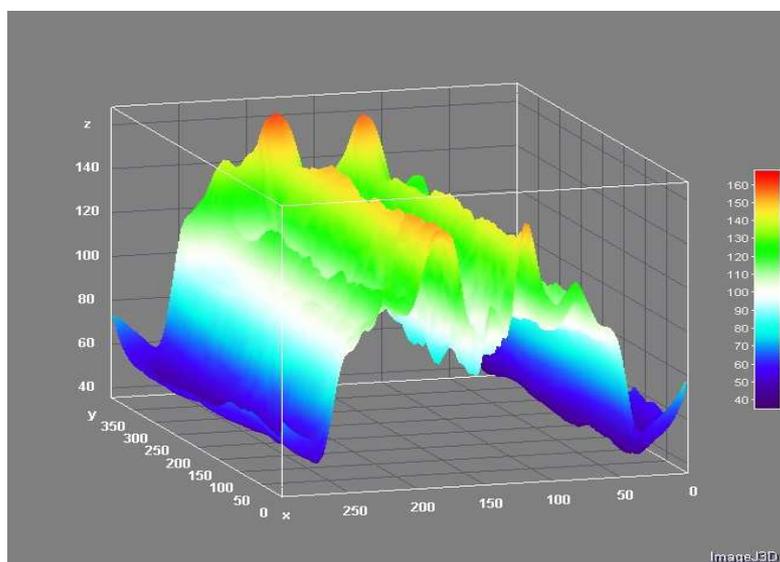


Рис. 9. Результаты анализа оптической плотности рентгенограмм с сильной поражённостью некрозом

По результатам анализа оптической плотности рентгенограмм черенка с сильной поражённостью сосудистым некрозом видно, что график,

представленный в виде 3D изображения, представляет собой геометрическую фигуру с практически вертикальными краями, глубокой выемкой в центре, глубиной $\frac{1}{2}$ графика, располагающейся на месте сердцевины, и двумя глубокими выемками по краям от центральной, с глубиной сопоставимой с центральной выемкой, располагающимися на месте омертвевшей ткани древесины.

Конечным результатом работы явилась разработка методики для определения степени поражения посадочного материала винограда сосудистым некрозом [10].

Апробация методики в 2009-2011 годах на привитых черенках винограда Саперави × Рипариа × Рупестрис 101-14 проводилась в Темрюкском районе Краснодарского края.

После стратификации и закалки привитых черенков винограда отбирались черенки по следующей градации:

- 1 – без признаков поражения сосудов некрозом (здоровые);
- 2 – поражения сосудов единичные и отмечены только в зоне спайки или пятки (слабое поражение);
- 3 – более сильные поражения сосудов в двух зонах: спайки и пятки (среднее поражение).

Градации «сильное поражение» у привитых черенков не выделено. В качестве стандарта служили привитые черенки, произведенные по общепринятой технологии в хозяйстве, не подвергавшиеся рентгеносепарации, включающие как здоровые черенки, так и с различной степенью поражения. В каждом варианте опыта высаживалось по 100 штук черенков. Опыт закладывался в трехкратной повторности.

Проведенные трехлетние исследования позволили определить влияние сосудистого некроза древесины саженцев на приживаемость черенков, развитие и выход стандартных саженцев в школке. Было установлено, что

выход саженцев, отвечающих стандарту качества в варианте «здоровые», в годы исследований превысил стандарт в 1,3 раза [8].

Заключение. Таким образом, результатами проведенных исследований было доказано, что с помощью разработанной методики оценки поражения привитых черенков винограда сосудистым некрозом можно диагностировать заболевание и определить интенсивность его поражения без разрушения саженца винограда.

Литература

1. Осадчий, И.Я. Анатомия и морфология виноградной прививки / И.Я. Осадчий. – Новочеркасск: Лик., 2011. – 86 с.
2. Талаш, А.И. Карантин и система контроля при производстве виноградных саженцев / А.И. Талаш // Питомниководство винограда. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2004. – С. 43-50.
3. Асриев, Э.А. Контроль за болезнями древесины при производстве посадочного материала винограда в Крыму / Э.А. Асриев, О.А. Бойко, С.В. Шульженко // Пути совершенствования питомниководства и селекционного процесса в виноградарстве. – Ялта, 1986. – С. 99-116.
4. Лукьянова, А.А. Влияние сосудистого некроза на приживаемость привитых саженцев винограда и развитие саженцев в школке / А.А. Лукьянова, М.А. Никольский, А.А. Лукьянов [и др.] // Научный журнал КубГАУ, №61(07), 2010. <http://ej.kubagro.ru/2010/07/pdf/08.pdf>
5. Рентгеновские диагностические аппараты / Под ред. Блинова Н.Н., Леонова Б.И. – М.: ВНИИМТ, НПО «Экран». – Т. 1. – 2001. – 192 с.
6. Хараджа, Ф.Н. Общий курс рентгенотехники / Ф.Н. Хараджа. – Л.; М.: Энергия, 1966. – 568 с.
7. Никольский, М.А. Перспективные направления использования микрофокусной рентгенографии при контроле качества посадочного материала винограда / М.А. Никольский, А.А. Лукьянова, М.И. Панкин [и др.] // Плодоводство и виноградарство Юга России [Электронный ресурс]. – Краснодар СКЗНИИСиВ, 2010. – № 5(4), С 58-66. – Режим доступа: <http://www.journal.kubansad.ru/pdf/10/04/10.pdf>
8. Никольский, М.А. Микрофокусная рентгенография в виноградарстве. Методические рекомендации // М.А. Никольский, А.А. Лукьянова, М.И. Панкин, А.Ю. Грязнов [и др.] // Анапа, 2012. – 91 с.
9. Никольский, М.А. Методика микрофокусной рентгенодиагностики для определения степени поражения посадочного материала винограда сосудистым некрозом / М.А. Никольский, К.К. Жамова, В.Б. Бессонов // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». Вып. 1. – 2013. – С. 3-8.
10. Лукьянова, А.А. Методические рекомендации по применению микрофокусной рентгенографии для экспресс-оценки поражённости черенков и саженцев винограда сосудистым некрозом / А.А. Лукьянова, М.А. Никольский, Л.П. Великанов [и др.]. – Анапа, 2010. – 10 с.