

УДК 631.53.1:633.11

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
МИКРОФОКУСНОЙ  
РЕНТГЕНОГРАФИИ ПРИ КОНТРОЛЕ  
КАЧЕСТВА ПОСАДОЧНОГО  
МАТЕРИАЛА ВИНОГРАДА \***

Никольский Максим Алексеевич

канд. с.-х. наук

Лукьянова Анна Александровна

Панкин Михаил Иванович

канд. с.-х. наук

Лукьянов Алексей Александрович

канд. с.-х. наук

Архипов Михаил Вадимович

д-р биол. наук

Великанов Леонид Петрович

канд. техн. наук

Грязнов Артем Юрьевич

канд. техн. наук

Потрахов Николай Николаевич

д-р техн. наук

*Государственное научное учреждение  
Анапская зональная опытная станция  
виноградарства и виноделия СКЗНИИСиВ  
Российской академии  
сельскохозяйственных наук, Анапа, Россия*

Изучены особенности применения метода микрофокусной рентгенографии для оценки качества посадочного материала винограда.

*Ключевые слова:* ВИНОГРАД,  
САЖЕНЕЦ, РЕНТГЕНОГРАФИЯ,  
СПАЙКА, СКРЫТЫЙ ДЕФЕКТ

UDC 631.53.1:633.11

**UPCOMING TRENDS IN USE THE  
MICROFOCUS X-RAY ANALYSIS FOR  
THE CONTROL OF PLANTING STOCK  
QUALITY OF GRAPES\***

Nikolsky Maxim

Cand. Agr. Sci.

Lukyanova Anna

Pankin Mikhail

Cand. Agr. Sci.

Lukyanov Alexey

Cand. Agr. Sci.

Arhipov Mikhail

Dr. Sci. Biol.

Velikanov Leonid

Cand. Tech. Sci.

Gryaznov Artem

Cand. Tech. Sci.

Potrahov Nikolay

Dr. Sci. Tech.

*State Scientific Organization Anapa's  
Regional Experimental Station of Viticulture  
and Winemaking NCRRIH&V of the Russian  
Academy of Agricultural Sciences,  
Anapa, Russia*

The features of method of the microfocus X-ray analysis to assess the quality of planting stock of grapes are studied.

*Keywords:* GRAPES, SEEDLING,  
THE X-RAY ANALYSIS, COMMISURE,  
LATENT DEFECT

**Введение.** За более, чем сто лет после открытия Конрадом Рентгеном X-лучей, наука и техника добилась значительных успехов в их применении. Рентгенографический контроль широко применяется в медицине и

---

\* Работа выполнена в рамках проекта РФФИ № 09-04-96555

для хозяйственной оценки древесины. Также, в настоящее время, на большинстве промышленных производств широкое распространение получают неразрушающие физические методы контроля как необходимый элемент системы производства, призванный оградить потребителя от некачественной продукции.

Рентгенографический метод контроля является довольно практичным благодаря своей простоте и отличному качеству изображения рентгенограмм. Кроме того, снимок является документом, который может храниться долгое время. При необходимости им могут воспользоваться многие специалисты и сопоставить его с предыдущими и последующими рентгенограммами, то есть получать информацию о характере изменения скрытых дефектов в разных проекциях объекта во времени.

В биологии растений метод рентгеноскопии семян вплоть до 80-х годов целенаправленно использовался лишь для контроля качества семян лесных культур. Аппаратура, используемая для рентгенографии семян, была заимствована из медицины.

В Агрофизическом институте совместно с ЛОЭП “Светлана”, начиная с 80-х годов, проводились работы по созданию специализированной аппаратуры для рентгено съемки с прямым рентгеновским увеличением семян и зерен. Оказалось, что рентгенографический метод контроля качества зерна позволяет получить принципиально новую информацию о его внутренних свойствах и, являясь неразрушающим, обеспечивает в совокупности с другими методами более высокий уровень экспертной оценки [1].

В последние годы сотрудниками Агрофизического института и ЗАО «Элех-Мед» были созданы образцы портативной и стационарной рентгенодиагностической аппаратуры с цифровой визуализацией рентгеновских изображений (Июффе, 1987; Grundas, Velikanov, 1998). В дальнейшем это привело к созданию передвижной и мобильной рентгенодиагностической

установки, которая получила широкое применение не только в медицинской практике, но и в рентгеноскопии сельскохозяйственных культур.

**Объекты и методы исследований.** Объектом исследований являлись привитые саженцы винограда. Во время проведения исследования использовалась методика: «Интроскопический метод ускоренного определения скрытой заселенности зерна карантинными вредителями» [4].

**Обсуждение результатов.** Начиная с 2006 года сотрудниками ГНУ Анапской ЗОСВиВ с использованием наработок ГНУ АФИ, применяемых для контроля качества зерновых культур, и при технической поддержке ЗАО «Элтех - Мед», способом микрофокусной рентгенографии, проводятся исследования на винограде [5, 6, 7, 8, 9].

За это время нами была разработана концепция мониторинга и контроля нарушений, обусловленных биотическими и абиотическими факторами среды. Создана база данных, включающая рентгеновские изображения различных внутренних дефектов, образующихся при некачественном срастании подвоя с привоем. Параллельно с рентгеноскопией проводились анатомические исследования места спайки, что позволило подобрать наиболее характерные для того или иного вида дефекта, рентгеноснимки – эталоны.

На основе проведенных исследований нам удалось описать и классифицировать рентгенообразы наиболее распространенных дефектов места спайки для разработки и проверки метода микрофокусной рентгенографии при оценке качества срастания у привитых саженцев винограда. Для проверки разрабатываемого метода нами в 2009 году в Темрюкском районе был заложен полевой опыт, результаты и данные которого приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели влияния качества привитого посадочного материала на развитие виноградных насаждений в первый год вегетации, Темрюкский район, 2009 г.

Вариант	Приживаемость, %	Средний суммарный прирост, см	Среднее количество побегов на кусте, шт.	Средняя длина побега, см
Контроль	88	130	3,3	42
Хорошее срастание	98	175	3,7	47
Срастание с внутренними дефектами	75	119	3,0	39

По результатам наблюдений установлено, что приживаемость саженцев с хорошим срастанием составляет 98% и превышает на 10% контроль, в свою очередь у саженцев с внутренними дефектами спайки этот показатель равен 75% и, соответственно, меньше показателя варианта с хорошим срастанием на 23%.

Показатели развития – средний суммарный прирост, количество побегов на кусте и их средняя длина – на варианте с хорошим срастанием также превосходят контроль и вариант с внутренними дефектами спайки. Количество побегов и их средняя длина у контроля незначительно отличались от этих показателей у варианта с дефектами спайки. Таким образом, можно сделать вывод, что наличие внутренних дефектов спайки напрямую влияет на приживаемость и развитие саженцев на постоянном месте.

Перед закладкой опыта по оценке всхожести семян винограда разных сортов была осуществлена рентгеновская съемка семян. Анализ полученных рентгенообразов показал, что полностью затемненные семена не взойдут, по остальным степень всхожести колебалась в зависимости от степени затемнения. Данные опыта приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Прогнозируемая и фактическая всхожесть семян винограда

Образец	Результаты анализа рентгенообразов				Всхожесть семян по результатам полевого опыта, %
	дефекты семядолей, %	дефекты стебелька, %	дефекты корешка, %	прогноз всхожести, %	
Красностоп АЗОС	73,3	27,5	20,0	10,0	18,0
Саперави	92,5	73,3	61,7	5,0	0,0
Красностоп анапский	82,5	42,5	50,0	5,0	4,0
Ркацители.	58,5	20,3	39,0	14,4	16,0
Достойный	93,3	72,5	24,2	2,5	7,0
Каберне АЗОС	71,1	25,0	23,3	6,7	10,0
Кубанец	86,7	87,5	37,5	1,7	0,0
Каберне Совиньон	98,3	74,2	60,8	0,0	0,0

По результатам полевого опыта было установлено, что при наличии затемнения семян винограда (которое подразумевает дефекты семядолей и стебелька) более 60% от общей массы, всхожесть семян колеблется от 0 до 18%, что в значительной степени сходится с прогнозируемой всхожестью по результатам анализа рентгенообразов исследуемых объектов.

Одним из наиболее проблемных вопросов современного виноградарства является выявление на ранних стадиях и определение степени вредоносного воздействия на виноградное растение такого заболевания, как сосудистый некроз. Этиология сосудистого некроза древесины виноградных саженцев еще до конца не изучена, и в литературе встречается довольно много гипотез о причинах, вызывающих эту болезнь [10, 11, 12, 13]. Наибольшее распространение получили две теории: инфекционного и неинфекционного возникновения сосудистого некроза.

При проведении исследований нами была поставлена цель разработать концепцию определения степени повреждения черенков и саженцев

винограда этим заболеванием с визуализацией внутреннего повреждения древесины без разрушения самого объекта исследования.

Было установлено, что при некрозном поражении древесины виноградного растения плотность омертвевших тканей становится меньше, это позволяет их выделить 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 на предмет поражённости их сосудистым некрозом позволил описать основные виды поражений, и это дало возможность утверждать, что на данный момент наиболее рациональным способом оценки заболевания является четыре градации – отсутствие, слабая, средняя и сильная степень поражённости. Кроме этого нами, в процессе работы, были подобраны наиболее оптимальные режимы съёмки объектов исследований, позволяющих получить наиболее информативные рентгенообразы, а также локализованы очаги первичного поражения некрозом.

Продолжением данной работы было определение воздействия сосудистого некроза на приживаемость, развитие и выход саженцев из школки. Для этого была проведена рентгеносепарация привитых черенков винограда сразу после стратификации, были отобраны следующие варианты: без поражения некроза, со слабым некрозом и с сильным некрозом, в качестве контроля выступали привитые черенки, не подвергавшиеся рентгеносепарации.

В результате проведенных исследований было установлено, что при сильном поражении сосудистым некрозом привитых черенков приживаемость их в школке на 9,7 % меньше, чем черенков, не пораженных некрозом. Рост и развитие привитых черенков винограда имеющих после стратификации поражения сосудов некрозом как сильные, так и слабые отставали от роста и развития черенков не пораженных некрозом. Выход саженцев из школки также в значительной степени зависит от степени поражения некрозом. Как и в случае с приживаемостью в варианте с сильным

поражением, выход саженцев оказался на 15% меньше, чем в варианте без поражения.

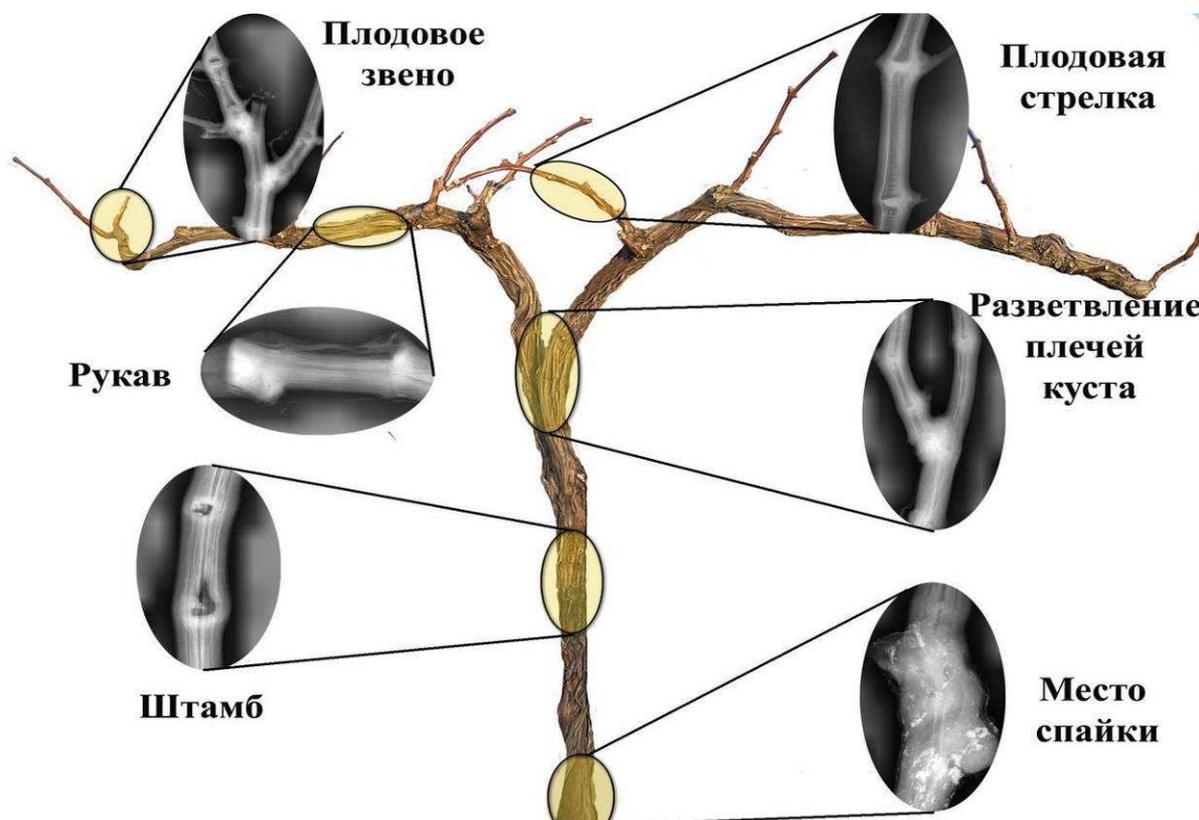


Рис. 1. Рентгенограммы отдельных структурных элементов виноградного куста

Кроме этого, нам удалось с помощью микрофокусной рентгенографии визуализировать характерное для бактериального рака деструктивное воздействие на древесину виноградного растения, однако в случае с бактериальным раком подобная диагностика, наряду с визуальным определением заболевания, не может с высокой долей вероятности дать заключение о наличии или отсутствии заболевания.

Применение рентгентелевизионной установки для определения поражения ягод и листьев винограда грибными болезнями нецелесообразно,

так как существующие методы диагностики (визуальный, микроскопический и др.) полностью позволяют идентифицировать заболевание.

Также нам удалось с помощью радиологического комплекса сделать рентгеновские снимки структурных элементов виноградного куста (рис. 1).

**Выводы.** Таким образом, применение микрофокусной рентгенографии в виноградарстве – это перспективное направление инновационных исследований в связи с тем, что в этом случае предусматривается исследование внутренних структур изучаемого объекта без его разрушения.

### Литература

1. Архипов, М.В. Микрофокусная рентгенография растений / М.В. Архипов, Н.Н. Потрахов. – СПб.: Технолит, 2008. – 194 с.
2. Иоффе, Ю.К. Портативные микрофокусные рентгеновские излучатели и аппараты / Ю.К. Иоффе // Электронная техника. – Сер.4. Электровакуумные и газоразрядные приборы. – 1987. – Вып. 2.
3. Grundas, S. Methodological and technological aspects of X-ray imaging of wheat grain / S. Grundas, L. Velikanov // Book of Abstracts of the 16th ICC Conference. - Vienna, Austria, 1998.
4. Архипов, М.В. Интроскопический метод ускоренного определения скрытой заселенности зерна карантинными вредителями: методические рекомендации: Методические рекомендации. / М.В.Архипов, Д.И.Алексеева, Л.П.Великанов [и др.]. – Санкт – Петербург., 2005. – 24 с.
5. Панкин, М.И. Методы диагностики физиологического и микробиологического состояния семян, лозы и ягод винограда / М.И. Панкин, М.А. Никольский, Т.И. Гугучкина [и др.] // Вклад фундаментальных исследований в развитие современной инновационной экономики Краснодарского края: тезисы конференции. – Краснодар, 2006. – С.159-160.
6. Панкин, М.И. Рентгенографический способ определения качества срастания привитых компонентов саженцев винограда / М.И. Панкин, М.В. Архипов, М.А. Никольский [и др.]// Агротехнологические и экологические аспекты развития виноградо-винодельческой отрасли: материалы научн.-практ. конф., посвященной 100-летию Е.Н. Захаровой / ВНИИВиВ им. Я.И. Потапенко. – Новочеркасск, 2007. – С. 327-330.
7. Никольский, М.А. Определение скрытых дефектов места спайки привитых саженцев винограда / М.А. Никольский // Параметры адаптивности многолетних культур в современных условиях развития садоводства и виноградарства: материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых СКЗНИИСиВ. – Краснодар, 2008. – С. 109-113.
8. Панкин, М.И. Исследование внутренних аномалий элементов виноградного куста, саженцев и семян способом микрофокусной рентгенографии / М.И. Панкин, М.А. Никольский, А.А. Лукьянова [и др.] // Вклад фундаментальных исследований в развитие современной инновационной экономики Краснодарского края: тезисы конф. получателей грантов регионального конкурса Российского фонда фундаментальных исследований и администрации Краснодарского края «ЮГ». – Краснодар, 2008. – С. 67-68.

9. Панкин, М.И. Использование микрофокусной рентгенографии в диагностике некрозных заболеваний виноградного растения / М.И. Панкин, М.А. Никольский, А.А. Лукьянова [и др.] // Вклад фундаментальных научных исследований в развитие современной инновационной экономики Краснодарского края: тезисы науч.-практ. конф. грантодержателей Российского фонда фундаментальных исследований и администрации Краснодарского края. – Краснодар, 2009. – С. 43-44.

10. Нагорный, П.И. Микофлора кавказской виноградной лозы / П.И. Нагорный. // Тр. Тифлисский ботанический сад. – 1930. – Серия II. Том 5. – С. 125.

11. Костюк, П.Н. Сосудистый некроз виноградной лозы в Украинской ССР / П.Н. Костюк // Тр. науч. сессии биологов Одес. дома ученых, посвящ. 40-летию Великой Октябрьской Соц. Революции. – Одесса, 1958. – С. 135-138.

12. Купорицкая, К.И. Некроз сосудов древесины виноградных саженцев / К.И. Купорицкая // Сб. тр. Молд. ст. ВИЗР – 1954. – Вып. 1. – С. 7-15.

13. Козарь, И.М. Справочник по защите винограда от болезней, вредителей и сорняков / И.М. Козарь. – Киев: Урожай, 1990. – 112 с.