

УДК 634.8.03/.037:001

## ПОКАЗАТЕЛИ ИМПЕДАНСА ДЛЯ ОЦЕНКИ СОВМЕСТИМОСТИ ПОДВОЙНО-ПРИВОЙНЫХ КОМБИНАЦИЙ ВИНОГРАДА АБОРИГЕННЫХ СОРТОВ КРЫМА

### IMPEDANCE INDICATORS FOR ASSESSING THE COMPATIBILITY OF ROOTSTOCK-GRAFT COMBINATIONS OF INDIGENOUS CRIMEAN GRAPEVINE VARIETIES

*О.Г. Замета<sup>1</sup>, В.И. Иванченко<sup>1</sup>, А.В. Райков<sup>2</sup>*

1. Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», п. Аграрное, e-mail: zameta\_oleg@rambler.ru

2. Питомник Инновационного центра виноградарства ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», п. Аграрное, e-mail: raykov\_artem@mail.ru

*O.G. Zameta<sup>1</sup>, V.I. Ivanchenko<sup>1</sup>, A.V. Raikov<sup>2</sup>*

1. Institute "Agrotechnological Academy" of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", Agrarian village, e-mail: zameta\_oleg@rambler.ru

2. Nursery of Innovation center for viticulture of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", Agrarian village, e-mail: raykov\_artem@mail.ru

**Аннотация.** Изучены показатели уровня сопротивления электропроводности тканей (импеданс) привитых саженцев винограда аборигенных сортов Крыма. В опытах задействовано 15 подвойно-привойных комбинаций, состоящих из пяти сортов привоя (Джеват кара, Сары пандас, Эким кара, Кефесия, Кокур белый) и трех сортов подвоя (Берландиери × Рипария Кобер 5 ББ, Берландиери × Рипария СО4, Рипария × Рупестрис 101-14). С целью достоверной оценки и интерпретации полученных данных показатели импеданса изучаемых подвойно-привойных комбинаций сопоставлены с данными по выходу стандартных привитых саженцев из грунтовой школки. Проведен многофакторный дисперсионный анализ, по результатам которого дана оценка влияния факторов подвоя, привоя, условий года исследований, а также их взаимодействия на показатели импеданса привитых виноградных саженцев крымских аборигенных сортов.

**Ключевые слова:** виноград, саженцы, импеданс, аффинитет, аборигенные сорта, подвойно-привойная комбинация, дисперсионный анализ, совместимость, взаимодействие факторов.

**Summary.** Indicators of the level of electrical conductivity resistance of tissues (impedance) of grafted grape seedlings of indigenous varieties of the Crimea were studied. The experiments involved 15 variety-rootstock combinations consisting of five graft varieties (Dzhevat kara, Sary Pandas, Ekim Kara, Kefesiya, Kokur white) and three rootstock varieties (Berlandieri × Riparia Kober 5 BB, Berlandieri × Riparia CO4, Riparia × Rupestris 101-14). In order to reliably evaluate and interpret the data obtained, the impedance indicators of the studied rootstock-graft combinations were compared with the data on the yield of standard grafted seedlings from a ground school. A multifactorial analysis of variance was carried out, according to the results of which an assessment of the influence of factors of rootstock, graft, conditions of the year of research, as well as their interaction on the impedance indicators of grafted grape seedlings of Crimean native varieties was given.

**Keywords:** grapes, seedlings, impedance, affinity, native varieties, rootstock-graft combination, dispersion analysis, compatibility, interaction of factors.

**DOI:** 10.32904/2712-8245-2023-26-54-61

**Введение.** Современное виноградное питомниководство, в виду его интенсификации и растущей конкуренции, требует высокопроизводительного набора методов определения качества посадочного материала. Параметры определения качественных характеристик привитых саженцев винограда регламентируются существующим ГОСТ Р 53025-2008, что является абсолютно оправданным для промышленного виноградарства, однако не раскрывает истинных показателей степени аффинитета подвойно-привойных комбинаций винограда и не позволяет прогнозировать продуктивность и долговечность будущих виноградников.

Оценка качества привитых виноградных саженцев, в соответствии с требованиями существующего ГОСТа, осуществляется при помощи простейших измерительных инструментов и на основе визуального контроля, что не дает возможности выявить скрытые дефекты, а также дать оценку степени развития проводящей системы внутренних структур саженца и эффективность взаимодействия системы «подвой-привой».

Одним из методов, позволяющих дать оценку степени совместимости подвойно-привойных комбинаций, является определение уровня сопротивления электропроводности тканей (импеданс). Данный метод является релевантным, мало затратным способом оценки совместимости подвойно-привойных комбинаций винограда и, как следствие, качественных характеристик получаемых саженцев. К преимуществам метода также следует отнести высокую производительность, отсутствие необходимости в дорогостоящем оборудовании и высокой квалификации исполнителей работ. Также следует отметить, что саженцам не наносится никакого ущерба и после проведения исследований они полностью пригодны для дальнейшей высадки [2, 3].

Для оценки уровня сопротивления электропроводности тканей привитых саженцев винограда были задействованы 15 подвойно-привойных комбинаций, представленных пятью крымскими аборигенными сортами (Джеват кара, Сары пандас, Эким кара, Кефесия, Кокур белый) и тремя районированными подвоями (Берландиери × Рипария Кобер 5 ББ, Берландиери × Рипария СО4, Рипария × Рупестрис 101-14).

Выбор сортов привоя обусловлен повышенным интересом виноградарей и виноделов к местным сортам винограда, ввиду возможности производства уникальной винодельческой продукции, обеспечивающей за счет своих качеств соответствующие конкурентные преимущества. Также аборигенные сорта являются источником уникальных генов устойчивости и адаптивности, а их аффинитет с существующими подвоями мало изучен, что затрудняет широкое их применение в привитой культуре [1, 4, 10].

В качестве подвоев применены районированные, наиболее распространенные и доступные сорта, так как в существующих условиях усиливающегося санкционного давления импорт промышленных партий лоз подвоя затруднен, а местные маточники имеют ограниченный сортовой состав.

**Цель работы** – дать оценку аффинитета местных аборигенных сортов винограда с районированными подвоями на основе показателей уровня сопротивления электропроводности тканей (импеданс), изучить влияние различных факторов на полученные результаты.

**Материал и методы исследования.** Исследования проводились на базе прививочного комплекса Института "Агротехнологическая академия" (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский Федеральный Университет им. В.И. Вернадского» в период 2020–2022 гг.

Изучение показателей импеданса проводилось на предварительно выкопанных привитых саженцах винограда. Посадочный материал выращивался в условиях открытой грунтовой школки на грядах, мульчированных черной светостабилизированной пленкой и системой капельного полива. Обеспечивался общий уход в виде регулярных поливов, химической защиты от вредителей и болезней, борьбы с сорняками, также проводились зеленые операции [5, 6].

Следует отметить, что погодные условия, сложившиеся в годы проведения исследований, отличались от средних многолетних показателей (таблица 1).

**Таблица 1.** Основные метеорологические показатели. Метеостанция Симферополь (аэропорт)

Показатели	Средние значения			
	За 2020 г.	2021 г.	2022 г.	2005–2020 гг.
Температура среднесуточная, °С	12,9	11,9	12,0	11,9
Осадки, мм	303,0	537	484,2	567
Влажность воздуха средняя, %	69,1	75,0	74,7	72,8
Сумма активных температур выше 10°С	3999,2	3551,6	3758,6	3665,7

В 2020 году осадков выпало всего 303 мм при средней многолетней норме 567 мм, сумма активных температур выше 10 °С составила 3999,2 °С при норме 3665,7 °С, что также сопровождалось повышенными показателями среднесуточных температур и пониженной влажностью воздуха. Даже при обеспечении своевременных поливов растения в школке испытывали стресс, т.к. повышенные температуры ингибировали многие метаболические процессы, а устьичный аппарат и другие системы жизнеобеспечения саженцев находились в состоянии повышенных нагрузок.

В 2021 году количество осадков было наиболее близким к типичным показателям данного агроклиматического района и составило 537,0 мм. Однако сумма активных температур была ниже нормы, что сопровождалось повышенными показателями влажности воздуха и обеспечило наилучшую степень комфорта для развития привитых саженцев в условиях грунтовой школки.

В 2022 году саженцы развивались в условиях дефицита влаги и повышенных температур. Суммарное количество осадков составило 484,2 мм, сумма активных температур превысила средние значения и достигла 3758,6 °С. Показатели влажности также были выше нормы и составили 74,7 %.

Ввиду существенных различий метеорологических условий по годам исследований, при проведении дисперсионного анализа условия года учитывались нами в качестве отдельного фактора (фактор С).

Для изучения показателей импеданса подвойно-привойных комбинаций винограда применялся портативный мультиметр. Иглы прибора коротким уколom вживлялись в камбиальные слои подвойной и привойной части саженца, далее фиксировались показания замкнутой сети в системе «подвой-привой» в диапазоне до 200 кОм после чего полученные результаты заносились в журнал.

За основу нами была взята рабочая гипотеза о том, что чем выше уровень сопротивления, возникшего в цепи «подвой-привой», тем ниже уровень совместности подвойно-привойных комбинаций и наоборот [7–9].

На основе показателей импеданса подвойно-привойных комбинаций проведен дисперсионный анализ. Опыт трехфакторный. Фактора «А» – подвой, фактор «В» – привой, фактор «С» – условия года проведения исследований. Каждая подвойно-привойная комбинация выполнялась в трех повторностях с рендомизированными повторениями.

**Результаты и обсуждение.** Полученные результаты позволяют судить о наличии различий в показаниях электропроводности тканей привитых саженцев винограда по годам проведения исследований, а также по отдельным подвойно-привойным комбинациям и группам сортов, объединенных одним подвоем (таблица 2).

**Таблица 2.** Уровень сопротивления электропроводности тканей (импеданс) привитых саженцев винограда в зависимости от подвойно-привойных комбинаций в диапазоне 200 кОм за период 2020–2022 гг.

Подвой	Привой	Год			Средние по привою	Средние по подвою
		2020	2021	2022		
Кобер 5 ББ	Джеват кара	176,22	88,47	129,59	131,43	127,81
	Сары пандас	173,67	113,47	120,23	135,79	
	Эким кара	174,35	86,01	102,70	121,02	
	Кефесия	179,43	90,87	106,83	125,71	
	Кокур белый	173,70	91,79	109,86	125,12	
101-14	Джеват кара	187,21	136,41	147,60	157,07	154,70
	Сары пандас	165,00	188,41	172,44	175,28	
	Эким кара	182,22	87,27	139,11	136,20	
	Кефесия	174,06	74,65	133,89	127,53	
	Кокур белый	174,37	175,37	182,01	177,41	
СО4	Джеват кара	180,32	104,08	104,52	129,64	145,73
	Сары пандас	178,35	175,72	124,68	159,58	
	Эким кара	176,82	151,30	148,45	158,86	
	Кефесия	171,31	73,38	106,81	117,17	
	Кокур белый	181,90	163,94	144,19	163,34	
Средние годовые по комбинациям		176,59	120,07	131,53		142,75

Самый высокий уровень сопротивления по средним многолетним данным отмечен в 2020 году, отличавшемся от остальных лет исследований наиболее засушливыми экстремальными погодными условиями. В 2021 и 2022 гг, характеризующихся более комфортными погодными условиями, показатели импеданса существенно снижаются, что свидетельствует о значительном влиянии погодных условий года на этот показатель. Таким образом, можно предположить, что на показатели импеданса значительно влияет уровень оводненности тканей, т.к. жидкости, в большинстве своем, являются хорошими проводниками. Самым высоким (154,70 кОм) уровнем сопротивления электропроводности тканей отличаются сорта, привитые на подвой Рипариа × Рупестрис 101-14, что потенциально указывает на слабый аффинитет изучаемых аборигенных сортов с данным подвоем. Наименьшие средние показатели (127,81 кОм) получены на подвое Берландиери × Рипариа Кобер 5ББ, что также значительно ниже подвойно-привойных комбинаций на подвое Берландиери × Рипариа СО4 (145,73 кОм).

Сорт Кокур белый демонстрирует самые высокие показатели импеданса на подвоях Рипариа × Рупестрис 101-14 и Берландиери × Рипариа СО4 при этом на подвое Берландиери × Рипариа Кобер 5 ББ показатели по этому сорту находятся в диапазоне минимальных значений.

Сорт Кефесия на подвоях Рипариа × Рупестрис 101-14 и Берландиери × Рипариа СО4 показывает наименьшие значения импеданса, а на подвое Берландиери × Рипариа Кобер 5 ББ также демонстрирует наименьшие значения, существенно уступая только сорту Эким кара. Таким образом можно утверждать, что по показателям сопротивления электропроводности тканей Кефесия является наиболее совместимым сортом в комбинациях со всеми участвующими в опыте подвоями. С целью верной трактовки полученных данных нами произведено сравнение многолетних показателей импеданса и выхода стандартных виноградных саженцев из школки (таблица 3).

Вполне очевидно, что изучение импеданса привитых виноградных саженцев является косвенным методом определения совместимости подвойно-привойных комбинаций и полученные результаты не могут в полной мере копировать динамику выхода стандартных саженцев, однако при сравнении нами отмечены общие закономерности, что подтверждает рабочую гипотезу.

Так, на подвое Рипариа × Рупестрис 101-14 получен наименьший средне-многолетний выход стандартных саженцев, при этом на подвоях Берландиери × Рипариа Кобер 5 ББ и Берландиери × Рипариа СО4 напротив, результаты наилучшие, что абсолютно сопоставимо с данными по сопротивлению электропроводности тканей.

Те же закономерности прослеживаются при сравнении показателей в разрезе годов исследования. Наиболее высокие (176,59 кОм) годовые показатели импеданса получены в 2020 году, что сопоставимо с данными по выходу стандартных саженцев (44,65 %) за этот период. В 2021 году зафиксированы самые низкие показатели импеданса (120,07 кОм) и получен наилучший результат по

выходу стандартных саженцев из школки (64,83 %). В 2022 году средние по подвойно-привойным комбинациям показатели уровня сопротивления электропроводности тканей составили 131,53 кОм при выходе стандартных саженцев 34,02 %.

**Таблица 3.** Выход стандартных виноградных саженцев (%) в зависимости от подвойно-привойных комбинаций за период 2020–2022 гг.

Подвой	Привой	Год			Средние многолетние по привою	Средние многолетние по подвою
		2020	2021	2022		
Кобер 5 ББ	Джеват кара	20,20	80,13	45,24	48,52	54,75
	Сары пандас	71,74	69,45	36,58	59,26	
	Эжим кара	59,19	77,87	40,69	59,25	
	Кефесия	68,63	79,45	44,38	64,15	
	Кокур белый	54,47	58,66	14,60	42,58	
101-14	Джеват кара	12,47	85,77	23,20	40,48	34,80
	Сары пандас	24,44	37,20	25,50	29,04	
	Эжим кара	34,87	42,82	28,97	35,55	
	Кефесия	30,77	32,42	10,67	24,62	
	Кокур белый	25,71	71,83	35,41	44,31	
СО4	Джеват кара	30,20	87,99	57,41	58,53	53,95
	Сары пандас	46,31	78,57	23,28	49,39	
	Эжим кара	56,47	79,69	34,03	56,73	
	Кефесия	66,40	18,34	48,75	44,50	
	Кокур белый	67,93	72,22	41,62	60,59	
Средние годовые по комбинациям		44,65	64,83	34,02		47,83

Следует отметить, что наименьший за время исследований выход стандарта саженцев, полученный в 2022 году, связан исключительно со снижением их сортности, что обусловлено качественными характеристиками биометрических показателей лоз подвоя и привоя, примененных для прививки.

Таким образом, наличие общих тенденций в многолетних показателях импеданса и выхода стандартных саженцев винограда позволяет утверждать о достаточно высокой степени достоверности оценки аффинитета подвойно-привойных комбинаций на основе данных уровня сопротивления электропроводности тканей.

По результатам проведенного дисперсионного анализа доли влияния факторов на импеданс привитых саженцев винограда распределились следующим образом (таблица 4). Наибольшее влияние на уровне 42,8 % оказывают условия года исследований (фактор С), что подтверждается в том числе данными, представленными в таблице 1. Вполне вероятно, что климатические условия оказывают существенное влияние на развитие физиологических и механических связей между подвоем и привоем, что также отражается и на показателях электросопротивления тканей. Доля привоя (фактор В) составляет 10,9 % и несколько больше доли подвоя (фактор А) – 9,0 %. Взаимное влияние подвоя и

привоя (фактор АВ) составляет 7,9 %. Взаимодействие подвой-условия года (АС) находится на уровне 6,3 %. Взаимодействие привоя и условий года (ВС), а также комплекса подвой-привой-условия года (АВС) составляет 0,0 %.

**Таблица 4.** Результаты дисперсионного анализа трехфакторного опыта изучения импеданса привитых саженцев винограда в зависимости от подвойно-привойных комбинаций за период 2020–2022 гг.

Факторы	Доля фактора	F факт.	F 5%	НСР 5%	Различия существенны
Фактор А	9,0	71,04	1,75	4,59	*
Фактор В	10,9	43,03	1,74	5,93	*
Фактор С	42,8	338,24	1,75	4,59	*
Фактор АВ	7,9	15,54	1,72	10,27	*
Фактор АС	6,3	24,96	1,74	7,96	*
Фактор ВС	0,0	0,00	1,72	10,27	-
Фактор АВС	0,0	0,00	1,68	10,27	-

Для оценки существенности частных различий НСР = 17,79

**Выводы.** 1. Метод определения уровня сопротивления электропроводности тканей (импеданс) привитых саженцев винограда является эффективным инструментом, позволяющим в совокупности с другими методами дать оценку совместимости подвойно-привойных комбинаций.

2. Аборигенные сорта, привитые на подвой Берландиери × Рипариа Кобер 5 ББ демонстрируют наименьшие показатели импеданса, что косвенно свидетельствует о высокой степени совместимости с данным подвоем.

3. Климатические условия года оказывают влияние на показатели импеданса привитых саженцев винограда.

### Литература

1. Выход и качественные характеристики саженцев аборигенных сортов винограда в зависимости от сорто-подвойных комбинаций / В.И. Иванченко, М.И. Иванова, А.В. Райков [и др.] // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2023. № 33(196). С. 85–104.
2. Гужова Е.Е., Самощенко Е.Г., Паничкин Л.А. Динамика электропроводности тканей зимних прививок некоторых семечковых культур // Современное состояние питомниководства и инновационные основы его развития: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук С.Н. Степанова, Мичуринск, 21–23 апреля 2015 года. Мичуринск: Кварт, 2015. С. 130–135.
3. Гужова Е.Е., Самощенко Е.Г., Паничкин Л.А. Электропроводность и разность биопотенциалов тканей привитых компонентов ряда плодовых культур // Садоводство и виноградарство. 2015. № 6. С. 40–46.
4. Захарьин В.А. Автохтоны Крыма. Виноград и вино. Симферополь ИТ АРИАЛ. 2019. 236 с.
5. Иванова М.И. Определение степени аффинитета привитых растений винограда методом импеданса // Виноградарство и виноделие. 2020. Т. 49. С. 154–156.

6. Питомниководство. Определение степени аффинитета (совместимости) сорто-подвойных комбинаций у винограда и плодово-ягодных культур / В.И. Иванченко, О.Г. Замета, Д.В. Потанин, А.Ю. Зотиков, М.И. Иванова, П.С. Корниенко, В.Я. Даниленко. Симферополь: Полипринт, 2021. 82 с.

7. Использование электросопротивления как метода предварительного определения приживаемости прививок / В.И. Иванченко, Д.В. Потанин, А.Ю. Зотиков, М.И. Иванова // Виноградарство и виноделие. 2019. Т. 48. С. 26–28.

8. Минеев В.В., Алейников А.Ф. Оценка физиологического состояния садовых растений методом электрической биоимпедансной спектроскопии // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2022. № 32(195). С. 66–78.

9. Методика измерения электропроводности тканей привитых плодовых культур / Е.Е. Гужова, Е.Г. Самощенко, Л.А. Паничкин, А.К. Раджабов // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2018. № 6. С. 100–108.

10. Студенникова Н.Л., Котоловец З.В., Рыбаченко Н.А. Оценка скрещивания сортов – источников ценных признаков с аборигенными сортами Крыма // Перспективы развития науки в современном мире: сборник научных статей по материалам X Международной научно-практической конференции, Уфа, 13 декабря 2022 года. Том Часть 1. Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Научно-издательский центр "Вестник науки", 2022. С. 167–172.