

<https://doi.org/10.31279/2949-4796-2026-16-2-97-108>

Оценка аффинитета привойно-подвойных комбинаций винограда по показателю импеданса

КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ:

Наталья Леонидовна
Студенникова

E-mail: studennikova63@mail.ru

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Студенникова Н.Л., Скалозубов И.М., Рыбаченко Н.А. Оценка аффинитета привойно-подвойных комбинаций винограда по показателю импеданса. *Аграрный вестник Северного Кавказа*. 2026;16(2):97-108. <https://doi.org/10.31279/2949-4796-2026-16-2-97-108> EDN PHJANV

ПОСТУПИЛА: 10.04.2026

ДОРАБОТАНА: 05.06.2026

ПРИНЯТА: 08.06.2026

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:

авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

COPYRIGHT: © 2026 Студенникова Н.Л.,
Скалозубов И.М.,
Рыбаченко Н.А.



Н.Л. Студенникова , И.М. Скалозубов, Н.А. Рыбаченко 

Крымский научно-исследовательский центр виноградарства и виноделия «Магарач» Курчатовского комплекса виноградарства и виноделия НИЦ «Курчатовский институт», Ялта, Республика Крым, Россия

АННОТАЦИЯ

ВВЕДЕНИЕ. Одним из методических подходов к оценке состояния срастания привитых компонентов является определение электрического сопротивления (импеданса) у привитых саженцев винограда. Импеданс прикамбиальных тканей лозы объективно отражает особенности роста и развития растений. Комплексное исследование привойно-подвойных комбинаций технических сортов винограда на подвоях группы АЗОС является актуальным и позволит выделить наиболее эффективное их сочетание, обеспечивающее высокий выход стандартного посадочного материала и привлечь новые филлоксероустойчивые подвои в массовое производство привитых саженцев.

ЦЕЛЬ. Изучить возможность использования метода импеданса для оценки аффинитета привитых растений винограда на подвоях группы АЗОС.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. В течение 2023–2025 гг. изучались 12 привойно-подвойных комбинаций винограда. Измерение электросопротивления проводилось цифровым мультиметром М 838 перед посадкой прижившихся привитых черенков после стратификации, через 20 и 60 дней после посадки прививок в школу, а также при выкопке привитых саженцев.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Высокая приживаемость и низкий показатель импеданса установлены в группе сортов, привитых на подвоях Берландиери × Рипариа Кобер 5ББ и АЗОС-4, что повлияло на выход качественного посадочного материала. Дисперсионный анализ показал, что на выход стандартных саженцев винограда статистически значимое влияние оказывают подвой, привой и импеданс. Корреляционный анализ выявил статистически значимую сильную отрицательную связь между выходом стандартных саженцев и импедансом. При снижении импеданса наблюдается увеличение выхода стандартных саженцев, что подтверждает наличие между этими показателями выраженной обратной зависимости.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Получены новые знания о перспективности использования филлоксероустойчивых подвоев группы АЗОС для создания посадочного материала винограда и применении метода импеданса для оценки приживаемости прививаемых компонентов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: виноград, сорт, подвой, привой, прививка, саженцы, импеданс, аффинитет

<https://doi.org/10.31279/2949-4796-2026-16-2-97-108>

Evaluation of affinity in scion-rootstock grape combinations based on impedance value

CORRESPONDENCE:

Natalia L. Studennikova

E-mail: studennikova63@mail.ru

FOR CITATION:

Studennikova N.L., Skalozubov I.M., Rybachenko N.A. Evaluation of affinity in scion-rootstock grape combinations based on impedance value.

Agrarian Bulletin of the North Caucasus. 2026;16(2):97-108. (In Russ.)

<https://doi.org/10.31279/2949-4796-2026-16-2-97-108>

RECEIVED: 10.04.2026

REVISED: 05.06.2026

ACCEPTED: 08.06.2026

DECLARATION OF COMPETING INTEREST:

none declared.

COPYRIGHT: © 2026 Studennikova N.L., Skalozubov I.M., Rybachenko N.A.



Natalia L. Studennikova , Ivan M. Skalozubov, Natalia A. Rybachenko 

Crimean Scientific Research Center of Viticulture and Winemaking "Magarach", Kurchatov Complex of Viticulture and Winemaking, NRC "Kurchatov Institute", Yalta, Republic of Crimea, Russia

ABSTRACT

INTRODUCTION. One of the methodological approaches to assessing the graft union condition is the determining of electrical resistance (impedance) in grafted grape seedlings. The impedance of procambial tissues of the vine objectively reflects the growth and development characteristics of plants. A comprehensive study of scion-rootstock combinations of wine grape varieties grafted on the rootstocks of AZOS group is relevant, and allows the identification of the most effective combination ensuring a high yield of standard planting material, as well as facilitates the introduction of new phylloxera-resistant rootstocks into the mass production of grafted seedlings.

AIM. To study the possibility of using the impedance method in order to assess the affinity of grafted grape plants on AZOS group rootstocks.

MATERIALS AND METHODS. Over the period of 2023–2025, 12 scion-rootstock combinations of grapes were studied. Electrical resistance measurements were carried out using a digital multimeter M 838 before planting the rooted grafted cuttings after stratification, then 20 and 60 days after planting the grafts in the nursery, and during lifting the grafted seedlings.

RESULTS. High survival and low impedance values were observed in the group of varieties grafted on Berlandieri × Riparia Kober 5BB and AZOS-4 rootstocks, which affected the yield of high-quality planting material. Analysis of variance showed that rootstock, scion and impedance have a statistically significant effect on the yield of standard grape seedlings. Correlation analysis revealed a statistically significant strong negative correlation between the yield of standard seedlings and impedance. A decrease in impedance is accompanied by an increase in the yield of standard seedlings, which confirms the presence of a significant inverse correlation between these indicators.

CONCLUSION. New knowledge has been obtained on the potential of using phylloxera-resistant rootstocks of AZOS group to produce grape planting material and application of the impedance method to assess the survival rate of grafted components.

KEYWORDS: grapes, variety, rootstock, scion, graft, seedlings, impedance, affinity

ВВЕДЕНИЕ

Одним из действенных направлений повышения эффективности виноградовинодельческой отрасли РФ является расширение площадей, занятых техническими сортами винограда с окрашенной ягодой, пользующимися спросом на рынке вина благодаря уникальным вкусовым качествам, проявляющимся в винодельческой продукции [1; 2]. Возделывание этих сортов в привитой культуре, в частности на филлоксероустойчивых подвоях, обеспечит долговечность и продуктивность плантаций, устойчивость виноградных кустов к абиотическим и биотическим факторам среды [3; 4].

Актуальным является изучение совместимости филлоксероустойчивых сортов подвоев, в том числе группы АЗОС, с наиболее значимыми для виноделия Республики Крым техническими сортами винограда с окрашенной ягодой Каберне Совиньон, Бастардо магарачский и Кефесия. Определение наилучшего аффинитета и выделение рентабельных привойно-подвойных комбинаций позволят рекомендовать их для внедрения в промышленное производство [5–7].

Метод импеданса широко используется для изучения процессов, происходящих в различных органах растений, и определения качества сельскохозяйственной продукции [8–17], а также устойчивости к различным возбудителям болезней [18]. Изучение электрического сопротивления (ЭС) (импеданса) у привитых саженцев служит одним из методических подходов к оценке состояния срастания привитых компонентов [19–21]. Измерение импеданса у привитых виноградных саженцев в производственных условиях в перспективе позволит более эффективно производить выбраковку нестандартного посадочного материала. Его преимуществами являются высокая производительность и наличие цифрового мультиметра. Также следует отметить, что саженцам не наносится никакого ущерба, и после проведения исследований они полностью пригодны для дальнейшей высадки [7; 19].

Наиболее объективно отражающими особенностями роста и развития растений являются прикамбиальные ткани лозы, анатомо-морфологические свойства которых могут быть оценены косвенно через их электрическое сопротивление. У растений ведущую роль в восприятии многих биотических и абиотических факторов, а также в формировании клеточного ответа — сопротивления — на их

воздействие играют плазматические мембраны, в которых возникает комплекс взаимосвязанных структурно-функциональных изменений, в число которых входит реакция мембранного потенциала. Электрический заряд на клеточной мембране является существенным фактором, влияющим на распределение заряженных частиц ионов, регулирующих обменные процессы [21; 22].

Имеющиеся данные об использовании импеданса для оценки физиологического состояния растений и срастания компонентов прививки весьма обширны. Однако вопрос о том, как электрическое сопротивление тканей коррелирует с совместимостью конкретных привойно-подвойных комбинаций винограда, особенно для окрашенных технических сортов, возделываемых в климатических условиях Республики Крым, остается недостаточно изученным. Кроме того, отсутствуют количественные критерии, позволяющие на основе измерений импеданса дифференцировать высокосовместимые, слабосовместимые и несовместимые комбинации на ранних этапах постпрививочного периода.

Цель настоящей работы — изучить возможность использовать метод импеданса для оценки аффинитета привитых растений винограда на подвоях группы АЗОС.

При проведении опытов за основу взята рабочая гипотеза, согласно которой активация обменных процессов между прививочными составляющими обеспечивает более низкий уровень электросопротивления тканей, а, следовательно, высокий уровень совместимости привоя и подвоя. Когда между компонентами прививки наблюдается слабое сращивание, электрическая цепь будет показывать более высокое сопротивление, то есть низкий уровень совместимости. Отсутствие электрического сопротивления тканей между прививаемыми компонентами указывает на их неприживаемость из-за появления некротизированных тканей, препятствующих образованию каллуса [23].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в стационарных условиях прививочного комплекса Крымского научно-исследовательского центра виноградарства и виноделия «Магарач» (Курчатовского комплекса виноградарства и виноделия) (с. Вилино Бахчисарайского района) в период 2023–2025 гг.

В изучение включены 12 привойно-подвойных пар. Были использованы подвои: Кобер 5ББ, 41Б, АЗОС-4 и АЗОС-5. В качестве привоя были взяты винные сорта винограда с окрашенной ягодой Каберне Совиньон, Бастардо магарачский и Кефесия.

Представленные результаты по выходу стандартных саженцев (ГОСТ 31783–2012 Посадочный материал винограда (саженцы))¹ после выкопки рассчитывались от изготовленных привитых черенков.

Регистрация электросопротивления осуществлялась перед высадкой прижившихся привитых черенков после их стратификации цифровым мультиметром М 838. Определение импеданса осуществлялось через 20 и 60 дней после высадки прививок в школку, а также при выкопке привитых саженцев.

Математическую обработку данных с применением методов дисперсионного и корреляционного анализов проводили с использованием стандартного пакета статистических программ Statistica 10.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Измерение электропроводности тканей привитых плодовых культур и винограда широко используется в научных исследованиях. В. И. Иванченко,

и др. [3] изучали показатели уровня сопротивления электропроводности тканей (импеданс) привитых саженцев винограда аборигенных сортов Крыма. В. В. Минеев и др. [24] применили метод биоимпеданса для оценки физиологического состояния земляники садовой. Е. Е. Гужова и др. [25] разработали способ диагностики качества срастания компонентов прививки плодовых культур (яблоня, слива, айва, груша) методом электропроводности с использованием кондуктометра «Эксперт — 002» для определения жизнеспособности привитых растений на начальном этапе срастания компонентов прививок.

Учитывая опыт по изучению импеданса в работах ряда исследователей, нами была проведена работа по применению метода измерения электропроводности тканей для определения аффинитета винных сортов винограда с окрашенной ягодой на подвоях группы АЗОС, что ранее не изучалось.

При проведении исследований было отмечено изменение импеданса по ходу развития саженцев в условиях грунтовой школки (рисунок 1).

Установлено, что наибольшая величина этого показателя у привитых саженцев наблюдается на начальных стадиях срастания компонентов в период посадки от 240 до 367 кОм и в дальнейшем снижает-

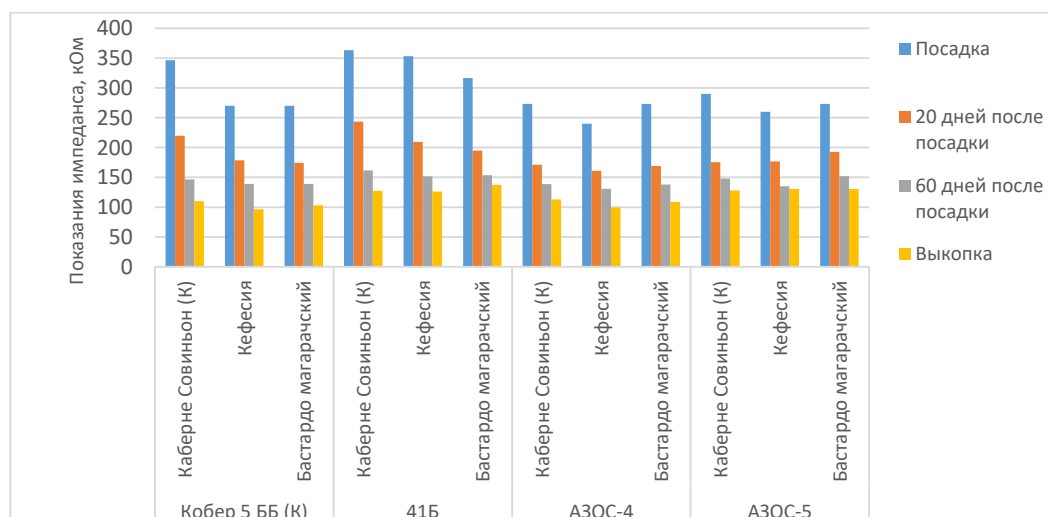


Рисунок 1

Динамика импеданса (электросопротивления) тканей привитых саженцев винограда в условиях грунтовой виноградной школки для совместимых привойно-подвойных комбинаций (среднее за 2023–2025 гг.)

Figure 1

Dynamics of impedance (electrical resistance) in tissues of grafted grape seedlings in ground nursery conditions for compatible scion-rootstock combinations (average for 2023–2025)

¹ ГОСТ 31783–2012 Посадочный материал винограда (саженцы). Технические условия. М. : Стандартинформ, 2014. 11 с.

ся. Уровень электросопротивления становится тем ниже, чем более интенсивнее протекают процессы роста и развития растений в школке, а именно, через 20 дней после высадки показания импеданса по комбинациям снижаются в среднем от 240 до 161 кОм, а через 60 дней — от 162 до 131 кОм. Это связано с тем, что круговое срастание каллюсных тканей обеспечивает формирование корневой системы, благодаря чему растение переходит на питание минеральными веществами из почвы.

В таблице 1 приводится уровень импеданса при выкопке саженцев в среднем за 2023–2025 гг. Наиболее высокий уровень электросопротивления (130,8 кОм) по средним многолетним данным отмечен в 2023 году, характеризующемся наиболее засушливыми погодными условиями (осадки 376,7 мм, сумма активных температур 2908,7 °С). В 2024 и 2025 годах уровень импеданса заметно снижается (113,9 и 107,8 кОм соответственно), что указывает на влияние условий года на данный показатель.

Таблица 1

Уровень сопротивления электропроводности тканей (импеданс) в зависимости от привойно-подвойных комбинаций в диапазоне 200 кОм, 2023–2025 гг.

Table 1

Level of tissue electrical resistance (impedance) depending on scion-rootstock combinations in the range of 200 kΩ, 2023–2025

Подвойный сорт	Привойный сорт	Год			Средние многолетние	
		2023	2024	2025	по привою	по подвою
Берландиери × × Рипариа Кобер 5 ББ (К)	Каберне Совиньон (К)	130	90	110	110	103,1
	Кефесия	124	92	73	96,3	
	Бастардо магарачский	127	104	78	103	
Средние годовые по подвою		127	95,3	87,0	—	—
НСР ₀₅		—	—	—	47,13	—
Ошибка опыта		—	—	—	13,6	—
Шасла × Берландиери 41Б	Каберне Совиньон (К)	135	117	130	127,3	130,3
	Кефесия	131	120	128	126,3	
	Бастардо магарачский	140	139	133	137,3	
Средние годовые по подвою		135,3	125,3	130,3	—	—
НСР ₀₅		—	—	—	13,32	—
Ошибка опыта		—	—	—	3,84	—
АЗОС-4	Каберне Совиньон (К)	127	112	100	113,0	107,0
	Кефесия	125	92	81	99,3	
	Бастардо магарачский	128	110	88	108,7	
Средние годовые по подвою		126,7	104,7	89,7	—	—
НСР ₀₅		—	—	—	38,46	—
Ошибка опыта		—	—	—	11,1	—
АЗОС-5	Каберне Совиньон (К)	135	124	125	128,0	129,6
	Кефесия	140	131	120	130,3	
	Бастардо магарачский	128	136	127	130,3	
Средние годовые по подвою		134,3	130,3	124,0	—	—
НСР ₀₅		—	—	—	14,69	—
Ошибка опыта		—	—	—	4,24	—
Среднегодовые по комбинациям		130,8	113,9	107,8	—	—
НСР ₀₅		—	—	—	—	10,8*
Ошибка опыта		—	—	—	—	3,14

*Различия между вариантами статистически значимы

*Differences between the variants are statistically significant

Установлено, что более низкий уровень сопротивления электропроводности тканей наблюдается у всех сортов, привитых на подвое АЗОС-4 (от 99,3 до 113,0 кОм). Наименьшее значение импеданса (в среднем по привою 99,3 кОм) зафиксировано у сорта Кефесия на подвое АЗОС-4 и на контроле Берландиери × Рипариа Кобер 5 ББ — 96,3 кОм. В связи с этим выход стандартных саженцев составил 64 и 74 % соответственно. На подвое Шасла × Берландиери 41Б для сорта Кефесия также отмечено более низкое значение импеданса (126,3 кОм) по сравнению с сортами Каберне Совиньон и Бастардо магарачский.

Сорт Бастардо магарачский показывает более высокие значения импеданса на подвоях Шасла × Берландиери 41Б (137,3 кОм) и АЗОС-5 (130,3 кОм), что находит отражение в более низком выходе стандартных саженцев — 27,3 и 24,7 % соответственно. Наименьшие показатели импеданса для этого сорта отмечены на подвоях Берландиери × Рипариа Кобер 5 ББ (103 кОм) и АЗОС-4 (108,7 кОм), а выход стандартных саженцев составил 71,3 и 50 % по подвоям.

Следует отметить, что за годы исследований лучшие показатели приживаемости, а также низкий импеданс наблюдался в группе сортов, привитых на подвое Берландиери × Рипариа Кобер 5 ББ и АЗОС-4, что отразилось на выходе качественного посадочного материала 70 и 55,6 % растений соответственно.

Использование импеданса, как малозатратного способа оценки посадочного материала, в производственных условиях позволит более эффективно производить выбраковку нестандартных саженцев [6; 26].

Установлено, что наиболее совместимым сортом в комбинациях с представленными подвоями по уровню импеданса является сорт Кефесия.

Ниже в таблице 2 приведены результаты дисперсионного анализа главных эффектов, задачей которого являлась оценка влияния каждого фактора отдельно, без учета их взаимодействий. В исследование включены фактор подвой, привой, условия года и показатель импеданса с целью определения их влияния на выход стандартных саженцев в виноградной школке.

Проведенный дисперсионный анализ показал, что вариация показателя «выход стандартных саженцев, %» в значительной степени определяется изучаемыми факторами, однако их вклад неодинаков.

Наиболее существенное влияние оказывает импеданс ($F = 9,519$; $p < 0,001$), для которого характерен очень высокий размер эффекта ($\eta^2 = 0,717$). Это свидетельствует о том, что более 70 % объясненной дисперсии, связанной с данным фактором, приходится именно на его воздействие. Высокое значение наблюдаемой мощности (1,0) указывает на надежность выявленного эффекта и минимальную вероятность ошибки второго рода. Таким образом, импеданс является ключевым детерминирующим фактором формирования выхода стандартных саженцев.

Значимое влияние также оказывает подвой ($F = 18,540$; $p < 0,001$), при этом величина эффекта ($\eta^2 = 0,413$) позволяет отнести его к факторам с сильным воздействием. Это означает, что различия между уровнями подвоя существенно отражаются на результативном признаке. Практически максимальная статистическая мощность ($\approx 1,0$) подтверждает устойчивость данного эффекта.

Таблица 2

Одномерные тесты значимости, размеры эффектов и статистическая мощность для показателя «выход стандартных саженцев, %»

Table 2

Univariate significance tests, effect sizes, and statistical power for the indicator “yield of standard seedlings, %”

Фактор	Сумма квадратов <i>SS</i>	Степени свободы (<i>df</i>)	Средний квадрат (<i>MS</i>)	<i>F</i>	<i>p</i>	Частичная η^2	Наблюдаемая мощность ($\alpha = 0,05$)
Свободный член	169158,3	1	169158,3	4845,456	0,00000	0,983	1,000000
Подвой	1941,7	3	647,2	18,540	0,00000	0,413	0,999999
Привойный сорт	457,0	2	228,5	6,546	0,00234	0,142	0,898705
Год	56,1	2	28,0	0,803	0,45163	0,019	0,182657
Импеданс	6978,5	21	332,3	9,519	0,00000	0,716	1,000000
Ошибка	2757,9	79	34,9	—	—	—	—

Фактор привойного сорта также оказывает статистически значимое влияние ($F = 6,546$; $p = 0,002$), однако его вклад заметно ниже ($\eta^2 = 0,142$), что соответствует среднему размеру эффекта. Несмотря на это, мощность теста ($\approx 0,90$) остается высокой, что позволяет считать полученные результаты достоверными. Следовательно, сортовые особенности привоя играют важную, но вторичную роль по сравнению с подвоем и импедансом.

В отличие от вышеперечисленных факторов, год не оказывает статистически значимого влияния на исследуемый показатель ($F = 0,803$; $p = 0,452$). Крайне низкое значение размера эффекта ($\eta^2 = 0,020$) указывает на его незначительный вклад в общую вариацию. Низкая наблюдаемая мощность ($\approx 0,18$) дополнительно свидетельствует о том, что даже при увеличении объема выборки вероятность выявления значимого эффекта данного фактора остается невысокой. Это позволяет сделать вывод о стабильности показателя по годам и отсутствию выраженной временной изменчивости.

Анализ остаточной дисперсии ($MS = 34,9$) показывает, что часть вариации остается необъясненной включенными в модель факторами, что может быть связано с влиянием неучтенных условий или случайных факторов.

Поскольку показатель импеданса оказывает наибольшее влияние на выход стандартных саженцев, был проведен корреляционный анализ взаимосвязи и составлена модель регрессии.

В результате корреляционного анализа установлена статистически значимая сильная отрицательная связь между импедансом и выходом стандартных саженцев в эксперименте ($r = -0,738$; $p < 0,05$). Это свидетельствует о том, что увеличение импеданса сопровождается снижением выхода стандартных саженцев (рисунок 2).

$$X = 122,88 - 0,6094Y,$$

где X — выход стандартных саженцев, %;
 Y — показатель импеданса.

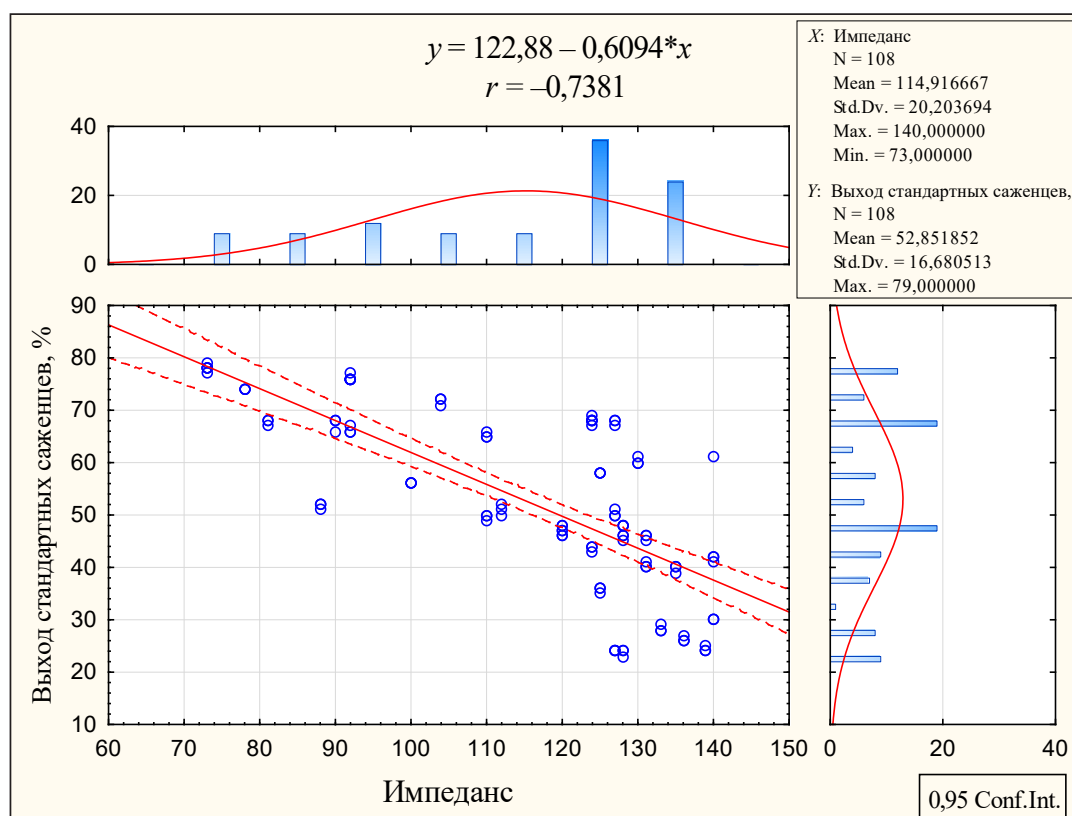


Рисунок 2

Корреляционная связь выхода стандартных саженцев и показателя электрического сопротивления

Figure 2

Correlation between the yield of standard seedlings and electrical resistance

Наибольший выход стандартных саженцев обеспечивают комбинации с подвоем Берландиери × Рипариа Кобер 5 ББ, особенно в сочетании с сортами Кефесия и Бастардо магарачский (таблица 3). Эти варианты характеризуются не только высокими значениями выхода (71,3–74 %), но и относительно низкими значениями импеданса. Подвои АЗОС-4 демонстрируют среднюю эффективность, обеспечивая стабильный, но менее высокий выход.

Наименее эффективными являются комбинации с подвоями Шасла × Берландиери 41Б и АЗОС-5, для которых характерны низкие значения выхода и высокий импеданс.

В целом установлено, что снижение импеданса сопровождается увеличением выхода стандартных саженцев, что подтверждает наличие выраженной обратной зависимости между этими показателями.

Таблица 3

Выход стандартных виноградных саженцев (%) в зависимости от привойно-подвойных комбинаций, 2023–2025 гг.

Table 3

Yield of standard grape seedlings (%) depending on scion-rootstock combinations, 2023–2025

Подвойный сорт	Привойный сорт	Год			Средние многолетние по привою	Средние многолетние по подвою
		2023	2024	2025		
Берландиери × Рипариа Кобер 5 ББ (К)	Каберне Совиньон (К)	60	68	66	64,7	70,0
	Кефесия	68	76	78	74,0	
	Бастардо магарачский	68	72	74	71,3	
Средние годовые по подвою		65,3	72,0	72,7	—	—
<i>m</i>		1,9			—	—
<i>V</i> , %		8,0			—	—
НСР ₀₅		—			8,54	—
Ошибка опыта		—			2,46	—
Шасла × Берландиери 41Б	Каберне Совиньон (К)	42	50	40	44,0	38,7
	Кефесия	40	48	46	44,7	
	Бастардо магарачский	30	24	28	27,3	
Средние годовые по подвою		37,3	40,7	38,0	—	—
<i>m</i>		3,1			—	—
<i>V</i> , %		24,0			—	—
НСР ₀₅		—			8,54	—
Ошибка опыта		—			2,46	—
АЗОС-4	Каберне Совиньон (К)	50	52	56	52,7	55,6
	Кефесия	58	66	68	64	
	Бастардо магарачский	48	50	52	50	
Средние годовые по подвою		52	56	58,7	—	—
<i>m</i>		2,4			—	—
<i>V</i> , %		13,0			—	—
НСР ₀₅		—			7,43	—
Ошибка опыта		—			2,14	—
АЗОС-5	Каберне Совиньон (К)	40	44	36	40,0	36,4
	Кефесия	42	46	46	44,7	
	Бастардо магарачский	24	26	24	24,7	
Средние годовые по подвою		35,3	38,7	35,3	—	—
<i>m</i>		3,1			—	—
<i>V</i> , %		25,7			—	—
НСР ₀₅		—			5,50	12,48
Ошибка опыта		—			1,59	3,6

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Активация обменных процессов между прививочными составляющими обеспечивает более низкий уровень электросопротивления тканей, а следовательно, высокий уровень совместимости привоя и подвоя.

Лучшие показатели приживаемости, а также низкий импеданс наблюдался в группе сортов, привитых на подвое Берландиери × Рипариа Кобер 5ББ и АЗОС-4, что отразилось на выходе качественного посадочного материала 70 и 55,6 % растений соответственно.

Результаты дисперсионного анализа показали, что на выход стандартных саженцев статистически значимое влияние оказывают подвой ($p < 0,001$),

привойный сорт ($p = 0,002$) и импеданс ($p < 0,001$). Наибольший вклад в вариацию признака вносит импеданс ($\eta^2 = 0,717$), затем подвой ($\eta^2 = 0,413$) и привойный сорт ($\eta^2 = 0,142$). Влияние года оказалось статистически незначимым ($p = 0,452$), что свидетельствует об отсутствии его влияния на исследуемый показатель.

В результате корреляционного анализа установлено статистически значимая сильная отрицательная связь между импедансом и выходом стандартных саженцев ($r = -0,738$; $p < 0,05$). Установлено, что снижение импеданса сопровождается увеличением выхода стандартных саженцев, что подтверждает наличие выраженной обратной зависимости между этими показателями.

Вклад авторов

Н. Л. Студенникова: визуализация, написание рукописи — рецензирование и редактирование.

И. М. Скалозубов: проведение исследования, написание черновика рукописи.

Н. А. Рыбаченко: формальный анализ, визуализация.

Contributions

N. L. Studennikova: visualization, writing-review & editing.

I. M. Skalozubov: investigation, writing-original draft.

N. A. Rybachenko: formal analysis, visualization.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Антонян А.К., Радчевский П.П. Влияние подвоев на качество винограда и вина: обзор. *Наука и Образование*. 2024;7:2. EDN XDMKQV
Antonyan A.K., Radchevskiy P.P. The influence of rootstocks on the quality of grapes and wine: a review. *Science and Education*. 2024;7:2. (In Russ.) EDN XDMKQV
2. Shi W., He W., Zhang Z. et al. Study on the resistance of 'Cabernet Sauvignon' grapevine with different rootstocks to Colomerus vitis. *Sustainability*. 2022;14:15193. EDN: ZCXWIC
3. Замета О.Г., Иванченко В.И., Райков А.В. Оценка прививочного аффинитета аборигенных сортов винограда с районированными подвоями. *Виноградарство и виноделие*. 2023;52:36-39. EDN PYUVFS
Zameta O.G., Ivanchenko V.I., Raikov A.V. Evaluation of grafting affinity of native grape varieties with regional rootstocks. *Viticulture and Winemaking*. 2023;52:36-39. (In Russ.) EDN PYUVFS.
4. Аскеров Э.С. Научные основы аффинитета и продуктивность привитой культуры винограда. *Проблемы развития АПК региона*. 2022;3(51):24-28. https://doi.org/10.52671/20790996_2022_3_24 EDN BMVZTO
Askerov E.S. Scientific foundations of affinity and productivity grafted grape culture. *Problems of Development of the Regional AIC*. 2022;3(51):24-28. (In Russ.) https://doi.org/10.52671/20790996_2022_3_24 EDN BMVZTO
5. Павлюченко Н.Г., Зимина Н.И., Колесникова О.И. и др. Аффинитет сорта винограда Голубок с основными подвойными сортами. *Вестник КрасГАУ*. 2021;10(175):74-79. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2021-10-74-79> EDN GDKURI
Pavlyuchenko N.G., Zimina N.I., Kolesnikova O.I. et al. Affinity of Golubok vine variety with main rootstocks. *Bulletin of KrasSAU*. 2021;10(175):74-79. (In Russ.) <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2021-10-74-79> EDN GDKURI

6. Ботнар Е.В. Коэффициент аффинитета и адаптации для оценки перспективности привойно-подвойных комбинаций технических сортов винограда. *Научные труды Южного филиала Национального университета биоресурсов и природопользования Украины «Крымский агротехнологический университет»*. Серия: Сельскохозяйственные науки. 2011;137:148-151. EDN SCADAV.
Botnar E.V. The coefficient of affinity and adaptation to assess the prospects privoynopodvoynyh technical combinations of grape varieties. *Scientific works of the Southern branch of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine "Crimean Agrotechnological University"*. Series: Agricultural Sciences. 2011;137:148-151. (In Russ.) EDN SCADAV.
7. Иванченко В.И., Иванова М.И., Райков А.В. и др. Влияние качественных показателей подвойных и привойных лоз на совместимость сорто-подвойных комбинаций винограда. *Магарач. Виноградарство и виноделие*. 2023;25(2):137-144. <https://doi.org/10.34919/IM.2023.25.2.006> EDN UGAMXS.
Ivanchenko V.I., Ivanova M.I., Raikov A.V. et al. The effect of quality indicators of rootstock and scion vines on the compatibility of variety-rootstock combinations of grapes. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2023;25(2):137-144. (In Russ.) <https://doi.org/10.34919/IM.2023.25.2.006> EDN UGAMXS.
8. Van Haevebeke M., De Baets B., Stock M. Plant impedance spectroscopy: a review of modeling approaches and applications. *Frontiers in Plant Science*. 2023;14:1187573. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1187573>
9. Astashev M. E., Konchekov E.M., Kolik L.V. et al. Electric impedance spectroscopy in trees condition analysis: theory and experiment. *Sensors*. 2022;21:8310. <https://doi.org/10.3390/s22218310>
10. Jócsák I., Végvári G., Vozáry E. Electrical impedance measurement on plants: a review with some insights to other fields. *Theoretical and Experimental Plant Physiology*. 2019;31:359-375. <https://doi.org/10.1007/s40626-019-00152-y>
11. Bar-On L., Garlando U., Sophocleous M. et al. Electrical modeling of *in vivo* impedance spectroscopy of *Nicotiana tabacum* Plants. *Frontiers in Electronics*. 2021;2:753145. <https://doi.org/10.3389/felec.2021.753145>
12. Basak R., Wahid K.A., Dinh A. et al. Rapid and efficient determination of relative water contents of crop leaves using electrical impedance spectroscopy in vegetative growth stage. *Remote Sensing*. 2020;12:1753. <https://doi.org/10.3390/rs12111753>
13. Cavaliere R., Bertemes-Filho P. Plant tissue differentiation using electrical impedance spectroscopy with deep neural networks. *International Journal of Biosensors and Bioelectronics*. 2020;6:20-23.
14. Feng L., Gao J., Sui X. et al. Effect of fruit ripeness on electrical impedance spectrum parameters. *LWT*. 2024;208:116751. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116751>
15. Cheng J., Yu P., Huang Y. et al. Application status and prospect of impedance spectroscopy in agricultural product quality detection. *Agriculture*. 2022;12(10):1525. <https://doi.org/10.3390/agriculture12101525>
16. Arteaga H., Robleto-Martinez E., de Sousa Silva A.C. et al. Postharvest freezing process assessment of the blueberry structure in three acts: bioimpedance, color, and granulometry analysis. *LWT*. 2021;151:112237. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112237>
17. Ando Ya., Mizutani K., Wakatsuki N. Electrical impedance analysis of potato tissues during drying. *Journal of Food Engineering*. 2014;121:24-31. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.08.008>
18. Herzog K., Wind R., Töpfer R. Impedance of the grape berry cuticle as a novel phenotypic trait to estimate resistance to *Botrytis cinerea*. *Sensors*. 2015;15(6):12498-12512. <https://doi.org/10.3390/S150612498>
19. Иванова М.И. Определение степени аффинитета привитых растений винограда методом импеданса. *Виноградарство и виноделие*. 2020;49:154-156. EDN WBAEZR.
Ivanova M.I. Determination of the degree of affinity of grafted grape plants by the impedance method. *Viticulture and Winemaking*. 2020;49:154-156. (In Russ.) EDN WBAEZR.
20. Николенько В.Д., Станкевич Р.Э., Горошко В.В. *Производство привитых саженцев винограда*. Симферополь : Изд-во «Таврия». 1976:1-47.
Nikolenko V.D., Stankevich R.E., Goroshko V.V. *Production of Grafted Grape Seedlings*. Simferopol : Tavrida Publ. 1976:1-47 (In Russ.)
21. Осадчий И.Я. *Анатомия и морфология настольной виноградной прививки : монография*. Новочеркасск : Лик. 2011:1-21. EDN QLCAYL.

- Osadchiy I.Ya. *Anatomy and Morphology of Table Grape Grafting : A Monograph*. Novocherkassk : Lik. 2011:1-21. (In Russ.) EDN QLCAYL.
22. Зими́на Н.И., Авдеенко И.А. Ростовые процессы в период стратификации виноградных прививок разных привойно-подвойных комбинаций. *Русский виноград*. 2025;32:11-15. <https://doi.org/10.32904/2712-8245-2025-32-11-15> EDN UKZFRG.
Zimina N.I., Avdeenko I.A. Growth processes during stratification of vine grafts of various scion-rootstock combinations. *Russian Grapes*. 2025;32:11-15. (In Russ.) <https://doi.org/10.32904/2712-8245-2025-32-11-15> EDN UKZFRG.
23. Замета О.Г., Иванченко В.И., Райков А.В. Показатели импеданса для оценки совместимости подвойно-привойных комбинаций винограда аборигенных сортов Крыма. *Русский виноград*. 2023;26:54-61. <https://doi.org/10.32904/2712-8245-2023-26-54-61> EDN XISHLD.
Zameta O.G., Ivanchenko V.I., Raikov A.V. Impedance indicators for assessing the compatibility of rootstock-graft combinations of indigenous Crimean grapevine varieties. *Russian Grapes*. 2023;26:54-61. (In Russ.) <https://doi.org/10.32904/2712-8245-2023-26-54-61> EDN XISHLD.
24. Минеев В.В., Алейников А.Ф. Оценка физиологического состояния садовых растений методом электрической биоимпедансной спектроскопии. *Известия сельскохозяйственной науки Тавриды*. 2022;32(195):66-78. EDN: ZXLSYF
Mineev V.V., Aleynikov A.F. Assessment of the physiological state of garden plants by electrical bioimpedance spectroscopy. *Transactions of Taurida Agricultural Science*. 2022; 32(195):66-78. (In Russ.) EDN: ZXLSYF
25. Гужова Е.Е., Самощенко Е.Г., Паничкин Л.А. и др. Методика измерения электропроводности тканей привитых плодовых культур. *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2018;6:100-108. EDN: VVMYFQ
Guzhova Ye.Ye., Samoschenkov Ye.G., Panichkin L.A. et al. Methods of measuring the electrical conductivity of grafted fruit crop tissues. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2018;6:100-108. (In Russ.) EDN: VVMYFQ
26. Klimek K., Postawa K., Kaplan M. et al. Evaluation of the influence of rootstock type on the yield parameters of vines using a mathematical model in nontraditional wine-growing conditions. *Applied Sciences*. 2022;12:7293. EDN KHICJL

Сведения об авторах

Студенникова Наталия Леонидовна —

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, заведующая лабораторией генеративной и клоновой селекции, Крымский научно-исследовательский центр виноградарства и виноделия «Магарах» Курчатовского комплекса виноградарства и виноделия НИЦ «Курчатовский институт», Ялта, Республика Крым, Россия

<https://orcid.org/0000-0002-4445-0367>

SPIN-код: 9694-3962

studennikova63@mail.ru

Скалозубов Иван Михайлович —

аспирант лаборатории агротехнологий винограда, Крымский научно-исследовательский центр виноградарства и виноделия «Магарах» Курчатовского комплекса виноградарства и виноделия НИЦ «Курчатовский институт», Ялта, Республика Крым, Россия

ivan-skalozubov@mail.ru

About the authors

Natalia L. Studennikova —

Cand. Sci. (Agric.), Senior Researcher, Head, Laboratory of Generative and Clonal Selection, Crimean Scientific Research Center of Viticulture and Winemaking “Magarach”, Kurchatov Complex of Viticulture and Winemaking, Kurchatov Institute, Yalta, Republic of Crimea, Russia

<https://orcid.org/0000-0002-4445-0367>

studennikova63@mail.ru

Ivan M. Skalozubov —

Postgraduate Student, Laboratory of Grape Agrotechnology, Crimean Scientific Research Center of Viticulture and Winemaking “Magarach”, Kurchatov Complex of Viticulture and Winemaking, Kurchatov Institute, Yalta, Republic of Crimea, Russia

ivan-skalozubov@mail.ru

Рыбаченко Наталия Анатольевна —

научный сотрудник лаборатории генеративной и клоновой селекции, Крымский научно-исследовательский центр виноградарства и виноделия «Магарах» Курчатовского комплекса виноградарства и виноделия НИЦ «Курчатowski институт», Ялта, Республика Крым, Россия

<https://orcid.org/0000-0001-5976-3756>

SPIN-код: 5145-6446

natalia.natikro@yandex.ru

Natalia A. Rybachenko —

Researcher, Laboratory of Generative and Clonal Selection, Crimean Scientific Research Center of Viticulture and Winemaking "Magarach", Kurchatov Complex of Viticulture and Winemaking, Kurchatov Institute, Yalta, Republic of Crimea, Russia

<https://orcid.org/0000-0001-5976-3756>

natalia.natikro@yandex.ru