

## Изучение засухоустойчивости клоновых подвоев яблони в Предгорной зоне Крыма

Сотник А.И., Чакалов Т.С.

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, Россия, Республика Крым, 298648, г. Ялта, пгт. Никита, спуск Никитский, 52

**Аннотация.** В настоящее время сельское хозяйство Крыма и отрасль садоводства в частности переживают сложный период, когда подавляющее большинство ранее поливных садов не орошаются или орошаются в недостаточной степени. В связи с этим целью работы является определение засухоустойчивости перспективных форм клоновых подвоев яблони, приспособленных к местным почвенно-климатическим условиям, способных противостоять длительному обезвоживанию, сохраняя при этом достаточно высокий уровень продуктивности. Исследования проводили в полевых и лабораторных условиях отделения «Крымская опытная станция садоводства» ФГБУН «НБС – ННЦ». Почвы опытных участков – чернозём южный, карбонатный. Обеспеченность подвижными формами азота (1,5 – 1,9 мг) и фосфора – средняя (2,8 – 6,5 мг на 100 г абсолютно сухой почвы), обменным калием – высокая (44 – 58 мг). Объектами изучения являются клоновые подвои: К 105, К 108, К 109, К 110, К 120 и К 121 селекции Крымской опытной станции садоводства в сравнении с EM-IX и MM – 106 (к). Схема посадки в маточнике 1,5 x 0,2 м – 2006 года посадки. На основании проведенных в типичных условиях Предгорной зоны Крыма исследований параметров водного режима, выделены лучшие засухоустойчивые формы (по 10-бальной шкале) – К 109 – 8,8, К 120 – 8,8 и К 121 – 8,4 балла засухоустойчивости.

**Ключевые слова:** яблоня; подвой; засухоустойчивость; содержание воды; водный дефицит; водоудерживающая способность.

**Для цитирования:** Сотник А.И., Чакалов Т.С. Изучение засухоустойчивости клоновых подвоев яблони в Предгорной зоне Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2022; 24(1):26-29. DOI 10.35547/IM.2022.53.17.004

## Study of drought resistance of clonal apple rootstocks in the Piedmont zone of Crimea

Sotnik A.I., Chakalov T.S.

Nikitsky Botanical Garden - National Scientific Center of the RAS, 52 Nikitsky Spusk str., Nikita, 298648 Yalta, Republic of Crimea, Russia

**Abstract.** Currently, the agriculture of Crimea and the horticultural industry in particular are experiencing a difficult period, when the vast majority of previously irrigated gardens are not irrigated or irrigated insufficiently. In this regard, the aim of the work is to determine the drought resistance of promising forms of clonal apple rootstocks adapted to local soil and climatic conditions, capable to withstand prolonged dehydration, while maintaining a sufficiently high level of productivity. The study was carried out in the field and laboratory conditions of the branch Crimean Experimental Horticulture Station of FSBSI NBG – NSC. The soils of experimental plots are southern, carbonated chernozemic. The availability of mobile forms of nitrogen (1.5-1.9 mg) and phosphorus (2.8 – 6.5 mg per 100 g of dry soil) is average, and exchangeable potassium – is high (44 – 58 mg). The objects of study are clonal rootstocks: K 105, K 108, K 109, K 110, K 120 and K 121 selected in the Crimean Experimental Horticulture Station in comparison with EM-IX and MM – 106 (c). Planting scheme in the nursery is 1.5 x 0.2 m, and the year of planting – 2006. Based on the studies of water regime parameters carried out in typical conditions of the Piedmont zone of Crimea, the best drought – resistant forms were identified (by a 10 – point scale) – K 109 – 8.8, K 120 – 8.8 and K 121 – 8.4 points of drought resistance.

**Key words:** apple tree; rootstock; drought resistance; water content; water deficiency; water-retaining capacity.

**For citation:** Sotnik A.I., Chakalov T.S. Study of drought resistance of clonal apple rootstocks in the Piedmont zone of Crimea. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022; 24(1):26-29 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2022.53.17.004

### Введение

Природные условия Крыма благоприятны для успешного развития садоводства и позволяют выращивать разные плодовые культуры. В структуре семечковых насаждений Крыма яблоня находится на первом месте [1]. В этом регионе возможно выращивание высококачественных плодов, ценность которых состоит не только в прекрасных товарных и вкусовых

качествах, но и в возможности потребления в свежем виде. Создание суперинтенсивных насаждений предусматривает применение сорто-подвойных сочетаний умеренной силы роста, устойчивых к био – и абиотическим факторам внешней среды, способных на 2–3 год давать полноценный урожай [2, 3].

В последние годы садоводство Крыма и южных регионов России переживает сложный период, когда подавляющее большинство ранее поливных садов не орошаются или орошаются в недостаточной степени. [4, 5]. Неравномерное распределение осадков по ме-

сяцам, продолжительные периоды высоких летних температур нередко создают засушливые условия. Основным отрицательным фактором, оказывающим отрицательное влияние на рост и развитие плодовых культур, является засуха. В связи с этим представляется целесообразным определение засухоустойчивости некоторых форм клоновых подвоев яблони, приспособленных к местным почвенно-климатическим условиям, способных противостоять длительному обезвоживанию, сохраняя при этом достаточно высокий уровень продуктивности [6, 7].

### Материалы и методы исследований

Исследования проводили в полевых и лабораторных условиях отделения «Крымская опытная станция садоводства» ФГБУН «НБС – ННЦ». Почвы опытных участков – чернозём южный, карбонатный. Обеспеченность подвижными формами азота (1,5 – 1,9 мг) и фосфора – средняя (2,8 – 6,5 мг на 100 г абсолютно сухой почвы), обменным калием – высокая (44 – 58 мг).

Объектами изучения являются клоновые подвои: К 105, К 108, К 109, К 110, К 120 и К 121 селекции Крымской опытной станции садоводства в сравнении с ЕМ-IX и ММ – 106 (к). Схема посадки в маточнике 1,5 x 0,2 м – 2006 года посадки.

Засухоустойчивость растений определяли по общему содержанию воды в листьях, водному дефициту, способности к восстановлению тургора и водоудерживающей способности по методике: А.И. Сотника, В.В. Танкевич, Т.С. Чакалова (2019 г.), Г. Н. Еремеева и А.И. Лищука (Eremeev, Lishhuk, 1974). Статистический анализ экспериментальных данных был проведен по Б.А. Доспехову (Dospikhov, 1979), с использованием программы Microsoft Office Excel.

### Результаты и их обсуждение

Изучение подвойных форм яблони проводилось в коллекционном маточнике 2006 г. посадки отделения КОСС НБС–ННЦ. Общее состояние растений хорошее. Во все годы исследований отрастание побегов начиналось во второй-третьей декадах апреля. Активный рост наблюдался в мае-июне. Окоренение подвоев ЕМ – IX, ММ-106, К 110 начинается на 38-40 день после окучивания, у подвоев К 109 и К 121- на 30-35 день.

Климат предгорной зоны Крыма полусухой с теплым вегетационным периодом с мягкой зимой.

Средняя годовая температура воздуха 9,8°C, самого теплого месяца (июля) 21,2°C, самого холодного (января) – 1,4°C. Средний из абсолютных минимумов температуры – 17-20°C, абсолютный минимум – 29-35°C. Сумма температур выше 10°C составляет 3110°C. Безморозный период составляет 182 дня, вегетационный – 181 день.

Годовая сумма осадков - 490 мм. Из них в вегета-

**Таблица 1.** Содержание воды и водный дефицит в листьях клоновых подвоев яблони в маточнике (среднее за 2019-2020 гг.). Год посадки 2006, схема – 1,5 x 0,2 м

**Table 1.** Water content and water deficiency in leaves of clonal apple rootstocks in the nursery (average for 2019-2020). Planting year 2006, scheme – 1.5 x 0.2 m

Подвой	Содержание воды в листьях, % на сырой вес	Дефицит воды в листьях, %
ЕМ - IX (к)	60,8±2,8	19,6±1,7
ММ 106 (к)	62,1±3,8	17,7±3,1
К 105	52,9±2,3	17,3±2,2
К 108	62,4±1,3	19,9±1,6
К 109	62,7±0,6	15,0±0,9
К 110	58,0±2,0	20,0±2,5
К 120	60,1±0,7	16,9±1,5
К 121	61,1±1,2	18,2±0,7

ционное время выпадает 270 мм.

Общее содержание воды за период исследования в листьях всех форм составило 52,9 – 62,7%. Повышенным содержанием воды отмечены три формы: К 109 – 62,7%, К 108 – 62,4% и К 121 – 61,1%, в контрольных вариантах высокое содержание отмечено у ММ 106 которое составляло – 62,1%, на ЕМ-IX он немного ниже – 60,8%. Меньше всего влаги содержали листья одной формы: К 105 – 52,9%.

Установлено, что под длительным воздействием водного дефицита, у растений снижаются: интенсивность ростовых процессов, фотосинтез, падает продуктивность [8]. Водный дефицит в листьях при изучении исследуемых форм клоновых подвоев яблони изменялся в пределах от 15,0 до 20,0% (табл. 1). Самый низкий показатель дефицита воды отмечены на подвое К 109 – 15,0%.

Как было указано выше, общее содержание воды в листьях является косвенным показателем засухоустойчивости плодовых растений. Более обоснованно о степени засухоустойчивости плодовых растений можно судить по показателям водоудерживающей способности и стойкости к обезвоживанию.

К засухоустойчивым относятся растения, которые в процессе онтогенеза способны адаптироваться к обезвоживанию и продолжать нормальный рост и развитие. Более устойчивые к засухе растения теряют меньше воды в листьях в период завядания, чем листья менее устойчивых [9, 10]. Водоудерживающая способность растительных тканей является одним из факторов, определяющих их стойкость к обезвоживанию, процесс завядания заканчивается, когда потеря воды завядшими листьями составит 35-45% от их сырой массы (табл. 2).

Анализируя полученные данные, следует отметить, что для потери 30% влаги подвоем серии «К», понадобилось от 4 до 8 ч, что на 1-4 ч больше чем в контроле. Самая медленная отдача воды в процессе завядания была отмечена: через 2 и 4 ч потери влаги у подвоев: К 121 и К 120 – 9,2-13,4% и 16,9-19,7% соответственно, такие же способности отмечены у подвоя К 108 и К 109. По этим же подвоям отмечена и минимальная потеря влаги за максимальный период завя-

дания 12 ч и составляющая. – от 47,7 до 49,8% от их сырой массы, в контроле этот показатель был равен 50,2-51,3%.

С целью определения восстановления тургора, листья всех изучаемых форм клоновых подвоев после 12 ч завядания, помещали во влажные камеры на 24 ч до полного восстановления тургора (табл. 3).

Листья подвоев, стойкие к засушливым условиям и перенесшие завядание, после поглощения ими воды (во влажных камерах), приобретают нормальную зеленую окраску и нормальную тургесцентность. Зачастую листья не полностью восстанавливают тургор, то есть имеют частичное повреждение. В таких случаях доли (1/2, 1/4, 1/5, 1/10 и т.д.) площадей пластинок листьев, восстановивших тургор, суммируются и определяется процент восстановивших тургор и зеленую окраску после завядания. Это и является одним из основных показателей стойкости растений к засушливым условиям. В наших исследованиях с высоким процентом восстанавливающей способности тургора листовой поверхности отметили три формы подвоев: К 109 – 88,4%; К 120 – 88,0% и К 121 – 84,0%, что на 4,0–9,6% превосходили контрольные варианты, по другим подвоям селекции Крымской опытной станции, так же отмечен высокий уровень восстановления тургора в сравнении с контролем. Из данных табл. 3 можно вывести показатели засухоустойчивости, где 10% нормально восстановившихся листьев соответствовали 1 баллу засухоустойчивости. На основании проведенных в типичных условиях Предгорной зоны Крыма исследований параметров водного режима, выделены лучшие засухоустойчивые формы (по 10 балльной шкале) – К 109 – 8,8 и К 120 – 8,8 и К 121 – 8,4 балла засухоустойчивости.

### Выводы

Результаты изучения засухоустойчивости клоновых подвоев яблони в маточнике в природно-климатических условиях предгорной зоны Крыма позволяют сделать следующие выводы: общее содержание воды за период исследования в листьях всех форм составило 52,9 – 62,7%; повышенным содержанием воды отмечены три формы: К 109 – 62,7%, К 108 – 62,4% и К 121 – 61,1%. Самый низкий показатель дефицита воды отмечен на подвое К 109 – 15,0%. Самая медленная отдача воды в процессе завядания была отмечена: через 2 ч и 4 ч потери влаги у подвоев: К 121 и К 120 – 9,2-13,4% и 16,9-19,7%. Выделены лучшие засухоустойчи-

**Таблица 2.** Вододерживающая способность листьев клоновых подвоев яблони в маточнике (среднее за 2019-2020 гг.)

**Table 2.** Water-retaining capacity in leaves of clonal apple rootstocks in the nursery (average for 2019-2020)

Подвой	Потеря воды в процессе завядания, через промежутки времени, %			
	2 ч.	4 ч.	8 ч.	12 ч.
ЕМ - IX (к)	16,6±	26,9±	42,3±	51,3±
ММ 106 (к)	19,3±	33,4±	47,6±	50,2±
К 105	16,3±	27,5±	48,2±	50,8±
К 108	13,7±	21,3±	39,3±	49,5±
К 109	16,8±	23,0±	38,0±	47,7±
К 110	15,1±	25,5±	42,4±	50,0±
К 120	13,4±	19,7±	33,6±	49,2±
К 121	9,2±	16,9±	37,90,8	49,8±

**Таблица 3.** Учет восстановления листьями тургора после завядания (среднее за 2019-2020 гг.)

**Table 3.** Records of turgor recovery by leaves after wilting (average for 2019-2020)

Подвой	Количество листьев в пробе, шт.	Количество листьев, восстановивших тургор на: %						Восстановление тургора, после 24 ч завядания, %	Устойчивость к засухе, балл
		100	75	50	25	10	0		
ЕМ - IX (к)	20	12	3	2	1	1	1	78,8±	7,8
ММ 106 (к)	20	13	2	2	2	1		80,0±	8,0
К 105	20	9	7	3	1	-	-	80,06,0	8,0
К 108	20	11	5	2	2	-	-	81,42,8	8,1
К 109	20	14	4	1	1	-	-	88,43,3	8,8
К 110	20	9	7	3	1	-	-	79,85,4	7,9
К 120	20	15	2	1	1	1	-	88,02,1	8,0
К 121	20	14	2	1	2	1	-	84,04,9	8,4
НСР <sub>05</sub>								3,1	

вые формы (по 10-балльной шкале) – К 109 – 8,8 и К 120 – 8,8 и К 121 – 8,4 балла засухоустойчивости.

### Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № 0829-2019-0033.

### Financing source

The work was conducted under public assignment No. 0829-2019-0033.

### Конфликт интересов

Не заявлен.

### Conflict of interests

Not declared.

### Список литературы

1. Танкевич В.В., Сотник А.И., Попов А.И. Чакалов Т.С. Питомниководству Крыма интенсивные основы // Бюл. Никит. ботан. сада. 2015;116:33-39.
2. Танкевич В.В. Влияние подвоев на рост и продуктивность яблони в Крыму // Плодоводство: научн. труды / РУП «Институт плодоводства» Беларусь. Под редакцией Самусь В.А. Самохваловичи. 2013;25:353-358.
3. Сотник А.И., Танкевич В.В., Чакалов Т.С. Методические рекомендации по проведению исследований в питомниководстве и прогнозированию силы роста подвоев. Симфе-

- рополь: Полипринт. 2019:1-48.
4. Ненько Н.И., Киселева Г.К., Ульяновская Е.В. Физиолого-биохимическая оценка сопряженной устойчивости сортов яблони различного эколого-географического происхождения к абиотическим стрессорам летнего периода в южном регионе России // Садоводство и виноградарство. 2015;1:27-32.
  5. Сапукова А.Ч., Мурсалов С.М., Магомедова А.А., Мурсалова Э.С. Влияние подвоя на засухоустойчивость деревьев яблони // Проблемы развития АПК региона. 2015;23:52-55.
  6. Ожерельева З.Е., Красова Н.Г., Галашева А.М. Изучение водного режима сортов яблони в летний период в связи с их засухоустойчивостью и жаростойкостью // Достижения науки и техники АПК. 2013;1:17-19.
  7. Кушниренко М.Д., Печерская С.Н. Физиология водообмена и засухоустойчивости растений. Кишинев: Штиинца. 1991:1-306.
  8. Еремеев Г.Н., Лищук А.И. Методические указания по отбору засухоустойчивых сортов и подвоев плодовых растений. Ялта. 1974:1-18.
  9. Генкель П.А. Физиология жаро-, засухоустойчивости растений. М., 1982:1-280.
  10. Галашева А.М., Красова Н.Г., Янчук Т.В. Фракционный состав воды в листьях у сортов яблони (*Malus Mill.*) // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. Науково-практ. журнал. 2013;1(18):18-21.
- References**
1. Tankevich V.V., Sotnik A.I., Popov A.I., Chakalov T.S. Intensive basics of nursery breeding in Crimea. Bulletin of Nikita Botanical Garden. 2015;116:33-39 (in Russian).
  2. Tankevich V.V. The effect of rootstocks on the growth and productivity of apple trees in the Crimea. Fruit growing: scientific works. RUE Institute of Fruit Growing, Belarus. Under the editorship of Samus V.A. Samokhvalovich. 2013;25:353-358 (in Russian).
  3. Sotnik A.I., Tankevich V.V., Chakalov T.S. Methodological recommendations for conducting research in nursery breeding and forecasting the growth strength of rootstocks. Simferopol: Polyprint. 2019:1-48 (in Russian).
  4. Nenko N.I., Kiseleva G.K., Ulyanovskaya E.V. Physiological and biochemical assessment of conjugate resistance of apple varieties of various ecological and geographical origin to abiotic stressors of the summer period in the Southern region of Russia. Horticulture and viticulture. 2015;1:27-32 (in Russian).
  5. Sapukova A.Ch., Mursalov S.M., Magomedova A.A., Mursalova E.S. The effect of a rootstock on drought resistance of apple trees. Problems of the development of AIC of the region. 2015;23:52-55 (in Russian).
  6. Ozherelyeva Z.E., Krasova N.G., Galasheva A.M. Study of water regime of apple varieties in summer period in connection with their drought and heat resistance. Achievements in science and technology of AIC. 2013;1:17-19 (in Russian).
  7. Kushnirenko M.D., Pecherskaya S.N. Physiology of water exchange and drought resistance of plants. Chisinau: Shtiintsa. 1991:1-306 (in Russian).
  8. Yermeev G.N., Lischuk A.I. Methodological guidelines for the selection of drought-resistant varieties and rootstocks of fruit plants. Yalta. 1974:1-18 (in Russian).
  9. Genkel P.A. Physiology of heat and drought resistance of plants. Moscow, 1982:1-280 (in Russian).
  10. Galasheva A.M., Krasova N.G., Yanchuk T.V. Fractional composition of water in leaves of apple varieties (*Malus Mill.*). Varietal study and protection of plant variety rights. Scientific-practical journal. 2013;1(18):18-21 (in Russian).

### Сведения об авторах

Александр Иванович Сотник, д-р с.-х. наук, ст. науч. сотр., вед. науч. сотр. лаборатории питомниководства отделения «Крымская опытная станция садоводства» ФГБУН «НИИ-НБС»; e-мейл: sadovodstvo.koss@mail.ru; ORCID ID: 0000-0001-8405-5321;

Тимур Серверович Чакалов, мл. науч. сотр. лаборатории питомниководства отделения «Крымская опытная станция садоводства» ФГБУН «НИИ-НБС»; тел: +7978 93 92 910; e-мейл: nbveh101986@mail.ru; ORCID ID: 0000-0002-8698-9491.

### Information about authors

Alexander I. Sotnik, Dr. Agric. Sci., Senior Staff Scientist, Leading Staff Scientist of the Nursery Laboratory of department Crimean Experimental Horticulture Station of the FSBSI NSC-NBG; e-mail: sadovodstvo.koss@mail.ru; ORCID ID: 0000-0001-8405-5321;

Timur S. Chakalov, Junior Staff Scientist of the Nursery Laboratory of department Crimean Experimental Horticulture Station of the FSBSI NSC-NBG; tel: +7 978 93 92 910; e-mail: nbveh101986@mail.ru; ORCID ID: 0000-0002-8698-9491.

Статья поступила в редакцию 12.02.2021, одобрена после рецензии 15.01.2022, принята к публикации 10.03.2022