

УДК: 582.677.1: 581.1: 58.006

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЖИЗНЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МАГНОЛИИ КРУПНОЦВЕТКОВОЙ (*MAGNOLIA GRANDIFLORA* L.) НА ЮЖНОМ БЕРЕГУ КРЫМА.

Максим Леонидович Новицкий, Владислав Вячеславович Корженевский,
Владимир Николаевич Герасимчук

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН,
298648, Республика Крым, Ялта, пгт Никита, спуск Никитский, 52
E-mail: maxim.novickiy@bk.ru

Представлены результаты подробного почвенно-дендрологического обследования парковых участков с магнолией крупноцветковой (*Magnolia grandiflora* L.) на Южном берегу Крыма. Цель работы заключалась в выявлении основных экологических факторов, влияющих на жизненное состояние *M. grandiflora*. Представлены основные эдафические свойства и характеристики под *M. grandiflora*, которые находятся в различном жизненном состоянии. Под растениями почва достаточно обеспечена гумусом и питательными веществами. Результаты статистического анализа не позволяют утверждать однозначного влияния карбонатов на рост и развитие *M. grandiflora* ($r = -0,56$; $n = 6$). По содержанию обломков плотных пород почвы в метровом слое относятся к слабо-, средне- и сильнощебнисто-хрящеватым.

На обследованных участках почва уплотненная ($>1,4$ г/см³) и к глубине уплотнение усиливается, в слое 80–100 см становится очень плотной с низкой порозностью (менее 45%). Гранулометрический состав мелкозёма на коричневых почвах неоднороден по площади участка и в основном характеризуется как тяжелосуглинистый с преобладанием крупной и мелкой пыли. Такие почвы по гранулометрическому составу считаются благоприятными для большинства древесных и кустарниковых растений, включая магнолию крупноцветковую.

Выявлены оптимальные эдафические условия для выращивания магнолии крупной на агрокоричневых почвах. К таким условиям относятся почвы, плотность которых не превышает 1,52 г/см³, скелетность ниже 30% и запасом гумуса в метровом слое не менее 292 т/га.

Ключевые слова: *Magnolia grandiflora* L.; карбонатность; свойства почвы; гранулометрический состав

Введение

Многие научные работы о магнолиях посвящены истории их интродукции и использованию в качестве декоративных растений (Герасимчук, 2018). Сведения об отношении *Magnolia grandiflora* L. к почвенным условиям весьма немногочисленны.

Определение адаптационных механизмов в условиях воздействия неблагоприятных экологических факторов является важнейшим этапом комплексных исследований биоэкологических особенностей представителей рода *Magnolia* L. Повышение эффективности культивирования требует дальнейшего проведения интродукционных исследований с целью оценки адаптационного потенциала, выявления особенностей влияния условий произрастания на жизненные характеристики, что должно обеспечить расширение возможностей эффективного использования *M. grandiflora*, включая многочисленные садовые формы, в озеленении Южного берега Крыма (ЮБК) (Герасимчук, Новицкий, 2021).

Подобные исследования необходимы в связи с тем, что в условиях субтропического климата при искусственном орошении почвообразовательные процессы характеризуются высокой энергией и динамичностью. Здесь за 30-40 лет после плантажной вспашки в культурных почвах формируется иллювиальный горизонт. Кроме того, на почву оказывают влияние как длительное произрастание многолетних растений-интродуцентов, так и антропогенное воздействие, в результате чего почва трансформируется. *M. grandiflora* относится к группе растений, которые

чувствительны к извести и не могут произрастать на сильнокарбонатных почвах, т.е. является кальцефобом. Негативное влияние сильной карбонатности усугубляется скелетностью почв (Казимирова, 2005).

Цель – выявить основные эдафические факторы, оказывающие влияние на жизненное состояние *Magnolia grandiflora* L. в исторических центрах её интродукции на Южном берегу Крыма.

Объекты и методы исследования

Для изучения эдафических факторов влияющих на произрастание магнолий на Южном берегу Крыма (ЮБК) почвенное обследование проводилось на территориях ФГБУН «Никитский ботанический сад – Национальный научный центр» (рис. 1) и ГАУК РК «Алупкинский музей-заповедник» (рис. 2).

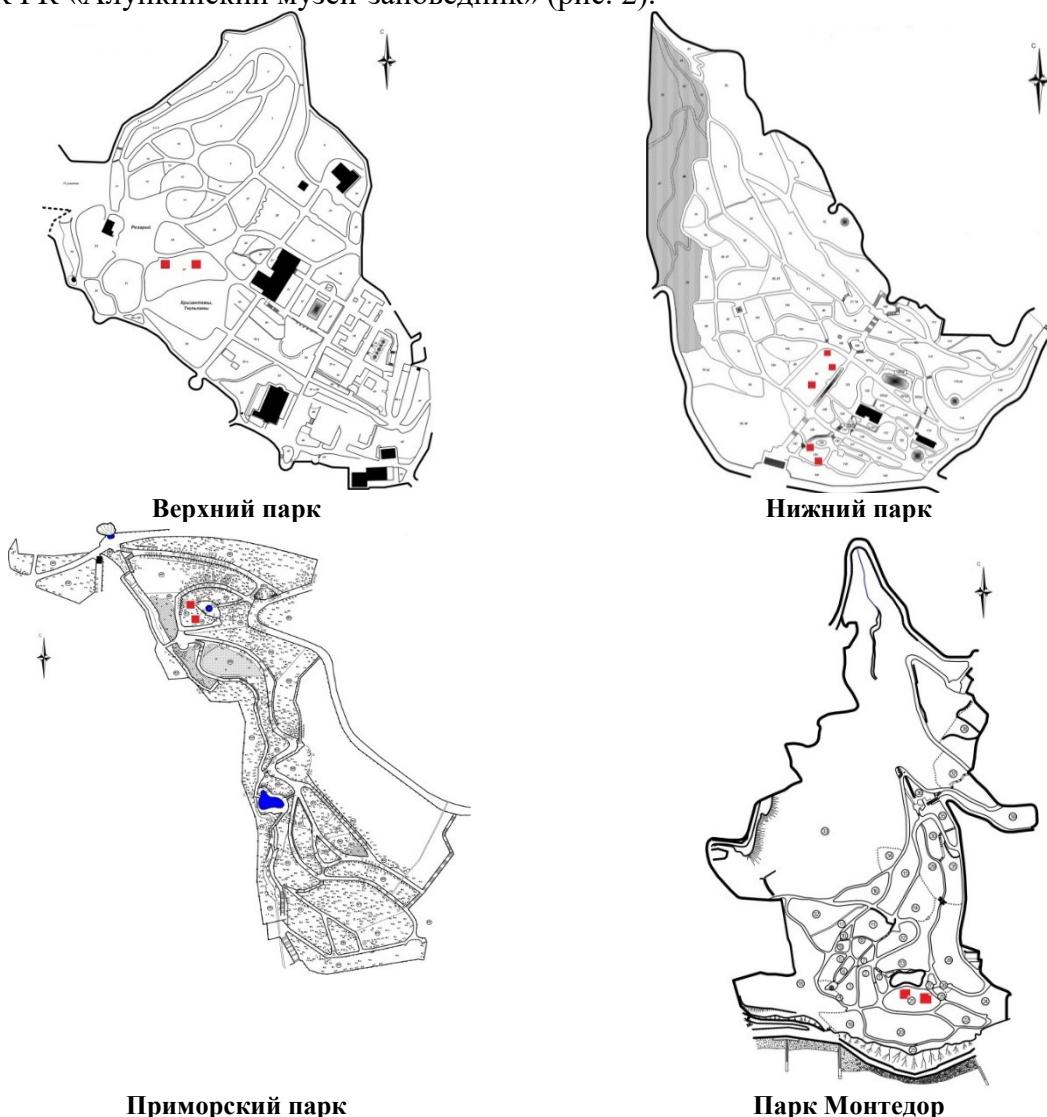


Рис. 1 Парки Никитского ботанического сада (■ – почвенные разрезы)
Fig. 1 Parks of the Nikitsky Botanical Gardens (■ – soil cross sections)

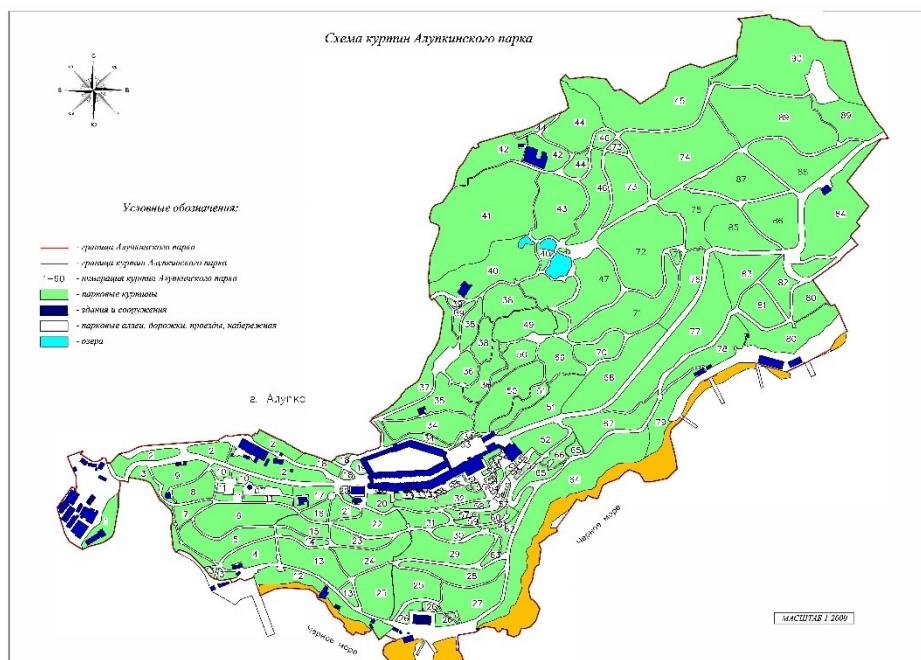


Рис. 2 Алупкинский парк*

Fig. 2 Alupka park*

*На территории было выбрано 11 экспериментальных площадок, заложено 17 разрезов на глубину до 100 см и отобраны почвенные образцы для лабораторно-аналитических исследований. Исследования проводили под магнолией крупноцветковой (*Magnolia grandiflora* L.) различного возраста

При полевых и лабораторных исследованиях использованы общепринятые стандартные в российском почвоведении и агрохимии методы (Опанасенко, Ядров, 1987). Объемная масса определялась по Н.А. Качинскому (Герасимчук, Новицкий, 2021), pH – потенциометрически, гумус определялся по методу И.В. Тюрина (вариант ЦИНАО) (Петербургский, 1963), CaCO₃ – газоволюметрическим методом, pH водной суспензии – потенциометрически (Аринушкина, 1970). По содержанию скелета (% от объема почвы) в слое 0-50 см почвы на видовом уровне классифицировались как слабо- (до 10% скелета), средне- (10-25%), сильно- (25-50%) и очень сильноскелетные (>50%). По глубине залегания плотных подстилающих пород почвы подразделяются на виды: слаборазвитые – плотные породы в пределах 0-40 см, маломощные – 40-80 см, среднемощные – 80-120 см, мощные – >120 см (Казимирова, 2005).

Результаты и их обсуждение

Почвенный покров исследуемых территорий представлен коричневыми почвами. Согласно «Классификации и диагностике почв России» почвы относятся к типу коричневых, подтипу карбонатных субтропических непромерзающих и роду карбонатных. При планировке территории и создании парковой зоны естественный почвенный покров был нарушен. Почвы в той или иной мере подвергались техногенным воздействиям (перемещение, засыпка) или влиянию природных процессов (оползни, пролювиальные, делювиальные, эрозионные, ксероморфные). На территории выделены коричневые антропогенно нарушенные среднегумусные малокарбонатно-глинистые и коричневые антропогенно нарушенные среднегумусные средне- и сильнокарбонатные почвы различной степенью скелетности на породах разрушения глинистых сланцев с прослойками песчаников и известняков (Качинский, 1958).

Скелетная структура почвы, формируемая разным количеством хряща, щебня и камней прочных пород, существенно влияет на лесорастительные свойства. При

небольшом объёме обломков твёрдых пород улучшаются водно-физические характеристики почвы. Сильная каменистость и щебенистость снижают активный корневой объём. Почвы с обильной добавкой обломков твёрдых пород содержат мало мелкого заложенного материала, вследствие чего обладают высокой, почти безграничной водопроницаемостью, слабой водоудерживающей способностью, низкими запасами влаги, гумуса и питательных веществ.

По содержанию обломков плотных пород (глинистых сланцев, песчаников, реже известняков) почвы в метровом слое относятся к слабо-, средне- и сильнощебнисто-хрящеватым (Герасимчук, 2018).

Состояние декоративных древесно-кустарниковых насаждений в значительной степени зависело от плотности почв. Уплотнение почвы резко снижало количество корней в корнеобитаемых слоях. Согласно данных В.Ф. Валькова (1992) нормальный газообмен нарушался при плотности более 1,45 г/см³, а по сведениям Н.Е. Опанасенко (2008) – 1,50 г/см³. Как на ЮБК, так и в Арборетуме Никитского ботанического сада отмечалось угнетение и замедление роста некоторых интродуцированных растений на почвах с порозностью менее 45% и объёмной массой мелкозёма свыше 1,4 г/см³.

Таблица 1
Среднее значение плотности сложения и порозность коричневой почвы и почвообразующей породы под *Magnolia grandiflora* L. на ЮБК, 2024 г.

Table 1
The average value of the density of addition and porosity of brown soil and soil-forming rock under *Magnolia grandiflora* L. in the SCC, 2024

Количество разрезов / Number of sections	Слой см / Layer, cm	Объемная масса, г/см ³ / Volume weight, g/cm ³		Порозность, % / Pore volume, %
		общая / total	мелкозема / fine grained soil	
6	0-20	1,57	1,34	48,4
	20-40	1,76	1,37	47,1
	40-60	1,84	1,43	43,9
	60-80	1,92	1,50	42,1
	80-100	1,99	1,80	32,0

На обследованных участках с глубиной почва уплотняется и в некоторых случаях с 80-ти см становится плотной и очень плотной с низкой порозностью (табл. 1). Такая тенденция прослеживается фактически на всех экспериментальных площадках.

Среднее значение содержания физической глины (сумма фракций размером <0,01 мм) в почвах колебалась от 47,12 до 67,32%. Среднее значение этих фракций по всем разрезам составляла – 57,28%, пыли крупной и мелкой – 29,34 и 20,12% соответственно. Илистые фракции колебались в диапазоне от 15,08 до 22,00%, а среднее значение по всем разрезам составляло в среднем – 25,88% (рис. 3).

Мощность гумусового горизонта и значительное содержание в нём органических веществ в значительной степени определяет декоративное состояние растений. При достаточном содержании в почве гумуса растения хорошо обеспечены элементами питания. Такие почвы обычно обладают благоприятными водно-физическими свойствами.

Распределение скелетных фракций в метровом слое под *M. grandiflora* на разных участках распределён не равномерно и его количество варьировало от 20 до 43%. Больше всего скелета сосредоточено в слое 0-50 см – 30% и по классификации относились к сильно скелетным (табл. 2). При проведении корреляционного анализа нами была выявлена зависимость высоты деревьев от содержания скелета ($r=-0,88$ $n=11$).

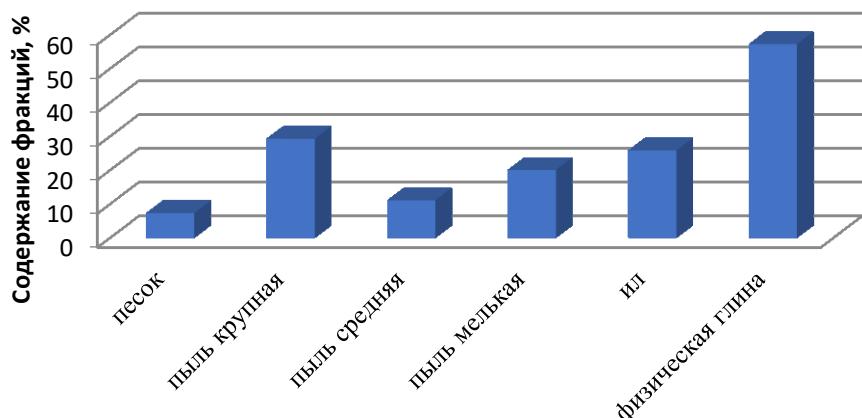


Рис. 3. Гранулометрический состав коричневой почвы под *Magnolia grandiflora* L. на ЮБК 2023 г.
 Fig. 3 Granulometric composition of brown soil under *Magnolia grandiflora* L. for the SCC in 2023

Почвы под магнолиями в полной мере обеспечены гумусом (табл. 2). Среднее его содержание в почвах под всеми деревьями магнолии в метровом слое составляло по профилю 2,96%. По общепринятой классификации такие почвы относятся к слабогумусным. На некоторых куртинах в верхнем слое содержалось более 10% гумуса. Такие высокие показатели не типичны для целинных коричневых почв и связаны с антропогенным воздействием – созданием насыпного слоя с высоким содержанием органического вещества.

Таблица 2
 Усреднённые свойства и показатели коричневой почвы под *Magnolia grandiflora* L. на ЮБК
 Table 2
 Average properties and indicators of brown soil under *Magnolia grandiflora* L. on the SCC

Слой см / Layer, cm	Плотность сложения, г/см ³ / Bulk density, g/cm ³	Скелет, % от объема / Skeleton, % of volume	Запасы мелкозёма, т/га / Reserves of fine soil, t/ha	pH водный / pH of water	CaCO ₃ , %	Гумус, % / Humus, %	Запасы гумуса, т/га / Humus reserves, t/ha
Куртина № 98 n=3 / Flower bed #98 n=3							
0-50	$\bar{x} = 1,26$	$\bar{x} = 30,76$	$\Sigma = 5195$	$\bar{x} = 7,93$	$\bar{x} = 15,42$	$\bar{x} = 3,81$	$\Sigma = 194,84$
50-100	$\bar{x} = 1,39$	$\bar{x} = 28,58$	$\Sigma = 5180$	$\bar{x} = 7,99$	$\bar{x} = 13,82$	$\bar{x} = 1,99$	$\Sigma = 97,28$
0-100	$\bar{x} = 1,32$	$\bar{x} = 29,78$	$\Sigma = 10375$	$\bar{x} = 7,96$	$\bar{x} = 14,38$	$\bar{x} = 2,96$	$\Sigma = 292,12$

Обоснованность выводов о запасах органического вещества в почве, выраженных в т/га в виде гумуса, доказана и не вызывает сомнений. В метровом слое запасами гумуса под всеми деревьями в среднем составляли 292,12 т/га. При проведении корреляционного анализа нами была выявлена зависимость высоты деревьев от запасов гумуса ($r=-0,81$ $n=11$).

Реакция водной суспензии (pH_{H₂O}) в почвах – щелочная по всему профилю, pH варьирует от 7,67 в верхних горизонтах до 8,17 в нижних (табл. 2).

Карбонатные почвы характеризуются наличием в профиле карбоната кальция в количестве, вызывающем вскипание от 10%-ного раствора соляной кислоты. Незначительное содержание карбонатов в почве не влияет на состояние растений. Существует определённый количественный предел, до которого отрицательное

влияние карбонатности не проявляется, и уровень, выше которого наличие карбонатов кальция может оказывать негативное воздействие на магнолии.

По содержанию карбонатов почвы под магнолиями относились к слабо- и среднекарбонатным. Среднее значение под всеми деревьями в метровом слое составляло – 14,38%. Результаты корреляционного анализа не выявили зависимость состояния деревьев от количества CaCO_3 в почве ($r=-0,56$; $n=6$).

Таблица 3
Дендрометрические параметры *Magnolia grandiflora* L. в парках на ЮБК, 2022-2024 гг.
Table 3
Dendrometric parameters of *Magnolia grandiflora* L. in parks in the SCC, 2022-2024

№ куртины / # of flower bed	Кол-во экземпляров / Number of trees	Оценка декоративности, баллы / Decorative value, points	Высота растения, м / Plant height, m	Диаметр ствола, см / Stem diameter	Ориентировочный возраст, лет / Estimated age, years
ГАУК РК «Алупкинский музей-заповедник» / SAIC RC “Alupka Museum-Reserve”					
4	1	3	14	13	100
13	1	4	8	20	40
17	3	3	7	22	100
20	1	4	7	17	40
22	2	3	7	98	180
31	1	2	9,5	80	190
ФГБУН «НБС-ИИЦ» / FSFIS “NBG-NSC”					
57	4	4	18	44	131
98	3	3	16	59	170
128	5	4	15	46	172
153	2	5	18	79	109
221	4	3	7	26	46

Распределение подвижных форм питательных веществ (N, P, K) по куртинам неравномерно. Содержание нитратного азота (NO_3^-) очень низкое и в среднем не превышала 7 мг/кг под всеми деревьями. Самый высокий показатель составлял 11,5 мг/кг в верхнем слое.

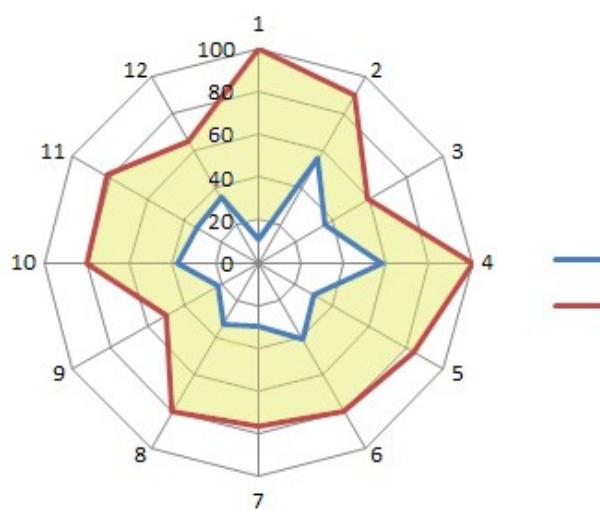


Рис. 4. Положение *Magnolia grandiflora* L на градиентах факторов среды
Fig. 4 The position of *Magnolia grandiflora* L on the gradients of environmental factors

Условные обозначения / Symbols:

- Минимальные значения / Minimum values
- Максимальные значения / Maximum values

Почвы ЮБК в достаточной мере обеспечены подвижным фосфором (P_2O_5). Среднее значение составляет 102,38 мг/кг.

Обеспеченность почвы обменным калием (K_2O) была высокой и очень высокой. Среднее значение по парку составляло 301,26 мг/кг.

Таблица 4
Оптимальные значения факторов-ресурсов и факторов-условий для *Magnolia grandiflora* L.
Table 4
Optimal values of resource factors and condition factors for *Magnolia grandiflora* L.

Положение сообществ на градиентах факторов / Position of communities on gradients of factors		Magnolia grandiflora L.	
		мин. / min.	макс. / max.
Освещение, % / Lighting, %		3,5	70
Средняя июльская температура, град. С / Average July temperature, °C		19,7	26,2
Сумма эффективных температур $> 10^{\circ}\text{C}$ / Sum of effective temperatures $> 10^{\circ}\text{C}$		2836	4200
Аридность-гумидность / Aridity-humidity		-644	378
Температура самого холодного месяца, град. С. / Temperature of the coldest month, °C		-4	20
Континентальность, % / Continentality, %		100	177
Индекс сухости / Aridity index		1,8	0,73
Коэффициент переменистости увлажнения / Coefficient of humidity variability		0,15	0,38
pH субстрата / pH of substrate		4,9	7,4
Содержание анионов в мг/100 г почвы в слое 0-50 см / Anion content in mg/100 g of soil in a layer of 0-50 cm	HCO-3	0,07	35,77
	Cl-	0,005	0,83
	SO-4	0,05	2,6
Содержание карбонатов, % / The content of carbonates, %		0,75	6,79
Содержание азота, % / Nitrogen content, %		0,19	0,44
Общая аэрация, % / General aeration, %		47,9	11,5

Используя оригинальную программу «Pover» для оценки ёмкости местообитаний и базу данных «Экодата», содержащую унифицированную информацию о размещении видов растений вдоль градиентов нами установлены минимальные и максимальные значения градаций, а также их оптимумы для *M. grandiflora* на градиентах факторов (рис. 4). Реализованный фрагмент градиента и точку оптимума на нем определяли для ведущих факторов-условий и факторов ресурсов: 1 – освещённость-затенение, 2 – температура воздуха, 3 – аридность-гумидность, 4 – криорежим, 5 – континентальность климата, 6 – увлажнение, 7 – переменистость увлажнения, 8 – кислотность субстрата, 9 – солевой режим (анионный состав), 10 – содержание карбонатов, 11 – содержание азота, 12 – содержание гумуса, 13 – гранулометрический (механический) состав субстрата.

Заключение

Проанализировав полученные данные, мы можем судить о том, что *M. grandiflora* при посадке в подготовленную почву, всё же в процессе своего развития подвержена воздействию некоторых эдафических факторов. Одним из таких лимитирующих факторов, является высокая скелетность, что подтверждается корреляционным анализом, где выявлена зависимость высоты деревьев от содержания скелета ($r=-0,88$ $n=11$). Также статистически было доказана зависимость роста и

развитие деревьев от запасов гумуса ($r=-0,81$ $n=11$). Влияние карбонатов на рост и развитие магнолий достоверно не установлено ($r=-0,56$; $n=6$).

Полученные данные характеризуют относительную толерантность и высокую экологическую валентность *M. grandiflora* к эдафическим условиям на Южном берегу Крыма. Высокий уровень агротехники является основным приемом повышения декоративности и долговечности *M. grandiflora*.

Реализованная ниша и оптимальные уровни условий и ресурсов для *M. grandiflora*, приведены в таблице. Данные сами по себе не требуют дополнительных комментариев: они наглядно демонстрируют, что при климатических изменениях *M. grandiflora* сохраняет определенный запас прочности. Во всех остальных случаях *M. grandiflora* относиться к стенотопам.

Литература / References

Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. [2-е изд., перераб. и доп.]. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. 488 с.

[Arinushkina E.V. Manual on chemical analysis of soils. [2nd ed., reprint. and add.]. Moscow: Publishing House of Moscow University, 1970. 488 p.]

Вальков В.Ф. Почвы и сельскохозяйственные растения. Ростов н/Д: Изд-во Ростовского университета, 1992. 218 с.

[Valkov V.F. Soils and agricultural plants. Rostov n/D: Rostov University Publishing House, 1992. 218 p.]

Герасимчук В.Н. Коллекция Магнолий (*Magnolia* L.) в Никитском ботаническом саду // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. 2018. Вып. 147. С. 104–106.

[Gerasimchuk V.N. Collection of Magnolias (*Magnolia* L.) in the Nikitsky Botanical Gardens // Collection of scientific papers of the Nikitsky State Botanical Gardens. 2018. 147: 104-106.]

Герасимчук В.Н., Новицкий М.Л. Влияние эдафических факторов на жизненное состояние магнолии крупноцветковой (*Magnolia grandiflora* L.) в Никитском ботаническом саду // Бюллентень Государственного Никитского ботанического сада. 2021. Вып. 140. С. 16-24. DOI: 10.36305/0513-1634-2021-140-16-24.

[Gerasimchuk V.N., Novitsky M.L. The influence of edaphic factors on the vital condition of large-flowered magnolia (*Magnolia grandiflora* L.) in the Nikitsky Botanical Gardens // Bulletin of the Nikitsky State Botanical Gardens. 2021. 140:16-24. DOI: 10.36305/0513-1634-2021-140-16-24.]

Вальков В.Ф. Почвы и сельскохозяйственные растения. Ростов н/Д: Изд-во Ростовского университета, 1992. 218 с.

[Valkov V.F. Soils and agricultural plants. Rostov n/D: Rostov University Publishing House, 1992. 218 p.]

Качинский Н.А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения. Москва: Изд-во АН СССР, 1958. 192 с.

[Kachinsky N.A. Mechanical and microaggregate composition of soil, methods of its study. Moscow: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1958. 192 p.]

Казимирова Р.Н. Почвы и парковые фитоценозы Южного берега Крыма. К.: Аграрна наука, 2005. 183 с.

[Kazimirova R.N. Soils and park phytocenoses of the Southern coast of Crimea. K.: Agrarna nauka, 2005. 183 p.]

Опанасенко М.С. Класифікація скелетних плантаційних ґрунтів // Агрохімія і ґрунтознавство. 2008. Вип. 69. С. 68-74.

[Opanasenko M.E. Classification of skeletal piled up soils // Agrochemistry and Soil Science. 2008. 69:68-74.]

Опанасенко Н.Е., Ядрев А.А. Особенности выбора участков под миндаль на Южном берегу Крыма // Субтропические культуры. 1987. № 3 (209). С. 112–117.

[Opanasenko N.E., Yadrov A.A. Features of choosing almond plots on the Southern Coast of Crimea // Subtropical crops. 1987. 3(209):112–117.]

Петербургский А.В. Практикум по агрономической химии. Изд. 5-е, перераб. и доп. М.: Сельхозиздат, 1963. 592 с.

[Peterburgsky A.V. Practicum on agronomic chemistry. 5th Ed., reprint. and additional M.: Selkhozizdat, 1963. 592 p.]

Ягодин Б.А., Дерюгин И.П., Жуков Ю.П. и др. Практикум по агрохимии / Под ред. Б.А. Ягодина. Москва: Агропромиздат, 1987. 512 с.

[Yagodin B.A., Deryugin I.P., Zhukov Yu.P. et al. Agrochemistry Workshop / Edited by B.A. Yagodin. Moscow: Agropromizdat, 1987. 512 p.]

Статья поступила в редакцию 15.08.2025 г.

Novitsky M.L., Korzhenevsky V.V., Gerasimchuk V.N. The influence of environmental factors on the vital condition of large-flowered magnolia on the Southern Coast of Crimea // Plant Biology and Horticulture: theory, innovation. 2025. № 3 (176). P. 36-44

The results of a detailed soil and dendrological survey of park areas with large-flowered magnolia (*Magnolia grandiflora* L.) on the Southern Coast of Crimea are presented. The objective of the work was to identify the main environmental factors affecting the vital condition of *Magnolia grandiflora* L. The main edaphic properties and characteristics of *M. grandiflora*, which are in various vital states, are presented. Under the plants, the soil is sufficiently provided with humus and nutrients. The results of the statistical analysis do not allow us to assert an unambiguous influence of carbonates on the growth and development of *M. grandiflora* ($r = -0.56$; $n = 6$). According to the content of fragments of dense soil rocks in the meter layer, they are weakly, medium, and strongly gravelly-cartilaginous.

In the surveyed areas, the soil is compacted ($>1.4 \text{ g/cm}^3$) and the compaction increases to a depth of 80-100 cm, becoming very dense with low porosity (less than 45%). The granulometric composition of fine-grained soils on brown soils is heterogeneous over the area of the site and is mainly characterized as heavy loamy with a predominance of coarse and fine dust. Such soils are considered favorable in terms of granulometric composition for most woody and shrubby plants, including large-flowered magnolia.

Optimal edaphic conditions for growing large magnolias on agro-brown soils have been identified. These conditions include soils with a density of less than 1.52 g/cm^3 , skeletonization below 30% and a humus reserve of at least 292 t/ha in a meter layer.

Key words: *Magnolia grandiflora* L.; carbonate content; soil properties; granulometric composition