



УДК 630\*232.325.9

## Перспективы использования искусственной микоризации при выращивании сеянцев с закрытой корневой системой

© Е.А. Геронина

---

### **Prospects of the use of artificial mycorrhization for growing tree seedlings with closed root system**

**E.A. Geronina** (Saint-Petersburg Forestry Research Institute)

The advantages and disadvantages of various methods of artificial mycorrhization have been analyzed. The most suitable were mycorrhization with spores and mycelium mycorrhization. The main advantage of the first method is the possibility of entering the preparation through the irrigation system, the second long-term storage of the prepared substrate. However, a disadvantage for inoculation of spores is the lack of opportunities prolonged storage of the finished product, and the use of mycelium the process of preparation of the substrate becomes more complicated. Analysis of the composition of preparations for artificial mycorrhization on the basis of the spores «Super Root» (Russia) and the «Great White» (Plant Success, USA), and the preparation on the basis of the mycelium «mycorrhizal» (LLC «Mikobaks», Russia) shows that strains of fungi contained in them can form mycorrhizas with seedlings of pine, spruce and oak. The analysis of the economic information of the use of artificial mycorrhization in forest nurseries for growing seedlings with closed root system showed that the use of artificial mycorrhization of seedlings method of inoculation with spores through the irrigation system is less expensive than the method of inoculation with mycelium.

**Key words:** artificial mycorrhization, tree seedlings with closed root system, oak, spruce, pine

**Перспективы использования искусственной микоризации при выращивании сеянцев с закрытой корневой системой**

**Е.А. Геронина**

Проанализированы преимущества и недостатки различных способов искусственной микоризации. Наиболее подходящими оказались микоризация спорами и микоризация мицелием. Главным преимуществом первого способа является возможность внесения препарата через поливную систему, во втором – длительный срок хранения приготовленного субстрата. При этом недостатком инокуляции спорами является отсутствие возможности длительного хранения готового препарата, а при использовании мицелия усложняется процесс приготовления субстрата. Анализ состава препаратов для искусственной микоризации на основе спор «Супер Корень» (Россия) и «Great White» (Plant Success, США), а также препарата на основе мицелия «Микоризный» (ООО «Микобакс», Россия) показывает, что штаммы грибов, содержащихся в них, могут образовывать микоризу с сеянцами сосны, ели и дуба. Проведенный анализ экономической информации применения искусственной микоризации в лесных питомниках при выращивании сеянцев с закрытой корневой системой показал, что использование для искусственной микоризации сеянцев способа инокуляции спорами через поливную систему требует меньше затрат, чем способ инокуляции мицелием.

**Ключевые слова:** искусственная микоризация, сеянцы с закрытой корневой системой, дуб, ель, сосна

Геронина Екатерина Александровна, младший науч. сотр. научно-исслед. отдела воспроизводства лесов

ФБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства»  
194021, Санкт-Петербург, Институтский проспект, д. 21  
Тел. 8 (812) 552-80-21, доб. 480  
E-mail: reforest@spb-niilh.ru

Одними из главных задач лесного хозяйства России являются развитие семеноводства и производство посадочного материала из семян с улучшенными наследственными свойствами. В связи с этим активно создается система лесных селекционно-семеноводческих центров, в которых выполняется переработка лесосеменного сырья и выращивается посадочный материал с закрытой корневой системой [1].

Исследования по выращиванию сеянцев с необнаженными корнями начаты в нашей стране еще в 60-е годы XX века, но несмотря на длительную историю этого научного направления, интенсивное развитие науки и техники открывает новые возможности совершенствования выращивания высококачественного посадочного материала. Одним из путей, способствующих увеличению эффективности производства контейнеризированных сеянцев, может стать применение искусственной микоризации с целью повышения устойчивости создаваемых лесных культур.

#### **Анализ преимуществ и недостатков основных способов искусственной микоризации сеянцев с закрытой корневой системой**

В обзоре зарубежного опыта искусственной микоризации [2] описываются три наиболее распространенных способа заражения сеянцев грибами-симбионтами, а именно внесение в субстрат или на его поверхность: 1) лесной почвы, содержащей инфицирующее начало, 2) разведенных в воде спор или 3) мицелия, выращенного в чистой культуре.

Каждый способ искусственной микоризации имеет свои преимущества и недостатки (табл. 1). Их анализ показывает, что микоризация почвой вряд ли может быть использована при выращивании сеянцев с закрытой корневой системой, несмотря на оптимальный видовой состав содержащихся в плодородном слое земли микоризных грибов. Основными недостатками этого способа являются высокий риск заражения субстрата патогенными микроорганизмами и занесения семян и корневищ сорной растительности. Кроме того, при заготовке лес-

ной почвы, которая для микоризации сеянцев должна происходить ежегодно и в достаточно больших объемах, нарушается целостность лесной подстилки, что нежелательно по природоохранным мотивам. Также такая деятельность недостаточно четко регламентируется законодательством и может быть расценена как умышленное повреждение компонента лесной экосистемы, т. е. признана противозаконной. Все это делает использование данного способа нецелесообразным.

Внесение спор проводится непосредственно в момент формирования корневой системы и практически не нуждается в изменении технологии выращивания сеянцев на начальных этапах. Для добавления спор в субстрат может быть применена штатная поливная система. Одновременно можно вносить в субстрат споры нескольких разновидностей микоризообразующих грибов. Для приготовления растворов, содержащих споры, необходимо дополнительное лабораторное оборудование, а перед их применением требуется нетрудоемкая процедура подготовки субстрата, затем – небольшой перерыв в подкормках.

Способ инокуляции мицелием, выращенным в чистой культуре, имеет ряд преимуществ. Например, в связи со способностью мицелия до полугода сохранять способность к образованию микоризы с корнями растений, его можно добавлять в субстрат заранее. Это особенно удобно в случае, когда субстрат для выращивания сеянцев готовится не в питомнике, а производится по заказу на специализированном предприятии. Таким образом, используя готовый субстрат, можно, не повышая трудозатраты и не изменяя технологию посева, добиться поставленной цели.

Однако у этого способа есть и недостатки. Во-первых, при необходимости приготовления субстрата непосредственно перед посевом, в условиях невысокой производительности и ограниченного объема производства увеличится трудоемкость и снизится интенсивность процесса засева семян в контейнеры. Это обусловлено необходимостью добавления в производ-

Таблица 1

Анализ преимуществ и недостатков основных способов искусственной микоризации

Способ искусственной микоризации	Преимущества	Недостатки
Микоризация почвой	Оптимальный видовой состав микоризообразующих грибов. Низкая себестоимость сырья.	Необходимость заготовки большого объема почвы. Уничтожение лесной подстилки в насаждениях. Риск занесения патогенов и сорняков. Неоднородность микоризирующего материала. Необходимость переналадки оборудования для добавления в субстрат. Отсутствие нормативных основ использования.
Микоризация спорами	Можно проводить, используя существующую инфраструктуру через поливную систему. Можно использовать комбинацию спор нескольких видов грибов. Минимальное влияние на технологию выращивания посадочного материала.	Невозможно длительное хранение спор. Необходимость дополнительной модернизации инфраструктуры – создание лаборатории. Необходимость подготовки и повторения обработок.
Микоризация мицелием	Возможность внесения при приготовлении субстрата у стороннего поставщика. Длительный срок хранения (до 6 месяцев).	Отсутствие возможности использования после посева. Необходимость переналадки оборудования для добавления в субстрат. Монокомпонентный состав. Требуется изменение состава субстрата и программы подкормок. Высокая трудоемкость.

ственную линию дополнительных узлов, что уменьшит скорость потока и увеличит количество обслуживающего персонала, а это нецелесообразно при невысоком коэффициенте использования оборудования. Во-вторых, при неудовлетворительной эффективности микоризации повторную инокуляцию произвести этим способом невозможно, так как мицелий можно добавить в субстрат только до посева. В-третьих, при использовании мицелия необходимо изменять технологию приготовления субстрата (снижать содержание удобрений) и корректировать программу подкормок, так как до разви-

тия корневой системы при высоком уровне агрофона способность мицелия образовывать микоризу может резко снизиться. В-четвертых, мицелий выращивается на чистой среде – это достаточно дорогой способ получения исходного материала для микоризации. Для культивации нескольких штаммов микоризообразующих грибов необходимо пропорциональное увеличение производственных мощностей, что повышает стоимость таких препаратов. В связи с этим, такие продукты обычно монокомпонентны, что снижает эффективность микоризации и сужает возможности их использования.

Таблица 2  
Сравнительный анализ состава препаратов, представленных на рынке в Российской Федерации

Наименование препарата	Компоненты				Триходермины (биофунгициды)
	Эктомикоризные грибы	Эндомикоризные грибы	Азотобактеры	Триходермины (биофунгициды)	
Супер Корень (Россия)	<i>Pisolithus tinctorius</i> , <i>Rhizopogon luteolus</i> , <i>Rhizopogon fulvigeleba</i> , <i>Rhizopogon villosullus</i> , <i>Rhizopogon amyloporogon</i> , <i>Scleroderma citrinum</i> , <i>Scleroderma cerea</i>	<i>Glomus aggregatum</i> , <i>Glomus intraradices</i> , <i>Glomus mosseae</i> , <i>Glomus etunicatum</i> , <i>Glomus clarum</i> , <i>Glomus monosporum</i> , <i>Glomus brazilianum</i> , <i>Gigaspora margarita</i>	<i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus licheniformis</i> , <i>Bacillus azotoformans</i> , <i>Bacillus megaterium</i> , <i>Bacillus coagulans</i> , <i>Bacillus pumilis</i> , <i>Paenibacillus polymyxa</i> , <i>Streptomyces griseus</i> , <i>Streptomyces lydicus</i> , <i>Pseudomonas aureofaciens</i> , <i>Pseudomonas fluorescens</i>	<i>Trichoderma konigii</i> , <i>Trichoderma harzianum</i>	
МусорМик Bioshark (Artus Plant Tech, Нидерланды)	—	штаммы грибов <i>Glomus LPA VAL 1</i>	—	—	
Great White (Plant Success, США)	<i>Pisolithus tinctorius</i> , <i>Rhizopogon luteolus</i> , <i>Rhizopogon fulvigeleba</i> , <i>Rhizopogon villosullus</i> , <i>Rhizopogon amyloporogon</i> , <i>Scleroderma citrinum</i> , <i>Scleroderma cerea</i>	<i>Glomus aggregatum</i> , <i>Glomus intraradices</i> , <i>Glomus mosseae</i> , <i>Glomus etunicatum</i> , <i>Glomus clarum</i> , <i>Glomus monosporum</i> , <i>Glomus brazilianum</i> , <i>Gigaspora margarita</i>	<i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus licheniformis</i> , <i>Bacillus azotoformans</i> , <i>Bacillus megaterium</i> , <i>Bacillus coagulans</i> , <i>Bacillus pumilis</i> , <i>Paenibacillus polymyxa</i> , <i>Streptomyces griseus</i> , <i>Streptomyces lydicus</i> , <i>Pseudomonas aureofaciens</i> , <i>Pseudomonas fluorescens</i>	<i>Trichoderma konigii</i> , <i>Trichoderma harzianum</i>	
Микоризный (ООО «Микобакс», Россия)	<i>Suillus sibiricus</i>	—	—	—	

Таким образом, для искусственной микоризации могут применяться два основных способа — внесение мицелия в почвенную смесь или инокуляция спорами во время полива. При возможности заказывать готовый субстрат на специализированном предприятии наиболее удобным способом является первый из них. Однако при этом необходимо скорректировать состав почвенной смеси и программу подкормок удобрениями. При приготовлении питательной основы непосредственно на питомнике удобнее проводить микоризацию спорами, используя поливную систему.

#### **Оценка препаратов для искусственной микоризации контейнеризированных сеянцев**

Для правильного выбора препарата необходимо, прежде всего, понимать какие виды грибов наиболее подходят для микоризации выращиваемой породы. При подборе препарата для искусственной микоризации дуба, ели и сосны следует учитывать, что в его состав должны входить один или несколько видов (штаммов) следующих микоризообразующих грибов: *Cenococcum geophilium*, *Pisolithus tinctorius*, *Suillus granulatus*, *Suillus luteus*, *Thelephora terrestris* [2].

В свободной продаже на территории Российской Федерации можно приобрести не менее четырех различных микоризных препаратов [3, 6-8].

Как видно из таблицы 2, и препарат «Супер Корень», который производится в России, и Great White из США имеют сходный состав и содержат как эктомикоризные, так и эндомикоризные грибы.

В 1 см<sup>3</sup> смеси «Супер Корень» присутствует более 100 тыс. жизнеспособных спор экто- и эндомикоризных грибов, а также более 70 тыс. колониеобразующих блоков каждого из 11 видов азотобактеров. Кроме того, в нём содержатся два вида триходерминов (биофунгицидов) [6].

В состав продукта Great White (Plant Success, США) входят 15 видов микоризных грибов, 11 видов полезных бактерий и 2 вида триходерминов. Количество микоризных ин-

гредиентов (жизнеспособных спор) в препарате — 131474 шт./см<sup>3</sup> [7].

Препарат MycorMix Bioshark (Aptus Plant Tech, Нидерланды) содержит смесь нескольких эндомикоризных грибов. В основном это штаммы грибов *Glomus LPA VAL 1*, инокулированных на глину. Концентрация — 10000 спор/кг [8].

Микоризный (ООО «Микобакс», Россия) — микробиологический продукт, основным компонентом которого является гриб маслёнок сибирский *Suillus sibiricus* создан российскими учёными, предназначен для стимуляции роста, выносливости и улучшения декоративных качеств сеянцев хвойных растений. Создаёт оптимальные условия для формирования полезной микробиоты на корнях хвойных и позволяет осуществить круглогодичную посадку саженцев на любом этапе развития. Препарат прошёл успешные испытания на территории Томской, Новосибирской, Московской областей, Алтайского края, а также на территории Турции. [3].

Таким образом, из описанных выше препаратов для искусственной микоризации дуба, ели и сосны подходят только три: «Супер Корень», Great White и Микоризный.

Оценка эффективности использования искусственной микоризации при выращивании сеянцев с закрытой корневой системой

В результате мониторинга рынка микоризных препаратов [3, 6-8] собрана информация о стоимости препаратов для микоризации сеянцев с закрытой корневой системой, которая представлена в таблице 3.

В среднем один грамм микоризного препарата на основе спор Супер Корень (Россия) стоит 16-20 р., MycorMix Bioshark (Aptus Plant Tech, Нидерланды) — 18 р., а Great White (Plant Success, США) — 21-27 р. Препарат на основе мицелия Микоризный (ООО «Микобакс», Россия) имеет цену на порядок ниже — всего около 2 р./г, но и расход препарата должен быть выше.

Для более корректного сравнения стоимости препаратов необходимо учесть дозы их внесения и кратность обработок. В таблице 4 приведены затраты на проведение искусственной

Таблица 3

Оценочная стоимость препаратов, представленных на рынке в Российской Федерации для микоризации сеянцев с закрытой корневой системой

Наименование препарата	Стоимость препарата за 1 упаковку, р.	Масса упаковки, г	Цена, р./г
Супер Корень (Россия)	1600	100	16
	900	50	18
	200	10	20
Great White (Plant Success, США)	1050	50	21
	270	10	27
Микоризный (ООО «Микобакс», Россия)	200	100	2

Таблица 4

Расчет затрат на проведение искусственной микоризации сеянцев разных пород с закрытой корневой системой препаратами, представленными на рынке в Российской Федерации

Наименование препарата	Цена, р./г	Доза внесения препарата, г/м <sup>2</sup>			Стоимость обработки, р./м <sup>2</sup>			Стоимость микоризации одного сеянца, р./шт.		
		Дуб	Ель	Сосна	Дуб	Ель	Сосна	Дуб	Ель	Сосна
Супер Корень (Россия)	16	5,0	3,7	3,3	80	59,2	52,8	0,41	0,13	0,08
Great White (Plant Success, США)	21	5,0	3,7	3,3	105	77,7	69,3	0,54	0,18	0,10
Микоризный (ООО «Микобакс», Россия)	2	61	47	41	122	94	81	0,63	0,21	0,12

микоризации сеянцев разных пород, определена стоимость единицы продукции. При определении дозы внесения препаратов на основе спор принята двукратная обработка. Для расчета взяты цены на препараты, расфасованные в более крупные упаковки.

Анализ показывает, что при использовании препаратов Супер Корень (Россия) и Great White (Plant Success, США) затраты на внесение спор через поливную систему составят от 8 до 18 копеек на один выращенный сеянец для хвойных пород и от 41 до 54 копеек для дуба. При добавлении препарата на основе мицелия Микоризный (ООО «Микобакс», Россия) необ-

ходимо потратить 12 копеек на единицу произведенного посадочного материала для сосны, 21 копейку – для ели и 63 копейки – для дуба. Для проведения анализа экономической информации по использованию искусственно микоризированных контейнеризированных сеянцев в данной работе мы используем метод прямых затрат. Агротехника выращивания дуба черешчатого, ели и сосны с закрытой корневой системой была принята согласно общепринятым рекомендациям [5], на основе которых рассчитаны прямые затраты на содержание машин, механизмов и оборудования с учетом амортизационных отчислений, стоимости их ремонта и

эксплуатации. Фонд оплаты труда рассчитан, исходя из среднемесячной номинально начисленной заработной платы организаций по видам экономической деятельности (сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство) в Российской Федерации за 2014 г., которая составила 17367 р. [4].

Перечисления в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования и территориальные фонды обязательного меди-

цинского страхования и на обязательное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний составляют 30,2%.

В таблице 5 приведен расчет себестоимости выращивания 1 сеянца с закрытой корневой системой в зависимости от способа микоризации.

При выборе анализируемой технологии выращивания сеянцев с закрытой корневой системой расчетная себестоимость единицы стандартного посадочного материала составит

Таблица 5

Расчет себестоимости выращивания сеянцев дуба, ели и сосны с закрытой корневой системой в зависимости от способа микоризации

Показатель	Значение		
	Дуб	Ель	Сосна
Содержание машин и оборудования, тыс. р.	6493,6	5188,7	5188,7
Заработная плата, тыс. р.	1667,7	1476,8	1476,8
Материалы, тыс. р.	2556,7	1369,2	1369,2
Всего затрат, тыс. р.	10718,0	8034,7	8034,7
Выход стандартного посадочного материала, тыс. шт./га	2400	4390	5690
Себестоимость 1 сеянца с ЗКС, р.	4,47	1,83	1,41
Себестоимость 1 сеянца с ЗКС при микоризации спорами, р.	4,88	1,96	1,49
Себестоимость 1 сеянца с ЗКС при микоризации мицелием, р.	5,10	2,04	1,53

от 1,41 до 4,47 р./шт. При дополнительном проведении искусственной микоризации с использованием продуктов на основе спор микоризных грибов себестоимость 1 сеянца увеличится от 1,49 до 4,88 р./шт., что на 6-9% превысит первоначальные затраты. При применении препарата, состоящего из мицелия, стоимость единицы продукции составит от 1,53 до 5,10 р./шт., что эквивалентно ее увеличению на 9-14%.

#### Заключение

В ходе работы проанализированы преимущества и недостатки различных способов

искусственной микоризации. Наиболее подходящими для практического применения оказались микоризация спорами и мицелием. Главное преимущество первого способа заключается в возможности внесения препарата через поливную систему, во втором — в длительном сроке хранения приготовленного субстрата. При этом недостатком инокуляции спорами является отсутствие возможности длительного хранения готового препарата, а при использовании мицелия — усложняется процесс приготовления субстрата.

Анализ состава препаратов для искусственной микоризации на основе спор «Супер Ко-



рень» (Россия) и «Great White» (Plant Success, США), а также препарата на основе мицелия «Микоризный» (ООО «Микобакс», Россия) показывает, что штаммы грибов, содержащихся в них, могут образовывать микоризу с сеянцами сосны, ели и дуба.

Расчеты показали, что при проведении искусственной микоризации сеянцев с закрытой корневой системой в лесных питомниках с использованием продуктов на основе спор микоризных грибов, этот способ является наименее затратным.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бурцев, Д.С. Развитие исследований в области совершенствования технологии выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой в Санкт-Петербургском научно-исследовательском институте лесного хозяйства / Д.С. Бурцев // Труды Санкт-Петербургского НИИ лесного хозяйства. – СПб, 2014. – Вып. 2. – С. 27-31.
2. Бурцев, Д.С. Зарубежный опыт искусственной микоризации сеянцев лесных древесных пород с закрытой корневой системой / Д.С. Бурцев // Труды Санкт-Петербургского НИИ лесного хозяйства. – СПб, 2014. – Вып. 1. – С. 47-61.
3. Препарат Микоризный (Мицелий) / Микориза на корнях саженца. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://mr-kedrow.narod.ru/index/0-2>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. – (Дата обращения: 21.08.2013).
4. Рынок труда, занятость и заработная плата / Федеральная служба государственной статистики // Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики; Официальная статистика. – Электрон. дан. – Режим доступа: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/wages/](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/wages/), свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. – (Дата обращения: 25.08.2013).
5. Совершенствование схем многоротационного выращивания контейнеризированных сеянцев для условий Северо-Запада европейской части России в зависимости от состава оборудования пленочных теплиц летнего типа: Отчет о НИР (заключ.) / Санкт-Петербургский науч.-исслед. ин-т лесного хозяйства; Рук. Бурцев Д.С.; исполн.: Бурцев Д.С. – СПб., 2013. – 34 с. – Библиогр.: С. 33-34. – № ГР 01201178030. – Инв. № 02201451869.
6. СуперКОРЕНЬ – увеличивает корневую систему и облегчает усвоение питательных веществ / Органические удобрения для всех стадий роста. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.микориза.рф/shop/superkoren.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. – (Дата обращения: 21.08.2013).
7. Great White / Plant Success. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.plant-success.com/index.php/mycorrhizal-products/great-white-mycorrhizae.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. англ. – (Дата обращения: 21.08.2013).
8. MycorMix / Aptus plant tech. – Электрон. дан. – Режим доступа: [http://www.aptus-holland.com/insect\\_soil\\_care/mycor-mix/](http://www.aptus-holland.com/insect_soil_care/mycor-mix/), свободный. – Загл. с экрана. – Яз. англ. – (Дата обращения: 21.08.2013).

#### REFERENCES

1. Burtsev, D.S. Razvitiye issledovaniy v oblasti sovershenstvovaniya tekhnologii vyrashchivaniya posadochnogo materiala s zakrytoy kornevoy sistemoy v Sankt-Peterburgskom nauchno-issledovatel'skom institute lesnogo khozyaystva / D.S. Burtsev // Trudy Sankt-Peterburgskogo NII lesnogo khozyaystva. – SPb. – 2014. – Vyp. 2. – S. 27-31.
2. Dospekhov, B.A. Metodika polevogo opyta: (S osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy) / B.A. Dospekhov. – M.: Kolos, 1979. – 416 s.

3. Zhigunov, A.V. Teoriya i praktika vyrashchivaniya posadochnogo materiala s zakrytoy kornevoy sistemoy / A.V. Zhigunov. — SPb.: SPbNIILKh, — 2000. — 293 s.
4. Konstantinov, A.V. Rol i mesto antropogenogo izmeneniya klimata v sisteme obespecheniya ekonomicheskoy bezopasnosti v sektorakh ekonomiki / A.V. Konstantinov // Sotsialno-ekonomicheskiye yavleniya i protsessy. — 2014. — № 8. — S. 61-66.
5. OST 56-98-93. Seyantsy i sazhentsy osnovnykh drevesnykh i kustarnikovykh porod. Tekhnicheskiye usloviya. — Vved. 1993—12—10. — M.: Voenizdat, 1994. — 40 s.
6. Chirino, E. Effects of a deep container on morpho-functional characteristics and root colonization in *Quercus suber* L. seedlings for reforestation in Mediterranean climate / E. Chirino, A. Vilagrosa, E.I. Hernandez, A. Matos, V.R. Vallejo // Forest Ecology and Management. — 2008, № 256. — P. 779-785.
7. Tsakaldimi, M. Root morphology, stem growth and field performance of seedlings of two Mediterranean evergreen oak species raised in different container types / M. Tsakaldimi, T. Zagas, T. Tsitsoni & P. Ganatsas // Plant and Soil. — 2005. — № 278. — P. 85-93.