

Wirkung dreier VA-Mykorrhizapilze auf Ertrag und Nährstoffaufnahme von drei Unterlagen und einer Tafeltraubensorte

von

N. KARAGIANNIDIS, N. NIKOLAOU und A. MATTHEOU

National Agricultural Research Foundation, Soil Science Institute of Thessaloniki, Greece

Zusammenfassung: Der Einfluß der VA-Pilzstämme *Glomus fasciculatus* (M_1), *G. mosseae* (M_2) und *G. macrocarpus* (M_3) auf das Sproß- und Wurzeltrockengewicht, auf die Konzentration der Nährstoffe P, K, Ca, Mg, Zn, Mn, Fe und auf die P-Aufnahme in den Trieben dreier Unterlagen und der Tafeltraubensorte Razaki (Syn. Datteltrauben) wurde im Gefäßversuch getestet. Hydroxylapatit wurde als P-Dünger verabreicht. Alle Rebsorten zeigten durch die Beimpfung mit den drei VAM signifikante Ertragerhöhungen, die je nach Sorte und Mykorrhizastamm variierten. Die besten Ergebnisse ergaben sich nach der Beimpfung der Rebsorte Razaki x M_3 (M/NM Verhältnis 5,0; M: Mykorrhiza, NM: nicht Mykorrhiza), 5 BB x M_2 (4,8), 110 R x M_2 (3,8) und 41 B x M_2 und 41 B x M_3 (3,6). Die Beimpfung bewirkte eine erhöhte P-Konzentration und dadurch eine verbesserte P-Aufnahme. Die Konzentration der Nährstoffe K, Ca, Mg, Zn war bei M- und NM-Pflanzen nicht verschieden. Im Gegensatz dazu war die Konzentration der Mikronährstoffe Mn und Fe in den infizierten Pflanzen sehr stark vermindert (M/NM bis zu 0,2).

Influence of three VA-mycorrhiza species on the growth and nutrient uptake of three grapevine rootstocks and one table grape cultivar

Summary: In a pot experiment the influence of three VA-mycorrhiza species, *Glomus fasciculatus*, *G. mosseae* and *G. macrocarpus* on the shoot and root dry weight, shoot nutrient concentration of P, K, Ca, Mg, Zn, Mn and Fe as well as the total P uptake was studied in three grapevine rootstocks (41 B, 110 R, 5 BB) and cv. Razaki table grape vines (syn. Dattier de Beyrouth). Hydroxyapatite was used as phosphate fertilizer.

Considerable responses to mycorrhizal inoculation was observed in both grapevine rootstocks and Razaki vines, according to vine and mycorrhiza species. The inoculated vines showed an increased shoot dry weight; high increase was observed by the inoculation of Razaki vines with *G. macrocarpus* (M/NM rate 5.0; M: mycorrhiza, NM: non-mycorrhiza), 5 BB rootstock with *G. mosseae* (M/NM rate 3.8) and 41 B rootstock with *G. macrocarpus* (M/NM rate 3.6). Mycorrhizal colonization increased the shoot P concentration but did not affect the levels of K, Ca, Mg and Zn. On the contrary the mycorrhizal vines showed a low concentration of Mn and Fe (M/NM down to 0.2).

Key words: Vitis, rootstock, Razaki (Dattier de Beyrouth), VA-mycorrhiza, Glomus, growth, nutrient uptake.

Einleitung

In Griechenland werden heute auf 194.000 ha Weinreben angebaut. In der Praxis sind über 90 % der verwendeten Unterlagen 110 R und 41 B; für experimentelle Zwecke wird häufig die 5 BB benutzt. Von den Weintrauben wird für frischen Verzehr die Rebsorte Razaki angebaut (über 60 % der gesamten Tafeltrauben), die auf vielen ägäischen Inseln und in Zypern, wo Phylloxera nicht verbreitet ist, noch wurzelecht vermehrt wird.

Im Bodenkundeinstitut in Thessaloniki werden im Rahmen eines blattdiagnostischen Programms jährlich etwa 300 Blatt- und Bodenproben aus Weinbaugebieten von Nordgriechenland (Chalkidiki, Kavala, Naussa, Pella, Kilkis) untersucht. Es ist beobachtet worden, daß häufig die Blätter ausreichend mit P versorgt sind, obwohl in den entsprechenden Böden der P-Gehalt im Mangelbereich liegt; das könnte auf die VA-Mykorrhiza (VAM) zurückzuführen sein.

VAM sind symbiotische Pilze (HEPPER 1984); sie können schwerlösliche P-Formen für die Wirtspflanzen verfügbar machen (TINKER 1982). Es ist auch berichtet worden, daß die VAM die Versorgung der Pflanzen mit anderen Nährstoffen verbessert (MANJUNATH und HABTE 1988). Im Gegensatz dazu nutzen sie für die eigene Energieversorgung (Entwicklung, Wachstum) Kohlenhydrate der Wirtspflanzen.

Unsere Untersuchungen sollten klären, ob die oben genannten Unterlagen und (zum Vergleich) die Rebsorte Razaki, die in einem Boden arm an verfügbarem P und nach Zugabe von unlöslichem P-Dünger (Hydroxylapatit) wachsen, mit Hilfe der VAM den schwerlöslichen P aus dem Boden aufnehmen können. Es wird weiter die Möglichkeit geprüft, ob diese Ergebnisse in der Praxis (Vermehrungsschulen für Rebuterlagen) genutzt werden können.

Material und Methoden

Die Versuche wurden 1993 an einem glasüberdachten Platz in schwarzen Plastiktöpfen (Bodeninhalt 2 kg) durchgeführt und dauerten 12 Wochen. Als Bodensubstrat diente ein P-armer Boden mit pH 7,20 (1:1 im Wasser) und 4,0 ppm P (Olsen). Um die Textur des Bodens zu verbessern, wurde er mit Flußsand und Perlit im Verhältnis 1/0,4/0,1 gemischt. Zur Sterilisierung wurde er 20 min bei 120 °C gedämpft.

Folgende Düngemittel wurden verwendet: Schwerlöslicher Hydroxylapatit, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)\text{OH}$, 90 kg P/ha; NH_4NO_3 , 200 kg N/ha; K_2SO_4 , 80 kg K/ha und $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 20 kg Mg/ha. Einaugenstecklinge (kurz nach dem Augenaustrieb) der Sorten 41 B, 110 R, 5 BB und Razaki wurden untersucht.

Es wurden 3 Mykorrhizaherkünfte verwendet, die aus der Rhizosphäre von Weinreben in der Rebsammlung der Forschungsanstalt von Nordgriechenland isoliert (GERDEMANN und NIKOLSON 1963), identifiziert (TRAPPE 1982) und rein kultiviert wurden (KARAGIANNIDIS 1980, mit Mais als Wirtspflanze). Es waren: *Glomus fasciculatus* (M_1), *G. mosseae* (M_2) und *G. macrocarpus* (M_3). Das Impfmateriale wurde aus den Wurzeln stark infizierter Mais-Mutterpflanzen gewonnen. Sie wurden in kurze Segmente geschnitten, aus denen nach Zugabe von demineralisiertem Wasser das Inokulum entstand. Beim Umsetzen der Stecklinge in die Versuchstöpfe wurde ins Umpflanzloch eine kleine Menge dieses Impfmateriale zugesetzt.

Im oberirdischen Pflanzenmaterial wurden, nach Veraschung bei 540 °C und Aufnahme in 6N HCl, folgende Elemente bestimmt: P, K, Ca, Mg, Zn, Mn, Fe. Der Infektionsgrad wurde mikroskopisch gemessen, nach Anfärbung der Wurzeln mit Trypanblau (PHILLIPS und HAYMAN 1970: Zählung des Anteils der infizierten Segmente). Die Infektionsintensität wurde getrennt für Mycel, Vesikeln und Arbuskeln geschätzt.

Die statistische Auswertung wurde mit Hilfe eines P.C. mit 2-faktorieller Varianzanalyse durchgeführt. Danach wurden die Werte nach dem Duncan's Multiple Range Test angeordnet.

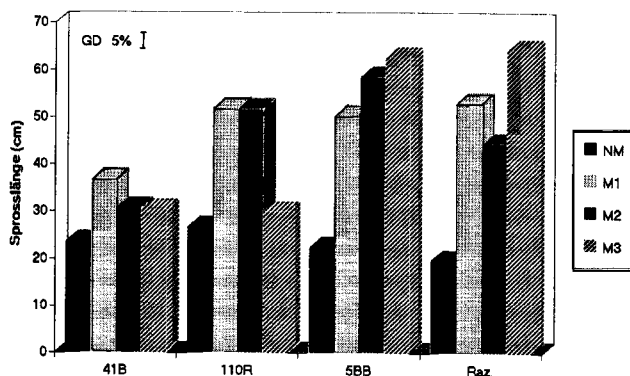


Abb. 1: Sproßlänge (cm) der NM- und der mit drei Mykorrhizapilzen beimpften M-Pflanzen (drei Unterlagen und eine Rebsorte).

Shoot length of mycorrhizal vines inoculated with three mycorrhiza species.

Ergebnisse

Die Beimpfung bewirkte ein verstärktes Triebwachstum (Abb. 1). Bessere Reaktion auf die Inokulation zeigte die Rebsorte Razaki und die Unterlage 5 BB, insbesondere mit M_3 . Dieser Pilz war überhaupt der effektivste mit Steigerungen des Längenzuwachses (M/NM Verhältnis; M: Mykorrhiza, NM: nicht Mykorrhiza) bis zu 3,2 (Razaki) und 2,8 (5 BB), dagegen war er nicht besonders aktiv bei den Unterlagen 41 B und 110 R, bei denen die Mykorrhizotypen M_1 (41 B, 110 R) und M_2 (110 R) am besten wirkten (Tab. 1).

Das Trockengewicht der Triebe (Abb. 2) verbesserte sich nach der Beimpfung der Stecklinge in allen Fällen. Ähnlich wie beim Längenzuwachs ergaben sich auch hier die besten Resultate nach Inokulation der Unterlage 5 BB und der Rebsorte Razaki mit allen Mykorrhizotypen, mit durchschnittlicher Ertragssteigerung über das Vierfache ($M_3 \times$ Razaki; $M_2 \times$ 5 BB). Bei den Unterlagen 41 B und 110 R bewirkte die Beimpfung eine drei- und vierfache Ertragssteigerung (Tab. 1).

Mykorrhizierte Wurzeln (Abb. 2) wuchsen im Durchschnitt zwei- bis dreimal besser als die Kontrollpflanzen, mit stärkerer Reaktion bei der Beimpfung der Rebsorte Razaki und mit schwächerer bei der Unterlage 41 B. Im einzelnen wurde die höchste Ertragssteigerung durch Infektion der Rebsorte Razaki mit M_3 bewirkt (M/NM 3,5) (Tab. 1).

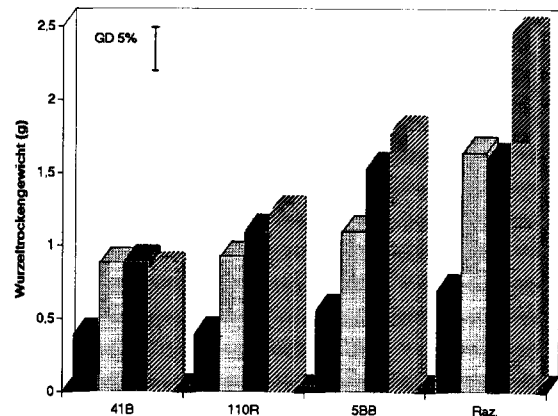
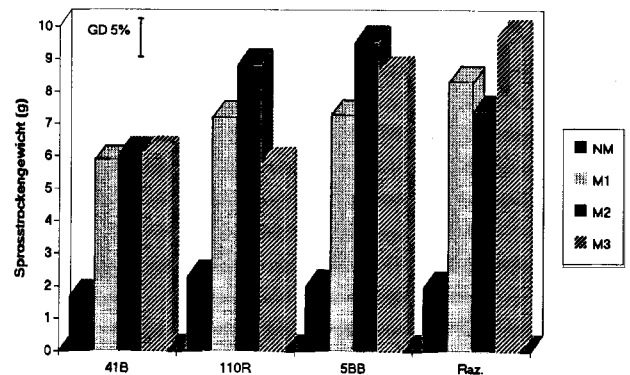


Abb. 2: Trockengewicht der Sprosse und der Wurzeln (g/Topf) der NM- und der mit drei Mykorrhizapilzen beimpften M-Pflanzen (drei Unterlagen und eine Rebsorte).

Shoot and root dry weight of mycorrhizal vines inoculated with three mycorrhiza species.

Tabelle 1

Zuwachsraten (M/NM) der Sproßlänge (Vlg), des Sproß- und Wurzelgewichtes (Spr, Wur), der Nährstoffkonzentration (P, K, Ca, Mg, Zn, Mn, Fe) sowie der P-Aufnahme (Pauf) dreier Unterlagen und einer Rebsorte, beimpft mit drei unterschiedlichen Mykorrhizapilzen

M/NM rate of shoot length (Vlg), shoot and root dry weight (Spr, Wur), nutrient concentration and total P-uptake (Pauf) of mycorrhizal vines inoculated with three mycorrhiza species

Rebsorte	Pilz	Konzentration										
		Vlg	Spr	Wur	P	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Fe	Pauf
41B	M ₁	1.6	3.5	2.2	1.1	0.8	0.9	1.0	1.2	0.8	1.1	3.7
	M ₂	1.3	3.6	2.3	1.3	0.9	0.9	1.1	1.1	0.2	1.1	4.9
	M ₃	1.3	3.6	2.2	2.0	0.7	1.0	1.2	1.3	0.7	1.2	7.3
110R	M ₁	1.9	3.1	2.3	1.2	0.9	1.0	1.1	1.2	0.8	0.6	3.6
	M ₂	1.9	3.8	2.8	2.0	0.9	1.2	1.0	1.4	0.2	0.9	7.8
	M ₃	1.1	2.5	3.1	1.8	0.9	1.1	1.3	1.1	0.5	0.6	4.6
5BB	M ₁	2.2	3.7	1.9	1.2	0.9	1.1	1.1	1.0	1.1	0.9	4.5
	M ₂	2.6	4.8	2.7	1.7	0.8	1.1	1.1	1.2	0.5	0.8	8.1
	M ₃	2.8	4.3	3.2	2.1	0.9	1.0	1.1	1.1	0.3	0.6	9.4
Raz.	M ₁	2.7	4.2	2.3	1.3	1.0	1.0	0.9	0.8	0.6	0.6	5.2
	M ₂	2.2	3.8	2.3	2.0	1.1	1.2	1.1	0.9	0.3	0.6	7.2
	M ₃	3.2	5.0	3.5	2.4	1.0	1.0	1.1	0.8	0.3	0.5	11.4

Es wurde festgestellt, daß die Inokulation zu einer vermehrten P-Konzentration (Abb. 3; Tab. 1) im Pflanzengewebe führte. Nach der P-Steigerung werden die Mykorrhizapilze wie folgt (zum stärkeren hin) eingestuft:

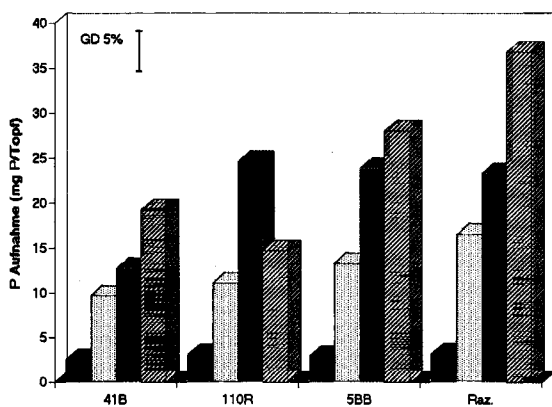
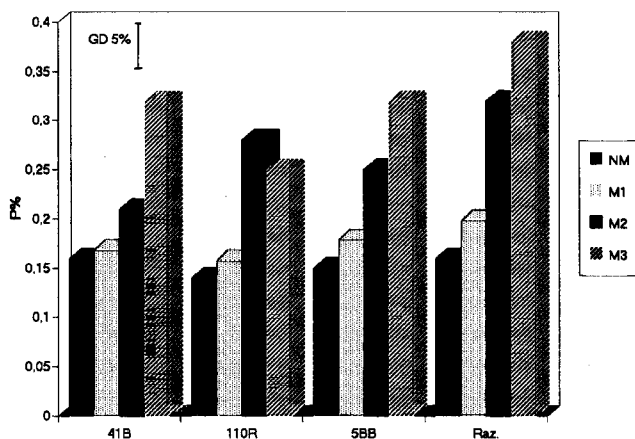


Abb. 3: P-Konzentration (%) und P-Aufnahme (mg P/Topf) der NM- und der mit drei Mykorrhizapilzen beimpften M-Pflanzen (drei Unterlagen und eine Rebsorte).

Shoot P concentration and total P uptake of mycorrhizal vines inoculated with three mycorrhiza species.

Tabelle 2

Konzentration der Makronährstoffe K, Ca, und Mg (% , oben) und der Mikronährstoffe Zn, Mn und Fe (ppm, unten) der NM- und der mit drei Mykorrhizapilzen beimpften M-Pflanzen dreier Unterlagen und einer Rebsorte. Gleiche Buchstaben hinter den Mittelwerten bedeuten keine gesicherten Unterschiede

Concentrations of K, Ca and Mg (% d.w.; above) and Zn, Mn and Fe (ppm; below) in shoots of mycorrhizal vines inoculated with three mycorrhiza species. Mean values followed by the same letters are not significantly different

Element	Rebsorte	NM	M ₁	M ₂	M ₃
K	41B	2.06a	1.71de	1.78cd	1.49f
	110R	1.88bc	1.75cde	1.74cde	1.69de
	5BB	1.96ab	1.73cde	1.61def	1.72cde
	Raz.	1.60ef	1.67de	1.74cde	1.60ef
			GD 5% 0.14		
Ca	41B	1.65bc	1.51cde	1.52cd	1.73ab
	110R	1.44de	1.50cde	1.74ab	1.63bcd
	5BB	1.41e	1.53cde	1.52cde	1.43e
	Raz.	1.59bcde	1.52cde	1.83a	1.58bcde
			GD 5% 0.15		
Mg	41B	0.65d	0.67cd	0.69bcd	0.80ab
	110R	0.64d	0.70bcd	0.67cd	0.84a
	5BB	0.71bcd	0.77abc	0.79abc	0.75abcd
	Raz.	0.78abc	0.71bcd	0.83a	0.86a
			GD 5% 0.10		
Zn	41B	24.6fg	29.8cdefg	27.6defg	30.9cdef
	110R	22.8g	28.1defg	30.9cdef	25.5efg
	5BB	27.5defg	26.5efg	32.5cde	29.6cdefg
	Raz.	45.5a	35.1abc	40.1ab	36.1bc
			GD 5% 6.5		
Mn	41B	135.5cd	109.1ef	26.0j	90.1fg
	110R	119.9de	100.0ef	26.6j	58.5hi
	5BB	147.3bc	162.6ab	70.9qh	45.5ij
	Raz.	180.4a	107.7ef	47.8ij	56.1hi
			GD 5% 20.6		
Fe	41B	285.6gh	327.1efgh	322.4fgh	328.5fgh
	110R	428.5def	278.3gh	379.5defg	276.0gh
	5BB	438.6de	399.5def	353.5efgh	254.6h
	Raz.	985.0a	558.9bc	609.3b	483.0cd
			GD 5% 97.5		

M₁, M₂, M₃. Besonders hohe Steigerungen wurden nicht gemessen; die höchste wurde nach Infektion der Rebsorte Razaki mit M₃ festgestellt (M/NM 2,4). Ähnlich wie die P-Konzentration, verlief auch die Kurve der totalen P-Aufnahme (Abb. 3); nur die M/NM Verhältnisse waren viel höher (Höchstwert 11,4: Razaki x M₃, Tab. 1).

Weiter wurden die Makroelemente K, Ca und Mg, sowie die Mikroelemente Zn, Mn und Fe bestimmt (Tab. 1 und 2). Diese Analysen zeigten, daß keine wesentlichen Unterschiede bei der Konzentration der Mikroelemente und des Zn, zwischen infizierten und nichtinfizierten Pflanzen bestehen. Die Verhältnisse M/NM variierten mit wenigen Ausnahmen zwischen 0,9 und 1,1. Die Gesamtaufnahme dieser Elemente war stets bei den M-Pflanzen höher. Bei den Mikronährstoffen Fe und Mn stellten wir niedrigere Konzentrationen in den infizierten Pflanzen mit Verhältnissen M/NM bis zu 0,2 für Mn (M₂ x 41 B und M₂ x 110 R) und bis zu 0,5 für Fe (M₃ x Razaki) fest.

Die Infektionsintensität (Abb. 4) war in allen Fällen sehr stark ausgeprägt und variierte von 57 bis 87 %. Im einzelnen wurde die Unterlage 41 B fast gleich stark von

allen drei Mykorrhizapilzen infiziert, 110 R und 5 BB am stärksten von M_2 , die Rebsorte Razaki besonders stark von M_3 und am schwächsten von M_2 . Die Kurven der Anzahl von Vesikeln und Arbuskeln verliefen fast parallel zu den Kurven der Trockengewichte.

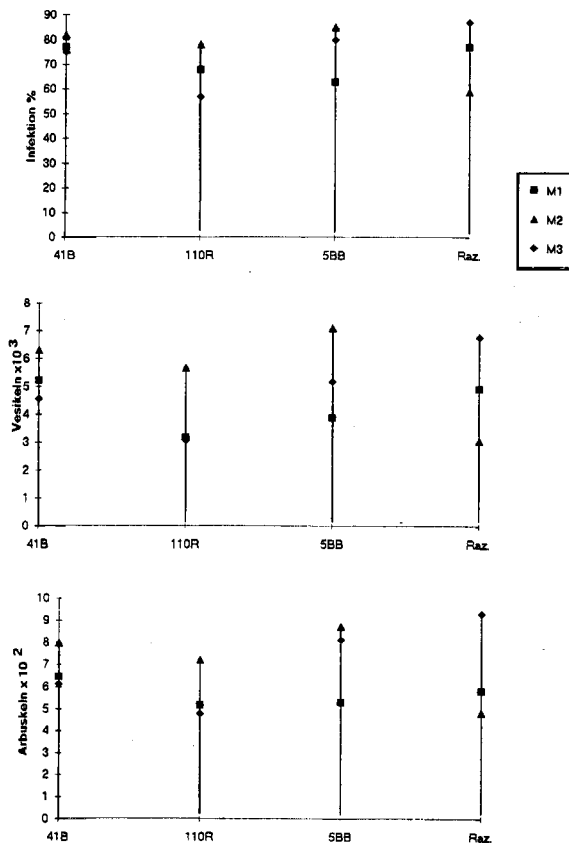


Abb. 4: Infektionsintensität in den Wurzeln dreier Unterlagen und einer Rebsorte, beimpft mit drei verschiedenen VA-Mykorrhizapilzen.

Root infection of three grapevine rootstocks and one table grape cultivar inoculated with three mycorrhiza species.

Diskussion

Es wurde wiederholt gezeigt, daß Reben, die im Freien wachsen, Mykorrhizasymbionten sind (POSSINGHAM und GROOT OBBINK 1971; DEAL *et al.* 1972; NAPPI *et al.* 1985). Es ist auch berichtet worden, daß verschiedene Mykorrhizapilze das Wachstum der Reben unter Gewächshausbedingungen und in einem desinfizierten Boden in verschiedenem Maße fördern können (MENGE *et al.* 1983). Rebsorten, die aus Gewebekultur entstanden sind und bei der Umpflanzung inokuliert wurden, reagieren besonders stark auf die Mykorrhiza mit einem enormen Zuwachs des Frischgewichtes und der Blattfläche (RAVOLANIRIA *et al.* 1989; MAZZITELLI und SCHUBERT 1989).

In der vorliegenden Arbeit verbesserte die Inokulation der Stecklinge dreier Unterlagen und einer Rebsorte mit den Mykorrhizotypen *Glomus fasciculatus* (M_1), *G. mosseae* (M_2) und *G. macrocarpus* (M_3) in allen Fällen den Längenzuwachs und das Trockengewicht der Triebe, sowie das Trockengewicht der Wurzeln in unterschiedli-

chem Maße, was einerseits auf die verschiedene Effektivität der Mykorrhizapilze (SCHUBERT *et al.* 1988), andererseits auf die genetisch bedingte unterschiedliche Reaktion der Rebsorten auf die Beimpfung (MERCY *et al.* 1990; RAJU *et al.* 1990) zurückzuführen sein dürfte. Vergleichbare Ergebnisse mit anderen VAM-Endophyten und ihrer Wirkung auf die Rebe sind schon mitgeteilt worden (GEBBING *et al.* 1977; SCHUBERT *et al.* 1989).

Die erhöhte P-Konzentration und die dadurch verbesserte P-Aufnahme der M-Pflanzen sind typisch für VAM in nährstoffarmen (insbesondere an P-armen) Böden (RAJU *et al.* 1990). Die Konzentration der anderen analysierten Nährstoffe (K, Ca, Mg, Zn) änderte sich unwesentlich zwischen M- und NM-Pflanzen; die Gesamtaufnahme dieser Elemente war jedoch wegen des verbesserten Wachstums höher in den M-Pflanzen (KARAGIANNIDIS 1980).

Der Gehalt der Mikronährstoffe Mn und Fe war in den Trieben der M-Pflanzen viel niedriger. Eventuell konzentrierten sich diese Schwermetalle im Bereich der Wurzeln und wurden nicht in den oberirdischen Teil der Pflanzen transportiert, was für Cu vermutet wird (MANJUNATH und HABTE 1988).

Die drei untersuchten VAM-Herkünfte scheinen in Weinbergen sehr verbreitet zu sein (NAPPI *et al.* 1985; SCHUBERT *et al.* 1988; RAVOLANIRIA *et al.* 1989). Die Formation der Pilze in den Wurzeln war sehr gut ausgeprägt, wie dies auch schon bei der Vergesellschaftung dieser Pilzarten mit anderen Kulturpflanzen beschrieben wurde (KARAGIANNIDIS 1980).

Die Resultate dieser Arbeit zeigen, daß VAM-Endophyten unterschiedlich effektiv erscheinen, was Wachstum und Mineralstoffaufnahme der Weinreben betrifft. Es muß herausgefunden werden, welcher VAM-Pilz mit welchem Genotyp am besten vergesellschaftet und wie diese Kenntnisse in den Vermehrungsschulen für Unterlagen verwendet werden können. Zu diesem Zweck hat in Griechenland eine Zusammenarbeit der Weinbauforschung mit den Vermehrungsbetrieben bereits begonnen, auch um zukünftig P-Düngemittel einzusparen.

Literatur

- DEAL, D. R.; BOOTHROYD, C. W.; MAI, W. F.; 1972: Replanting of vineyards and its relationship to vesicular-arbuscular mycorrhiza. *Phytopathology* **62**, 172-175.
- GEBBING, H.; SCHWAB, A.; ALLEWELDT, G.; 1977: Mykorrhiza der Rebe. *Vitis* **16**, 279-285.
- GERDEMANN, J. W.; NICOLSON, T. H.; 1963: Spores of mycorrhizal endogene species extracted from soil by wet sieving. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* **46**, 234-235.
- HEPPER, C. M.; 1984: Isolation and culture of vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) fungi. In: POWELL, C. L.; BAGYARAJ, D. J. (Eds.): *VA Mycorrhiza*, 95-112. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
- KARAGIANNIDIS, N.; 1980: Untersuchungen über die Effizienz der vesiculär-arbuskulären (VA)-Mykorrhiza verschiedener Herkunft bei unterschiedlichen tropischen und subtropischen Pflanzen, Phosphatformen, Boden-pH-Werten und Bodentemperaturen. Diss. Univ. Göttingen.
- MANJUNATH, A.; HABTE, M.; 1988: Development of vesicular-arbuscular mycorrhizal infection and the uptake of immobile nutrients in *Leucaena leucocephala*. *Plant Soil* **106**, 97-103.
- MAZZITELLI, M.; SCHUBERT, A.; 1989: Effect of several VAM endophytes and artificial substrates on *in vitro* propagated *Vitis berlandieri* x *rupestris* "1103P". *Agricult. Ecosyst. Environm.* **29**, 289-293.

- MENGE, J. A.; RASKI, D. J.; LIDER, L. A.; JOHNSON, E. L. V.; JONES, N. O.; KISSLER, J. J.; HEMSTREET, C. L.; 1983: Interactions between mycorrhizal fungi, soil fumigation and growth of grapes in California. *Amer. J. Enol. Viticult.* **34**, 117-121.
- MERCY, N. A.; SHIVASHANKAR, G.; BAGYARAJ, D. J.; 1990: Mycorrhizal colonization in cowpea is host dependent and heritable. *Plant Soil* **121**, 292-294.
- NAPPI, P.; JODICE, R.; LUZZATI, A.; CORINO, L.; 1985: Grapevine root system and VA mycorrhizae in some soils of Piedmont (Italy). *Plant Soil* **85**, 205-210.
- PHILLIPS, J. M.; HAYMAN, D. S.; 1970: Improved procedures for cleaning roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* **55**, 158-161.
- POSSINGHAM, J. V.; GROOT OBBINK, J.; 1971: Endotrophic mycorrhiza and the nutrition of grape vines. *Vitis* **10**, 120-130.
- RAJU, P. S.; CLARK, R. B.; ELLIS, J. R.; DUNCAN, R. R.; MARANVILLE, J. W.; 1990: Benefit and cost analysis and phosphorus efficiency of VA mycorrhizal fungi colonization with sorghum (*Sorghum bicolor*) genotypes growth at varied phosphorus levels. *Plant Soil* **124**, 199-204.
- RAVOLANIRIA, F.; GIANINAZZI, S.; TRONVELOT, A.; CARRE, M.; 1989: Production of endomycorrhizal explants of micropropagated grapevine rootstocks. *Agricult. Ecosyst. Environm.* **29**, 323-327.
- SCHUBERT, A.; CRAVERO, M. C.; 1985: Occurrence and infectivity of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in north-western Italy vineyards. *Vitis* **24**, 129-138
- ; CAMMARATA, S.; EYNARD, I.; 1988: Growth and root colonization of grapevines inoculated with different mycorrhizal endophytes. *HortScience* **23**, 302-303.
- TINKER, P. B.; 1982: Mycorrhizae: The present situation. In: *Weather Soil Research Transactions of the 11th Intern. Congr. Soil Sci.* 150-166, New Delhi, India.
- TRAPPE, J. M.; 1982: Synoptic keys to the general and species of zygomycetous mycorrhizal fungi. *Phytopathology* **72**, 1102-1108.

Eingegangen am 19.10.1994