

AM 真菌在赤霞珠扦插苗上的应用研究

王奇燕, 张振文, 刘世秋

(西北农林科技大学葡萄酒学院, 陕西 杨陵 712100)

摘要: 在盆栽条件下, 研究 AM 真菌 *Glomus mosseae*, *Glomus etunicatum* 和两种真菌混合接种对酿酒葡萄赤霞珠扦插苗生长的影响。结果表明, 接种 AM 真菌的植株均有效地被感染, 显著促进葡萄扦插苗株高和茎基粗的生长, 提高植株的生物量, 促进根系活力的增加, 而且菌根依赖性和根系活力都和菌根侵染率显著正相关。与对照相比, 3 个接种处理都显著提高葡萄扦插苗中可溶性糖含量、可溶性蛋白含量和 P 含量, 以混合接种显著高于单接种, 而且接种 AM 真菌对可溶性糖含量的影响最大。葡萄扦插苗的 5 个光合指标, 接种 AM 真菌都显著高于对照, 综合分析 5 个指标, 可得知混合接种对植株光合作用增强作用大于单接种, Ge 单接种要大于 Gm 单接种。可见, 与对照相比, 接种 AM 真菌可以显著促进赤霞珠扦插苗生长, 其中以混合接种效果好于单接种, Ge 单接种好于 Gm 单接种。

关键词: 微生物; AM 真菌; 葡萄; 赤霞珠; 扦插苗

中图分类号: Q93-3; S663.1; Q939.5

文献标识码: B

文章编号: 1001-9286(2008)06-0072-04

Research on the Inoculation of AM Fungi with Cabernet Sauvignon Cutting

WANG Qi-yan, ZHANG Zhen-wen and LIU Shi-qiu

(College of Enology, Northwest A& F University, Yangling, Shanxi 712100, China)

Abstract: In this experiment, the growth of Cabernet sauvignon cutting in pot after inoculation with Arbuscular Mycorrhizal (AM) fungi (*Glomus mosseae* (Gm), *Glomus etunicatum* (Ge), and the mixed fungi of the two respectively) was studied. The results showed that plants inoculated with AM fungi were effectively infected, and AM fungi could significantly promote the height and stem thickness of grape cutting, and improve plant biomass and root vigor. Root vigor was positively correlated with mycorrhizal infection rate as MD did. Compared with contrast plant, all the 3 inoculation methods could obviously enhance soluble sugar content, soluble protein content and P content of the grape cutting (inoculation with mixed fungi had better effects than inoculation with single fungi), and the inoculation with AM fungi had the most effects on soluble sugar content among all the indexes. After the inoculation with AM fungi, 5 photosynthesis indexes of grape cutting were obviously higher than those of contrast plants. Through comprehensive analysis of the five photosynthesis indexes, it showed that mixed fungi inoculation had better effects on plant photosynthesis than single fungi inoculation and Ge single inoculation was better than Gm single inoculation. In conclusion, the inoculation of AM fungi could significantly promote the growth of Cabernet sauvignon cutting. Among all the three inoculation methods, mixed fungi inoculation was the best, and then Ge single inoculation was better than Gm single inoculation.

Key words: microbe; AM fungi; grape; Cabernet sauvignon; cutting

AM (Arbuscular Mycorrhizal) 真菌, 即孢囊丛枝菌根真菌, 它可以与植物根系建立共生关系形成内生菌根, 能够促进植物根系对矿质养分的吸收, 增强寄主植物光合作用及水分循环运转, 改善植物的营养状况, 提高宿主根系对根部病菌的抵抗力, 增强植物对旱、高温、重金属的抗性^[1-3]。AM 真菌作为生物肥料和生物防治的一种有效措施, 其应用前景十分广阔。目前 AM 真菌在果树上的应用研究以南方果树: 柑橘^[4]、枳^[5]、柚^[6]和西番莲^[7]等较多, 也取得了一定的成果, 但对北方果树尤其是 AM 真菌在葡萄扦插苗上的应用研究还很少。本研究利

用盆栽方法, 对目前我国主要酿酒品种赤霞珠 (Cabernet Sauvignon) 扦插苗接种不同 AM 真菌, 对比不同 AM 真菌处理对赤霞珠扦插苗生长的作用效果, 为 AM 真菌在酿酒葡萄生产实践中的应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 试验地条件

试验地点为西北农林科技大学葡萄酒学院可控调温室。供试土壤为垆土和河沙混合物 (1:1, v/v), 装盆前

基金项目: 13115 科技创新工程重大科技专项项目 (2007ZDKG-09)。

收稿日期: 2008-03-11

作者简介: 王奇燕 (1982-), 女, 安徽蒙城人, 在读硕士, 主要从事葡萄栽培及抗性研究。

通讯作者: 张振文 (1960-), 男, 陕西耀县人, 教授, 博士生导师, 主要从事葡萄与葡萄酒的研究。

过 2 mm 土壤筛过筛后, 121 °C 高温灭菌处理 20 min 风干备用。土壤基本理化性质为: 有机质 6.02 g/kg, 速效氮 19.5 mg/kg, 速效磷 6.27 mg/kg, 速效钾 60 mg/kg, 土壤 pH7.8。

1.1.2 供试菌剂及苗木

摩西球囊霉 (*Glomus mosseae*, 简称 Gm) 编号 BGCHUB01A 和幼套球囊霉 (*Glomus etunicatum*, 简称 Ge) 编号 BGCTW01, 均为北京市农林科学院植物营养与资源研究所国家基金资助“中国丛枝菌根真菌种质资源库(BGC)”提供, 孢子密度约为 30 个孢子 /mL。

供试苗木为 2006 年冬剪埋土保藏的欧洲酿酒葡萄品种 (*V. vinifera* L.) 赤霞珠 (*Cabernet Sauvignon*) 扦插苗。

1.2 试验方法

1.2.1 苗木处理

将冬剪枝条剪留 2 个芽, 用 0.1 % 的 HgCl₂ 消毒 5 min, 用无菌水清洗后, 再用生根剂浸泡 12 h, 扦插于供试无菌土苗床, 待扦插苗长出 3~5 片叶时, 选择生长一致的苗子移栽至花盆。花盆 (盆口内径 × 高为 23 cm × 17 cm) 使用前经 75 % 的酒精消毒, 每盆装土 1.5 kg, 定植 1 株扦插苗。

1.2.2 接种处理

接种设 4 个处理, Gm 单接种、Ge 单接种、混合接种 Gm+Ge (1:1, v/v) 和空白对照 CK, 在植株根系周围接种菌剂, 接种量均为 30 g 菌剂 / 盆, 对照接种经 121 °C 下高温灭菌 20 min 的等量菌剂, 每个处理栽植 20 盆, 共计 80 盆。

1.3 指标测定

在接种处理 100 d 后, 对 4 个处理的苗木进行下列指标的测定。

菌根侵染率, 按照改良的 Phillips 和 Hayman(1970) 方法^[9]对根样进行染色, 交叉划线法进行侵染率的测定。菌根依赖性 (Mycorrhizal Dependence, MD) 测定, 菌根依赖性 (MD) = 菌根植株干重 / 非菌根植株干重^[9]。植物生长指标的测定: 植株干重采用烘干法; 株高利用皮尺测定; 茎基粗用游标卡尺测定。植物生理指标的测定^[10]: 可溶性蛋白含量采用考马斯亮蓝 G-250 染色法测定; 可溶性糖含量采用蒽酮硫酸比色法测定; 游离脯氨酸含量采用酸性茚三酮比色法测定; 根系活力采用 TTC 法测定。植物光合指标的测定: 叶绿素 a、叶绿素 b 和类胡萝卜素的测定参照高俊凤的测定方法^[10]; 净光合速率 (Pn), 蒸腾速率 (Tr), 气孔导度 (Gs) 和胞间 CO₂ 浓度 (Ci) 用 Li-6400 型光合仪测定于早上 9:00~11:00 测定。

1.4 数据分析

数据采用 Excel (V 2003) 和 DPS (V 7.55) 软件进行统计分析, 利用邓肯 (Duncan) 新复极差法进行显著性检验。不同 AM 菌剂处理进行显著性分析, 数值用平均值 ± 标准误差表示, 数据后相同字母表示处理间差异不显著 (P < 0.05)。

2 结果与分析

2.1 不同 AM 菌剂处理对赤霞珠扦插苗菌根侵染率和菌根依赖性的影响

在进行菌剂处理 100 d 后, 测定赤霞珠扦插苗菌根侵染状况, 并分析其菌根依赖性和根系活力间的关系, 结果见图 1。从图 1 可知, 接种菌剂处理后赤霞珠扦插苗菌根侵染率显著高于对照。3 种接种处理相比, 混合菌剂接种显著高于单一菌剂接种, Ge 单接种的菌根侵染率高于 Gm 单接种处理, 但二者差异不显著。菌根依赖性分析表明, 赤霞珠葡萄扦插苗对不同菌剂的依赖性不同, 表现为对混合接种菌根依赖性 (131.11 %) 最强, 与 Ge (122.47 %)、Gm (121.21 %) 单接种差异显著, 但单接种间差异不明显。相关性分析表明, 赤霞珠扦插苗菌根侵染率与菌根依赖性呈显著正相关, 相关系数 r=0.998, P<0.05, 说明赤霞珠与 AM 菌剂的亲和性及依赖性因菌剂不同, 而存在一定差异, 但是植株与菌剂的亲和性又与其对菌剂的依赖性有一定相关性。

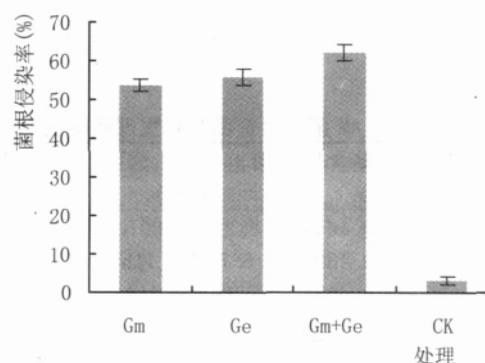


图 1 不同 AM 真菌对赤霞珠根系侵染率的比较

2.2 AM 菌剂处理对赤霞珠扦插苗生长指标的影响 (表 1)

由表 1 可知, 接种菌剂 100 d 后, 赤霞珠葡萄扦插苗株高、茎基粗、植株干重、根系活力和根冠比 4 个指标, 接种处理与对照均达到显著水平。在前 4 个测定指标中, 接种处理显著高于对照。2 个单接种处理的株高和茎基粗差异不显著, 但植株干重和根系活力差异显著, 且 Ge 单接种显著高于 Gm 单接种; 混合接种处理, 除在茎基粗上与 Ge 菌剂单接种差异不明显, 其余指标均好于单接种。根冠比能够反映植物根系对地上部分的促生作用, 根冠比越小, 对地上部分的促生作用就越明

表1 AM菌剂对赤霞珠扦插苗生长指标的影响

处理	株高(cm)	茎基粗(cm)	植株干重(g)	根系活力($\mu\text{g/g}\cdot\text{h}$)	根冠比(%)
Gm	35.83±0.216b	0.447±0.0043b	7.20±0.019c	304.37±2.214c	47.28±0.110c
Ge	36.23±0.233b	0.458±0.002ab	7.27±0.026b	315.16±0.072b	48.53±0.609b
Gm±Ge	39.38±0.098a	0.467±0.0019a	7.78±0.025a	397.17±0.414a	46.91±0.423c
CK	26.25±0.220c	0.366±0.0060c	5.94±0.018d	213.29±0.142d	52.86±0.128a

注:同一列,数据后相同字母表示处理间差异不显著($P < 0.05$)。

显。3个接种处理的植株与对照相比,根冠比差异均达到显著水平。4个处理中,对照的根冠比最高,混合接种处理最低,但与Gm单接种差异不显著,说明接种菌剂处理能够较好地促进植株地上部的生长。以上分析说明,各处理对赤霞珠幼苗生长的促进作用表现不同,接种菌剂可以显著提高赤霞珠扦插苗的植株生物量,且以混合接种优于单一菌剂接种,单一菌剂间,株高、茎基粗2个指标上,Ge单接种都略高于Gm单接种,但差异不显著,植株干重、根系活力和根冠比3个指标,Ge单接种则显著高于Gm单接种。

分析菌根侵染率和葡萄根系活力的相关性,结果表明,在接种菌剂的3个处理中,二者表现出显著正相关($r=0.998, P < 0.05$),与菌根侵染率和菌根依赖性的关系相同。说明了菌根侵染率高的情况下,能刺激根系保持旺盛的生命力,进而促进植株的生长,因此,葡萄菌根依赖性和根系活力都较高。

2.3 AM菌剂处理对赤霞珠扦插苗生理指标的影响(表2)

表2 AM菌剂对葡萄叶片生理指标的影响

处理	可溶性糖含量(%)	可溶性蛋白含量(mg/g)	P含量($\mu\text{g/g}$)
Gm	1.62±0.144b	6.31±0.027c	30.15±0.217b
Ge	1.76±0.189b	6.74±0.11b	29.29±0.709b
Gm+Ge	2.63±0.435a	7.19±0.043a	33.09±0.174a
CK	1.01±0.136b	5.47±0.075d	19.52±0.159c

注:同一列,数据后相同字母表示处理间差异不显著($P < 0.05$)。

接种菌剂100d后,测定葡萄叶片中3个生理指标:可溶性糖含量,可溶性蛋白含量和P含量。从表2可以看出,葡萄叶片中可溶性糖含量、可溶性蛋白含量和P含量均以对照的最低,混合接种显著高于其他处理。其中Ge单接种在3个指标中均高于Gm单接种,但是可溶性糖和P含量2个指标二者差异不显著。可溶性糖含量,2个单接种均高于对照但是差异不显著。与对照相比,3个接种处理可溶性糖含量的增加倍数为:混合接种(1.61) > Ge单接种(0.74) > Gm单接种(0.60);3个处理可溶性蛋白含量的增加倍数为:混合接种(0.31) > Ge单接种(0.23) > Gm单接种(0.15);P含量的增加倍数为:混合接种(0.69) > Gm单接种(0.54) > Ge单接种

(0.50)。以上分析说明,可溶性糖含量和P含量,3个接种处理间,混合接种促进效果较明显,单接种间差异较小。可溶性蛋白含量的比较可以看到,混合接种和Ge单接种增加较大,明显大于Gm单接种的增加量。从分析中可以看到,接

种菌剂对上面3个指标中的可溶性糖含量的影响最大,对可溶性蛋白的含量的影响最小。

2.4 AM菌剂对赤霞珠扦插苗光合指标的影响(图2)

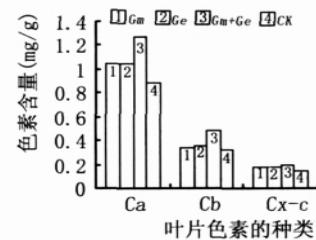


图2 不同菌剂处理赤霞珠叶片中叶绿素含量的比较

叶绿素含量是能表示植物光合能力的重要指标之一。从图2可以看出,4种处理叶片色素都以叶绿素a的含量显著高于叶绿素b和类胡萝卜素c,说明叶绿素a在光合作用中占的作用最大。且3种叶片色素均以接种处理显著高于对照,混合接种显著高于单接种,尤其是叶绿素a和叶绿素b的含量,但是3种叶片色素含量,单接种间的差异不显著。说明了接种菌剂可以显著提高叶片的光合作用,尤其以混合菌剂接种效果更明显。在表3中分析了不同处理间叶绿素总含量与几个光合指标的变化情况。

从表3可知,通过比较赤霞珠扦插苗的5个光合指标,接种处理都显著高于对照。其中总叶绿素含量和净光合速率都以混合接种最高,而且二者变化趋势相同,说明叶绿素含量的提高有利于Pn(净光合速率)的提高。3个处理的Ci与Pn呈负相关,Pn越高Ci越低。原因可能是Pn较高时,固定较多的CO₂,引起胞间CO₂浓度的下降,当胞间CO₂浓度过低时,又会造成CO₂的亏缺,使Pn难以进一步提高。Gs(气孔阻力的倒数),是指气孔传导CO₂和水汽的能力^[11]。一般而言Gs的大小与Tr、Ci都直接相关,植物可以通过改变气孔的开度等方式来控制与外界CO₂和水汽的交换,从而调节Tr和Ci。从表3还可知,4个处理的Gs与Tr的变化趋势相同,Gs越高Tr也越高。4个处理的Gs和Tr值都是对照显著低于接种处理,3个处理间差异不显著,但都以混合接种数值最大。由于对照的Gs值显著低于接种处理,所以其Ci也显著低于接种处理,进而导致Pn值较低。3

表3 AM 菌剂对赤霞珠扦插苗光合指标的影响

处理	总叶绿素含量 (mg/g)	净光合速率 Pn ($\mu\text{mol}/\text{m}\cdot\text{s}$)	气孔导度 Gs (m/s)	蒸腾速率 Tr ($\mu\text{mol}/\text{m}\cdot\text{s}$)	胞间 CO ₂ 浓度 Ci ($\mu\text{mol}/\text{mol}$)
Gm	1.549+0.0004c	10.04+0.221b	0.162+0.009a	3.60+0.15a	270.67+6.10a
Ge	1.586+0.0022b	11.11+0.121a	0.172+0.004a	3.74+0.02a	253.33+3.04a
Gm±Ge	1.933+0.0006a	11.27+0.033a	0.173+0.002a	3.83+0.09a	230.44+7.47b
CK	1.356+0.0009d	8.15+0.215c	0.066+0.001b	1.81+0.03b	180.67+8.49c

注: 同一列, 数据后相同字母表示处理间差异不显著 ($P < 0.05$)。

个接种处理的 Ci 值都随着 Gs 的增大而减小, 以混合接种最低, 又由于混合接种的 Pn 较高, 所以说明了混合接种利用 CO₂ 进行光合作用的能力最强, 其次是 Ge 单接种, Ge 单接种虽然 Gs 和 Tr 值高于 Gm 单接种, 但是 Ci 值却低于 Gm 单接种, 这说明了 Ge 单接种的葡萄扦插苗光合能力强于 Gm 单接种, 从 Ge 单接种的 Pn 值显著高于 Gm 单接种可以证明。

以上分析说明, 植株净光合速率与其叶片内叶绿素含量相关, 4 个处理, 以接种处理显著高于对照。气孔导度的大小, 说明了叶片进行 CO₂ 交换的能力大小, 与蒸腾速率变化趋势相同, 都是接种处理显著高于对照。通过分析 Pn 与 Gs、Tr 和 Ci 的关系, 可以得出结论: 3 个接种处理的光合能力显著高于对照, 混合接种光合能力最强, 其次是 Ge 单接种大于 Gm 单接种。

3 结论与讨论

目前国内关于 AM 真菌在葡萄栽培生产领域的研究较少, 本试验通过对酿酒葡萄赤霞珠扦插苗进行接种 AM 真菌 *Glomus mosseae*、*Glomus etunicatum*、2 种真菌混合接种和对照 4 个处理, 并在接种 100 d 后, 分别测定葡萄扦插苗根系的 AM 真菌侵染率, 葡萄扦插苗生长指标、生理指标和光合指标, 并分析不同处理间的差异, 系统地研究 AM 真菌对葡萄扦插苗生长的影响。结果发现, 各个测定指标的值都表现出对照显著低于接种处理, 混合接种效果比单接种要好, 这与黄华成^[12]在木薯上及赵平娟等^[13]在连翘幼苗上接种处理的试验结果一致, 这可能是因为混合菌剂的不同菌种在侵染空间上存在互补作用而使接种效应更为明显^[12]。

通过相关性分析可以得知, 赤霞珠扦插苗菌根侵染率与菌根依赖性及其根系活力的变化都呈显著正相关性, 由于混合接种的扦插苗菌根侵染率高于单接种, Ge 单接种略好于 Gm 单接种, 所以, 菌根依赖性就表现出混合接种 > Ge 单接种 > Gm 单接种, 即混合接种植株干重显著高于 Ge 单接种, Ge 单接种显著高于 Gm 单接种, 与表 1 中显著性分析一致。根系活力有着与菌根依赖性一样的变化趋势, 即混合接种促进植株生长能力大于 Ge 单接种, Ge 单接种大于 Gm 单接种, 表现在根冠比上就是混合接种 > Ge 单接种 > Gm 单接种, 从表 1 也可

以得到一致的结论。

由对葡萄叶片生理指标: 可溶性糖含量、可溶性蛋白含量和 P 含量的分析, 可以得知与对照相比较, 以可溶性糖含量 3 个接种处理的结果相对于对照增加的倍数最大, 其次是 P 含量, 增加最

少的是可溶性蛋白的含量, 这说明了接种 AM 真菌对提高葡萄叶片可溶性糖含量的作用效果最明显, 其次是 P 含量, 对可溶性蛋白的含量的影响最小。

通过对葡萄叶片光合指标的分析, 可知植株净光合速率 Pn 与叶片叶绿素含量呈相关变化趋势, 且 Pn 与气孔导度 Gs 直接相关, Gs 又调控着 Tr 和 CO₂ 的交换, Gs 大有利于 CO₂ 的进入可促进光合作用, 同时 Ci 的量又能表征植株叶片对 CO₂ 的利用效率。所以, 4 个处理以混合接种的光合利用效率最高, 其次是 Ge 单接种 > Gm 单接种, 对照 Gs 最小, Ci 最低, 光合效率也最低。

本试验研究发现, AM 真菌混合接种在各个测定指标上都好于单接种, Ge 单接种略好于 Gm 单接种, 在有些指标如: 植株干重、根系活力、根冠比、可溶性蛋白含量、叶绿素含量和净光合速率, 这 6 个指标 2 者差异显著, 说明了 Ge 单接种与 Gm 单接种效应存在种间差异, 应加强 AM 菌种与葡萄品种之间的筛选工作, 同时选择合适的接种方式加以推广, 但对于 AM 菌剂能否改善酿酒葡萄品质和口感, 尚需进一步研究。

AM 真菌作为一种宝贵的菌种资源, 能够提高植物抗逆性, 促进植物生长, 筛选合适的 AM 菌种应用于酿酒葡萄的栽培生产, 将具有广阔的市场空间, 后续研究应该从酿酒葡萄 AM 真菌资源的调查入手, 通过筛选组合, 建立“适地、适树、适菌”的最佳搭配, 为酿酒葡萄的生产及酿造高品质葡萄酒提供保证。

参考文献:

- [1] 罗华建, 刘星辉. 水分胁迫对枇杷光合特性的影响[J]. 果树科学, 1999, 16(2): 126-130.
- [2] Bertamini M, Muthuchelian K, Nedunchezian N. Iron deficiency induced changes on the donor side of PSII in field grown grapevine (*Vitis vinifera* L. cv point noir) leaves[J]. Plant Science, 2002, 162: 599-605.
- [3] 吴月燕. 高湿和弱光对葡萄叶片某些光合特性的影响[J]. 园艺学报, 2003, 30(4): 443-445.
- [4] 唐雪东, 李亚东, 李士举, 等 5 人. 不同土壤条件下越橘根系活力和菌根侵染率比较研究[J]. 吉林农业大学学报, 2005, 27(1): 43-47.
- [5] 吴强盛, 夏仁学, 胡正嘉. 丛枝菌根对枳实生苗抗旱性的影响

(下转第 78 页)

- 2001.
- [3] 刘晓华,沈毅文.低温低度白酒浑浊的原因及处理[J].酿酒科技,2004,(4): 43- 44.
- [4] 朱剑宏,何俊,周骑斌,等.复合微滤膜在白酒降度除浊、改进品质中的应用研究[J].酿酒,2001,28(3): 63- 65.
- [5] 罗惠波.膜过滤技术在白酒除浊中的应用研究[J].酿酒,2004,31(5): 38- 40.
- [6] 孙荣泉.超滤用于白酒除浊的工艺研究[J].水处理技术,1995,21(5): 275- 276.
- [7] 陆晓峰,楼福东,梁国明,等.超滤技术在米酒精制中的应用[J].酿酒科技,2001,(3): 81- 82.
- [8] 钱俊青.吸附法提高黄酒稳定性的研究[J].中国酿造,1997,(1): 25- 29.
- [9] 费寻忠.黄酒稳定性刍议[J].酿酒,1996,(2): 7- 9.
- [10] 周春倩.黄酒稳定性期的探讨[J].酿酒科技,1996,(1): 49- 50.
- [11] 金鑫华.浅谈黄酒的杀菌[N].华夏酒报,2005.
- [12] 刘达玉,钟世荣.管式膜超滤生黄酒的研究[J].食品科学,2004,25(3): 110- 112.
- [13] 黄亚东.EPT技术在黄酒杀菌中的应用研究[J].酿酒,2004,(3): 93- 94.
- [14] 朱一松,赵光鳌,帅桂兰,等.纯生黄酒的酿造[J].食品与发酵工业,2004,29(11): 46- 50.
- [15] 朱一松,赵光鳌,帅桂兰,等.超滤法生产的纯生黄酒非生物稳定性的研究[J].食品与发酵工业,2005,31(2): 26- 29.
- [16] 根良银,陈文梅,刘培坤,等.生啤酒膜滤除菌技术试验研究[J].食品与机械,1999,(1): 18- 19.
- [17] 翁佩芳,吴祖芳.微膜过滤法无菌鲜啤酒生产工艺设计研究[J].广州食品工业科技,2002,18(1): 11- 13.
- [18] 刘茉娥.膜分离技术应用手册[M].北京:化学工业出版社,2002.
- [19] 冯凌霄,陆健,顾国贤.膜分离法脱醇对啤酒风味影响的初步研究[J].酿酒科技,2005,(5): 73- 76.
- [20] 耿建华.膜分离法生产无醇啤酒[J].酿酒,2001,28(4): 90- 91.
- [21] 隋贤栋,黄肖容.硅藻土梯度陶瓷微滤膜的饮用水净化[J].膜科学与技术,2004,24(1): 54- 57.
- [22] 王连军,蔡敏敏,荆晶,等.无机膜-生物反应器处理啤酒废水及其膜清洗的试验研究[J].工业水处理,2000,20(2): 32- 34.
- [23] 刘旭东,王恩德.膜生物反应器处理啤酒废水中试研究[J].净水技术,2004,1(23): 4- 6.

(上接第75页)

- 研究[J].应用生态学报,2005,16(3): 459- 463.
- [6] 仝瑞建,杨晓红,李东彦.丛枝菌根真菌种间差异对柚苗营养生长及矿质含量的影响[J].应用生态学报,2006,17(7): 1229- 1233.
- [7] 骆韩,曾明.丛枝菌根真菌对西番莲扦插苗生长效应的影响[J].现代农业科技,2007,(3): 5- 7.
- [8] Phillips KM, Hayman DS. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection[J]. Trans Br Mycol Soc, 1970, 158- 161.
- [9] 弓明钦,陈应龙,仲崇禄.菌根研究及应用[M].北京:中国林业出版社,1997.139- 140.
- [10] 高俊凤.植物生理学实验技术[M].西安:世界图书出版公司,2000.103- 147.
- [11] 罗华建,刘星辉.水分胁迫对枇杷光合特性的影响[J].果树科学,1999,16(2): 126- 130.
- [12] 黄华成,唐光大,罗晓莹,等.3种球囊霉属真菌对盆栽木薯生长影响[J].华南农业大学学报,2005,26(4): 44- 47.
- [13] 赵平娟,安锋,唐明.丛枝菌根真菌对连翘幼苗抗旱性的影响[J].西北植物学报,2007,27(2): 396- 399.

白酒业捐款总额超过亿元

本刊讯:据不完全统计数据显示,目前,白酒行业已向地震灾区捐款超过1亿元。其中:五粮液,企业捐款2800万元(包括五粮液集团1000万元现金,500万元食品及物资,五粮春和其他子品牌捐款1300万元,还有灾后重建的希望小学、救灾派出的车辆、人员以及企业员工捐款,总计价值超过3000万元;泸州老窖,企业捐款2680万元;中国郎酒,企业捐赠2130万元;贵州茅台,企业捐赠500万元,员工捐款达300万元;帝亚吉欧携手水井坊,捐赠1200万元;山西汾酒,企业捐赠500万元;江苏洋河酒厂,企业捐赠100万元;湖北白云边酒业股份有限公司通过中华慈善总会向四川地震灾区捐款50万元,员工捐款10多万元;枝江酒业集团捐款突破150万元;湖北稻花香员工向灾区捐款100万元;贵州董酒股份有限公司捐款30余万元。

地处绵竹的四川剑南春酒业,受本次地震影响损失达8亿元。倒塌40%厂房,现正全力发起自救,希望在众多行业品牌的帮助下,剑南春酒业能迅速走出灾后低迷状态,顺利开展灾后重建工作。(小凡)