AMF 对入侵植物黄顶菊与棉花竞争生长的反馈作用

殷吉林[1]，张晓亚[1]，闫静[1]，李乔[2]，贾月月[1]，张风娟[1*]，万方浩[2]
1. 河北大学生命科学学院，河北 保定 071002；2. 中国农业科学院植物保护研究所，植物病虫害生物学国家重点实验室，北京 100193

摘要：菌根植物黄顶菊（*Flaveria bidentis*(L.)Kuntze）是近年来广泛蔓延于河北境内的一种入侵植物，因其旺盛生长期与棉花的产量形成关键期基本重合，对棉花的生长及产量造成了不利的影响。为了探明菌根在黄顶菊和棉花竞争生长中的相关作用机制，以外来入侵植物黄顶菊（*Flaveria bidentis*）和本地作物常用棉花品种中棉所 6 号（CCRI6）与转 *Cry1A* 抗虫棉新科 8 号（GK83）为材料，利用温室盆栽试验，研究黄顶菊入侵后根际土壤形成的丛枝菌根真菌（AMF）在黄顶菊与棉花竞争中的反馈作用。结果表明，在与棉花的竞争生长过程中，黄顶菊抑制了棉花的株高和根冠比，AMF 促进了混种处理中棉花地上部分的生长；竞争生长显著降低了与中棉所 6 号竞争生长的黄顶菊的 MDA 含量和 SOD 活性显著降低、POD 活性显著升高，提高了中棉所 6 号 POD 的活性。AMF 与黄顶菊根系的共生能力强于棉花，AMF 显著降低了黄顶菊单种处理中 POD 和 SOD 的活性，提高了黄顶菊混种处理中 SOD 的活性，AMF 降低了单种处理中两种棉花的 POD 活性，提高了混种处理中中棉所 6 号的 POD 活性和新科 8 号的 SOD 活性。研究结果对深入探讨入侵植物和土壤微生物的互作关系，揭示黄顶菊的入侵机制提供了重要依据。

关键词：丛枝菌根真菌；黄顶菊；棉花；竞争
DOI: 10.16258/j.cnki.1674-5906.2015.07.009
中图分类号：Q948　　**文献标志码**：A　　**文章编号**：1674-5906（2015）07-1132-05

引用格式：殷吉林，张晓亚，闫静，李乔，贾月月，张风娟，万方浩. AMF 对入侵植物黄顶菊与棉花竞争生长的反馈作用[J]. 生态环境学报, 2015, 24(7): 1132-1136.
YIN Jilin, ZHANG Xiaoya, YAN Jing, LI Qiao, JIA Yueyue, ZHANG Fengjuan, WAN Fanghao. The Feedback of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on the Competition between *Flaveria bidentis* and Cotton [J]. Ecology and Environmental Sciences, 2015, 24(7): 1132-1136.

棉花是河北省的主要经济作物，其中中棉所 6 号和新科 8 号棉花作为最常见品种，在河北省中南部地区广泛种植，总面积达 66.3 万 hm^2，皮棉年总产量约 66 万吨。田间调查发现在河北省的产棉区已有黄顶菊入侵棉田（Gao et al.，2004），并对棉花生长及产量造成了严重危害。黄顶菊每年 4 月上中旬开始萌发生长，6 月黄顶菊生长加速，8 月为旺盛生长期，其旺盛生长期与棉花的产量形成关键期基本重合。研究表明黄顶菊对棉花中后期生长及产量有明显影响（王贵启等，2011），在黄顶菊的竞争干扰下，棉花的叶面积指数、田间透光率、水分利用效率、氮素利用效率和棉花产量均随黄顶菊密度的增加而逐渐降低（冯建永等，2009）。

丛枝菌根真菌（AMF）在入侵植物和本地植物竞争中起着重要作用。AMF 作为一类重要的土壤微生物，其分布范围广泛，能够与陆地上超过 80%的植物形成共生体（Muleta et al.，2008；Wardle et al.，2004）。外来植物常与入侵地土著 AMF 形成共生体系，从而促进入侵植物对土壤水分、营养物质（如氮、磷）的吸收利用，提高入侵植物对土著病原菌的防御能力，从而有利于入侵植物的竞争生长（Ezawa et al.，2002；Fumanal et al.，2006；Govindarajulu et al.，2005）；外来植物入侵将改变入侵域 AM 真菌群落结构的多样性，土壤 AMF 多样性与化感物质分离和传递能力密切相关（Gonzalez et al.，1995）。研究表明 AMF 能与黄顶菊形成良好的共生关系（何博，2010），本课题组前期研究发现，在中国农业科学院廊坊科研中试基地种植的黄顶菊根系聚集的 AMF 菌落中优势菌为缩隔球囊霉（*Septoglomus constrictum*）、根内根孢囊霉（*Rhizophagus intraradices*）、摩西球囊霉（*Funneliformis mosseae*）、*Glomus perpusillum* 和 *Glomus iranicum*，那么这些 AMF 在黄顶菊竞争生长中的反馈作用如何？该方面有待进一步研究。因

基金项目：国家自然基金项目（31372000；31171906）；河北省自然科学基金项目（C2015201021）
作者简介：殷吉林（1989 年生），男，硕士研究生，主要从事入侵植物与土壤微生物互作相关研究。E-mail: yinjilin32@163.com
*通信作者。E-mail: fengjuanzhang@126.com
收稿日期：2015-03-31

而，本课题组以黄顶菊入侵后根际土壤中聚集的AMF 为接菌剂，研究 AMF 在黄顶菊与棉花竞争中的反馈作用，测定不同品种棉花对黄顶菊的耐性，以期为黄顶菊入侵域棉花品种的选择和黄顶菊的有效防控提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

田间试验位于河北省廊坊市，中国农业科学院（CAAS）廊坊科研中试基地（39º30′42″N，116º36′07″E，海拔 28 m）。试验地自 2007 年开始人为种植黄顶菊，模拟相同条件下黄顶菊不同的入侵进程，建立了黄顶菊不同入侵进程的小区。采用湿筛-倾注-蔗糖离心法（Daniels et al.，1982）分离黄顶菊单优群落土壤中的 AMF 孢子为接菌剂。黄顶菊种子采自单优群落小区。棉花品种为中棉所 6 号与转 *Cry1A* 抗虫棉新科 8 号（GK83），两种种子均由中国农业科学院植保所廊坊中试基地药厂提供。

1.2 试验方法

盆栽试验设置黄顶菊单种（H）、中棉所 6 号单种（Z）、新科 8 号单种（X）以及黄顶菊分别与两种棉花混种（HZ、HX）5 种处理，每个处理包括添加（AMF+）与不添加（AMF−）两个水平，其中添加处理中接菌剂来自于 40 g 黄顶菊单优群落土壤中的孢子和 100 mL 无菌水，不添加处理中施加 100 mL 无菌水，每个处理 5 次重复。每盆装入基质（灭菌蛭石与灭菌土按体积 1∶1）至距盆口 1 cm 左右处。播种前黄顶菊种子用 75%酒精表面消毒，棉花种子经硫酸脱绒，洗净晾干。每盆播种 20 粒种子，其中混种处理中黄顶菊和棉花各播种 10 粒种子，相间种植。出苗后间苗至每盆 4 株，间苗后每周浇施一次 30%去磷 Hoagland 营养液，2 个月后测定各指标。

1.3 测定指标及方法

（1）株高与根冠比

选取各处理中生长一致的植株测定其株高，将植株连根拔起后洗净根上泥土，将根和茎叶分别置于烘箱 75 ℃、24 h 烘干至恒质量后分别测定生物量 m_r、m_s，其中：

$$\text{根冠比（root/shoot ratio）} = m_r/m_s \quad (1)$$

（2）相对竞争能力

植物的竞争能力的大小用相对竞争能力（CRCI）来表示（Oksanen et al.，2006），其计算方法为：

$$CRCI=\arcsin(RNE) \quad (2)$$

其中 $RNE=(X-Y)/\max(X, Y)$,其中 X 为单种时植株的生物量，Y 为混种时植物的生物量。

CRCI=0 说明植物之间的竞争对目标植物没有影响，CRCI>0 说明植物之间的竞争生长抑制了目标植物的生长，CRCI<0 说明植物之间的竞争生长促进了目标植物的生长。

（3）叶绿素含量与膜脂过氧化产物测定

用 95%乙醇提取，分光光度计法测定叶绿素含量；用硫代巴比妥酸比色法测定丙二醛（MDA）含量；用氮蓝四唑（NCRY1A）法测定超氧化物歧化酶 SOD 酶活性;用愈创木酚法测定过氧化物酶 POD 酶活性。

（4）侵染率

采用酸性品红乳酸染液染色镜检法测定 AMF 侵染率，侵染率(%)=∑(0%×根段数+10%×根段数+20%×根段数+…100%×根段数)/观察总根段数。

1.4 数据处理与分析

数据采用 SPSS 20.0 进行单（相同处理）、双（整体）因素方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对黄顶菊及棉花相对竞争能力、株高、根冠比和叶片叶绿素含量的影响

由表 1 可知，无论是否添加 AMF，竞争生长对黄顶菊有利，而抑制了两种棉花的生长，这在植株

表 1 不同处理对黄顶菊及棉花相对竞争能力、株高、根冠比和叶绿素含量的影响

Table 1 Effects of different treatments on CRCI plant height, root shoot ratio and chlorophyll content of *F. bidentis* and cottons

处理	种植方式	相对竞争力		株高/cm		根冠比		叶绿素/(mg·g^{-1})	
		AMF+	AMF-	AMF+	AMF-	AMF+	AMF-	AMF+	AMF-
黄顶菊	H/HZ	-0.53±0.08a	-0.53±0.08a	32.15±1.28a	30.45±1.84a	0.76±0.09a	0.73±0.06a	1.86±0.11a*	1.57±0.04a
	H/HX	-0.49±0.04a	-0.40±0.06a	25.03±0.16b	24.02±0.8b	0.81±0.06a	0.74±0.07a	1.30±0.07b	1.49±0.17ab
	H			19.33±0.78c	16.04±0.73c	0.73±0.01a	0.79±0.08a	1.12±0.01c	1.30±0.07b*
中棉所 6 号	Z/HZ	0.98±0.09a	0.88±0.08a	9.43±0.12b	9.97±0.28b	0.31±0.03b	0.35±0.07a	1.76±0.03a*	1.13±0.09b
	Z			16.75±0.35a	17.93±1.98a	0.50±0.03a	0.45±0.06a	1.74±0.08a	1.74±0.07a
新科 8 号	X/HX	0.63±0.03a	0.64±0.06a	13.03±0.6b	12.55±0.91b	0.29±0.03b	0.35±0.03a	1.02±0.1b*	0.75±0.1b
	X			16.87±0.83a	17.07±0.15a	0.50±0.05a	0.45±0.05a	1.98±0.11a*	1.66±0.04a

（1）图中字母表示相同施加菌剂情况下，不同种植方式下在 0.05 水平的差异显著性；（2）有*表示相同种植方式，不同施加菌剂情况下在 0.05 水平的差异达到显著，无*则无显著性差异；（3）AMF+：添加菌剂的处理；AMF-没有添加菌剂的处理；（4）H/HZ：与中棉所 6 号混种的黄顶菊；H/HX：与新棉 8 号混种的黄顶菊；Z/HZ：与黄顶菊混种的中棉所 6 号棉花；X/HX：与黄顶菊混种的新棉 8 号棉花；H：黄顶菊单种；Z：中棉所 6 号棉花单种；X：新棉 8 号棉花单种；（5）样品重复数：n=5。下同

的株高和叶片叶绿素含量上皆有体现。混种黄顶菊的株高和叶片叶绿素含量显著高于单种时黄顶菊的株高和叶绿素含量；而棉花却相反，两种棉花与黄顶菊混种时株高和叶绿素含量均低于单种时。竞争生长对黄顶菊的根冠比无影响，但是在加菌条件下却显著抑制了两种棉花的根冠比；添加 AMF 对 3 种植物的叶片叶绿素含量皆产生显著影响。

2.2　不同处理对黄顶菊及棉花叶片 MDA 含量、POD 和 SOD 酶活性的影响

由表 2 可知，竞争生长显著降低了与中棉所 6 号竞争生长的黄顶菊的 MDA 含量和 SOD 活性显著降低、POD 活性显著升高，提高了中棉所 6 号 POD 的活性。施加菌剂后，AMF 显著降低了黄顶菊单种处理中 POD 和 SOD 的活性，提高了黄顶菊混种处理中 SOD 的活性；AMF 降低了单种处理中两种棉花的 POD 活性，提高了混种处理中中棉所 6 号的 POD 活性和新科 8 号的 SOD 活性。

2.3　接种黄顶菊根系聚集 AMF 菌落对不同处理黄顶菊和棉花根系的侵染效果

由表 3 可知，AMF 菌落对单种黄顶菊根系的侵染率和菌丝定殖率都显著低于与棉花混种时的黄顶菊；而与混种时的黄顶菊相比，单种黄顶菊却有着较高的泡囊定殖率；接种 AMF 菌落对单种棉花的菌丝定殖率显著高于与黄顶菊混种的棉花；两种棉花单种以及各自与黄顶菊混种时，AMF 对棉花根系的侵染率、泡囊定殖率和丛枝定殖率都没有影响。

3　讨论与结论

3.1　讨论

AMF 在农业育种、生态调控等方面具有强大的潜在价值和研究前景已经受到众多学者的认可。本研究结果表明，添加黄顶菊根系 AMF 菌群处理黄顶菊与两种棉花竞争关系，通过植物根系侵染率测定比对得出，单种黄顶菊受 AMF 侵染程度低于混种黄顶菊；单种时棉花根系中菌丝定殖率高于混种时棉花，表明该特异 AMF 与黄顶菊根系的共生能力强于棉花。进一步比较竞争生长中各植物的相对竞争能力时发现，无论是否添加 AMF，竞争生长都对黄顶菊有利，而两种棉花的生长均被抑制，这在植株的株高和叶片叶绿素含量上皆有体现。混种黄顶菊的株高和叶片叶绿素含量显著高于单种时黄顶菊的株高和叶绿素含量；而棉花却相反，两种棉花与黄顶菊混种时株高和叶绿素含量均低于单种时。竞争生长对黄顶菊的根冠比无影响，但是在加菌条件下却显著抑制了两种棉花的根冠比。由棉花的株高被抑制加上叶绿素含量和根冠比的降低，可知竞争生长对棉花地上、地下生长都不利。

作为一种外来入侵植物，黄顶菊不仅生长迅速，而且能通过其入侵特性影响其他植物的生长，研究表明黄顶菊通过向周围环境中释放化感物质，创造抑制周围植物生长而利于自身生长的偏利条件，进而占据生态位（王蕾，2008；鲁萍等，2005），本研究结果亦是该现象的一种体现。在未添加 AMF

表 2　不同处理对黄顶菊及棉花叶片 MDA 含量、POD 和 SOD 酶活性的影响

Table 2　Effects of different treatments on MDA content, POD and SOD activity of *F. bidentis* and cottons

处理	种植方式	MDA/(μmol·g^{-1})		POD/(U·g^{-1}·min^{-1})		SOD/(U·g^{-1})	
		AMF+	AMF-	AMF+	AMF-	AMF+	AMF-
黄顶菊	H/HZ	2.06±0.17b	2.10±0.24b	64.71±2.54a	68.53±0.83a	99.02±5.19a*	24.13±3.57b
	H/HX	3.52±0.31a	2.71±0.51ab	60.80±5.33ab	65.27±2.1b	69.40±1.64b*	30.52±3.95b
	H	3.84±0.12a	3.36±0.44a	54.87±3.07b	64.42±1.74b*	22.19±1.95c	141.43±3.73a*
中棉所 6 号	Z/HZ	1.48±0.07a	1.50±0.22a	466.31±3.63a*	382.58±37a	23.52±3.09b	26.30±4.08a
	Z	1.32±0.15a	1.36±0.09a	83.73±4.62b	114.40±9.24b*	64.42±5.86a*	24.33±0.42a
新科 8 号	X/HX	0.97±0.09b	1.26±0.1a	564.53±29a	509.51±22.89b	76.70±4.79a*	37.30±1.78b
	X	1.72±0.12a	1.23±0.08a	428.44±33.48b	649.42±18.93a*	53.64±4.32b	97.14±5.85a*

表 3　接种黄顶菊根系聚集 AMF 菌落对不同处理黄顶菊和棉花根系的侵染效果

Table 3　The abuscular mycorrhizal fungi colonization rate in roots of *F. Bidentis* and cottons

处理	种植方式	侵染率	菌丝	泡囊	丛枝
黄顶菊	H	0.63±0.31a	0.68±0.15a	0.90±0.52c	0.47±0.62a
	H/HX	0.75±0.19b	0.92±0.33b	0.70±0.57b	0.44±0.48a
	H/HZ	0.76±0.17b	0.71±0.12a	0.52±0.26a	0.50±0.52a
中棉所 6 号	Z	0.28±0.40a	0.46±0.37b	0.26±0.43a	0.20±0.35a
	Z/HZ	0.20±0.35a	0.26±0.19a	0.25±0.45a	0.24±0.29a
新棉 8 号	X	0.25±0.45a	0.47±0.67b	0.37±0.54a	0.22±0.26a
	X/HX	0.19±0.34a	0.24±0.51a	0.34±0.43a	0.24±0.29a

处理的相同环境条件下，黄顶菊与棉花的种间竞争明显大于各自种内竞争，且黄顶菊对棉花的地上部分生长存在显著的抑制性作用，可见黄顶菊的存在造成了棉花生长的一种逆环境。

逆境的存在往往会激活植物体内叶片内一系列的保护系统，MDA 在植物中的含量多少，可以作为判断植株抗逆境能力的指标之一（周瑞莲等，1995）。本试验中，黄顶菊在同棉花的竞争过程中占有着绝对的优势，使得黄顶菊混种时 MDA 含量较单种时有所降低；棉花虽与黄顶菊竞争时处于劣势，但添加 AMF 处理的棉花较对照组相比较，叶片内 MDA 含量亦有所降低，说明施加 AMF 能够缓解棉花生长过程中所受到的逆境胁迫程度。

逆境胁迫下，植物体内叶片内还会产生保护酶抗氧化防御系统，此系统主要由包含 SOD 和 POD 等多种重要酶组成，这些酶协同作用以去除植物体内叶片内的活性氧自由基，使植物体内叶片内自由基的产生与清除处于平衡状态，可起到调节膜透性、增加膜结构和功能稳定性的作用（侯立刚等，2012；衣莹等，2013）。但正常情况下，植物体内叶片内活性氧的产生与清除同 MDA 一样是平衡的，只有当植物在逆境条件下，活性氧的产生才会激活植物的保护酶系统，使植物体内叶片内的保护酶活性增加，以保护细胞膜不受伤害；一旦这种保护机制遭到某种程度的破坏，就会使活性氧在细胞中累积，对细胞膜产生一定程度的伤害（白宝章等，1993；魏臻武等，2006）。结合本试验可推测，在同棉花的竞争过程中，黄顶菊虽然处于优势，但因为 AMF 在增加棉花抗逆性的同时，也给黄顶菊的生长造成了一定的压力，故而黄顶菊叶片细胞内的 SOD 酶被激活，活性增加；而与黄顶菊混种的棉花较单种的棉花相比，其株体矮小、生物量和根冠比显著降低、叶片色泽浅黄说明的叶绿素含量下降，推测可能是棉花遭遇了严重的逆境胁迫，SOD 酶的量已不足以清除细胞内累积的超氧自由基（O_2^-），故而 SOD 酶活性也呈现出减弱的现象。添加 AMF 处理的棉花和黄顶菊同未添加 AMF 的处理组相比较，黄顶菊和棉花叶肉细胞中 SOD 酶活性皆显著降低，说明 AMF 同时增加了黄顶菊和棉花的抗逆性。在相互竞争的生长过程中，棉花与黄顶菊的 POD 酶皆被激活，添加 AMF 处理还能够增强棉花、降低黄顶菊 POD 酶的表达，由此,黄顶菊根系聚集的 AMF 菌群对黄顶菊的作用大于棉花。

3.2 结论

根据本研究结果，综合株高、根冠比、相对竞争能力、侵染率和抗逆酶活性等指标，可推测在竞争生长过程中，黄顶菊的存在给棉花的生长造成了一种逆境，主要表现在棉花的叶片叶绿素含量、株高和根冠比均被抑制，而黄顶菊自身叶片叶绿素含量、株高和根冠比得到增加；菌剂的添加可以在一定程度上缓解棉花所受逆境胁迫程度，但因添加的菌剂为黄顶菊根际土壤聚集的 AMF 菌群，该菌剂对黄顶菊抗逆胁迫作用的提高大于对棉花。

此外，本研究只是针对入侵植物黄顶菊入侵后形成的特异优势菌对入侵植物黄顶菊本身和本地作物棉花做了一个反馈性的试验，并综合分析了两种植物在竞争生长过程中的相对竞争能力以及特异 AMF 对两种植物生长的影响。未能研究相对竞争机制同特异 AMF 之间的关系，故而有必要进行进一步的试验，以期研究和探讨 AMF 在入侵植物和本地植物竞争过程中作用的详细机理，以及 AMF 的特异性机理。

参考文献：

DANIELS B A, SKIPPER H D. 1982. Methods for the recovery and quantitative estimation of propagules from soil [M] // SCHENCK N C. Methods and Principles of Mycorrhizal Research. St. Paul, MN: American Phytopathologic Society: 29-35.

EZAWA T, SMITH S E, SMITH F A P, et al. 2002. Metabolism and transport in AM fungi [J]. Plant and Soil, 244(1-2): 221-230.

FUMANAL B, PLENCHETTE C, CHAUVEL B, et al. 2006. Which role can arbuscular mycorrhizal fungi play in the facilitation of Ambrosia astemisifolia L. invasion in France? [J]. Mycorrhiza, 17(1): 25-35.

GAO X M, TANG T G, LIANG Y, et al. 2004. An alert regarding biological invasion by a new exotic plant, *Flaveria bidentis*, and strategies for its control [J]. Biodiversity Science, 12(2): 274-279.

GONZALEZ L, SOUTO X C, REIGOSA M J. 1995. Allelopathic effects of Acacia melanoxylon R. Br. Phyllodes during their decomposition [J]. Forest Ecology and Management, 77(1-3): 53-63.

GOVINDARAJULU M, PFEFFER P E, JIN H R, et al. 2005. Nitrogen transfer in the arbuscular mycorrhizal symbiosis [J]. Nature, 435(7043): 819-823.

MULETA D, ASSEFA F, NEMOMISSA S, et al. 2008. Distribution of arbuscular mycorrhizal fungi spores in soils of smallholder agroforestry and monocultural coffee systems in southwestern Ethiopia [J]. Biology and Fertility of Soils, 44(4): 653-659.

OKSANEN L, SAMMUL M, MAGI M. 2006. On the indices of plant-plant competition and their pitfalls [J]. Oikos, 112(1): 149-155.

WARDLE D A, BARDGETT R D, KLIRONOMOS J N, et al. 2004. Ecological linkages between aboveground and belowground biota [J]. Science, 304(5677): 1629-1633.

白宝章, 唐学军. 1993. 植物生理试验学指导 [M]. 北京: 中国科学技术出版社: 48-150.

冯建永, 庞民好, 刘颖超, 等. 2009. 棉田黄顶菊的经济阈值及竞争临界期[J]. 植物保护学报, 36(6): 561-566.

何博. 2010. 黄顶菊入侵地土壤因子及黄顶菊与 AMF 共生研究[D]. 陕西: 西北农林科技大学. 9-33.

侯立刚, 陈温福, 马巍, 等. 2012. 低温胁迫下不同磷营养对水稻叶片质膜透性及抗氧化酶活性的影响[J]. 华北农学报, 27(1): 118-123.
鲁萍, 桑卫国, 马克平. 2005. 外来入侵种紫茎泽兰研究进展与展望[J]. 植物生态学报, 9(6): 1029-1037.
王贵启, 许贤, 王建平, 等. 2011. 黄顶菊对棉花生长及产量的影响[J]. 植物保护, 37(3): 84-86.
王蕾. 2008. 外来植物黄顶菊入侵对土壤理化性质及生物活性的影响[D]. 合肥: 安徽农业大学.
魏臻武, 王德贤, 贺连昌. 2006. 超氧化物歧化酶在苜蓿抗寒锻炼过程中的作用[J]. 草业科学, 23(7): 15-18.
衣莹, 张玉龙, 郭志富, 等. 2013. 冬小麦叶片对低温胁迫的生理响应[J]. 华北农学报, 28(1): 144-148.
周瑞莲, 赵哈林. 1995. 秋季牧草根系中营养含量和酶活性变化及其抗寒性研究[J]. 植物生态学报, 18(4): 345-351.

The Feedback of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on the Competition between *Flaveria bidentis* and Cotton

YIN Jilin[1], ZHANG Xiaoya[1], YAN Jing[1], LI Qiao[2], JIA Yueyue[1], ZHANG Fengjuan[1], WAN Fanghao[2]

1. College of Life Sciences, Hebei University, Baoding 071002, China;

2. State Key Laboratory for Biology of Plant Diseases and Insect Pests, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China

Abstract: *Flaveria bidentis*, a mycorrhizal plant, widely spread in Hebei Province in recent years. It has caused serious threat to the production of cotton in its invaded area for it had much niche overlap with cotton. In order to clarify the role of *arbuscular mycorrhizal* fungi (AMF) that was gathered in the rhizosphere soil of *F. bidentis* on the competition between *F. bidentis* and cotton, the feedback experiment was carried out in the greenhouse experiment. Two varieties of local cotton CCRI6 and GK83 that were widely cultivated in Hebei Province was selected for the experiment. The result showed that the height and root/shoot ratio of the cottons were inhibited when they competed with *F. Bidentis*. AMF promoted the growth of the aerial part of cotton in the mixture treatment. The competition significantly inhibited the concentration of MDA and the activity of SOD of *F. Bidentis* and increased the activity of POD when it competed with CCRI6. The activity of POD of CCRI6 increased. The infection rate of AMF in *F. Bidentis* was bigger than that in cotton. AMF significantly reduced the activities of POD and SOD of *F. Bidentis* in single treatment and increased the activities of POD and SOD of *F. Bidentis* in mixture treatment. AMF reduced the POD activities of the cottons in single treatment while increased the POD activity of CCRI6 and SOD activity of GK83. The results helped to discuss the feedback relationship between the invasive species and soil microbial and provided the important basis for exposing the invasive mechanism of *F. Bidentis*.

Key words: arbuscular mycorrhizal fungi; *Flaveria bidentis*; cotton; competition