

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第 31 卷 第 22 期 Vol.31 No.22 **2011**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 31 卷 第 22 期

2011 年 11 月 (半月刊)

目 次

叶冠尺度野鸭湖湿地植物群落含水量的高光谱估算模型	林 川, 宫兆宁, 赵文吉 (6645)
中国水稻潜在分布及其气候特征	段居琦, 周广胜 (6659)
大豆异黄酮浸种对盐胁迫大豆幼苗的生理效应	武玉妹, 周 强, 於丙军 (6669)
黑河中游荒漠绿洲过渡带多枝桧柳对地下水位变化的生理生态响应与适应	张 佩, 袁国富, 庄 伟, 等 (6677)
高寒退化草地甘肃臭草种群分布格局及其对土壤水分的响应	赵成章, 高福元, 石福习, 等 (6688)
基于生态足迹思想的皂市水利枢纽工程生态补偿标准研究	肖建红, 陈绍金, 于庆东, 等 (6696)
基于 MODIS 黄河三角洲湿地 NPP 与 NDVI 相关性的时空变化特征	蒋蕊竹, 李秀启, 朱永安, 等 (6708)
高分辨率影像支持的群落尺度沼泽湿地分类制图	李 娜, 周德民, 赵魁义 (6717)
土壤食细菌线虫对拟南芥根系生长的影响及机理	成艳红, 陈小云, 刘满强, 等 (6727)
基于网络 K 函数的西双版纳人工林空间格局及动态	杨珏婕, 刘世梁, 赵清贺, 等 (6734)
树轮灰度与树轮密度的对比分析及其对气候要素的响应	张同文, 袁玉江, 喻树龙, 等 (6743)
冀北山地阴坡优势树种的树体分维结构	田 超, 刘 阳, 杨新兵, 等 (6753)
帽峰山常绿阔叶林辐射通量特征	陈 进, 陈步峰, 潘勇军, 等 (6766)
不同类型拌种剂对花生及其根际微生物的影响	刘登望, 周 山, 刘升锐, 等 (6777)
一种自优化 RBF 神经网络的叶绿素 a 浓度时序预测模型	仝玉华, 周洪亮, 黄浙丰, 等 (6788)
不同种源麻栎种子和苗木性状地理变异趋势面分析	刘志龙, 虞木奎, 马 跃, 等 (6796)
黄土丘陵区植物叶片与细根功能性状关系及其变化	施 宇, 温仲明, 龚时慧 (6805)
干旱区五种木本植物枝叶水分状况与其抗旱性能	谭永芹, 柏新富, 朱建军, 等 (6815)
火灾对马尾松林地土壤特性的影响	薛 立, 陈红跃, 杨振意, 等 (6824)
江苏省太湖流域产业结构的水环境污染效应	王 磊, 张 磊, 段学军, 等 (6832)
高温对两种卡帕藻的酶活性、色素含量与叶绿素荧光的影响	赵素芬, 何培民 (6845)
江苏省典型干旱过程特征	包云轩, 孟翠丽, 申双和, 等 (6853)
黄土高原半干旱草地地表能量通量及闭合率	岳 平, 张 强, 杨金虎, 等 (6866)
光质对烟叶光合特性、类胡萝卜素和表面提取物含量的影响	陈 伟, 蒋 卫, 邱雪柏, 等 (6877)
铜陵铜尾矿废弃地生物土壤结皮中的蓝藻多样性	刘 梅, 赵秀侠, 詹 婧, 等 (6886)
圈养马麝刻板行为表达频次及影响因素	孟秀祥, 贡保草, 薛达元, 等 (6896)
田湾核电站海域浮游动物生态特征	吴建新, 阎斌伦, 冯志华, 等 (6902)
马鞍列岛多种生境中鱼类群聚的昼夜变化	汪振华, 王 凯, 章守宇 (6912)
基于认知水平的非使用价值支付动机研究	钟满秀, 许丽忠, 杨 净 (6926)
综述	
植物盐胁迫应答蛋白质组学分析	张 恒, 郑宝江, 宋保华, 等 (6936)
沉积物氮形态与测定方法研究进展	刘 波, 周 锋, 王国祥, 等 (6947)
野生鸟类传染性疾病预防研究进展	刘冬平, 肖文发, 陆 军, 等 (6959)
鱼类通过鱼道内水流速度障碍能力的评估方法	石小涛, 陈求稳, 黄应平, 等 (6967)
专论	
IPBES 的建立、前景及应对策略	吴 军, 徐海根, 丁 晖 (6973)
研究简报	
柠条人工林幼林与成林细根动态比较研究	陈建文, 王孟本, 史建伟 (6978)

期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 344 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 35 * 2011-11



封面图说: 滩涂芦苇及野鸭群——中国的海岸湿地, 尤其是长江入海口以北的海岸线, 多为泥质性海滩, 地势宽阔低洼, 动植物资源丰富, 生态类型独特, 为迁徙的鸟提供了丰富的食物和休息、庇护的良好环境, 成为东北亚内陆和环西太平洋鸟类迁徙的重要中转站和越冬、繁殖地。一到迁徙季节, 成千上万的各种鸟类飞临这里, 尤其是雁鸭类数量庞大, 十分壮观。

彩图提供: 陈建伟教授 国家林业局 E-mail: cites.chenjw@163.com

刘登望, 周山, 刘升锐, 吴佳宝, 李林. 不同类型拌种剂对花生及其根际微生物的影响. 生态学报, 2011, 31 (22): 6777-6787.

Liu D W, Zhou S, Liu S R, Wu J B, Li L. Effects of seed-dressing agents on groundnut and rhizosphere microbes. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31 (22): 6777-6787.

不同类型拌种剂对花生及其根际微生物的影响

刘登望¹, 周 山², 刘升锐², 吴佳宝², 李 林^{1,*}

(1. 湖南农业大学农学院、旱地作物研究所, 长沙 410128; 2. 湖南农业大学生物科学技术学院, 长沙 410128)

摘要:拌种处理对于花生一播全苗和稳定高产非常重要。选用不同类型的 4 种拌种剂即哈茨木霉菌剂(真菌拮抗剂)、甲基托布津(杀真菌剂)、适乐时(杀真菌剂)、好安威(化学杀虫剂)处理花生种子,通过测定花生农艺性状、品质指标、根际土壤微生物动态等来评价其对花生和环境的综合效应。结果表明:1)各种杀菌剂拌种均能提高花生成苗率,而好安威略差;各拌种剂促进花生株高、叶绿素含量,而单株叶片数适乐时增多,好安威减少,单株分枝数盛花期有所增多(好安威除外),结果期均略减少;单株烂、虫、芽果数均减少,单株秕果数增加,单株饱果数降低(好安威除外),百果重和百仁重提高(哈茨木霉除外),而饱满度降低;最终荚果产量除哈茨木霉略低,其余拌种剂增产效果极显著,甲基托布津、适乐时、好安威比对照分别增产 34.58%、25.90%、22.82%。2)哈茨木霉拌种使蛋白质含量、亚油酸含量增幅最大,油份含量增幅较大,油亚比值降幅最大;甲基托布津处理的蛋白质和油份含量降幅最大;适乐时对提高油份含量、油亚比值效果最佳;好安威对品质指标的影响有限。3)从细菌及放线菌与真菌的比值来看,甲基托布津促细菌、抑真菌的效果好且长,对放线菌/真菌比值影响较小;哈茨木霉在前中期促细菌与放线菌、抑真菌的效果明显,但后期效果趋反;适乐时促细菌、抑真菌的效果短促,且一直强烈抑制放线菌;而好安威相比影响较小。4)好安威对根瘤菌具有显著的抑制作用,而哈茨木霉、适乐时、甲基托布津均极显著增加根瘤数量。结论:各拌种剂对花生产量、品质、根瘤、根际微生物产生了较大差异的综合效应,须因地、因时选用;化学杀菌剂甲基托布津的农艺效应、环境微生物效应均最好,唯蛋白质含量、油份含量略有降低,是一种较理想的综合优良拌种剂。

关键词:花生;拌种剂;产量;品质;根际土壤微生物

Effects of seed-dressing agents on groundnut and rhizosphere microbes

LIU Dengwang¹, ZHOU Shan², LIU Shengrui², WU Jiabao², LI Lin^{1,*}

1 College of Agronomy and Institute of Upland Crops, Hunan Agricultural University (HAU), Changsha 410128, China

2 College of Biosciences & Biotechnology, HAU, Changsha 410128, China

Abstract: Seed dressing of peanut plays an important role in full stand and achieving high and stable yield. Four different types of seed dressing agents *Trichoderma harzianum* (biological antifungi agent), Thiophanate-methyl (chemical fungicide, TM), Celest (chemical fungicide), Carbosulfan (chemical insecticide) were used to treat peanut seeds, and their comprehensive effects on peanut and environment were evaluated by measuring the growth and development, yield, quality of peanut, and soil microorganisms. The results are as follows: 1) All antifungi agents increased seedling rate, while Carbosulfan had less effect. All seed dressing agents promoted plant height, chlorophyll content, however the number of branches and leaves per plant reduced except for Celest; The number of rotted, insects-damaged, and germinated pod per plant were reduced while blighted pod increased, whereas number of full pod per plant increased only for Carbosulfan. 100-pod mass and 100-seed mass were significantly higher than the control, except for *T. harzianum*, while the fullness degree was lower than the control. In addition to slightly lower yields for *T. harzianum*, the others gave extremely significant increase of yield over the control. Of the treatments, TM, Celest, Carbosulfan gave rise to yield increase of 34.58%,

基金项目:国家科技支撑计划项目(2009BADA8B03-6, 2009BADA8B03-7); 国家现代农业产业技术体系建设专项资金项目(CARS-14)

收稿日期:2011-02-11; **修订日期:**2011-09-14

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: lilindw@163.com

25.90%, 22.82% compared to the control, respectively. 2) *T. harzianum* had the most increase in protein and Linoleic acid content, larger increase in oil content, and the most decrease in ratio of Oleic acid/Linoleic acid (O/L); TM decreased protein and oil content mostly; Celest increased oil content and O/L mostly; Carbosulfan had a limited impact on the quality indicators. 3) With respect to the ratio of bacteria (actinomycetes) to fungi, TM kept on promoting bacteria and inhibiting fungi, while had less effect on ratio of actinomycetes to fungi; *T. harzianum* had significant effect on promoting bacteria and actinomycetes, and suppressing fungi at early and middle stage, but tended to the contrary at late stage; Celest produced temporary bacteria promotion and antifungal effect, and had been suppressing actinomycetes strongly; Carbosulfan had less effect. 4) Carbosulfan significantly inhibited the number of nodules (rhizobia), while *T. harzianum*, Celest, and TM promoted it significantly. In conclusion, the seed dressing agents had large and different combined effect on the yield, quality, root nodule, rhizosphere microorganisms, they should be used in according to sites and time. Among the investigated agents, chemical fungicides TM gave the most agronomic and environmental-microbial effects with only slight decrease in protein and oil contents, which is an ideal seed dressing agent.

Key Words: groundnut; seed-dressing agent; yield; quality; rhizosphere soil microbes

花生是我国栽培面积仅次于油菜、总产位居首位的重要油料作物和经济作物。花生生产的逆境种类较多,主要病害超过 30 种,主要虫害超过 25 种^[1],具有普遍重要性的非生物逆境有低温、高温、干旱、渍涝等^[2],因此花生难于一播全苗,且不耐连作。为了防控病虫等生物逆境和低温等非生物逆境的不利影响,传统植保技术施用大量杀菌剂、杀虫剂等,且常规施药方法多是采用喷雾、撒药等,易造成靶标不准、伤害天敌、效率低、污染重等弊端。因此,改进传统施药方法,发展高效率低污染的拌种技术,在农作物植保中将得到广泛利用^[3]。迄今,有关拌种剂对预防花生病虫鼠害,促使全苗壮苗及增产效果的研究不乏报道^[4-14],但对花生品质影响的研究不够^[15-16],对生态环境影响的研究虽然在农药登记时有法定的毒理研究报告,却局限于考察其对动物的突变、致畸和致癌作用以及对水体的污染等,而对土壤环境微生物的影响研究尚未开展系统研究^[15,17],因而对拌种剂的评价不够全面,不利于其可持续利用。

现代农业植保措施的运用须兼顾经济、生态效益,即达到作物高产与优质、改土与环境生态效益的统一。鉴于作物-土壤-微生物系统的相互关系十分复杂,为此本研究通过测定花生生长发育、产量、品质、根际土壤微生物等因素来评定不同类型拌种剂的综合效应,以筛选集护芽、促苗、增产、优质和环保等功能于一体的理想花生拌种剂,提高花生生产的经济、生态和社会效益。

1 材料与方法

1.1 试点概况

试验于 2008—2010 年在湖南农业大学耘园试验基地进行。该地属亚热带季风湿润气候区,四季分明。年平均气温为 18.2 °C,最冷的 1 月平均气温 4.7 °C,最热的 7 月平均气温 29.4 °C。全年无霜期平均 275 d,平均降水量约 1400 mm。供试土壤为第四纪红壤发育的水稻土,偏粘性,肥力较好,排灌条件中等,连作花生 3 a。

1.2 供试材料

供试花生品种:湖南农业大学培育的大果高产新品种湘花 2008。

4 种拌种剂:1) 70% 甲基托布津可湿性粉剂(甲基硫菌灵, thiophanate-methyl, 简称为 TM, 日本曹达株式会社生产), 苯并咪唑类化学杀真菌剂, 内吸、广谱、低毒, 兼有预防和治疗作用, 在植物体内转化为多菌灵, 干扰真菌细胞有丝分裂过程中纺锤体的形成; 2) 2.5% 适乐时悬浮剂(咯菌腈, fludioxonil, 先正达(中国)投资有限公司生产), 苯吡咯类化学杀真菌剂, 非内吸、广谱、高效, 对子囊菌、担子菌、半知菌等许多病原真菌引起的种传和土传病害有非常好的防效, 通过抑制葡萄糖磷酸化的有关转运过程来抑制菌丝生长, 最终导致病菌死亡; 3) 哈茨木霉(*Trichoderma harzianum*)活体菌剂 T₂₋₁₆(湖南农科院植保研究所提供), 木霉属真菌, 广布于自然

界,对至少 18 属 29 种植物病原真菌具有拮抗作用,作用机制包括抗生、寄生、溶菌、竞争和诱导抗性等多种,并能促进植物生长;4)35% 好安威种子处理剂(丁硫克百威,Carbosulfan,湖南海利化工提供),氨基甲酸酯类杀虫剂,广谱、内吸、高效长效、低毒、低残留,通过抑制胆碱酯酶杀灭害虫。

1.3 试验处理

试验共设 5 个处理,1)哈茨木霉活体菌剂 T_{2-16} :按药种比 1:100 拌种,先将制剂稍微稀释,倒入种仁中,均匀拌制;2)2.5% 适乐时:按每 666.7m^2 种仁(15 kg)用悬浮种衣剂 60 mL 拌种,保证药剂拌种均匀;3)70% 甲基托布津:每 666.7m^2 种仁用 50 g 可湿性粉剂拌种,先将药剂调稀,然后与种子拌匀,保证药剂与水分被完全、均匀吸干;4)35% 好安威种子处理剂:每 666.7m^2 种仁用 30 g 可湿性粉剂拌种,拌种方法同甲基托布津;5)对照(CK),采用清水拌种。

采用随机区组试验设计,3 次重复。小区面积为 13.33m^2 ,每小区 20 行,行距 0.3 m,每行 8 穴,每穴播 2 粒。

1.4 观测项目与方法

1.4.1 生长发育与产量测定

在花生幼苗期(4 叶期)、盛花期、结荚期先后测定出苗率、成苗率以及生长发育动态[主茎高、分枝数、叶片数和叶绿素含量(SPAD 值)]。收获前每小区取 10 个植株考察经济性状,测定单株根瘤数量、单株饱果数、单株秕果数、百果重、百仁重、荚果饱满度、出仁率、单株生产力、单位面积荚果产量等。

1.4.2 种子品质测定

花生收获晒干后从每个小区中随机抽取 50 粒种子,采用傅立叶近红外漫反射仪测定种子脂肪、蛋白质和脂肪酸含量^[18-19],计算货架寿命指标油酸与亚油酸比值(O/L)。

1.4.3 根际土壤微生物区系的测定

(1) 土样采集与培养

在花生幼苗期(4 叶期)、盛花期、结荚期分别采集各个小区的根际土壤,具体方法如下:①铲除表层土 1 cm 左右,以避免地面微生物与根际土样混杂;②用对角取样法定点 5 处花生植株,小心挖取植株 20 cm 直径范围内的全部根系和土壤,采集与根系粘连的土壤样品,放入无菌塑料袋中,混匀后留取 1 kg 左右作为待测土样;③将土样放在 28℃ 恒温箱条件下培养 7 d。

(2) 微生物培养与计数

检测根际土壤中的细菌、真菌、放线菌分别用牛肉膏蛋白胨培养基、马铃薯葡萄糖培养基、高氏一号培养基培养。方法是:将稀释的土壤溶液分别接种到细菌、真菌、放线菌培养基上,每一稀释度设 3 个重复。接种后置 28℃ 恒温条件下,细菌培养 2 d,真菌培养 4 d,放线菌培养 7 d。对培养后的菌落用稀释平板法^[20]计数,计算每克干土中的微生物数量。

1.5 数据处理方法

数据整理和分析在 Excel 2003 下完成,采用 SPSS 软件进行方差分析和多重比较。

2 结果与分析

2.1 拌种剂对花生出苗和成苗的影响

花生播种 1 个月后分 3 次调查出苗率,并在成熟期调查成苗率(表 1)。结果表明,化学杀菌剂适乐时、甲基托布津以及生物抑菌剂哈茨木霉都能保护花生种子正常萌发,保证一播全苗。其中,第 3 次出苗率分别比对照高 12.78%、4.27%、4.74%,成苗率分别高 5.62%、4.68%、5.71%。而杀虫剂好安威保种护苗效果较差,这可能与其仅为杀虫剂不防病菌、而该试验地虫害较少有关。

2.2 拌种剂对花生生长发育的影响

分别在花生幼苗期、盛花期和结荚期调查和测定不同拌种剂处理对花生生长发育的影响(图 1)。

2.2.1 株高

在幼苗期,适乐时处理显著促进株高,甲基托布津有一定效果,好安威无差异,哈茨木霉降低株高;在盛花

期、结果期,各处理均极显著或显著促长。

表 1 不同拌种剂处理对花生出苗率与成苗率的影响

Table 1 Different seed treatment on peanut emergence and seedling rate

处理 Treatments	出苗率 Seed emergence rate/%			成苗率 Plant standing rate/%
	5 月 8 日 May 8	5 月 13 日 May 13	6 月 8 日 June 8	
哈茨木霉 <i>T. harzianum</i>	49.07±7.62 abA	62.81±9.92 bAB	78.08±8.39 bAB	70.09±2.33 aA
适乐时 Celest	51.88±1.36 aA	74.69±3.84 aA	86.12±1.51 aA	70.00±2.05 aA
甲基托布津 TM	49.06±1.95 abA	75.31±2.50 aA	77.61±1.00 bAB	69.06±2.19 aA
好安威 Carbosulfan	40.32±6.57 bA	56.88±1.90 bB	70.2±2.54 cB	56.25±2.67 cB
对照 CK	43.13±2.86 abA	63.13±1.96 bAB	73.34±3.15 bcB	64.38±2.44 bA

TM 代表甲基托布津;表中不同字母间表示差异显著

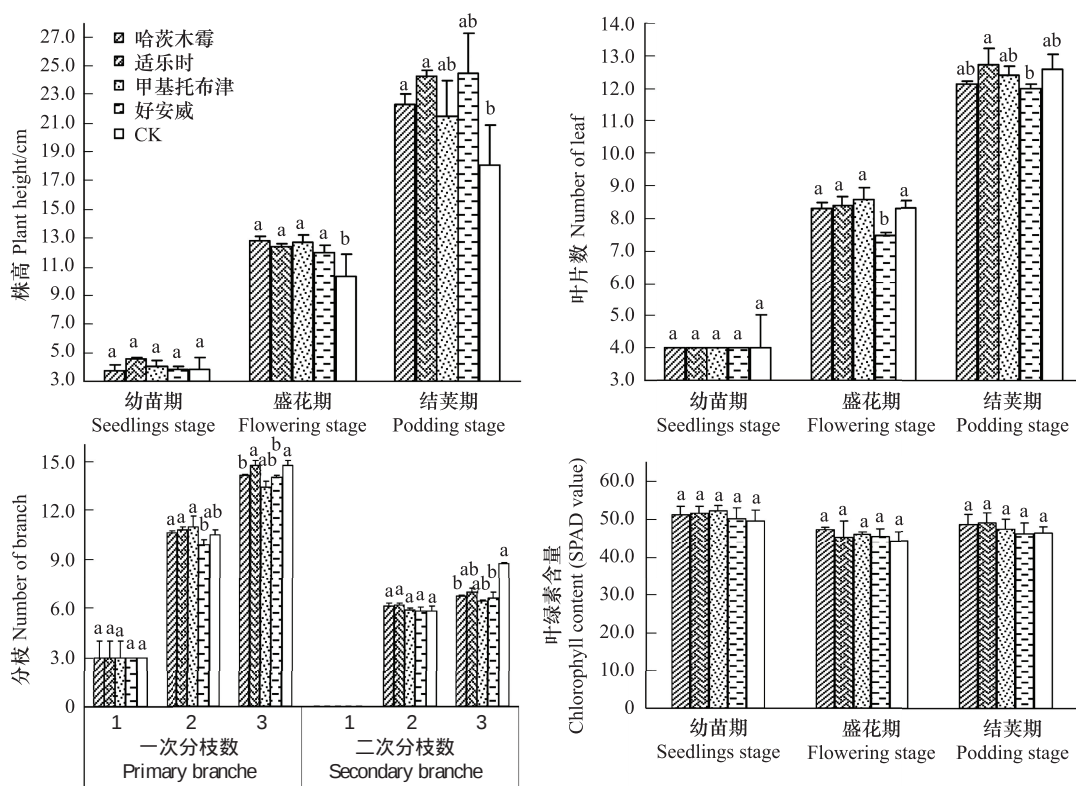


图 1 不同拌种剂处理对花生主要生育期生长发育的影响

Fig. 1 Effect of seed dressing agents on peanut growth and development of the main growth period

2.2.2 叶片数

在幼苗期,各处理的叶片数与对照无差异;在盛花期,甲基托布津、适乐时处理的叶片数较多,哈茨木霉无差异;在结果期,适乐时处理的叶片数略多于对照,其余均低于对照,尤其好安威处理在后两个时期的叶片数均最少。

2.2.3 分枝数

在幼苗期,各处理的分枝数无差异;在盛花期,单株 1 次分枝数除好安威稍低外,其余处理较高,甲基托布津最高,而单株 2 次分枝数除好安威与对照相同外,其余 3 种处理均增多;在结果期,单株 1 次分枝数除适乐时与对照相同外,其他处理均略减少,而单株 2 次分枝数均显著减少。

2.2.4 叶绿素含量

在各个生育时期,4 个拌种剂处理的叶绿素含量均高于对照,只有结果期好安威处理稍低。

2.2.5 相关性分析

由图 1、表 2 分析可知,拌种剂处理促进各生育期株高的同时,叶绿素含量亦增高;单株叶片数、1 次及 2 次分枝数在盛花期与株高有一定的协同增长,而在结荚期趋势相反。

表 2 不同拌种剂处理对花生生长相关性的影响

Table 2 Effects of different seed treatment on growth correlation

生育时期 Stage	性状指标 Character Index	叶片数 Number of leave	1 次分枝 Primary branch	2 次分枝 Secondary branch	叶绿素含量 Chlorophyll content (SPAD value)
幼苗期 Seedlings stage	株高	0.0000	0.0000	0.0000	0.4915
	叶片数		0.0000	0.0000	0.0000
	1 次分枝			0.0000	0.0000
	2 次分枝				0.0000
盛花期 Flowering stage	株高	0.1744	0.3346	0.6081	0.8546
	叶片数		0.9772 **	0.4383	0.1443
	1 次分枝			0.5029	0.2167
	2 次分枝				0.4583
结荚期 Podding stage	株高	-0.3742	-0.1749	-0.7794	0.3589
	叶片数		0.5355	0.5335	0.2535
	1 次分枝			0.7134	0.1746
	2 次分枝				-0.3352

* 表示均值差的显著水平为 0.05, ** 表示均值差的显著水平为 0.01

2.3 拌种剂对花生经济性状及产量的影响

由表 3、表 4 可知,与对照比较,各处理的单株烂虫芽果数均减少;计入产量的单株秕果数均大幅度增加(30.8%—59.0%),以甲基托布津增幅最大;单株饱果数好安威比对照多 27.4%,甲基托布津略降低(2.7%),哈茨木霉、适乐时显著减少(25.5%—27.4%);单株总果数好安威增幅最大,其次甲基托布津,适乐时持平,哈茨木霉减少。百果重和百仁重以哈茨木霉低于对照(1.0%、7.7%),其余各处理都明显增高(5.6%—25.4%、7.9%—24.7%),适乐时最高;各处理的饱果重率、饱仁重率均低于对照,出仁率除适乐时略高于对照外,其余各处理均降低,即果壳有增厚趋势。

表 3 不同拌种剂处理对花生结果性能的影响

Table 3 Effect of seed dressing treatments on the podding performance of peanut

处理 Treatments	结果性能 Podding performance/(个/株)			
	烂虫芽果 RIG pod	秕果 Blighted pod	饱果 Full pod	总果 Total pod
哈茨木霉 <i>T. harzianum</i>	0.6±0.36 bB	10.2±1.81 abA	7.7±1.04 bB	18.5±3.18 bA
适乐时 Celest	1.1±0.17 abAB	11.2±0.72 aA	8.0±0.62 bB	20.3±1.45 abA
甲基托布津 TM	0.9±0.7bAB	12.4±0.46 aA	10.3±1.65 abAB	23.6±2.69 abA
好安威 Carbosulfan	1.2±0.1 abAB	11.8±0.66 aA	13.5±0.5 aA	26.5±0.76 aA
对照 CK	1.6±0.56 aA	7.8±3.54 bA	10.6±4.62 abAB	20.0±8.67 abA

RIG 表示烂虫芽果

表 4 不同拌种剂处理对花生果仁重与饱满度的影响

Table 4 Effects of seed dressing treatments on weight and plumpness of seed and pod of peanut

处理 Treatments	果仁重 Weight of pod and seed/g		饱满度 Plumpness/%		
	百果重	百仁重	饱果率	饱仁率	出仁率
	100-pod mass	100-seed mass	Full pod ratio	Full seed ratio	Shelling percent
哈茨木霉 <i>T. harzianum</i>	170.2±1.61 dD	65.1±4.64 dD	48.58±2.32 eD	69.62±2.27 dD	61.43±2.73 bB
适乐时 Celest	215.5±1.32 aA	87.9±1.82 aA	64.28±2.05 dC	75.12±1.63 cC	72.45±3.02 aA
甲基托布津 TM	196.1±5.15 bB	76.1±0.85 bB	69.42±3.95 cBC	79.81±1.46 bB	69.16±0.91 aA
好安威 Carbosulfan	181.5±1.42 cC	76.4±3.55 bB	74.54±2.38 bAB	82.56±1.75 bAB	70.35±1.38 aA
对照 CK	171.9±4.28 dD	70.5±1.97 cC	78.70±3.06 aA	85.40±1.22 aA	72.15±0.55 aA

拌种剂对花生产量的影响结果见表 5。结果表明,甲基托布津处理的产量最高,比对照增产 34.58%;其次为适乐时,比对照增产 25.90%,二者增产均源于成苗率、单株产量提高;好安威比对照增产 22.82%,增产源于单株产量大幅提高,而成苗率是负贡献;哈茨木霉与对照产量基本持平,系因成苗率的提高与单株产量的降低对产量的影响基本相抵。

表 5 不同种衣剂处理对花生产量的影响
Table 5 Effects of seed dressing treatments on peanut yield

处理 Treatments	单株产量/g Yield per plant	成苗率 Plant standing rate	实际单产/(kg/hm ²) Actual yield	±CK /%
哈茨木霉 <i>T. harzianum</i>	21.17±3.13 dC	70.09±2.33 aA	3561.1 cC	-0.53
适乐时 Celest	26.83±1.55 bcABC	70.00±2.05 aA	4507.5 bB	+25.90
甲基托布津 TM	29.07±1.65 abAB	69.06±2.19 aA	4818.2 aA	+34.58
好安威 Carbosulfan	32.57±1.23 aA	56.25±2.67 cB	4397.0 bB	+22.82
对照 CK	23.17±1.55 cdBC	64.38±2.44 bA	3580.1 cC	0.00

2.4 拌种剂对花生品质的影响

由表 5、表 6 可知,不同拌种剂对花生荚果产量影响差异明显的同时,对营养品质的影响较小。从与对照的含量差异百分率变幅(极差)来看,影响大小顺序为油亚比值>油份含量>蛋白质含量>亚油酸含量>油酸含量。由表 7 可知,荚果产量与品质指标之间呈现不同的相关性:与蛋白质含量、亚油酸含量有一定的负相关,与油酸含量、油亚比值有较高正相关,与油份含量相关性低。

表 6 不同拌种剂处理对花生营养品质指标的影响
Table 6 Different seed treatment on peanut quality

处理 Treatments	蛋白质 Protein		油份 Oil		油酸 Oleic acid		亚油酸 Linoleic acid		油亚比值 O/L	
	/%	±CK	/%	±CK	/%	±CK	/%	±CK	/%	±CK
哈茨木霉 <i>T. harzianum</i>	31.6±0.33aA	1.80	56.89±0.26bA	2.82	43.7±0.96aA	-0.97	36.61±0.33aA	1.50	1.19±0.03bB	-2.46
适乐时 Celest	31.03±0.76abA	-0.03	57.88±1.04aA	4.61	44.43±0.53aA	0.68	35.56±1.00dC	-1.41	1.25±0.02aA	2.46
甲基托布津 TM	30.24±0.15bA	-2.58	55.31±1.00cB	-0.04	44.39±0.14aA	0.59	36.12±0.26bAB	0.14	1.23±0.01abAB	0.82
好安威 Carbosulfan	31.18±0.63aA	0.45	55.5±0.30cB	0.31	44.78±0.20aA	0.73	35.72±0.16cdBC	-0.97	1.25±0.00aA	1.64
对照 CK	31.04±1.00abA	—	55.33±0.40cB	—	44.13±0.53aA	—	36.07±0.19bcBC	—	1.22±0.02abAB	—
极差 Range		4.38		4.64		1.70		2.91		4.92

表 7 花生荚果产量与营养品质指标的相关性
Table 7 Effects of different seed treatment on correlation between yield and quality indexes

指标 Index	蛋白质 Protein	油份 Oil	油酸 Oleic acid	亚油酸 Linoleic acid	油亚比值 O/L
荚果产量 Yield	-0.7383	-0.0286	0.8303	-0.5889	0.7480
蛋白质含量 Protein content		0.4313	-0.6337	0.2651	-0.4770
油份含量 Oil content			-0.1634	-0.1535	0.0690
油酸含量 Oleic acid content				-0.8888 *	0.9631 **
亚油酸含量 Linoleic acid content					-0.9710 **

不同拌种剂比较,荚果增产最多的甲基托布津,其蛋白质含量、油份含量的降幅最大,其他品质指标处于中等;哈茨木霉对荚果产量影响最小,但蛋白质含量、亚油酸含量增幅最大,油份含量增幅较大,油亚比值降幅最大;适乐时对提高油份含量、油亚比值效果最佳;好安威的品质效应处于中等。

2.5 拌种剂对花生根瘤菌的影响

从表 8 可以看出,好安威对根瘤菌具有极显著的抑制作用,单株根瘤数比对照减少 14.75%,其余拌种剂

均能极显著促进根瘤生长,哈茨木霉、适乐时、甲基托布津的单株根瘤数分别增长 73.53%、58.78% 和 20.55%。相关分析表明(表 9、表 10),根瘤数的增长与盛花期株高、分枝、叶片数、叶绿素含量均有较高正相关,尤其与盛花期一次分枝数、结荚期叶绿素含量呈极显著正相关;根瘤数与油份含量较高正相关,与蛋白质含量、亚油酸含量一定正相关,与油酸含量、油亚比值一定负相关,而与荚果产量相关性低。说明根瘤发育对促进子仁油份、蛋白积累有一定作用。

表 8 拌种剂对根瘤数的影响					
Table 8 Effect of seed-dressing agents on the quantity of rhizobia					
处理 Treatments	哈茨木霉 <i>T. harzianum</i>	适乐时 Celest	甲基托布津 TM	好安威 Carbosulfan	对照 CK
根瘤数 Number of nodule(个/株)	14.75±0.90 aA	13.50±0.86 bA	10.25±0.77 cB	7.25±1.30 eC	8.50±0.92 dBC
±CK/%	73.53	58.78	20.55	-14.75	

表 9 根瘤数与生长发育指标的相关性					
Table 9 Correlation between the quantity of rhizobia and growth indexes					
生育时期 Stages	株高 Plant height	叶片数 Number of leave	一次分枝 Primary branch	二次分枝 Secondary branch	叶绿素 Chlorophyll
幼苗期 Seedlings stage	0.3270	0.0000	0.0000	0.0000	0.6028
盛花期 Flowering stage	0.6112	0.5711	0.9319 *	0.5498	0.6357
结荚期 Podding stage	0.2245	0.1000	-0.2819	0.1522	0.9718 **

表 10 根瘤数与产量及营养品质指标的相关性					
Table 10 Correlation between the quantity of rhizobia and pod yields and nutritional quality indexes					
荚果产量 Yield	蛋白质 Protein	油份 Oil	油酸 Oleic acid	亚油酸 Linoleic acid	油亚比值 O/L
-0.1776	0.3378	0.8269	-0.5373	0.3805	-0.3914

2.6 拌种剂对花生根际土壤微生物的影响

2.6.1 对细菌的影响

从表 11 可知,甲基托布津促进全生育期细菌繁殖;哈茨木霉、适乐时对细菌的效应表现前、后期不同程度的抑制,而中期促进;好安威在前、中期有明显抑制作用,在后期略有促进作用。

表 11 拌种剂对不同时期细菌数量的影响						
Table 11 The quantity of bacteria affected as seed-dressing during different periods						
处理 Treatments	幼苗期 Seedlings stage		盛花期 Flowering stage		结荚期 Podding stage	
	10 ⁴ /g 土壤	±CK/%	10 ⁴ /g 土壤	±CK/%	10 ⁴ /g 土壤	±CK/%
哈茨木霉 <i>T. harzianum</i>	186.67±6.51 dD	-12.09	225.33±5.51 aA	31.01	122.50±7.86 dD	-38.65
适乐时 Celest	208.50±1.80 bBC	-1.81	186.33±4.73 bB	8.33	161.67±4.16 cC	-19.03
甲基托布津 TM	231.34±4.04 aA	8.95	175.50±6.61 bcB	2.03	222.33±8.96 aA	11.35
好安威 Carbosulfan	200.50±7.76 cC	-5.57	140.00±5.57 dC	-18.60	203.67±5.69 bB	2.00
对照 CK	212.33±3.51 bB	—	172.00±4.00 cB	—	199.67±3.06 bB	—

表中不同字母间表示差异显著

2.6.2 对真菌的影响

由表 12 可知,甲基托布津一直抑制真菌;而好安威一直具有促进作用;哈茨木霉、适乐时对真菌的效应由前、中期的强烈抑制,走向后期的促进作用。

2.6.3 对放线菌的影响

由表 13 可知,适乐时一直强烈抑制放线菌群落增长,减幅高达 29.95%—48.71%;哈茨木霉、甲基托布

津在幼苗期均有极显著促进作用,在盛花期、结荚期反而均极显著抑制;好安威在幼苗期影响甚微,在盛花期极显著促进,在结荚期则为极显著抑制。

表 12 拌种剂对不同时期真菌数量的影响

Table 12 The quantity of fungi affected as seed-dressing during different periods

处理 Treatments	幼苗期 Seedlings stage		盛花期 Flowering stage		结荚期 Podding stage	
	10 ³ /g 土壤	±CK/%	10 ³ /g 土壤	±CK/%	10 ³ /g 土壤	±CK/%
哈茨木霉 <i>T. harzianum</i>	24.67±2.52 cC	-26.73	57.33±4.16 bcAB	-4.97	59.33±2.52 bB	13.38
适乐时 Celest	29.67±3.06 bcBC	-11.88	50.67±3.21 cdBC	-16.02	89.50±2.78 aA	71.02
甲基托布津 TM	31.67±2.52 bBC	-5.94	44.83±4.19 dC	-25.69	34.67±3.06 dC	-33.76
好安威 Carbosulfan	42.00±2.65 aA	24.75	65.17±3.25 aA	8.01	57.33±3.79 bB	9.55
对照 CK	33.67±2.08 bB	—	60.33±2.89 abAB	—	52.33±2.52 cB	—

表 13 拌种剂对不同时期放线菌数量的影响

Table 13 The quantity of actinomycetes affected as seed-dressing during different periods

处理 Treatments	幼苗期 Seedlings stage		盛花期 Flowering stage		结荚期 Podding stage	
	10 ⁴ /g 土壤	±CK/%	10 ⁴ /g 土壤	±CK/%	10 ⁴ /g 土壤	±CK/%
哈茨木霉 <i>T. harzianum</i>	156.33±4.04 aA	8.06	184.00±5.57 cC	-21.14	164.33±7.51 eD	-48.27
适乐时 Celest	101.33±4.04 cC	-29.95	119.67±3.51 eE	-48.71	180.67±8.50 dD	-43.13
甲基托布津 TM	157.33±3.21 aA	8.76	144.00±4.58 dD	-38.29	211.67±8.02 cC	-33.37
好安威 Carbosulfan	143.67±3.21 bB	-0.69	271.00±8.54 aA	16.14	234.00±3.00 bB	-26.34
对照 CK	144.67±4.73 bB	—	233.33±3.06 bB	—	317.67±5.13 aA	—

2.6.4 对微生物群落结构的影响

以细菌/真菌比值、放线菌/真菌比值评价花生各生育时期根际土壤中的微生物群落的变化,为便于比较,各时期对照均取值 1 倍。结果表明(图 2),甲基托布津促细菌、抑真菌的效果好且长,对放线菌/真菌比值影响较小;哈茨木霉在前中期促细菌、放线菌、抑真菌的效果明显,但后期效果趋反;适乐时前中期具有促细菌、抑真菌的效果,但一直抑制放线菌;而好安威相比影响较小,仅中期为促进作用。

2.6.5 微生物动态与荚果产量的相关性

从表 14 可知,3 种根际土壤微生物在 3 个生育时期的群落数量与最终荚果产量的直接相关系数均不显著。与荚果产量相关度相对较高的是幼苗期及结荚期的细菌数量、结荚期的细菌/真菌比值。真菌数量与荚果产量相关度很低,放线菌数量、放线菌/真菌比值与荚果产量一直呈负相关。

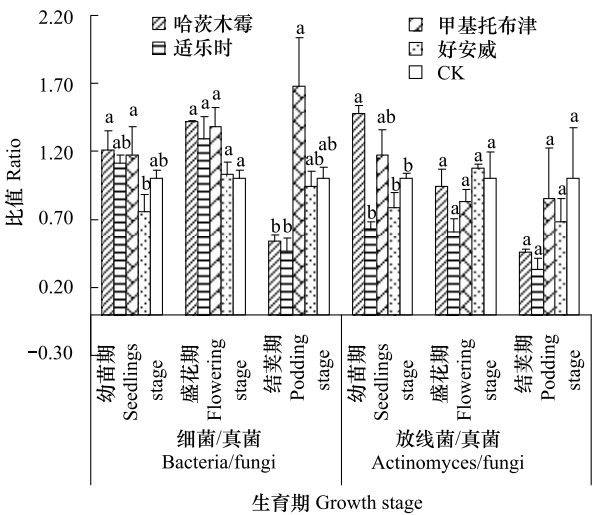


图 2 不同拌种剂处理对花生根际土壤微生物群落结构的影响
Fig. 2 Effect of seed dressing agents on peanut rhizosphere microbial community structure

表 14 微生物动态与荚果产量的相关性

Table 14 Coffecients between microbes dynamic and pod yields

生育时期 Stages	细菌 Bacteria	真菌 Fungi	放线菌 Actinomycetes	细菌/真菌比值 Bacteria/fungi	放线菌/真菌比值 Actinomycetes/fungi
幼苗期 Seedlings stage	0.6435	0.3155	-0.2854	-0.0867	-0.4687
盛花期 Flowering stage	-0.2966	-0.3408	-0.4008	0.2050	-0.4462
结荚期 Podding stage	0.5488	-0.0516	-0.4200	0.4804	-0.0998

3 讨论与结论

3.1 拌种剂对花生的综合效应

研究表明,各拌种剂对产量、品质、根瘤、根际微生物产生了较大差异的综合效应,须因地、因时选用。3种真菌杀菌剂、拮抗剂对花生出苗和成苗的明显促进作用进一步得到验证,为后期增产打下夯实的基础。其中,杀真菌剂甲基托布津的农艺学效应、环境微生物效应均最好,是一种应用最广泛的经典耐用拌种剂,唯蛋白质含量、油份含量有所降低,而 El-Habbab^[15]曾报道多菌灵(甲基托布津在植物体内转化为多菌灵)处理增加油份含量。杀真菌剂适乐时的增产效果亦较好,提高油份含量、油亚比值效果最佳,但过度抑制放线菌,可能不利。生物型真菌拮抗剂哈茨木霉未显示出增产效果,但蛋白质含量、亚油酸含量增幅最大,油份含量增幅较大,油亚比值降幅最大,这可能与强烈促进根瘤发育,进而刺激子仁油份、蛋白积累有关。杀虫剂好安威的有效成分为丁硫克百威,克百威对作物生长的促进作用早有报道,认为其机制是促进固氮作用、提高固氮酶活性。好安威在本试验地害虫虫口密度极低的情况下,未能显示杀虫保苗的效果,但显著促进了单株发育而得以增产。然而它对土壤真菌有强的促进作用,而对花生根瘤产生强烈抑制。本研究表明,哈茨木霉、适乐时、甲基托布津处理在各个生育时期均提高叶绿素含量、促进根瘤生长,这与前人有关多菌灵、甲基托布津处理增加叶绿素含量、根瘤数、固氮酶活性、叶片氮含量以及哈茨木霉提高叶绿素含量的结论基本一致^[15],而好安威对叶绿素含量影响小,对根瘤菌具有极显著的抑制作用。

3.2 根际微生物对拌种剂的综合响应及与荚果产量的关系

不同的土壤微生物及其变化会对土壤活性质量、作物生长发育产生复杂的影响。自养型细菌可同化CO₂,直接影响着土壤的理化特性,异养型细菌通常与作物共生,如豆科植物的根瘤菌等具有固氮作用,产生增产效果。放线菌为需氧性异养菌,主要功能为分解土壤中的纤维素、木质素和果胶类物质等,而且许多菌种能分泌抗菌素,可降低植株感病率。土壤中的多数真菌是重要的植物病原菌,当然也有与植物共生、对植物营养与水分等生理活动有益的菌根菌。有关花生的研究表明^[21],根际不同微生物对根际土壤生物酶种类、活性影响有巨大差异,根际细菌、放线菌显著促进土壤碱性磷酸酶、蔗糖酶、脲酶活性,而真菌显著抑制。因此,一般而言,土壤中细菌、放线菌的数量越多而真菌越少,细菌与真菌的比值提高,越有利于农作物的生长;细菌型土壤是土壤质量改善的生物标志,真菌型土壤是地力衰竭的标志^[21-23]。据报道^[17],花生联合接种哈茨木霉(*T. harzianum*)、泡盛曲霉(*Aspergillus awamori*)、丛枝菌根真菌(*Glomus mosseae*),并施堆肥,可提高根际土壤的酸性磷酸酶和脱氢酶活性、细菌与放线菌数量、菌根数量;碱性磷酸酶以接种泡盛曲霉、哈茨木霉、施堆肥处理的最高;接种菌根真菌的各处理根际真菌数量较多。该花生地土壤中的细菌、放线菌数量远超过真菌数量,表明该地虽已连续种植花生3 a,但并没有衰竭。各类拌种剂对花生根际土壤微生物群落数量、结构产生了明显不同影响,甲基托布津促细菌、抑真菌的效果好且长,对放线菌/真菌比值影响较小;哈茨木霉在前中期促细菌、放线菌、抑真菌的效果明显,但效应短促且后期效果趋反;适乐时促细菌、抑真菌的效果短促,且一直抑制放线菌;而好安威相比影响较小,相关的研究鲜见报道。各种根际微生物的群落数量与荚果产量的直接相关系数均不显著,其影响可能是间接效应。其中,与荚果产量相关度相对较高的是幼苗期及结荚期的细菌数量、结荚期的细菌/真菌比值。真菌数量与荚果产量相关度很低,放线菌数量、放线菌/真菌比值与荚果产量一直呈负相关,这与前人研究结果^[21-23]略有不同。

各类拌种剂对非靶标病原菌的效应也值得关注,包括真菌杀菌剂与拮抗剂、杀虫剂对细菌、放线菌、根瘤菌的影响等。哈茨木霉发酵产物能诱导豆科作物的根瘤菌增强固氮活性^[24];哈茨木霉真菌能抑制辣椒根际大多数真菌,而对数量占绝对优势的细菌和放线菌的种群数量和区系的影响不大,并主要受放线菌和少数真菌、细菌的抑制,多数根际优势细菌对木霉产孢有较强的促进作用^[25]。杀真菌剂适乐时强烈抑制放线菌,真菌拮抗剂哈茨木霉在花生不同生育期对细菌、真菌显示或抑或促效应,这种不同生育时期的效应差异有待进一步探究。当然,哈茨木霉对真菌的先抑、后促效应,可能与哈茨木霉真菌活体本身由少到多的增长以及对其他不同类型真菌的效应差异有关,因此进一步的研究宜将病原真菌、非致病真菌区分开来。

从上述可知,不同拌种剂的效应各异,有的表现为增产,有的改善品质,因此不同拌种剂混合使用是否具有促使花生即能增产又能改善品质的综合效应,值得进一步研究。

References:

- [1] Xu X J. Diseases, Insects, Weeds and Mouse in Peanut Field in China. Beijing: China Agriculture Press, 2009.
- [2] Wan S B. Peanut Cultivation in China. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 2003.
- [3] Song Y M. Statute and future prospects of research and development for seed dressing agents in China. Sino Society Newsletter of Plant Pathology, 2002, (2): 47-48.
- [4] Zhang Y M, Song Z J, Fan J G, Jiang W, Xu T S. Effect of seed coating agents on peanut. Journal of Peanut Science and Technology, 1992, (2): 19-21.
- [5] Kanika S, Kattaleewan S. Biological control of peanut stem rot caused by *Sclerotium rolfsii* with *Trichoderma harzianum* (Th-LARTC no. 2) in greenhouse and field trial. Pathumthani (Thailand): Rajamangala Institute of Technology Conference, 2001.
- [6] Li L, Sun Y T, Zhang W H, Yang G L, Peng K L, Zhou M H, Shi M S. Effect of seed-coating agent and polythene mulch on crop stand and yield of spring peanut in Hunan. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2003, 25(2): 36-38.
- [7] Raihan M G, Bhuiyan M K A, Sultana N. Efficacy of integration of an antagonist, fungicide and garlic extract to suppress seedling mortality of peanut caused by *Rhizoctonia solani* and *Sclerotium rolfsii*. Bangladesh Journal of Plant Pathology, 2003, 19(1/2): 69-73.
- [8] Cheng Z S, Li Y R, Xu G Z, Wang Y B. Effect of seed dressing with celest on seed germination and seedling growth of peanut. Journal of Peanut Science, 2004, 33(1): 38-40.
- [9] Zeng H L, Ye P S, Li Q F, He L, Yue F L. Effects of *Trichoderma harzianum* T23 on peanut yield. Journal of Yunnan Agricultural University, 2005, 20(1): 145-146.
- [10] Liu D W, Li L, Wei L, Liang Z H. Effects of *Trichoderma harzianum* on peanut crop. Journal of Peanut Science, 2006, 35(2): 34-36.
- [11] Rojo F G, Reynoso M M, Ferez M, Chulze S N, Torres A M. Biological control by *Trichoderma* species of *Fusarium solani* causing peanut brown root rot under field conditions. Crop Protection, 2007, 26(4): 549-555.
- [12] Dela C E M. Ecological management of peanut straw rot caused by *Sclerotium rolfsii*. Philippine Journal of Crop Science, 2009, 34(Supplement 1): 74.
- [13] Rakholiya K B, Jadeja K B. Effect of seed treatment of biocontrol agents and chemicals for management of stem and pod rot of groundnut. International Journal of Plant Protection, 2010, 3(2): 276-278.
- [14] Ruark S J, Shew B B. Evaluation of microbial, botanical, and organic treatments for control of peanut seedling diseases. Plant Disease, 2010, 94(4): 445-454.
- [15] El-Habbaa G M, Flaifel M S, Zahra A M, Abdel-Ghany R E. Effects of some fungicides, natural plant products and commercial biocides on nitrogenase activity, nitrogen content, total chlorophyll, oil content in presence of peanut root-rot pathogens. Annals of Agricultural Science, 2001, 39(1): 275-295.
- [16] Zhen Z G, Zhao X H, Wang X L, Duan Y. Effects of seed coating agents on yield and quality. Seed, 2004, 23(9): 64-65.
- [17] Shivkumar B S, Jayashankara M, Radhakrishna D, Suresh C K. Microbial population and soil enzyme activities in the rhizosphere of groundnut plants treated with compost enriched with optimum levels of microbial inoculants. Asian Journal of Bio Science, 2009/2010, 4(2): 158-161.
- [18] Yu S L, Zhu Y J, Min P, Liu H, Cao Y L. Non-destructive determination of protein and oil content of peanut seeds by Fourier near infrared diffuse reflectance. Journal of Peanut Science, 2003, 32(S1): 138-143.
- [19] Yu S L, Zhu Y J, Min P, Yang Q L, Cao Y L, Wang C T, Liu X, Zhou X Q. Nondestructive measurement of main fatty acid composition in peanut seeds with near infrared reflectance spectroscopy. Journal of Peanut Science, 2010, 39(1): 11-14.
- [20] Soil Microbial Section, Institute of Soil Research, China Academy of Sciences. Soil Microbial Test Method. Beijing: Science Press, 1985.
- [21] Sun X S, Feng H S, Wan S B, Zuo X Q. Changes of main microbial strains and enzymes activities in peanut continuous cropping soil and their interactions. Acta Agronomica Sinica, 2001, 27(5): 617-621.
- [22] Feng H S, Zhang S S, Wan S B, Sui Q W, Zuo X Q. Effects of successive cropping of peanut on soil and rhizosphere microflora. Journal of Shandong Agricultural Sciences. 1993, (1): 13-15.
- [23] Wu H Y, Fan Z W, Liu C G, Wang H L, Zhou P, Liu W R. Analysis on the regularity and influence factors of change of soil micro flora under maize planting technology of conservation tillage. Journal of Maize Science, 2008, 16(4): 135-139.
- [24] Wei L, Liang Z H, Zhang Z G, Luo H R. Effects of peptide in the fermentation liquid of *Trichoderma harzianum* on nodule microstructure and function of cowpea. Acta Laser Biology Sinica, 2006, 15(1): 84-89, 110-110.

- [25] Yan S H, Wu S P, Lu D Q, Chen X J. Effects of biocontrol strain of *Trichoderma harzianum* on microflora in rhizosphere and its interactions with microbe. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*, 2005, 18(1): 40-46.

参考文献:

- [1] 徐秀娟. 中国花生病虫害鼠害. 北京: 中国农业出版社, 2009.
- [2] 万书波. 中国花生栽培学. 上海: 上海科学技术出版社, 2003.
- [3] 宋益民. 我国种衣剂研究开发现状及发展前景. 植病学会通讯, 2002, (2): 47-48.
- [4] 张宜茂, 宋忠俭, 樊继刚, 江伟, 徐同珊. 种衣剂在花生上的应用效果. 花生科技, 1999, (2): 19-21.
- [6] 李林, 孙玉桃, 张武汉, 杨光立, 彭科林, 周孟辉, 石麦生. 种衣剂拌种和地膜覆盖对花生成苗与产量的影响. 中国油料作物学报, 2003, 25(2): 36-38.
- [8] 程增书, 李玉荣, 徐桂真, 王延兵. 适乐时拌种对花生种子发芽和幼苗生长的影响. 花生学报, 2004, 33(1): 38-40.
- [9] 曾华兰, 叶鹏盛, 李琼芳, 何炼, 岳福良. 哈茨木霉 T23 对花生的促生增产作用. 云南农业大学学报, 2005, 20(1): 145-146.
- [10] 刘登望, 李林, 魏林, 梁志怀. 哈茨木霉菌液在花生上的应用效果. 花生学报, 2006, 35(2): 34-36.
- [16] 甄志高, 赵晓环, 王晓林, 段莹. 种衣剂对花生产量和品质的影响. 种子, 2004, 23(9): 64-65.
- [18] 禹山林, 朱雨杰, 闵平, 刘华, 曹玉良. 傅立叶近红外漫反射非破坏性测定花生种子蛋白质及含油量. 花生学报, 2003, 32(S1): 138-143.
- [19] 禹山林, 朱雨杰, 闵平, 杨庆利, 曹玉良, 王传堂, 刘旭, 周学秋. 傅立叶近红外漫反射非破坏性测定花生种子主要脂肪酸含量. 花生学报, 2010, 39(1): 11-14.
- [20] 中国科学院南京土壤研究所微生物室. 土壤微生物试验法. 北京: 科学出版社, 1985.
- [21] 孙秀山, 封海胜, 万书波, 左学青. 连作花生田主要微生物类群与土壤酶活性变化及其交互作用. 作物学报, 2001, 27(5): 617-621.
- [22] 封海胜, 张思苏, 万书波, 隋清卫, 左学青. 花生连作对土壤及根际微生物区系的影响. 山东农业科学, 1993, (1): 13-15.
- [23] 吴海燕, 范作伟, 刘春光, 王海玲, 周平, 刘武仁. 保护性耕作条件下玉米田土壤微生物区系变化与影响因素分析. 玉米科学, 2008, 16(4): 135-139.
- [24] 魏林, 梁志怀, 张志光, 罗赫荣. 哈茨木霉发酵液中肽类物质对豇豆根瘤结构和功能的影响. 激光生物学报, 2006, 15(1): 84-89, 110-110.
- [25] 燕嗣皇, 吴石平, 陆德清, 陈小均. 木霉生防菌对根际微生物的影响与互作. 西南农业学报, 2005, 18(1): 40-46.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 22 November, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

Hyperspectral estimation models for plant community water content at both leaf and canopy levels in Wild Duck Lake wetland	6645
Potential distribution of rice in china and its climate characteristics	6659
Effects of seed soaking with soybean isoflavones on soybean seedlings under salt stress	6669
Ecophysiological responses and adaptation of <i>Tamarix ramosissima</i> to changes in groundwater depth in the Heihe river basin	6677
<i>Melica przewalskyi</i> population spatial pattern and response to soil moisture in degraded alpine grassland	6688
A study on ecological compensation standard for Zaoshi Water Conservancy Project based on the idea of ecological footprint	6696
Spatial-temporal variation of NPP and NDVI correlation in wetland of Yellow River Delta based on MODIS data	6708
Marshclassification mapping at a community scale using high-resolution imagery	6717
The impact of bacterial-feeding nematodes on root growth of <i>Arabidopsis thaliana</i> L. and the possible mechanisms	6727
Spatial and dynamic analysis of plantations in Xishuangbanna using network <i>K</i> -function	6734
Contrastive analysis and climatic response of tree-ring gray values and tree-ring densities	6743
Fractal structure of dominant tree species in north-facing slope of mountain of northern Hebei	6753
Characteristics of radiation fluxes of an evergreen broad-leaved forest in Maofeng Mountain, Guangzhou, China	6766
Effects of seed-dressing agents on groundnut and rhizosphere microbes	6777
Time series prediction of the concentration of chlorophyll-a based on RBF neural network with parameters self-optimizing	6788
A trend surface analysis of geographic variation in the traits of seeds and seedlings from different <i>Quercus acutissima</i> provenances	6796
Comparisons of relationships between leaf and fine root traits in hilly area of the Loess Plateau, Yanhe River basin, Shaanxi Province, China	6805
An analysis on the water status in twigs and its relations to the drought resistance in Five woody plants living in arid zone	6815
The effect of fire on soil properties in a <i>Pinus massoniana</i> stand	6824
Water-environment effects of industry structure in Taihu Lake Basin in Jiangsu Province	6832
Effect of high temperature on enzymic activity, pigment content and chlorophyll fluorescence of two <i>Kappaphycus</i> species	6845
Analysis on characteristics of a typical drought event in Jiangsu Province	6853
Surface heat flux and energy budget for semi-arid grassland on the Loess Plateau	6866
Effects of light quality on photosynthetic characteristics and on the carotenoid and cuticular extract content in tobacco leaves	6877
Cyanobacterial diversity in biological soil crusts on wastelands of copper mine tailings	6886
Stereotypic behavior frequency and the influencing factors in captive Alpine musk deer (<i>Moschus sifanicus</i>)	6896
Zooplankton ecology near the Tianwan Nuclear Power Station	6902
Diel variations of fish assemblages in multiple habitats of Ma'an archipelago, Shengsi, China	6912
A novel cognitive-based approach to motivation for non-use value	6926
Review	
Salt-responsive proteomics in plants	6936
Research progress on forms of nitrogen and determination in the sediments	6947
Review of research progress of infectious diseases in wild birds	6959
Review on the methods to quantify fish's ability to cross velocity barriers in fish passage	6967
Monograph	
Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services: foundation, prospect and response strategy	6973
Scientific Note	
A comparative study of the spatial-temporal patterns of fine roots between young and mature <i>Caragana korshinskii</i> plantations	6978

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊★

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 31 卷 第 22 期 (2011 年 11 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 22 2011

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@csppg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@csppg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元