

中细菌数量>放线菌数量>真菌数量;其中,间作牧草对放线菌数量的影响明显高于对细菌和真菌的影响;各处理中,在不同土层深度处,间作二月兰根际的放线菌数量最高。各处理中,在不同土层深度处,梨园间作二月兰对土壤过氧化物酶活性增强的最大,梨园间作早熟禾对土壤脲酶活性增强的最大。

参考文献

- [1] 周桔,雷霆. 土壤微生物多样性影响因素及研究方法的现状与展望[J]. 生物多样性, 2007, 15(3): 306-311.
- [2] 关松荫. 土壤酶及其研究方法[M]. 北京: 农业出版社, 1986.
- [3] 张翠翠, 张少伟, 常介田. 葡萄园行间生草对土壤养分及微生物的影响[J]. 北方园艺, 2013(3): 181-184.
- [4] 陆雅海, 张福锁. 根际微生物研究进展[J]. 土壤, 2006, 38(2): 113-121.
- [5] 姜培坤, 徐秋芳, 周国模, 等. 种植绿肥对板栗林土壤养分和生物学性质的影响[J]. 北京林业大学学报, 2007, 29(3): 120-124.
- [6] 李全胜, 吴建军, 严力蛟, 等. 下垫面性状对农林系统微生态环境的影响[J]. 生态学报, 1999, 19(3): 329-334.
- [7] 霍颖, 张杰, 王美超, 等. 梨园行间种草对土壤有机质和矿质元素变化及相互关系的影响[J]. 中国农业科学, 2011, 44(7): 1415-1424.
- [8] 卢向阳, 徐筠, 林峰. 栗园利用多年生覆盖植物控制杂草的初步研究[J]. 植物保护, 2006, 32(6): 91-94.
- [9] 魏巍, 孔云, 张玉萍, 等. 梨园芳香植物间作区中国梨木虱子与其天敌类群的相互作用[J]. 生态学报, 2010, 30(8): 2063-2074.
- [10] 魏力军, 刘晓辉, 刘鸣远. 二月兰根系发育形态学研究[J]. 植物研究, 1995, 15(3): 377-381.
- [11] 成文竞, 崔建宇, 闵凡华, 等. 三种草坪草的根系分布特征及其对土壤养分的影响[J]. 草业学报, 2009, 18(1): 179-183.
- [12] Trasar-Cepeda C, Camiña F, Leirós M C, et al. An improved method to measure catalase activity in soils[J]. Soil Biology and Biochemistry, 1999, 31(3): 483-485.
- [13] 王世强, 胡长玉, 程东华, 等. 调节茶园土壤 pH 对其土著微生物区系及生理群的影响[J]. 土壤, 2011, 43(1): 76-80.
- [14] Kandeler E, Gerber H. Short-term assay of soil urease activity using colorimetric determination of ammonium[J]. Biology and Fertility of Soils, 1988, 6: 68-72.
- [15] 阮敬. SAS 统计分析从入门到精通[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2009.
- [16] 张强, 魏钦平, 齐鸿雁, 等. 北京果园土壤养分和 pH 与微生物数量的相关分析及优化方案[J]. 果树学报, 2011, 28(1): 15-19.
- [17] 李艳丽, 赵化兵, 谢凯, 等. 不同土壤管理方式对梨园土壤微生物及养分含量的影响[J]. 土壤, 2012, 44(5): 788-793.
- [18] 岳中辉, 王博文, 王洪峰, 等. 松嫩草原盐碱土过氧化物酶活性及其与肥力因素的关系[J]. 草地学报, 2009, 17(3): 294-297.
- [19] 李发林, 黄炎和, 刘长全, 等. 土壤管理模式对幼龄果园根际土壤养分和酶活性影响初探[J]. 福建农业学报, 2002, 17(2): 112-115.
- [20] 张丽莉, 武志杰, 陈利军, 等. 不同种植制度土壤氧化还原酶活性和动力学特征[J]. 生态环境学报, 2009, 18(1): 343-347.

Variation of Enzyme Activity and Microbial Communities at the Rhizosphere Soils of Intercropping Pastures in the Pear Orchard

ZHANG Rui¹, ZHI Jian-fei², LIU Quan-lan¹

(1. College of Chemical Engineering, Qingdao University of Science and Technology, Qingdao, Shandong 266042; 2. Institute of Resource and Environment, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Shijiazhuang, Hebei 050051)

Abstract: To evaluate effects of intercropping pastures on the soil quality in the pear orchard distributed at Mayu Town of Jinzhou City, Hebei Province, China, soil pH, soil microbes, and soil enzyme activities were measured at two depth levels (0~20 cm and 21~40 cm) of the rhizosphere soils of three pastures (*Orychophragmus violaceus* (L.) Schulz), *Poa annua* L., and *Lolium perenne* L.) intercropping plots. Subsequently, the correlation between above factors was analyzed. Five main results were obtained. First, pH values, fungi numbers, actinomycetes numbers, and urease activity differed at two depth levels. Second, pH values, actinomycetes numbers, and peroxidase activity (0~20 cm) were highly improved by the intercropping *O. violaceus*. By contrast, urease activity was decreased in this intercropping plot. Third, pH value was decreased in the intercropping plot of *P. annua*, and fungi numbers (0~20 cm) and peroxidase activity were highly improved. Fourth, peroxidase activity was decreased and urease activity was highly improved in the intercropping *Lolium perenne* L. plot. Finally, there had significant positive correlation between pH values and soil depths, between peroxidase activities and actinomycetes numbers, between peroxidase activities and pH values, and between actinomycetes numbers and pH values. In addition, there had significant negative correlation between actinomycetes numbers and soil depths, between urease activities and soil depths, and between urease activities and pH values. Also, there had significant correlation between actinomycetes numbers and intercropping pastures. Therefore, the soil quality would be greatly improved when *O. violaceus* (L.) Schulz and *P. annua* L. were simultaneously planted between pears.

Key words: intercropping pastures; rhizosphere soils; soil microbial communities; soil enzyme activity

乙醇浓度及处理时间对土壤消毒效果的影响

毕舒童, 周清, 李国铭, 张吉, 杜二威, 申容子

(中国农业大学 农业部设施农业生物环境工程重点开放实验室, 北京 100083)

摘要:采用不同浓度的乙醇溶液处理土壤,研究了浓度及处理时间对土壤中2种土传病原尖孢镰刀菌和辣椒疫霉菌消毒效果的影响。结果表明:乙醇溶液浓度对消毒结果有较大影响,在处理5、10、15、20、25 d时,1.0%、2.0%、3.0%浓度乙醇溶液处理组2种病菌数量均少于对照组和0%浓度组,处理组和对照组显著性差异水平达到了极显著,且乙醇溶液浓度为3%时,消毒效果最好。乙醇处理时间对消毒效果也有较大影响,对尖孢镰刀菌来说,处理20 d后的效果最好,抑制率达到了最大值,3.0%浓度组为92%,2.0%浓度组为82%,1.0%浓度组为67%;对辣椒疫霉菌来说,处理15 d时效果最好,抑制率达到了最大值,3.0%浓度组为83%,2.0%浓度组为78%,1.0%浓度组为62%。

关键词:乙醇;土壤消毒;土传病原

中图分类号:S 472 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)13-0172-05

近十年来,随着我国农业生产和农村经济的迅速发展,保护地栽培作为一项现代农业生产措施得到了极大推广。随着设施栽培面积的扩大和连作重茬,土传病害的发生也呈逐年加重趋势,已经成为制约设施栽培产量和设施农产品安全的突出问题,通常栽种3~5 a后,一般设施作物的产量和品质会受到严重的影响,一般减产20%~40%,严重的将减产60%以上甚至绝收^[1]。

生物土壤消毒是植物病虫害生物防治方法中的一种,通过向土壤中添加麦麸、秸秆、糖水等有机物质,随后经过灌水、覆膜处理,对土壤中土传病菌、线虫、杂草等具有一定的抑制、杀灭作用^[2-4]。使用低浓度乙醇溶液进行土壤消毒,是对传统生物土壤消毒方法的改进,具有与土壤混合更加充分、操作更加简便等特点,且消毒后在土壤中无任何残留^[5-6]。该技术不污染环境,符合环境保护和发展生态农业的要求,是解决当前土传病害的优选技术。

目前,关于使用低浓度乙醇进行土壤消毒的研究较少,且主要集中在日本等国家。近几年来,日本一些地区开展了低浓度乙醇溶液进行生物土壤消毒的试验。

Uematsu等^[5]研究发现,在用0.5%~1.0%浓度的乙醇溶液灌溉土壤后覆膜处理,对土壤中的根结线虫、镰刀菌、青枯菌有明显的抑制作用。Momma等^[6]研究发现,采用低浓度乙醇溶液处理土壤时使用的乙醇溶液浓度不同,消毒所需要的时间不同,尖孢镰刀菌数量要减少到20 CFU/g干土以下,使用0.5%浓度的乙醇需要9 d,1.0%浓度需要6 d,2.0%浓度需要3 d。Kobara等^[7]研究表明,1.0%浓度的乙醇溶液浇灌土壤后覆膜会使土壤的氧化还原电位发生明显的下降。国内学者在此方面的研究很少,陈伯清等^[8]研究表明,用2.5%乙醇溶液处理土壤15 d之后,土壤线虫减少数目可达93%。鉴于使用低浓度乙醇进行土壤消毒方法的良好效果及对土壤生态、所生产农产品的安全性,开发及研究此消毒方法具有广阔的市场前景。

尖孢镰刀菌与辣椒疫霉菌为2种常见的植物土传病原真菌,分别引发的枯萎病、疫病为危害我国黄瓜、番茄、辣椒等多种蔬菜的重要病害。该试验以接种2种真菌的土壤为研究对象,研究不同浓度的乙醇溶液、不同处理时间后的消毒效果,旨在探究乙醇溶液土壤消毒技术的工艺参数,丰富国内在此方面的研究,为促进乙醇溶液土壤消毒的应用推广提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验所用栽培土为碧绿佳园牌园艺花卉用营养土,主要成分为土壤,添加了少许的草炭和珍珠岩,pH为5.5~6.5。

用于接种的尖孢镰刀菌和辣椒疫霉菌购于中国农

第一作者简介:毕舒童(1989-),男,硕士研究生,研究方向为农业工程。E-mail:shutong3232@163.com

责任作者:周清(1969-),女,江苏无锡人,硕士,副教授,现主要从事生态农业与有机农业及设施园艺等研究工作。E-mail:cauzhou@cau.edu.cn

基金项目:现代农业产业技术体系建设专项资金资助项目(CARS-25-D-04)。

收稿日期:2014-03-25

业微生物保藏管理中心,菌种编号为 36467(尖孢镰刀菌)、36278(辣椒疫霉菌)。尖孢镰刀菌接种到 PDA 培养基中,放入 28℃ 恒温培养箱培养 10 d,用灭菌水将培养好的孢子从培养基上洗下,用纱布过滤即获得悬浮孢子液。辣椒疫霉菌接种到胡萝卜琼脂培养基中,经 28℃ 培养 7 d 后,加入适量蒸馏水浸泡 1 d,然后放入 4℃ 冰箱中预冷 1 h,再移至室温下使其释放出游动孢子。将 2 种悬浮孢子液均匀喷洒到试验用土中,充分混匀,常温下放置 3 d 后开始试验。所用乙醇溶液浓度分别为 1.0%、2.0%、3.0%,均按体积比配制。

1.2 试验方法

采用单因素试验设计,分别测定乙醇浓度和处理时间对消毒效果的影响。乙醇浓度设定为 0%(蒸馏水)、1.0%、2.0%、3.0%,对照组不作处理;处理时间分别为 0、5、10、15、20、25 d。采用 250 mL 塑料瓶为试验容器,分别装入 200 g 的待测土壤,再分别加入上述浓度的乙醇溶液,添加量均为 50 mL,对照组不做处理,随后拧紧瓶盖,并用密封条封紧瓶盖,以保证其密闭性。将所有塑料瓶放入 25℃ 恒温培养箱中。分别在第 5、10、15、20、25 天时测定每组土壤中尖孢镰刀菌、辣椒疫霉菌数量及土壤含水量。各个处理时间所测处理组和对照组均有 5 个平行样本。

1.3 项目测定

尖孢镰刀菌采用 Komada^[9]方法分离,辣椒疫霉菌采用 Masago^[10]方法分离,土壤含水量采用烘干法测定。

1.4 数据分析

统计出各处理组土壤中病菌数量(CFU),并根据所测土壤含水量数据将其折算成每克干土所含的病菌数量(CFU/g 干土),然后按如下公式计算各处理对病菌的抑制率:抑制率(%)=(对照菌落数-处理菌落数)/对照菌落数×100%。该研究使用 IBM SPSS Statistics 软件的 Duncan 法对数据进行了单因素方差分析,显著性水平 $\alpha=0.01$ 。

2 结果与分析

2.1 不同浓度乙醇溶液对消毒效果的影响

2.1.1 各组处理土壤中尖孢镰刀菌数量的显著性差异分析 由图 1 可知,当处理时间为 5 d 时,除 0% 浓度组外,其它各组尖孢镰刀菌数量均少于对照组,且差异水平达到了极显著;0% 浓度组与对照组之间差异不明显,表明只加水密封在 5 d 时对病菌没有显著的抑制作用;1.0%、2.0%、3.0% 浓度组尖孢镰刀菌数量均少于 0% 浓度组,且差异水平达到了极显著,说明所添加的乙醇在抑制尖孢镰刀菌数量方面已经发挥明显作用。2.0%、3.0% 浓度组尖孢镰刀菌数量均少于 1.0% 浓度组,且显著性水平达到了极显著;3.0% 浓度组尖孢镰刀菌数量略少于 2.0% 浓度组,但 2 组之间没有极显著差异。在处理 10 d 时,1.0%、2.0%、3.0% 处理组尖孢镰刀菌数量均少于对照组,且差异水平达到了极显著;0% 浓度处理组与对照之间差异不显著;1.0%、2.0%、3.0%

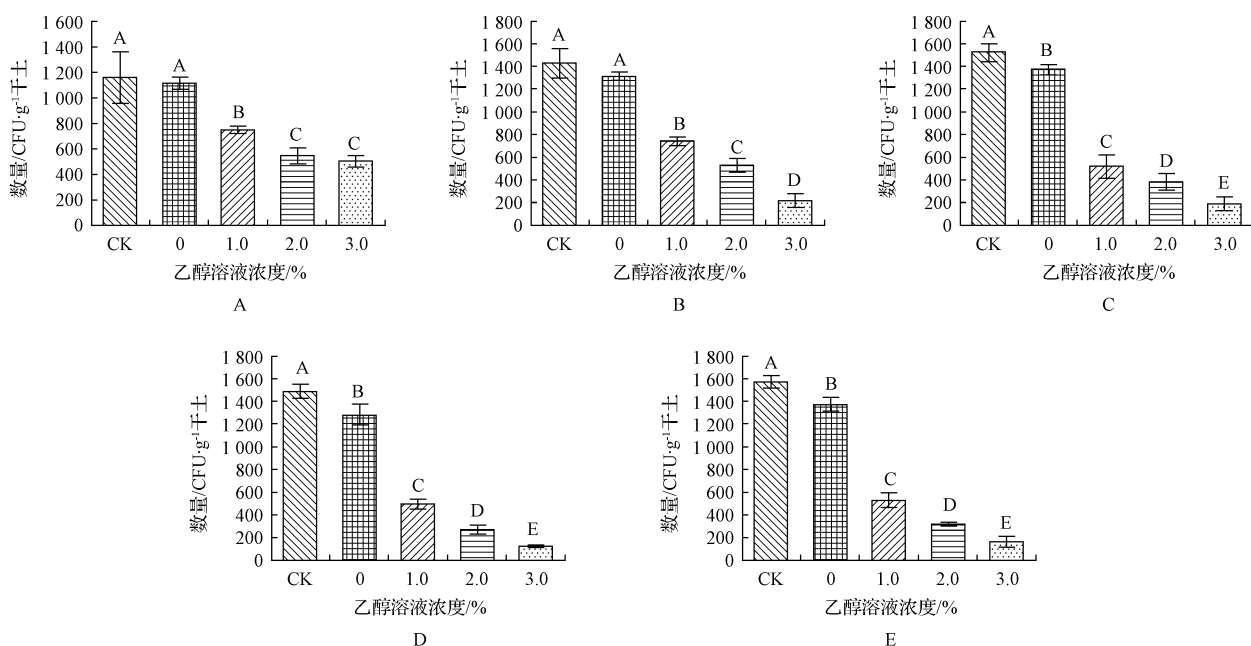


图 1 各处理时间下不同浓度乙醇溶液处理组尖孢镰刀菌数量

注:A,B,C,D,E 分别代表处理时间为 5、10、15、20、25 d,图上不同大写字母表示在 0.01 水平上差异极显著。下同。

Fig. 1 *Fusarium oxysporum* numbers of different concentration groups after different processing time

Note: A, B, C, D, E stand for 5, 10, 15, 20, 25 d processing time respectively, different capital letters mean significant difference at 0.01 level. The same below.

浓度组尖孢镰刀菌数量均少于 0% 浓度组,且差异水平达到了极显著;1.0%、2.0%、3.0% 3 组的尖孢镰刀菌数量依次减少,且各组间差异水平达到了极显著。在处理 15、20、25 d 时,各处理组的尖孢镰刀菌数量均少于对照组,0%、1.0%、2.0%、3.0% 4 组的尖孢镰刀菌数量依次减少,且各组间差异水平均达到了极显著。

2.1.2 各组土壤中辣椒疫霉菌数量的显著性差异分析

由图 2 可知,处理时间为 5 d 时,各个浓度组土壤中辣椒疫霉菌数量均少于对照组,且差异水平达到了极显著;0% 浓度处理组辣椒疫霉菌数量极显著少于对照组,表明只加水密封对辣椒疫霉菌有明显的抑制作用;1.0%、2.0%、3.0% 浓度组辣椒疫霉菌数量少于 0% 浓

度组,且差异水平达到了极显著,说明乙醇在抑制辣椒疫霉菌的数量方面发挥了关键作用;2.0%、3.0% 浓度组辣椒疫霉菌数量少于 1.0% 浓度组,且差异水平达到了极显著,3.0% 浓度组辣椒疫霉菌数量略少于 2.0% 浓度组,但 2 组之间未有极显著性差异,这与在 5 d 时观测到的各组尖孢镰刀菌数量一致。处理时间为 10、15、20 d 时,各个浓度组土壤中辣椒疫霉菌数量及各组间差异情况与 5 d 时检测结果一致。处理时间为 25 d 时,各个浓度组土壤中辣椒疫霉菌数量均少于对照组,且差异水平达到了极显著;0%、1.0%、2.0%、3.0% 4 组的辣椒疫霉菌数量依次减少,且各组间差异水平均达到了极显著。

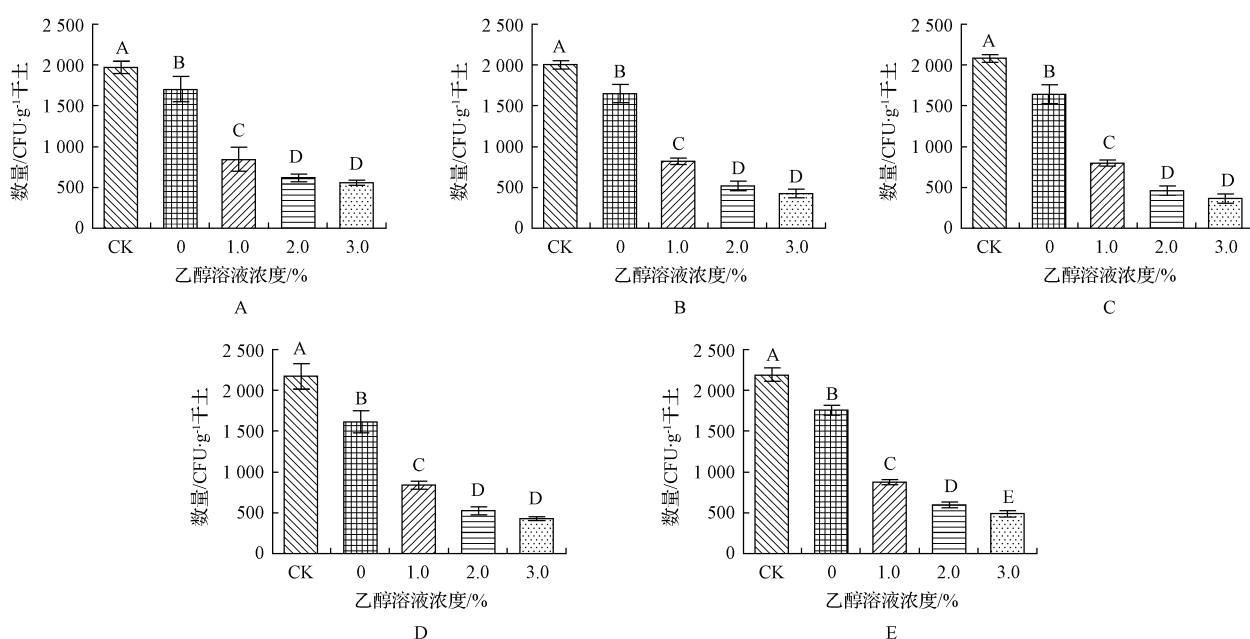


图 2 各处理时间下不同浓度乙醇溶液处理组辣椒疫霉菌数量

Fig. 2 *Phytophthora capsici* numbers of different concentration groups after different processing time

2.2 不同处理时间对消毒效果的影响

2.2.1 不同处理时间对尖孢镰刀菌的抑制率 由图 3 可知,在 0~20 d 内,随着时间增长,各处理组对尖孢镰刀菌的防治效果均增加。乙醇浓度越高,防治效果越好。25 d 时防治效果比 20 d 时略微下降,原因可能为试验后期,塑料瓶的密封条干燥脱落,影响了其密闭条件,瓶中进入空气,尖孢镰刀菌生命活动增加,导致个体数量增加,抑制率下降。可以认为,该试验中,不同浓度乙醇溶液在处理 20 d 时均达到了最佳防治效果,3.0% 浓度的防治效果为 92%,2.0% 浓度防治效果为 82%,1.0% 浓度防治效果为 67%,0% 浓度防治效果为 14%。

2.2.2 不同处理时间对辣椒疫霉菌的抑制率 由图 4 可知,在 0~15 d 内,随着时间增加,添加乙醇溶液的处理组对辣椒疫霉菌的防治效果增加,在第 15 天时,

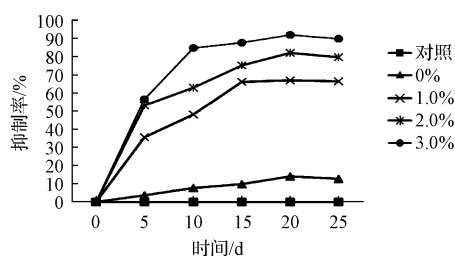


图 3 不同浓度乙醇溶液在不同处理时间对尖孢镰刀菌的抑制率

Fig. 3 Inhibition rate on *Fusarium oxysporum* in different concentration groups after different processing time

3.0%、2.0%、1.0%浓度处理组的防治效果分别为83%、78%、61%，达到最大值。15 d后防治效果略有降低，原因同样可能为密封条件变差，但由于辣椒疫霉菌与尖孢镰刀菌，以在生活周期、代谢强度等方面存在差异，可能使得抑制率下降情况略有不同。添加蒸馏水的处理组在20 d时对辣椒疫霉菌的防治效果最好，达到25%。

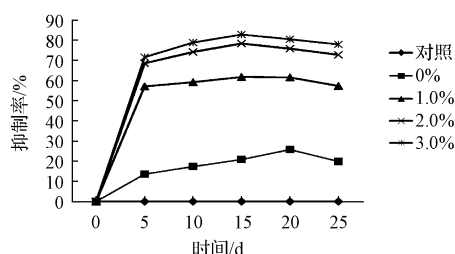


图4 不同浓度乙醇溶液在不同处理时间时对辣椒疫霉菌的抑制率

Fig. 4 Inhibition rate on *Phytophthora capsici* in different concentration groups after different processing time

3 结论与讨论

该试验结果表明，各浓度乙醇处理对土壤中的尖孢镰刀菌和辣椒疫霉菌均具有明显的抑制效果。在处理5、10、15、20、25 d时，1.0%、2.0%、3.0%浓度乙醇溶液处理组2种病菌数量均少于对照组和0%浓度组，且差异水平达到了极显著，且乙醇溶液为3%时，病菌数量最少；乙醇处理时间对消毒效果也有较大影响，对尖孢镰刀菌来说，处理20 d后的效果最好，抑制率达到了最大值，3.0%浓度组为92%，2.0%浓度组为82%，1.0%浓度组为67%；对辣椒疫霉菌来说，处理15 d时效果最好，抑制率达到了最大值，3.0%浓度组为83%，2.0%浓度组为78%，1.0%浓度组为62%。另外，加水后密封处理对尖孢镰刀菌和辣椒疫霉菌也有抑制作用，其抑制率在20 d时达到最大值，分别为14%和26%。

该研究在一定程度上验证了前人的观点，表明使用低浓度乙醇溶液进行生物土壤消毒，对尖孢镰刀菌和辣椒疫霉菌等土传真菌病原确实具有明显的抑制作用。

但就消毒结果而言，未能达到 Momma 等^[6]研究的消毒效果，尖孢镰刀菌数量并未减少到20 CFU/g干土以下。原因可能有：一是试验温度不同，Momma 等^[6]研究证明温度不同，乙醇生物土壤消毒处理对土壤中尖孢镰刀菌芽细胞的抑制作用不同。二是土壤条件不同，不同土壤中所含土壤微生物及金属离子之间存在差异，这2个因素被证明在生物土壤消毒中发挥重要作用^[11]。

参考文献

- [1] 曹勘程,郭美霞,王秋霞,等.世界土壤消毒技术进展[J].中国蔬菜,2010(21):17-22.
- [2] Blok W J, Lamers J G, Termorshuizen A J, et al. Control of soil borne plant pathogens by incorporating fresh organic amendments followed by tarping[J]. Phytopathology, 2000, 90: 253-259.
- [3] Kerry B R. Rhizosphere interactions and the exploitation of microbial agents for the biological control[J]. Annu Rev Phytopathol, 2000, 38: 423-441.
- [4] Bonanomi G, Antignani V, Pane C, et al. Suppression of soil borne fungal diseases with organic amendments[J]. Plant Pathol, 2007, 89: 311-324.
- [5] Uematsu S, Tanaka-Miwa C, Sato R, et al. Ethylalcohol as a promising material of reductive soil disinfestation for controlling root knot nematode and soilborne plant diseases[A]. In: Obenauf GL (ed) Proceedings of 2007 annual research conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions, 2007: 751-753.
- [6] Momma N, Yamamoto K, Simandi P, et al. Role of organic acids in the mechanisms of biological soil disinfestation(BSD)[J]. Gen Plant Pathol, 2009, 72: 247-252.
- [7] Kobara Y, Uematse S, Tanaka-Miwa C. Possibility of the new soil fumigation technique with ethanol solution[A]. In: Obenauf GL (ed) proceedings of 2007 annual research conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions, 2007: 741-742.
- [8] 陈伯清,高军,孔令斌,等.乙醇处理及地膜覆盖对土壤根结线虫及微生物量碳的影响[J].安徽农业科学,2011,39(12):7049-7050.
- [9] Komada H. Development of a selective medium for quantitative isolation of *Fusarium oxysporum* from natural soil[J]. Review of Plant Protection Research, 1975(8): 114-125.
- [10] Masago H, Yoshikawa M, Fukada M, Nakanishi N. Selective inhibition of *Pythium* spp. on medium for direct isolation of phytophthora spp. from soils and plants[J]. Phytopathology, 1977, 67: 425-428.
- [11] Momma N, Kobara Y, Momma M. Fe^{2+} and Mn^{2+} -potential agents to induce suppression of *Fusarium oxysporum* for biological soil disinfestation[J]. J Gen Plant Pathol, 2011, 77: 331-335.

Effect of the Concentration of Ethanol Solutions and Processing Time on *Fusarium oxysporum* and *Phytophthora capsici* in Biological Soil Disinfection Using Ethanol

BI Shu-tong, ZHOU Qing, LI Guo-ming, ZHANG Ji, DU Er-wei, SHEN Rong-zi

(The Key Laboratory of Bio-Environment Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083)

不同施氮处理对芸豆产量和品质的影响

杨 启^{1,2}, 马 茂 亭², 赵 丽 平², 安 志 装², 赵 同 科²

(1. 北京农学院 植物科学技术学院, 北京 102206; 2. 北京市农林科学院 植物营养与资源研究所, 北京 100097)

摘 要:以芸豆为试材, 开展田间小区试验, 研究冷凉气候条件下新型缓释肥与普通氮肥用量对芸豆(*Phaseolus vulgaris* L.)产量和早、中、后生育期品质的影响。结果表明:与当地习惯施肥相比, 150、240 kg/hm² 缓释肥(纯氮, 下同)和 450 kg/hm² 普通尿素处理芸豆产量分别增加 10.42%、8.57%、14.11%, 三者之间差异不显著。随生育时期的延长, 芸豆品质指标变化规律不同, 所有处理下硝酸盐含量呈显著性增加, 后期与早期相比, 150、240 kg/hm² 缓释肥和 450 kg/hm² 普通尿素处理增幅较大, 三者之间差异不显著; 维生素 C 含量呈显著增加趋势, 总体来看, 150 kg/hm² 缓释肥、450 kg/hm² 普通尿素处理相对较高, 二者之间差异不显著; 可溶性糖呈显著性下降, 总体来看, 150、240 kg/hm² 缓释肥和 450 kg/hm² 普通尿素处理相对较高, 三者之间差异不显著; 蛋白质含量呈中期显著性增加后期下降, 中后期不同处理之间都没有显著差异。以上结果说明, 当地气候和生产条件下, 低量缓释肥施用具有较好效果, 减少投入的同时, 能够保持蔬菜产量和品质的稳定。

关键词:芸豆; 缓释肥; 尿素; 用量; 产量; 品质

中图分类号:S 643.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)13-0176-05

氮是植物必需大量营养元素之一。为保证产量, 蔬菜尤其是设施蔬菜生产中氮肥大量施用现象较为常见, 一方面导致资源的浪费, 作物利用率降低, 周年利用率仅 22.02%^[1], 污染环境, 另一方面导致产量和品质下降、口感变差。芸豆(*Phaseolus vulgaris* L.)属豆科菜豆

属植物, 分蔓生、半蔓生和矮生三类, 原产中南美洲, 16 世纪末引入我国, 喜冷凉气候^[2], 在我国反季节蔬菜市场均衡供应中占有较大比重, 起着重要作用^[3]。其风味鲜美, 营养价值丰富, 药用价值高, 富含蛋白质、维生素、糖类, 籽粒蛋白含量高达 16.0%~30.8%^[4], 是我国出口创汇的重要农副产品之一。氮肥施用对芸豆产量和品质影响如何, 这方面的研究鲜有报道。因此, 以全国主要错季蔬菜生产区冀西北怀来县产地为对象, 开展氮肥类型和用量条件下芸豆产量和品质变化研究, 以期对错季蔬菜生产中氮肥的合理施用及安全生产提供基础数据支持。

第一作者简介:杨启(1988-), 男, 硕士研究生, 现主要从事元素高效利用技术等研究工作。E-mail: yangqih@163.com.

责任作者:赵同科(1959-), 男, 博士, 研究员, 现主要从事农业环境等研究工作。E-mail: tkzhao@126.com.

基金项目:农业部财政资助项目(Y905); 国家科技支撑计划资助项目(2012BAD15B01)。

收稿日期:2014-03-25

Abstract: Soil were sprayed by different concentration of ethanol to study the effect of the concentration of ethanol solution and processing time on two soil-borne pathogens, *Fusarium oxysporum* and *Phytophthora capsici*. The results showed that ethanol solutions all had significantly suppression on the *Fusarium oxysporum* and *Phytophthora capsici* in soil. The numbers of the two pathogens detected in 1.0%, 2.0%, 3.0% were less than the control group as well as the 0% concentration group at the time of 5, 10, 15, 20, 25 d and the differences reached a highly significant level. The numbers of the pathogens were the least in 3.0% concentration group. The processing time also had important effect. It was the best for *Fusarium oxysporum* after 20 days that the inhibition rate reached the maximum value, which were 92%, 82%, 67% for 3.0%, 2.0%, 1.0% concentration group respectively. It was the best for *Phytophthora capsici* after 20 days that the inhibition rate reached the maximum value, which were 83%, 78%, 62% for 3.0%, 2.0%, 1.0% concentration group respectively.

Key words: ethanol; soil disinfection; soil-borne pathogens