

大蒜对日光温室黄瓜生长及土壤生物学特性的影响

吴会芹¹ 董林林² 王倩^{1*}

(1. 中国农业大学 农学与生物技术学院,北京 100193;2. 中国农业大学 资源与环境学院,北京 100193)

摘要 利用盆栽试验研究大蒜干样还田后,对日光温室黄瓜生长及土壤生化特性的影响。结果表明:添加大蒜干样后,显著增加黄瓜植株的鲜重,且与添加量成正比;在黄瓜的整个生长期,增加了细菌和放线菌的数量。当结果期大蒜的添加量为3.0%时,减少了真菌和镰刀菌的数量,并提高了土壤B/F(细菌+放线菌/真菌)值,优化了土壤微生物区系;而随着黄瓜的生长,促进黄瓜幼苗期根际土壤多酚氧化酶、蔗糖酶、脲酶和过氧化氢酶的活性。当结果期大蒜添加量大于2.0%时,对4种土壤酶具有显著的促进作用,使土壤环境有利于黄瓜生长。

关键词 连作障碍;大蒜;黄瓜;化感作用;土壤微生物;土壤酶活性

中图分类号 S 641

文章编号 1007-4333(2011)03-0095-05

文献标志码 A

Effects of garlic on cucumber growth and soil biology in solar greenhouse

WU Hui-qin¹, DONG Lin-lin², WANG Qian^{1*}

(1. College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100193, China;

2. College of Resources and Environmental Sciences, China Agricultural University, Beijing 100193, China)

Abstract This study was focused on the impacts of garlic amendment on cucumber growth and soil biological properties by potted tests in a greenhouse. The results indicated that adding garlic residue significantly improved cucumber growth. The fresh weight of cucumber was positively correlated with the added quantity of garlic residues. The numbers of bacteria and actinomycetes were enhanced due to the addition in the whole growth period of cucumber. However, adding 3% garlic residue decreased the number of fungi and fusarium, increased B/F ratio and optimized soil microbial community structure. Moreover, garlic residue increased the activity of polyphenol oxidase, saccharase, urease and catalase of rhizosphere soil at seedling stage. At harvesting stage, the four enzyme activities were significantly high at the adding rate of more than 2.0%, showing improving the environment favorable for the growth of cucumber stage.

Key words continuous cropping obstacles; garlic; cucumber (*Cucumis sativus* L.); allelopathy; soil microbes; soil enzyme activity

连作障碍是制约设施蔬菜高产高效和设施可持续利用的主要因素,设施蔬菜连作障碍形成机理及综合防治技术的研究日益受到人们的重视^[1-2]。目前轮作、间套作制度是克服连作障碍的最简单、有效措施之一^[3]。利用农作物间的化感作用原理进行有益组合,可以有效提高作物产量和品质,而且在防治杂草、减少根部病害方面也具有显著的效果,从而实现化感材料的合理利用与农业的可持续发展^[4]。对

大田作物的秸秆还田,有助于利用植物残茬的化感作用减轻或克服连作障碍^[5],但在设施蔬菜领域,这方面的研究较少。

葱蒜类蔬菜的根系分泌物对多种细菌和真菌具有较强的抑制作用,而常被用于间作或套种作物^[6]。大蒜是我国传统蔬菜和优势园艺作物,是公认的良好前茬作物,以往对大蒜鳞茎抑菌方面的研究报道较多^[7-8],但对大蒜叶片的研究利用较少。本试验将

收稿日期:2010-09-14

基金项目:国家“十一五”科技支撑攻关项目(2008BADA6B03);设施蔬菜连作土壤根际综合调控机制(6091001)

第一作者:吴会芹,硕士研究生,E-mail:whq0430@126.com

通讯作者:王倩,教授,主要从事蔬菜栽培生理研究,E-mail:wangq@cau.edu.cn

不同比例大蒜叶片、鳞茎干样粉碎后施入连作土壤中,通过盆栽试验研究黄瓜的不同生育期生长、根际土壤微生物数量和土壤酶活性变化,揭示大蒜干样还田后,对黄瓜生长及对连作土壤的改善作用,为克服设施黄瓜连作障碍、改善土壤微生态环境提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

将在中国农业大学科学园间苗期间获得的紫皮大蒜叶片、鳞茎(蒜瓣还未形成)置于80℃通风干燥箱:大蒜叶片需24h、大蒜鳞茎需168h,用粉碎机粉碎,混合后保存备用。

黄瓜(*Cucumis sativus* L.)品种为中农21号。盆栽试验于2008年9月在中国农业大学农学与生物技术学院日光温室中进行,土壤取自该温室黄瓜连作30年的菜田土,土壤有机质含量为32.73 g/kg、全氮1.68 g/kg、速效钾105.32 mg/kg、速效磷110.21 mg/kg、pH5.97。将大蒜的叶片、鳞茎干样按1.0%、1.5%、2.0%、2.5%和3.0%比例添加到连作土壤中,以不添加大蒜为对照,每处理3株,3次重复。大蒜干样与连作土充分混合均匀后,装盆(盆规格28 cm×24 cm),每盆装土4.5 kg、鸡粪90 g。将装好盆的各处理浇透水,覆盖塑料薄膜腐解7 d。育苗用砂子,第一片真叶展开时选取长势一致的幼苗定植于盆内(9月20日),采用常规管理方法进行栽培。

1.2 样品采集与测定

在黄瓜幼苗期、开花期、结果期取整株植株,结果期测定鲜质量,采用抖动法收集根际土^[9]:轻轻抖落根系上的大块土壤,收集黏附于根表面的土壤为根际土^[5],混匀后装入密封袋中,0~4℃冰箱保存,测定土壤微生物,风干土样测定土壤酶活性。

1)细菌采用牛肉汁蛋白胨琼脂培养基,真菌用马丁氏琼脂培养基,放线菌用高氏1号琼脂培养基,镰刀菌采用琼脂培养^[10-11],计数采用稀释涂抹平板法^[12]。每克鲜土中的菌落数(cfu/g)=菌落的平均数×稀释倍数/土样鲜质量。

2)蔗糖酶的活性采用3,5-二硝基水杨酸比色法,脲酶采用苯酚一次氯酸钠比色法,多酚氧化酶采用邻苯三酚比色法,过氧化氢酶采用高锰酸钾滴定法^[5]。

土壤微生物和土壤酶活性的抑制率通过以下公

式计算:

$$\text{抑制率} = (T_i - T_0) / T_0 \times 100\%$$

式中: T_i 表示处理; T_0 表示对照;抑制率 >0 表示促进;抑制率 <0 表示抑制。

数据采用SPSS 13.0软件,在0.05水平上进行单因素的方差分析。

2 结果与分析

2.1 大蒜对连作黄瓜生长的影响

由表1可见,大蒜对黄瓜植株干和鲜质量具有显著促进作用。结果期植株鲜和干质量随着大蒜添加量的增加而增加,3.0%时达最大值,各处理鲜质量显著高于对照,2.5%~3.0%时干质量显著高于对照;大蒜对幼苗期和开花期植株干和鲜质量的影响相似,各处理与对照均无显著性差异。

表1 大蒜对黄瓜植株干鲜质量的影响

Table 1 Effect of garlic on growth trait of cucumber plants

生育期	添加量/%	植株鲜质量/(g·株)	植株干质量/(g·株)
幼苗期	0.0	37.21 bc	4.77 a
	1.0	32.53 c	4.00 ab
	1.5	34.30 c	3.98 ab
	2.0	34.01 c	3.90 ab
	2.5	38.51 bc	4.09 ab
	3.0	39.21 bc	3.98 ab
开花期	0.0	86.83 ab	8.17 a
	1.0	80.07 ab	7.43 ab
	1.5	72.06 b	6.92 ab
	2.0	66.49 b	6.73 ab
	2.5	76.64 b	6.80 ab
	3.0	99.58 a	8.59 a
结果期	0.0	96.92 c	16.94 b
	1.0	119.13 b	18.65 b
	1.5	127.51 ab	20.76 ab
	2.0	134.40 ab	21.24 ab
	2.5	175.36 a	22.75 a
	3.0	187.51 a	24.83 a

注:不同字母表示($P<0.05$)显著,下同。

2.2 大蒜干样对连作黄瓜根际土壤微生物数量的影响

添加大蒜干样可以显著提高黄瓜根际土中细菌

和放线菌的数量,抑制真菌和镰刀菌的数量,提高了土壤 B/F 值(细菌+放线菌/真菌)。添加大蒜后,细菌和镰刀菌数量在黄瓜整个生育期中表现减少趋势,真菌和放线菌数量表现先增加后减少的趋势(表 2)。不同生育期各浓度处理的细菌和放线菌数量呈不断增加的趋势;幼苗期和开花期真菌数量变化趋势相似,较对照具有低浓度促进、高浓度抑制的作用,1.0%~2.0%范围内对真菌数量具有显著促进作用,幼苗期 2.5%~3.0%时真菌数量较对照减少,但与对照差异不显著,开花期 2.5%~3.0%时对真菌数量具有显著抑制作用,结果期真菌数量

2.0%~2.5%显著高于对照,其他与对照差异不显著;幼苗期和开花期大蒜对镰刀菌数量具有显著促进作用,随着大蒜浓度的增加,镰刀菌数量有所减少,结果期镰刀菌数量较对照显著减少,且随着大蒜添加量的增加,抑制作用增强,各处理间差异也达显著水平。添加大蒜后,提高了土壤 B/F 值,且以开花期效果为最好,幼苗期 1.0%~1.5%的 B/F 值低于对照,其他各处理均显著高于对照,开花期每个处理的 B/F 值均高于对照,结果期 2.0%~2.5%的 B/F 值低于对照,但差异不显著,其他各处理的 B/F 值明显高于对照(表 2)。

表 2 大蒜对黄瓜根际土壤微生物数量的影响

Table 2 Effects of garlic on the quality of microorganism in the rhizosphere soil of cucumber

生育期	添加量/ %	细菌/($\times 10^6$ cfu/g)		真菌/($\times 10^3$ cfu/g)		放线菌/($\times 10^4$ cfu/g)		镰刀菌/($\times 10^3$ cfu/g)		B/F 值(细菌+ 放线菌/真菌)
		数量	抑制率	数量	抑制率	数量	抑制率	数量	抑制率	
幼苗期	0.0	20.67 e	-	2.67 d	-	6.00 d	-	7.13 e	-	7 764.04 d
	1.0	38.67 d	0.87	16.67 a	5.24	16.67 c	1.78	16.27 a	1.28	2 329.74 e
	1.5	78.67 c	2.81	13.33 b	3.99	25.33 b	3.22	12.73 b	0.79	5 920.73 d
	2.0	87.33 b	3.22	8.67 c	2.25	33.33 a	4.55	8.93 c	0.25	10 111.10 c
	2.5	106.67 a	4.16	2.00 d	-0.26	36.67 a	5.11	8.60 cd	0.21	53 518.35 a
	3.0	75.33 c	2.64	2.00 d	-0.26	26.00 b	3.33	7.87 de	0.10	37 995.00 b
开花期	0.0	24.67 d	-	18.67 c	-	6.67 e	-	3.20 d	-	1 324.94 e
	1.0	46.00 c	0.86	28.67 b	0.54	19.33 d	1.90	8.33 a	1.60	1 611.21 d
	1.5	47.33 c	0.92	16.00 c	-0.14	31.33 c	3.70	5.93 b	0.85	2 977.71 c
	2.0	60.67 b	1.46	36.67 a	0.96	36.67 bc	4.50	5.33 c	0.67	1 664.49 d
	2.5	84.00 a	2.40	10.00 d	-0.46	48.00 a	6.20	5.27 c	0.65	8 448.00 a
	3.0	52.00 bc	1.11	9.33 d	-0.50	45.33 ab	5.80	5.13 c	0.60	5 622.00 b
结果期	0.0	28.00 e	-	4.67 c	-	14.00 c	-	20.33 a	-	6 025.70 c
	1.0	42.67 cd	0.52	2.67 c	-0.43	18.67 c	0.33	9.87 b	-0.51	16 051.20 b
	1.5	54.67 b	0.95	3.33 c	-0.29	20.00 bc	0.42	8.87 c	-0.56	16 477.48 b
	2.0	68.00 a	1.43	12.00 a	1.60	28.67 ab	1.04	6.13 d	-0.69	5 690.56 c
	2.5	52.00 bc	0.86	8.67 b	0.86	31.33 a	1.24	2.53 e	-0.87	6 033.83 c
	3.0	40.00 d	0.43	2.00 c	-0.57	23.33 abc	0.67	0.80 f	-0.96	20 116.65 a

2.3 大蒜干样对连作黄瓜根际土壤酶活性的影响

大蒜干样对苗期多酚氧化酶和蔗糖酶活性具有抑制作用,对脲酶和过氧化氢酶活性具有促进作用,结果期时对土壤酶活性具有促进作用。添加大蒜后,土壤多酚氧化酶和过氧化氢酶活性在黄瓜整个生育期表现下降趋势,脲酶和蔗糖酶活性表现升高趋势。但各个生育期的脲酶和过氧化氢酶活性较对照呈升高趋势;多酚氧化酶活性在各生育期变化

趋势不同,幼苗期多酚氧化酶活性下降,2.5%~3.0%范围内与对照差异显著,开花期和结果期多酚氧化酶活性呈升高趋势;幼苗期各浓度处理下的蔗糖酶活性显著低于对照,开花期蔗糖酶活性先升高后下降,1.0%~1.5%时显著高于对照,2.5%时显著低于对照,结果期蔗糖酶活性呈升高趋势,2.0%~2.5%显著高于对照,其他与对照差异不显著(表 3)。

表3 大蒜对黄瓜根际土壤酶活性的影响

Table 3 Effects of garlic on enzyme activities in the rhizosphere soil of cucumber

生育期	添加量/%	多酚氧化酶/(mg/g)		脲酶 NH ₃ -N/(mg/g)		蔗糖酶/(mg/g)		过氧化氢酶/(mL/g)	
		活性	抑制率	活性	抑制率	活性	抑制率	活性	抑制率
幼苗期	0.0	0.860 a	-	0.100 b	-	2.720 a	-	8.725 c	-
	1.0	0.817 a	-0.050	0.110 b	0.100	2.197 b	-0.192	9.025 c	0.034
	1.5	0.723 ab	-0.159	0.110 b	0.100	2.093 b	-0.231	11.250 b	0.289
	2.0	0.693 abc	-0.194	0.123 a	0.230	1.340 c	-0.507	11.117 b	0.274
	2.5	0.620 bc	-0.279	0.130 a	0.300	1.067 d	-0.607	12.783 a	0.465
	3.0	0.530 c	-0.384	0.127 a	0.270	0.973 d	-0.642	12.450 a	0.426
开花期	0.0	0.643 bc	-	0.110 c	-	2.660 c	-	6.025 c	-
	1.0	0.777 ab	0.208	0.127 bc	0.155	4.610 a	0.733	6.907 bc	0.146
	1.5	0.870 a	0.353	0.130 b	0.182	3.620 b	0.361	7.165 bc	0.189
	2.0	0.810 ab	0.259	0.140 ab	0.273	2.543 c	-0.044	7.550 b	0.253
	2.5	0.723 abc	0.124	0.140 ab	0.273	1.720 d	-0.353	8.252 ab	0.360
	3.0	0.567 c	-0.118	0.150 a	0.364	2.750 c	0.034	9.072 a	0.505
结果期	0.0	0.550 b	-	0.143 b	-	3.967 cd	-	7.255 bc	-
	1.0	0.606 b	0.102	0.163 ab	0.140	3.660 d	-0.077	6.765 c	-0.067
	1.5	0.610 b	0.109	0.163 ab	0.140	3.773 d	-0.0489	6.895 bc	-0.049
	2.0	0.623 ab	0.133	0.173 a	0.210	4.497 ab	0.134	7.778 ab	0.072
	2.5	0.733 a	0.333	0.183 a	0.280	4.713 a	0.188	7.738 ab	0.066
	3.0	0.740 a	0.345	0.170 a	0.189	4.230 bc	0.066	8.475 a	0.168

3 讨论

3.1 大蒜对连作黄瓜生长的影响

大蒜残茬中含有大量的有机成分,进入土壤后在微生物的作用下被植物吸收利用,进而促进了植物的生长,而且大蒜中含有大量的抑菌成分^[7-8],抑制土壤中的病原菌,利于植株的生长。研究表明,大蒜鳞茎浸提液在 20 mg/mL 浓度内有利于促进抗氧化酶的活性,减少 MDA 含量,有利于增强黄瓜的抗逆性及适应能力,20 mg/mL 浓度范围内大蒜浸提液对黄瓜生长有利^[12]。

3.2 大蒜对黄瓜土壤生物学特性的影响

土壤微生物是土壤中活的有机体,是衡量土壤肥力的一个重要指标,也是土壤物理化学特性的综合反映。微生物种群结构的失衡是导致作物连作障碍的重要原因^[13]。随着连作年限增加,微生物由“细菌型”向“真菌型”转化,B/F 比值降低,土壤土传病害发生严重^[14-15]。添加大蒜后,黄瓜根际土中

细菌和放线菌数量增加,真菌呈低浓度促进、高浓度抑制的浓度效应,镰刀菌在幼苗期和开花期具有促进作用而在结果期具有抑制作用。土壤细菌、真菌、放线菌、镰刀菌数量呈现出不同的变化趋势,一方面由于大蒜腐解物中含有较高浓度的碳水化合物、氨基酸等物质,为微生物的繁殖提供大量能源,影响根际微生物的种类和数量^[16],另一方面是大蒜腐解物的化感物质进入土壤后,作用于土壤微生物区系,其所含的抑菌物质能抑制微生物的生长和繁殖^[17]。程智慧等^[18]经 GC/MS 分析初步确定大蒜叶片水浸液中具有 6 种可挥发抑菌物质。土壤中微生物数量明显增加,但土壤中真菌数量较细菌、放线菌数量增加较少甚至减少,因此,添加大蒜改变了土壤微生物群落,提高了土壤 B/F 值,表明大蒜对土壤细菌、放线菌(有益菌)数量的影响大于对菌(有害菌)的影响,从而改善了土壤微生物区系。

土壤酶是反映土壤生物化学过程的主要指标之一,与土壤肥力有较显著的相关性^[19]。多酚氧化酶

在土壤有机质形成中起重要作用,对增加土壤有机质含量,提高土壤肥力有重要意义;过氧化氢酶参与生物的呼吸代谢,并可以分解呼吸过程中产生的过氧化氢;蔗糖酶可增加土壤可溶性营养物,土壤的脲酶参与土壤N的转化,为作物生长提供N源。菜园土壤的磷酸酶、过氧化氢酶、蔗糖酶和脲酶活性与黄瓜产量呈显著或极显著正相关^[20]。土壤酶活性可作为衡量土壤生物学活性和土壤生产力的指标^[21]。而随着连作年限的增加,过氧化氢酶、脲酶和蔗糖酶的活性降低,多酚氧化酶的活性升高^[22]。本试验中,随着大蒜添加量的增加,对黄瓜幼苗期根际土壤多酚氧化酶和蔗糖酶活性具有抑制作用,对脲酶和过氧化氢酶活性具有促进作用,开花期和结果期时多酚氧化酶、脲酶、蔗糖酶和过氧化氢酶活性都表现升高趋势。但土壤酶活性的改变及各酶活性间的关系,对土壤微生物群落、植物生长的影响还需进一步研究。

试验结果表明:大蒜中包含影响植株生长、土壤微生物数量和土壤酶活性的物质,且随着浓度的变化而变化。大蒜的化感物质进入土壤中,改变了土壤微生物区系,进而影响土壤酶活性,使土壤微生态环境有利于黄瓜的生长。因此,在一定程度上,大蒜有利于减轻黄瓜的连作障碍。化感物质在物理、化学、生物等因素的作用下,化学结构和构象都可能发生变化,对作物的化感效应也因此比较复杂。本试验将大蒜添加入连作土壤中浇水覆膜腐解7d,对于大蒜的腐解程度、化感物质在土壤中释放规律等尚不清楚,需进一步研究。

参 考 文 献

- [1] 贺丽娜,梁银丽,高静,等.连作对设施黄瓜产量和品质及土壤酶活性的影响[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2008,36(5):155-159
- [2] 马云华,王秀峰,魏岷,等.黄瓜连作土壤酚酸类物质积累对土壤微生物和酶活性的影响[J].应用生态学报,2005,16(11):2149-2153
- [3] 喻景权,杜小舜.蔬菜设施栽培可持续发展中的连作障碍问题[J].沈阳农业大学学报,2000,31(1):124-126
- [4] 刘彦随,杨子生.我国土地资源学研究新进展及其展望[J].自然资源学报,2008,23(2):353-360
- [5] 袁飞,彭宇,张春兰,等.有机物料减轻设施连作黄瓜苗期病害的微生物效应[J].应用生态学报,2004,15(5):867-870
- [6] 赵尊练,杨广君,巩振辉,等.克服蔬菜作物连作障碍问题之研究进展[J].中国农学通报,2007,23(12):278-282
- [7] 程智慧,宋莉,孟焕文.大蒜鳞茎粗提物对黄瓜枯萎病的抑菌作用和防病效果[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2008,36(5):113-118
- [8] 林辰壹,郑成锐,程智慧.大蒜鳞茎提取液对黄瓜2种种传病害的抑制及化感作用研究[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2009,37(10):140-144,150
- [9] 关松荫.土壤酶及其研究方法[M].北京:中国农业出版社,1986
- [10] 韩宝坤,杜艳华.非无菌操作下分离尖孢镰刀菌的培养基[J].植物病理学报,2001,31(4):373-373
- [11] 胡开辉.微生物学实验[M].北京:中国林业出版社,2004
- [12] 董林林,李振东,王倩.大蒜鳞茎浸提液对黄瓜幼苗的化感作用[J].华北农学报,2008,23:47-50
- [13] 李晓磊,李井会,宋述尧.秸秆有机肥改善设施黄瓜连作土壤微生物区系[J].长春大学学报,2006,6(16):119-122
- [14] 马云华,魏琅,王秀峰.日光温室连作黄瓜根区微生物区系及酶活性的变化[J].应用生态学报,2004,15(6):1005-1008
- [15] 张乃明,董艳.施肥与设施栽培措施对土壤微生物区系的影响[J].生态环境,2004,13(1):61-62
- [16] 张淑香,高子勤.连作障碍与根际微生态研究Ⅱ根系分泌物与酚酸物质[J].应用生态学报,2000,11(1):152-156
- [17] Mallik A U, Zhu H, Park Y G. Overcoming Kalmia induced growth inhibition of *Picea mariana* by mycorrhizal inoculation [J]. Journal of Korean For Science, 1998, 87: 429-444
- [18] 程智慧,佟飞,金瑞.大蒜秸秆水浸提液的抑菌作用和抑菌成分初步分析[J].西北植物学报,2008,28(2):032-0330
- [19] 韩新宁.土壤酶对土壤环境质量的作用及影响[J].内蒙古农业科技,2008(4):90-92
- [20] 杨丽娟,须晖,丘忠祥,等.菜田土壤酶活性与黄瓜产量的关系[J].植物营养与肥料学报,2000,6(1):113-116
- [21] 邱莉萍,刘军,王益权,等.土壤酶活性与土壤肥力的关系研究[J].植物营养与肥料学报,2004,10(3):277-280
- [22] 吴凤芝,孟立君,王学征.设施蔬菜轮作和连作土壤酶活性的研究[J].植物营养与肥料学报,2006,12(4):554-558

(责任编辑:王燕华)