

营养平衡调节对缓解大蒜连作障碍的研究

王立河¹, 贾云超¹, 王俊忠², 葛树春², 王喜枝¹, 田春丽¹

(1. 河南农业职业学院, 河南 中牟 451450; 2. 河南省土壤肥料站, 河南 郑州 450002)

摘要:以大蒜为试材,为缓解中牟大蒜连作障碍,试验从调节土壤营养平衡的农艺措施入手,研究了常规施肥作对照(CK)、常规施肥+抗重茬剂(T1处理)、常规施肥+硫酸锌 22.5 kg/hm^2 +钼酸铵 0.45 kg/hm^2 (T2处理)、常规施肥+腐植酸 900 kg/hm^2 (T3处理)、常规施肥+石膏 300 kg/hm^2 (T4处理)对缓解大蒜连作障碍的影响。结果表明:缓解连作障碍效果最好的是T3处理,与CK相比大蒜产量提高了 10.36% ,达到显著水平;土壤pH值为 8.32 ,有机质含量达到 1.69% ,钼、锌、速效氮、速效磷和速效钾等营养元素的含量也显著提高;土壤磷酸酶、过氧化氢酶和脲酶的活性显著提高;土壤中细菌和放线菌数量增加,真菌数量下降,使三大菌群的比例更为合理;植株的叶绿素含量和抗氧化能力也显著提高,从而提高了植株的光合效率和抗逆性。

关键词:营养平衡;连作障碍;土壤理化性质

中图分类号:S 633.406⁺.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)21-0167-06

连作障碍是一个传统的农业现象,连作障碍对许多国家的农、副业造成很大的危害。国内外学者对连作障碍的机理及解决的途径展开了一系列的研究,但对大蒜连作的研究较少,尤其是对连作障碍的机理研究还不成熟^[1-3]。现有研究结果主要集中于以下几方面:连作会造成土壤理化性质变劣,土壤微生物区系失衡,土壤酶活性下降和植株酶活性下降等现象。有关大蒜连作障碍研究还处于刚刚起步阶段,刘素慧等^[4]认为大蒜连作会出现蒜苗弱、蒜叶黄,植株瘦小,长势不均匀,根茎腐烂,部分蒜地成片枯死,蒜薹不能正常抽出,蒜头变小,皮少皮薄,质量变差,产量明显降低等现象。中牟素有“蒜乡”之称,其大规模种植已有30多年。由于效益的驱使、有限的土地资源和生产栽培条件等因素的影响,连作情况非常严重,连作障碍已经是限制中牟大蒜产业发展的一个重大难题。为了缓解大蒜连作障碍,同时也为了中牟大蒜产业体系的健康发展,课题组于2011—2014年,从调节土壤营养平衡这一农艺措施为着眼点,针对引起大蒜连作障碍的土壤养分、pH值、土壤微生物菌群及土壤酶活性等因素进行了研究,并提出了一系列缓解连作障碍的农艺措施,旨在为中牟大蒜生产提供科学依据和具体指导。

第一作者简介:王立河(1967-),男,河南唐河人,硕士,教授,现主要从事土壤与植物营养方面等研究工作。E-mail:wlhwww2002@aliyun.com

基金项目:河南省教育厅科学技术研究重点资助项目(13B210065)。

收稿日期:2015-05-19

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试品种为中牟当地晚熟大蒜品种。重茬剂主要为EM菌剂,有效活菌数为 200 亿/mL ,并含有微量元素;硫酸锌为市售纯 $\text{Zn} \geq 21.5\%$ 的硫酸锌;钼酸铵为市售纯度为 99% 钼酸铵,腐植酸由河南省农业科学院提供,有机质含量为 51% ;石膏为市售 180 目 石膏粉。

试验于2011年9月安排在中牟县水浸村村西地块。供试土壤重茬30年,为轻壤土,供试土壤基础肥力:土壤容重 1.20 g/cm^3 ,有机质含量 1.29% ,土壤全氮含量 0.085% ,pH 8.29 ,碱解氮含量 128.08 mg/kg ,速效钾含量 72.30 mg/kg ,速效磷含量 18.83 mg/kg ,田面平整,肥力均匀,排灌方便,种植水平与当地生产水平相当。

1.2 试验方法

试验共设4个处理。T1处理:常规施肥+抗重茬剂;T2处理:常规施肥+硫酸锌 22.5 kg/hm^2 +钼酸铵 0.45 kg/hm^2 ;T3处理:常规施肥+腐植酸 900 kg/hm^2 ;T4处理:常规施肥+石膏 300 kg/hm^2 ;以常规施肥为对照(CK)。常规施肥即基施 $20-15-15$ 的复混肥 750 kg/hm^2 ,大蒜返青期追施复合肥 450 kg/hm^2 ,抽薹期追尿素 300 kg/hm^2 。每处理重复3次,行距 16 cm ,株距 12 cm ,宽度 3 m ,长度 20 m ,每小区面积不小于 60 m^2 ,地膜覆盖,随机区组设计。2012年5月23日收获蒜头,各处理田间管理措施一致。

1.3 项目测定

1.3.1 土壤营养状况的测定 试验前后分别取土样分

析有机质,碱解氮,速效磷,速效钾,pH 值,有效锌、铜含量。有机质采用重铬酸钾外加热法测定;pH 值按土水比 1:2.5 浸提,采用 pHsJ-4A 酸度计测定;有效铜采用草酸-草酸铵浸提-极谱法测定,有效锌采用 DTPA 浸提-原子吸收分光光度法测定,碱解氮采用扩散法测定;速效磷采用 Olsen 法测定;速效钾采用醋酸铵浸提-火焰光度计法测定^[5]。

1.3.2 土壤酶活性及大蒜根际微生物测定 分别于大蒜幼苗期(SS)(10 月底)、分化期(DS)(3 月底)、蒜薹伸长期(ES)(4 月中下旬)和鳞茎膨大后期(BES)(5 月中旬),观察大蒜生长情况。并采集大蒜根际土壤,用于有关土壤酶活性的测定和微生物数量的测定,酶活性测定在河南农业大学农学院完成。过氧化氢酶(CAT)活性采用高锰酸钾滴定法测定,磷酸酶(ALP)活性采用磷酸苯二钠比色法测定,脲酶(Urease)活性采用靛酚蓝比色法测定^[6]。分离真菌选用马丁氏培养基,分离细菌选用牛肉膏蛋白胨培养基,分离放线菌选用改良高氏 1 号培养基,真菌、细菌、放线菌的数量采用稀释平板法测定^[7]。

1.3.3 大蒜植株酶活性及叶绿素含量测定 于鳞茎膨大后期(5 月中旬),每处理选取 10 株,进行植株有关生理活性分析。超氧化物歧化酶(SOD)活性采用 NBT 还原法测定;过氧化物酶(POD)活性采用愈创木酚法测

定;过氧化氢酶(CAT)活性采用紫外吸收法测定;叶绿素含量采用分光光度法测定^[6]。

1.3.4 大蒜产量性状的测定 于收获前,每处理选取 20 株,进行植株考种,大蒜鳞茎风干后称重。

1.4 数据分析

采用 Microsoft Office Excel 和 DPS 软件进行数据计算与分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对连作大蒜产量性状的影响

由表 1 可知,在不同处理中 T3 处理各个产量性状指标都显著优于 CK,与 CK 相比增产达到 10.36%,达显著水平。各处理对株高的影响都显著高于 CK,说明营养调节方案有利于促进株高;T1、T2 和 T3 处理对茎粗的提高显著高于 CK,T4 处理不太明显;各处理与 CK 相比均能显著提高蒜头直径,其中 T3 处理最显著,T1、T2 和 T4 处理之间差异不显著;各处理与 CK 相比均能显著提高蒜头单重,其中 T3 处理最显著,T1、T2 和 T4 处理之间差异不显著。可见,通过营养改良,在底肥中加入腐殖酸或者加入有益菌均能显著缓解大蒜连作障碍,而单一改变土壤的 pH 值或改变土壤微量元素效果不太明显。

表 1 不同处理对连作大蒜产量性状的影响

Table 1 Effect of different treatments on the bulb yield of garlic

处理 Treatment	株高 Height/cm	茎粗 Stem diameter/cm	蒜头直径 Garlic bulb diameter/cm	蒜头单重 Weight of a garlic bulb/g	产量 Yield/(kg·hm ⁻²)	增产 Increase/%
CK	84.74c	0.91c	4.22c	43.13c	18 116.28c	
T1	89.52b	1.04b	4.90b	45.24b	19 001.64b	4.89
T2	89.35b	1.07b	4.60b	44.35b	18 627.00b	2.28
T3	93.91a	1.28a	5.18a	47.60a	19 993.68a	10.36
T4	88.24b	0.95bc	4.85b	44.93b	18 872.28b	4.17

注:小写字母表示差异达显著($P<0.05$)水平。下同。

Note: Significant differences among treatments are indicated by different lowercase letters at ($P<0.05$). The same below.

2.2 不同处理对连作大蒜土壤营养构成因素成分的影响

由表 2 可知,不同处理对大蒜连作土壤 pH 值的影响差异不显著,其中 CK 的 pH 值最小,T4 处理的最高;有效铜、速效氮及速效钾各处理差异显著,均以 T3 含量最高且显著高于 CK,T1 处理次之,CK 最低;有机质的含量 T3、T1、T4 处理依次降低,T1 与 T4 处理间差异不

显著,但都显著高于 CK,T2 处理与 CK 差异不显著,仅使用微量元素对改良土壤营养结构效果不明显;有效锌的含量 T3 处理最高,T1、T2 处理次之,且都显著高于 CK,但 T4 比 CK 低;速效磷 T3 处理最高,各处理均显著高于 CK。可知,CK 土壤 pH 值降低,养分含量低,从土壤营养平衡调节角度来看腐殖酸效果显著。

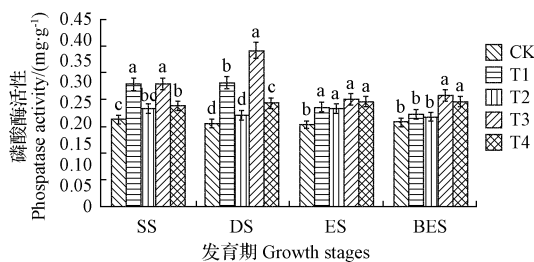
表 2 不同处理对连作大蒜土壤营养成分的影响

Table 2 Effect of different treatments on soil nutrients of garlic

处理 Treatment	pH 值 pH value	有效铜 Mo/(mg·kg ⁻¹)	有机质 OM/%	有效锌 Zn/(mg·kg ⁻¹)	速效氮 Avail. N/(mg·kg ⁻¹)	速效钾 Avail. K/(mg·kg ⁻¹)	速效磷 Avail. P/(mg·kg ⁻¹)
CK	8.23a	0.017d	1.20c	1.89c	127.32e	67.36d	16.80e
T1	8.40a	0.053b	1.32b	2.43b	169.76b	84.25b	32.00b
T2	8.33a	0.043c	1.21c	2.31b	141.47d	80.54c	20.81d
T3	8.32a	0.079a	1.69a	2.71a	193.81a	91.54a	34.80a
T4	8.47a	0.052b	1.36b	1.72c	151.37c	81.76c	24.50c

2.3 不同处理对大蒜连作土壤酶活性的影响

由图 1 可知,大蒜连作土壤中磷酸酶活性总体呈现先增高后降低的现象,分化期磷酸酶活性最强,蒜薹伸长期、鳞茎膨大期降低,可能与温度变化有关。不同发育期内磷酸酶活性都以 CK 为最小,T3 处理为最大。幼苗期和分化期各个处理间差异明显,尤其在分化期达到显著性差异,其中 T3 处理磷酸酶活性在分化期达到最大值;蒜薹伸长期各处理与 CK 比差异都显著,但各处理之间差异不显著;鳞茎膨大期 CK 与 T3、T4 比差异显著,与 T1、T2 处理之间差异不显著。因此,总体看 T3 处理有利于提高土壤中磷酸酶活性提高。



注:SS(幼苗期);DS(分化期);ES(蒜薹伸长期);BES(鳞茎膨大后期)。下同。

Note: SS (seedling stage); DS (differentiation stage); ES (elongation stage); BES (Bulb expanding stage). The same below.

图 1 不同处理对大蒜连作土壤磷酸酶活性的影响

Fig. 1 Effect of different treatments on the activity of phosphatase in the soil of garlic

由图 2 可知,大蒜连作土壤中脲酶活性在整个生育期内变化不大,总体随发育期先小幅升高后下降,除在分化期以 T4 处理活性最高外,其余生育期内以 CK 最低,T3 处理脲酶活性最高。但到了鳞茎膨大期 CK、T2 和 T4 处理的脲酶活性有所降低。因此,T3 处理有利于脲酶活性提高,有利于加速土壤中氮的转化。

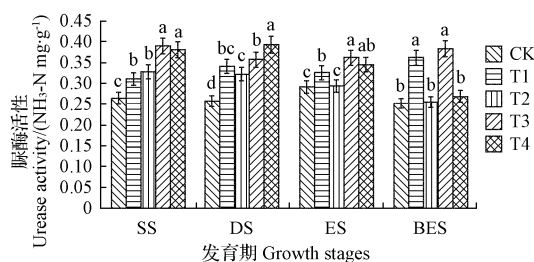


图 2 不同处理对大蒜连作土壤脲酶活性的影响

Fig. 2 Effect of different treatments on the activity of urease in the soil of garlic

由图 3 可知,大蒜连作土壤中过氧化氢酶活性在不同发育期内差异不大,但总体呈先升高后降低趋势,在蒜薹伸长期达到最大。在同一发育期内均以 CK 为最小,T3 处理为最大,尤其是在蒜薹伸长期 T3 处理与其

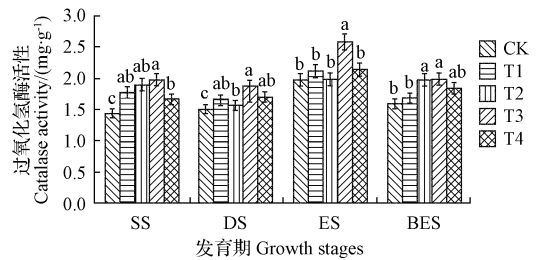


图 3 不同处理对大蒜连作土壤过氧化氢酶活性的影响

Fig. 3 Effect of different treatments on the activity of catalase in the soil of garlic

它处理之间差异达显著水平。因此,T3 处理有利于提高土壤中过氧化氢酶的活性,从而提高大蒜的抗逆性。

2.4 不同处理对连作大蒜根际土壤微生物的影响

土壤中微生物的数量、活性和种类可以直接反映土壤肥力。细菌主要对自然界物质与能量循环具有特殊作用。图 4 表明,连作大蒜根际细菌的数量在整个发育期内呈先升后降的趋势,在不同发育期内,蒜薹伸长期最多,分化期最少。在同一发育期内各处理差异显著,尤其是蒜薹伸长期处理间差异极显著。除鳞茎膨大期外均以 CK 细菌数量最少,T3 处理数量最多。鳞茎膨大期 T1 与 T3 处理之间差异显著,T2 处理显著少于 CK。因此,T3 处理能提高土壤中细菌的数量,加快营养物质的转化,缓解连作障碍。

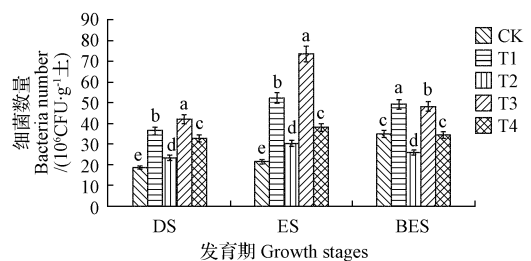


图 4 不同处理对连作大蒜根际土壤细菌的影响

Fig. 4 Effect of different treatments on soil bacteria in rhizosphere of continuous cropping of garlic

放线菌多数种类都能产生抗生素,所以对有害微生物有一定的抑制作用。图 5 表明,连作大蒜根际放线菌的数量在整个发育期内呈先升后降的趋势,蒜薹伸长期达到最多,因为放线菌可以分解纤维素、木质素、几丁质等有机质,因此放线菌常在有机质腐解的后期出现。在同一发育期内各处理之间差异显著,分化期和鳞茎膨大期放线菌数量均以 CK 为最少,T3 处理为最多,蒜薹伸长期 T2 处理比 CK 少,T1 比 T3 处理多。结果说明,放线菌生长需要较多的有机质,腐殖酸的加入为放线菌提供了丰富的有机质,提高了放线菌的数量,减轻了大蒜的病虫害,从而缓解了大蒜连作障碍。

土壤真菌中有许多是作物的病原菌,且全部是有机

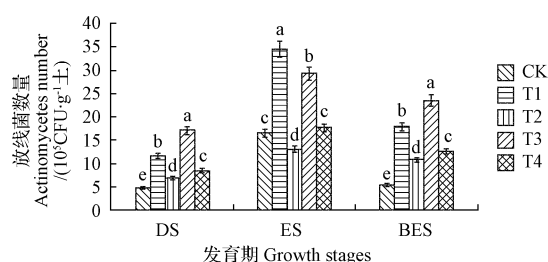


图5 不同处理对连作大蒜根际土壤放线菌的影响

Fig.5 Effect of different treatments on soil actinomycetes in rhizosphere of continuous cropping of garlic

营养型。图6表明,连作大蒜根际真菌的数量在整个发育期内呈先升后降的趋势,其数量受环境条件影响严重。蒜薹伸长期各处理真菌数量达到最多,其中T2和T4处理差异不显著,T3处理真菌数量最少。分化期CK真菌数量最多T1和T3处理最少。鳞茎膨大期T2处理真菌数量最多,T3处理真菌数量最少。结果说明,腐殖酸的加入使有益微生物数量增加,从而有效的抑制了真菌的生长繁殖,缓解了大蒜连作障碍。

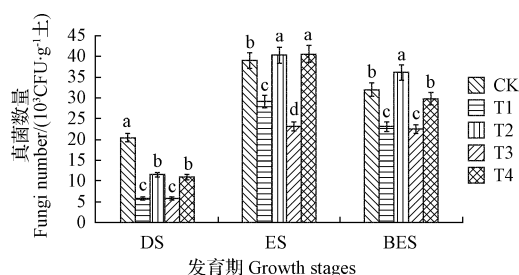


图6 不同处理对连作大蒜根际土壤真菌的影响

Fig.6 Effect of different treatments on soil fungi in rhizosphere of continuous cropping of garlic

2.5 不同处理对连作大蒜叶片抗氧化能力及叶绿素含量的影响

植株在正常生长过程中体内会产生大量活性氧,这类物质在植物体内如不能及时清除,将会对植物的生长发育产生严重的毒害作用。植物为了维持正常的生长,通过抗氧化酶 POD、CAT、SOD 对活性氧进行清除。由表3可知,不同处理对连作大蒜叶片中 POD、CAT、SOD 活性的影响程度不同。POD 活性:T1 处理与 CK 差异显著,T1 处理比 CK 提高了 1.11 倍,T2 处理与 CK 差异不显著,T3 和 T4 也能显著提高 POD 的活性。CAT 活性:CK 最低,T3 处理最高,T3 处理与 CK 差异显著,是 CK 的 2.31 倍,T1 和 T2 处理与 CK 差异不显著。SOD 活性:CK 最低,T4 处理最高,T3 和 T4 处理与 CK 差异显著。

叶绿素是重要的光合色素,叶片中叶绿素含量的高低在一定程度上可反映叶片光合能力的强弱。表4表明,叶片中叶绿素 a 含量各处理差异不显著,但叶绿素

表3 不同处理对连作大蒜叶片抗氧化能力的影响

Table 3 Effect of different treatments on antioxidant ability in leaves of continuous cropping of garlic			
处理 Treatment	过氧化物酶活性 POD activity /(U·g ⁻¹ ·min ⁻¹ FW)	过氧化氢酶活性 CAT activity /(U·g ⁻¹ ·min ⁻¹ FW)	超氧化物歧化酶活性 SOD activity /(U·g ⁻¹ FW)
CK	2.22c	2.07c	352.42c
T1	4.69a	2.13c	376.30b
T2	2.59c	2.16c	380.85b
T3	3.91b	4.78a	392.27a
T4	3.92b	3.05b	393.03a

表4 不同处理对连作大蒜叶片叶绿素含量的影响

Table 4 Effect of different treatments on the chlorophyll content of continuous cropping of garlic				
处理 Treatment	叶绿素 a Chl a /(mg·g ⁻¹ FW)	叶绿素 b Chl b /(mg·g ⁻¹ FW)	叶绿素(a+b) Chl(a+b) /(mg·g ⁻¹ FW)	Chl a/Chl b Chl a/b
CK	0.40b	0.20b	0.60c	2.00c
T1	0.47ab	0.22a	0.69b	2.12b
T2	0.41ab	0.20b	0.61c	2.05c
T3	0.52a	0.23a	0.75a	2.29a
T4	0.45ab	0.21ab	0.66bc	2.14b

总含量及 a/b 比值差异显著,其中 T3 处理叶绿素总含量和比值都为最高,CK 最低。结果表明 T3 处理显著提高了大蒜叶绿素含量。

3 讨论与结论

长期连作,过多的施用氮肥以及酸性或生理酸性的肥料,造成土壤盐渍化,土壤缓冲能力降低,植物生长发育不良,进而影响作物的产量^[8]。王志刚等^[9]发现随着韭菜连作年限的增加,产量下降,且下降幅度逐年增大。并认为提高土壤肥力,并增加土壤有机质,提高氮利用效率,能最终提高经济效益和作物产量^[10]。该试验结果表明,无论是微量元素、抗重茬剂处理,还是石膏、腐殖酸处理,都能不同程度的提高大蒜的产量,说明营养平衡调节能缓解大蒜连作障碍。但从产量角度综合比较不同处理对大蒜连作障碍缓解效果均以 T3 处理最为显著,说明腐殖酸能有效缓解大蒜连作障碍,提高大蒜产量。

特定的植物对土壤中矿质营养元素的需求种类及吸收的比例有特定规律,同一种植物长期连作,必然造成土壤中某些元素的亏缺,进而引发缺素症,便会影响作物的正常生长,抗逆能力下降,从而导致产量和品质下降。刘爱华等^[11]认为连作现象严重地块,加上施肥不合理,会导致土壤中各种营养成分不平衡,土壤营养状况恶化、大蒜重茬病害加重,最终会严重影响大蒜的产量和品质。试验结果表明,CK 常规施肥条件下,土壤 pH 值略有降低,有机质含量下降,有效铝、有效锌和速效钾欠缺,营养不平衡,从而导致连作障碍,影响大蒜的正常生长发育,这与于广武等^[12]研究结果一致。该试验

4 种不同处理均能不同程度的调节连作大蒜土壤营养结构,缓解连作障碍,其中 T3 处理的综合效果最为显著。

土壤酶活性是评价土壤生产力^[12]及土壤质量的重要指标^[13]。土壤脲酶直接参与土壤有机氮的转化,而土壤磷酸酶的活性直接影响土壤中磷的生物有效性,过氧化氢酶则能够催化分解土壤中累积的过氧化氢,减轻过氧化氢对植物的毒害作用,还与土壤有机质转化速度密切相关^[14]。张淑香等^[15]、马云华等^[16]研究表明,长期连作情况下,由于作物自身的毒害作用而使土壤磷酸酶、脲酶及过氧化氢酶的活性受到抑制,从而影响土壤养分的转化,最终影响作物的生长。该试验结果证实,常规施肥情况下,连作大蒜根际土壤磷酸酶、脲酶及过氧化氢酶的活性均为最低,经过不同施肥处理后,与 CK 相比活性都有不同程度的提高,尤其是 T3 处理在大蒜整个发育期内最为显著,能有效缓解大蒜连作障碍。

土壤微生物的组成结构和丰富程度可以直接反映土壤肥力。王茹华等^[17]、高亚娟等^[18]研究表明,长期连作情况下,根系分泌物数量和种类不断累积,从而使根际有益菌减少,有害菌增多,破坏根际微生物平衡,造成了连作障碍。该试验结果证实,常规施肥情况下,CK 连作大蒜根际微生物细菌、放线菌,真菌数量都少,而其它 4 个处理能有效的调节大蒜根际土壤微生物数量,尤其是 T3 和 T1 处理能有效提高细菌和放线菌数量,降低真菌的数量,从而提高大蒜的抗逆性。

叶绿素的含量高低是植物光合作用强弱的重要指标^[19]。试验结果表明,CK 叶绿素含量最低,T3 处理叶绿素含量最高,与 CK 相比差异显著,能极大提高大蒜光合效率。许多研究也证实,植物在逆境条件下,细胞内的活性氧代谢会失调,细胞会产生过量的自由基,造成膜的损伤。植物细胞中存在着清除活性氧的保护酶系统,在逆境胁迫过程中起着清除机体细胞内自由基,维持活性氧的代谢平衡,保护膜结构,提高大蒜抗逆性的作用^[20]。该试验中大蒜叶片的 POD、CAT 和 SOD 活性以 T3 和 T4 处理最多,且与 CK 相比差异显著,从而提高大蒜的抗逆性,缓解连作障碍。该试验表明,使用了 900 kg/hm² 腐殖酸的 T3 处理,有效的调节了土壤营养结构及微生物菌群结构,同时有益微生物的活动改善了

土壤活性,也促进了大蒜体内的生理活性物质的活性,提高了大蒜植株的光合作用效率,使大蒜长势茁壮,并最终提高了大蒜产量,有效的缓解大蒜连作障碍。

参考文献

- [1] 李春格,李晓鸣,王敬国. 大豆连作对土体和根际微生物群落功能的影响[J]. 生态学报,2006,26(4):1144-1150.
- [2] 张子龙,王文全. 植物连作障碍的形成机制及其调控技术研究进展[J]. 生物学杂志,2010(5):69-72.
- [3] 孙磊. 不同连作年限对大豆根际土壤养分的影响[J]. 北京:中国农学通报,2008,12(24):266-269.
- [4] 刘素慧,刘世琦,张自坤,等. 大蒜连作对其根际土壤微生物和酶活性的影响[J]. 中国农业科学,2010(5):1000-1006.
- [5] 鲍世旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2000.
- [6] 关松荫. 土壤酶及研究方法[M]. 北京:农业出版社,1986:274-332.
- [7] 中国科学院南京土壤研究所微生物室. 土壤微生物研究法[M]. 北京:科学出版社,1985:456-459.
- [8] 童有为,陈淡飞. 温室土壤次生盐渍化的形成和治理途径的研究[J]. 园艺学报,1991,18(z):159-162.
- [9] 王志刚,郭天文,徐伟慧. 大棚韭菜连作对产量和品质及土壤养分状况的影响[J]. 甘肃农业大学学报,2006,41(6):34-37.
- [10] 樊军,郝明德. 长期轮作施肥对土壤微生物碳氮的影响[J]. 水土保持研究,2003,10(1):85-87.
- [11] 刘爱华,徐保民,陈燕. 不同配方施肥及微生物菌肥对大蒜重茬防治效果[J]. 山东农业科学,2009(6):91-92.
- [12] 于广武,许艳丽,刘晓冰,等. 大豆连作障碍机制研究初报[J]. 大豆科学,1993,12(3):237-243.
- [13] 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.
- [14] 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.
- [15] 张淑香,高子勤,刘海玲. 连作障碍与根际微生态研究[J]. 应用生态学报,2000,10(5):741-744.
- [16] 马云华,王秀峰,魏氓,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.
- [17] 王茹华,张启发,周宝利,等. 浅析植物根分泌物与根际微生物的相互关系[J]. 土壤通报,2007,38(1):167-172.
- [18] 高亚娟,王永和,杜岩,等. 大棚草莓连作对土壤微生物区系和土壤养分含量的影响[J]. 北方园艺,2013(21):56-58.
- [19] 李伟,黄金丽,睦晓蕾,等. 黄瓜幼苗光合及荧光特性对弱光的响应[J]. 园艺学报,2008,35(1):119-122.
- [20] 徐孟亮,姜孝成,周广洽,等. 干旱对水稻根系活力与结实性状的影响[J]. 湖南师范大学学报,1998,21(3):64-68.

Study on Alleviating Continuous Cropping Obstacle of Garlic by Nutrient Balance

WANG Lihe¹, JIA Yunchao¹, WANG Junzhong², GE Shuchun², WANG Xizhi¹, TIAN Chunli¹

(1. Henan Vocational College of Agricultural, Zhongmou, Henan 451450; 2. Soil and Fertilizer Station of Henan Province, Zhengzhou, Henan 450002)

Abstract: Taking garlic as test material, in order to alleviate continuous cropping obstacle of garlic in Zhongmou, starting from the regulation of soil nutrient balance, conventional fertilization as CK(CK), conventional fertilization+anti cropping

土壤水分和膜下增氧对番茄根际土壤微生物量的影响

易晓华¹, 何 华², 金 静³

(1. 青岛农业大学 生命科学院, 山东省高校植物生物技术重点实验室, 山东 青岛 266109; 2. 青岛农业大学 资源与环境学院, 山东 青岛 266109; 3. 青岛农业大学 农学与植物保护学院, 山东 青岛 266109)

摘 要:以处理后的番茄土样为试材, 设置增氧和不增氧 2 种处理, 增氧的处理方式为对盆栽灌溉 5% 的双氧水, 不增氧处理方式则为灌溉煮沸冷却后的水。分别对以上 2 种处理灌溉不同水量, 获得土壤含水量分别为 50%~55%、65%~70%、80%~85% 的土样, 用稀释涂布法测土壤中的微生物量。结果表明: 在不增氧处理中, 土壤含水量在 50%~55% 时细菌和放线菌有最大微生物量, 土壤含水量为 80%~85% 时, 真菌有最大微生物量; 增氧处理中, 放线菌在土壤含水量在 50%~55% 时有最大微生物量。在不同的含水量下, 不增氧处理中的土壤微生物量都比增氧处理的土壤微生物量大; 在增氧处理中, 不同含水量下细菌和真菌变化不大, 放线菌的量最大。

关键词:番茄土壤; 膜下增氧; 水分处理; 微生物量

中图分类号:S 641.206⁺.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)21-0172-06

近年来, 人们日益认识到土壤中微生物数量和种类的不同对植物生长发育有影响^[1]。土壤中微生物数量和种类的多少除了与土壤中水分和营养元素、理化性状密切相关^[2-3]外, 还与土壤的含水量、含氧量以及 pH 值

等有关^[4-5]。土壤中微生物的丰度和数量的多少作为土壤生物学的指标^[4], 反映了土壤中养分转化能力的强弱和速度的快慢^[6], 其中细菌、真菌和放线菌这三大类微生物既可产生植物生长所必需的氮、磷、钾、钙、镁等大量或者微量元素^[7], 又对土壤中有机物的分解和利用、氮和硫以及其化合物的转化具有重要的作用^[8], 这将大大促进农作物对氮磷钾肥的吸收利用, 有效地节约生产成本, 并将促进绿色无公害作物的生产。

目前, 有关土壤微生物量和种类影响因子的研究多集中在含水量和营养元素方面, 而有关土壤水分和膜下增氧这 2 个因子对土壤微生物量和种类影响的研究还鲜见报道。该试验在前人基础上, 进一步研究土壤水分和膜下增氧对番茄根际土壤微生物量和种类的影响, 以期探寻番茄生长的最佳土壤含水量和膜下氧浓度, 为番

第一作者简介:易晓华(1972-), 女, 博士, 副教授, 现主要从事生化和微生物等教学与科研工作。E-mail: yxh0624@sina.com.

责任作者:金静(1971-), 女, 博士, 教授, 硕士生导师, 现主要从事植物病理学和真菌分类及真菌资源利用等研究工作。E-mail: caroljin8100@163.com.

基金项目:青岛科技局民生计划资助项目(14-2-3-43-nsh, 6622313132); 国家自然科学基金青年科学基金资助项目(621197); 山东省高等学校科技计划资助项目(621129); 青岛农业大学高层次人才启动基金资助项目(621114)。

收稿日期:2015-07-27

agent as T1 treatment, conventional fertilization + zinc sulfate 22.5 kg/hm² + ammonium molybdate 0.45 kg/hm² as T2 treatment, conventional fertilization + humic acid 900 kg/hm² as T3 treatment, conventional fertilization + gypsum 300 kg/hm² as T4 treatment. The results showed that, the best effect of relief continuous cropping obstacle of garlic was T3 treatment, compared with the control output increased by 10.36%, reached significant level, the pH value of the soil was 8.32, organic matter content reached 1.69%, the content of Mo, Zn, available N, available P and available K was also significantly improved, the activity of soil phosphatase, catalase and urease increased significantly, bacteria and actinomycetes in soil was increased, the quantity of fungi was decreased, so that the three bacterias ratio was more reasonable, the chlorophyll content and antioxidant capacity of plants was also significantly improved, so the photosynthetic efficiency and resistance of plants increased.

Keywords: nutrient balance; continuous cropping obstacle; the physicochemical properties of soil