

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

茄的生长发育、优质高产稳产奠定一定的理论基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试番茄品种为“精品 2008”，于 2012 年秋季在日光温室内进行盆栽试验。

牛肉膏蛋白胨琼脂培养基(细菌)、高氏一号琼脂培养基(放线菌)、PDA 培养基(真菌)的配制参考文献[9]。

1.2 试验方法

育苗时间为 2012 年 9 月 21 日,在番茄幼苗 3 片叶时期进行移栽。10 月 12 日在番茄 3 片叶时移栽于日光温室,2013 年 4 月 11 日采样。选用内径 26.5 cm,高 27 cm 的塑料桶,用黑色塑料袋包裹模拟土壤黑暗环境。在桶底成水平 30°角垫铺石英砂 2.116 kg,然后铺设纱布,放入内径 2.5 cm、长 25 cm 的 PVC 管后垫土。每盆栽试验桶内盛放 9 kg 沙壤土,内掺混底肥,豆粉 15 g,过磷酸钙 10.47 g。每处理下设 6 个不同土壤水分含量处理,重复 3 次,共 18 盆。番茄三叶期时移栽入盆,整个生育期内不对番茄施任何肥料。

试验设水分和供氧 2 个试验因素,水分设高水、中水、低水 3 个水平;供氧设增氧和不增氧 2 个水平,共 6 个处理,每处理重复 10 次,随机排列。各处理代号及水分梯度设定量,增氧浓度见表 1。根区采用灌溉 0.5% H_2O_2 溶液的方法来增氧。番茄成熟后,分别取不同处理下番茄植株根际部分的土壤,土样自然风干后,过 20 目筛并分袋装好,备用。

表 1 2011 年秋茬番茄各处理(代号)及对应的灌溉量、增氧浓度

Table 1 The treatment code and the corresponding irrigation amount, increasing oxygen concentration of the autumn crop of tomatoes in 2011

处理(代号)	灌水量	H_2O_2 浓度 Hydrogen peroxide concentration/%
Treatment (Code)	Irrigation water quantity	peroxide concentration/%
低水不增氧(W-1)	50%~55%田间持水量	0
中水不增氧(W-2)	65%~70%田间持水量	0
高水不增氧(W-3)	80%~85%田间持水量	0
低水增氧(WO-1)	50%~55%田间持水量	0.5
中水增氧(WO-2)	65%~70%田间持水量	0.5
高水增氧(WO-3)	80%~85%田间持水量	0.5

1.3 项目测定

采用稀释涂布平板法^[9]培养微生物。称取土样 5 g,放入盛有 45 mL 无菌水的三角瓶中,震荡摇匀约 10 min,静置,用无菌水将土壤溶液的上清液依次稀释成 10^{-1} 、 10^{-2} 、 10^{-3} 、 10^{-4} 、 10^{-5} 、 10^{-6} 6 种不同稀释倍数的土壤悬浊液,用微量移液器移取不同稀释倍数的土壤稀释液各 200 μ L 放入培养皿中央位置,涂布均匀,每种稀释液重复 3 次,室温下静置 5~10 min 后,将放线菌和真菌培养基平板倒置放在 28℃ 下恒温培养 7~10 d 和 2~3 d,细菌培养基平板放在 37℃ 下恒温培养 1~2 d,数出培养皿

上微生物的菌落数,根据统计的菌落数,按下列公式进行计数:样品中菌落形成的单位数(cfu/mL)=同一稀释度下重复 3 次的平均菌落数 \times 稀释倍数 \times 5。分别计算出不同处理样品中的真菌、细菌和放线菌菌落形成的单位数,即微生物量。

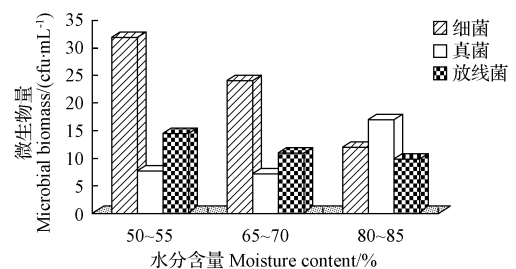
1.4 数据分析

采用 Excel 2007 进行数据处理分析。

2 结果与分析

2.1 膜下不增氧时不同水分处理对土壤微生物量的影响

从图 1 可以看出,不同处理中细菌和放线菌的微生物量都随土壤含水量的增加而减少,真菌数随着含水量的增加而增加。当土壤含水量在 80%~85%和 65%~70%时细菌的微生物量分别比土壤含水量在 50%~55%时减少了 62%和 25%。放线菌的微生物量在含水量 80%~85%时比 50%~55%和 65%~70%分别低了 32%和 10%。土壤含水量在 80%~85%时的真菌量比土壤含水量在 50%~55%和 65%~70%时高出了 120%和 140%。即在含水量为 50%~55%时土壤微生物细菌和放线菌总量最多。



注:细菌($\times 10^4$ cfu/mL),真菌($\times 10^2$ cfu/mL),放线菌($\times 10^3$ cfu/mL),下同。

Note: bacteria ($\times 10^4$ cfu/mL), fungi ($\times 10^2$ cfu/mL), actinomycetes ($\times 10^3$ cfu/mL). The same below.

图 1 膜下不增氧时 W-1 在不同水分处理下的微生物量

Fig. 1 The microbial biomass of W-1 by using method of non-oxygen-enrichment and different water treatment

由图 2 可知,在土壤含水量 65%~70%时微生物总量最大。细菌的微生物量在土壤含水量为 65%~70%时为最高,放线菌的微生物量随土壤含水量的增加而减少,其微生物量在土壤含水量为 50%~55%和 65%~70%时几乎相等,在土壤含水量为 80%~85%时为最低。而真菌的数量则随着土壤含水量的增加而增加,在土壤含水量 80%~85%达最高。

由图 3 可知,细菌和真菌的微生物量都有随着土壤含水量的升高出现先降低后升高的趋势,细菌和真菌的数量都在土壤含水量为 80%~85%时达到最大,而放线菌的数量却随着含水量的增加而减少,在含水量为

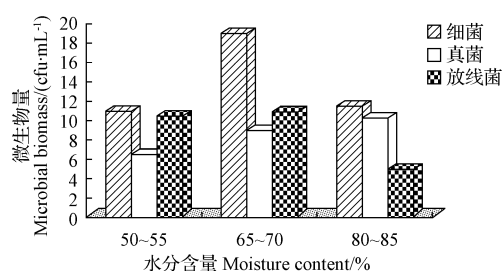


图2 膜下不增氧时 W-2 在不同水分处理下的微生物量

Fig. 2 The microbial biomass of W-2 by using method of non-oxygen-enrichment and different water treatment

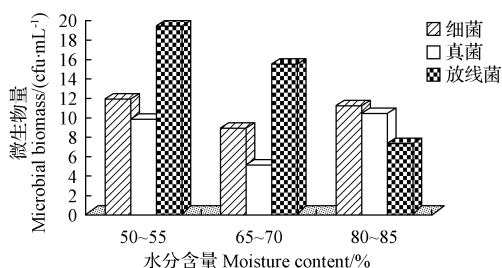


图3 膜下不增氧时 W-3 在不同水分处理下的微生物量

Fig. 3 The microbial biomass of W-3 by using method of non-oxygen-enrichment and different water treatment

80%~85%比50%~55%和65%~70%分别降低了63%和53%。即在土壤含水量为80%~85%时微生物总量最多。

2.2 膜下增氧时不同水分处理对番茄土壤微生物量的影响

由图4可知,土壤中细菌、真菌和放线菌都随着含水量的增加而减少。当土壤含水量在50%~55%时,土壤中的真菌和放线菌的微生物量比土壤含水量在65%~70%和80%~85%时都高出数倍甚至十几倍,而细菌的数量在不同土壤含水量下却没有明显的变化。总体来说在含水量为50%~55%时,土壤的微生物量最多。

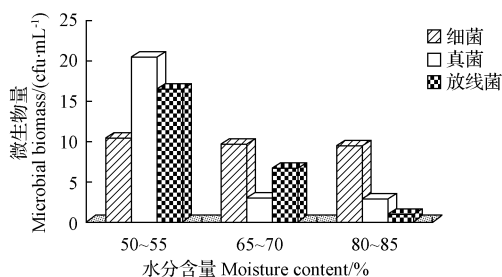


图4 膜下增氧时 WO-1 在不同水分处理下的微生物量

Fig. 4 The microbial biomass of WO-1 by using method of oxygen-enrichment and different water treatment

由图5可知,土壤中的细菌、真菌和放线菌的微生物量都具有随着土壤含水量的增大而减少的趋势。在土壤含水量为80%~85%时,细菌、真菌和放线菌的数量达到最低。即土壤含水量在50%~55%时有最大的土壤微生物量。

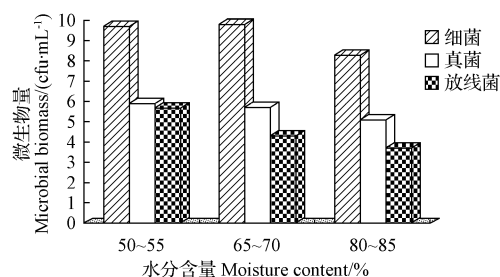


图5 膜下增氧时 WO-2 在不同水分处理下的微生物量

Fig. 5 The microbial biomass of WO-2 by using method of oxygen-enrichment and different water treatment

由图6可知,当土壤水分在50%~55%时,土壤中细菌和放线菌的数量都远远高于65%~70%和80%~85%含水量时的数量,其中细菌的数量分别高出了120%和140%,放线菌的数量分别高出了200%和170%。土壤中真菌的数量在不同含水量下差异较小,呈现出随着含水量的升高先增加后降低的变化过程。可见在土壤含水量为50%~55%时有最大微生物量。

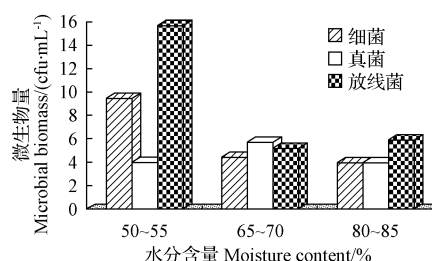


图6 膜下增氧时 WO-3 在不同水分处理下的微生物量

Fig. 6 The microbial biomass of WO-3 by using method of oxygen-enrichment and different water treatment

2.3 膜下不增氧时相同水分处理对番茄土壤微生物量的影响

由图7可知,在相同土壤含水量(50%~55%)的情况下,W-1、W-2和W-3土壤中的真菌、细菌、放线菌的数量不同。其中W-1土壤中的细菌数量是最多的,比W-2处理和W-3处理高出了190%和160%,W-2土壤中的细菌、真菌和放线菌的数量都是最少的,放线菌的数量在W-3处理的数量最大,分别比W-1处理和W-2处理高出了34%和86%。

由图8可知,在相同土壤含水量(65%~70%)的情况下,细菌、真菌和放线菌的微生物量在相同处理下表

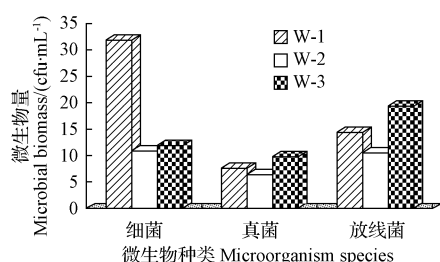


图7 膜下不增氧含水量在50%~55%时的微生物量

Fig. 7 The microbial biomass by using method of non-oxygen-enrichment when the soil moisture content reaches 50%—55%

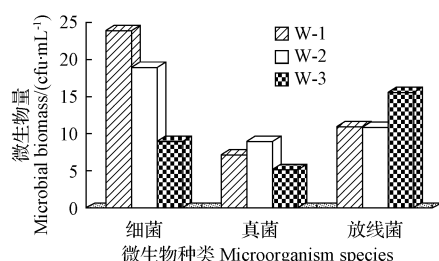


图8 膜下不增氧含水量在65%~70%时的微生物量

Fig. 8 The microbial biomass by using method of non-oxygen-enrichment when the soil moisture content reaches 65%—70%

现出了各自的差异性。其中细菌的微生物量在 W-1 处理时最高, W-3 处理是最低, 真菌的微生物量在 W-2 处理时是最大值, 在 W-3 处理时真菌数量最少, 然而放线菌的微生物量却是在 W-3 处理时真菌的数量最大, 在 W-2 处理时数量最少。真菌和放线菌的差异性没有细菌的差异性明显。

由图 9 可知, 在相同土壤含水量(80%~85%)的情况下, 在 3 个处理中细菌的数量并没有表现出较大的差异, 真菌数量确实在 W-1 处理时有最大的微生物量, 但是在 W-2 和 W-3 处理中无明显差异。放线菌的微生物量出现了明显的差异, 其中 W-1 处理中放线菌的数量最多, 处理土壤 W-2 处理的放线菌最少, 比 W-1 处理减少了 49%。总体来说相同含水分量条件下(80%~85%)放线菌的微生物量差别最大。

2.4 膜下增氧时相同水分处理对番茄土壤微生物量的影响

由图 10 可知, 相同处理间不同土壤中微生物量不同。在膜下增氧水分含量为 50%~55% 时, 在 3 个处理中, 细菌的数量无明显差异, 真菌数量在 WO-1 处理时达到最大, 放线菌的数量在 WO-1 和 WO-3 处理中较高, 且无明显差异, 而在 WO-2 处理中最低, 比 WO-1 和 WO-3 处理低了近 65%。真菌的数量在 WO-1 处理中最高, 分别比 WO-2 和 WO-3 处理高出了 250% 和 310%。

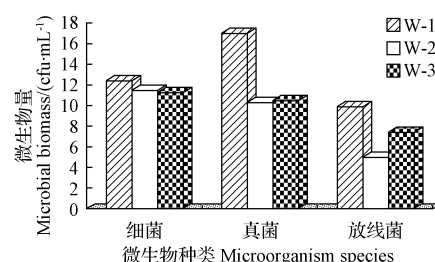


图9 膜下不增氧含水量在80%~85%时的微生物量

Fig. 9 The microbial biomass by using method of non-oxygen-enrichment when the soil moisture content reaches 80%—85%

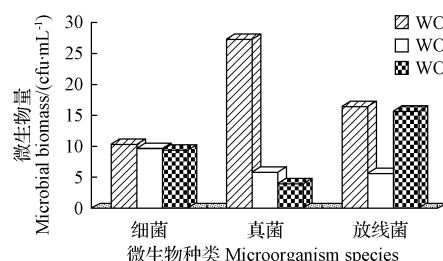


图10 膜下增氧含水量在50%~55%时的微生物量

Fig. 10 The microbial biomass by using method of oxygen-enrichment when the soil moisture content reaches 50%—55%

由图 11 可知, 在膜下增氧水分含量为 65%~70% 时, 细菌、真菌和放线菌的数量表现出一定的差异性。WO-2 处理中, 细菌数量最大而放线菌的数量却最小, 放线菌的数量在 WO-1 处理中最高。总体而言 WO-2 土壤中微生物量更占优势。

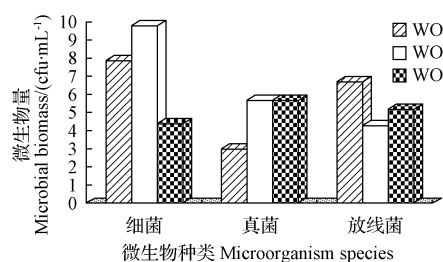


图11 膜下增氧含水量65%~70%时的微生物量

Fig. 11 The microbial biomass by using method of oxygen-enrichment when the soil moisture content reaches 65%—70%

由图 12 可知, 在膜下增氧水分含量为 80%~85% 时, 3 个相同处理之间的差异性, 其中细菌、真菌和放线菌数量随着处理的不同而表现出不同的差异。其中细菌在土壤处理 WO-1 中有最大值, 而在土壤处理 WO-3 中有最小值。真菌和放线菌中都在 WO-2 中有数量的最大值, 其中真菌在 WO-1 中出现了数量的最小值, 而放

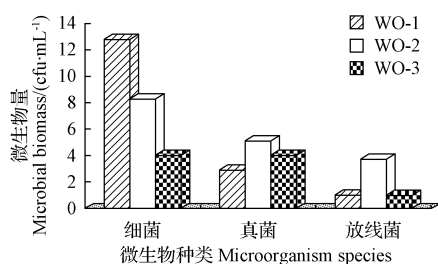


图 12 膜下增氧含水量在 80%~85% 时的微生物量

Fig. 12 The microbial biomass by using method of oxygen-enrichment when the soil moisture content reaches 80%—85%

线菌中 WO-1 和 WO-3 的 2 个处理中并没有表现出较大的差异。总的来说土壤处理 WO-2 更占优势。

2.5 不同水分处理及增氧与不增氧处理下番茄的产量

在增氧和不增氧条件下,各随机选取 5 株番茄植株,分别测得番茄植株的根、茎、叶、果实的鲜重和干重,取其平均值,结果见表 2。

由表 2 可知,膜下增氧处理在不同水分处理条件下对番茄各器官的鲜重和干重的影响不同。在水分持有量在 80%~85% 时,膜下增氧条件下番茄各器官的干重均较膜下不增氧条件下相应的指标有所增长,而除了叶和果实外,其它如根、茎、总重的鲜重均有增长;在水分持有量在 65%~70% 时,膜下增氧条件下番茄各器官的

表 2

增氧和不增氧处理下番茄各器官的鲜重和干重

Table 2

The fresh weight and dry weight of tomato organs under oxygen-enrichment and non-oxygen-enrichment

g/株

处理 Treatment	根 Root		茎 Stem		叶 Leaf		果实 Fruit		总重 Total weight	
	鲜重 Fresh weight	干重 Dry weight	鲜重 Fresh weight	干重 Dry weight	鲜重 Fresh weight	干重 Dry weight	鲜重 Fresh weight	干重 Dry weight	总鲜重 Total fresh weight	总干重 Total dry weight
W-1	16.86	1.91	127.1	14.41	65.65	8.40	72.92	3.92	282.54	28.64
WO-1	23.44	2.31	122.57	14.55	67.86	9.57	69.63	3.16	283.50	29.58
增量 Increment/ %	39.03	20.94	-3.56	0.97	3.37	13.93	-4.51	-19.39	0.34	3.28
W-2	21.94	1.93	132.37	14.95	72.78	9.52	80.83	4.04	307.91	30.44
WO-2	22.35	1.89	112.35	11.50	68.30	8.54	89.70	4.04	292.7	25.97
增量 Increment/ %	1.87	-2.07	-15.12	-23.08	-6.16	-10.29	10.97	0.00	-4.94	-14.68
W-3	20.32	1.58	122.41	12.35	69.69	8.41	76.59	3.46	289.00	25.79
WO-3	27.08	2.92	132.05	15.28	69.26	9.95	73.68	3.96	302.07	32.10
增量 Increment/ %	33.27	84.81	7.88	23.72	-0.62	18.31	-3.80	14.45	4.52	24.47

干重均比膜下不增氧条件下相应指标有所下降,但是果实的鲜重明显增加,且果实的干、鲜重在 3 个水分处理中达到最高。

3 结论与讨论

在未增氧条件下不同土壤水分处理间,土壤微生物表现出了各自的差异性。总的来说,土壤未增氧不同含水量条件下土样含水量在 50%~55% 时有最大的土壤微生物量;而在相同土壤水分处理间,除了细菌 W-1 处理外,真菌和放线菌数量在总体上差别不大。

在膜下增氧时不同土壤水分的处理间,除了放线菌表现出了喜欢在偏干性土壤中生活的习性,随着土壤含水量的增加而减少外,细菌和真菌的数量则没有较大的差异性,土壤含水量在 50%~55% 时微生物的量略微占优势;而在相同水分处理间,除了个别处理外,在膜下增氧时土壤微生物量相同水分之间 3 个处理并没有大的差别。

在相同水分下,膜下增氧和膜下不增氧 2 种不同的处理对土壤微生物量有着重要的影响。在相同水分下膜下不增氧的番茄土样的处理中的土壤微生物量明显的比膜下增氧的番茄土样处理中的土壤的生物量更高,

说明膜下未增氧的土壤比膜下增氧的土壤更加适合微生物的生长。

土壤微生物量和土壤微生物的丰富度是土壤微生物学活性的总体表现,也是反映土壤健康情况的重要标志。但是土壤微生物量和土壤微生物的丰富度又经常受不同条件的影响^[10]。比如土壤的理化性质以及土壤的肥力水平等。植物栽培的相对封闭的环境必然会影响到土壤中微生物的量^[11]。

该试验土壤中培养的细菌、真菌和放线菌随着试验处理条件的不同各自表现出不同的变化趋势和结果,例如真菌喜欢比较潮湿的土壤而放线菌比较喜欢偏干性的土壤等,但是都同样符合前人的研究^[12]。在生产中不同的作物需要的微生物量和微生物的丰富度不相同,所以在农作物的生产种植之中,可以根据农作物的各自特点,辅助某些条件处理的合理搭配和组合,不仅能够减少或增加土壤中的微生物量和土壤微生物的丰富度^[13],这样不仅可以保持土壤的质量,防止某些土壤养分的流失或者积累等,还可以减少农民的一些负担。当然对于土壤中的细菌、真菌和放线菌各自的数量和丰富度要根据实际情况、根据农作物的需要进行适当的调整,从而确定农作物最适的含水量和膜下氧浓度进而进行相应

的调整和变化来适应农作物的生长要求,使土地得到最大的利用效率以及农作物得到高产。该试验对番茄根际土壤中细菌、真菌和放线菌的丰富度问题进行了初步研究,而有关土壤微生物的真菌、细菌、放线菌菌种的鉴定、种属关系以及优势菌种等问题还有待进一步的研究。

参考文献

- [1] ALLISON V J, MICHAEL M R. Changes in soil microbial community structure in a tallgrass prairie chernosequence[J]. Soil Biology and Biochemistry, 2005, 69: 1412-1421.
- [2] 王静, 张天佑, 杨娟娟, 等. 不同地膜覆盖种植模式对土壤微生物数量的影响[J]. 生态与农村环境学报, 2011, 27(6): 55-58.
- [3] ACOSTA-MARTINEZ V, REICHER Z, BISCHOFF M, et al. The role of tree leaf mulch and nitrogen fertilizer on turf grass soil quality[J]. Bio Fertile Soils, 1999, 29: 55-61.
- [4] 米国全, 袁丽萍, 龚元石, 等. 不同水氮供应对日光温室番茄土壤酶活性及生物环境影响的研究[J]. 农业工程学报, 2005, 21(7): 124-127.
- [5] 杜社妮, 梁银丽, 张成娥. 施肥对西红柿土壤微生物和土壤呼吸的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2011, 29(5): 178-181.
- [6] 孙波, 赵其国, 张桃林, 等. 土壤质量与持续环境: III. 土壤质量评价的生物学指标[J]. 土壤, 1997, 29(5): 225-234.
- [7] 陈恩凤. 土壤酶与土壤肥力研究[M]. 北京: 北京科学出版社, 1979.
- [8] HUNER A H. Laboratory and greenhouse techniques for nutrient survey to determine the soil amendment required for optimum plant growth[M]. Florida USA: Mimeograph, Agro, Service International, 1998.
- [9] 沈萍, 陈向东. 微生物学实验[M]. 北京: 高等教育出版社, 2007.
- [10] 赵萌, 李敏, 王森焱, 等. 西瓜连作对土壤主要微生物类群和土壤酶活性的影响[J]. 微生物学通报, 2008, 5(8): 1251-1254.
- [11] YAO H Y, JIAO X D, WU F Z. Effects of continuous cucumber cropping and alternative rotations under protected cultivation on soil microbial community diversity[J]. Plant and Soil, 2006, 284: 195-203.
- [12] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤微生物研究法[M]. 北京: 北京科学出版社, 1985.
- [13] 孙淑荣, 吴海燕, 刘春光, 等. 玉米连作对中部农区主要土壤微生物区系组成特征影响的研究[J]. 玉米科学, 2004, 12(4): 67-69.

Effect of Soil Moisture Content and Membrane Aeration on Soil Microbial Biomass Quantity of Tomato

YI Xiaohua¹, HE Hua², JIN Jing³

(1. Shandong Province Key Laboratory of Plant Biotechnology in University, College of Life Science, Qingdao Agricultural University, Qingdao, Shandong 266109; 2. College of Resources and Environment, Qingdao Agricultural University, Qingdao, Shandong 266109; 3. College of Agronomy and Plant Protection, Qingdao Agricultural University, Qingdao, Shandong 266109)

Abstract: This paper took treated tomato soil samples as experimental material to study changes of soil microbial biomass by using methods of oxygen-enrichment and non-oxygen-enrichment respectively. Oxygen-enrichment mode irrigation of 5% hydrogen peroxide to the pot while non-oxygen-enrichment mode irrigation of water after cooling. Different amount of water was irrigated to tomato soil previously processed by using the above methods and soil samples with different water content of 50%—55%, 65%—70%, 80%—85% respectively were obtained, whose microbial biomass were further measured by employing dilute approach. The results showed that for the tomato soil without increasing oxygen, bacteria and actinomycetes had the maximum of microbial biomass when the soil moisture content reached 50%—55%, while fungi had the maximum of microbial biomass when the soil moisture content reached 80%—85%. For the tomato soil pretreated by oxygen-enrichment method, actinomycetes had the maximum of microbial biomass when the soil moisture content reached 50%—55%. The final results showed that under the condition of different moisture content, the soil without increasing oxygen contained more microbial biomass than that added with oxygen. Moreover, for the soil added with oxygen, the quantity of bacteria and fungi didn't change too much under different condition of soil moisture content and the quantity of actinomycetes reached the most.

Keywords: tomato soil; under the membrane increasing oxygen; water treatment; microbial biomass quantity