

DOI:CNKI:61-1390/S. 20111216. 1123. 012

网络出版时间:2011-12-16 11:23

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20111216.1123.012.html>

轮作叶菜对大棚番茄连作基质重复 利用效果的影响

李 威,孟焕文,程智慧,周 静,柴喜荣,梁 静

(西北农林科技大学 园艺学院,农业部西北地区园艺作物生物学与种质创制重点实验室,陕西 杨凌 712100)

【摘 要】 【目的】在大棚连作有机基质中轮作不同种类的叶菜,比较其对缓解或消除番茄连作障碍的效果。**【方法】**于大棚果菜冬闲季节,在连续栽培 2 茬番茄的有机基质中分别轮作蒜苗、小白菜和油麦菜,以基质冬闲为 CK1,新配同配方基质为 CK2,新配草炭基质为 CK3,后茬再种植番茄,测定轮作叶菜的效果。**【结果】**除 CK1 的 EC 值变化较大外,其他处理基质栽培前后的 EC、pH、体积质量、总孔隙度的变化幅度很小,均在适合番茄生长的范围内;轮作叶菜后基质中碱解氮、速效磷和速效钾含量有不同程度的降低;在整个生长期,轮作蒜苗或小白菜处理的番茄生长及根系还原强度均比 CK1 有显著优势,与 CK2 和 CK3 接近且无显著差异;轮作蒜苗处理的番茄小区产量与 CK3 无显著差异,且显著高于其他处理;轮作小白菜处理和 CK2 次之,CK1 最低。轮作蒜苗处理番茄果实的可溶性糖、可溶性蛋白和番茄红素含量及糖酸比均较高,品质较好,与 CK2 和 CK3 差异不明显。**【结论】**连作 2 茬番茄的有机基质再种番茄后表现出了明显的连作障碍;对于连作基质,在大棚冬闲季节轮作叶菜可减轻或消除连作障碍,轮作蒜苗后再种植番茄,番茄生长、产量和品质均能达到理想的效果。

【关键词】 大棚番茄;轮作叶菜;有机基质;番茄产量和品质

【中图分类号】 S641.204⁺.7

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2012)01-0164-07

Effect of rotating different leaf vegetables with tomato in plastic tunnel on reuse of continuous cropping substrate

LI Wei, MENG Huan-wen, CHENG Zhi-hui, ZHOU Jing,
CHAI Xi-rong, LIANG Jing

(College of Horticulture, Northwest A&F University, Key Laboratory of Horticultural Plant Germplasm
Resource Utilization in Northwest China, Ministry of Agriculture, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: 【Objective】 The study was done to compare the effects of rotating different kinds of leaf vegetables in continuous cropping organic substrate on reducing or eliminating the continuous cropping obstacle of tomato under plastic tunnel cultivation. **【Method】** Green garlic, no-heading Chinese cabbage and leaf lettuce were respectively planted in the substrate with two season continuous production of tomato during winter fallow season under plastic tunnel. Tomato was planted as the aftercrop to investigate the effects of leaf vegetable rotation taking winter fallow substrate as CK1, the fresh substrate of the same formula as CK2 and the fresh substrate with peat and perlite as CK3. **【Result】** Except for the obvious change in EC value for the substrate of continuous cropping treatment, there is little alteration in EC value, pH

* **【收稿日期】** 2011-05-20

【基金项目】 国家自然科学基金项目(31171949);国家公益性行业(农业)科研专项(200903018-7);国家“十一五”科技支撑计划项目(2007BAD57B03)

【作者简介】 李 威(1987—),男,河南信阳人,在读硕士,主要从事蔬菜栽培生理生态研究。E-mail:liwei0376845169@163.com

【通信作者】 孟焕文(1961—),女,陕西蒲城人,副教授,硕士,主要从事蔬菜栽培生理生态和黄瓜育种研究。

E-mail:menghw2005@163.com

value, bulk density and total porosity in the substrates of the other treatments before and after crop cultivation. That means those substrates are relatively stable in physical and chemical properties which are all within the optimal range for tomato growing and are appropriate for reuse to grow tomato. The contents of alkali hydrolysable nitrogen, available phosphorus and available potassium in substrate of different treatments are decreased by different degrees after rotating of different leaf vegetables. The plant growth and root vigor of aftercrop tomato during the whole growth period in treatment A and B show significant predominance to CK1 and close to or not significantly different from CK2 and CK3. The yield of tomato in treatment rotated with green garlic shows no significant difference from CK3 but significantly higher than CK2. The effect of rotating no-heading Chinese cabbage is just next to rotating green garlic. However, winter fallow (CK1) presents the lowest yield. As for fruit quality, the contents of soluble sugar, soluble protein, lycopene and sugar-acid ratio are higher in tomato rotated with garlic which show no significant difference from CK2 and CK3. 【Conclusion】 The substrate after two season growing of tomato shows visible continuous cropping obstacle if the aftercrop tomato is grown. Rotating leaf vegetables with tomato on tomato continuous cropped substrate during winter fallow season under plastic tunnel cultivation can reduce or eliminate continuous cropping obstacle, and rotating green garlic shows the best and ideal effects on aftercrop tomato in plant growth, fruit yield and quality.

Key words: tomato in plastic tunnel; rotating with leaf vegetables; organic substrate; tomato yield and quality

有机生态型无土栽培技术在减小农药用量、生产无公害蔬菜、节约用水和克服土传病害等方面,均较土壤栽培有着无可比拟的优越性。近年来,有机无土栽培逐步得到重视与应用,并逐渐成为农民栽培蔬菜的重要方式。然而,基质的高成本和重复利用是制约基质栽培发展的 2 个主要问题^[1],并且基质结构在灌溉和植物根系作用下会有所改变,例如根系分泌物和盐分的积聚,以及可能存在的病虫害等^[2]。随着我国设施园艺的快速发展,每年都有大量使用过的基质,如何处理这些基质,将其变废为宝重新利用,已成为人们关注的新问题。如果基质可以循环利用,不但可以大量减少劳动力投入,降低生产成本,提高农民收入,而且可以减少堆放场地,减轻对环境的污染。因此,对于我国广大西北沙地和盐碱地区,基质的重复利用具有可观的经济效益和发展前景。基质在重复利用前,应该先进行处理,如结构重组、水分淋洗、消毒等,以达到良好的栽培效果,但目前尚没有经济可靠的且能对大批量基质消毒的办法。而轮作被认为是一种改良基质栽培效果的有效方式^[3],通过与不同科和属的蔬菜轮作,利用植物间的化感作用和生物多样性原理,可以改变栽培基质的微生物类群和数量结构,有效控制土传病害的发生。如将抗根结线虫的辣椒品种与其他易感染根结线虫的蔬菜作物轮作或间作,能明显减轻根结线虫的发生^[4];十字花科作物的残体在土壤中会

分解产生含硫化合物,可减少下茬作物的根部病害^[5]。虽然人们已认识到连作障碍的问题,但尚未明确不同蔬菜作物相互轮作和间作的适宜性^[6]。在大棚冬季休闲期间,通过栽培具有化感效应及耐寒性较强的叶菜,不但可能平衡番茄连作基质的养分和微生物结构,而且可能由于增加 1 茬冬春叶菜而提高单位面积的经济效益,达到生物效应和经济效益双赢的效果。本试验在大棚内连作 2 茬番茄的有机基质中冬季轮作蒜苗、小白菜和油麦菜,以冬闲基质和新配基质为对照,通过后茬番茄的生长、产量及品质来评价不同处理的效果,筛选适宜基质栽培番茄冬闲轮作的叶菜种类,为大棚番茄基质重复利用及高效模式的建立提供理论和技术依据。

1 材料与方法

1.1 材 料

田间试验于 2009-11—2010-07 在西北农林科技大学园艺场试验基地进行,2009-11—2010-03 为叶菜轮作期,2010-03—2010-07 为番茄生长期。供试番茄品种为陕西杨凌地区主栽品种“金棚一号”,轮作叶菜有小白菜(四季小白菜)、大蒜(汉中红皮)和叶用莴苣(广东千里香油麦菜),其种子均购于西北农林科技大学农城种业科技中心。基质配方中的玉米芯、稻壳、菇渣均为杨凌当地农业生产副产品或废弃物。

1.2 方 法

供试有机基质配方为 V(稻壳):V(玉米芯):V(菇渣)=5:2:3,试验设以下 6 个处理,除 CK3 外,其余处理均采用该有机基质配方。

A:在连作 2 茬番茄的配方有机基质中轮作蒜苗,后茬再种植番茄;

B:在连作 2 茬番茄的配方有机基质中轮作小白菜,后茬再种植番茄;

C:在连作 2 茬番茄的配方有机基质中轮作油麦菜,后茬再种植番茄;

CK1:连作 2 茬番茄的配方有机基质冬闲,后茬再种植番茄;

CK2:在新配的同配方有机基质中直接种植番茄;

CK3:在新配的草炭基质(V(草炭):V(珍珠岩)=2:1)中直接种植番茄(对照)。

试验采用随机区组设计,3 次重复。叶菜轮作期间不施肥。后茬番茄于六叶一心期定植,每小区种 2 行,每行 9 盆,每盆 1 株,株距 30 cm,行距 35 cm。后茬番茄生长期间采取统一追肥管理,定植后 15 d 进行第 1 次追肥,以后随植株生长每隔 10 d 追肥 1 次。追肥分为有机肥和无机肥,有机肥为消毒鸡粪,无机肥为深圳市芭田生态工程股份有限公司生产的芭田复合肥(含 N 210 g/kg、P₂O₅ 110 g/kg、K₂O 130 g/kg)。番茄留 5 穗果后摘心,其他按照常规管理。

1.3 测定项目

1.3.1 基质养分 基质体积质量和总孔隙度采用饱和浸提法测定,EC 值采用电导仪(DDS-11A)测定,pH 值采用 pH 计(H-3CpH)测定,碱解氮含量采用碱解扩散法测定,速效磷含量采用碱溶液浸提法测定,速效钾含量采用火焰光度法测定。

1.3.2 番茄形态指标 株高为从根茎部到生长点的实际高度,茎粗为主茎第 3 节间处粗度。

1.3.3 番茄产量和品质 果实陆续成熟后分别统计每次采收的单株果数和质量,并换算单果质量、单株产量和小区产量。可溶性固形物含量用 WYT-4 型手持糖量计测定,维生素 C(V_C)含量用钼蓝比色法测定,有机酸含量用酸碱滴定法测定,可溶性糖含量用蒽酮法测定,可溶性蛋白含量用考马斯亮蓝 G-250 染色法测定,番茄红素含量用甲醇-甲苯萃取比色法测定,根系还原强度用 2,3,5-三苯基氯化四氮唑(TTC)还原法测定。

1.4 数据统计与分析

用 Excel 软件处理数据作折线图分析,用 DPS 软件进行数据差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 后茬番茄种植前不同处理基质中的养分含量

从表 1 可知,后茬番茄种植前不同处理基质中的养分含量差异比较显著。碱解氮含量最高的是 CK3,达 1 301.67 mg/kg,与其他处理相比差异显著;速效磷的含量以 CK2 最高,达 1 432.33 mg/kg,CK3 最低;速效钾含量最高的是 CK2,达 844.67 mg/kg。综合分析认为,6 个处理中以 CK3 和 CK2 的肥力最好,其次是 CK1,而处理 B 的肥力最差。这可能是由于 CK3 和 CK2 都是新基质,肥力没有损失;在轮作叶菜未补充追肥的情况下,处理 B 连续栽培了 2 茬小白菜而导致肥力下降;处理 A 和 C 分别栽培了 1 茬蒜苗和油麦菜,肥力也有下降,但因蒜苗和油麦菜吸肥量小于小白菜,其肥力损失较小;CK1 冬闲,养分含量也较高。所以,在轮作叶菜后,后茬作物栽培中应加强施肥管理。

表 1 后茬番茄种植前不同处理基质的养分含量

Table 1 Nutrition content in different treatments before planting of the aftercrop tomato				mg/kg
处理 Treatment	碱解氮 Alkali hydrolysable N	速效磷 Available P	速效钾 Available K	
A	904.33 c	1 080.67 c	814.33 b	
B	762.67 e	1 039.33 d	746.67 d	
C	801.33 d	1 118.67 c	789.33 c	
CK1	919.00 c	1 227.33 b	817.33 b	
CK2	1 009.33 b	1 432.33 a	844.67 a	
CK3	1 301.67 a	397.33 e	781.33 c	

注:同列数据后标不同小写字母者表示差异显著($P<0.05$),下表同。
Note: The small letters within the same column mean significant differences($P<0.05$). The same below tables.

2.2 后茬番茄种植前后不同处理基质理化性质的变化

基质只有具备适宜的理化性质,才能为作物生

长提供良好的水、气、肥根际环境。由表 2 可知,尽管不同处理的基质 pH 有所差异,但均在适宜番茄生长的 pH 值范围内(5.0~7.5),且栽培后基质的

pH 值均有所上升。EC 值反映了基质中所含有的可溶性盐分浓度的大小,适合番茄生长的基质的 EC 值应小于 2.5 mS/cm,EC 值太大,会因矿质离子浓度过高,发生盐害和烧苗,导致番茄无法生长;EC 值太小,会因为矿质离子浓度过低,不能满足番茄正常生长所需的营养。番茄再次栽培后基质 EC 值均有所上升,以 CK1 变化最大,但各处理 EC 值均在番

茄生长的适宜范围内。各处理基质的体积质量也均在理想的栽培范围内(0.1~0.8 g/cm³)。除 CK3 外,其他处理基质的总孔隙度均小于 60%,这可能会对番茄生长造成一定影响。

比较后茬番茄种植前后基质的理化性质发现,不同处理基质的理化性质变化很小,且均在适宜番茄正常生长的范围内。

表 2 后茬番茄种植前后不同处理基质的理化性质

处理 Treatment	栽培前 Before cultivation				栽培后 After cultivation			
	pH	EC/ (mS·cm ⁻¹)	体积质量/ (g·cm ⁻³) Bulk density	总孔隙度/% Total porosity	pH	EC/ (mS·cm ⁻¹)	体积质量/ (g·cm ⁻³) Bulk density	总孔隙度/% Total porosity
A	7.10	1.71	0.32	45.23	7.20	1.88	0.33	45.12
B	7.35	1.31	0.35	42.65	7.38	1.39	0.34	42.16
C	7.31	1.61	0.38	39.03	7.39	1.89	0.39	38.88
CK1	7.00	2.01	0.36	37.77	7.38	2.21	0.41	34.21
CK2	7.49	1.92	0.24	54.90	7.55	2.05	0.32	49.32
CK3	6.45	1.78	0.25	76.37	6.65	1.95	0.25	75.95

2.3 不同处理后茬番茄株高和茎粗的生长动态

由图 1 可以看出,各处理之间番茄株高存在差异,在定植后的前 25 d,处理 A 番茄株高最大,长势最好;CK1 最差。定植后 55 d 时,CK3 番茄株高最大,CK1 最小。在整个生长期,CK3、CK2、处理 A

和 B 的番茄生长较好,而处理 C 较差,CK1 番茄长势最差。

由图 2 可知,番茄茎粗在定植后 25 d 之前以 CK3 最大,定植后 45 d 以处理 A 最大,在生长时期 CK1 都最小。

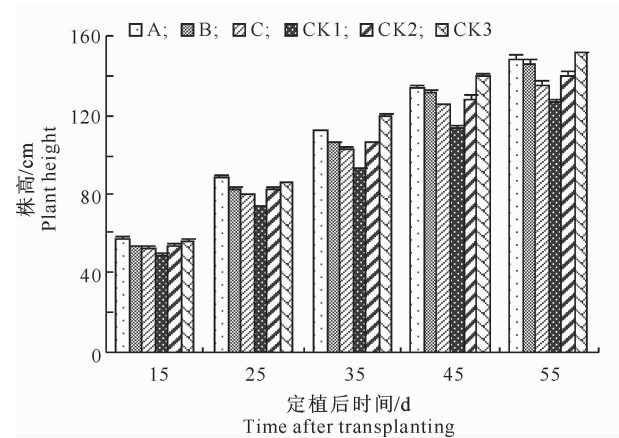


图 1 不同处理后茬番茄的株高生长动态

Fig. 1 Plant height dynamic change of aftercrop tomato in different treatment

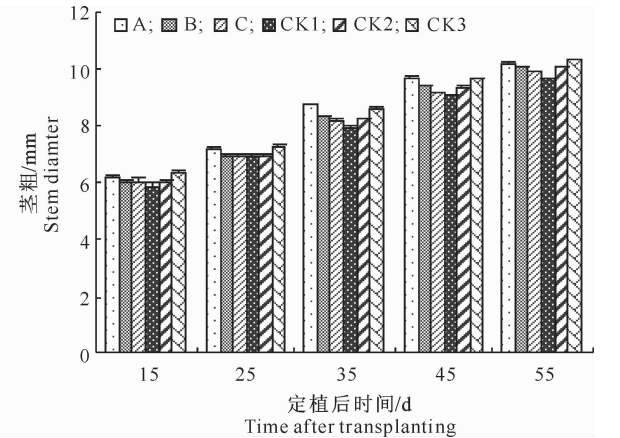


图 2 不同处理后茬番茄的茎粗生长动态

Fig. 2 Stem diameter dynamic change of aftercrop tomato in different treatment

2.4 不同处理对后茬番茄地上部和根系生长的影响

植物地上部和根系的质量在一定程度上反映了植株长势的强弱。表 3 显示,番茄地上部鲜质量和根系鲜质量最大的均是 CK3,分别为 723.83 和 68.77 g;其次为 CK2 和处理 A;CK1 的最小,仅为 556.67 和 42.62 g,分别比 CK3 低 30.03% 和 61.36%。鲜质量越低说明植株生长状况越差。对

于番茄地上部干质量而言,亦是 CK3 最大,其次是处理 A,但二者差异不显著。根冠比能反映植株地上部和地下部的相关性,各个处理中以 CK3、CK2 和处理 A 的番茄根冠比最大,三者差异均不显著,表明 CK3、CK2 和处理 A 都具备番茄地上部分和根系协调生长的良好基质环境。地上部光合作用制造的有机营养能顺利地向下运输并促进根系生长,根系吸收的养分也能很好地向地上部运输并促进地上

部生长。

表 3 不同处理后茬番茄地上部和根系干鲜质量的影响

Table 3 Effect of different treatments on fresh and dry weight of shoot and root of aftercrop tomato

处理 Treatment	地上部鲜质量/g Shoot fresh weight	地上部干质量/g Shoot dry weight	根系鲜质量/g Root fresh weight	根系干质量/g Root dry weight	根冠比 Root-shoot ratio
A	702.03	60.63 ab	64.67	8.67 b	0.143 a
B	683.55	58.80 b	62.13	8.16 c	0.139 a
C	659.59	54.37 c	57.91	7.47 d	0.137 a
CK1	556.67	46.20 d	42.62	5.48 e	0.119 a
CK2	706.57	60.10 ab	64.73	8.61 b	0.143 a
CK3	723.83	61.96 a	68.77	8.95 a	0.144 a

2.5 不同处理后茬番茄根系还原强度的动态变化

根系还原强度可反映植物根系中脱氢酶的活性,是衡量根系活力的指标,与根系活力呈正相关。不同处理后茬番茄生长期间根系还原强度的动态变化见图 3。

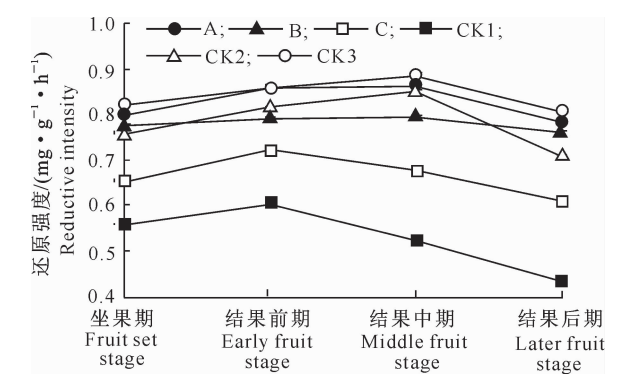


图 3 不同处理后茬番茄生长期间根系还原强度的动态变化

Fig. 3 Dynamic changes of aftercrop root vigor during tomato growth stages in different treatments

由图 3 可以看出,后茬番茄不同生长时期根系

的还原强度不同,各处理番茄根系还原强度均呈先增大后减小的趋势,其中 CK3、CK2、处理 A 和 B 在结果中期达到最大值,处理 C 和 CK1 在结果前期达到最大值。在番茄整个生长期 CK3 根系还原强度均最大;其次是处理 A;而 CK1 的最小,并且在结果前期之后,其根系还原强度迅速下降,且下降幅度远高于其他处理。根系还原强度过早降低,表明连作导致番茄根系活力早衰,影响后期根系对水肥的吸收。

2.6 不同处理后茬番茄产量的影响

由表 4 可知,各处理中番茄单株果数和平均单果质量均以 CK3 最大,其次是处理 A 和 CK2。单株产量是由平均单果质量和单株果数决定的,因此各处理单株产量最高的也为 CK3,达到 2.12 kg;其次是处理 A,为 2.04 kg;CK1 最低,CK3 和处理 A 的单株产量分别比 CK1 高 87.62%和80.53%。小区产量以 CK3 和处理 A 较高,二者间的差异不显著,但与其他处理的差异均达到显著水平。

表 4 不同处理后茬番茄产量的影响

Table 4 Effect of different treatments on yield of aftercrop tomato

处理 Treatment	单株果数 Fruit number per plant	平均单果质量/g Weight per fruit	单株产量/kg Yield per plant	小区产量/kg Plot yield
A	18.4	111 a	2.04	38.35 a
B	17.5	90 b	1.58	27.66 c
C	16.8	77 b	1.29	21.67 d
CK1	15.7	72 b	1.13	17.74 e
CK2	18.1	106 a	1.92	34.75 b
CK3	18.8	113 a	2.12	39.86 a

2.7 不同处理后茬番茄果实品质的影响

由表 5 可以看出,不同处理之间番茄的品质存在差异。CK2 番茄果实的可溶性糖、可溶性蛋白和番茄红素的含量都最高;其次是 CK3 和处理 A,但三者间差异均不显著;CK1 上述品质指标均显著低于其他处理。番茄果实风味取决于糖和酸的含量及其比例(糖酸比)。CK3 和 CK2 番茄果实的糖酸比

显著高于其他处理,处理 A 又显著高于处理 B、C 和 CK1,CK1 显著低于其他处理。各处理 Vc 含量为 213.1~213.6 mg/kg,且差异均不显著。可溶性固形物含量以处理 A 最高,其次为 CK2 和 CK3,但三者间差异不显著;处理 B 的可溶性固形物含量显著低于 CK1 和处理 A,显著高于处理 C 和 CK1。

综合各品质指标,以 CK3、CK2 和处理 A 的番

茄果实品质最好。

表 5 不同处理对后茬番茄果实品质的影响

Table 5 Effect of different treatments on fruit quality of aftercrop tomato

处理 Treatment	可溶性糖/ (mg·g ⁻¹) Soluble sugar	可溶性固形物/ (mg·g ⁻¹) Solid matter	有机酸/ (mg·g ⁻¹) Organic acid	糖酸比 Ratio of sugar to acid	可溶性蛋白/ (mg·g ⁻¹) Soluble protein	Vc/ (mg·kg ⁻¹) Vitamin C	番茄红素/ (mg·kg ⁻¹) Lycopene
A	49.9 ab	52.3 a	5.9 b	8.41 b	2.99 a	213.6 a	317.7 a
B	48.5 ab	47.2 b	6.4 ab	7.68 c	2.70 b	213.1 a	294.7 b
C	45.8 b	45.1 c	6.6 ab	7.18 c	2.78 b	213.3 a	273.3 c
CK1	41.0 c	43.2 c	7.3 a	5.52 d	2.38 c	213.2 a	251.0 d
CK2	52.7 a	51.6 a	5.4 b	9.80 a	3.06 a	213.6 a	338.6 a
CK3	51.3 a	50.0 ab	5.5 b	9.69 a	3.03 a	213.3 a	331.3 a

3 讨 论

郭世荣^[2]研究表明,基质的重复利用是蔬菜栽培过程中一个至关重要的环节,合理地重复利用基质,可有效地降低生产成本与劳动强度,而基质重复利用不当则会降低蔬菜的产量和品质,甚至导致栽培失败。在蔬菜有机基质栽培过程中,栽培基质只有具备适宜的理化性质,才能为蔬菜生长提供良好的根际环境。基质在种植完一茬作物后,受外界环境、作物本身及过多施肥的影响,其理化性状均会发生变化^[7],尤其在长季节栽培过程中,蔬菜作物的生长期可达 10 个月以上,栽培基质的综合性状会下降,某些指标会变得不再适合作物生长,必须经过处理才能进行下一茬作物栽培。本试验结果表明,连续栽培 2 茬番茄的基质,经过不同蔬菜轮作后再次栽培番茄,虽然其理化性状有所变化,但变化幅度不大,均在适合番茄栽培的范围内。目前,人们对基质物理性状的研究主要集中在基质的体积质量、孔隙度、pH、EC 等方面^[8]。Nicole 等^[9]从基质的孔隙度、pH、可利用水量、产量、养分平衡性等方面,对几种混合基质进行了评价,并推荐了各种基质的栽培技术。关于已利用基质对水分和养分的吸附、保持、释放性能,以及重复利用基质中植物根系对营养和水分的吸收过程,目前研究得还不够深入。

同种作物连年种植,则作物根系分泌物或残枝落叶分解产生的有毒物质,会降低作物的根系活性,刺激有害微生物生长和繁殖,从而对同茬或下茬作物的生长产生抑制作用。Yu 等^[10]研究表明,当黄瓜连续种植时,根系分泌释放的酚酸物质积累达到一定浓度,就会抑制下茬黄瓜的生长。吴凤芝^[11]研究表明,大棚番茄连作会造成根系活力下降,但根系活力的明显降低只发生在某些时期,并不是整个生育期,连作 4 年对番茄根系活力影响不大。实际上,连作障碍是从量变到质变的积累过程。本试验结果

表明,连作和轮作对根系还原强度影响的趋势是一致的,冬闲季节轮作蒜苗或小白菜后,番茄的根系还原强度峰值出现在结果中期,而冬闲的连作番茄根系还原强度峰值出现在结果前期,且连作番茄根系还原强度显著低于其他处理,说明在有机基质栽培条件下,连作 3 茬可使番茄根系早衰,影响根系对水分和养分的吸收,进而影响番茄的产量和品质。

轮作可促进作物生长发育,提高其产量和品质,根本原因在于不同作物轮作可改善基质的通气和蓄水性,防止基质中盐分积聚和 pH 值上升,并加速养分的释放。吴凤芝^[12]研究表明,设施栽培条件下,轮作能增加土壤微生物群落的多样性和稳定性,有利于土壤生态环境的改善和黄瓜产量与品质的形成。吴艳飞^[13]研究表明,夏季温室休闲期种植大蒜、菠菜或白菜,可以显著降低土壤盐分积累并改善土壤微生物组成,有利于修复土壤连作障碍。杨凤娟等^[14]研究表明,在不同栽培模式中,以大葱-黄瓜轮作和糯玉米-黄瓜轮作的效果更佳,明显改善了后茬黄瓜的生长,提高了产量。张雪艳等^[15]认为,夏季填闲青蒜和轮作栽培制度能够连续 4 年改善连作土壤的性状,对连作土壤有一定修复效果,但这种效果随着处理年限的延长呈减缓趋势。杨祥田等^[16]研究认为,实行草莓-闷棚和草莓-水稻水旱轮作方式,可缓解或消除大棚草莓的土壤连作障碍,草莓产量较草莓-甜瓜旱地轮作方式显著提高。在不同轮作模式中,不同作物的轮作效果不同,因此研究和筛选理想的轮作作物,是作物可持续生产轮作技术的关键。

不同科和不同产品器官的蔬菜对养分需求有较大差异。叶菜类需氮肥较多,茄果类需磷肥较多,而根茎菜类需钾肥较多。在大棚冬季休茬期间栽培叶菜,可平衡连作番茄的基质养分,防止单盐积累和毒害,提高基质的养分利用效率,而且能改变基质的生物环境,减轻病虫害。因此,在大棚冬季休茬期间科

学合理地选择叶菜种类,通过增加生物多样性不但能改善栽培基质的生态环境,而且能提高复种指数,增加经济收益。

本试验测定了后茬番茄栽培前后基质理化性质的变化,结果显示,前期筛选的该番茄栽培有机基质在多次使用的情况下,基质的理化性质仍然比较稳定,pH、EC、体积质量等均在适合番茄生长的范围内,尤其是经过冬闲季节轮作蒜苗后,其性状更合理,可在番茄栽培中再次使用。在连作 2 茬番茄的基质中栽培蒜苗、小白菜或油麦菜后再种番茄,结果显示,以轮作蒜苗的效果最好,其后茬番茄产量和品质与新配的草炭基质均无显著差异;轮作小白菜的效果次之,而连作处理效果最差。可见,在连茬种植番茄的基质中轮作蒜苗后再种植番茄,能达到理想的效果,而且能延长栽培基质的使用年限,减少劳动投入,提高经济效益。

[参考文献]

[1] Li G J, Benoit F. The application of polyurethane ether foam (PUR) to soilless culture as a reusable and environmental sound substrate [J]. *Acta Agriculturae Zhejiangensis*, 2001, 13 (2): 61-66.

[2] 郭世荣. 固体栽培基质研究、开发现状及发展趋势 [J]. *农业工程学报*, 2005, 21(增刊): 1-4.

Guo S R. Research progress, current exploitations and developing trends of solid cultivation medium [J]. *Transactions of the CSAE*, 2005, 21(Supp): 1-4. (in Chinese)

[3] 邢宇俊, 程智慧. 保护地蔬菜连作障碍原因及其调控 [J]. *西北农业学报*, 2004, 13(1): 120-123.

Xing Y J, Cheng Z H. Causes and modulations of protected vegetable continuous cropping obstacles [J]. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*, 2004, 13(1): 120-123. (in Chinese)

[4] Peterson J K, Harrison H F. Suppression effect of capsicum on southern root knot nematode in peppers and tomato [J]. *Allelopathy Journal*, 2002, 9(1): 59-62.

[5] Nishio M, Kusano S. Fungi associated with roots of continuously cropped upland rice soil [J]. *Sci Plant Nutr*, 1973(19): 205-217.

[6] 周克福. 蔬菜作物化感作用及其利用 [J]. *长江蔬菜*, 2010(8): 7-11.

Zhou K F. Application of allelopathy of vegetables [J]. *Journal of Changjiang Vegetables*, 2010(8): 7-11. (in Chinese)

[7] Harland J, Lane S, Price D. Future experiences with recycled zeolite as a substrate for the sweet pepper crop [J]. *Acta Horticulture*, 1999, 481: 187-195.

[8] 田吉林, 田寅虎. 设施无土栽培基质的研究现状、存在问题与展

望 [J]. *上海农业学报*, 2000, 16(4): 87-92.

Tian J L, Tian Y H. Current situations and prospects of researches on soilless culture substrates [J]. *Acta Agriculturae Shanghai*, 2000, 16(4): 87-92. (in Chinese)

[9] Nicole D R, Jean C, Leon E P. Influence of some artificial substrate on productivity and DRIS diagnosis of greenhouse tomatoes [J]. *Acta Horticulture*, 1988, 221: 45-52.

[10] Yu J Q, Matsui Y. Phytotoxic substances in root exudates of cucumber [J]. *Chem Ecol*, 1994(20): 21-31.

[11] 吴凤芝. 大棚番茄不同连作年限对根系活力及其品质的影响 [J]. *东北农业大学学报*, 1997, 28(1): 33-38.

Wu F Z. The effects of different years of continous cropping on the vitality of root systems and their qualities in the plastic house tomatoes [J]. *Journal of Northeast Agricultural Unl-versity*, 1997, 28(1): 33-38. (in Chinese)

[12] 吴凤芝. 设施黄瓜连作和轮作中土壤微生物群落多样性的变化及其与产量品质的关系 [J]. *中国农业科学*, 2007, 40(10): 2274-2280.

Wu F Z. Effect of monocropping and rotation on soil microbial community diversity and cucumber yield, quality under protected cultivation [J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2007, 40 (10): 2274-2280. (in Chinese)

[13] 吴艳飞. 轮作对黄瓜连作土壤环境和产量的影响 [J]. *园艺学报*, 2008, 35(3): 357-362.

Wu Y F. Influence of rotation on continuous cropping soil environment and cucumber yield [J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 2008, 35(3): 357-362. (in Chinese)

[14] 杨凤娟, 吴焕涛, 魏珉. 轮作与休闲对日光温室黄瓜连作土壤微生物和酶活性的影响 [J]. *应用生态学报*, 2009, 20(12): 2983-2988.

Yang F J, Wu H T, Wei M. Effects of rotation and fallowing on the microbial communities and enzyme activities in a solar greenhouse soil under continuous cucumber cropping [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2009, 20(12): 2983-2988. (in Chinese)

[15] 张雪艳, 刘军, 田永强, 等. 不同栽培制度温室土壤养分和微生物群落的动态变化 [J]. *中国农业科学*, 2009, 42(11): 3972-3979.

Zhang X Y, Liu J, Tian Y Q, et al. Changes of soil nutrients and microbial community in different cultural systems under greenhouse condition [J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2009, 42 (11): 3972-3979. (in Chinese)

[16] 杨祥田, 周翠, 李建辉, 等. 不同轮作方式下大棚草莓产量及土壤生物学特性 [J]. *中国生态农业学报*, 2010, 18(2): 312-315.

Yang X T, Zhou C, Li J H, et al. Effect of cropping system on yield of strawberry and soil biological property under plastic greenhouse condition [J]. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2010, 18(2): 312-315. (in Chinese)