

施肥量对温室基质栽培甜瓜生理特性和产量品质的影响

高俊杰¹, 焦自高², 于贤昌^{1*}, 孙巧峰¹, 王崇启², 董玉梅²

(1. 山东农业大学园艺学院, 泰安 271018; 2. 山东省农业科学院蔬菜研究所, 济南 250100)

摘要:以厚皮甜瓜鲁厚甜1号为试验材料,采用蛭石:草炭:烘干鸡粪为3:2:1有机基质配方,设4个施肥处理,对温室有机基质栽培甜瓜生理特性、产量和品质进行了研究。结果表明追施适量化肥可有效提高甜瓜的光合速率和根系活力,可显著提高果实可溶性糖、可溶性蛋白含量和果实产量;施肥对甜瓜生长和果实维生素C含量影响不大;过量施用化肥会引起果实硝酸盐含量显著升高,糖度急剧下降,降低品质。本试验确定较佳施肥量计算方法为:春花栽培,化肥施用量=(甜瓜目标产量需肥量-有机基质速效养分量)/化肥养分吸收率。秋茬栽培中,化肥施用量=(1.5倍甜瓜目标产量需肥量-有机基质速效养分量)/化肥养分吸收率。

关键词:无土栽培;有机基质;甜瓜;生理特性;产量品质;肥效

中图分类号:S316;S627

文献标识码:A

文章编号:1004-1389(2005)05-0092-05

Effect of Fertilization on Physiologic Character and Yield and Quality of Muskmelon in Solar Greenhouse

GAO Jun-jie¹, JIAO Zi-gao², YU Xian-chang^{1*}, SUN Qiao-feng¹,
WANG Chong-qi² and DONG Yu-mei²

(1. College of Horticulture, Shandong Agriculture University, Tai'an 271018, China;

2. Institute of Vegetables, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Ji'nan 250100, China)

Abstract: The effect of different amount of fertilization on yield and quality in muskmelon was studied in this experiment. The composition of organic substrates was vermiculite, peat and chicken muck at a ratio of 3 : 2 : 1. There were four treatments in this study. The results were as follows: The photosynthetic rate of muskmelon leaves and the activity of the muskmelon roots could be improved by supplying inorganic fertilizer. The quality of the fruit of muskmelon cultured with organic substrates and proper fertilizer could be improved. The soluble sugar and soluble protein in the fruits of plants treated with fertilizer were higher than those with no fertilizer supplication. The yield of the melon could be increased obviously with proper fertilizer application; The fertilization had no influence on the growth of the muskmelon. The content of vitamin C in fruits had no significant differences among different treatments; But too much fertilizer application could increase the content of nitrate while the index of the sugar decreased. If cultivation was in spring the yield in treatment 2 is the highest, the fertilization amount = (the fertilize amount needed for desire output- fertilization on content of quick-acting nutrients in organic substrates)/ nutrients uptake ratio; If cultivation was in autumn, the yield in treatment 3 was the highest. The fertilization amount = (1.5×fertilize amount needed for desire output- fertilization on content of quick-acting nutrients in organic substrates)/ nutrients uptake

收稿日期:2005-05-26 修回日期:2005-07-02

基金项目:科技部十五攻关(2002BA516A07)项目;山东省教育厅项目(J00152)资助。

作者简介:高俊杰(1970-),男,山东青州人,农学硕士,现在泰安市农业局工作,主要从事设施园艺及无土栽培研究。

* 通讯作者。

ratio.

Key words: Soilless culture; Organic substrates; Muskmelon; Physiologic character; Yield and quality; Effect of the fertilization

有机基质栽培结合施用部分无机化肥是近年来新兴的一种无土栽培技术。它既保持了有机基质栽培蔬菜的高品质,又克服了蔬菜单纯施用有机肥存在的难以高产的缺点,因而此种栽培方式具有成本低、技术简单,易于进行标准化管理、产品品质好、产量高等特点。

本试验旨在前人研究的基础上,研究比较不同无机化肥施用量对温室基质栽培厚皮甜瓜生长量、生理指标、产量及品质的影响,以探索厚皮甜瓜有机基质型无土栽培优质高产的化肥适宜施用量及其施用技术,为厚皮甜瓜以及其他蔬菜的有机基质型无土栽培的优质高产提供理论依据和技术指标。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于2002~2003年在山东省农科院蔬菜研究所日光温室内进行。采用自制简易有机基质型无土栽培槽,槽的纵切面为等腰梯形,上口宽35 cm,下口宽25 cm,高25 cm,槽间距1.5 m。供试基质配方为蛭石:草炭泥:烘干鸡粪=3:2:1(以体积比计算)。其容重、比重、总空隙度和pH值分别为 $0.38 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 、 $1.36 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 、81.2%和6.40,全氮、全磷和全钾分别为0.416%、1.75%和0.525%,速效氮、速效磷和速效钾分别为 $218.2 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ 、 $324.8 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ 和 $1220.6 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ 。供试甜瓜品种为鲁厚甜1号(由山东省农科院蔬菜所提供)。春茬试验于2002年12月20日育苗,2003年2月11日定植,5月20日收获;秋茬试验于2003年7月25日育苗,8月7日下午定植,10月20日收获。每槽定植2行,株距40 cm。田间管理均按常规进行。

1.2 试验设计

按日光温室栽培甜瓜目标产量为 $2500 \text{ kg}/666.7 \text{ m}^2$,计算氮、磷和钾的需要量作为确定施肥处理水平的依据。4个施肥处理:T1,只用有机基质型无土栽培,不追化肥;T2,化肥施用量=(甜瓜目标产量需肥量-有机基质速效养分量)/化肥养分吸收率;T3,化肥施用量=(1.5倍甜瓜目标产量需肥量-有机基质速效养分量)/化肥养分吸

收率;T4,化肥施用量=(2倍甜瓜目标产量需肥量-有机基质速效养分量)/化肥养分吸收率。

参考前人研究数据,化肥中氮吸收率60%、磷30%和钾70%,计算出各处理每 667 m^2 化肥的补充量:T2,尿素20.13 kg、硫酸钾2.12 kg;T3,复合肥68.80 kg、尿素15.03 kg和硫酸钾1.48 kg;T4,复合肥140.68 kg、尿素9.52 kg和磷酸二氢钠2.35 kg。

化肥分定植前、座果后和盛果期分别以基施、冲施和冲施形式3次施入,其施用量分别为1/4、2/4和1/4。每槽为一小区,面积为 9.45 m^2 ,定植30株,小区随机排列,重复3次。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 甜瓜植株生长指标的测定 分别于定植后1周、3周、6周和8周每处理选生长一致的植株6株,分别测定甜瓜株高、茎粗、叶片数和最大叶面积。

1.3.2 光合参数测定 分别在伸蔓期(3月7日)和开花期(3月30日)取顶部下第4功能叶于光强 $650 \mu\text{molCO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 、温度 25°C 和 CO_2 浓度 $34 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 下采用CIRAS-1型便携式光合测定仪(英国 ppsystem 公司)测定光合强度、蒸腾速率、气孔导度和胞间 CO_2 浓度。

1.3.3 叶绿素含量(叶绿素a、叶绿素b和类胡萝卜素)、硝酸还原酶活性、根系活力测定 分别于开花期和结瓜盛期取中部相同叶位功能叶片,丙酮法测定叶绿素含量、活体法测定硝酸还原酶活性,取植株根系TTC法测定根系活力。

1.3.4 甜瓜营养品质的测定 取成熟期甜瓜6株,分别以蒽酮比色法、紫外快速测定法、考马斯亮蓝法和紫外分光光度计法测定果实可溶性糖、维生素C、可溶性蛋白和硝酸盐含量;用糖量仪测定糖分含量。

2 结果与分析

2.1 施肥对甜瓜生长的影响

通过对不同时期、不同施肥量处理甜瓜以上指标进行调查测定可知,随施肥量增加,植株的株高、茎粗、叶片数、最大叶面积呈增大趋势,但不同施肥量处理对甜瓜生长影响差异不大(图1~图

4)。这可能与基质本身营养元素含量较高而前期追肥施入较少有关。在生长初期,幼苗对养分需求较低,基质中速效养分足以满足植株生长需要,施肥反而有可能增加基质溶液的EC值即降低渗透势,降低植株根基与基质溶液之间的渗透梯度,从而造成植株吸水困难,故此时植株生长差异不明显;随着植株的生长,植株对养分的需求越来越大,此时施肥多的处理养分供应充足,植株根系活力增大,促进了根系吸收,从而促进了植株生长。

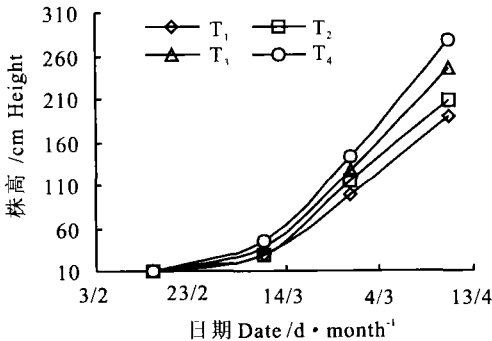


图1 施肥对甜瓜株高的影响
Fig. 1 Effect of fertilization on muskmelon height

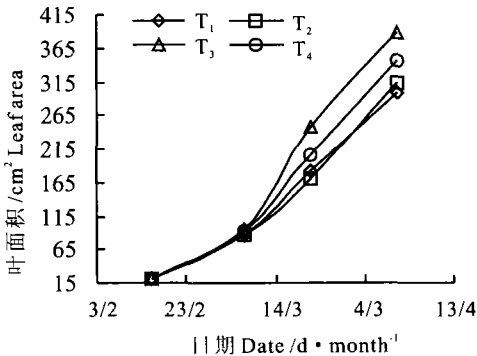


图2 施肥对甜瓜叶面积的影响
Fig. 2 Effect of fertilization on leaf area of muskmelon

2. 2 施肥对甜瓜光合速率、蒸腾速率、胞间CO₂浓度及气孔导度的影响

对伸蔓期(3月7日)和开花期(3月30日)甜

瓜光合参数的测定结果(表1)表明,施肥处理甜瓜光合速率均较不施肥处理为高,伸蔓期T₂、T₄和T₃三者之间光合速率差异不大,但开花期以T₂为最高,与T₁存在显著差异;施肥处理甜瓜伸蔓期的蒸腾速率均低于不施肥处理,T₁和T₂较高,T₃和T₄较低,T₂与T₁、T₄三者之间开花期蒸腾速率差异不显著,只有T₃与其它各处理存在显著差异;4个处理胞间CO₂浓度伸蔓期无差异,到开花期以T₂为最大,施肥量最多的T₄为最小;气孔导度伸蔓期和开花期均以T₂为最大,与最小的T₄差异显著。

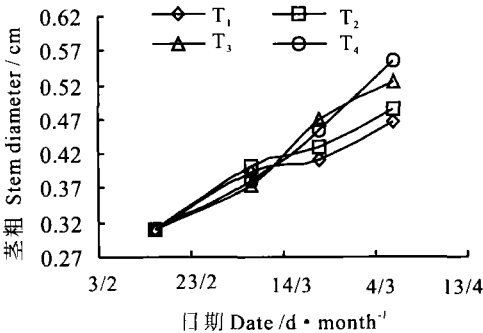


图3 施肥对甜瓜茎粗的影响
Fig. 3 Effect of fertilization on stem diameter of muskmelon

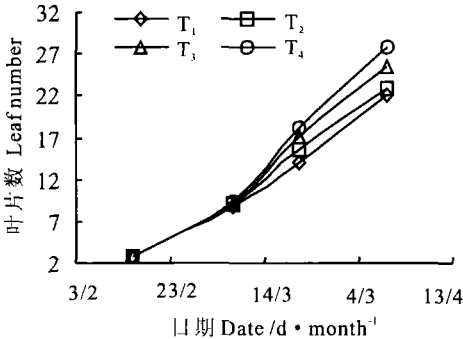


图4 施肥对甜瓜叶片数的影响
Fig. 4 Effect of fertilization on leaf number of muskmelon

表1 施肥对甜瓜光合速率、蒸腾速率、胞间CO₂浓度及气孔导度的影响

Table 1 Effect of fertilization on photosynthetic rate, transpiration rate, CO ₂ content of cell and stomatal conduction of muskmelon					
处理 Treatments	日期 Date /d · month ⁻¹	光合速率 Pn /μmolCO ₂ · m ⁻² · s ⁻¹	蒸腾速率 Tr /mmolH ₂ O · m ⁻² · s ⁻¹	胞间[CO ₂]浓度 Ci /μL · L ⁻¹	气孔导度 Gs /mmolH ₂ O · m ⁻² · s ⁻¹
T ₁	7/3	15.978bA	3.543aA	517.0aA	274.333bcA
	30/3	21.9bA	5.30aA	612bA	386.00aAB
T ₂	7/3	16.678abA	3.353abA	517.67aA	342.667aA
	30/3	27.6aA	5.1aA	696.66aA	408.999aA
T ₃	7/3	16.266bA	3.193bA	570.67aA	336.333abA
	30/3	23.1abA	3.50bB	682.0abA	381.00aAB
T ₄	7/3	17.534aA	2.690cB	544.0aA	252.667cA
	30/3	23.1abA	5.10aA	650.6abA	342.999bB

表 2 施肥对甜瓜叶绿素含量的影响

Table 2 Effect of fertilization on chlorophyll contents of muskmelon

处理 Treatments	日期 Date /d · month	叶绿素含量(a+b) Chlorophy(a+b) /(mg · g ⁻¹ FW)	类胡萝卜素含量 Carotene /(mg · g ⁻¹ FW)
T1	25/3	1.1092aA	0.3083bcA
	2/5	1.2589bcAB	0.296abA
T2	25/3	1.0741aA	0.3459abA
	2/5	1.1598cB	0.242bA
T3	25/3	0.9098bA	0.3001cA
	2/5	1.3493abA	0.326abA
T4	25/3	0.9847abA	0.3553aA
	2/5	1.1313aA	0.341aA

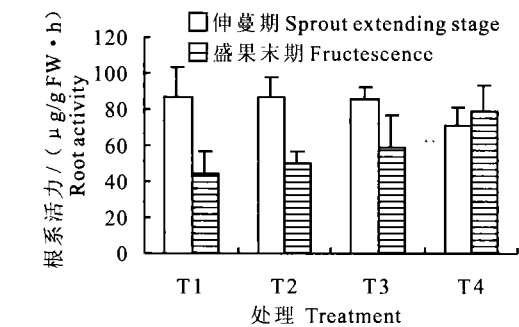


图 5 施肥对甜瓜根系活力的影响
Fig. 5 Effect of fertilization on root activity of muskmelon

2.3 施肥对甜瓜叶片叶绿素含量及根系活力的影响

2.3.1 叶绿素含量 对初花期(3月25日)和盛果末期(5月2日)甜瓜叶片叶绿素含量的测定结果(表2)表明,初花期,T2和T1叶片叶绿素含量最高,明显高于T3和T4,类胡萝卜素含量则是T2和T4含量最多,显著高于T3和T1;盛果末期,叶绿素含量则是施肥量较多的T4、T3为最高,且各处理间叶绿素含量差异显著,类胡萝卜素含量各处理间差异不大。

2.3.2 根系活力 甜瓜伸蔓期和盛果末期根系活力的测定结果表明(图5),伸蔓期,以T1、T2和T3的根系活力为强,且三者之间差异较小,但均明显高于T4;盛果末期,根系活力随施肥量增大依次增大,以T4为最强。由图5还可看出,盛果末期T1、T2、T3根系活力均明显低于伸蔓期,而T4却高于伸蔓期。

2.4 施肥对甜瓜叶片硝酸还原酶活性的影响

对伸蔓期和开花期甜瓜叶片中硝酸还原酶活性的测定结果表明,施肥对伸蔓期叶片硝酸还原酶活性影响不大,在开花期,T2和T1叶片硝酸还

原酶活性均较高,随施肥量增加,叶片硝酸还原酶活性有所降低,以T4的降低尤为明显(图6)。

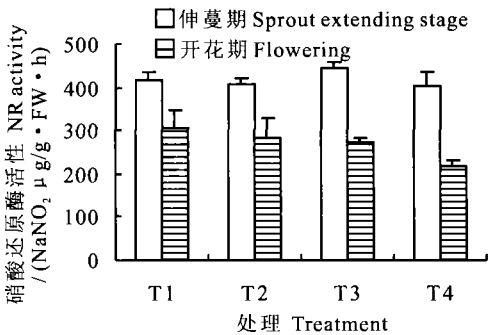


图 6 施肥对甜瓜叶片硝酸还原酶活性的影响

Fig. 6 Effect of fertilization on NR activity in leaves of muskmelon

2.5 施肥对甜瓜品质及产量的影响

2.5.1 品质 春茬试验表明,追施化肥的3个处理甜瓜果实可溶性糖、可溶性蛋白含量均显著高于不施化肥的T1,且随施肥量增加含量升高;果实维生素C含量处理间差异不显著;果实硝酸盐含量随化肥施用量增加而显著增加,以T2为最低,T4最高,且T2也显著低于未施化肥的T1,说明适量施用化肥可降低果实硝酸盐含量,但化肥施用过量,也会增加果实中硝酸盐含量;果实糖度以T2为最高,T4为最低,且T2极显著高于其它各处理。秋茬试验中,施肥对甜瓜果实可溶性糖和可溶性蛋白含量影响不明显,对维生素C、硝酸盐和糖度含量影响较大。T4和T3维生素C含量均高,与T2和T1相比存在显著差异;处理3硝酸盐含量最低,T4最高,两者差异显著;T3糖度最高,明显高于不施化肥的T1,极显著高于T2和T4(表3)。

2.5.2 产量 试验结果表明,适量施用化肥对有机基质型无土栽培甜瓜有显著的增产效果。

施用化肥的3个处理均较不施化肥的T1产量有明显增高。春茬栽培中,以T2产量为最高,每667 m²产量达2 513 kg,较不施化肥的T1增产16.6%,差异达极显著水平,与施肥量较多的T3和T4相比也有极显著增产;秋茬栽培中,以T3产量为最高,每667 m²产量达1 573 kg,较不施化肥的T1增产14.3%,差异达极显著水平,与T2和T4相比也有极显著增产(表3)。这可能是由于单纯施用有机基质栽培存在养分供应不充分,植株生长量不足,从而导致产量不高,而化肥施用过

量,引起光和产物分配不协调,造成了植株后期营 养生长过盛。

表 3 施肥对甜瓜品质及产量的影响

Table 3 Effect of fertilization on qualities and yield of muskmelon fruits

处理 Treatments	时期 Date	可溶性糖 Soluble sugar /mg · g ⁻¹ FW	维生素C Vitamin C/μg · g ⁻¹ FW	可溶性蛋白 Soluble protein /mg · g ⁻¹ FW	硝酸盐 Nitrate /μg · g ⁻¹ FW	糖度 Sweetness /%	667m ² 产量 Yield per 667m ² /kg
T1	春茬 Spring	10.02cB	102.63aA	21.451cC	713.69bB	14.5bB	2155cB
	秋茬 Fall	11.110aA	107.93bB	17.003aA	858.4bAB	12.47bA	1376cB
T2	春茬 Spring	11.412bB	98.493aA	22.370bB	663.59cB	15.3aA	2513aA
	秋茬 Fall	12.832aA	107.2bB	17.550aA	777.41cB	13.47aA	1416bcB
T3	春茬 Spring	11.82bAB	104.09aA	23.173aA	713.19bB	12.77cC	2274bB
	秋茬 Fall	12.563aA	137.58aA	17.547aA	767.77cB	11.07cB	1573aA
T4	春茬 Spring	13.394aA	112.65aA	23.04aAB	813.39aA	11.37dD	2276bB
	秋茬 Fall	13.312aA	151.36aA	17.623aA	944.79aA	9.333dC	1455bcB

3 讨 论

3.1 施肥量与有机基质型无土栽培甜瓜生理特性

不同施肥量对有机基质型无土栽培甜瓜的光合生理特性有较大影响。适量施肥可促进光合效率。本试验研究表明,施肥处理甜瓜光合速率均较不施肥处理为高,伸蔓期 T2、T4 和 T3 三者之间光合速率差异不大,但开花期以 T2 为最高,与 T1 存在显著差异。这与在初花期测定的 T2 甜瓜叶片叶绿素含量较 T3 和 T4 为高结果是一致的。不同施肥量处理对叶片叶绿素含量有一定影响。初花期, T1 和 T2 甜瓜叶片叶绿素含量均高于 T3 和 T4;盛果末期, T3 和 T4 甜瓜叶片中叶绿素含量则显著高于 T1 和 T2。这可能是由于在开花期,各处理基质中 N、P、K 元素,尤其是作为叶绿素重要组成的 N 元素供应比较充足,不会影响到叶绿素的合成,但随着施肥量增多,甜瓜植株叶面积增大,从而引起施肥多的处理叶绿素含量较低。到盛果末期,由于基质中养分消耗过大,各处理基质中的 N、P、K 元素(尤其是 N 元素)供应量不足,从而影响到植株叶绿素的合成,因此造成施肥量多的甜瓜叶绿素含量显著高于施肥量低的。

3.2 施肥量与甜瓜品质和产量

有机基质虽然是一种养分齐全肥效持久的作物生长材料,但其自身肥料释放平稳缓慢,不能在作物的养分需要高峰期集中有效的供应养分。尤其在果菜类的结果期,植株对养分的吸收量大大增加,此时单靠基质本身的养分释放难以保证供应,进而保证蔬菜高产。因此,蔬菜有机基质型无土栽培应适当追施化肥作为补充,这样有机基质和无机化肥配合使用,可充分发挥有机基质养分齐全、肥效持久和无机化肥养分集中、肥效快的特

点,两者能相互补充,提高肥效,提高产量,同时通过改善植物的营养和生长条件对其产品品质产生良好影响。本试验结果也表明,有机基质型无土栽培配合施用适量无机化肥可有效提高甜瓜果实的品质,及其产量。但过量追施化肥,又有可能造成基质中阴离子积累。一方面导致蔬菜中硝酸盐的含量超标,危害人类健康,另一方面会使基质溶液浓度增大,根基渗透压加大,造成水分外流,影响作物对水分的吸收,使作物生长发育受阻。本试验中 T4 和 T3 果实硝酸盐含量显著高于 T2,糖度明显低于 T2,也说明过量施用化肥,会降低蔬菜品质。这与前人研究结论一致。在产量方面,由于本试验设计只留一个甜瓜,在前期,由于 T3 和 T4 基质养分浓度过高,影响了其生长,但到生长后期, T3 和 T4 的根系活力和叶绿素含量却较 T1 和 T2 高,拉秧时植株长势仍然较好,说明化肥施用过量,引起光和产物分配不协调,造成植株后期营养生长过盛,抑制了果实生长。

本试验中,春茬产量较秋茬明显为高,且春茬以 T2 产量为最高,品质为最好,秋茬以 T3 产量为最高,品质为较好。这可能与温度影响果实发育和基质中迟效养分向速效养分转化有关。春茬栽培中甜瓜对养分的需求高峰处于温度较高的 5 月份,这一方面促进了果实的膨大发育,另一方面也促进了基质中迟效养分向速效养分的转化,使得基质中能够供应较多的速效养分,促进甜瓜生长;而秋茬栽培中甜瓜对养分的需求高峰处于温度较低的 10 月份,这一方面不利于果实膨大发育,另一方面也不利于基质中迟效养分向速效养分的转化,使得基质能够供应的速效养分较少,只能依赖化肥中的速效养分来提供,影响了果实生长发育,造成产量较低。

(下转第 113 页)

3 讨论

试验结果初步表明,猕猴桃根乙醇提取物的乙酸乙酯提取液对 7 种病原菌的抑制效果最差,正丁醇提取液对 7 种病原菌的抑制效果最好,在质量浓度 1 g/L 下,其抑制率最大可达 100%。猕猴桃根乙醇提取物对 3 种细菌基本上没有抑制作用,原因可能与供试样液浓度有关,也可能是猕猴桃根提取物对这 3 种细菌没有抑制作用。可以肯定的是,猕猴桃根提取物对上述 7 种病原菌的抑制作用是明显的,对猕猴桃根提取物中抑菌成分的分离纯化以及对其抑菌活性试验的评价正在进行之中。

参考文献:

[1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京:科学出版社,1984. 261~263.
[2] (晋)郭璞. 尔雅[M]. 上海:商务印书馆,1937. 107.
[3] (宋)寇宗. 本草衍义[M]. 北京:人民卫生出版社,1990. 137.
[4] (明)李时珍. 本草纲目(五)[M]. 上海:商务印书馆,1930. 163.
[5] 江苏新医学院. 中药大辞典(下册)[M]. 上海:上海人民出版社,1977. 2210.
[6] 全国中草药汇编编写组. 全国中草药汇编(上册)[M]. 北京:科学出版社,1975. 795.
[7] Lahlou El Hassane, et al. Actinidic acid, a new triterpene phytoalexin from unripe kiwi fruit [J]. Biosci. Biotechnol Biochem, 2001, 65(2): 480.
[8] 吴文君. 植物化学保护实验技术导论[M]. 西安:陕西科技出版社,1983. 3.
[9] 程丽娟, 薛泉宏. 微生物学实验技术[M]. 世界图书出版公司, 2000. 108

(上接第 96 页)

3.3 有机基质型无土栽培甜瓜合理的化肥施肥量计算方法

有机基质型无土栽培甜瓜中,化肥用量不足,会影响甜瓜产量,但化肥用量过多,也会降低甜瓜产量和品质。因此有机基质型无土栽培甜瓜必须合理施肥。本试验确定的有机基质型无土栽培甜瓜合理化肥施肥量的计算方法为:春茬栽培化肥用量=(甜瓜目标产量需肥量-有机基质中速效养分量)/化肥中养分吸收率(氮为 60%、磷为 30%、钾为 70%)。秋茬栽培化肥施用量=(1.5 倍甜瓜目标产量需肥量-有机基质速效养分量)/化肥养分吸收率。这一结果为有机基质型无土栽培甜瓜提供了科学施肥的技术指标。

参考文献:

[1] 段崇香,于贤昌. 有机基质型无土栽培黄瓜化肥施用技术的研究[J]. 植物营养与肥料学报,2003,9(2):238~241.
[2] 蒋卫杰,郑光华,汪浩,等. 有机生态型无土栽培技术及其营养生理基础[J]. 园艺学报,1996,23(2):139~144.
[3] 郭世荣,李式军. 有机基质培在蔬菜无土栽培上的应用研究[J]. 沈阳农业大学学报,2000,31(1):89~92.
[4] 段崇香,于贤昌. 日光温室黄瓜有机基质型无土栽培基质配方的研究[J]. 农业工程学报,2002,(增刊):193~196.
[5] 罗菊花,黄丹枫. 网纹甜瓜温室基质栽培施肥量试验[J]. 上海农学院学报,2000,18(1):47~52.
[6] 中国农业科学院郑州果树研究所等主编. 中国西瓜甜瓜[M]. 北京:中国农业出版社,2000(6):458.