

# 温室西葫芦生长动态及干物质积累与分配研究

李 燕 温祥珍 雷逢进 李亚灵

(山西农业大学 园艺学院 山西 太谷 030801)

**摘要:** 试验采用半矮蔓和矮蔓西葫芦各 2 个品种,研究了温室西葫芦茎叶生长动态和干物质积累、分配之间的关系。结果表明,两类西葫芦叶和茎的生长均为“S”型曲线,且不同年份中均表现为时间函数;进入结果期后,两种类型之间出现差异且逐渐明显,半矮蔓西葫芦的叶发生速率、茎生长速率和单株叶面积分别是矮蔓品种的 1.3、2.1 和 1.7 倍,干物质积累速度约是矮蔓的 1.2 倍;向果实的干物质分配,半矮蔓由 24% 增加到 28%,而矮蔓由 27% 增加到 38%,向果实的过度分配,致使矮蔓品种营养生长过早地衰竭,单株产量的差异达 28%。表明干物质生产与分配情况会对西葫芦茎叶生长产生显著影响,进而影响最终产量。

**关键词:** 西葫芦; 生长动态; 干物质积累和分配

中图分类号: S642.6 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2010)03-0124-05

## Research on Dynamic Growth Process Dry Matter Accumulation and Distribution in Greenhouse Zucchini

LI Yan, WEN Xiang-zhen, LEI Feng-jin, LI Ya-ling

(College of Horticulture, Shanxi Agricultural University, Taigu 030801, China)

**Abstract:** This paper researched two types of zucchini, semi-bush and bush. Each type selected two varieties. The experiment studied the relationship between dynamic process of leaf and stem growth and dry matter accumulation and distribution. Three years results showed the growth of leaf and stem were "S" curve and expressed time function in different planting years; In fruiting period, the difference between the types was appeared and gradually obvious, the leaf growth rate, the stem growth rate and leaf area of single plant in semi-bush zucchini were 1.3, 2.1 and 1.7 times than bush; The dry matter accumulation rate of semi-bush is 1.2 times than bush, the ratio of dry matter in semi-bush fruit is from 24% to 28%, but bush zucchini is from 27% to 38%. The excess distribution of fruit induced exhaustion of vegetable growth earlier and the yield difference reached to 28%. It indicated that the dry matter accumulation and allocation obviously effected the vegetable growth and yield.

**Key words:** Zucchini; Dynamic growth; Dry matter accumulation and distribution

西葫芦(*Cucurbita pepo* L.)属葫芦科南瓜属,原产于北美洲西南部和墨西哥西北部,16 世纪传入我国<sup>[1]</sup>。由于西葫芦营养丰富,适于保护地栽培,种植面积日益增大,目前在瓜类蔬菜中种植面积仅次于黄瓜<sup>[2]</sup>。温室栽培的西葫芦品种以前多用早熟品种,目前倾向于半蔓性品种,主要是由于后者生长期长、抗性强、产量高<sup>[3,4]</sup>,而前者则相反,上市集中、供应期短、易早衰、产量低。品种间内部特征变化的不同可能是引起这种栽培倾向的重要原因。

本试验通过 3 年的春季栽培研究,分析了西葫

芦生长习性与干物质积累、分配之间的关系,旨在为西葫芦合理栽培提供依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验地点与材料

试验分别于 2007、2008、2009 年在山西太谷(北纬 37°25′,东经 112°32′)山西农业大学设施农业工程研究所的非对称三连跨连栋温室<sup>[5]</sup>内进行。选用比较典型的半矮蔓和矮蔓西葫芦品种各 2 个,半矮蔓品种为冬玉(C1)、东葫 4 号(C2);矮蔓品种为

收稿日期: 2010-04-11

基金项目: 山西省科技攻关项目(2000053)

作者简介: 李 燕(1985-),女,山西新绛人,硕士,主要从事设施园艺栽培生理研究。

通讯作者: 温祥珍(1960-),男,山西原平人,教授,博导,主要从事设施及其高产技术理论研究。

长青王 3 号( D1 )、早青一代( D2 )。其中 ,冬玉由法国 Tezier 公司培育;东葫 4 号和长青王 3 号由山西省农科院棉花所培育;早青一代由山西省农科院蔬菜所培育。

播种时间均为 3 月 ,待幼苗长到一叶一心时定

植 ,7 月初拉秧( 表 1 )。采取宽窄行定植 ,宽行 130 cm ,窄行 60 cm ,每品种 2 行 ,平均分为南北两部分 ,南部为取样区 ,北部为测量区 ,半矮蔓和矮蔓分别以适宜密度栽培 ,矮蔓栽培密度为 2.2 株 /m<sup>2</sup> ,半矮蔓栽培密度为 1.9 株 /m<sup>2</sup> ,均进行常规管理。

表 1 试验基本情况

Tab. 1 Experiment basic conditions

试验 Exp. no	品种 Variety	种植密度(株/m <sup>2</sup> ) Planting density	播种期/(年-月-日) Sowing date	定植期/(年-月-日) Transplanting date	全生育期/d Growth time
1	C1 ,C2	半矮蔓 1.9	2007-03-07	2007-03-26	126
2	D1 ,D2	矮蔓 2.2	2008-03-04	2008-03-23	124
3			2009-03-07	2009-03-24	120

1.2 试验方法

苗期每品种选定 6 株 ,定植后每隔 10 d ,测定植株的叶片数、茎长、茎粗、叶面积等;进入生殖生长期后 ,分别记录测量区和取样区单株瓜质量;植株叶片发黄超过 1/2 即为老叶 ,记录摘除老叶的日期、老叶的数目及鲜质量和干质量。

干物质积累与分配的测定:从定植后 20 d 开始 ,每隔 10 d 取样 1 次 ,在取样区随机抽取 3 株 ,分器官记录干、鲜质量;在结果盛期 ,每品种随机选取 3 个商品瓜 ,切碎混合后烘干计算瓜的干物质含量。

叶面积指数: LAI = 总叶面积 × 种植密度

叶生长速率:  $\mu = (W1 - W2) / (T1 - T2)$

其中 ,T1 ,T2 指定植后天数; W1 ,W2 分别指 T1 ,T2 时的叶片数。茎生长速率与干物质积累速率按以上方法计算。

1.3 数据处理

试验数据采用 Excel 软件处理并制图。本研究所用数据除具体标记品种的图外 ,半矮蔓类型西葫芦数据为 C1 和 C2 的平均值 ,矮蔓类型为 D1 和 D2 的平均值。其中西葫芦生长动态和产量为 2007 , 2008 ,2009 年 3 年的数据;干物质积累与分配是 2007 ,2008 年 2 年的数据。

2 结果与分析

2.1 不同西葫芦品种的生长动态

2.1.1 叶片的变化 从图 1 可以看出 3 年结果几乎一致 ,不同年份品种间叶片生长均为“S”型曲线。定植 80 d 内 ,叶片数相差很小 ,定植 80 d 时 ,半矮蔓西葫芦叶片数为 47.9 ,矮蔓西葫芦叶片数为 47.1。之后 ,叶片数差异逐渐明显 ,矮蔓品种增长趋缓 ,由 0.7 片/d 降低到 0.4 片/d ,而半矮蔓品种稳定在 0.7~0.8 片/d 之间;在生育期结束时 ,两品种植株总叶片数分别为 57 片和 64 片。

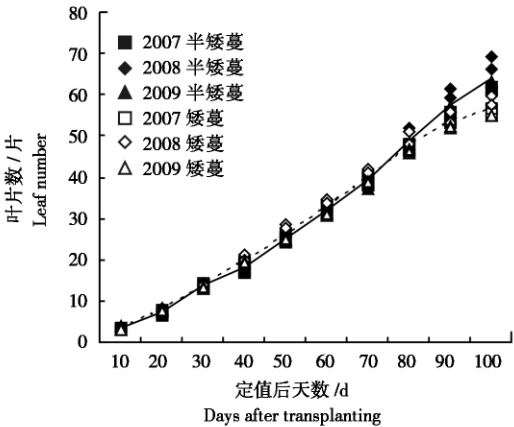


图 1 生长期内西葫芦叶片数的变化

Fig. 1 The variation of zucchini leaf number at growth stage

2.1.2 单株叶面积及叶面积指数变化 西葫芦是叶面积扩展很快的作物。不同年份种植各品种 ,单株叶面积增长曲线也为“S”型( 图 2 )。品种类型和年份之间差异在定植 30 d 后出现 ,且差异随时间延长而加大。由于新叶的发生及叶片的不断扩展 ,定植后 70 d 时单株叶面积达到最大值。但两品种相比 ,半矮蔓西葫芦叶片扩展速度较快 ,而矮蔓西葫芦叶片衰老速度较快 ,这导致矮蔓类型的叶面积显著

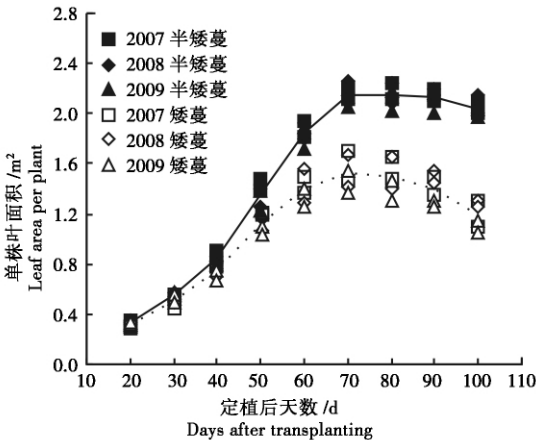


图 2 单株叶面积动态变化

Fig. 2 The dynamic variation of leaf area per plant

低于半矮蔓类型。此后,半矮蔓叶片数维持稳定,而矮蔓叶片加速衰老,新叶发生速率较低,叶面积迅速下降。由于对环境的敏感性不同,矮蔓品种不同年份间差异较大。

叶面积指数是反映植株光合能力的一个重要指标。由于定植密度不同,叶面积指数在定植后 50 d 内差异不是很明显,50 d 后差异逐渐加大(图 3)。定植 70 d 时达到最大值,矮蔓品种为 3.0~3.7,半矮蔓品种为 3.9~4.4,稳定维持约 20 d(矮蔓)和 30 d(半矮蔓)后,矮蔓品种快速下降到 2.3~2.8,而半矮蔓品种则维持在 3.7 以上。这说明矮蔓植株在生长后期光合生产的能力显著低于半矮蔓类型。

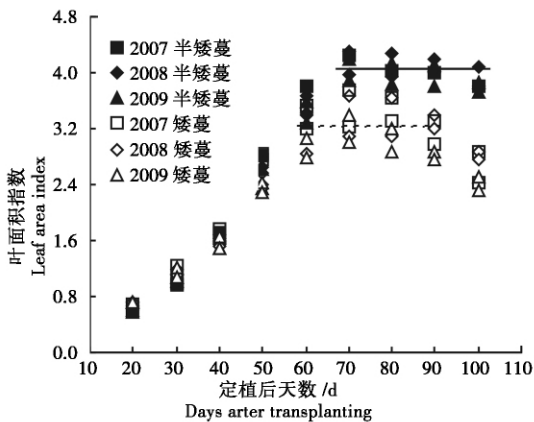


图 3 叶面积指数动态变化

Fig. 3 The dynamic variation of leaf area index

2.1.3 茎的变化 茎对地上部叶、芽、花和果起支持作用并影响其空间分布,西葫芦在吊蔓生产条件下,茎长对叶片的分布具有显著影响。从测定结果看,4 个品种间的茎长变化有显著不同,具有品种特征;而年份间的差异相对较小(图 4)。苗期茎长变化不大;进入结果期后(定植后 30~80 d),茎长迅速增加,半矮蔓西葫芦 C1、C2 的生长速率分别为 1.6、1.4 cm/d,约为矮蔓的 1.6 倍,两类西葫芦节间距相差约 1.2 cm;生长后期(定植后 80~100 d),生长速率都有所减缓,半矮蔓品种总茎长分别为 114、98 cm,矮蔓分别为 73、59 cm。

2.1.4 各节位茎粗的变化 西葫芦茎是物质运输的主要通道,其粗细程度在一定程度上可反映植株的生长状况。每隔 10 个节位对西葫芦的茎粗进行测定,发现随着节位升高,茎粗都呈减小趋势(图 5)。1~10 节位茎最粗,起支撑作用,半矮蔓和矮蔓分别为 2.8、2.4 cm。进入结果期后,由于干物质向果实的分配增加,半矮蔓和矮蔓品种分别在 10~40 和 10~30 节位茎粗明显下降,与 1~10 节位茎粗相比,减小约 30%,之后半矮蔓茎粗基本稳定在 1.8 cm 左右;而矮蔓呈下降趋势。

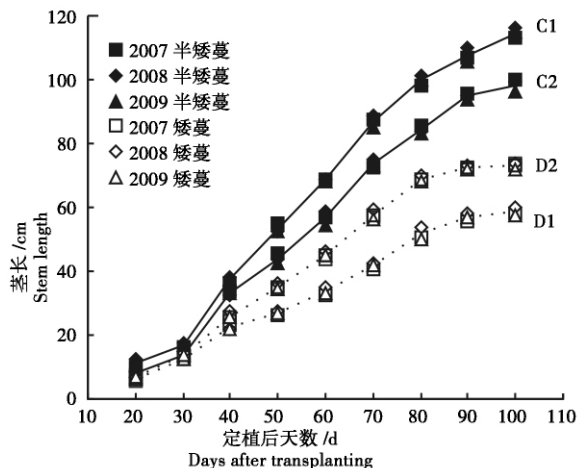


图 4 生长期内西葫芦茎长变化

Fig. 4 The variation of stem length at growth stage

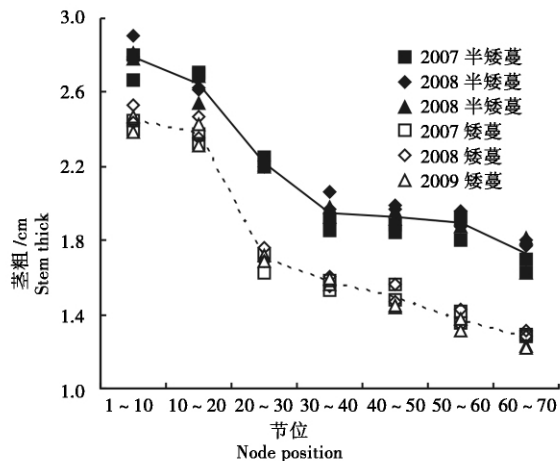


图 5 西葫芦各节位茎粗变化

Fig. 5 The variation of zucchini stem thick in different internode position

## 2.2 不同西葫芦品种干物质积累与分配

2.2.1 不同西葫芦品种干物质积累 茎叶生长的不同,会引起光合生产的差异。从不同品系整个生育期内干物质生产测定结果看,半矮蔓植株生物量约为矮蔓生物量的 1.3 倍;从不同生育阶段看,苗期(定植后 30 d),两类西葫芦生物量积累速度基本相同,约为 2 g/d;进入结果期(定植后 30~80 d),生物量积累迅速,且差异逐渐加大,半矮蔓为 9.4 g/d,矮蔓为 7.3 g/d;生长后期(定植后 80~100 d),随着温度的升高,植株生长有所减缓,半矮蔓生物量积累速度为 6.1 g/d,是矮蔓品种的 2 倍左右(图 6)。

2.2.2 不同西葫芦品种干物质分配 对不同矮蔓型西葫芦的物质分配进行测定,发现矮蔓与半矮蔓品种间存在着显著差异,结果如图 7 所示。苗期(定植后 30 d)干物质优先向叶片分配,分配率达 80% 以上,向茎和根的分配率仅为 7.0% 和 10% 左右。进入结果期,随着果实的形成,生长中心转移,干物质向营养器官的分配减少,向叶片的分配率半

矮蔓和矮蔓分别降低 59% 和 56% ,向瓜的分配率则上升到 24% 和 27% ;到结果后期 ,向瓜的物质分配分别提升到 28% 和 38% ,矮蔓品种比半矮蔓高出 10% ,半矮蔓植株向茎和根的分配率为 10. 2% 和 4. 6% ,而矮蔓向茎和根的分配率为 6. 6% 和 4. 2% 。两品种类型相比 ,矮蔓在物质分配的过程中 ,更趋于向瓜的分配 ,这导致后期营养器官尤其是叶生长受限 ,光合能力下降。

物质分配与器官的形成具有密切关系 [6] 。矮蔓品种中 ,后期干物质向瓜的过多分配可能是影响茎叶分化的重要因素 ,反过来会影响植株的持续生长及瓜的形成和发育 ,形成恶性循环。

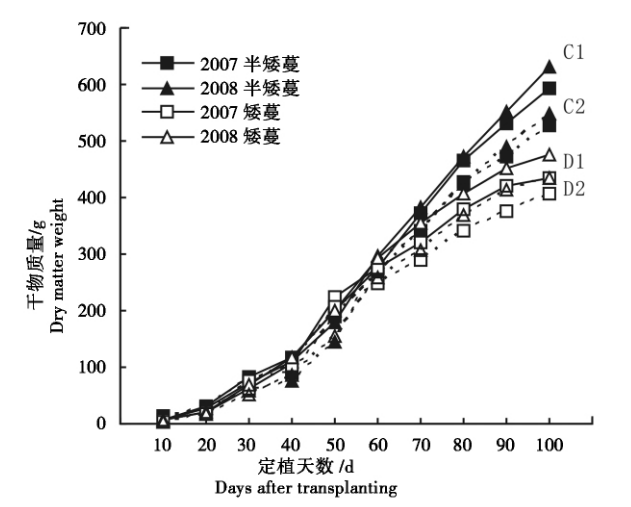


图 6 干物质积累的动态变化  
Fig. 6 The dynamic variation of dry matter accumulation

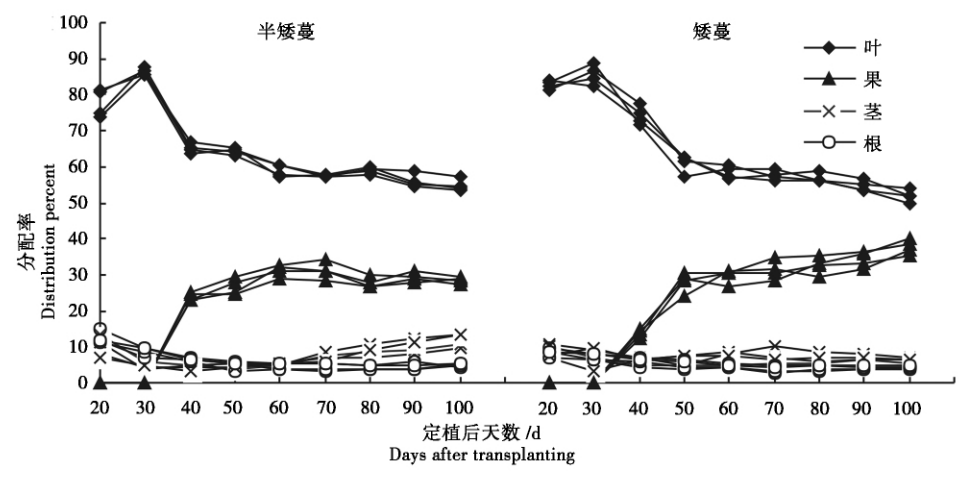


图 7 不同西葫芦品种各器官物质分配  
Fig. 7 Dry matter distribution of different organs in different varieties

### 2.3 不同西葫芦品种的产量比较

2.3.1 不同西葫芦品种产量的形成过程 统计产量结果表明 ,不同西葫芦品种的产量形成过程存在差异 ,前期即从开始采收到定植后 60 d ( 结果初期—结果中期) ,半矮蔓和矮蔓产量呈增加趋势 ,定植后 60 d 产量达到最大 ,半矮蔓平均为 0. 93 kg/株 ,矮蔓为 0. 73 kg/株。在产量形成高峰期( 定植后 60 ~ 100 d) ,半矮蔓品种产量形成呈 W 型( 图 8) ,即 10 d 的高产过后有一个小的减产 ,然后又出现产量高峰 ,产量形成基本稳定;矮蔓品种在 60 d 出现产量高峰 ,以后便开始降低 ,只在定植后 80 d ( 结果后期) 时产量稍有回升 ,之后又呈持续下降趋势 ,这可能与矮蔓干物质分配的情况有关。

2.3.2 不同西葫芦品种早期产量与总产量 从表 2 可以看出 ,不同西葫芦品种产量不同。从单株产量来看 ,半矮蔓平均为 4. 05 kg/株 ,矮蔓为 2. 88 kg/株 ,比半矮蔓低 28% ;按实际栽培密度计算 ,半矮蔓和矮蔓单位面积产量分别为 7. 70 和 6. 33 kg/m<sup>2</sup> ,矮蔓比

半矮蔓低 18% ;统计定植后 40 ~ 70 d 的产量( 即早期产量) ,半矮蔓为 2. 04 kg/株 ,占总产量的 50. 3% ,矮

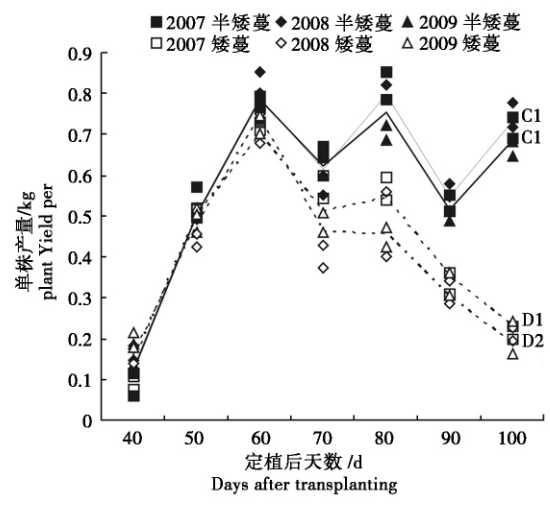


图 8 不同西葫芦品种产量形成过程  
Fig. 8 The process of yield form in different varieties

蔓西葫芦则为 1.84 kg/株 ,占总产量的 64.1%。这说明两个矮蔓品种的产量主要集中在前期 ,后期产量下

降是总产量低的主要原因之一 ,而半矮蔓前期和后期产量相差不大 ,可以持续生产。

表 2 不同西葫芦品种产量比较

Tab.2 The comparition of yield in different varieties of zucchini

产量 Yield	年份 Year	半矮蔓 Semi-bush				矮蔓 Bush			
		单株产量/( kg/株) Yield per plant			单位面积产量 /( kg/m <sup>2</sup> ) Yield per area	单株产量/( kg/株) Yield per plant			单位面积产量 /( kg/m <sup>2</sup> ) Yield per area
		C1	C2	平均 Mean		D1	D2	平均 Mean	
早期产量* Yield at early stage	2007	2.07	2.05	2.06	3.91	1.91	1.89	1.90	4.18
	2008	1.99	2.06	2.03	3.85	1.71	1.73	1.72	3.78
	2009	2.06	1.98	2.03	3.86	1.94	1.89	1.91	4.20
	平均	2.04	2.03	2.04	3.87	1.85	1.84	1.84	4.05
总产量** Sum yield	2007	4.21	4.03	4.12	7.83	3.09	2.94	3.02	6.64
	2008	4.16	4.12	4.14	7.87	2.83	2.61	2.72	5.98
	2009	3.97	3.80	3.89	7.40	3.01	2.78	2.89	6.36
	平均	4.11	3.98	4.05	7.70	2.98	2.78	2.88	6.33

注: \* . 指开始采收后前一个月(即定植后 40~70 d)的产量; \*\* . 指所有的产量。

Note: \* . Yield at early stage is the yield harvested in the first month(40~70 d after transplanting); \*\* . Represent sum yield.

3 结论与讨论

作物生物量的积累是产量形成的基础 ,合理的物质分配是维持生长平衡、提高作物产量的关键。El-Keblawy 等<sup>[7]</sup>在瓜类果实摘除对物质再分配的影响中研究指出 ,植株从营养生长到生殖生长的过渡会明显改变物质分配的模型 ,而这在一定程度上会影响植株的长势。本试验中 ,在苗期 ,两类西葫芦生长差异较小 ,进入结果期后 ,出现差异且随时间延长差异逐渐加大。营养生长期植株向叶的分配率约为 83% ,进入生殖生长时期后 ,向叶的分配分别减少为 59% 和 56% ,而向果实的分配率半矮蔓由 24% 升高到 28% ,矮蔓由 27% 升高到 38% ,比半矮蔓高出约 10%。矮蔓向果实的大量投资使得其向营养器官的分配减少。

定植后 80 d 时 ,半矮蔓西葫芦叶片数为 47.9 片 ,矮蔓西葫芦叶片数为 47.1 片 ,二者相差不大 ,而半矮蔓叶面积是矮蔓的 1.6 倍 ,茎粗间的差异也加大 ,节间距比矮蔓长 1.2 cm ,说明矮蔓在干物质向果实过渡分配的影响下 ,叶面积小 ,茎细且节间短 ,植株整体生长势变弱 ,光合能力下降 ,产量较低;而半矮蔓在相同的外界条件下 ,营养生长良好 ,制造光合产物较多 ,产量较稳定。可见果实发育是以额外的营养生长为代价<sup>[8]</sup> ,进入生殖生长期后 ,物质向果实的过度分配 ,在一定程度上抑制了植株营养生长 ,从而降低了作物的光合作用能力<sup>[9,10]</sup> ,进而影响到果实的产量<sup>[11]</sup>。生产结束时 ,两种类型西葫芦单株产量的差异达 28% ,由此看来 ,物质分配情况会对西葫芦茎叶生长产生显著影响 ,进而引致产量的显著不同。作物经济产量的高低与生物产量即干物

质积累的多少及物质分配情况有着密切的关系<sup>[12,13]</sup>。因此 ,除遗传特性的影响外 ,在生产中应注意对矮蔓品种进行疏花疏果 ,及时采收 ,保持合理的物质分配关系 ,提高矮蔓西葫芦的产量。

参考文献:

[1] 刘宜生. 西葫芦史话 [J]. 中国瓜菜 ,2008(1): 49 - 50.

[2] 罗伯祥 ,孙玉东 ,朱明超 ,等. 西葫芦育种现状与发展趋势 [J]. 种子 2002(4): 44 - 45.

[3] 朱东华 ,崔健猛 ,薛宝军. 西葫芦新品种东玉在日光温室越冬茬栽培试验结果 [J]. 甘肃农业科技 ,2003(4): 32 - 33.

[4] 周祥麟 ,李海真. 中国南瓜无蔓性状的遗传性及其生产利用的研究 [J]. 山西农业科学 ,1991(1): 1 - 6.

[5] 温祥珍 ,李亚灵. 非对称连跨式节能温室的结构设计与性能特点 [J]. 温室园艺: 农村实用工程技术 ,2003(2): 18 - 19.

[6] 王 忠. 植物生理学 [M]. 北京: 中国农业出版社 ,2000: 249.

[7] El-Keblawy Ali ,Lovett-Doust J. Resource re-allocation following fruit removal in cucurbits: patterns in two varieties of squash [J]. New Phytol ,1996 ,133: 583 - 593.

[8] Delesalle V A ,Moorside P D. Estimating the costs of allocation to male and female functions in a monoecious cucurbit [J]. Lagenaria Siceraria Oecologia ,1995 ,102: 9 - 16.

[9] Heuvelink E. Evaluation of a dynamic simulation model for tomato crop growth and development [J]. Annals of Botany ,1999 83: 413 - 422.

[10] 雷逢进. 日光温室西葫芦冠层结构与生产力的分析 [D]. 太谷: 山西农业大学 2009.

[11] De Koning A N M. Development and dry matter distribution in glasshouse tomato: a quantitative approach [D]. Wageningen: Wagening Agricultural University ,1994.

[12] 姚晓旭 ,于海秋 ,曹敏建. 氮、钾肥运筹对超高产玉米干物质积累和产量的影响 [J]. 华北农学报 2009 24 (增刊): 176 - 178.

[13] 周海燕 ,张少英 ,李国龙 ,等. 甜菜源库关系的研究 [J]. 华北农学报 ,2008 23(3): 94 - 99.