

氮肥对番茄营养功能特征及果实产量的影响

魏 斌^{1,2}, 李友明², 翟广生², 李毓灵³

(1. 兰州大学 草地农业生态系统国家重点实验室, 甘肃 兰州 730000; 2. 广元市昭化区农业局, 四川 广元 628000;
3. 德阳市旌阳区中医院, 四川 德阳 618000)

摘 要:以番茄为试材, 研究不同施氮水平对番茄营养功能特征及果实产量的影响。结果表明:与无氮区相比, 各施氮处理均程度不同地提高了番茄的植株高度、比叶面积和果实产量, 氮肥梯度与番茄的株高、比叶面积和果实产量呈正相关关系, 与叶干物质含量和单位叶面积根量呈负相关关系, 而与相对生长率无显著相关性, 施氮强度达到一定肥效阈值后, 番茄果实产量提高率下降, 产量提高不明显。番茄果实产量与株高、相对生长率和比叶面积呈显著线性正相关关系, 与叶干物质含量呈显著负相关关系 ($P < 0.05$), 与单位叶面积根量则无显著相关性 ($P > 0.05$)。结果表明, 适量施氮可促进番茄根叶等营养器官发育, 但过量施氮, 导致番茄营养生长过盛, 抑制了生殖生长, 从而导致肥效对番茄果实产量提高作用下降。因此, 在番茄生产和管理中, 对于番茄幼苗管理, 可适当增施氮肥, 有助于植物体快速生长和发育, 但对于盛果期番茄, 应适量施氮, 以免肥料浪费和果实产量受到负面影响。

关键词:氮肥; 番茄; 营养功能特征; 果实产量

中图分类号:S 641.206⁺.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)09-0158-06

番茄(*Lycopersicon esculentum* Mill.)属茄科蕃茄属一年生草本植物, 原产于中美洲和南美洲, 早在 17 世纪初期, 番茄作为观赏植物舶入中国, 随着对番茄食用价值、药用价值及保健功能地逐步发掘和深入, 现已作为食用蔬果广泛种植^[1-3]。长期以来, 在番茄生产管理中, 传统的施肥观念没有得到彻底转变, 偏施、重施、滥施化肥的现象仍较普遍, 不但造成肥料利用率降低, 资源环境代价加大, 还对农田耕地地力和番茄品质产量造成严重的负面影响, 进而影响经济和生态效益。为缓解和解决“土壤-作物”肥料的供需矛盾, 平衡土壤养分供应, 提高肥料利用率, 我国从 2005 年启动了测土配方施肥项目, 并逐步推广应用测土配方施肥技术^[4]。“2+X”田间肥效试验方案是测土配方施肥技术体系的重要内容, 分为基础施肥和动态优化施肥试验两部分。“2”是指以常规施肥和优化施肥 2 个处理为基础的对比施肥试验研究, “X”是指针对指定作物存在的一些对生产和养分利用有较大影响的未知因子而不断进行的修正优化施肥处理的动态研究试验。植物功能特征, 又称植物属性, 是植物在长期进化过程中对生境条件在形态和生理上

逐步形成的适应策略, 对生境变化有一定的预测和指示功能, 对于从物种水平上研究作物对土壤营养、水肥、竞争、气候等生境因子变化的适应性有重要的指导意义^[5-6]。该研究通过土壤养分测试、番茄养分吸收特点和叶片营养诊断丰缺指标法确定氮肥为番茄生长发育主要限制因子, 探讨不同施氮量对番茄的株高、相对生长率、比叶面积、叶干物质含量和单位叶面积根量等与营养生长密切相关的功能特征及果实产量的影响, 以及番茄果实产量与营养功能特征间的相互关系, 以期为番茄的合理种植、肥水管理和产量提高提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验区设在四川省广元市昭化区境内钽钨生物科技有限公司番茄生产基地, 地理坐标为北纬 32.1813°, 东经 105.9406°, 海拔 788.1 m, 土壤为老冲积黄泥土, 耕层厚度 0.6 m, 成土母质为第四系更新统河流老冲积物。试验区水源条件良好, 地势平坦, 土壤肥力中等, 肥力分布均匀, 耕层土壤农化性状见表 1。

1.2 试验材料

供试番茄品种为“大民 605”, 由内蒙古大民种业有限公司供种。

供试肥料均选用单质肥料。氮肥选用含量为 46.7% 的尿素 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, 四川宏泰生化有限公司生产; 磷肥选用 P_2O_5 含量为 12% 的过磷酸钙 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, 陕

第一作者简介:魏斌(1986-), 男, 硕士, 农艺师, 现主要从事土壤肥料的研究与应用等研究工作。E-mail: weib10@lzu.edu.cn.

基金项目:国家测土配方施肥资金资助项目(5108112014)。

收稿日期:2015-02-11

表 1

试验区耕层土壤农化性状

Table 1

The agrochemical characters of soil in pilot site

试验地点 Site	土壤类型 Soil types	pH 值 pH value	养分含量 Nutrient content				
			有机质 Organic matter /(g · kg ⁻¹)	全氮 Total nitrogen /(g · kg ⁻¹)	碱解氮 Available nitrogen /(mg · kg ⁻¹)	速效磷 Available phosphorus /(mg · kg ⁻¹)	速效钾 Available potassium /(mg · kg ⁻¹)
钼铍生物科技有限公司	老冲积黄泥土	7.5	16.18	0.65	58.43	18.72	125.86

西裕丰实业有限公司生产;钾肥选用 K₂O 含量为 50% 的硫酸钾 K₂SO₄,宁夏金牛集团化肥有限责任公司生产;有机肥料选用 N、P、K 总养分量为 0.05% 的生物有机肥,江西天人生态股份有限公司提供。

1.3 试验方法

该试验采用规范肥料田间试验“2+X”设计方案。

1.3.1 基础施肥试验设计 基础施肥试验“2+X”中的“2”为试验处理数:1)常规施肥,番茄田间栽培管理中施肥种类、数量、时期和方法均按照该地区大多数农户传统方式进行;2)优化施肥,即采用当地高产高效、优质、适产的且经土壤肥料专家认可的优化施肥技术方案作为试验处理。基础施肥试验是在大田条件下进行的生产应用性试验,无重复设置,小区面积均为 667 m²。

表 2

番茄氮肥总量控制试验方案

Table 2

The design of the total nitrogen controlled

试验编号 No.	试验小区 Plot	处理 Treatment	M /(kg · m ⁻²)	N /(g · m ⁻²)	P /(g · m ⁻²)	K /(g · m ⁻²)
1	无氮区	MN ₀ P ₂ K ₂	1.5	0	30	45
2	70%优化氮区	MN ₁ P ₂ K ₂	1.5	29.5	30	45
3	优化氮区	MN ₂ P ₂ K ₂	1.5	42.0	30	45
4	130%优化氮区	MN ₃ P ₂ K ₂	1.5	54.5	30	45

注:M;有机肥料,N+P₂O₅+K₂O 总养分量为 5%,施用数量在当地为中等偏下水平,推荐值为 1.5 kg/m²;N;氮肥;P;磷肥;K;钾肥;0 水平:指不施该种养分;1 水平:适合于当地生产条件下的推荐值的 70%;2 水平:指适合于当地生产条件下的推荐值;3 水平:过量施肥水平,为 2 水平氮肥适宜推荐值的 130%。

Note:M;organic fertilizer,the total nutrients about 5%,and the recommended value act as 1.5 kg/m²;N;nitrogenous fertilizer;K;potassic fertilizer;0-level:no this kind fertilizer;1-level;70% of the recommended value;2-level;the recommended value;3-level;130% of the recommended value.

1.3.3 施肥方式 施肥方式采用分次实施,分别为基肥和 3 次追肥。基肥:播种前,肥料均匀混合苗床中;追肥 1:第 1 穗果开始形成时;追肥 2:第 1 穗果即将采收,第 2

1.3.2 “X”动态优化施肥试验设计 “X”动态优化施肥试验根据供试番茄品种的立地条件、生长潜在障碍因子、菜园土壤肥力状况、优质适产等方面,并通过土壤养分测试、养分吸收特点和叶片营养诊断丰缺指标法确定氮素为限制因子,并采用氮肥总量控制试验。试验区共设置 4 个小区,分别设 4 个处理:1)无氮区(施氮量为 0 g/m²);2)70%优化施氮区(施氮量为 29.5 g/m²);3)优化施氮区(施氮量为 42 g/m²);4)130%优化施氮区(施氮量为 54.5 g/m²)。有机肥和磷、钾肥按照优化氮区施肥量投入,各小区均分别施用 1.5 kg/m²、30 g/m² 和 45 g/m²。小区面积 50 m²,均设置重复 3 组,各小区间设置 0.5 m 的肥水隔离带。番茄氮肥总量控制试验设计方案见表 2。

穗果开始膨大时;追肥 3:第 2 穗果采收后。追肥时采用肥水喷施,肥采用均匀撒施。试验小区有机肥料 1 次性全部作基肥,氮、磷、钾肥分次施肥配比见表 3。

表 3

试验小区分次施肥配比

Table 3

The schedule of proportions of fertilization in plots

%

施肥方式 Mode	基肥 Basic fertilizer	尿素 Urea			基肥 Basic fertilizer	过磷酸钙 Calcium superphosphate			基肥 Basic fertilizer	硫酸钾 Potassium sulfate		
		追肥 1 Topdressing 1	追肥 2 Topdressing 2	追肥 3 Topdressing 3		追肥 1 Topdressing 1	追肥 2 Topdressing 2	追肥 3 Topdressing 3		追肥 1 Topdressing 1	追肥 2 Topdressing 2	追肥 3 Topdressing 3
分次施肥	60	20	10	10	60	0	40	0	40	20	20	20

1.4 项目测定

试验前采集基础土样进行化验测定营养状况,在番茄营养生长减缓,生殖生长初始,第 1 穗果开始形成时(茎叶养分相对稳定期)采集叶、根样品,将样品均置于 70℃ 条件下烘 48 h,测干质量;收获期采集果实样品,测鲜果产量。

1.4.1 营养功能特征 株高(plant height,PH,cm)指植物的自然立地高度;相对增长率(relative growth rate,

RGR,g · g⁻¹ · d⁻¹)指单位时间内植株干物质的增加量,参照 Hunt^[7] 的方法计算,公式为 $RGR = l \cdot g(W_{Sep}/W_{May})/t$;比叶面积(specific leaf area,SLA,cm²/g)指植物积累单位干物质所对应的叶光能截获面积,参照 Gamier 等^[8] 的方法计算,公式为 $SLA = \text{叶面积} / \text{叶干物质量}$;叶干物质量含量(leaf dry matter content,LDMC,mg/g),计算公式为 $LDMC = \text{叶干质量} / \text{叶鲜质量}$;单位叶面积根量(root mass per unit leaf area,RPL,g/cm²),参照 Cornelissen

等^[9]的方法计算,公式为 $RPL = \text{根鲜质量} / \text{叶面积}$ 。

1.4.2 果实产量 收获期采集果实样品,测鲜重。

1.5 数据分析

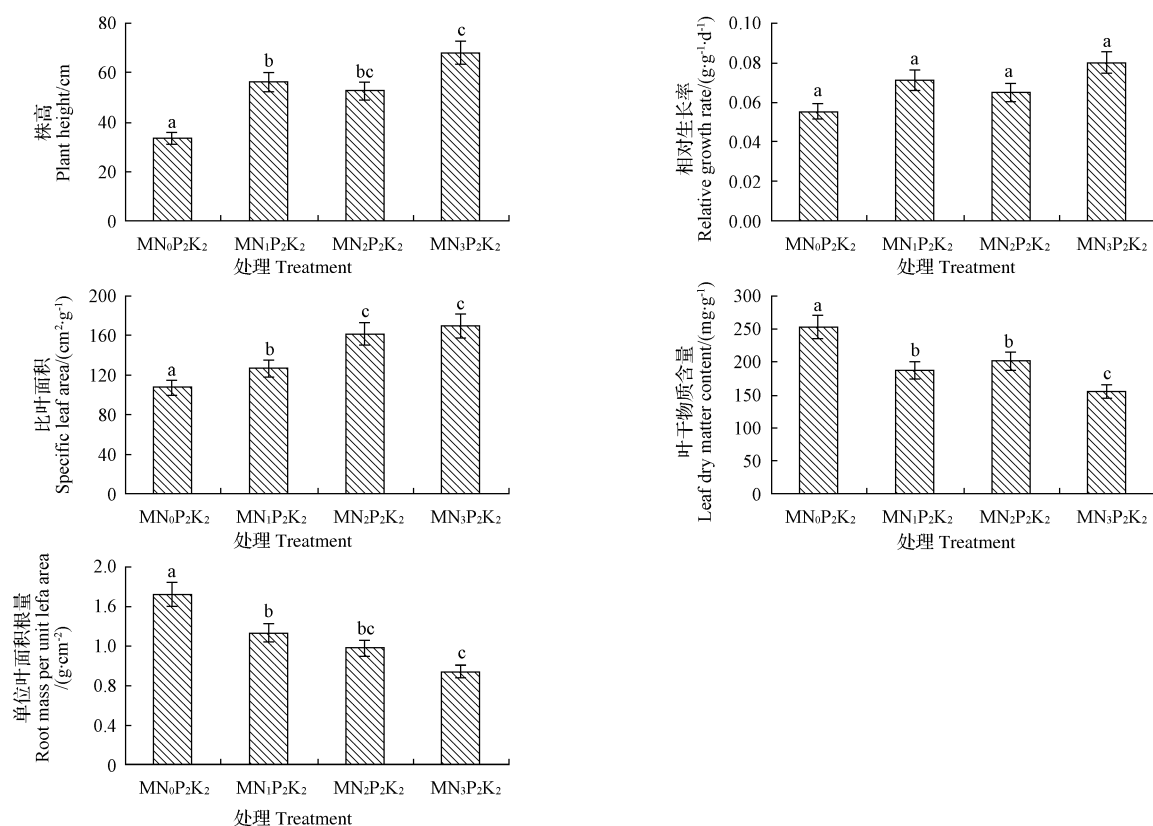
采用 SPSS 19.0 软件进行统计分析。利用单因子方差分析(one-way ANOVA)和最小显著差数法(LSD)对数据进行相关性分析和显著性检验($P < 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 氮肥对番茄营养功能特征的影响

该试验选择番茄株高、相对生长率、比叶面积、叶干物质含量和单位叶面积根量 5 个营养功能特征进行分

析,以揭示番茄对不同施氮水平的响应策略。由图 1 可知,与无氮区相比,各试验处理均不同程度地提高了番茄平均株高和比叶面积,施氮梯度与番茄株高和比叶面积呈线性正相关关系,而叶干物质含量和单位叶面积根量随施氮梯度增加而降低,二者呈线性负相关关系。同时,各处理小区番茄的相对生长率均保持在一个较低的水平,施氮梯度对相对生长率影响不明显,二者无显著相关性($P > 0.05$),尽管 130%优化氮区番茄的相对生长率略高于其它试验小区,但高量施氮促进相对生长率增加的驱动效应不足,因此差异不显著($P > 0.05$)。



注:1. MN0P2K2:无氮区,MN1P2K2:70%优化氮区,MN2P2K2:100%优化氮区,MN3P2K2:130%优化氮区。2. 不同字母表示差异显著($P < 0.05$)。下同。

Note:1. MN0P2K2:nitrogen-free plot,MN1P2K2:70% nitrogen plot,MN2P2K2:100% nitrogen plot,MN3P2K2:130% nitrogen plot. 2. different lowercase letters show significant difference among different fertilizing levels at 0.05 level. The same below.

图 1 施氮梯度对番茄营养功能特征的影响

Fig. 1 Effect of different fertilizing levels on nutritional traits of *Lycopersicon esculentum*

2.2 氮肥对番茄果实产量的影响

果实产量是菜农最关注的问题,也是番茄经济效益最直观的体现,同时也是蔬菜试验中重要的量化指标。从图 2 可以看出,与无氮区相比,各试验处理均显著提高了番茄平均果实产量($P < 0.05$),其中以 130%优化氮区产量最高,达 448.75 kg/50m²。番茄果实随着施氮量的增加而逐步提高,果实产量与施氮梯度呈线性正相关关系。但随着施氮强度进一步加大,达到肥效阈值后,番茄果实产量提高率下降,产量提高不显著($P > 0.05$)。

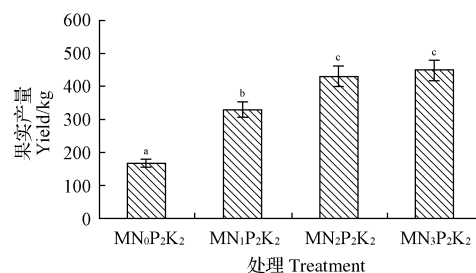


图 2 施氮梯度对番茄果实产量的影响

Fig. 2 Effect of different fertilizing levels on yield of *Lycopersicon esculentum*

2.3 番茄果实产量与营养功能特征的关系

试验结果表明,番茄果实产量随株高($y=7.2681x-39.324$, $R^2=0.6463$)、相对生长率($y=7\ 178.7x-150.66$, $R^2=0.5361$)和比叶面积($y=3.892x-188.53$, $R^2=0.7720$)增加而增加,果实产量与以上3种营养功能特征均呈显著线性正相关关系($P<0.05$);而与叶干物质含量($y=-1.6179x+681.38$, $R^2=0.3451$)呈显著线

性负相关关系($P<0.05$);另外,番茄果实产量与单位叶面积根量($y=-132.35x+512.43$, $R^2=0.0915$)无显著相关关系($P>0.05$)。此结果说明,番茄的植株高度、相对生长率和比叶面积等营养功能特征对果实产量有促进作用,而叶干物质含量则不利于果实的形成和生物量积累,单位叶面积根量对果实产量无直接促进作用或作用不明显。

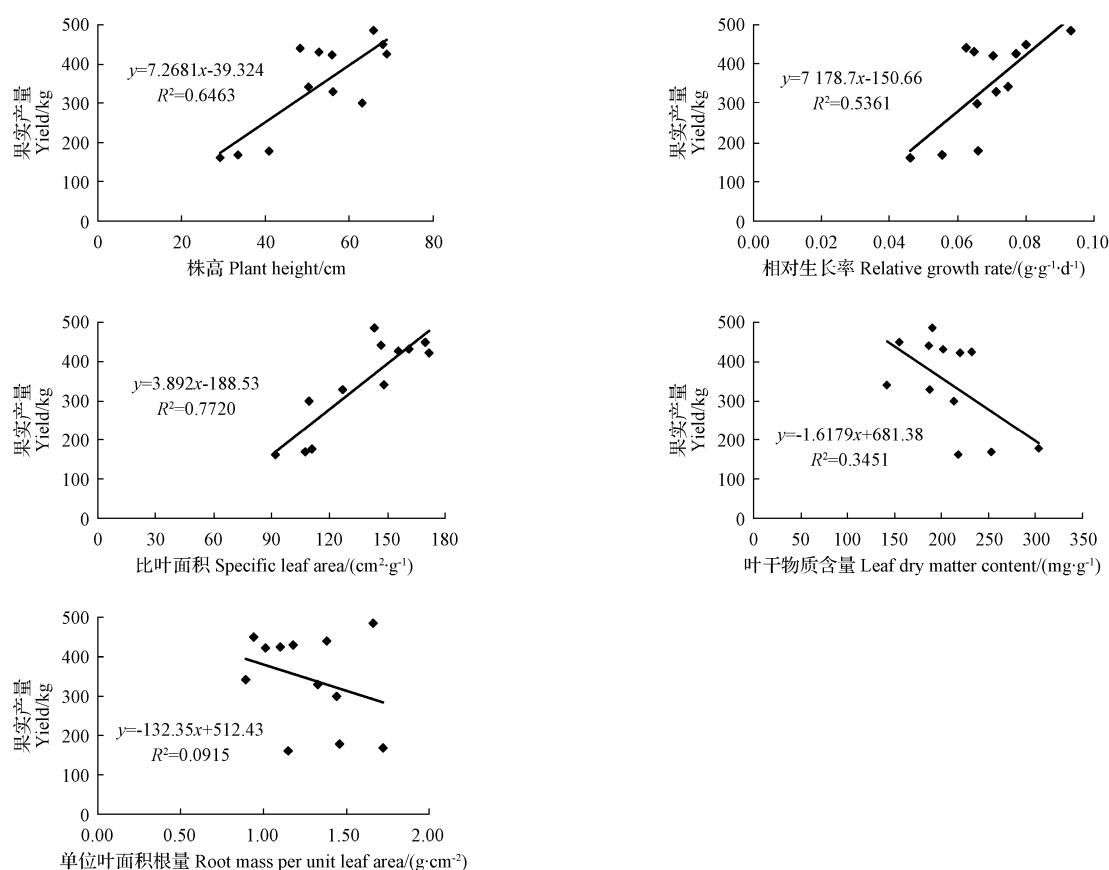


图3 番茄果实产量与营养功能特征的关系

Fig. 3 Relationship between yield and nutritional functional traits of *Lycopersicon esculentum*

3 讨论

N素是植物体内蛋白质、核酸和叶绿素等化合物的基本组成元素,是植物体不可或缺的生命元素,在植物生理生化上有着不可替代的功能。氮肥具有促进营养生长,增加叶绿素含量,提高光能利用率,提高生物总量和经济产量的作用。氮肥缺乏时,不但影响植物营养生长,导致作物矮小瘦弱,根茎生长缓慢,叶片薄而小,叶色缺绿发黄无光泽,同化能力下降,而且影响花芽分化,花期推迟,挂果率低,表现出果小、果少、果色差等现象。因此,该试验中无氮区番茄茎叶等营养器官发育不良,植株矮弱,相对生长率水平低下,进而造成果实产量显著下降,而丰氮区番茄长势相对较好。相反,氮肥过量会导致番茄叶器官发育过盛,同化能力增强,叶面积大,叶片长久持绿,枝叶徒长,造成作物生育期推迟,贪青晚

熟,因此,当施氮强度达到一定肥效阈值后,番茄果实产量提高率下降,产量提高不明显,甚至造成产量下降。

该研究所选取的植物功能特征中,株高即植株的自然立地高度,是最基本的营养功能特征,反映植株对光、热、气等地上空间资源的竞争能力^[10]。番茄株高的增加,有利于对光热资源的竞争和利用,提高作物同化能力,进而提高作物总生物量及果实产量。该研究结果也为此解释提供了新的佐证,亦表现出番茄果实产量随株高增加而提高,二者呈线性正相关关系。

相对生长率是植物响应环境变化的关键性特征,体现植物单位时间内单位质量的生物量的积累率,反映植物在生长过程中获取资源的能力及其养分利用对策^[11-12],相对生长率较高的物种获取资源的能力较强,因而具有相对较高的生产力水平,且二者间有极显著正

相关关系^[13]。该研究结果与该结论一致,也表现出番茄果实产量与相对增长率呈显著的线性正相关关系,因此相对增长率可作为番茄果实产量的指示性特征。

比叶面积和叶干物质含量是植物最重要的叶特征之一,比叶面积代表植物叶器官积累单位干物质质量所对应的光能截获面积,是叶器官对物质和能量的同化能力的体现,反映物种在不同生境条件下的生存对策和生产水平^[14]。叶干物质含量代表植物叶器官组织密度,与植物水分涵养和养分保持能力密切相关^[15]。通常 SLA 值相对较高时,植株叶片具有更大的光截获面积,同化作用旺盛,植物的生产力水平也较高,作物总生物量和果实产量也较高,而该值较低时,则 LDMC 值较高,植株生长较慢,叶器官组织密度较高,具备更强的抗性和防御能力^[16-17]。另一方面,植物叶特征也在一定程度上间接反映出土壤营养元素的丰缺。该研究结果表明,番茄比叶面积随施肥梯度增加而增加,而叶干物质含量呈相反的变化趋势,同时番茄果实产量与比叶面积呈显著线性正相关关系,而与叶干物质含量呈负相关关系,也是对该理论的又一佐证,表明较高的 SLA 值和较低的 LDMC 值意味着番茄具有较高的果实产量,因此比叶面积和叶干物质含量也可作为番茄果实产量的指示性特征。

单位叶面积根量体现植物对水分和养分分配对策^[18]。通常较高的 RPL 值意味着作物将更多的生物量分配于根的生长,此时作物对地下水肥资源的同化能力较强,而对地上光热资源同化较弱。同时生物量分配比例取决于作物不同的生长阶段,通常幼苗及营养生长前期,生物量分配更多给于根,而生殖生长期,生物量分配则偏向于叶。由此可见,该特征是通过作物生理生化功能的影响而对果实产量产生作用。该研究结果表明,番茄果实产量与单位叶面积根量无明显相关关系,可能是不同施氮水平影响了番茄营养生长与生殖生长进程,导致在同一时期生物量分配无明显规律所致。需对该功能特征在作物不同生长阶段进行进一步专项研究,以确定该指标对作物果实产量的指示功能。

参考文献

- [1] Laquatra I, Yeung D L, Storey M, et al. Health benefits of lycopene in tomatoes: Conference summary[J]. Nutrition Today, 2005, 40: 29-36.
- [2] Adalid A M, Rosell S, Cebolla C J, et al. Evaluation and selection of *Lycopersicon esculentum* for their high carotenoid and vitamin C content[J]. Acta Horticulturae, 2008, 789: 221-228.
- [3] Cox S E, Stushnoff C, Sampson D A. Relationship of fruit color and light exposure to lycopene content and antioxidant properties of tomato[J]. Canadian Journal of Plant Science, 2003, 83: 913-919.
- [4] 高祥照. 测土配方施肥技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [5] Lavorel S, Garnier E. Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: Revisiting the Holy Grail[J]. Functional Ecology, 2002, 16(5): 545-556.
- [6] Diaz S, Lavorel S, McIntyre S, et al. Plant traits responses to grazing a global synthesis[J]. Global Change Biology, 2006, 12(13): 1-29.
- [7] Hunt R. Plant Growth Analysis[M]. London: Academic Press, 1997.
- [8] Gamier E, Shipley B, Roumet C, et al. Standardized protocol for the determination of specific leaf area and leaf dry matter content[J]. Functional Ecology, 2001, 15(5): 688-695.
- [9] Cornelissen J H C, Lavorel S, Garnier E, et al. A handbook of protocols for standardized and easy measurement of plant functional traits worldwide[J]. Australian Journal of Botany, 2003, 51: 335-380.
- [10] Westoby M. A leaf height seed (LHS) plant ecology strategy scheme[J]. Plant and Soil, 1998, 199(2): 213-227.
- [11] Westoby M, Falster D S, Moles A T, et al. Plant ecological strategies: some leading dimensions of variation between species[J]. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 2002, 33(1): 125-159.
- [12] Eviner V T III, Chapin F S. Functional matrix: a conceptual framework for predicting multiple plant effects on ecosystem processes[J]. Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics, 2003, 34(3): 455-485.
- [13] Chapin F S III, Autumn K, Pugnaire F. Evolution of suites of traits in response to environmental stress[J]. The American Naturalist, 1993, 142 (Suppl): 78-92.
- [14] Vendramini F, Diaz S, Gurvich D E, et al. Leaf traits as indicators of resource use strategy in floras with succulent species[J]. New Phytologist, 2002, 154 (1): 147-157.
- [15] Pontes L D, Soussana J F, Louault F, et al. Leaf traits affect the aboveground productivity and quality of pasture grasses[J]. Functional Ecology, 2007, 21(5): 844-853.
- [16] Reich P B, Walters M B, Ellsworth D S. Leaf life-span in relation to leaf, plant, and stand characteristics among diverse ecosystems[J]. Ecological Monographs, 1992, 62(3): 365-392.
- [17] Garnier E, Cortez J, Billes G, et al. Plant functional markers capture ecosystem properties during secondary succession[J]. Ecology, 2004, 85(9): 2630-2637.
- [18] Gamier E, Shipley B, Roumet C, et al. Standardized protocol for the determination of specific leaf area and leaf dry matter content[J]. Functional Ecology, 2001, 15(5): 688-695.

Effect of Nitrogenous Fertilizer on Nutritional Functional Traits and Fruit Yield of *Lycopersicon esculentum*

WEI Bin^{1,2}, LI You-ming², ZHAI Guang-sheng², LI Yu-ling³

(1. State Key Laboratory of Grassland Agro-ecosystems, Lanzhou, Gansu 730000; 2. Agricultural Bureau of Zhaohua, Guangyuan, Sichuan 628000; 3. Traditional Chinese Medical Hospital of Jingyang District, Deyang, Sichuan 618000)

宁夏贺兰山东麓葡萄产业集群发展研究

葛志军¹, 黑亚青², 王琳瑛³

(1. 宁夏大学 农学院, 宁夏 银川 750021; 2. 宁夏回族自治区发改委 经济研究中心, 宁夏 银川 750002;

3. 宁夏大学 经济管理学院, 宁夏 银川 750021)

摘要:产业集群是区域经济发展中的普遍现象。在梳理国内外学者对产业集群理论及实践研究的基础上, 针对宁夏贺兰山东麓地区葡萄产业集群发展的现状、基本特征进行了分析研究, 提出了基于资源禀赋比较优势的宁夏贺兰山东麓地区葡萄产业集群发展的建议和措施。

关键词:贺兰山东麓; 葡萄; 产业集群; 发展

中图分类号:S 663.1(243) **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)09-0163-05

产业集群是区域经济发展中的普遍现象, 经济发展发达国家和地区必有发达的产业集群, 如美国硅谷的微电子产业集群、加利福尼亚的葡萄产业集群等。在我国沿海经济发达地区, 产业集群也不断涌现, 如北京中关村的电子信息产业、佛山的陶瓷产业、东莞的电子制造、海宁的皮革和义乌的小商品等。产业集群已经成为一个国家或地区竞争优势的集中体现, 是推动区域经济快速持续发展的重要驱动力。宁夏贺兰山东麓地区是全国葡萄十大产区和国内外公认的世界最适宜种植优质酿酒葡萄的地区之一, 是我国 3 个葡萄酒原产地保护认证地区, 具有发展葡萄产业得天独厚的资源禀赋和区位优势。近年来, 宁夏以打造贺兰山东麓世界知名葡萄酒

产区为目标, 相继出台了一系列法规和优惠政策, 以葡萄产业为核心促进城镇化和生态移民工程建设, 推动区域经济快速发展, 力争到 2020 年实现建设 6.7 万 hm^2 葡萄基地, 吸纳 10 万人就业, 综合产值 1 000 亿元的发展目标。目前, 贺兰山东麓地区葡萄产业发展迅速, 各类企业不断集聚贺兰山下, 相关组织和支持机构不断完善, 生产要素快速流动集中, 具备了葡萄产业集群发展的基本要素和特征, 产业集群初现雏形。因此, 以产业集群理论为指导, 推动贺兰山东麓葡萄产业集群形成发展和优化提升, 对于形成区域竞争优势, 实现一、二、三产业联动, 促进区域经济可持续发展具有重要的意义。

1 产业集群理论研究综述

产业集群是美国学者迈克尔·波特在其 1990 年出版的《国家竞争优势》一书中提出的。波特^[1]认为, 产业集群是指在特定领域, 存在着一群相互关联的公司、供

第一作者简介:葛志军(1973-), 男, 硕士, 副教授, 研究方向为农业经济与农村发展。E-mail:gzjyc@163.com.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(71263042); 宁夏高等学校科学研究资助项目。

收稿日期:2015-01-26

Abstract: Taking *Lycopersicon esculentum* as test material, the effect of different fertilizing levels on *Lycopersicon esculentum* were studied. The results showed that, compared with the nitrogen-free plot, the plant height, specific leaf area and fruit yield were increased in other treatment plots. A positive relationship between nitrogen application levels and the plant height, specific leaf area and fruit yield; and a negative relationship between nitrogen application levels and leaf dry matter content, root mass per unit leaf area; nonetheless, a nonlinear relationship between nitrogen application levels and relative growth rate. Meanwhile, a positive linear relationship between fruit yield and the plant height, specific leaf area and relative growth rate significantly; but a negative relationship between fruit yield and leaf dry matter content ($P < 0.05$), and the root mass per unit leaf area had non-significant correlation on fruit yield ($P > 0.05$). Those results proved that, the appropriate nitrogen could promote roots, leaves and other vegetative organs of *Lycopersicon esculentum*, but excessive nitrogen led to reproductive growth be inhibit and fruit yield be reduced. Therefore, in production and management of tomato, the appropriate nitrogen was contributed to vegetative growth rapidly at sapling stage; but at adult stage, the nitrogen should be appropriate to ensure the fruit yield.

Keywords: nitrogenous fertilizer; *Lycopersicon esculentum*; nutritional functional traits; fruit yield