

# 沙培甜椒养分吸收规律研究

冒辛平, 高艳明, 李建设

(宁夏大学 农学院, 宁夏 银川 750021)

**摘 要:**以“太阳红 35-132”甜椒和腾格里沙漠沙子为试材,研究了沙培条件下,甜椒对氮、磷、钾、钙、镁等的吸收规律。结果表明:甜椒对氮、磷、钾的吸收是随着生育期不同而变化的,在整个生育期各器官吸氮量和吸磷量依次为:叶>果>茎>根;吸钾量依次为:叶>茎>果>根;吸钙量依次为:叶>根>茎>果;吸镁量依次为:叶>茎>根>果。根、茎、叶中养分含量均为:钾>钙>镁>氮>磷;果实内养分含量钾>氮>钙>磷>镁。

**关键词:**沙培甜椒;养分吸收规律;养分含量

**中图分类号:**S 641.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)08-0022-04

沙培在宁夏已经被广为利用,但是对沙培甜椒的养分吸收、运转、分配规律等尚缺乏系统性的研究,致使在生产栽培实践中不能合理施用肥料,使作物生长养分吸收不均,营养液中养分利用率低。为了提高蔬菜产量,合理施肥,提高经济效益,赵双卯等<sup>[1]</sup>对宁夏蔬菜养分吸收及分配规律进行了研究,探索了甜椒在生长发育过程中氮、磷、钾、钙和镁在植株体内的动态变化特点和在各器官运转、分布规律,以期掌握甜椒的吸肥特点。

在传统生产中,农民往往都是以施氮、磷肥为主,忽视了钾肥的施用,使养分失衡。通过对沙培甜椒施用不同钾素浓度配方的营养液,研究在甜椒高产时所需氮、磷、钾的含量,旨在说明在不同的栽培条件下甜椒的营养及养分吸收规律,对指导合理施肥及高产栽培有重要

的意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料为“太阳红 35-132”甜椒,供试沙子为腾格里沙漠沙子,理化性状见表 1~2。供试营养液大量元素及微量元素配方见表 3。

**表 1 供试沙子的基本物理性质**

容重 Unit weight /kg·cm <sup>-3</sup>	比重 Specific weight /kg·cm <sup>-3</sup>	总孔隙度 Total porosity /%	大孔隙 Macroposity /%	小孔隙 Mini-porosity /%
1.52	3.45	43.60	7.40	33.90

**表 2**

**供试沙子的基本化学性质**

Table 2

Basic chemical properties of tested sand

pH	EC /mS·cm <sup>-1</sup>	碱解氮 Available N/mg·kg <sup>-1</sup>	速效磷 Available P/mg·kg <sup>-1</sup>	速效钾 Available K/mg·kg <sup>-1</sup>	全氮 Total N/g·kg <sup>-1</sup>	全磷 Total P/g·kg <sup>-1</sup>	全钾 Total K/g·kg <sup>-1</sup>	Ca <sup>2+</sup> /%	Mg <sup>2+</sup> /%
7.38	6.62	36.40	0.62	49.99	0.39	0.09	1.68	5.66	2.25

**表 3**

**营养液大量元素及微量元素配方浓度**

Table 3

Nutrient solution formula of macroelement concentrations and microelement concentrations

元素 Element	N	P	K	Ca	Mg	Fe	B	Mn	Zn	Cu	Mo
浓度 Concentration/mmol·L <sup>-1</sup>	10	1	7	1.5	0.75	3	0.5	0.5	0.05	0.02	0.01

### 1.2 试验方法

试验于 2011 年在宁夏大学北校区日光温室和宁夏

大学农学院园艺实验室进行。试验设 1 个处理,设定营养液组合为 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O、MgO、CaO,重复 32 次。选用花盆内径为 28 cm,每盆称取 7.5 kg 沙子,栽培株距 40 cm,行距 70 cm。于 3 月 15 日定植,定植后浇清水,1 周后开始人工浇灌营养液,至 5 月底,每 3 d 浇 1 次,6 月份之后,每天 1 次,阴雨天不浇,单次营养液用量保持一致。不同生育期取样时每次选取 5 盆,完全取样。

### 1.3 项目测定

在甜椒植株门椒开花、门椒坐果、门椒成熟、对椒成

**第一作者简介:**冒辛平(1986-),女,宁夏吴忠人,硕士,研究方向为植物营养与设施农业。E-mail:maoxinping\_@yeah.net.

**责任作者:**高艳明(1963-),女,宁夏石嘴山人,硕士,教授,研究方向为园艺植物营养与施肥。E-mail:myangao2@yahoo.com.cn.

**基金项目:**国家星火计划重大资助项目(2011GA880001);宁夏科技攻关资助项目。

**收稿日期:**2012-12-17

熟、四母斗成熟(拉秧)时分别取样进行测定。将植株样根、茎、叶、果分开称重,于105℃杀青,60℃恒温烘干,然后将烘干的甜椒不同部位粉碎,待测氮、磷、钾、钙、镁含量和沙子速效、全效氮、磷、钾含量以及钙、镁离子含量。

植株全氮采用凯氏定氮法(硫酸-双氧水消煮)测定;全磷采用钒钼黄比色法(硫酸-双氧水消煮)测定;全钾采用火焰光度法(硫酸-双氧水消煮)测定;全钙、镁采用EDTA滴定法(茂福炉-瓷坩埚)<sup>[2]</sup>测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 甜椒不同生育期各器官养分吸收及运转特点

2.1.1 各器官氮含量动态变化 沙培甜椒在不同生育期不同器官对氮的吸收量是不同的。根的含氮量呈先升高后降低的趋势,在门椒坐果期含氮量最大,随后逐渐降低,在对椒成熟期和四母斗成熟期达到最小值为0.13%、0.24%。门椒坐果期茎和叶片的含氮量都为最大值。随着生育期的变化,植株体内的氮逐渐向果实转移,茎和叶片含氮量逐渐降低,到门椒成熟期和对椒成熟期达到最小值,茎含氮量为0.25%、0.19%,叶片含氮量1.07%、1.05%。果实含氮量在门椒坐果期最大,随着果实成熟需要更多氮素供应,因此果实含氮量在果实膨大期到门椒成熟时降为最低0.49%,随着果实成熟期不再膨大,需氮量下降,因此果实内含氮量又逐渐上升。

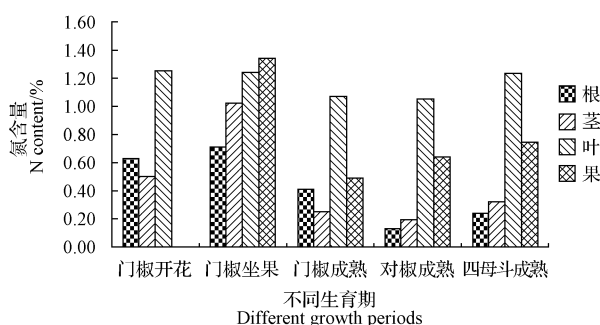


图1 甜椒不同生育期各器官氮含量动态变化

Fig. 1 Dynamic changes of N content in bell pepper each organ in different growth periods

2.1.2 各器官磷含量动态变化 由图2可以看出,甜椒根和叶片含磷量在整个生育期呈先升高再降低又升高的变化趋势,由于磷素控制了甜椒植株的花芽分化,因此在开花期至坐果期植株根和叶片含磷量增大促进甜椒坐果率。在门椒成熟期,果实生长需要大量养分,因此植株体内的磷向果实转移,根和叶片含磷量突然降低至最小。植株茎的含磷量在门椒开花期为最大,甜椒从营养生长转为生殖生长后,茎含磷量向果实转移,果实的含磷量在门椒坐果期达到最大。在四母斗成熟期,茎含磷量降低为最小。表明果实中含磷量主要来自于植株茎的供应。

2.1.3 各器官钾含量动态变化 由图3可知,甜椒根茎叶果钾含量变化幅度最小。根含钾量在门椒开花期最

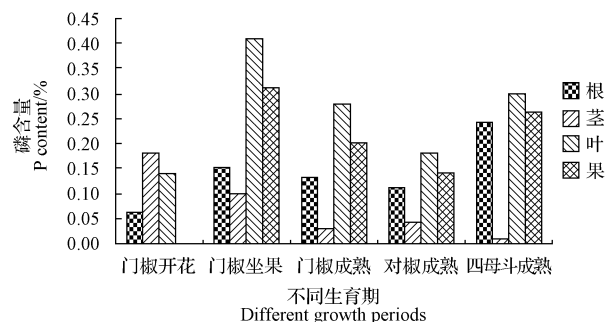


图2 甜椒不同生育期各器官磷含量动态变化

Fig. 2 Dynamic changes of P content in bell pepper each organ in different growth periods

大,随着坐果期的到来,甜椒需钾量上升,根部全钾向甜椒果实转移,在门椒成熟期和对椒成熟期降低为最小值1.99%、1.60%。茎含钾量在门椒开花期和门椒坐果期没有明显变化,随后逐渐降低,在门椒成熟期和对椒成熟期甜椒茎含钾量最低,分别为3.19%、3.18%。叶片和果实含钾量变化趋势与根含钾量变化趋势一致,在四母斗成熟期又重新上升。

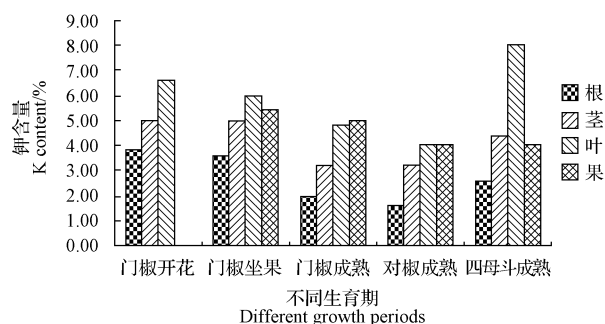


图3 甜椒不同生育期各器官钾含量动态变化

Fig. 3 Dynamic changes of K content in bell pepper each organ in different growth periods

2.1.4 各器官钙含量动态变化 甜椒植株根和茎的含钙量在整个生育期内表现为先降低后升高的趋势,在门椒开花期根和茎的含钙量都为最大值,随着开花期结束,门椒坐果期根和茎含钙量向果实转移,使果实含钙

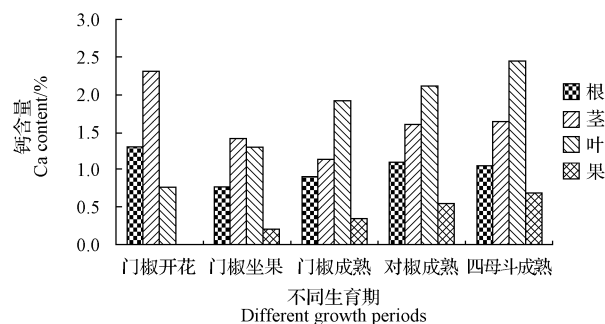


图4 甜椒不同生育期各器官钙含量动态变化

Fig. 4 Dynamic changes of Ca content in bell pepper each organ in different growth periods

量达到最大。叶片与果实含钙量均呈上升趋势,在四母斗成熟期上升至最大。由此可以看出,在植株体内木质部钙含量较高,在整个生育期全钙含量依次为:叶>茎>根>果。

**2.1.5 各器官镁含量动态变化** 由图 5 可知,甜椒根、叶片与果实含镁量总体呈上升趋势,根在对椒成熟期达到最大,叶片与果实全镁含量在四母斗成熟期上升至最大。茎含镁量呈先降低后升高趋势,在四母斗成熟期达到最大。在门椒坐果期,茎和叶片中的镁素营养向果实转移,使果实含镁量迅速升高,随着果实成熟期到来,茎和叶片吸收更多镁保证供给果实生长所需足够的镁素营养。以上结果表明,沙培甜椒植株体内全镁含量分布为:叶>茎>根>果。

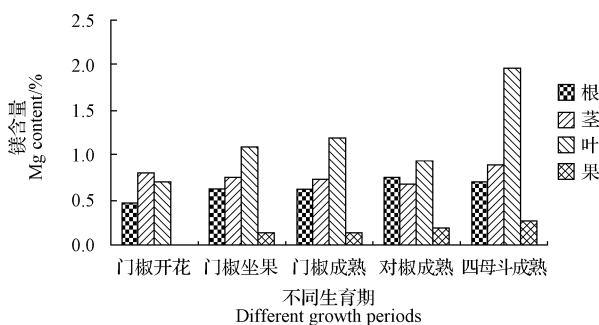


图 5 甜椒不同生育期各器官全镁含量动态变化

Fig. 5 Dynamic changes of total Mg content in bell pepper each organ in different growth periods

## 2.2 沙培甜椒各器官不同养分含量动态变化特点

**2.2.1 不同生育期根养分含量动态变化** 由图 6 可知,沙培甜椒根中氮、磷含量呈先升高后下降再回升的趋势,门椒坐果期根含氮量上升至最大,之后开始降低,到对椒成熟期根含氮量降至最低。根中磷含量变化较为平缓,门椒成熟期根含磷量最低,之后开始升高,四母斗成熟期根中磷含量升至最大。甜椒根中钾和钙含量呈先下降后升高趋势变化,门椒开花期,根中钾和钙含量最大。镁含量随着生育期的变化总体呈上升趋势,在对椒成熟期上升为最大。整个生育期,氮、磷、钾、钙、镁的变化范围分别为 0.13%~0.71%、0.01%~0.24%、1.60%~3.79%、0.77%~1.28%、0.47%~0.74%,平均含量分别为:0.43%、0.12%、2.77%、1.03%、0.67%,变异系数分别为:0.59、0.84、0.37、0.28、0.17。

**2.2.2 不同生育期茎养分含量动态变化** 由图 7 可知,沙培甜椒茎内氮、钾含量呈先升高后降低再升高的变化趋势,在门椒坐果期升至最大,之后开始降低,在对椒成熟期降至最小。甜椒茎中磷含量变化趋势为先降低后升高再降低,门椒开花期茎含磷量最大,到四母斗成熟期降低至最小。钙、镁含量均呈先降低后升高趋势变化,门椒开花期茎中钙含量为最大,而镁含量是在四母斗成熟期升至最大。整个生育期氮、磷、钾、钙、镁的变

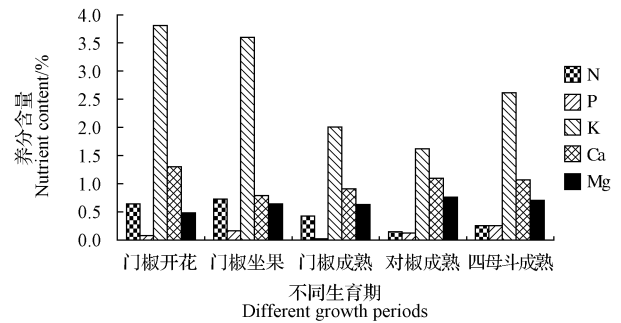


图 6 甜椒不同生育期根养分含量动态变化

Fig. 6 Dynamic changes of nutrient content in bell pepper root in different growth periods

化范围分别为: 0.19%~1.02%、0.01%~0.18%、3.18%~4.99%、1.12%~2.29%、0.67%~0.88%,平均含量分别为 0.47%、0.08%、4.21%、1.71%、0.83%,变异系数分别为:0.79、1.03、0.23、0.32、0.09。

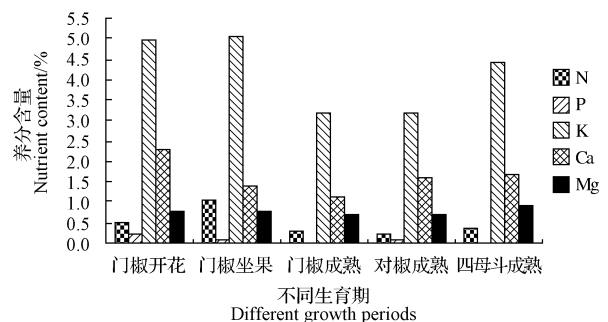


图 7 甜椒不同生育期茎养分含量动态变化

Fig. 7 Dynamic changes of nutrient content in bell pepper stem in different growth periods

**2.2.3 不同生育期叶片养分含量动态变化** 由图 8 可知,沙培甜椒叶片内氮含量变化缓慢,总体呈下降趋势,由门椒开花期的最大含氮量降至对椒成熟期的最小含氮量,之后略有回升。甜椒叶中磷和镁含量在整个生育期呈先升高后降低再升高的变化趋势,磷含量从门椒开花期的最小值上升至门椒坐果期的最大值,镁含量在四母斗成熟期上升为最大。甜椒茎钾含量在整个生育期

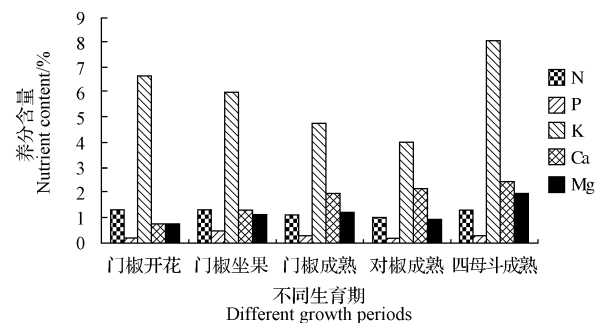


图 8 甜椒不同生育期叶片养分含量动态变化

Fig. 8 Dynamic changes of nutrient content in bell pepper leaf in different growth periods

呈先下降后升高的趋势,在对椒成熟期下降至最低,之后开始回升,到四母斗成熟期升至最大。钙含量从门椒开花期的最小值上升至四母斗成熟期的最大值。从整个生育期来看,氮磷钾钙镁的变化范围分别为:1.05%~1.25%、0.14%~0.41%、3.98%~7.98%、0.75%~2.44%、0.69%~1.96%,平均含量分别为1.22%、0.29%、6.01%、1.70%、1.19%,变异系数分别为:0.09、0.44、0.27、0.41、0.45。

2.2.4 不同生育期果实养分含量动态变化 由图9可知,沙培甜椒果实内氮、磷、钾含量在整个生育期均呈先下降后升高的变化趋势,在门椒坐果期果实中氮、磷、钾含量均为最大,之后开始降低。甜椒果实中钙、镁含量呈上升趋势,在门椒坐果期钙、镁含量最小,四母斗成熟期上升为最大。全生育期氮、磷、钾、钙、镁含量的变化范围分别为0.49%~1.34%、0.14%~0.31%、3.98%~5.4%、0.2%~0.68%、0.13%~0.25%,平均含量分别

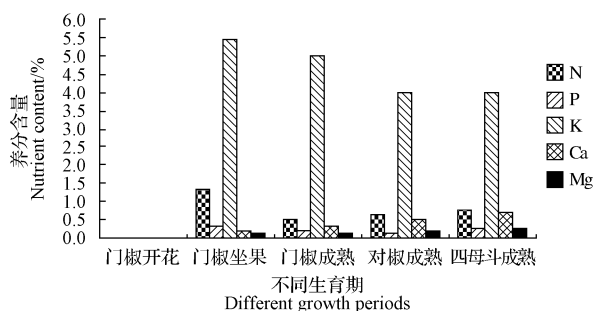


图9 甜椒不同生育期果实养分含量动态变化

Fig. 9 Dynamic changes of nutrient content in bell pepper fruit in different growth periods

0.79%、0.23%、4.62%、0.47%、0.18%,变异系数分别为:0.51、0.28、0.14、0.49、0.33。

### 3 结论与讨论

沙培甜椒各器官氮、磷、钾、钙、镁含量动态变化因生育期不同表现出不同变化趋势。在整个生育期各器官吸氮量依次为:叶>果>茎>根;吸磷量依次为:叶>果>茎>根;吸钾量依次为:叶>茎>果>根;吸钙量依次为:叶>根>茎>果;吸镁量依次为:叶>茎>根>果。根据试验所得甜椒平均单果重为973.8 g/株,沙培甜椒每形成100 kg果实,所需N 4.36 kg、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0.44 kg、K<sub>2</sub>O 2.8 kg、Ca 0.34 kg、Mg 0.78 kg, N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O:Ca:Mg为1:0.1:0.64:0.34:0.18。

沙培甜椒在整个生育期根内养分含量钾>钙>镁>氮>磷;茎内养分含量钾>钙>镁>氮>磷;叶片内养分含量钾>钙>镁>氮>磷;果实内养分含量钾>氮>钙>磷>镁;这与前人研究的土培覆膜甜椒养分吸收量顺序基本一致。由此可以看出,在甜椒生长过程中,钾的含量在每个器官中含量均较高,而磷在植物体中较为稳定,因此在整个生育周期内含量变化较小,由于果实生长需要氮素营养,因此在果实成熟期果实吸收大量养分,使果实中含较多氮,而根、茎、叶中氮含量相对较少,由于钙镁养分在植物体内移动性差,因此果实吸收钙镁含量均小于其它器官。

### 参考文献

- [1] 赵双印,林忠东,李小斌,等.不同施氮水平棉花氮磷钾养分吸收规律研究[J].新疆农业科学,2010,47(1):141-145.
- [2] 孙曦.中国农业百科全书-农业化学卷[M].北京:农业出版社,1996:25-60.

## Research on Nutrient Absorption Pattern of Sand Cultivating Bell Pepper

MAO Xin-ping, GAO Yan-ming, LI Jian-she

(College of Agricultural, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021)

**Abstract:** Taking 'Taiyanghong 35-13' bell pepper and Tengger desert sanel as materials, the absorption law of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium nutrient by bell pepper plant were studied. The results showed that the N, P, K, Ca, Mg levels in bell pepper body changed along with the organs and growth period variation. Bell pepper in the entire growth period, nitrogen and phosphorus content in each organ in order as: leaf>fruit>stem>root; potassium content in order as: leaf>stem>fruit>root; calcium content in order as: leaf>root>stem>fruit; magnesium content was as follows: leaf>stem>root>fruit. Nutrient content in root, stem and leaf blade was K>Ca>Mg>N>P; Nutrient content in fruits was K>N>Ca>P>Mg.

**Key words:** sand cultivates bell pepper; nutrient absorption rule; nutrient content