

# 克服线辣椒连作障碍的施肥方案研究

赵尊练<sup>1</sup>, 史联联<sup>2</sup>, 阎玉让<sup>2</sup>, 巩振辉<sup>1</sup>, 吴庆强<sup>1</sup>, 郭建伟<sup>1</sup>

(1. 西北农林科技大学园艺学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 宝鸡市农业技术推广中心, 陕西 宝鸡 721001)

**摘 要:** 为了给通过施肥解决线辣椒连作障碍问题提供借鉴, 于2005年在辣椒连作问题严重的陕西千阳县连续6 a(2000~2005年)种植线辣椒的田间, 研究了施用钾肥、鸡粪、抗重茬剂对线辣椒品种“陕椒2001”叶绿素含量、叶片净光合速率、株高、叶面积指数、单株商品果数、鲜椒产量的效应。结果表明, 每公顷施腐熟干鸡粪4 500 kg和3 000 kg的2个处理在减轻连作危害方面效果较好, 处理后所有测定指标都显著高于对照, 单株商品果数分别比对照增加6个和5.5个, 鲜椒产量分别比对照提高28.2%和25.7%, 并且基本上达到了关中平原灌区非连作线辣椒的产量水平; 每公顷施750 kg硫酸钾的处理可以明显提高线辣椒的叶片叶绿素含量、净光合速率和叶面积指数, 但对单株商品果数(平均比对照增加2.3个)和鲜椒产量(比对照提高12.5%)的效应有限; 每公顷施375 kg硫酸钾的处理和每公顷施1950 mL抗重茬剂NEB-26的处理对多数测定指标的效应均不明显。

**关键词:** 线辣椒; 连作障碍; 施肥效应; 硫酸钾; 鸡粪; 抗重茬剂

**中图分类号:** S641.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2006)05-0077-05

辣(甜)椒(*Capsicum annuum* L.)作为一种重要的蔬菜作物, 在全世界60多个国家和地区均有种植<sup>[1]</sup>, 年总产量约2 440万t(联合国2002年统计资料)<sup>[2]</sup>。由于线辣椒对温度、水分、土壤种类等自然因素的要求较严, 加上生产者的种植习惯、市场分布等, 使得辣椒生产被限制在一定的区域范围, 辣椒连作障碍十分普遍, 主要表现为病害加重, 产量降低, 品质下降<sup>[1]</sup>。

陕西省关中地区是陕西省线辣椒的主产区, 线辣椒种植历史悠久, 规模较大, 从20世纪80年代至今, 年种植面积一直稳定在66 667 hm<sup>2</sup>左右<sup>[2]</sup>, 其中约1/3的线辣椒产品出口到泰国、马来西亚等国家和地区<sup>[2]</sup>, 已经成为陕西省的一项主导产业和出口创汇产业。然而, 随着产业的延续, 许多老产区的连作障碍问题日趋严重, 与其他辣(甜)椒产区的连作障碍一样, 主要表现为病毒病、疫病等主要病害发病率上升, 植株生长量减小, 果实变短, 畸形果比例增加, 总体产量下降等。蔬菜作物连作障碍产生的主要原因是土壤有害微生物的积累、土壤次生盐渍化及酸化、植物的自毒作用等<sup>[3~5]</sup>。已有研究表明, 有机肥可以减轻连作黄瓜的自毒作用, 促进黄瓜生长<sup>[6]</sup>; 施用酵素菌肥或生物发酵鸡粪配合沼肥等生物肥料, 均可明显改善大棚连作黄瓜的生长性状, 减轻黄瓜枯萎病, 提高产量<sup>[7]</sup>; 施鸡粪和稻壳可以确保连作甘蓝和马铃薯丰产<sup>[8]</sup>。但在线辣椒上尚

未见通过施肥解决连作障碍问题的研究报道。为此, 笔者研究了施用钾肥、鸡粪、抗重茬剂对克服线辣椒连作障碍的作用, 以期通过施肥解决或部分解决线辣椒连作障碍问题提供借鉴。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

本试验所用线辣椒品种为陕西目前的主栽品种“陕椒2001”。钾肥为硫酸钾(K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>); 鸡粪为腐熟风干纯鸡粪; 抗重茬剂为美国根茂公司生产(由北京恩碧益农林科技有限公司经销)的NBE-26(Nutrient Enhancing Balancer-26), 产品介绍标明Cu+Fe+Mn+Zn+B+Mo≥100 g/L; 氮、磷肥为土粪和磷酸二铵[(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>]。

### 1.2 方法

**1.2.1 试验处理** 试验于2005年在辣椒连作问题严重的千阳县崔家头镇闫家岭村进行, 所选田块为壤土, 连续6 a(2000~2005年)种植线辣椒。耕层0~20 cm土壤的养分状况为: 有机质12.20 g/kg, 全氮0.69 g/kg, 速效磷(P)25.87 mg/kg, 速效钾(K)89.12 mg/kg。由此可见, 该试验地土壤基础营养水平不高, 尤其是磷、钾含量较低。所以, 按照当地辣椒种植农户普遍喜欢给辣椒施土粪的习惯, 给所有处理均配施土粪45 000 kg/hm<sup>2</sup>, 并针对一般农户都只施氮肥、不施磷、钾肥的问题, 给所有处理均配

收稿日期: 2006-04-29

基金项目: 科技部“十五”攻关重大专项(2004BA516A09); 陕西省科技攻关项目(2005K01-G8-03)

作者简介: 赵尊练(1960-), 男, 陕西乾县人, 研究员, 在读博士, 主要从事线辣椒育种及栽培技术研究。E-mail: jimzhao@nw.suaf.edu.cn

施磷酸二铵 600 kg/hm<sup>2</sup>。在此基础上,钾肥和鸡粪各设 2 个处理水平,NEB-26 设 1 个处理水平,即钾肥处理 1:每公顷施 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 375 kg+土粪45 000 kg+(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 600 kg;钾肥处理 2:每公顷施 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 750 kg+土粪45 000 kg+(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 600 kg;鸡粪处理 1:每公顷施腐熟干鸡粪 3 000 kg+土粪45 000 kg+(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 600 kg;鸡粪处理 2:每公顷施腐熟干鸡粪 4 500 kg+土粪45 000 kg+(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 600 kg;NEB-26 处理:每公顷施 150 袋 NEB-26(每袋 13 mL,每袋兑水 10kg)+土粪45 000 kg+(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 600 kg;对照(CK):每公顷只施土粪45 000 kg+(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 600 kg。所有肥料于定植前 1 次施入。每处理小区面积为 11 m<sup>2</sup>(10 m×1.1 m)。随机排列,重复 3 次。辣椒定植时间为 2005 年 5 月 21 日,株距 28 cm,行距 55 cm。定植后每穴灌水约 0.5 kg,加盖地膜增温保湿,整个生育期不再施肥灌水(即依靠自然降水)。

1.2.2 叶绿素含量、叶片光合速率、株高、叶面积指数的测定 4 项测定均于 2005 年 7 月 24 日(此时为辣椒开花结果盛期)进行。叶片光合速率(测定时间为上午 10:00~11:00 时)和叶绿素含量的测定叶片为从上向下第二个分杈处的叶片(以下简称倒二杈叶),所用仪器分别为英国生产的便携式光合测定系统(CIRAS-1)和日本生产的手持叶绿素仪

(Chlorophyll Meter SPDA-502)。每小区均随机测 10 株。株高为地面到株冠最顶端分杈处的高度,每小区随机测量 10 株。叶面积指数用美国生产的植物冠层仪(LAI-2000)测定,每小区随机测 10 个点。

1.2.3 单株商品果数、鲜椒产量的测定 于 2005 年 10 月 15 日,每小区随机取 10 株,数单株商品果数,然后摘下商品果称重,计算鲜椒产量。商品果指测定当日已经红熟及已经转色预计在当地清园(10 月 25 日前后)前能够成熟的果实。

2 结果与分析

2.1 不同肥料对连作辣椒叶绿素含量及光合速率的效应

从表 1 可以看出,在 5 个处理中,除钾肥处理 1 的叶绿素含量略低于对照外,其他 4 个处理的叶绿素含量均不同程度地高于对照,但经方差分析和多重比较,只有鸡粪处理 1 与对照的差异达到了显著水平( $P<0.05$ ),鸡粪处理 2、钾肥处理 2 和 NEB-26 处理与对照间的差异均不显著。5 个处理的叶片净光合速率均高于对照,经方差分析和多重比较,两个鸡粪处理及钾肥处理 2 与对照的差异达到了显著水平( $P<0.05$ ),钾肥处理 1 和 NEB-26 处理与对照的差异不显著。

表 1 不同处理的辣椒叶绿素含量及叶片净光合速率  
Table 1 The chlorophyll content and net photosynthetic rate of capsicum under different treatments

| 处理 Treatment             | 叶绿素含量<br>Content of chlorophyll | 净光合速率<br>Net photosynthetic rate<br>[CO <sub>2</sub> μmol/(m <sup>2</sup> ·s)] | 光通量密度<br>Luminous flux<br>[μmol/(m <sup>2</sup> ·s)] |
|--------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 钾肥 1 Potassium 1         | 63.7 <sub>b</sub>               | 17.51 <sub>b</sub>                                                             | 915                                                  |
| 钾肥 2 Potassium 2         | 65.8 <sub>ab</sub>              | 18.32 <sub>a</sub>                                                             | 987                                                  |
| 鸡粪 1 Chicken droppings 1 | 67.5 <sub>a</sub>               | 18.21 <sub>a</sub>                                                             | 938                                                  |
| 鸡粪 2 Chicken droppings 2 | 65.2 <sub>ab</sub>              | 18.43 <sub>a</sub>                                                             | 924                                                  |
| NEB-26                   | 65.8 <sub>ab</sub>              | 17.46 <sub>b</sub>                                                             | 933                                                  |
| 对照 CK                    | 64.2 <sub>b</sub>               | 17.39 <sub>b</sub>                                                             | 941                                                  |

注:同一列数据后的不同字母表示在 0.05 水平上差异显著,以下各表同。  
Note:Data followed by different letters within a column are significantly different at 0.05 probability level. The same below.

从表 1 还可以看出,叶绿素含量与叶片净光合速率间没有明显的正相关关系;而且,有些处理间(如钾肥处理 2 和 NEB-26 处理与对照间)叶绿素含量无明显差异,但叶片光合速率的差异却达到了显著水平,这种差异可能是由于所测叶片叶腋处有无辣椒果实造成的。测定结果表明,叶腋处有无果实对叶片的净光合速率影响很大,有果实的叶片明显比无果实叶片的净光合速率高(这与霍振荣等人<sup>[9]</sup>的研究结果相一致)。而在两个鸡粪处理及钾

肥处理 2 中,倒二杈叶腋处结有果实的植株比率明显比其他处理的高,因此,它们 20 个植株的平均叶片净光合速率比较高。另外,叶片净光合速率是在自然光照条件下测定的,测定时各处理间的光通量密度(光照强度)有一些差异(表 1),虽然有研究表明,当光通量密度超过 800 μmol/(m<sup>2</sup>·s)以后,辣椒叶片净光合速率增加的幅度就非常小了<sup>[9]</sup>,但不能完全排除钾肥处理 2 较高的叶片净光合速率与测定时光通量密度较高有关。

2.2 不同肥料对连作辣椒株高及叶面积指数的效应

从表 2 可以看出,鸡粪处理 2 在开花结果盛期植株最高,与其他处理和对照的差异达到显著水平;NEB-26 处理的植株最低,与大部分处理的差异达到显著水平;2 个水平的钾肥处理、鸡粪处理 1 及对照之间的差异不显著。所有处理的叶面积指数方面均显著高于对照(表 2),其中以鸡粪处理效果最佳,钾肥处理次之,NEB-26 处理的叶面积指数较低。

表 2 不同处理的辣椒株高及叶面积指数  
Table 2 The plant height and leaf area index of capsicum under different treatments

| 处理 Treatment             | 株高(cm)<br>Height of plant | 叶面积指数<br>Leaf area index |
|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 钾肥 1 Potassium 1         | 61.8 <sub>b</sub>         | 3.58 <sub>b</sub>        |
| 钾肥 2 Potassium 2         | 60.6 <sub>bc</sub>        | 3.58 <sub>b</sub>        |
| 鸡粪 1 Chicken droppings 1 | 61.6 <sub>b</sub>         | 3.65 <sub>ab</sub>       |
| 鸡粪 2 Chicken droppings 2 | 69.8 <sub>a</sub>         | 3.82 <sub>a</sub>        |
| NEB-26                   | 58.8 <sub>c</sub>         | 3.36 <sub>c</sub>        |
| 对照 CK                    | 64.0 <sub>b</sub>         | 3.02 <sub>d</sub>        |

2.3 不同肥料对连作辣椒单株商品果数及鲜椒产量的效应

从表 3 可以看出,各处理的单株商品果数均高于对照,以鸡粪处理 2 最佳,平均比对照增加 6 个;鸡粪处理 1 次之,平均比对照增加 5.5 个;钾肥处理 2 排第三,平均比对照增加 2.3 个;钾肥处理 1 和 NEB-26 处理较差,与对照的差异未达到显著水平。鲜椒产量的结果与单株商品果数的结果基本一致,即 2 个鸡粪处理的产量较高(分别为 26 112.0 和 25 612.5 kg/hm<sup>2</sup>),分别比对照增产 28.2% 和 25.7%,与对照的差异均达到了极显著水平( $P<0.01$ ),并且基本上达到了关中平原灌区非连作线辣椒的产量水平。钾肥处理 2 比对照增产 12.5%,与对照的差异达到显著水平( $P<0.05$ );钾肥处理 1 和 NEB-26 处理比对照增产的幅度较小,差异不显著。

通过对表 1、表 2、表 3 的综合分析可以看出,鸡粪处理 2 在减轻连作危害方面的效果最好,处理后

表 3 不同处理的辣椒单株商品果数及鲜椒产量  
Table 3 The fruit number per plant and yield of capsicum under different treatments

| 处理 Treatment             | 单株商品果数(个/株)<br>Fruit number per plant | 鲜椒产量(kg/11m <sup>2</sup> )<br>Plot yield | 比对照增产(%)<br>Increase rate |
|--------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------|
| 钾肥 1 Potassium 1         | 22.9                                  | 23.4                                     | 7.5                       |
| 钾肥 2 Potassium 2         | 23.6                                  | 24.6                                     | 12.5                      |
| 鸡粪 1 Chicken droppings 1 | 26.8                                  | 27.3                                     | 25.7                      |
| 鸡粪 2 Chicken droppings 2 | 27.3                                  | 27.9                                     | 28.2                      |
| NEB-26                   | 21.8                                  | 22.1                                     | 1.6                       |
| 对照 CK                    | 21.3                                  | 21.7                                     |                           |

所有测定指标都显著高于对照,鸡粪处理 1 的效果接近鸡粪处理 2;钾肥处理 2 可以明显提高多年连作条件下线辣椒的叶片叶绿素含量、净光合速率和叶面积指数,但对单株商品果数和鲜椒产量的效应有限;钾肥处理 1 和 NEB-26 处理对多数测定指标的效应均不明显。

3 讨论

3.1 鸡粪和钾肥缓解线辣椒连作障碍的效果及机理

本研究在连续 6 a 种植线辣椒的田间进行,具有较好的代表性和实践性。结果表明,2 个水平的鸡粪处理都可以明显减轻连作对线辣椒的危害,主要表现在施用鸡粪的处理,植株长势较强,叶片叶绿素含量、叶片净光合速率及叶面积指数较高,单株结果数多,鲜椒产量高(这一结果与周晓芬等<sup>[7]</sup>在大棚连作黄瓜上的研究结果基本相似);施用足量的

K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 也可以在一定程度上缓解线辣椒连作障碍,但其增产效果有限。

辣椒为喜钾植物,对钾的吸收量比对氮的吸收量还大,而辣椒种植农户一般都只施氮肥,多年连作后,土壤中一般都比较缺钾。本研究中,所有处理(包括对照)均施入了土粪 45 000 kg/hm<sup>2</sup>、(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 600 kg/hm<sup>2</sup>。有分析<sup>[10]</sup>表明,一般情况下,土粪含 N 量为 0.5%,含 P 0.25%,含 K 0.6%;(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 含 N 量 16%~18%,含 P 46%。由此折算下来,本研究各处理 N、P、K 的基础用量为 327、388 和 270 kg/hm<sup>2</sup>,即 N、P 充足,K 相对不足,这可能是钾肥处理 2 有一定增产效果的原因。钾肥通常有 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 和 KCl(氯化钾)两种。有研究表明,K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 和 KCl 在线辣椒上的作用相当<sup>[11]</sup>。但这两种钾肥都只宜作为解决线辣椒连作障碍问题的一个辅助措施而与其他措施并用,并且施用量不宜过高,

尤其不宜连年大量施用,否则, $\text{SO}_4^{2-}$ 或 $\text{Cl}^-$ 在土壤中大量积累,容易造成土壤的次生盐渍化<sup>[12]</sup>,从而加重连作障碍。

实际上,连作障碍是多种因素造成的,养分缺乏只是其中之一,另外还有土壤通透性严重降低、土壤次生盐渍化和酸化、作物根系分泌物的自毒作用等等<sup>[12]</sup>。鸡粪中不仅含有一定量的 N、P、K,还含有丰富的有机质(鲜鸡粪中含有机质 25%<sup>[10]</sup>)和多种微量元素,一方面营养成分比较齐全和平衡;另一方面,其丰富的有机质可以改善连作土壤的通透性,调节土壤 pH 值,影响土壤微生物群落,并使土壤 EC 值大幅度下降(比常规施肥下降 20%,比平衡施肥下降 10%<sup>[7]</sup>),从而减轻土壤的次生盐渍化。此外,有报道<sup>[13]</sup>称,鸡粪对土壤速效钾的转化还有明显的促进作用(平均转化率达到 158.0%)。这些可能都是鸡粪可以明显缓解线辣椒连作障碍的机理。至于施鸡粪后土壤的理化性质还会发生哪些变化,对辣椒的根系分泌物是否有影响,有待于进一步研究。

### 3.2 抗重茬剂 NEB-26 缓解线辣椒连作障碍的效果及原因

按照产品使用说明,NEB-26 为美国专利产品,具有高抗重茬的作用,适于蔬菜、果树、花卉苗木、牧草、树木、大田作物;并且有报道称,NEB 已经在几十种作物,特别是西瓜、黄瓜、甜瓜、茄子、西红柿、白菜、芹菜等蔬菜作物上,表现了很好的抗重茬效果<sup>[14]</sup>。但在本试验中其效果不如使用鸡粪和钾肥,原因可能有以下几个方面:第一,NEB 缓解或解决重茬的主要原理是,促进根际有益微生物群落大量繁殖,使作物形成良好的根际微生态环境,提高作物抗病、防病能力,使重茬作物健康生长<sup>[14]</sup>,而本试验是在旱地雨养条件下进行的,试验期间雨量适中,辣椒病害本身很轻;第二,NEB 能够促进作物吸收原来不能吸收利用的营养元素,特别是磷<sup>[14]</sup>,而本试验中磷肥施用量充足,且有研究表明,磷肥对线辣椒营养生长和生殖生长以及产量各方面的影响较小<sup>[11]</sup>。总之,本研究结果是在特定条件下得出的(如特定品种、特定雨养条件等),其他条件下的使用效果有待进一步研究。

### 3.3 畸形果实和病害问题

在多数情况下,线辣椒连作会出现畸形果(即果树明显弯曲)比率增加的趋势<sup>[1,10]</sup>,但在本研究中对照和各处理基本上都未出现畸形果,病毒病、疫病等病害的发病率也都很低(所以本试验未调查畸形果率和病株率),这可能有两个方面的原因,一是当地没有灌溉条件,整个辣椒生育期没有灌水(即依靠自然降水),而且试验期间雨量适中,未造成病害大发生;二是加盖了地膜,有利于生育前期提高地温和整个生育期保持土壤湿度,从而使得辣椒苗期生长健壮,抗病性增强。

### 参考文献:

- [1] 庄灿然,吕金殿,梁耀琦.中国制干辣椒[M].北京:中国农业科学技术出版社,1995.
- [2] 赵尊练,严小良.中国线辣椒产业发展的思路与对策[J].中国农学通报,2003,19(5):176—179.
- [3] 吴凤芝,赵凤艳.根系分泌物与连作障碍[J].东北农业大学学报,2003,34(1):114—118.
- [4] Yu J Q,Shou S Y,Qian Y R,et al. Autotoxic potential of cucurbit crops[J]. Plant and Soil,2000,223(1—2):147—151.
- [5] Singh H P,Kohli R K,Batish D R. Autotoxicity: Concept, organisms and ecological significance[J]. Critical Reviews in Plant Sciences,1999,18(6):757—772.
- [6] 吕卫光,张春兰,袁飞,等.有机肥减轻连作黄瓜自毒作用的机制[J].上海农业学报,2002,18(2):52—56.
- [7] 周晓芬,杨军芳.不同施肥措施及 EM 菌剂对大棚黄瓜连作障碍的防治效果[J].河北农业科学,2004,(4):89—92.
- [8] 中国农技推广编辑部.确保蔬菜 38 年连作大丰收的环保型耕作方式[J].中国农技推广,1998,(4):22—23.
- [9] 霍振荣,庞金安,杜胜利.辣椒光合特性研究[J].华北农业学报,1998,13(3):121—124.
- [10] 赵尊练,谭根堂,严小良,等.辣椒高效生产实用技术[M].杨凌:西北农林科技大学出版社,2003.122.
- [11] 赵护兵,同延安,高义民.陕西关中塬土区线辣椒对氮、磷、钾肥的肥效反应[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2003,31(3):99—101.
- [12] 郑军辉,叶素芬,喻景权.蔬菜作物连作障碍产生原因及生物防治[J].中国蔬菜,2004(3):56—58.
- [13] 赵明,陈雪辉,蔡葵,等.鸡粪等有机肥料的钾素释放及钾素形态转化特性[J].农业网络信息,2005,(1):147—148.
- [14] 牛青坡,张苏荣.解决或缓解重茬病害新方案——美国高科技恩益碧(NEB)[J].蔬菜,2002,(10):38—39.

(英文摘要下转第 114 页)

# Effect of moderate water deficit during seedling stage on growth and dry matter accumulation of soybean under different P and K levels

TANG Mei<sup>1</sup>, LI Fu-sheng<sup>1</sup>, ZHANG Fu-cang<sup>2</sup>, LIANG Ji-hua<sup>1</sup>, WANG Li<sup>1</sup>, CHEN Jun<sup>1</sup>

(1. Agricultural College, Guangxi University, Nanning 530005, China; 2. Key Lab of Agricultural Soil and Water Engineering in the Arid and Semiarid Areas, Ministry of Education, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** A pot experiment was carried out to study the effects of water deficit during the seedling stage on growth, dry matter accumulation and yield of soybean under different P and K levels. The results showed that, under the same application of P and K fertilizer, slight water deficit during the seedling stage was the best treatment to increase dry matter accumulation and yield of soybean, and its water use efficiency was close to or more than that of conventional irrigation; however, medium water deficit and serious water deficit during the seedling stage reduced dry matter accumulation and yield of soybean markedly. Under the same water deficit, medium P and K fertilizer application was beneficial to increase pod number and seed number, thus improved yield and water use efficiency of soybean. Therefore, moderate water deficit (i.e., 60%~70% of field capacity) during the seedling stage and medium P and K level was an ideal water and fertilizer coupling to improve the output of soybean under the experimental condition.

**Keywords:** soybean; moderate water deficit; phosphorus; potassium; dry matter accumulation; yield

(上接第 80 页)

# Effects of fertilization on continuous cropping obstacle in pepper

ZHAO Zun-lian<sup>1</sup>, SHI Lian-lian<sup>2</sup>, YAN Yu-rang<sup>2</sup>, GONG Zhen-hui<sup>1</sup>, WU Qing-qiang<sup>1</sup>, GUO Jian-wei<sup>1</sup>

(1. College of Horticulture, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. Agricultural Extension Center of Baoji City, Baoji, Shaanxi 721001, China)

**Abstract:** With the purpose of resolving the problem of continuous cropping obstacle in pepper by means of fertilizing, the experiment was carried out in a field that had been continuously used to plant pepper for 6 years (2000~2005) in Qianyang County of Shaanxi Province to study the effects of potassium fertilizer, chicken droppings and NEB-26 on the chlorophyll content, net photosynthetic rate, plant height, leaf area index, fruit number per plant and yield of the variety “Shaanjiao2001”. The results showed that the effects of 2 chicken droppings treatments (4 500 kg/hm<sup>2</sup> and 3 000 kg/hm<sup>2</sup>) were significant in alleviating continuous cropping obstacle. The fruit number per plant was 6 and 5.5 more than CK respectively, and the fresh fruit yield was increased by 28.2% and 25.7% respectively. The yield of these 2 treatments was similar to that in the no continuous cropping fields. Under the treatment of 750 kg/hm<sup>2</sup> K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, the chlorophyll content, net photosynthetic rate and leaf area index were evidently increased, and the fruit number per plant and fresh fruit yield were increased by 2.3 and 12.5% respectively. However, the effects of 375 kg/hm<sup>2</sup> K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> treatment and NEB-26 treatment were not significant in most determined items.

**Keywords:** pepper; continuous cropping obstacle; fertilization effect; K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; chicken droppings; NEB-26