

文章编号: 1003-8701(2015)06-0047-04

# 氮、磷、钾肥对紫花苜蓿草产量的影响

徐 博<sup>1</sup>, 刘 卓<sup>2</sup>, 王英哲<sup>2</sup>, 徐安凯<sup>2\*</sup>

(1. 吉林农业大学动物科学技术学院, 长春 130118; 2. 吉林省农业科学院, 吉林 公主岭 136100)

**摘 要:**应用“3414”实验设计, 研究长春地区氮、磷、钾肥对田间紫花苜蓿草产量的影响及推荐施肥量。结果表明: 与未施肥处理相比, 各施肥处理均有一定幅度增产, 增产率在 0.92% ~ 138.03% 之间, 其中, 施氮肥增产率在 1.09% ~ 24.21%, 施磷肥增产率在 57.39% ~ 135.86%, 施钾肥增产率在 20.44% ~ 62.61%。缺磷、缺钾、缺氮处理的相对产量分别为 37.53%、54.69%、71.58%, 土壤速效磷、速效钾、速效氮的丰缺状况依次为极缺、中等和丰富。根据肥料效应函数得出, 氮(N)、磷(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)和钾肥(K<sub>2</sub>O)推荐施肥量分别为 9.32 kg/hm<sup>2</sup>、103.92 kg/hm<sup>2</sup>和 34.56 kg/hm<sup>2</sup>。

**关键词:**紫花苜蓿; 氮、磷、钾肥; 干草产量

**中图分类号:** S541+.1

**文献标识码:** A

## Effect of Nitrogen, Phosphorus and Potassic Fertilizer on the Yield of Alfalfa (*Medicago sativa* L.)

XU Bo<sup>1</sup>, LIU Zhuo<sup>2</sup>, WANG Ying-zhe<sup>2</sup>, XU An-kai<sup>2\*</sup>

(1. College of Animal Science and Technology, Jilin Agricultural University, Changchun 130118;

2. Jilin Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling 136100, China)

**Abstract:** The effect of N, P and K fertilizer on alfalfa yield and suitable fertilizer rate were studied in field using ‘3414’ experimental design in Changchun. The results showed that compared with CK, the yield of alfalfa increased by 1.09% to 24.21% with application of N fertilizer, increased by 57.39% to 135.86% with application of P fertilizer, and increased by 20.44% to 62.61% with application of K fertilizer. The relative yields of alfalfa under P fertilizer deficiency treatment, K fertilizer deficiency treatment and N fertilizer deficiency treatment was 37.53%, 54.69% and 71.58%, respectively. The abundance and deficiency condition of available P, K and N fertilizer treatment were serious deficiency, medium and great abundance, respectively. By the method of fertilizer effect function index, the proper amount of N for alfalfa was 9.32 kg/hm<sup>2</sup>, the proper amount of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> was 103.92 kg/hm<sup>2</sup>, and the proper amount of K<sub>2</sub>O was 34.56 kg/hm<sup>2</sup>.

**Key words:** Alfalfa; Nitrogen, phosphorus and potassic fertilization; Hay yield

紫花苜蓿(*Medicago sativa* L.)是豆科苜蓿属多年生草本植物, 适应性广、再生性强、营养价值高、适口性好, 且利用年限长, 是优质的饲料原料, 素有“牧草之王”的美称<sup>[1]</sup>。在我国紫花苜蓿栽培

面积超过 200 万 hm<sup>2</sup>, 且种植面积仍逐年扩大<sup>[2]</sup>。但相较于美国、加拿大等畜牧业发达国家, 我国紫花苜蓿单产水平较低, 施肥技术落后是其重要原因之一。对于紫花苜蓿施肥技术的相关研究, 尤其是有针对性的施肥措施较少, 施肥的盲目性也很大<sup>[3]</sup>。在推荐施肥量的研究上, 一些学者利用氮、磷、钾肥对草产量影响, 通过构建三元二次函数进行模拟, 提出当地的推荐施肥量<sup>[4-6]</sup>。研究表明, 磷肥的缺乏导致草产量下降明显, 施用磷肥可以提高苜蓿的草产量<sup>[7-8]</sup>, 但过高施磷量则可能导致土壤磷富集现象, 从而影响其肥效<sup>[9-10]</sup>。施肥不当不仅不能够达到提高产量和经济效益的目的, 反而会导致土壤

收稿日期: 2015-07-03

基金项目: 吉林省教育厅“十二五”科学技术研究项目青年科研基金(吉教科[2015]第 197 号); 公益性行业(农业)科研专项项目(201403048); 吉林省科技厅青年科研基金(20140520177JH)

作者简介: 徐 博(1983-), 男, 讲师, 博士, 从事牧草种质资源开发与利用、牧草育种研究。

通讯作者: 徐安凯, 男, 研究员, E-mail: xuankai0167@163.com

板结、肥力下降等不利的结果,污染农产品并导致土壤环境的污染<sup>[4]</sup>。施肥受诸多因素的影响,且不同的营养元素和外部环境间会产生复杂的交互作用,所以研究结果不尽相同<sup>[11]</sup>。本研究在长春地区特定的土壤条件下,开展氮、磷和钾肥对紫花苜蓿草产量影响的研究,提出推荐施肥量,以期对长春地区紫花苜蓿的合理施肥提供一定依据。

## 1 材料与方法

表1 试验地土壤不同深度养分含量和pH测定结果

| 土壤深度(cm) | 全氮(mg/kg) | 碱解氮(mg/kg) | 有效磷(mg/kg) | 速效钾(mg/kg) | pH   | 有机质(mg/kg) |
|----------|-----------|------------|------------|------------|------|------------|
| 0~20     | 84        | 72.71      | 4.2        | 89.82      | 6.88 | 16.4       |
| 20~40    | 62        | 66.03      | 4.0        | 95.80      | 7.15 | 14.2       |
| 40~60    | 52        | 48.23      | 3.4        | 99.80      | 7.18 | 6.5        |

### 1.2 试验材料

供试苜蓿品种为公农1号紫花苜蓿(*Medicago sativa* L. Gongnong No.1),供试肥料为尿素(含N 46.4%)、过磷酸钙(含P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 12.0%)及硫酸钾(含K<sub>2</sub>O 50.0%)。于2014年5月2日播种,条播,行距25 cm,播种量为30 kg/hm<sup>2</sup>。肥料于播种前作为基肥一次性施入。

### 1.3 试验设计

试验采用《测土配方施肥技术规范(试行)》“3414”实验设计<sup>[12]</sup>。以土壤取样测定指标结果,磷、钾、氮3因素各设4个水平,共14个处理。试验随机区组排列,小区面积20 m<sup>2</sup>(4 m×5 m),各处理重复3次。试验设计与施肥量见表2。

表2 试验设计与施肥量

| 编号 | 处理                                           | 施肥量(kg/hm <sup>2</sup> )      |                  |     |
|----|----------------------------------------------|-------------------------------|------------------|-----|
|    |                                              | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | N   |
| 1  | P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> N <sub>0</sub> | 0                             | 0                | 0   |
| 2  | P <sub>0</sub> K <sub>2</sub> N <sub>2</sub> | 0                             | 100              | 100 |
| 3  | P <sub>1</sub> K <sub>2</sub> N <sub>2</sub> | 75                            | 100              | 100 |
| 4  | P <sub>2</sub> K <sub>0</sub> N <sub>2</sub> | 150                           | 0                | 100 |
| 5  | P <sub>2</sub> K <sub>1</sub> N <sub>2</sub> | 150                           | 50               | 100 |
| 6  | P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> N <sub>2</sub> | 150                           | 100              | 100 |
| 7  | P <sub>2</sub> K <sub>3</sub> N <sub>2</sub> | 150                           | 150              | 100 |
| 8  | P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> N <sub>0</sub> | 150                           | 100              | 0   |
| 9  | P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> N <sub>1</sub> | 150                           | 100              | 50  |
| 10 | P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> N <sub>3</sub> | 150                           | 100              | 150 |
| 11 | P <sub>3</sub> K <sub>2</sub> N <sub>2</sub> | 225                           | 100              | 100 |
| 12 | P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> N <sub>2</sub> | 75                            | 50               | 100 |
| 13 | P <sub>1</sub> K <sub>2</sub> N <sub>1</sub> | 75                            | 100              | 50  |
| 14 | P <sub>2</sub> K <sub>1</sub> N <sub>1</sub> | 150                           | 50               | 50  |

### 1.1 试验区自然概况

试验地位于吉林省长春市吉林农业大学实验区,地理位置E125.35°、N43.88°。年平均气温4.8℃,最高温度39.5℃,最低温度-39.8℃,日照时间2688 h。夏季盛行东南风,有渤海湿气过境。年降水量522~615 mm,全年降水量的60%以上集中在夏季。试验地土壤不同深度养分含量和pH测定结果见表1。

### 1.4 草产量的测定

为确保紫花苜蓿的越冬性,在2014年8月10日(初花期)进行刈割,留茬5 cm。每小区取1 m<sup>2</sup>样方,刈割后称取鲜草产量。然后取500 g鲜草样品,装入纸袋,带回实验室,置于烘箱,65℃烘干至恒重,称取干物质重量,计算鲜干比,并以此为依据计算干草产量,并换算为公顷产量。

### 1.5 数据处理

应用Excel 2010软件进行基础数据分析及曲线图绘制,采用SPSS 16.0软件进行方差分析和多重比较。

## 2 结果分析

### 2.1 不同施肥处理对苜蓿草产量的效应

#### 2.1.1 不同施氮肥处理对苜蓿草产量的效应

由表3可知,在中磷中钾条件下,随着施氮量由0增加至150 kg/hm<sup>2</sup>,草产量呈先增加后下降趋势。表明施氮量过大草产量降低。与不施氮(P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>N<sub>0</sub>)处理比较,低水平(P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>N<sub>1</sub>)和中等水平(P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>N<sub>2</sub>)施氮处理增产率分别为21.86%和24.21%,而高水平(P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>N<sub>3</sub>)施氮处理增产率仅为1.09%。

表3 不同氮水平紫花苜蓿施肥效应

| 编号 | 处理                                           | 产量(kg/hm <sup>2</sup> ) | 增产量(kg/hm <sup>2</sup> ) | 增产率(%) |
|----|----------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|--------|
| 8  | P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> N <sub>0</sub> | 1831 <sup>b</sup>       |                          |        |
| 9  | P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> N <sub>1</sub> | 2178 <sup>ab</sup>      | 400                      | 21.86  |
| 6  | P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> N <sub>2</sub> | 2273 <sup>a</sup>       | 443                      | 24.21  |
| 10 | P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> N <sub>3</sub> | 1850 <sup>b</sup>       | 20                       | 1.09   |

注:同列不同小写字母表示差异显著(P<0.05),下同

利用表3中4个不同处理的氮肥效应试验数据建立一元二次曲线方程,如式(1),并绘制氮肥效应曲线,如图1。

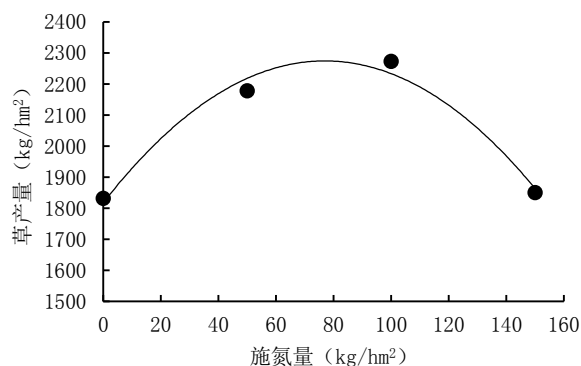


图1 紫花苜蓿草产量与氮肥施用量的回归曲线

$$Y = -0.0871x^2 + 12.775x + 1811.8$$

$$R^2 = 0.9663^{**} \dots\dots\dots (1)$$

式中Y为紫花苜蓿草产量,x为氮肥施用量。

对(1)式进行求导,使其导数为0,求得最大施氮量为73.42 kg/hm<sup>2</sup>,对应的最高草产量为2282.23 kg/hm<sup>2</sup>。

#### 2.1.2 不同施磷肥处理对苜蓿草产量的效应

由表4可知,在中氮中钾条件下,随着施磷量由0增长至225 kg/hm<sup>2</sup>,草产量逐渐增加,低水平(P<sub>1</sub>K<sub>2</sub>N<sub>2</sub>)、中等水平(P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>N<sub>2</sub>)和高水平(P<sub>3</sub>K<sub>2</sub>N<sub>2</sub>)施磷处理增产率分别为57.39%、107.39%和135.86%。

表4 不同磷水平紫花苜蓿施肥效应

| 编号 | 处理                                           | 产量<br>(kg/hm <sup>2</sup> ) | 增产量<br>(kg/hm <sup>2</sup> ) | 增产率(%) |
|----|----------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|--------|
| 2  | P <sub>0</sub> K <sub>2</sub> N <sub>2</sub> | 1096 <sup>d</sup>           |                              |        |
| 3  | P <sub>1</sub> K <sub>2</sub> N <sub>2</sub> | 1725 <sup>c</sup>           | 629                          | 57.39  |
| 6  | P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> N <sub>2</sub> | 2273 <sup>b</sup>           | 1177                         | 107.39 |
| 11 | P <sub>3</sub> K <sub>2</sub> N <sub>2</sub> | 2585 <sup>a</sup>           | 1489                         | 135.86 |

利用表4中4个试验处理磷肥效应数据建立一元二次曲线方程,如式(2),并绘制磷肥效应曲线,见图2。

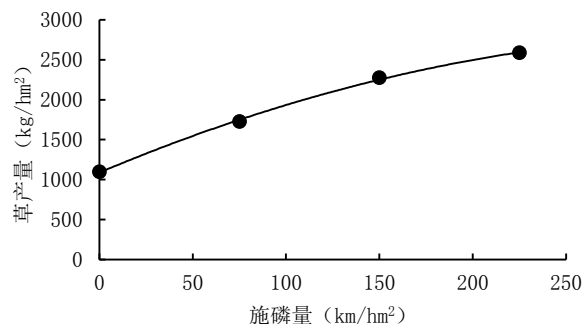


图2 紫花苜蓿草产量与磷肥施用量的回归曲线

$$Y = -0.0141x^2 + 9.8567x + 1088.3$$

$$R^2 = 0.999^{**} \dots\dots\dots (2)$$

式中Y为紫花苜蓿产草量,x为磷肥施用量。

对式(2)进行求导,令其导数为0,求得最大施磷量为349.52 kg/hm<sup>2</sup>,最高草产量为2810.92 kg/hm<sup>2</sup>。

#### 2.1.3 不同施钾肥处理对苜蓿草产量的效应

由表5可知,在中氮中磷条件下,随着施钾量由0增长至150 kg/hm<sup>2</sup>,草产量呈先增加后降低的趋势。表明钾肥施用量过大草产量降低。与不施钾(P<sub>2</sub>K<sub>0</sub>N<sub>2</sub>)处理比较,低水平(P<sub>2</sub>K<sub>1</sub>N<sub>2</sub>)和中等水平(P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>N<sub>2</sub>)施钾处理增产率分别为20.44%和62.61%,而高水平(P<sub>2</sub>K<sub>3</sub>N<sub>2</sub>)施钾处理增产率为37.53%。

表5 不同钾水平紫花苜蓿施肥效应

| 编号 | 处理                                           | 产量<br>(kg/hm <sup>2</sup> ) | 增产量<br>(kg/hm <sup>2</sup> ) | 增产率(%) |
|----|----------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|--------|
| 4  | P <sub>2</sub> K <sub>0</sub> N <sub>2</sub> | 1399 <sup>a</sup>           |                              |        |
| 5  | P <sub>2</sub> K <sub>1</sub> N <sub>2</sub> | 1685 <sup>b</sup>           | 286                          | 20.44  |
| 6  | P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> N <sub>2</sub> | 2273 <sup>ab</sup>          | 874                          | 62.61  |
| 7  | P <sub>2</sub> K <sub>3</sub> N <sub>2</sub> | 1924 <sup>b</sup>           | 525                          | 37.53  |

利用表5中4个试验处理钾肥效应数据建立回归曲线方程,如式(3),并依据式(3)绘制钾肥效应曲线(图3)。

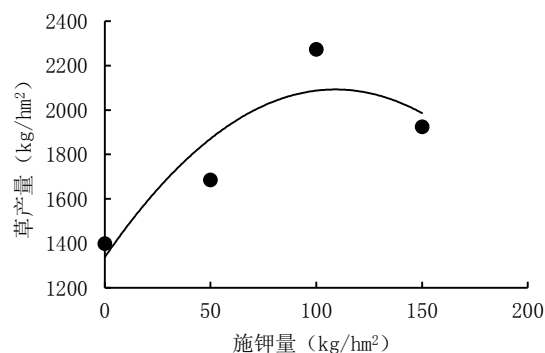


图3 紫花苜蓿草产量与钾肥施用量的回归曲线

$$Y = -0.0635x^2 + 13.851x + 1337.1$$

$$R^2 = 0.8135^{*} \dots\dots\dots (3)$$

式中Y为紫花苜蓿产草量,x为钾肥施用量。

对式(3)进行求导,令其导数为0,求得最大施钾量为109.06 kg/hm<sup>2</sup>,对应的最高产量为2092.39 kg/hm<sup>2</sup>。

#### 2.2 不同施氮、磷和钾肥处理对苜蓿草产量的综合效应

由表6可知,与P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>N<sub>0</sub>无肥处理相比,其余处理均增产,增产率在0.92%~138.03%之间,其中P<sub>3</sub>K<sub>2</sub>N<sub>2</sub>高磷处理增产率最高达138.03%。

表 6 不同施肥处理对紫花苜蓿草产量的影响

| 编号 | 处理                                           | 产 量 (kg/hm <sup>2</sup> ) | 增 产 量 (kg/hm <sup>2</sup> ) | 增 产 率 (%) | 增 产 率 排 名 |
|----|----------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------|-----------|
| 1  | P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> N <sub>0</sub> | 1086 <sup>fg</sup>        |                             |           |           |
| 2  | P <sub>0</sub> K <sub>2</sub> N <sub>2</sub> | 1096 <sup>g</sup>         | 10                          | 0.92      | 12        |
| 3  | P <sub>1</sub> K <sub>2</sub> N <sub>2</sub> | 1725 <sup>de</sup>        | 639                         | 58.84     | 7         |
| 4  | P <sub>2</sub> K <sub>0</sub> N <sub>2</sub> | 1399 <sup>cd</sup>        | 313                         | 28.82     | 9         |
| 5  | P <sub>2</sub> K <sub>1</sub> N <sub>2</sub> | 1685 <sup>de</sup>        | 594                         | 54.70     | 8         |
| 6  | P <sub>3</sub> K <sub>2</sub> N <sub>2</sub> | 2273 <sup>abc</sup>       | 1187                        | 109.30    | 2         |
| 7  | P <sub>2</sub> K <sub>3</sub> N <sub>2</sub> | 1924 <sup>bcd</sup>       | 838                         | 77.16     | 4         |
| 8  | P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> N <sub>0</sub> | 1831 <sup>cd</sup>        | 745                         | 68.60     | 6         |
| 9  | P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> N <sub>1</sub> | 2178 <sup>bc</sup>        | 1092                        | 100.55    | 3         |
| 10 | P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> N <sub>3</sub> | 1850 <sup>de</sup>        | 764                         | 69.42     | 5         |
| 11 | P <sub>3</sub> K <sub>2</sub> N <sub>2</sub> | 2585 <sup>a</sup>         | 1499                        | 138.03    | 1         |
| 12 | P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> N <sub>2</sub> | 1288 <sup>fg</sup>        | 202                         | 18.60     | 11        |
| 13 | P <sub>1</sub> K <sub>2</sub> N <sub>1</sub> | 1364 <sup>cd</sup>        | 278                         | 25.60     | 10        |
| 14 | P <sub>2</sub> K <sub>1</sub> N <sub>1</sub> | 1181 <sup>fg</sup>        | 810                         | 41.12     | 6         |

利用表 6 中的试验处理数据建立磷肥、氮肥、钾肥效应的回归曲线方程：

$$Y=1953.29+24.65N-1.26P-2.75K-1.23N^2-0.002P^2-0.027K^2+0.0004NP-0.051NK+0.048PK$$
$$R^2=0.9235^{**} \cdots \cdots \cdots (4)$$

式中 Y 为紫花苜蓿产草量, P 为施磷量、K 为施钾量、N 为施氮量。

对式(4)进行求偏导,并求解方程,求得最大施钾量为 34.56 kg/hm<sup>2</sup>,最大施磷量为 103.92 kg/hm<sup>2</sup>,最大施氮量为 9.32 kg/hm<sup>2</sup>,对应的最高产量为 1952.73 kg/hm<sup>2</sup>。而从式(4)也可以看出,氮磷和磷钾互作效应增加苜蓿草产量,而氮钾互作效应减少苜蓿草产量。

2.3 紫花苜蓿缺素处理的相对草产量和土壤养分丰缺状况

由表 7 可知,与草产量最高的 P<sub>3</sub>K<sub>2</sub>N<sub>2</sub> 处理相比,缺氮处理(P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>N<sub>0</sub>)的相对产量较高,达 71.58%,表示速效氮在土壤中的含量较高。P<sub>2</sub>K<sub>0</sub>N<sub>2</sub> 缺钾处理的相对产量达到 54.69%,表示速效钾在土壤中的含量相对中等。P<sub>0</sub>K<sub>2</sub>N<sub>2</sub> 缺磷处理的相对产量最低,仅为 42.39%,表示速效磷在土

壤中的含量极低。

3 讨论与结论

3.1 施肥处理对紫花苜蓿草产量的影响

本试验紫花苜蓿草产量在 1086 ~ 2585 kg/hm<sup>2</sup> 之间,施肥处理都能在一定程度上提高苜蓿草产量,这与其他学者的研究结果基本一致<sup>[13-14]</sup>。长春地区的土壤肥力状况较好,多为黑土和黑钙土,其有机质含量高且养分丰富<sup>[15-16]</sup>。但从缺素处理的相对产量结果分析表明,长春地区土壤的速效氮含量较高,速效钾含量适中,速效磷的含量则较低。因此,在长春地区种植紫花苜蓿,增施磷肥可显著提高当年草产量。

3.2 紫花苜蓿的氮、磷、钾肥的推荐施用量

在不同地区进行苜蓿施肥效应的研究表明,不同的土壤条件导致其推荐施肥量差异也较大<sup>[17]</sup>。在长春地区,在中氮中钾条件下最大施磷量为 233.33 kg/hm<sup>2</sup>;在中氮中磷条件下最大施钾量为 20.35 kg/hm<sup>2</sup>,在中磷中钾条件下最大施氮量为 87 kg/hm<sup>2</sup>。但考虑氮、磷、钾肥的综合效应,推荐施钾量为 34.56 kg/hm<sup>2</sup>,施磷量为 103.92 kg/hm<sup>2</sup>,施氮量为 9.32 kg/hm<sup>2</sup>。

参考文献:

[ 1 ] 侯福强,李国靖.北京地区紫花苜蓿秋季最佳播种期试验研究[J].草业科学,2004,21(7):26-29.  
[ 2 ] 洪绂曾.苜蓿科学[M].北京:中国农业出版社,2009:1-3,119-128.  
[ 3 ] 段 玉,曹卫东,妥德宝.北方半干旱区紫花苜蓿适宜品种选择及其合理施肥研究[J].内蒙古农业科技,2010(1):52-53,56.

(下转第 79 页)

| 表 7 紫花苜蓿缺素处理相对产量 % |                                              |                          |       |       |       |
|--------------------|----------------------------------------------|--------------------------|-------|-------|-------|
| 编号                 | 处理                                           | 产量 (kg/hm <sup>2</sup> ) | 缺磷 处理 | 缺钾 处理 | 缺氮 处理 |
| 2                  | P <sub>0</sub> K <sub>2</sub> N <sub>2</sub> | 1096 <sup>d</sup>        | 42.39 |       |       |
| 4                  | P <sub>2</sub> K <sub>0</sub> N <sub>2</sub> | 1399 <sup>e</sup>        |       | 54.69 |       |
| 8                  | P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> N <sub>0</sub> | 1831 <sup>b</sup>        |       |       | 71.58 |
| 11                 | P <sub>3</sub> K <sub>2</sub> N <sub>2</sub> | 2585 <sup>a</sup>        |       |       |       |

### 3 讨 论

大豆胞囊线虫胞囊密度的大小,可以作为大豆胞囊线虫发病的指标。本研究24个试验点采集的土样中,胞囊密度较均匀且密度较大,所以本研究生理小种的鉴定结果较准确。

本试验得出结论大庆地区生理小种主要以3号小种为主,并混合有6号,13号和1号等生理小种,这与刘汉起等在对黑龙江省65个市(县)的土壤样品进行分析证实3号生理小种为黑龙江省的优势生理小种的结果一致。而安达地区则以14号小种为主,4号和9号小种为辅。田中艳等也曾经发现个别地块也存在4、14号生理小种。这可能是因为大庆地区大豆面积逐年减少,而安达地区采样点的大豆连年种植因而使生理小种产生了变异,这样就需要对安达地区增加试验点以便验证是否安达所有地点小种都产生变异。并且应把实验地点扩大到整个黑龙江省,以达到生理小种监测的目的。

#### 参考文献:

- [1] 刘汉起,商绍刚,甄鸿杰,等.黑龙江省大豆胞囊线虫(*Heterodera glycines*)生理小种分布研究[J].大豆科学,1995,14(4):330-333.
- [2] 陈品三,齐军山,王寿华,等.我国大豆胞囊线虫生理分化

(上接第50页)

- [4] 李荣霞.不同施肥水平对紫花苜蓿产量、营养吸收及土壤肥力的影响[D].乌鲁木齐:新疆农业大学,2007.
- [5] 范 富,徐寿军,张庆国,等.氮、磷、钾肥配施对紫花苜蓿产量及营养物质含量的影响[J].中国土壤与肥料,2011(2):51-56.
- [6] 侯 湃,刘自学,刘艺杉,等.北京平原区紫花苜蓿施肥组合试验[J].草业科学,2014,31(1):144-149.
- [7] 刘晓静,张进霞,李文卿,等.施肥及刈割对干旱地区紫花苜蓿产量和品质的影响[J].中国沙漠,2014,34(6):1516-1526.
- [8] 蔡国军,张仁陟,柴春山.半干旱黄土丘陵区施肥对退耕地紫花苜蓿生物量的影响[J].草业学报,2012,21(5):204-212.
- [9] 谢 勇,孙洪仁,张新全,等.坝上地区紫花苜蓿氮、磷、钾肥料效应与推荐施肥量[J].中国草地学报,2012,34(2):52-57.
- [10] 刘志英,李西良,李 峰,等.越冬紫花苜蓿根系性状与秋

(上接第72页)

- [16] Djoumad A, Stoltz D, Beliveau C, et al. Ultrastructural and genomic characterization of a second banchine polydnavirus confirms the existence of shared features within this ichnovirus lineage[J]. J Gen Virol, 2013(94): 1888-1895.

动态的鉴定和监测研究[J].植物病理学报,2001(4):336-341.

- [3] 齐军山,李长松,李 林.大豆胞囊线虫生理小种及其鉴定技术[J].中国油料作物学报,2000,22(4):71-74.
- [4] 田中艳,高国金,周长军,等.大豆胞囊线虫生理小种变异的研究[J].大豆科学,2007,4(2):290-292.
- [5] 刘维志,刘 晔,陈品三.东北地区部分市县大豆胞囊线虫生理小种的鉴定结果初报[J].沈阳农学院学报,1984(2):75-78.
- [6] 董丽民,许艳丽,李春杰,等.黑龙江省大豆胞囊线虫胞囊密度和生理小种鉴定[J].中国油料作物学报,2008,30(1):108-111.
- [7] 刘大伟,马朝旺,段玉玺.辽宁省大豆胞囊线虫病发生分布研究[J].吉林农业科学,2014,39(4):47-49.
- [8] 李 楠,李明姝,颜秀娟.大豆新品种(系)对大豆胞囊线虫3号生理小种的抗性鉴定[J].吉林农业科学,2008,33(2):34-35.
- [9] Riggs R D, Schmitt D P, Noel G R. Variability in race tests with *Heterodera glycines*[J]. Journal of Nematology, 1988, 20(4): 565-572.
- [10] Riggs R D, Schmitt D P. Optimization of the *Heterodera glycines* race test procedure[J]. Journal of Nematology, 1991, 23(2):149-154.
- [11] Golden A M, Epps J M, Riggs R D, et al. Terminology and identify of infra specific forms of the soybean cyst nematode(*Heterodera glycines*)[J]. Plant Disease Reporter, 1970(54): 544-546.

(责任编辑:王 昱)

眠性的关系及其抗寒效应[J].中国农业科学,2015,48(9):1689-1701.

- [11] 赵 云.不同施肥管理下苜蓿生产力响应及平衡施肥模型[D].北京:中国农业科学院,2013.
- [12] 高祥照,马常宝,杜 森.测土配方施肥技术[M].北京:中国农业出版社,2005:8-12,21-84.
- [13] 刘艳楠,刘晓静.施肥对两个紫花苜蓿品种生产性能及营养品质的影响[J].甘肃农业大学学报,2014(1):111-115,120.
- [14] 陈 萍,沈振荣,迟海峰,等.不同施肥处理对紫花苜蓿产量和株高的影响[J].作物杂志,2013(1):91-94.
- [15] 丁瑞兴.黑土和黑钙土的有机无机复合体与结构性的关系[J].土壤通报,1980(6):11-16.
- [16] 马树庆,袁福香,周淑香.2004年吉林省农业气候及其对农业的影响概述[J].吉林气象,2004(4):8-10,16.
- [17] 储国良,丁剑英,付反生,等.南方丘陵坡地紫花苜蓿施肥效应初探[J].中国乳业,2002(5):17-19.

(责任编辑:王 昱)

- [17] 刘鹏程,时 敏,陈亚锋,等.菜蛾盘绒茧蜂多分DNA病毒EP-1-like基因克隆、原核表达与多克隆抗体制备方法[J].环境昆虫学报,2008,30(1):33-38.

(责任编辑:王 昱)