

# 氮磷钾在甘蔗体内的积累及对产量品质的影响<sup>①</sup>

郭家文, 张跃彬, 崔雄维, 刘少春, 刀静梅, 樊 仙

(云南农业科学院甘蔗研究所, 云南省甘蔗遗传改良重点实验室, 云南开远 661600)

**摘 要:** 在田间试验条件下, 研究了氮、磷、钾不同用量 (氮: 0、150、300、450 kg/hm<sup>2</sup>; 磷: 0、75、150、225 kg/hm<sup>2</sup>; 钾: 150、300、450 kg/hm<sup>2</sup>) 对甘蔗体内氮、磷、钾积累及对产量品质的影响。研究结果表明: 甘蔗的产量与钾肥的用量呈显著的正相关, 与氮和磷的用量差异不显著; 甘蔗的产糖量与磷、钾的用量呈正相关, 与氮肥的用量没有显著性差异; 甘蔗的含糖分与氮、磷、钾肥的用量没有直接的关系; 营养元素在植株中的积累量随着施肥量的增加而增加, 氮在甘蔗各组织中积累比例大小依次是蔗茎、梢头和枯叶, 磷在甘蔗各组织中比例大小顺序依次为蔗茎、梢头和枯叶, 钾在甘蔗各组织中比例大小顺序依次为梢头、蔗茎和枯叶。

**关键词:** 甘蔗; 氮、磷、钾; 养分积累; 产量; 品质

**中图分类号:** S566.1

氮、磷、钾称为肥料三要素, 为植物必需的大量营养元素, 是施肥的主体。甘蔗是 C4 作物, 具有生物量高、生长快、生长周期长、养分吸收量大等特点。每生产 1 000 kg 蔗茎, 需吸收氮 (N) 1.5 ~ 2 kg、磷 (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 1 ~ 1.5 kg、钾 (K<sub>2</sub>O) 2 ~ 2.5 kg<sup>[1]</sup>。适量的氮对甘蔗前期的芽、分蘖、茎伸长、出叶速度等都有促进作用, 并使蔗汁丰富, 单茎增重, 提高单位面积产量。磷参与糖的合成、运输、贮藏, 当蔗株体内磷水平正常时, 光合产物的 44% 从功能叶运至生长点和嫩叶, 当发生磷素亏缺时, 则只有 17% 的光合产物从功能叶运出, 从而导致糖分含量下降, 正常的钾素水平能保证光合作用正常进行, 促进碳水化合物代谢及糖的运输贮存, 并且提高转化酶活性, 直接提高糖分<sup>[2]</sup>。氮、磷、钾对甘蔗产量和品质有显著的影响<sup>[3-4]</sup>。

云南省是我国甘蔗种植区, 种植面积和产糖量都位居全国第二, 产糖量占全国的 1/4。目前甘蔗生产中普遍存在着施肥不合理, 多施、滥施现象严重。合理施肥是提高作物产量和改善品质的有效途径, 但随着化肥的大量施用, 只追求高产而过多地施用化肥对作物品质的负面影响日益突出<sup>[5-6]</sup>。不同植物的氮、磷、钾营养效率方面的相关研究报道较多<sup>[7-19]</sup>, 为本研究的开展积累了丰富的经验。本文通过田间试验研究不同氮、磷、钾用量对甘蔗体内氮、磷、钾养分吸收积累特征、产量、品质及肥料利用的影响, 旨在揭示甘蔗对氮、磷、钾素的吸收积累规律, 为甘蔗的高产高糖

栽培提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验设计

试验设在云南省农业科学院甘蔗研究所冷水沟试验基地上进行, 年平均气温 19.9℃, 年降雨量 700 mm 左右。实验田基本土壤肥力为: pH 5.9, 有机质 22.9 g/kg, 全氮 1.64 g/kg, 全磷 0.67 g/kg, 全钾 13.7 g/kg, 碱解氮 82.85 mg/kg, 速效磷 9.72 mg/kg, 速效钾 115.87 mg/kg, 速效锰 141.22 mg/kg, 有效锌 2.76 mg/kg, 有效铜 3.80 mg/kg。

供试的甘蔗品种为赣蔗 95-108。于 2008 年 3 月 23 日播种, 下芽量为 151 185 芽/hm<sup>2</sup> (每米种植沟下 12 个芽), 行距为 1 m, 4 行区, 行长 4.5 m, 小区面积 18 m<sup>2</sup>。氮肥用尿素, 按纯 N 计, 设 150、300 和 450 kg/hm<sup>2</sup> 3 个用量, 分别表示为 N<sub>150</sub>、N<sub>300</sub>、N<sub>450</sub>, 3 个施氮的处理不施磷、钾肥, 基肥和追肥各占 50%, 在甘蔗种植和中耕培土时施用; 磷肥用过磷酸钙, 按 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 计, 设 75、150 和 225 kg/hm<sup>2</sup> 3 个用量, 分别用 P<sub>75</sub>、P<sub>150</sub>、P<sub>225</sub> 表示, 3 个施磷的处理不施氮、钾肥, 磷肥在甘蔗种植时作基肥一次施用; 钾肥用硫酸钾, 按 K<sub>2</sub>O 计, 设 150、300 和 450 kg/hm<sup>2</sup> 3 个用量, 分别用 K<sub>150</sub>、K<sub>300</sub>、K<sub>450</sub> 表示, 3 个施钾肥的处理不施氮、磷肥, 钾肥在甘蔗种植时做基肥一次施用。以不施肥处理 CK 作为对照。试验共设 10 个处理, 4 次重复。于 2009

①基金项目: 云南省自然科学基金项目 (2010ZC172) 和国家甘蔗产业技术体系营养与耕作研究室项目 (nycyt-x-024-01-14) 资助。

作者简介: 郭家文 (1979—), 男, 云南马龙人, 副研究员, 主要从事甘蔗营养与施肥方面的研究。E-mail: 79jwguo@163.com

年 2 月 18 日收获, 每小区砍取有代表性的 12 株甘蔗, 其中 8 株交国家甘蔗云南改良分中心糖分检测室检测甘蔗的品质, 剩余的 3 株分梢头、蔗叶和蔗茎 3 部分收获, 烘干粉碎后用于测定氮、磷、钾含量。

### 1.2 测定项目与方法

采用二次旋光法测定蔗糖分, 用重量法测定甘蔗纤维分、出汁率, 用铜还原直接滴定法测定蔗汁还原糖, 用密度计测定蔗汁重力纯度, 简纯度 = (蔗汁糖度/改正锤度)  $\times 100$ , 纤维分为甘蔗组织中不溶于水物质的质量分数。植株样品粉碎混匀后用  $\text{H}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}_2$  消煮后, 用 K314 自动定氮仪器测定氮含量, 用钼锑抗比色法测定磷含量, 用原子吸收 (AA6300) 测定钾的含量。

### 1.3 计算方法

肥料生产效率、养分利用效率、养分吸收效率参照赵俊晔和于振文<sup>[20]</sup>的方法略加修改。氮 (磷、钾) 肥生产效率 (nitrogen productive efficiency, NPE) = 蔗茎产量/施氮 (磷、钾) 肥量; 氮 (磷、钾) 养分吸收效率 (uptake efficiency, UPE) = 植株氮 (磷、钾) 素积累量/施氮 (磷、钾) 量; 氮 (磷、钾) 养分利用效率 (utilization efficiency, UTE) = 蔗茎产量/植株氮 (磷、钾) 素积累量; 氮 (磷、钾) 素收获指数 (harvest index, HI) = 蔗茎氮 (磷、钾) 素积累量/植株氮 (磷、钾) 素的积累量。

## 2 结果与分析

### 2.1 氮、磷、钾不同用量对甘蔗产量和品质的影响

从表 1 可以看出, 施用氮、磷、钾肥对甘蔗产量和品质的影响状况。施用氮肥对甘蔗的产量、糖度、纤维分、含糖量有随着施肥量而增加的趋势, 但各处理间差异不明显, 对简纯度的影响也不明显。施磷量为 75、150、225  $\text{kg}/\text{hm}^2$  时, 蔗茎产量分别比对照增产 625、7 361.1、8 263.9  $\text{kg}/\text{hm}^2$ , 增产率分别为 8%、10%、11%; 增糖率为 5% ~ 11%, 且随着施磷量的增加而增加; 磷肥可显著地增加甘蔗的纤维分含量, 而增施磷肥处理间差异不显著; 施磷对甘蔗的糖分含量和简纯度的影响不明显。施钾可显著地增加蔗茎产量、含糖分和产糖量, 施钾量为 150、300、450  $\text{kg}/\text{hm}^2$  时, 蔗茎产量分别比对照增产 7 152.8、11 944.4、19 236.1  $\text{kg}/\text{hm}^2$ , 增产率分别为 10%、16%、26%, 增糖率为 14% ~ 30%, 且随着施钾量的增加而增加; 施钾可降低甘蔗的纤维分, 当施钾量为 450  $\text{kg}/\text{hm}^2$  时达到显著性差异; 施钾对蔗汁简纯度的影响不明显。回归分析表明 (表 2), 甘蔗的产量与钾肥的用量呈显著的正相关, 与氮和磷的用量相关性不显著; 甘蔗的产糖量与磷、钾的用量呈正相关, 与氮肥的用量没有显著性相关; 甘蔗的含糖分与氮、磷、钾肥的用量没有直接的关系, 甘蔗的纤维分与氮和磷的用量正相关, 与钾负相关, 但均未达到显著性相关。

表 1 氮、磷、钾不同用量对甘蔗产量和品质的影响

Table 1 Effects of N, P, K levels on sugarcane yield and quality

| 处理               | 蔗茎产量 ( $\text{kg}/\text{hm}^2$ ) | 含糖分 (%)  | 纤维分 (%)    | 简纯度 (%) | 含糖量 ( $\text{kg}/\text{hm}^2$ ) |
|------------------|----------------------------------|----------|------------|---------|---------------------------------|
| CK               | 73 402.8 e                       | 14.82 b  | 15.23 bcd  | 82.93 a | 10 878.7 e                      |
| N <sub>150</sub> | 77 291.6 cde                     | 14.84 b  | 15.59 abcd | 82.77 a | 11 463.5 cde                    |
| N <sub>300</sub> | 77 916.6 cde                     | 15.01 ab | 15.74 abc  | 81.91 a | 11 690.3 cde                    |
| N <sub>450</sub> | 77 986.1 cde                     | 15.05 ab | 15.92 ab   | 82.40 a | 11 729.9 cde                    |
| P <sub>75</sub>  | 74 027.8 de                      | 14.93 ab | 15.71 abc  | 83.02 a | 11 046.8 de                     |
| P <sub>150</sub> | 80 763.9 bcd                     | 14.81 b  | 15.53 abcd | 82.97 a | 11 944.5 cd                     |
| P <sub>225</sub> | 81 666.7 bc                      | 15.0 ab  | 16.26 a    | 82.37 a | 12 250.2 bc                     |
| K <sub>150</sub> | 80 555.6 bcd                     | 15.35 a  | 15.02 cd   | 83.50 a | 12 360.7 bc                     |
| K <sub>300</sub> | 85 347.2 b                       | 15.15 ab | 15.03 cd   | 82.71 a | 12 919.3 b                      |
| K <sub>450</sub> | 92 638.9 a                       | 15.27 ab | 14.8 d     | 82.94 a | 14 148.5 a                      |

注: 同列数据小写字母不同表示处理间差异达  $P < 0.05$  显著水平, 下表同。

### 2.2 不同施肥量对成熟期甘蔗地上部氮、磷、钾积累的影响

#### 2.2.1 不同施氮水平对甘蔗地上部氮素积累的影响

随着施氮量的增加, 氮素在甘蔗各部位的分配各

不相同 (表 3)。在梢头中, 氮素的积累量各处理间差异不显著; 在枯叶中, 氮素积累量随着施氮量增加而增加, 其中 N<sub>450</sub> 处理的氮素积累量与对照达到显著差异, 而 N<sub>150</sub> 和 N<sub>300</sub> 两个处理与对照差异不显著, 增施

表2 氮、磷、钾施用量与甘蔗产量和品质的相关分析

Table 2 Correlations between different application amounts of N, P, K and sugarcane yield and quality

| 施肥类型 | 参数   | 回归方程                                | F 值     | R <sup>2</sup> |
|------|------|-------------------------------------|---------|----------------|
| N    | 甘蔗产量 | $Y = 74\,493.038\,3 + 9.58\,X$      | 5.15    | 0.72           |
|      | 含糖量  | $Y = 11\,023.54 + 1.853\,6\,X$      | 10.2    | 0.836          |
|      | 甘蔗糖度 | $Y = 14.801\,0 + 0.000\,573\,X$     | 18.4    | 0.902          |
|      | 纤维分  | $Y = 15.287\,0 + 0.001\,480\,X$     | 44.885* | 0.957          |
| P    | 甘蔗产量 | $Y = 72\,736.125\,8 + 42.037\,1\,X$ | 13.9    | 0.874          |
|      | 含糖量  | $Y = 10\,778.22 + 6.682\,9\,X$      | 27.29*  | 0.932          |
|      | 甘蔗糖度 | $Y = 14.827 + 0.000\,56\,X$         | 1.09    | 0.353          |
|      | 纤维分  | $Y = 15.246 + 0.003\,88\,X$         | 6.1     | 0.753          |
| K    | 甘蔗产量 | $Y = 93\,611.139\,1 + 41.666\,6\,X$ | 329.24* | 0.994          |
|      | 含糖量  | $Y = 11\,021.600\,2 + 6.912\,X$     | 75.16*  | 0.974          |
|      | 甘蔗糖度 | $Y = 14.975 + 0.000\,767\,X$        | 1.36    | 0.405          |
|      | 纤维分  | $Y = 15.212 - 0.000\,853\,X$        | 15.34   | 0.885          |

注：\* 和 \*\* 分别表示相关性达到  $P < 0.05$  和  $P < 0.01$  显著水平。

表3 氮素在甘蔗地上部不同器官的分配

Table 3 N distribution in sugarcane organs

| 处理               | 梢头                    |      | 枯叶                    |      | 蔗茎                    |      | 总积累量<br>(kg/hm <sup>2</sup> ) | 肥料生产<br>效率<br>(kg/kg) | 利用效率<br>(kg/kg) | 吸收效率<br>(kg/kg) | 氮素收获<br>指数 |
|------------------|-----------------------|------|-----------------------|------|-----------------------|------|-------------------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|------------|
|                  | 积累量                   | 积累比例 | 积累量                   | 积累比例 | 积累量                   | 积累比例 |                               |                       |                 |                 |            |
|                  | (kg/hm <sup>2</sup> ) | (%)  | (kg/hm <sup>2</sup> ) | (%)  | (kg/hm <sup>2</sup> ) | (%)  |                               |                       |                 |                 |            |
| CK               | 68.1 a                | 32.1 | 32.7 b                | 15.4 | 111.6 b               | 52.5 | 212.4 a                       | —                     | 345.6           | —               | 0.53       |
| N <sub>150</sub> | 62.0 a                | 29.7 | 34.5 ab               | 16.5 | 112.6 b               | 53.8 | 209.1 a                       | 515.3                 | 369.6           | 1.394           | 0.54       |
| N <sub>300</sub> | 57.7 a                | 27.9 | 35.2 ab               | 17   | 113.8 b               | 55.1 | 206.7 a                       | 259.7                 | 377.0           | 0.689           | 0.55       |
| N <sub>450</sub> | 59.0 a                | 26.3 | 39.2 a                | 17.5 | 125.9 a               | 56.2 | 224.1 a                       | 173.3                 | 348.0           | 0.498           | 0.56       |

氮肥的各处理间差异不显著；在蔗茎中，氮素的积累量随着施氮量增加而增加，其中 N<sub>450</sub> 处理的氮素积累量与对照达到显著差异，其余处理间差异不显著。随着施氮量的增加，蔗茎和枯叶中的氮素在整个甘蔗植株中比例在增加，梢头中的氮素积累比例在下降，可以看出当氮素不足时，甘蔗氮素优先供应幼嫩的梢头。氮在甘蔗各组织中积累的氮素含量高低顺序依次是蔗茎（>50%）、梢头（30% 左右）和枯叶（<20%）。

## 2.2.2 不同施磷量对甘蔗地上部磷素积累的影响

增施磷肥对蔗茎中磷素的积累量有显著的影响，而对梢头和枯叶影响不明显（表4）。在梢头中，磷素的含量随着施磷量增加呈现增加的趋势，各处理间差异不显著；在枯叶中，磷素的含量随着施磷量增加呈现降低的趋势，各处理间差异不显著；在蔗茎中，磷素的积累量随着施磷量的增加而增加，其中当磷素>150 kg/hm<sup>2</sup> 时，呈显著性差异；在整个地上部植株中磷素的积累量随着施磷量的增加而增加，其中当磷素

>150 kg/hm<sup>2</sup> 时，呈显著性差异。当施磷量<75 kg/hm<sup>2</sup> 时，各组织中磷的积累量大小顺序依次为梢头>蔗茎>枯叶，当施磷量>150 kg/hm<sup>2</sup> 时，各组织中磷的积累量大小顺序依次为蔗茎>梢头>枯叶，随着施磷量的增加，梢头和枯叶的磷积累比例在下降，蔗茎中磷的积累比例在增加。

## 2.2.3 不同施钾量对甘蔗地上部钾素积累的影响

增施钾肥对甘蔗地上部植株钾素的含量有显著的影响（表5）。在梢头中，增施钾肥的处理钾素的积累量比对照高出 3%~30%，当施钾量超过 300 kg/hm<sup>2</sup> 时各处理与对照达到显著性差异，钾素积累的比例随着施钾量的增加而降低；在枯叶中，增施钾肥的处理钾素的积累量比对照高出 45%~171%，当施钾量超过 150 kg/hm<sup>2</sup> 时各处理与对照达到显著性差异，钾素积累的比例随着施钾量的增加而增加；在蔗茎中，增施钾肥的处理钾素的积累量比对照高出 55%~170%，当施钾量超过 150 kg/hm<sup>2</sup> 时各处理与对照达到显著性差异，钾素积累的比例随着施钾量的增加而增加；钾素在地

表 4 磷素在甘蔗地上部不同器官的分配

Table 4 P distribution in sugarcane organs

| 处理               | 梢头                    |      | 枯叶                    |      | 蔗茎                    |      | 总积累量<br>(kg/hm <sup>2</sup> ) | 肥料生产<br>效率<br>(kg/kg) | 利用效率<br>(kg/kg) | 吸收效率<br>(kg/kg) | 磷素收获指数 |
|------------------|-----------------------|------|-----------------------|------|-----------------------|------|-------------------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|--------|
|                  | 积累量                   | 积累比例 | 积累量                   | 积累比例 | 积累量                   | 积累比例 |                               |                       |                 |                 |        |
|                  | (kg/hm <sup>2</sup> ) | (%)  | (kg/hm <sup>2</sup> ) | (%)  | (kg/hm <sup>2</sup> ) | (%)  |                               |                       |                 |                 |        |
| CK               | 9.8 a                 | 39.2 | 5.6 a                 | 22.4 | 9.6 c                 | 38.4 | 25.0 c                        | —                     | 2 936.1         | —               | 0.38   |
| P <sub>75</sub>  | 9.9 a                 | 36.8 | 6.9 a                 | 25.7 | 10.1 c                | 37.5 | 26.9 c                        | 936.6                 | 2 752.0         | 0.135           | 0.38   |
| P <sub>150</sub> | 10.0 a                | 27.9 | 5.7 a                 | 15.9 | 20.2 b                | 56.3 | 35.9 b                        | 538.4                 | 2 249.7         | 0.135           | 0.56   |
| P <sub>225</sub> | 11.0 a                | 25.8 | 6.1 a                 | 14.3 | 25.5 a                | 59.9 | 42.6 a                        | 363.0                 | 1 917.1         | 0.113           | 0.60   |

表 5 钾素在甘蔗地上部不同器官的分配

Table 5 K distribution in sugarcane organs

| 处理               | 梢头                    |      | 枯叶                    |      | 蔗茎                    |      | 总积累量<br>(kg/hm <sup>2</sup> ) | 肥料生产效率<br>(kg/kg) | 利用效率<br>(kg/kg) | 吸收效率<br>(kg/kg) | 钾素收<br>获指数 |
|------------------|-----------------------|------|-----------------------|------|-----------------------|------|-------------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|------------|
|                  | 积累量                   | 积累比例 | 积累量                   | 积累比例 | 积累量                   | 积累比例 |                               |                   |                 |                 |            |
|                  | (kg/hm <sup>2</sup> ) | (%)  | (kg/hm <sup>2</sup> ) | (%)  | (kg/hm <sup>2</sup> ) | (%)  |                               |                   |                 |                 |            |
| CK               | 74.7 c                | 58.6 | 11.3 d                | 8.9  | 41.5 d                | 32.5 | 127.5 d                       | —                 | 575.7           | —               | 0.33       |
| K <sub>150</sub> | 77.3 bc               | 48.9 | 16.4 c                | 10.4 | 64.3 c                | 40.7 | 158.0 c                       | 537.0             | 509.8           | 0.429           | 0.41       |
| K <sub>300</sub> | 85.8 ab               | 43.9 | 25.5 b                | 13   | 84.2 b                | 43.1 | 195.5 b                       | 284.5             | 436.6           | 0.281           | 0.43       |
| K <sub>450</sub> | 94.3 a                | 39.8 | 30.6 a                | 12.9 | 112.1 a               | 47.3 | 237.0 a                       | 205.9             | 390.9           | 0.249           | 0.47       |

上部的积累量随着施钾量的增加而显著增加,各施钾处理比对照高出 24%~86%。

### 3 讨论

依照土壤养分的分级标准<sup>[21]</sup>,本试验土壤的碱解氮处在中等水平(60~90 mg/kg),速效磷处在缺乏水平(5~10 mg/kg),速效钾处在中等水平(80~150 mg/kg)。本研究表明 3 种肥料的增产效果是钾最好、磷次之、氮最少,其原因可能在于甘蔗是喜钾作物,高产甘蔗钾肥的适宜用量为 K<sub>2</sub>O 450 kg/hm<sup>2</sup> 左右<sup>[4]</sup>,甘蔗对钾的需求比氮、磷的大(每生产 1 t 原料甘蔗需要 N 1.2~2 kg、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1.0~1.5 kg、K<sub>2</sub>O 2.0~2.5 kg),从本研究分析甘蔗地上部氮、磷、钾营养元素的含量也证实了甘蔗对钾的吸收最多。磷和钾的增产效果明显优于氮,可能的原因在于磷和钾都有促进氮吸收<sup>[21]</sup>功能,可能是因为钾和磷协同促进提高了氮肥的利用率从而使甘蔗增产。本试验氮素高达 450 mg/kg 时并未造成甘蔗糖分的下降,可能原因在于甘蔗生长周期长(1 年左右),甘蔗对氮素相对过剩的自身调节<sup>[22]</sup>。钾是品质元素,可有效地改善甘蔗的品质,本研究中钾可以提高甘蔗的糖分和降低纤维分也证实了钾对甘蔗的增糖有明显的效果。

氮、磷、钾都是移动性较大的营养元素,当植物氮、磷、钾缺乏时,植株中的营养元素会优先地转运

供应给幼嫩的组织正常的生长,本研究得出随着氮、磷、钾施用量的增加,梢头中氮、磷、钾积累的比例在降低,枯叶中营养元素积累的比例在升高也证实了这一点。

### 参考文献:

- [1] 邓绍同. 现代甘蔗生产与科技. 广州: 广东科技出版社, 1991: 228-229
- [2] 何国亚. 甘蔗钾素营养生理. 四川甘蔗, 1989(2): 30-31
- [3] 沈有信, 邓纯章. 氮磷钾肥对甘蔗产量和含糖量的影响. 云南农业大学学报, 1998, 13(2): 214-218
- [4] 周修冲, 刘国坚, Portch S, 曾秋朋, 姚建武, 徐培智. 高产甘蔗营养特性及钾、硫、镁肥效应研究. 土壤肥料, 1998(3): 26-28
- [5] 候彦林. “生态平衡施肥”的理论基础和技术体系. 生态学报, 2000, 20(4): 653-659
- [6] 颜景辰, 雷海章. 世界生态农业的发展趋势和启示. 世界农业, 2005(1): 7-10
- [7] 肖巧琳, 罗建新, 杨琼. 烟稻轮作中稻草还田对土壤有机氮各组分的影响. 土壤, 2011, 43(2): 167-173
- [8] 石丽红, 纪雄辉, 李永华, 朱校奇, 李洪顺, 彭华, 刘昭兵. 施氮量和时期运筹对超级杂交稻植株氮含量与籽粒产量的影响研究. 土壤, 2011, 43(4): 534-541
- [9] 叶利庭, 吕华军, 宋文静, 图尔迪, 沈其荣, 张亚丽. 不同氮

- 效率水稻生育后期氮代谢酶活性的变化特征. 土壤学报, 2011, 48(1): 132-140
- [10] 贾志红, 易建华, 符建国, 苏以荣. 磷肥处理对烤烟生长生理及根系构型的影响. 土壤, 2011, 43(3): 388-391
- [11] 李志, 史宏志, 刘国顺, 王道支, 祖朝龙, 杨永锋. 施氮量对皖南砂壤土烤烟碳氮代谢动态变化的影响. 土壤, 2010, 42(1): 8-13
- [12] 李绍长, 胡昌浩, 龚江, 杨管印. 供磷水平对不同磷效率玉米氮、钾素吸收和分配的影响. 植物营养与肥料学报, 2004, 10(3): 237-240
- [13] 李银水, 鲁剑巍, 李小坤, 鲁明星, 刘光文, 张耀学, 徐维明, 李彬. 湖北省棉花磷肥效应及推荐用量研究. 土壤, 2010, 42(2): 200-206
- [14] 邱现奎, 董元杰, 万勇善, 胡国庆, 王艳. 不同施肥处理对土壤养分含量及土壤酶活性的影响. 土壤, 2010, 42(2): 249-255
- [15] 薛利红, 覃夏, 李刚华, 杨林. 基肥氮不同比例对直播早稻群体动态、氮素吸收利用及产量形成的影响. 土壤, 2010, 42(5): 815-821
- [16] 孔忠新, 杨丽丽, 张政值, 马正强. 小麦耐低磷基因型的筛选. 麦类作物学报, 2010, 30(4): 591-595
- [17] 练成燕, 王兴祥, 李奕林. 种植花生、施用尿素对红壤酸化作用及有机物料的改良效果. 土壤, 2010, 42(5): 822-827
- [18] 孙清斌, 董晓英, 沈仁芳. 施用磷、钙对红壤上胡枝子生长和矿质元素含量的影响. 土壤, 2009, 41(2): 206-211
- [19] 康欧, 李廷轩, 余海英, 陈小琴, 王火焰, 周健民. 小黑麦氮素吸收利用的基因型差异研究. 土壤, 2011, 43(2): 190-196
- [20] 赵俊晔, 于振文. 高产条件下施氮量对冬小麦氮素吸收分配利用的影响. 作物学报, 2006, 32(4): 484-490
- [21] 陆欣. 土壤肥科学. 北京: 中国农业大学出版社, 2002: 166-167
- [22] 同延安, 赵营, 赵护兵, 樊红柱. 施氮量对冬小麦氮素吸收、转运及产量的影响. 植物营养与肥料学报, 2007, 13(1): 64-69

## Accumulation of N, P, K and Their Effects on Sugarcane Yield and Quality

GUO Jia-wen, ZHANG Yue-bin, CUI Xiong-wei, LIU Shao-chun, DAO Jing-mei, FAN Xian

(Sugarcane Research Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Key Laboratory of Sugarcane Genetic Improvement of Yunnan Province, Kaiyuan, Yunnan 661600, China)

**Abstract:** Four levels of nitrogen (N: 0, 150, 300, 450 kg/hm<sup>2</sup>), phosphorus (P: 0, 75, 150, 225 kg/hm<sup>2</sup>) and potassium (K: 0, 150, 300, 450 kg/hm<sup>2</sup>) were fertilized to sugarcane fields in order to study N, P and K accumulation in sugarcane plant and their influence on sugarcane yield and quality. The results indicated that sugarcane yield significantly increased with the increase of K, while did not influenced obviously by N and P levels. Sugar yield increased significantly with the increases of P and K levels, but did not influenced by N level. Sugar content did not change directly with the levels of N, P and K. The nutrient components in plant increased with the increase of N, P and K levels, the accumulation of N, P and K in sugarcane were in order of stalk>tip of plant>dull leaf for N and P while in order of tip of plant>stalk>dull leaf for K.

**Key words:** Sugarcane, N, P, K, Nutrient accumulation, Yield, Quality