



## 施肥对甜菜产量、干物质积累和养分吸收规律的影响

段玉 赵沛义 妥德宝 李焕春

内蒙古农牧业科学院，呼和浩特，010031

**摘要：**采用田间试验研究了施肥对甜菜产量、干物质积累和养分吸收规律的影响。结果表明：氮、磷、钾肥配合施用可以提高甜菜产量，制约甜菜产量的养分因子依次为 $N>P>K$ 。干物质日积累规律为：苗期增长缓慢，叶和块根分别在出苗后80和125天达到最大值，在60-80天时，块根の日积累量超过叶。氮的吸收速率，全株表现为慢-快-慢的规律，叶片和块根分别在出苗后100天和160天达到最大值，氮的累积总量在叶中较多。磷的吸收速率，叶片表现为出苗后40-80天最快，块根在40-120天快速增加并达到最大值；磷在叶和块根中的累积量分别在出苗后80天和120天达到最大，80天之后块根的累积量超过叶。对于钾，叶在出苗后40-120天快速吸收并达到最大值，块根在出苗60天后吸收加快，收获时达到最大；在整个生育期内块根对K的吸收量都低于叶。甜菜单株日吸收N和P量分别在出苗后100天和60天达到最大值；K的日吸收量苗期较少，40-80天快速增加达到最大。

**关键词：**甜菜；产量；吸肥规律；干物质积累

甜菜是内蒙古主要的糖料作物和经济作物，由于农业结构调整，种植面积曾一度有所下降，但统计数据显示近年来内蒙古甜菜播种面积有回升的趋势，2006年内蒙古种植面积达73.3万亩，产量为174.6万吨，占农作物总产的10.2%，因此进一步研究内蒙古地区甜菜的平衡施肥模式对促进甜菜生产意义重大，不少学者曾经对施肥后影响甜菜产量及生理指标的因素进行了研究，但如何根据甜菜的吸肥规律和特点进行科学施肥，确定甜菜的合理施肥量，以及施肥后物质如何积累鲜有报道。本项研究旨在明确甜菜高产栽培的氮、磷、钾肥的合理用量，阐明氮磷钾化肥对甜菜养分吸收、干物质积累和产量的影响，为甜菜科学施肥提供依据。

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 试验设计

试验于2007年在内蒙古巴彦淖尔市农业科学院试验场进行，供试土壤为灌淤土，基础土壤养分状况见表1。

表1 供试试验地土壤基本性状

| pH  | OM<br>% | K     | N    | P    | S    | B   | 毫克/升 |      |      |     |
|-----|---------|-------|------|------|------|-----|------|------|------|-----|
|     |         |       |      |      |      |     | Cu   | Fe   | Mn   | Zn  |
| 8.8 | 0.57    | 176.4 | 31.4 | 30.0 | 69.5 | 4.1 | 2.7  | 17.0 | 14.1 | 2.5 |

试验采取随机区组设计，设OPT(NPK)、OPT-N(PK)、OPT-P(NK)和OPT-K(NP)4个处理，三次重复，N- $P_2O_5$ - $K_2O$ 的用量(公斤/亩)分别为12-4-4，0-4-4，12-0-4，12-4-0。供试品种为甜研-309，4月15日播种，密度为5000株/亩，10月8日收获。

试验用氮肥品种为尿素 (N46%)；磷肥品种为三料过磷酸钙 (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>46%)；钾肥品种为加拿大氯化钾 (K<sub>2</sub>O60%)，氮肥 40% 作种肥，60% 在 7 月 20 日 (块根膨大期) 追施，磷钾肥全部作种肥一次施用。

### 1.2 测定项目及方法

在甜菜出苗后每隔 20 天取 OPT 处理的三次重复样品各 3 株，将甜菜茎叶及块根洗净分别称取鲜重后先在网室阴干，再进行烘干称重，粉碎过筛，备用。全氮、全磷、全钾测定采用常规方法，土壤基础养分采用 ASI 法。

## 2 结果与分析

### 2.1 施肥对甜菜产量的影响

表 2 施肥对甜菜产量的影响

| 处理    | 产量 (吨 / 亩) |      |      |                | 与 OPT 比较<br>(± %) | 养分农学效率<br>(公斤产量 / 公斤养分)       |       |
|-------|------------|------|------|----------------|-------------------|-------------------------------|-------|
|       | I          | II   | III  | 平均             |                   |                               |       |
| OPT   | 5.37       | 5.86 | 5.75 | 5.66 ± 0.26 aA | -                 |                               |       |
| OPT-N | 4.56       | 4.76 | 4.44 | 4.59 ± 0.16 bB | -18.95            | N                             | 89.4  |
| OPT-P | 4.44       | 5.22 | 4.81 | 4.82 ± 0.39 bB | -14.79            | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 209.2 |
| OPT-K | 4.68       | 4.81 | 5.37 | 4.95 ± 0.37 bB | -12.49            | K <sub>2</sub> O              | 176.7 |

注：大小写字母分别表示差异达 1% 和 5% 显著水平。

从表 2 结果看出，不同处理产量顺序依次为 OPT>OPT-K>OPT-P>OPT-N，各减素处理间差异不显著。氮、磷、钾肥配合施用 (OPT) 产量最高，达到 5.66 吨 / 亩，与减氮、减磷和减钾处理相比差异显著，OPT-N 处理产量最低，仅为 4.59 吨 / 亩，减产 18.95%，每公斤 N 增产甜菜 89.4 公斤；OPT-P 处理减产次之为 14.79%，每公斤 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 增产甜菜 209.2 公斤；OPT-K 处理减产最小为 12.49%，每公斤 K<sub>2</sub>O 增产甜菜 176.7 公斤；，通过本试验认为制约甜菜产量提高的养分限制因子依次为 N>P>K。

### 2.2 甜菜干物质积累规律

甜菜 5 月 2 日出苗，出苗后天数与叶、根及植株的干物质积累量和日累积量关系见图 1 和图 2。从干物质的积累规律看，在出苗后 40 天之内，叶片生长缓慢，日平均积累量为 543.8 毫克 / 株 / 天；出苗 40 天之后叶片开始旺盛生长，到 80 天日积累量达到最大值为 2020.3 毫克 / 株 / 天，之后生长趋缓，日积累量不断下降，到收获时成为负增长，蔡柏岩<sup>[13]</sup>的研究也得出相同结论。根的干物质积累出苗 40 天之前较缓，之后日积累量持续增加，出苗 125 天根的日积累量达到最大值 4077.3 毫克 / 株 / 天，之后吸收缓慢降低。出苗后 60-80 天日积累量块根超过叶，这一时期是甜菜由叶片生长为主转移到以块根生长为主的转折期，也是块根快速膨大及水肥关键期。

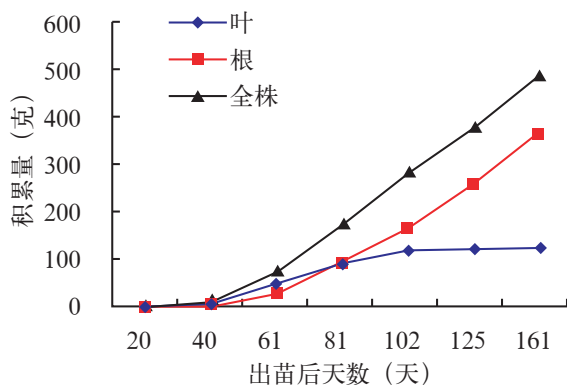


图1 甜菜干物质累积规律

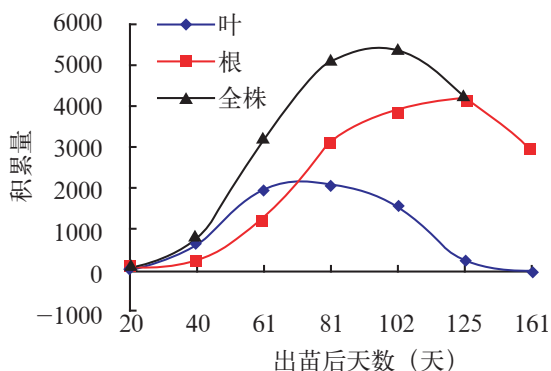


图2 甜菜干物质日积累量

### 2.3 甜菜养分吸收规律

甜菜对N的吸收情况见图3。图中显示甜菜单株吸收N速率表现为前期(出苗后60天之前)较慢,中期(出苗后60-125天)较快,后期(出苗后125天~收获)变慢的积累规律;叶片吸收氮素在出苗后100天达到最大值2.553克/株,之后逐渐下降;块根吸收氮素整个生育期没有叶吸收多,出苗80天之前吸收量较少,80-120天吸收最快,120天之后吸收放缓,收获时接近叶片对氮素的吸收量。

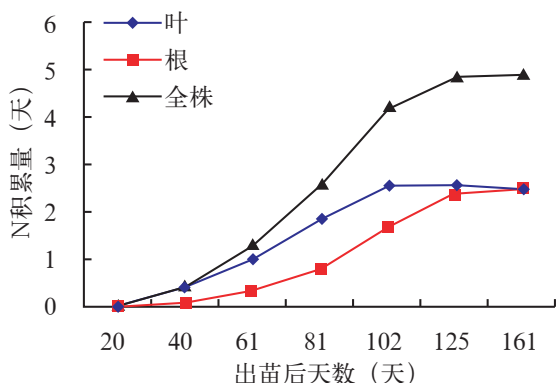


图3 N的吸收累积规律

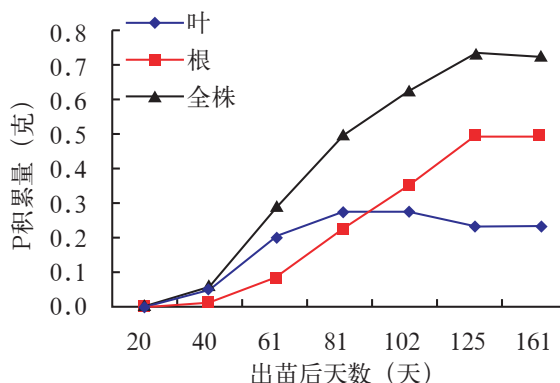


图4 P的吸收累积规律

从图4看出,甜菜对P的吸收总量表现为出苗40天之前较少,叶片吸收P在出苗40-80天最快,并在出苗后80天达到最大吸收量0.276克,此时块根吸收P的量超过叶片;块根吸收P量出苗40天之前较慢,40-120天快速增加,120天达到最大值0.49克。

甜菜对K的吸收规律如图5所示,甜菜吸收K主要集中在叶片中。叶片在出苗40天之前吸收K较少,出苗后40-120天是快速吸收时期,出苗后120天吸收量达到最大值,为6.36克,120天之后吸收量下降;块根在出苗后60天以前对K的吸收缓慢,之后吸收加快,收获时达到最大,占总吸收量的39.8%,在整个生长阶段块根对K的吸收量一直都低于叶片。

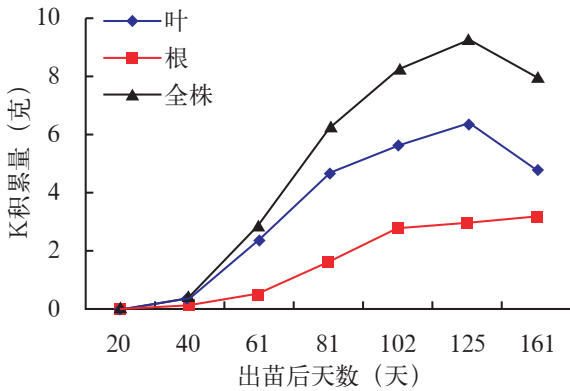


图5 甜菜K的吸收累积规律

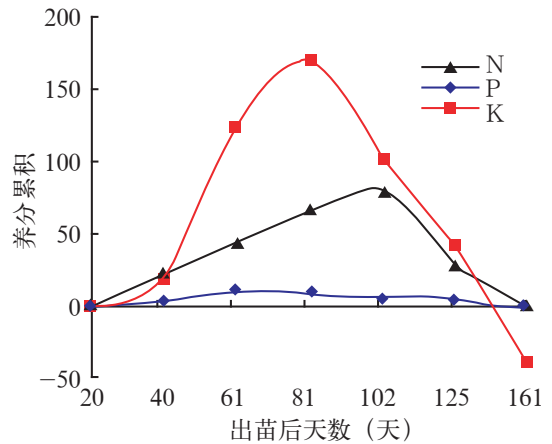


图6 甜菜N、P、K的日吸收量

甜菜对N、P、K的日积累量见图6，出苗后100天之前甜菜日吸收N平稳增加，100天时达到最大值80.3毫克/天/株，100天之后日吸收量逐渐减少；甜菜日吸收P量较少，吸收高峰出现最早，在出苗后60天达到最大值11.73毫克/天/株，之后缓慢减少；甜菜日吸收K量最多，苗期日吸收量较少，40-80天日吸收量快速增加并达到最大值169.27毫克/天/株，之后日吸收锐减，收获前出现负增长。

### 3 小结

3.1 氮、磷、钾肥配合施用 (OPT) 明显地提高了甜菜产量，减素处理与 OPT 比较都不同程度导致了甜菜减产，其中减氮处理 (OPT-N) 减产幅度最大，制约甜菜产量提高的养分限制因子依次为 N>P>K。

3.2 甜菜苗期生长缓慢，出苗后80天叶片日积累量达到最大值，出苗后125天块根的日积累量达到最大值。出苗后60-80天日积累量块根超过叶，这一时期是甜菜由叶片生长为主转移到以块根生长为主的时期，也是块根快速膨大和水肥关键期，此阶段必须保证养分水分的充足供应。

3.3 甜菜单株吸收N速率表现为前期较慢，中期较快，后期变慢的积累规律；块根吸收氮素整个生育期没有叶吸收多，收获时接近叶片对氮素的吸收量。甜菜出苗40天之前吸收P较少，叶片吸收P在出苗40-80天最快，在出苗后80天吸收量最大；块根吸收P量出苗40天之前较慢，40-120天快速增加，120天达到最大值，在出苗后80天块根吸收P的量超过叶片。甜菜吸收K主要集中在叶片中。叶片在出苗40天之前吸收K较少，出苗后120天吸收量达到最大值；块根对K的吸收一直呈上升趋势，收获时达到最大值，在整个生长阶段块根对K的吸收量一直都低于叶片。甜菜单株日吸收N量在出苗后100天内平稳增加并达到最大值；日吸收P量在出苗后60天达到最大值；甜菜日吸收K量最多，苗期吸收量较少，40-80天日吸收量快速增加并达到最大值，之后日吸收锐减。

#### 参考文献:

- [1] 金英姿. 影响甜菜品质的障碍因素及对策[J]. 新疆农业科技, 2005, 05: 35-39
- [2] 曲文章. 施肥量对甜菜产量和生理指标的影响[J]. 中国甜菜, 1993, 02: 25-29

- [3] 丁伟, 曲文章, 程鹏. 不同施钾水平下甜菜干物质积累与分配规律的研究[J]. 中国糖料, 2001, 01: 14-17
- [4] 龚学臣, 乔永明, 袁进成, 等. 甜菜高产高糖平衡施肥模式[J]. 中国糖料, 2004, 04: 32-34
- [5] 孙建军, 李俊杰, 查体翔. 博州甜菜种植区土壤养分状况及施肥对策[J]. 中国糖料, 2007, 01: 45-46
- [6] 刘华君, 王燕飞, 张立明, 等. 不同施肥水平对饲料甜菜产量的影响[J]. 新疆农业科学, 2005, 06: 59-61
- [7] 龚学臣, 袁进成, 乔永明, 等. 氮磷钾肥配合施用对甜菜含糖率的效应分析[J]. 中国甜菜糖业, 2003, 04: 7-9
- [8] 苏永中, 秦来寿, 张树清. 甜菜平衡施肥中的钾效应[J]. 土壤肥料, 1997, 02: 37-38
- [9] 蔡柏岩, 葛菁萍, 曲文章. 氮素水平对甜菜干物质积累与分配的影响[J]. 中国糖料, 2004, 02: 6-9