

# 钾素不同用量对莴苣硝酸盐积累的影响

付晓忠, 廉 华

(黑龙江八一农垦大学 植物科技学院, 黑龙江 大庆 163319)

**摘 要:**以莴苣为试材, 采用通用随机排列设计, 利用基质培育方法, 研究不同供应水平的钾营养对莴苣硝酸盐积累的影响。结果表明: 在供试条件下, 硝酸盐含量与硝酸还原酶活性在一定浓度范围内都随着钾素浓度的增大而降低。

**关键词:** 莴苣; 钾素; 硝酸盐; 积累

中图分类号: S 636.2 文献标识码: A 文章编号: 1001-0009(2009)01-0074-03

人类摄入的硝酸盐 81.2% 来自蔬菜<sup>[1]</sup>, 蔬菜是人体矿质元素的重要来源之一, 尤其是叶菜类蔬菜是一种易于富集硝酸盐的植物, 每公斤蔬菜硝酸盐的含量可达到数千毫克。因此蔬菜体内硝酸盐的含量与人体健康有着密切的关系。莴苣分为叶用和茎用两种, 试验主要研究的是叶用莴苣。莴苣茎叶中含有莴苣素, 味微苦、能增强胃液刺激消化、增进食欲, 并具有镇痛和催眠的作用<sup>[2]</sup>。但是 莴苣作为叶菜类蔬菜品种之一, 极易累积硝酸盐, 加上菜农盲目追求产量而偏施氮肥<sup>[3]</sup>, 因此如何控制诸如莴苣等蔬菜中硝酸盐超标问题是当前无公害蔬菜农业生产中的关键技术问题。虽然蔬菜遗传特性的差异是引起不同蔬菜种类和品种硝酸盐积累差异的主要内源因子<sup>[4]</sup>, 氮肥是引起蔬菜硝酸盐积累的主要外源因子, 但是钾素也是引起蔬菜硝酸盐积累差异的主要外源因子。为了揭示不同钾素用量对莴苣积累硝酸盐的差异, 开辟高产、低硝酸盐积累的无公害蔬菜生产的新途径, 试验采用无土栽培的方法种植莴苣, 以探讨不同钾素浓度种植的莴苣积累硝酸盐能力的差异和硝酸还原酶活性的差异。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料

试验材料为莴苣, 供试水源为去离子水, 育苗基质为珍珠岩。

### 1.2 材料培养

育苗基质为珍珠岩, 每盆栽植 12 株。以 1/5 强度的霍格兰营养液为栽培基准营养液<sup>[5]</sup>, 试验设置不同钾素用量: 处理(K<sub>1</sub>) 0 mmol/L, A1 液 Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> · 4H<sub>2</sub>O + NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, 用量(g/L) 189.0 + 60。B1 液 MgSO<sub>4</sub> ·

7H<sub>2</sub>O + Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, 用量(g/L) 98.6 + 42.7; 处理(K<sub>2</sub>) 0.6 mmol/L, A2 液 Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> · 4H<sub>2</sub>O + KNO<sub>3</sub> + NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, 用量(g/L) 189 + 60.66 + 24.01。B2 液 MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O + NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 用量(g/L) 98.6 + 23; 处理(K<sub>3</sub>) 1.2 mmol/L, A3 液 Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> · 4H<sub>2</sub>O + KNO<sub>3</sub> 用量(g/L) 189.0 + 121.32。B3 液 MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O + NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 用量(g/L) 98.6 + 23; 处理 4(K<sub>4</sub>) 1.8 mmol/L, A4 液 Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> · 4H<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, 用量(g/L) 189.0 + 156.8 + 48.02。B4 液 MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O + NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 用量(g/L) 98.6 + 23。

微量元素配方为华南农业大学通用配方(C 液, 直接使用)试验处理方案: Na<sub>2</sub>FeEDTA 或利用 FeSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O + Na<sub>2</sub>EDTA, 用量(mg/L) 20 或 2780 + 3720; H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 用量(mg/L) 2.86; MnSO<sub>4</sub> · 4H<sub>2</sub>O 用量(mg/L) 2.13; ZnSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O 用量(mg/L) 0.22; CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O 用量(mg/L) 0.08; (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub> · 4H<sub>2</sub>O 用量(mg/L) 0.02。保持苗盘表面湿润, 出苗后 5 d 浇自来水, 此后浇不同钾素浓度的 1/5 的霍格兰溶液。当第 1 片真叶出现后进行第 1 次间苗, 每穴保留 6 棵苗, 当第 3 片真叶出现后进行第 2 次间苗, 每穴保留 3 苗。培养期间每 3 d 浇一次营养液。处理 60 d 后采收, 同时进行单株产量、硝酸盐含量、叶绿素含量和硝酸还原酶活性的测定。

### 1.3 试验测定项目

1.3.1 硝酸盐的测定 采用酚二磺酸比色法测定<sup>[6]</sup>: 称取剪碎的新鲜蔬菜样品 50.00 g, 加入 100.00 mL 去离子水, 经组织捣碎机捣碎。称取菜浆 10.00 g, 加入去离子剂并定容于 100 mL 容量瓶、过滤。吸取适量的滤液于蒸发皿中。在 80℃ 水浴锅中蒸干。蒸发皿中的样品于干燥器中冷却, 冷却后加入 1.00 mL 的酚二磺酸溶液并于干燥器中反应 10 min, 转入 50 mL 的容量瓶, 加入 6 mL 的氨水显色, 冷却后定容, 在 420 nm 下比色测定。

1.3.2 硝酸还原酶活性的测定 采用活体测定法<sup>[7]</sup>: 称取剪碎的植物样品 0.50 g 于试管中, 向每个试管中准确

第一作者简介: 付晓忠(1962-), 男, 在读硕士, 研究方向为园艺学。  
E-mail: fu\_xiao\_zhong@126.com.

通讯作者: 廉华。E-mail: mg\_s\_lh@163.com.

收稿日期: 2008-07-23

加入 10.00 mL 的 0.1 mol/L 的磷酸缓冲液 (pH 值等于 7.5, 含有 0.1 mol/L 的  $\text{KNO}_3$ ) 混匀后于真空干燥器中减压抽气 10 min, 通入空气再抽成真空, 反复几次, 直到叶片完全软化沉入底部。从干燥器中拿出后, 放到恒温培养箱中恒温 30℃ 暗中保温 30 min。取出后立即向每个试管加入 1.00 mL 浓度为 30% 的三氯乙酸终止酶的反应。将每个试管摇匀并静止后, 从试管中取 1.00 mL 的反应液于另外一个试管中, 在分别加入 4.00 mL 的磺胺和 4.00 mL 的  $\alpha$ -萘基乙烯胺, 摇匀后显色 15 min。取显色液于 540 nm 测定其吸光度, 并根据反应液中生成的亚硝酸态氮的总量计算出硝酸还原酶活性。

1.3.3 叶绿素含量的测定 采用酒精提取分光光度法: 把采收的新鲜叶片用不锈钢剪刀剪成碎片, 准确称取 0.20 g 放入试管中, 向试管中加入 15.00 mL 的 95% 的酒精, 塞进试管塞, 常温下放在暗处提取大约 24 h, 待叶片完全变成白色后, 取出提取液, 在 663 nm 和 645 nm 的波长下测定吸光度计算叶绿素含量。

1.3.4 生物产量的测定 处理 60 d 后, 利用电子天平进行单株生物产量的测定, 取其平均值。

## 2 结果与分析

### 2.1 钾素不同用量对硝酸盐含量的影响

钾素用量 (mmol/L) 分别为: 0.0.6.1.2.1.8; 硝酸盐含量 ( $\mu\text{g/g} \cdot \text{FW}$ ) 依次为: 583.325.252.204; 显著性分析 (0.05 和 0.01) 依次为: a 和 A, b 和 B, c 和 C, d 和 D。表明 4 个钾素浓度梯度处理间均极显著差异, 随着钾素浓度的增大莴苣体内硝酸盐含量逐渐降低, 莴苣体内硝酸盐含量最高的是不含有钾素的营养液培养的莴苣, 硝酸盐含量最低的是钾素浓度为 1.8 mmol/L 的营养液培养的莴苣, 硝酸盐含量由大到小的顺序为: 钾素浓度为 0.0 mmol/L 的处理 > 钾素浓度为 0.6 mmol/L 的处理 > 钾素浓度为 1.2 mmol/L 的处理 > 钾素浓度为 1.8 mmol/L 的处理。说明: 钾对硝酸盐含量的主效应较大, 随着钾素浓度的增加, 硝酸盐含量降低, 这是由于钾与硝态氮的吸收、还原及氮素代谢过程密切相关。

### 2.2 钾素不同用量对硝酸还原酶活性的影响

钾素用量 (mmol/L): 0.0.6.1.2.1.8; 硝酸还原酶活性 ( $\text{nmol NO}_2^- \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{FW} \cdot \text{min}^{-1}$ ) 依次为: 44.8.39.32.7.24.3; 显著性分析 (0.05 和 0.01) 依次为: a 和 A, b 和 B, c 和 B, d 和 C。可以看出各个处理之间呈极显著差异。随着营养液中钾素浓度的增大硝酸还原酶活性降低, 当钾素浓度为 1.8 mmol/L 时硝酸还原酶活性是最低的。各处理间硝酸还原酶活性由高到低的顺序为: 钾素浓度为 0 mmol/L 的处理 > 钾素浓度为 0.6 mmol/L 的处理 > 钾素浓度为 1.2 mmol/L 的处理 > 钾素浓度为 1.8 mmol/L 的处理。

### 2.3 钾素不同用量对莴苣体内叶绿素含量的影响

钾素浓度为 0 mmol/L 的处理与 0.6.1.8 mmol/L 的处理呈极显著差异, 其余处理间均不显著。在一定范围内, 随着钾素用量的增多叶绿素含量也在逐渐增多。4 个处理间叶绿素含量由高到低的顺序为, 钾素浓度为 1.8 > 1.2 > 0.6 > 0.0。钾素用量 (mmol/L): 0.0.6.1.2.1.8; 叶绿素 ( $\text{mg/g}$ ) 依次为: 58.3.63.2.106.8.110.9; 显著性分析 (0.05 和 0.01) 依次为: a 和 A, b 和 B, b 和 B, c 和 C。

### 2.4 钾素不同用量对莴苣株高和叶长的影响

钾素用量 (mmol/L): 0.0.6.1.2.1.8; 株高 (mm) 依次为: 51.7.72.92.3.117.5; 显著性分析 (0.05 和 0.01) 依次为: a 和 A, b 和 B, c 和 C, d 和 CD; 叶长 (mm) 依次为: 3.9.5.5.7.8.10; 显著性分析 (0.05 和 0.01): a 和 A, b 和 B, c 和 C, d 和 D。由显著性分析结果可知: 莴苣的株高在 4 个钾素浓度梯度处理间都差异显著, 且除了钾素浓度为 1.2 mmol/L 和 1.8 mmol/L 处理间不是极显著差异外, 其余处理间都是极显著差异; 莴苣的叶长 4 个处理间均有极显著差异。由以上数据显示: 株高和叶长都是随着钾素用量的增多而增大, 钾对莴苣产量有着较大的正效应作用, 能促进蔬菜的生长。

### 2.5 钾素不同用量对莴苣产量的影响

钾素用量 (mmol/L): 1.8.1.2.0.6.0; 单株产量 (g) 依次为: 53.20.41.13.32.54.21.66; 显著性分析 (0.05 和 0.01): a 和 A, a 和 A, b 和 B, b 和 B。以上表明, 钾素不同用量的处理之间的单株生物产量均表现为显著或极显著性差异, 并且随着钾素施用的增多, 单株生物随之增加, 并且在 1.2 mmol/L 处理时达到最大值。在 1.8 mmol/L 和 1.2 mmol/L 处理之间差异不显著。这说明: 钾对莴苣产量有着较大的正效应作用。这可能是因为钾与作物对氮 (硝态氮和铵态氮) 的吸收、还原及氮素代谢过程密切相关。它能够促进光合作用, 提高  $\text{CO}_2$  的同化率, 从而提高产量; 钾促进碳水化合物的运输特别是从地上部向根系的运输, 加速单糖的合成和碳水化合物积累, 还能提高根系的活力, 从而增加根系对硝态氮的吸收, 增加硝酸盐的积累, 促进蔬菜的生长。此外, 钾也是多种酶的激活剂, 还是氨酰合成酶和多肽合成酶的活化剂, 能促进核酸和蛋白质的合成, 从而提高了植物体内的氮代谢速率和粗蛋白含量, 间接影响生物产量。

## 3 结论与讨论

3.1 在一定浓度范围内, 硝酸盐含量与硝酸还原酶活性都随着钾素浓度的增大而降低。

3.2 许多研究硝酸盐的积累与叶绿素含量关系的试验表明硝酸盐的积累与叶绿素含量有关。该试验研究发现硝酸盐含量由大到小的顺序钾素浓度、叶绿素含量由大到小的顺序是相反的。这说明钾素对莴苣体内硝酸盐含量的影响与叶片中叶绿素含量可能存在一定的关

系,具体关系有待于进一步研究。

3.3 钾素浓度为 1.2 mmol/L 时,莴苣体内硝酸盐含量较少,硝酸还原酶活性较低,叶绿素含量和产量较高,是较适宜的培养莴苣的钾素用量。

#### 参考文献

- [1] 董曾施. 肥对蔬菜中硝酸盐残留的影响[J]. 上海农业科技, 2002 (3): 34-36.
- [2] XU C, WU L H, JU X T, et al. Effects of Nitrogen Fertilizer with Nitratification Inhibitor DMPP (3, 4-Dimethylpyrazole phosphate) on Nitrate Ac-

cumulation and Quality of Cabbage [J]. 中国农业科学(英文版), 2004(8): 4-7.

- [3] 李会合, 王正银. 施肥对叶类蔬菜硝酸盐含量的影响[J]. 磷肥与复合肥, 2001, 3(1): 8-10.
- [4] 刘士哲. 现代实用无土栽培技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001.
- [5] 南京农业大学. 土壤农化分析[M]. 北京: 农业出版社, 1981.
- [6] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [7] 史瑞和. 土壤农化分析[M]. 2版. 北京: 农业出版社, 1988.

## Effects of Different Amount Potassium Elements on the Nitrate Accumulation of Lettuce

FU Xiao-zhong, LIAN Hua

(Plant Technology College, August First University, Daqing, Heilongjiang 163319, China)

**Abstract:** Using the random arrangement design in the experiment, the Lettuce was used as experimental materials, adopted the way of substrate culture to study the effects of different Potassium element supply levels on the nitrate accumulation. The results showed that: with the concentration of Potassium element increase, nitrate content and activity of Nitrate Reductases decreased continuously in contain range under experimental condition.

**Key words:** Lettuce; Potassium element; Nitrate; Accumulation

### 1 水果有助抗衰老

1999年,美国农业部老年营养研究中心经过3个月的研究发现,老龄老鼠每天补充蓝莓、草莓提取物后,大脑退化性变化得到明显减缓,运动平衡协调性明显改善,学习记忆力有所提高。无独有偶,我国研究人员也发现,富含植物化合物的石榴汁对老龄老鼠衰老相关的蛋白质、DNA损伤有明显的防治作用。在此基础上,又进一步开展老年人志愿者试验,每人每天喝一杯石榴汁,4周后检查结果发现,老年人抗氧化功能得到明显改善,表明石榴汁具有潜在的抗衰老作用。

### 2 抗衰老有效成分被发现

近年来,营养学家通过研究发现,水果除了含有我们已知的营养素外,还富含大量天然植物化合物。这些物质通过提高抗氧化力、调节解毒酶活性、刺激免疫功能、改善激素代谢、抗菌抗病毒等作用,发挥延缓衰老的作用。水果中常见植物化合物种类、分布及其功能如下:

#### 类胡萝卜素

β胡萝卜素—多含于黄色、橙色水果中,如芒果、杏子、香瓜、木瓜等。

## 食水果抗衰老

有助于延缓衰老,对某些肿瘤具有防治作用,能改善肺功能,减轻糖尿病并发症。

黄体素—多含于猕猴桃、石榴等水果中。有助于保护老年人的视力,减少白内障的发生,对某些肿瘤的发生也可能有预防作用。

番茄红素—多含于番茄、暗红色葡萄、西瓜等水果中。有助于减少前列腺癌和心脏病的发生。

#### 酚酸类物质

鞣花酸—多含于葡萄、蓝莓、草莓、猕猴桃等水果中。有助于减少一些肿瘤的发生,并具有降血脂作用。

#### 类黄酮物质

白藜芦醇—多含于红色葡萄中。有助于减少心脏病、中风、肿瘤等发生。

花色素苷—多含于蓝莓、樱桃、草莓、李子、猕猴桃等水果中。具有明显延缓衰老的作用。

槲皮素—多含于苹果、梨、樱桃、葡萄等水果中。有助于减轻炎症反应,

保护肺脏,对某些肿瘤有防治作用。

橙皮苷—多含于橘子、葡萄、柠檬等水果中。有助于预防心脏病的发生。

红桔素—多含于柑桔类水果中。有助于预防头颈部肿瘤的发生。

#### 单萜类物质

烯—多含于橘子、葡萄、柠檬等水果皮中。有助于保护肺脏,减少一些肿瘤的发生。

### 3 建议

营养学家建议老年人应摄入各种颜色的水果 200~400 g,每天至少一种,最好天天更换不同种类。从改善机体抗氧化功能出发,宜多选择抗氧化力较强的水果,如山楂、冬枣、石榴、猕猴桃、桑葚、草莓、芦柑、橘子、橙子、柠檬等。

水果食用最佳时机:除个别水果和柿子不宜空腹食用外,大多数水果并不需要严格规定具体食用时间。从控制体重出发,建议饭前食用水果,这样可以避免正餐吃得太多。