菠菜不同器官硝态氮与钾素的含量及关系*

赵护兵, 王朝辉, 李生秀
(西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨陵 712100)

[摘　要]　在采自不同地区的 8 种土壤上进行盆栽试验, 研究菠菜不同器官硝态氮与钾素的含量及关系。结果表明, 菠菜体内的硝态氮和钾素含量因器官而异, 且两者在不同器官的分布表现出相反的趋势, 即叶片的钾素含量最高, 根次之, 叶柄最低; 硝态氮含量的分布以叶柄最高, 根次之, 叶片最低。在每千克土施氮 0.15 和 0.30 g 时, 菠菜各器官硝态氮和钾素含量的相关系数分别为- 0.398 和- 0.493, 说明钾素含量高的器官, 硝态氮还原转化速度较快。

[关键词]　菠菜; 硝态氮; 钾素
[中图分类号]　S636.106+.2　　[文献标识码]　A　　[文章编号]1000-2782(2001)04-043-04

硝态氮含量是评价蔬菜品质的重要指标之一。在蔬菜生产中, 为了提高产量, 氮素化肥施用量越来越大, 蔬菜硝态氮累积日益严重。Lorenz[1]发现, 氮肥用量较高时, 萝卜叶柄的硝态氮含量可达干重的 3%, 菠菜、甜菜和甘蓝叶柄的硝态氮含量也达 2% 以上。对我国北京、上海、长沙等地的调查表明[2~4], 人们惯食的许多蔬菜, 均达到三四级污染水平, 既不宜生食, 也不宜熟食。

钾素可以增强蔬菜抗逆能力、促进蔬菜早熟、减少病害, 提高蛋白质的数量和质量, 改善蔬菜品质, 延长蔬菜保鲜期[5,6]。氮素和钾素在蔬菜体内有密切关系, 研究表明[7~9], 合理的氮钾配比可以提高蔬菜的钾素含量, 从而降低硝态氮在蔬菜体内的累积, 但对蔬菜不同器官的硝态氮分布和钾素的关系报道甚少。本研究采用盆栽试验在不同地区的 8 种土壤上, 测定了菠菜不同器官的硝态氮及钾素含量, 旨在揭示菠菜不同器官的硝态氮与钾素的关系。

1　材料和方法

1.1　盆栽试验

试验在西北农林科技大学农作一站玻璃温室内进行, 在采自 3 个地区的 8 种不同土壤(表 1) 上种植菠菜(宁夏圆叶), 在每千克土施 0.15 g P_2O_5 的基础上, 设 0.15, 0.30 g/kg 两个氮水平, 氮肥用尿素, 磷肥用过磷酸钙, 均在播种时和土壤混匀施入。

表 1　供试土壤的主要理化性状

Table 1　Physical and chemical properties of tested soils

土样编号 Soil No.	土壤来源 Soil resource	有机质/ ($g \cdot kg^{-1}$) O. M.	全氮/ ($g \cdot kg^{-1}$) Total N	铵态氮/ ($\mu g \cdot g^{-1}$) NH_4^+ - N	硝态氮/ ($\mu g \cdot g^{-1}$) NO_3^- - N	速效磷/ ($\mu g \cdot g^{-1}$) Available-P	速效钾/ ($\mu g \cdot g^{-1}$) Available-K	pH
1	杨陵 Yangling	12.31	0.913	19.33	24.52	6.31	192.78	8.43
2	杨陵 Yangling	11.03	0.663	17.83	21.58	11.07	181.86	8.38
3	永寿 Yongshou	9.22	0.698	17.70	8.85	8.89	119.98	8.42
4	安塞 Ansai	10.02	0.835	19.47	21.28	70.27	71.94	8.37
5	永寿 Yongshou	11.53	0.824	20.75	48.26	28.85	220.08	7.96
6	永寿 Yongshou	12.49	0.982	17.94	22.36	26.24	169.85	8.26
7	安塞 Ansai	8.23	0.519	19.94	49.97	10.94	128.35	8.31
8	杨陵 Yangling	17.31	1.173	19.43	59.33	29.22	201.88	8.16

1996 年 10 月 20 日播种。采用深棕红色硬质不透光塑料盆, 每盆装土 3.75 kg。将称好的土壤与肥料混匀后装盆, 边装土边振动, 使盆中土壤松紧适宜。播种前, 每盆预先取出 0.2 kg 土, 然后浇入 250

* [收稿日期]　2000-09-27
[基金项目]　国家自然科学基金资助项目(39970429); 陕西省星火计划; 杨凌科技开发基金项目(2000J-01)
[作者简介]　赵护兵(1974-), 男, 陕西乾县人, 研究实习员, 主要从事植物氮素营养研究。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

mL 自来水, 待水分完全渗入土壤后, 分 5 点播种, 每点播 5～6 粒, 再用各盆取出的土壤均匀覆盖种子。每处理 4 盆。

菠菜出苗后根据生长情况, 及时疏苗, 以便其正常生长。待长出第 3 片真叶后, 选择同一处理中长势一致的植株定苗, 每盆留 10 株。菠菜生长期间, 根据盆土干湿情况进行浇水, 不同处理间每次灌水量保持一致。

1.2 样品采集及测定

菠菜样品采集于 1997-03-10 上午 8:30～9:30。不同土壤各处理均采 3 盆, 每盆分别做为 1 个混合样品。所采的植株立即装入塑料袋, 标记、密封, 以防水分损失。将样品带回实验室, 按根、叶柄及叶片分开各器官, 以防硝态氮在各器官之间转移。用自来水洗净根系表面, 并迅速用无氮吸水纸吸干表面水分, 尽量避免根系吸水对测定结果的影响。叶柄和叶片用毛巾擦净。称量各器官鲜重, 分别切碎混匀, 从中称一定量样品, 放入烘箱, 先在 90 ℃烘 30 min, 然后降到 65 ℃, 烘干制成干样, 用于测定水分及钾素含量。剩余部分装入塑料袋标记、密封, 放入冰箱, 在 0～4 ℃保存, 用于硝态氮含量的测定。

浸取硝态氮时, 称取根与叶片各 1.00 g, 叶柄 2.00 g。然后放入研钵内, 加入 1 mL 300 g/L 三氯乙酸(抑制硝酸还原酶的活性)及少量石英砂。研磨至匀浆后, 用 29 mL 蒸馏水分多次转移至 50 mL 离心管中, 以 4 000 r/min 离心 10 min, 吸取上清液 5 mL 定容至 100 mL, 制成待测液[10]。待测液中的硝态氮用连续分析仪测定。

菠菜烘干样品的钾素含量用 H_2SO_4-H_2O_2 法消解, 火焰光度法测定。

2 结果与分析

2.1 累积硝态氮在菠菜不同器官的分布

在通气良好的土壤中, 硝态氮是植物吸收的主要氮素形态。进入植物体的硝态氮大部分经过硝酸还原酶的作用转化为氨, 进一步形成氨基酸、蛋白质, 但有一部分会以硝态氮的形式累积于植物体内。

由表 2 可以看出, 菠菜硝态氮含量均随氮肥用量增加而显著升高。与每千克土施氮 0.15 g 相比, 施氮量 0.30 g/kg 时, 叶柄的硝态氮含量平均增加 9.4%, 根增加 32.6%, 叶片增加 13.6%。在同一施氮水平时, 菠菜的硝态氮累积因器官而异, 叶柄的硝态氮含量最高, 其次是根, 叶片最低。从不同土壤上种植的菠菜硝态氮含量平均值来看, 施氮 0.15 和 0.30 g/kg 时, 叶柄比根分别高 105.9% 和 69.9%, 根比叶片分别高出 3.5% 和 20.8%。氮肥用量不同并不改变这一分布趋势, 说明不同器官、部位累积硝态氮的能力存在差异。

表 2 菠菜不同器官的硝态氮含量

Table 2 Nitrate-N contents in different organs of spinach μg·g^{-1}

土样编号 Soil No.	施氮量/(g·kg^{-1}) N rates	NO_3^--N 叶柄 Stem	根 Root	叶片 Blade	土样编号 Soil No.	施氮量/(g·kg^{-1}) N rates	NO_3^--N 叶柄 Stem	根 Root	叶片 Blade
1	0.15	1 594.2	765.4	784.8	6	0.15	1 493.8	734.4	658.7
	0.30	1 840.3	951.4	888.4		0.30	1 492.8	895.9	767.9
2	0.15	1 657.8	809.0	789.1	7	0.15	1 723.1	849.4	635.9
	0.30	1 845.6	1 120.5	810.3		0.30	1 776.4	1 037.3	839.9
3	0.15	1 487.8	705.2	668.6	8	0.15	1 687.1	929.8	852.9
	0.30	1 685.8	905.6	889.4		0.30	1 672.5	1 127.9	905.9
4	0.15	1 456.4	868.9	720.6	平均 Mean	0.15	1 584.6	769.5	743.7
	0.30	1 755.3	1 057.3	871.0		0.30	1 733.7**	1 020.5**	844.7*
5	0.15	1 576.7	710.2	839.0					
	0.30	1 801.1	1 068.5	785.0					

注: 1) 含量以鲜重计; 2) * 和 ** 分别表示平均值达 5% 和 1% 的差异显著水平。下表同。

Note: 1) Contents were on the basis of fresh weight; 2) * and ** show the differences between the mean values of nitrate-N contents rates at level of 5% and 1% respectively.

2.2 钾素在菠菜不同器官的分布

钾是植物生长发育所必需的营养元素, 以离子态存在于不同的器官。对菠菜不同器官钾素含量(表 3)的分析表明, 菠菜不同器官的钾素含量均随氮肥用量的增加而明显降低。与每千克土施氮 0.15 g 相比, 施氮量 0.30 g/kg 时, 叶柄的钾素含量平均降低 13.8%, 根降低 11.2%, 叶片降低 11.8%。钾素含量亦因器官而异, 在同一施氮水平, 叶柄钾素含量低于根, 根钾素含量又低于叶片。在施氮量为 0.15 g/kg 时, 叶柄的钾素含量平均比根低 17.4%, 根比叶片

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

低 10.3%; 在施氮量为 0.30 g/kg 时, 叶柄的钾素含量平均比根低 19.8%, 根比叶片低 9.8%。由此可见, 菠菜不同器官的钾素含量存在明显差异。

表 3　菠菜不同器官钾素含量

Table 3　Content of K in different organs of spinach　　μg·g⁻¹

土样编号 Soil No.	施氮量/(g·kg⁻¹) N rates	钾素含量 Content of K 叶柄 Stem	根 Root	叶片 Blade	土样编号 Soil No.	施氮量/(g·kg⁻¹) N rates	钾素含量 Content of K 叶柄 Stem	根 Root	叶片 Blade
1	0.15	3 820.6	3 502.5	3 956.6	6	0.15	5 530.6	4 237.6	6 848.8
	0.30	3 411.6	3 425.6	3 758.5		0.30	4 167.5	4 802.3	5 904.4
2	0.15	4 126.5	7 502.2	4 630.3	7	0.15	4 080.6	4 857.6	8 798.6
	0.30	3 830.6	6 059.3	3 965.5		0.30	2 990.7	4 625.5	7 296.5
3	0.15	4 870.5	5 007.5	5 760.4	8	0.15	3 967.5	5 070.6	3 957.6
	0.30	4 382.2	4 599.4	5 276.3		0.30	3 700.6	3 597.8	4 068.6
4	0.15	2 011.6	3 194.6	3 794.1	平均 Mean	0.15	4 195.7	5 080.3	5 666.8
	0.30	1 940.0	3 048.8	3 783.7		0.30	3 617.8**	4 509.2	4 998.0*
5	0.15	5 157.3	7 269.7	7 587.6					
	0.30	4 518.8	5 914.6	5 930.5					

2.3　菠菜不同器官钾素和硝态氮分布的关系

上述分析表明, 菠菜叶柄的钾素含量低于根, 根的钾素含量又低于叶片, 而硝态氮的分布则是叶柄含量高于根, 根含量高于叶片(图 1)。相关分析亦表明, 在施氮量为 0.15, 0.30 g/kg 时, 菠菜各器官硝态氮和钾素含量的相关系数分别为 -0.398, -0.493(n= 24 时, $r_{0.05}$= 0.404, $r_{0.01}$= 0.515)。可见, 菠菜不同器官的钾素和硝态氮含量有相反趋势, 即钾素含量高的器官硝态氮含量低, 钾素含量低的器官硝态氮含量高。

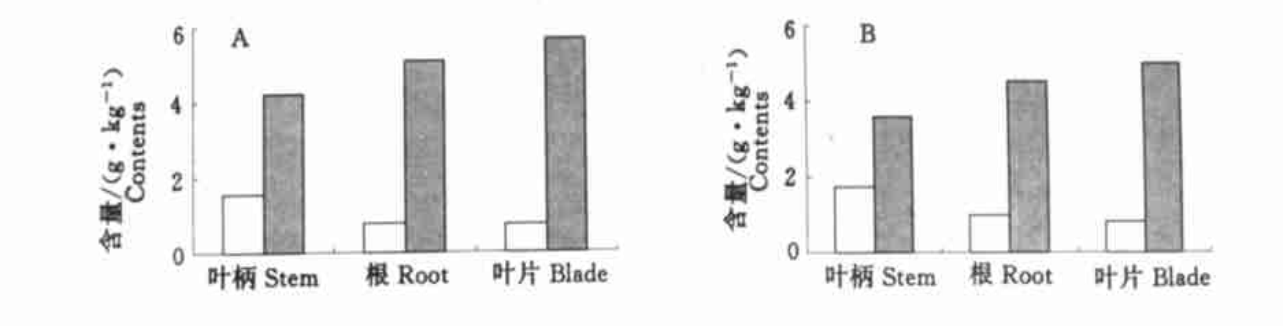

图 1　菠菜不同器官的硝态氮与钾素含量的关系

A. 施氮量 0.15 g/kg; B. 施氮量 0.30 g/kg; □硝态氮; □ 钾素

Fig. 1　The relationships between the contents of nitrate-N and K in different organs of spinach

A. Nitrate-N 0.15 g/kg; B. Nitrate-N 0.30 g/kg; □ Nitrote-N; □ K

3　小　结

对 8 种土壤种植的菠菜硝态氮及钾素的测定表明, 菠菜的硝态氮和钾素含量因器官而异, 且两者在不同器官上的分布表现出相反的趋势。钾素和硝态氮的这种相反关系说明植物体内钾素含量高时, 有利于促进硝态氮的转运及还原转化。这一现象可能与钾素的生理功能有关。钾是植物必需的营养元素, 能促进光合作用, 提高 CO_2 的同化效率, 加速光合作用形成的碳水化合物从地上向地下部分的转移, 从而促进根系生长发育, 提高其吸收养分的能力。钾还是硝态氮在植物体内运输的伴随离子, 可加速硝态氮由根部向地上部分的转移[9]; 钾也是氨基酸-tRNA 合成酶和多肽合成酶的活化剂, 能促进蛋白质的合成。可见, 钾不仅能促进硝态氮的吸收, 还能促进硝态氮由根系向地上部分运转及还原转化, 降低硝态氮累积。

在农业生产上, 增加氮肥用量是提高蔬菜产量的关键。在通气良好的土壤中, 施入的硝态氮, 或施用其他形态的氮肥如尿素、铵态氮均会经硝化作用形成硝态氮, 从而提高土壤的硝态氮供应水平, 增加蔬菜硝态氮的吸收和累积, 影响蔬菜的品质。因此, 合理施用氮肥是蔬菜"两高一优"生产的关键。据研究[7]氮肥和钾肥配施可以降低蔬菜的硝态氮累积,

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

但在不同地区土壤的钾素供应能力不同,而且蔬菜对钾素的需求也因种类而异。可见,针对不同土壤、不同蔬菜确定合理的氮钾肥用量及配比,对降低蔬菜硝态氮累积有重要意义。

[参考文献]

[1] Lorenz O A. Nitrate in the environment[A]. Donald R, Nielson J, MacDonald. Soil- Plant- Nitrogen relationship[C]. New York: Academic Press, 1978. 201- 209.

[2] 沈明珠, 崔宝杰, 东惠茹, 等. 蔬菜硝酸盐累积的研究 Ⅰ. 不同蔬菜硝酸盐和亚硝酸盐含量评价[J]. 园艺学报, 1982, 9(4): 41- 48.

[3] 黄启文, 李天贵, 周兆德. 长沙市、湘潭市蔬菜硝酸盐污染的调查[J]. 湖南农学院学报, 1991, 17(增刊): 381- 386.

[4] 周根娣, 卢善玲. 上海市主要蔬菜中硝酸盐含量及加工处理后硝酸盐和亚硝酸盐含量[J]. 环境污染与防治, 1989, 11(6): 31- 32.

[5] 范德纯, 杨鉴舫, 符新昌, 等. 土娄土施钾对蔬菜产量及品质影响的研究[J]. 陕西农业科学, 1990, (2): 20- 21.

[6] 谢建昌. 钾与中国农业[M]. 南京: 河海大学出版社, 2000.

[7] 何天秀, 何成辉, 吴德意. 蔬菜中硝态氮含量及其与钾含量的关系[J]. 农业环境保护, 1992, 11(5): 209- 211.

[8] 周兆德, 李天贵, 黄启为. 磷钾配比对叶类蔬菜产量和品质的影响[J]. 湖南农学院学报, 1991, 17(增刊): 395- 399.

[9] 杨 暹, 关佩聪, 陈玉娣. 氮钾营养与花椰菜氮素代谢和产量的初步研究[J]. 华南农业大学学报, 1994, 15, (1): 85- 90.

[10] 王朝辉, 李生秀. 蔬菜不同器官的硝态氮与水分、全氮、全磷的关系[J]. 植物营养与肥料学报, 1996, 2(2): 144- 152.

Contents of nitrate-N and K in different organs of spinach and its relationship

ZHAO Hu-bing, WANG Zhao-hui, LI Sheng-xiu

(*College of Resources and Environment, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi* 712100, *China*)

Abstract: Pot experiments were carried out on 8 different soils sampled from different sites using spinach as indicating crop, to study the contents of nitrate-N and K in different organs of spinach and its relationship. The obtained results showed that both the contents of nitrate-N and K were different with organs, and their distribution among different organs showed an opposite tendency. The K contents of blades were the highest, then of the roots, and those of stems were the lowest, but the nitrate-N contents of blades were the lowest, then of the roots, and those of stems were the highest. Correlation analysis indicated that the coefficient (r) was - 0.398 and - 0.493 at 0.15, 0.30 g/kg soil respectively. This kind of tendency between K and nitrate-N in different organs indicated that higher potassium content could promote the transformation and reduction of nitrate.

Key words: spinach; nitrate-N content; K content

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net