

尿素与镁肥配施对生菜产量和品质的影响

丁玉川¹, 焦晓燕¹, 聂 督¹, 李丽君¹, 王庶陶²

(1. 山西省农业科学院 农业环境与资源研究所, 山西省土壤环境与养分资源重点实验室, 山西 太原 030006;

2. 山西省农业科学院, 山西 太原 030006)

摘 要:以“意大利 108”生菜为试材, 在田间试验条件下, 研究了尿素与镁肥配施对生菜产量和品质的影响。结果表明: 适量尿素与镁肥配合施用能明显增加生菜产量、维生素 C、还原糖和可溶性固形物含量, 降低硝酸盐含量。随着尿素用量增加, 生菜硝酸盐含量、氮、磷、钾的吸收量明显增加, 而维生素 C 和可溶性固形物含量、钙和镁吸收量下降。施用镁肥后生菜对硝酸盐含量、氮、磷、钾、钙和镁吸收量明显增加。氮、镁相互作用对生菜产量、可溶性固形物含量、氮、磷、钙、镁营养吸收量以及有土壤硝态氮含量均有明显的影响。

关键词:尿素; 镁; 生菜; 产量; 品质

中图分类号:S 636. 206⁺. 2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001—0009(2012)12—0167—03

蔬菜是人们日常生活中必不可少的重要食品, 但易于积累硝酸盐, 严重威胁人们的健康。据报道, 人体积累的硝酸盐约 80% 来自蔬菜^[1]。蔬菜硝酸盐积累强度与蔬菜种类、品种、土壤、光照、水分、肥料品种和施用量等有密切关系^[2-3]。氮是植物最重要、吸收量最多的必要营养元素。氮肥对作物产量和品质具有非常重要的作用。铵态氮和硝态氮是植物直接吸收的 2 种主要氮源, 尿素(酰胺态氮)在脲酶的作用下转换成铵态氮后也能被植物吸收利用。有关氮对生菜产量和品质影响已有报道, 孙旭霞等^[4]研究结果表明, 随着氮肥水平的增加, 生菜产量和品质明显增加, 超过一定氮肥用量后, 产量和品质则下降。孙治强等^[5]研究表明, 生菜中硝酸盐含量与施氮量呈显著的正相关性, 过量施用氮肥是生菜中硝酸盐累积的主要原因。迄今为止, 有关尿素与镁配合施用对生菜生长发育影响报道较少。为此, 现采用田间试验与室内分析相结合的方法, 研究了尿素与镁肥配合施用对生菜产量和品质的影响, 以期对生菜高产优质施肥技术提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试生菜品种为“意大利 108”; 试验地土壤为潮褐土, 质地为壤土。土壤耕层(0~20 cm)有机质含量为 11.7 g/kg, 全氮 0.62 g/kg, 全磷 0.83 g/kg, 全钾 17.2 g/kg, 全镁 9.3 g/kg, 碱解氮 229 mg/kg, 有效磷 13.3 mg/kg, 交互性钾 319 mg/kg, 交互性镁 642 mg/kg, pH 8.2。

第一作者简介:丁玉川(1962-), 男, 山西河津人, 博士, 研究员, 现主要从事植物营养与施肥以及作物高产栽培技术等研究工作。

基金项目:山西省农业科学院博士基金资助项目(YBSJJ0810); 山西省留学回国人员科研资助项目(2010-116)。

收稿日期:2012—03—27

1.2 试验方法

田间试验于 2010 年在山西省太原市小店区孙家寨村菜地进行。试验设 4 个氮水平, 分别为 0、69、138、207 kg/hm², 以尿素(N 46%)为氮源, 分别以 N₀、N₁、N₂、N₃ 表示; 4 个镁水平, 分别为 0、5、10、20 kg/hm², 以硫酸镁(99%)作为镁肥, 分别以 Mg₀、Mg₁、Mg₂、Mg₃ 表示。磷肥用过磷酸钙颗粒(P₂O₅ 12%), 施用量为 600 kg/hm²。钾肥用硫酸钾(K₂O 51%), 施用量为 300 kg/hm²。试验所用肥料均在播种前作为基肥一次施入。试验小区面积 32 m² (4 m×8 m), 采用随机区组排列方法, 3 次重复。试验用生菜 2010 年 5 月 5 日移栽, 种植行距 30 cm, 株距 25 cm。2010 年 6 月 25 日收获。

1.3 项目测定

基础土壤农化分析按土壤常规分析。生菜收获前取样时剥去外叶, 只取地上部可食部位, 样品清洗干燥后放入烘箱中, 在 75℃ 下烘干 48 h 称干物质重量。植物样品中 N、P、K 测定采用 H₂SO₄-H₂O 消化法, N 含量用蒸馏自动分析仪测定, P 含量用钼锑抗比色法, K 含量用火焰光度计法, Mg 含量采用原子吸收法^[6]。生菜收获后采集不同处理 0~20 cm 土层土样, 测定土壤硝态氮含量。

收获前取生菜地上部鲜样测定, 维生素 C 采用 2,6-二氯吡啶酚滴定法测定, 可溶性固形物含量采用折光计法测定, 还原糖含量采用 3,5-二硝基水杨酸比色法测定, 硝酸盐含量采用比色法测定^[7]。生菜收获时剥去外叶收取地上部净菜, 小区产量按实际收获产量计算。

1.4 数据分析

试验数据采用 Microsoft Excel(2003)和 SAS 9.0 软件进行统计分析, 采用 Fisher's LSD 检验各处理平均值之间的差异显著性。

2 结果与分析

2.1 尿素与镁肥配施对生菜产量的影响

由表 1 可知, 随着尿素施用量的增加, 生菜产量也

相应增加,当尿素施用量高于中量时,产量增加不显著。施用低量镁肥对生菜产量影响不明显,而施中量和高量镁肥时,生菜产量明显增加。多元回归分析结果表明,氮、镁施用量对生菜产量有明显的影响,氮与镁相互作用不显著。从产量拟合方程 $[Y = 310.2 + 36.2 N + 16.7 Mg + 3.0 N \times Mg - 4.5 N^2 - 2.1 Mg^2 (R^2 = 0.628)]$ 也可以看出,施氮对产量的作用明显大于镁的影响,氮、镁营养间的相互作用相对较小。

表 1 尿素与镁肥配施对生菜生物产量的影响

Table 1 Effect of nitrogen and magnesium fertilizers on biomass yield of lettuce kg/hm²

镁、氮水平 Mg, N levels	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	平均值 Mean	显著性检验 Significance test
Mg ₀	45 072	48 322	50 965	55 644	50 001b	F * *
Mg ₁	46 001	49 465	57 287	55 180	51 983b	N * *
Mg ₂	48 658	55 108	56 394	60 858	55 255a	Mg * *
Mg ₃	47 858	54 751	59 430	62 216	56 064a	N×Mg ns
平均值 Mean	46 897c	51 912b	56 019a	58 475a		

注:表中平均值后的不同小写字母表示处理间差异达到了显著水平($P < 0.05$)。* 表示 $P < 0.05$, ** 表示 $P < 0.01$, ns 表示不显著。下同。

Note: The different small letters mean significant at 0.05 levels, * means $P < 0.05$, ** means $P < 0.01$, ns means no significance. The same as follows.

2.2 尿素与镁肥配施对生菜养分吸收的影响

由表 2 可知,随着氮用量增加,生菜对氮、磷、钾的吸收量相应明显增加,与此相反,钙、镁吸收量相应减少。与对照相比,施用镁肥后生菜对氮、磷、钾、钙和镁

表 2 尿素与镁肥配施对生菜养分吸收的影响

Table 2 Effect of nitrogen and magnesium fertilizers on nutrient uptake in lettuce plants mg/株

镁、氮水平 Mg, N levels	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	平均值 Mean	显著性检验 Significance test
氮吸收量 N uptake						
Mg ₀	419.6	593.6	583.3	708.9	576.4b	F * *
Mg ₁	600.5	557.5	673.7	662.4	623.5a	N * *
Mg ₂	509.2	623.0	649.4	696.5	619.5a	Mg * *
Mg ₃	551.1	592.1	651.0	773.0	641.8a	N×Mg * *
平均值 Mean	520.1d	591.6c	639.4b	710.2a		
磷吸收量 P uptake						
Mg ₀	94.7	108.2	108.8	105.2	104.2c	F * *
Mg ₁	90.2	124.7	162.4	135.2	128.1b	N * *
Mg ₂	132.8	115.7	136.2	157.6	135.6a	Mg * *
Mg ₃	87.1	126.5	120.6	154.6	122.2b	N×Mg * *
平均值 Mean	101.2c	118.8b	132.0a	138.2a		
钾吸收量 K uptake						
Mg ₀	935.5	1 035.0	1 282.5	1 199.7	1 113.2b	F * *
Mg ₁	1 022.4	1 419.6	1 787.5	1 519.9	1 437.4a	N * *
Mg ₂	1 004.8	1 539.1	1 606.6	1 591.1	1 435.4a	Mg * *
Mg ₃	1 241.2	1 636.5	1 728.5	1 617.9	1 556.0a	N×Mg ns
平均值 Mean	1 051.0c	1 407.6b	1 601.3a	1 482.2ab		
钙吸收量 Ca uptake						
Mg ₀	465.4	483.7	495.9	395.3	460.1b	F * *
Mg ₁	592.5	458.8	579.4	442.3	518.3a	N * *
Mg ₂	558.6	563.2	538.8	460.1	530.2a	Mg * *
Mg ₃	499.2	657.3	584.5	372.4	528.4a	N×Mg * *
平均值 Mean	528.9a	540.8a	549.7a	417.5b		
镁吸收量 Mg uptake						
Mg ₀	50.5	59.2	78.5	52.6	60.2d	F * *
Mg ₁	70.8	60.6	66.2	56.0	63.4c	N * *
Mg ₂	92.0	69.4	59.2	51.1	67.9b	Mg * *
Mg ₃	97.2	82.4	60.3	47.9	72.0a	N×Mg * *
平均值 Mean	77.6a	67.9b	66.1b	51.9c		

吸收量明显增加,随着镁施用量增加磷和镁吸收量明显增加,而氮、钾和钙吸收没有明显增加。统计结果表明,氮、镁相互作用对生菜氮、磷、钙、镁吸收量有明显的

2.3 尿素与镁肥配施对生菜品质的影响

2.3.1 对生菜硝酸盐积累的影响 随着氮用量增加,生菜硝酸盐含量明显增加,施镁量对硝酸盐含量也有明显影响。但氮、镁交互作用对生菜硝酸盐含量没有显著的影响。

表 3 尿素与镁肥配施对生菜硝酸盐含量的影响

Table 3 Effect of nitrogen and magnesium fertilizers on nitrate content of lettuce mg/kg

镁、氮水平 Mg, N levels	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	平均值 Mean	显著性检验 Significance test
Mg ₀	218.1	262.5	276.2	315.4	268.1b	F * *
Mg ₁	231.5	260.3	262.6	328.6	270.8b	N * *
Mg ₂	222.4	282.2	325.5	354.5	296.2a	Mg * *
Mg ₃	231.2	293.5	330.5	374.5	307.4a	N×Mg ns
平均值 Mean	228.3d	277.1c	301.2b	345.8a		

2.3.2 对生菜维生素 C 含量的影响 由表 4 可知,适量施用氮能够提高生菜维生素 C 含量,增加氮的施用量明显降低生菜维生素 C 含量。增加镁肥施用对生菜维生素 C 含量也有明显影响。氮、镁交互作用对生菜维生素 C 含量没有明显影响。

表 4 尿素与镁肥配施对生菜维生素 C 含量的影响

Table 4 Effect of nitrogen and magnesium fertilizers on vitamin C content of lettuce mg/kg

镁、氮水平 Mg, N levels	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	平均值 Mean	显著性检验 Significance test
Mg ₀	27.99	32.10	33.13	28.18	30.35b	F * *
Mg ₁	30.25	34.81	33.64	33.32	33.01ab	N * *
Mg ₂	29.95	35.09	37.22	35.73	34.50a	Mg * *
Mg ₃	32.27	36.97	40.78	29.71	34.93a	N×Mg ns
平均值 Mean	30.12b	34.74a	36.19a	31.74b		

2.3.3 对生菜还原糖含量的影响 由表 5 可知,与对照相比,施用氮和镁都能显著增加生菜还原糖含量,但是随着氮、镁施用量增加,生菜还原糖含量增加不明显。氮、镁交互作用对生菜还原糖含量没有显著影响。

表 5 尿素与镁肥配施对生菜还原糖含量的影响

Table 5 Effect of nitrogen and magnesium fertilizers on induce sugar content of lettuce mg/kg

镁、氮水平 Mg, N levels	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	平均值 Mean	显著性检验 Significance test
Mg ₀	11.46	12.68	12.72	13.15	12.50b	F * *
Mg ₁	11.35	15.74	17.15	14.38	14.66a	N * *
Mg ₂	10.68	16.04	17.33	18.67	15.68a	Mg * *
Mg ₃	11.93	14.97	16.96	14.88	14.69a	N×Mg ns
平均值 Mean	11.36b	14.86a	16.04a	15.27a		

2.3.4 对生菜可溶性固形物含量的影响 由表 6 可知,适量氮施用量可显著增加生菜可溶性固形物含量,增加氮施用量明显降低可溶性固形物含量。施镁增加生菜可溶性固形物含量,但增加镁施用量对生菜可溶性固形物含量没有明显影响。多元回归分析结果表明,氮、镁

表 6 尿素与镁肥配施对生菜可溶性固形物含量的影响

Table 6 Effect of nitrogen and magnesium fertilizers on soluble solids content of lettuce mg/kg

镁、氮水平 Mg, N levels	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	平均值 Mean	显著性检验 Significance test
Mg ₀	19.2	23.8	25.1	22.5	22.4b	F**
Mg ₁	20.3	27.1	27.8	24.3	24.9a	N**
Mg ₂	20.5	28.4	30.1	26.2	26.3a	Mg**
Mg ₃	21.1	26.8	29.2	24.7	25.5a	N×Mg*
平均值 Mean	20.3d	26.5b	27.8a	24.4c		

相互作用对生菜可溶性固形物含量有明显的影响。

2.4 尿素与镁肥配施对耕层土壤硝态氮含量的影响

由表 7 可知,施用高量氮对土壤硝态氮含量有明显影响,低量和中量氮对土壤硝态氮含量影响不显著。镁肥施用能降低土壤硝态氮含量,但其作用不明显。统计分析结果表明,氮、镁相互作用对土壤硝态氮含量有明显的影响。

表 7 尿素与镁肥配施对耕层土壤硝态氮含量的影响

Table 7 Effect of nitrogen and magnesium fertilizers on NO₃⁻-N contents in the 0~20 cm soil layer mg/kg

镁、氮水平 Mg, N levels	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	平均值 Mean	显著性检验 Significance test
Mg ₀	8.05	9.99	9.34	12.20	9.90	F**
Mg ₁	6.30	8.20	6.01	10.80	7.83	N**
Mg ₂	6.72	5.82	8.20	13.20	8.49	Mg**
Mg ₃	6.12	5.46	9.41	13.50	8.62	N×Mg**
平均值 Mean	6.80b	7.37b	8.24b	12.43a		

3 结论

适量施用尿素和镁肥均能明显增加生菜产量。氮、镁相互作用对生菜产量有明显的影。随着尿素用量增加,生菜硝酸盐含量明显增加,施镁量对硝酸盐含量也有明显影响。适当施用适量尿素和镁肥均可明显增加生菜维生素 C、还原糖和可溶性固形物含量,但过量施用尿素会降低维生素 C 和可溶性固形物含量。氮、镁相互作用对生菜可溶性固形物含量有明显的影。随着尿素用量增加,生菜对氮、磷、钾的吸收量相应明显增加,而钙、镁吸收量相应减少。施用镁肥后生菜对氮、磷、钾、钙和镁吸收量明显增加。氮、镁相互作用对生菜氮、磷、钙、镁吸收量有明显的影。氮、镁相互作用对土壤硝态氮含量有明显的影。施用高量尿素明显提高土壤硝态氮含量。

参考文献

- [1] 赵建平. 蔬菜硝酸盐积累生理机制研究进展[J]. 中国农学通报, 2005, 25(1): 93-96.
- [2] 徐卫红, 王正银, 权月梅, 等. 沼液对莴笋和生菜硝酸盐含量及营养品质的影响[J]. 农村生态环境, 2003, 19(2): 34-37.
- [3] 王荣萍, 蓝佩玲, 李淑仪, 等. 氮肥品种及施肥方式对小白菜产量与品质的影响[J]. 生态环境, 2007, 16(3): 1040-1043.
- [4] 孙旭霞, 薛玉花, 伍晓华. 氮肥水平对生菜产量及品质的影响研究[J]. 北方园艺, 2009(8): 100-101.
- [5] 孙治强, 张楠, 赵卫星, 等. 氮肥施用量对生菜产量、硝酸盐积累及土壤 EC 值、pH 值的影响[J]. 江西农业学报, 2007, 19(4): 44-45.
- [6] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 2 版. 北京: 中国农业出版社, 2000: 30-177.
- [7] 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: 194-202.

Effects of Application of Nitrogen and Magnesium Fertilizers on Yield and Quality of Lettuce

DING Yu-chuan¹, JIAO Xiao-yan¹, NIE Du¹, LI Li-jun¹, WANG Shu-tao²

(1. Institute of Agricultural Environment and Resources, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Key Laboratory of Soil Environment and Nutrient Resources of Shanxi Province, Taiyuan, Shanxi 030006; 2. Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Taiyuan, Shanxi 030006)

Abstract: Taking 'Italy 108' lettuce as test material, the effects of the combined application of nitrogen (N) and magnesium (Mg), the influences of application of urea and Mg fertilizers on the biomass yield and quality of Lettuce were investigated under field conditions. The results showed that the combined application of proper urea and Mg fertilizer can significant increase yield, the contents of vitamin C, reducing sugar and soluble solid and reduce the nitrate content of lettuce. With the rate of urea increase, the nitrate content and the uptake of N, P, K, Ca and Mg by were significant increased, whereas, the contents of vitamin C and soluble solid, and the uptake of Ca and Mg by lettuce were declined. The nitrate content and the uptake of N, P, K, Ca and Mg by lettuce were significant increased when Mg fertilizer was applied. The interaction between N and Mg had significant effect on the yield, soluble sugar content, and uptake of N, P, Ca and Mg by lettuce, and nitrate-N content in soil after harvest. This study indicated that the combined application of proper urea and Mg fertilizer could increase the yield, raise the contents of vitamin C, reducing sugar and soluble solid, reduce nitrate accumulation, and improve quality of lettuce.

Key words: urea; magnesium; lettuce; yield; quality