

氮钾肥配施对菜用油菜产量和品质的影响

张 玲, 杜新民

(山西师范大学 生命科学学院, 山西 临汾 041004)

摘 要:以“五月慢”菜用油菜为试材, 采用盆栽试验的方法, 研究了氮钾配施对菜用油菜产量和品质的影响。结果表明: 当施 N 量为 100 mg/kg 时菜用油菜的叶绿素含量和产量最高, 当施 N 量达到 200 mg/kg 时菜用油菜的叶绿素含量和产量下降; 随着施 N 量的增加, 菜用油菜的可溶性糖含量和维生素 C 含量下降、硝态氮含量增加、品质下降。随着施 K 量的增加, 菜用油菜的叶绿素含量和产量增加、可溶性糖含量和维生素 C 含量提高、硝态氮含量降低、油菜品质提高。 N_2K_3 (N 100 mg/kg, K 300 mg/kg) 处理菜用油菜产量最高, N_1K_3 (N 50 mg/kg, K 300 mg/kg) 处理时菜用油菜品质最好, 故氮、钾配施的最佳方案为 N 50~100 mg/kg, K 200~300 mg/kg。

关键词:氮肥; 钾肥; 配施; 菜用油菜; 产量; 品质

中图分类号: S 565.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2013)24-0176-03

近几年, 随着人们生活水平的提高, 蔬菜种植发展很快。但是, 由于存在着盲目施肥造成品质下降和环境污染^[1], 蔬菜平衡施肥问题成为研究热点^[2]。在山西省蔬菜生产中, 不少菜农仍固守北方地区土壤不缺钾的观念, 不注重蔬菜作物复种指数高及需钾多的特点, 偏施氮、磷肥而不施钾肥及微量元素肥料, 使蔬菜增产幅度逐年下降, 经济效益增长幅度减小^[3]。更为严重的是有些地区由于滥施氮肥, 已造成了蔬菜产量下降、品质变差, 甚至引起土壤性质恶化及环境污染等问题^[4]。综上所述, 蔬菜钾肥的合理施用及氮、磷、钾肥的配施比例, 已成为山西省蔬菜生产中亟待解决的问题。目前, 有关钾肥及其配施方面的研究主要集中在需钾较多的粮食作物^[5-7]和果菜类^[8-9]、根(茎)菜类^[10-12]等蔬菜作物, 在叶菜类上的研究较少, 且主要集中在南方缺钾的地区^[13-14]。该试验采用盆栽方法, 选用营养价值高、生长期短、在我国南北各地广泛栽培的菜用油菜 (*Brassica campestris* L. ssp. *Chinensis*) 为对象, 探讨石灰性褐土上氮、钾配施对菜用油菜产量和品质的影响, 以期菜用油菜施肥提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2013 年 4 月 20 日至 5 月 25 日在山西师范

大学科研基地进行, 选用直径 20 cm 的花盆为试验用盆, 每盆装土 4 kg。供试土壤为石灰性褐土耕层土壤, 土壤有机质 14.79 g/kg, 速效氮 76.8 mg/kg, 速效磷 21.53 mg/kg, 速效钾 106.96 mg/kg。

供试菜用油菜品种为“五月慢”。供试氮、钾肥料分别选用尿素和硫酸钾, 肥底肥料选用过磷酸钙。

1.2 试验方法

试验设 N_1K_1 、 N_1K_2 、 N_1K_3 、 N_2K_1 、 N_2K_2 、 N_2K_3 、 N_3K_1 、 N_3K_2 、 N_3K_3 共 9 个处理, 其中 N_1 、 N_2 、 N_3 分别代表施 N 量 50、100、200 mg/kg; K_1 、 K_2 、 K_3 分别代表施 K_2O 量 100、200、300 mg/kg。磷肥用量为施用 P_2O_5 150 mg/kg。以不施氮、钾肥的 N_0K_0 为对照 (CK), 3 次重复。试验实施时, 氮肥的 2/3、钾肥及磷肥以基肥形式在定植前均匀混入土中, 氮肥的 1/3 用作追肥, 分别在播种后 10 d 和 20 d 分 2 次以稀溶液形式追入, 每处理重复 3 次。2013 年 4 月 20 日播种, 4 月 30 日定苗, 每盆 9 株。在菜用油菜生长期定时定量进行浇水管理, 5 月 25 日收获, 按盆统计产量。

1.3 项目测定

叶绿素含量测定采用混合液法; 硝态氮含量测定采用硝基水杨酸比色法; 可溶性糖含量测定采用蒽酮比色法; 维生素 C 含量测定采用 2,6-二氯酚靛酚滴定法^[15]。

2 结果与分析

2.1 氮钾配施对菜用油菜叶绿素含量和产量的影响

2.1.1 氮钾配施对菜用油菜叶绿素含量的影响 由表 1 可以看出, 不同氮钾配施均能极显著 ($P < 0.01$) 提高菜用油菜叶绿素含量。在不同的施氮水平下, 增施钾肥均能提高菜用油菜叶绿素含量, N_2K_2 比 N_2K_1 处理的叶绿素含量提高 29.35%; N_2K_3 比 N_2K_2 处理的叶绿素含量

第一作者简介: 张玲 (1990-), 女, 本科, 现主要从事蔬菜生理生态等研究工作。

责任作者: 杜新民 (1962-), 男, 硕士, 副教授, 现主要从事蔬菜生理生态等教学与科研工作。E-mail: duxinm@163.com

基金项目: 山西师范大学大学生创新创业资助项目 (SD2012CXSY-36)。

收稿日期: 2013-09-09

提高 5.30%, K 含量为 100 mg/kg 处理的叶绿素含量显著低于其它 2 个处理, K 含量为 200、300 mg/kg 处理之间差异不显著。在施钾量相同的情况下, 随着氮肥用量的增加, 叶绿素含量均表现出先升高后降低的趋势, 且含 N 量为 200 mg/kg 时叶绿素含量低于 N 含量为 50 mg/kg 处理的, N_2K_1 比 N_1K_1 叶绿素含量提高了 15.36%, 而 N_3K_1 比 N_1K_1 叶绿素含量降低了 21.32%。在所有处理中, 以 N_2K_3 处理叶绿素含量最高, 其次是 N_2K_2 处理, 二者之间差异不显著。氮钾之间表现出明显的加和效应, 例如 N_2K_1 比 N_1K_1 、 N_1K_2 比 N_1K_1 处理叶绿素含量分别增加 15.36% 和 31.66%, N_2K_2 比 N_1K_1 处理叶绿素含量增加 49.22%, 达到极显著差异水平。

2.1.2 氮钾配施对菜用油菜产量的影响 从表 1 可以看出, 不同氮钾配施均能提高菜用油菜产量。 N_1K_2 比 N_1K_1 处理的产量高了 7.31%, N_1K_3 比 N_1K_2 处理的产量高了 10.24%, 且 3 个处理之间的差异均达到了显著水平, 这说明在不同的施氮水平下, 增施钾肥能显著 ($P<0.05$) 提高菜用油菜产量。 N_2K_1 比 N_1K_1 处理的产量提高了 11.46%, 而 N_3K_1 比 N_1K_1 处理的产量降低了 6.39%, 这说明在施钾量相同的情况下, 随着氮肥用量的增加, 菜用油菜产量均表现出先升高后降低的趋势, 且 N_2K_3 处理的产量最高, 显著高于其它处理; N_1K_3 和 N_2K_2 处理之间差异不显著。

2.2 氮钾配施对菜用油菜品质的影响

2.2.1 氮钾配施对菜用油菜 NO_3^- -N 含量的影响 由表 2 可以看出, 菜用油菜体内的 NO_3^- -N 含量与施氮量呈明显的正相关关系, N_2K_1 比 N_1K_1 处理的菜用油菜体内硝态氮含量增加了 12.97%, N_3K_1 比 N_2K_1 处理的增加了 20.98%; 在不同的施氮水平下, 配施钾肥有利于降

表 1 氮钾配施对菜用油菜产量的影响

Table 1 Effects of combined application of N and K fertilizers on yield and chlorophyll content of Chinese cabbage

处理 Treatments	叶绿素含量 Chlorophyll content/ $mg \cdot g^{-1}$	产量 Yield/ $g \cdot pot^{-1}$
N_0K_0 (CK)	0.897 ± 0.235 e D	118.557 ± 2.521 e E
N_1K_1	1.276 ± 0.264 cd BC	129.167 ± 3.241 d DE
N_1K_2	1.680 ± 0.260 ab AB	138.620 ± 2.998 c CD
N_1K_3	1.874 ± 0.234 a A	152.817 ± 4.092 b B
N_2K_1	1.472 ± 0.222 bc ABC	143.967 ± 3.155 c BC
N_2K_2	1.904 ± 0.152 a A	151.200 ± 3.268 b B
N_2K_3	2.005 ± 0.157 a A	168.600 ± 3.605 a A
N_3K_1	1.004 ± 0.213 d C	120.907 ± 4.415 e E
N_3K_2	1.442 ± 0.179 bc ABC	129.753 ± 2.726 d DE
N_3K_3	1.637 ± 0.227 abc AB	141.710 ± 4.215 c BC

注:同一列中不同小写字母表示在 $P<0.05$ 水平下差异显著, 不同大写字母表示在 $P<0.01$ 水平下差异显著, 下同。

Note: Different letters indicate significant difference at $P<0.05$ or $P<0.01$ level, the same as below.

低植物体内硝态氮的含量, N_1K_2 比 N_1K_1 处理的硝态氮含量降低了 13.01%, N_1K_3 比 N_1K_2 处理的硝态氮含量降低了 20.40%。在高氮水平下, 施钾对植物体内 NO_3^- -N 含量的降低作用更为明显, 该试验中, N_1K_3 处理植物体内硝态氮含量最低。

2.2.2 氮钾配施对菜用油菜可溶性糖含量的影响 表 2 结果表明, 当施氮量一定时, 随着钾肥施用量的增加植物体内可溶性糖含量增加, 钾含量高时可溶性糖含量最高; 当施钾量一定时, 随着施氮量的增加植物体内可溶性糖含量降低, 氮含量高时可溶性糖含量最低。综上, 过量施用氮肥不利于植物体内可溶性糖含量的增加, 使其品质变坏。该试验结果表明, 适量的氮钾肥配施有利于提高植物体内可溶性糖含量, 改善品质, 其中 N_1K_3 处理菜用油菜体内可溶性糖含量最高。

表 2 氮钾配施对菜用油菜品质的影响

Table 2 Effects of combined application of N and K fertilizers on quality of Chinese cabbage

处理 Treatments	NO_3^- -N 含量 Nitrate nitrogen content/ $mg \cdot kg^{-1}$	可溶性糖含量 Soluble sugar content/ $mg \cdot g^{-1}$	维生素 C 含量 Vitamin C content/ $mg \cdot kg^{-1}$
N_0K_0 (CK)	217.817 ± 14.372 g G	125.917 ± 3.006 ef CD	465.783 ± 21.184 d DE
N_1K_1	341.119 ± 11.202 c C	134.254 ± 4.467 de C	478.970 ± 25.988 d CDE
N_1K_2	296.740 ± 11.443 d DE	157.872 ± 5.177 ab AB	608.806 ± 21.559 ab AB
N_1K_3	236.197 ± 11.087 f F	163.854 ± 4.111 a A	642.419 ± 27.296 a A
N_2K_1	385.347 ± 7.747 b B	119.029 ± 4.411 f DE	423.341 ± 30.454 e EF
N_2K_2	333.919 ± 9.914 c C	148.387 ± 4.384 bc AB	578.306 ± 28.997 b BC
N_2K_3	272.264 ± 10.502 e E	157.818 ± 5.034 ab AB	602.459 ± 26.384 ab ABC
N_3K_1	466.230 ± 11.921 a A	100.817 ± 10.385 g E	400.059 ± 30.421 f F
N_3K_2	387.782 ± 11.041 b B	133.543 ± 3.269 de C	471.423 ± 25.973 d DE
N_3K_3	307.070 ± 10.149 d D	143.446 ± 4.085 cd B	524.780 ± 27.235 bc BCD

2.2.3 氮钾配施对菜用油菜维生素 C 含量的影响 由表 2 还可以看出, N_1K_2 比 N_1K_1 维生素 C 含量增加 27.11%, 差异显著, 而 N_1K_3 比 N_1K_2 维生素 C 含量增加 5.52%, 这说明在不同施氮水平下, 随着施钾量的增加, 维生素 C 含量呈上升趋势, 且在中、低钾水平时增加效

果显著; 在高氮水平下, 增施钾肥维生素 C 含量显著增加, 说明施钾能减轻施氮对菜用油菜品质带来的不利影响。在施钾量相同的条件下, 随施氮量的增加, 维生素 C 含量呈降低趋势。少量施用氮肥 (N_1) 可提高维生素 C 含量, 该试验中氮含量低 (N_1) 钾含量高 (K_3) 的处理的维

生素 C 含量最高。由此表明,适量的氮钾配施,有利于其维生素 C 含量的增加和品质的提高。

3 结论

该试验结果表明,在钾含量中等的石灰性褐土上施钾具有显著的增产作用,大量施用氮肥导致产量降低,适宜的氮钾配比是提高菜用油菜产量的重要保障。增施钾肥可提高菜用油菜叶绿素含量和产量;增施适量氮肥,可提高菜用油菜叶绿素含量和产量,当氮肥用量过多时($N\ 200\ \text{mg/kg}$),叶绿素含量和产量下降。适量的氮钾配施可显著提高菜用油菜叶绿素含量和产量,其中, N_2K_3 处理的叶绿素含量和产量最高。

随着氮肥施用量的增加,植物体内可溶性糖含量、维生素 C 含量下降,硝态氮含量显著提高。在不同的施氮水平下配施钾肥,可明显改善施氮对品质造成的不利影响,提高可溶性糖含量、维生素 C 含量,显著降低硝态氮的含量;在所有处理中 N_1K_3 处理的可溶性糖含量、维生素 C 含量最高,硝态氮含量最低,菜用油菜的品质最好。

综合考虑蔬菜产量、品质、经济效益、土壤环境等因素,菜用油菜高产优质的最佳氮钾配施方案为施氮(N) $50\sim 100\ \text{mg/kg}$,钾(K_2O) $200\sim 300\ \text{mg/kg}$ 。

参考文献

[1] 程季珍,亢青选,张春霞,等. 山西省菜田土壤养分状况及主要蔬菜的平衡施肥[J]. 植物营养与肥料学报,2003,9(1):117-122.

- [2] 张秀荣,张淑茗. 保护地蔬菜施肥新技术[M]. 北京:中国农业出版社,1999:35-97.
- [3] 杜新民,吴忠红,张永清,等. 不同种植年限日光温室土壤盐分 and 养分变化研究[J]. 土壤通报,2007,21(2):78-80.
- [4] 杨丽娟,李天来,付时丰,等. 长期施肥对菜田土壤微量元素有效性的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2006,12(4):549-553.
- [5] 李木英,陈志攀,石庆华,等. 不同氮钾用量对比对直播稻产量和品质的影响[J]. 江西农业大学学报,2012,34(6):1071-1079.
- [6] 武际,郭熙盛,王允青,等. 氮钾配施对弱筋小麦氮、钾养分吸收利用及产量和品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2007,13(6):1054-1061.
- [7] 谢桂贵,王立春,尹彩侠,等. 优质玉米喜肥特性与施肥效益研究[J]. 玉米科学,2006,14(6):131-133.
- [8] 孙红梅,李天来,须晖,等. 不同氮水平下钾营养对大棚番茄产量及品质的影响[J]. 沈阳农业大学学报,2000,31(1):68-71.
- [9] 李娜蓉. 大棚西瓜氮、钾施肥效应研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2011.
- [10] 张琳,郭熙盛,李录久,等. 氮钾配施对大蒜增产效应的研究[J]. 土壤通报,2003,34(6):539-542.
- [11] 杨丽辉,蒙美莲,陈有君,等. 肥料配施对马铃薯产量和品质的影响[J]. 中国农学通报,2013,29(12):136-140.
- [12] 杜新民,张永清,吴忠红,等. 氮钾配施对莴笋产量和品质的影响[J]. 土壤通报,2007,38(5):924-927.
- [13] 艾绍英,柯玉诗,姚建武,等. 氮钾营养对大青菜产量、品质和生理指标的影响[J]. 华南农业大学学报,2001,22(2):11-14.
- [14] 傅丽青,陈远利. 施肥对大白菜产量及硝酸盐含量的影响[J]. 浙江农业科学,2009(3):572-573.
- [15] 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.

Effects of Combined Application of Nitrogen and Potassium Fertilizers on Yield and Quality of Chinese Cabbage

ZHANG Ling, DU Xin-min

(College of Life Science, Shanxi Normal University, Linfen, Shanxi 041004)

Abstract: Taking *Brassica campestris* L. ssp. *Chinensis* as material, the pot experiment was conducted to study the effects of combined application of nitrogen and potassium fertilizers on yield and quality of Chinese cabbage. The results showed that with the nitrogen application of $100\ \text{mg/kg}$, the yield and chlorophyll content of Chinese cabbage were the highest, but yield and chlorophyll content were decreased at $200\ \text{mg/kg}$. The content of nitrate nitrogen was increased with increase of nitrogen application rate; but it was contrary for content of vitamin C and soluble sugar of Chinese cabbage. The yield, content of chlorophyll, vitamin C and soluble sugar of Chinese cabbage were increased with increase of potassium application rate, and content of nitrate nitrogen decreased. The yield of N_2K_3 ($N\ 100\ \text{mg/kg}$, $K\ 300\ \text{mg/kg}$) combination was the highest; N_1K_3 ($N\ 50\ \text{mg/kg}$, $K\ 300\ \text{mg/kg}$) combination was the most suitable for quality. Summarized above results, it found that the optimal combination of nitrogen and potassium to obtain Chinese cabbage with high yield and quality was $50\sim 100\ \text{mg/kg}$ nitrogen together with $200\sim 300\ \text{mg/kg}$ potassium.

Key words: nitrogen fertilizers; potassium fertilizers; combined application; Chinese cabbage; yield; quality