

商品有机肥与无机肥配施对白菜品质和产量的影响

王春宏, 贾茹, 马晓东, 张迪, 刘羚慧, 姜佰文

(东北农业大学 资源与环境学院, 黑龙江 哈尔滨 150030)

摘要:以白菜为试材,设6个处理,T1~T3处理分别为无机肥处理、有机无机肥配施处理和有机肥处理,以及在此基础上分别对应T1~T3处理,在莲座期和结球前期每垄施用1%浓度的石灰1600 mL,为T4~T6处理,研究了商品有机肥与无机肥配合施用及单独施用对白菜产量和品质的影响。结果表明:T3、T6处理收获期硝酸盐含量分别较T1、T4处理下降了32.3%和35.2%;维生素C含量提高了30.0%和38.6%;可溶性糖含量升高了31.5%和34.5%。可见有机肥能够提高白菜品质,但对产量的贡献却不明显。而有机无机肥配施则能够在保证白菜品质的前提下,使产量提高2%~27%,与施用有机肥相比达到差异显著水平($P<0.05$)。施用石灰的处理各项指标均优于未施石灰的处理结果。说明均衡营养并配施有机无机肥能够起到提高白菜产量和品质的目的。

关键词:白菜;有机无机肥;产量;品质

中图分类号:S 634.106⁺.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)11-0169-04

大白菜是我国北方广泛种植的蔬菜。随着社会的发展和人民生活水平的不断提高,蔬菜的品质、营养和无公害生产被越来越多人所重视。不合理的施用有机肥和化肥尤其是氮肥的过量施用,是造成蔬菜品质恶化的重要原因。目前关于商品有机肥与无机肥配施效果的研究缺乏田间试验数据,众多学者的研究多集中在传统有机肥与无机肥的配施的效果上。有机无机肥配施能有效降低白菜的硝酸盐含量,保证其营养品质、安全品质和产量最佳^[1-4],并具有促进养分吸收,提高肥料利用率的作用^[5]。与传统有机肥相比,商品有机肥则具有发酵时间短、腐熟彻底、养分损失少、肥效相对较快的特点。该研究选取的商品有机肥中含有大量有益微生物,能够改善土壤的理化性状,抑制有害微生物繁殖,促进作物长。肥料在发酵过程中经有益微生物的作用,基本消灭了畜禽粪便中原有的对作物有害的虫卵和病原菌,充分腐熟后的肥料施入土壤,不会造成作物烧根烧苗的现象。长期施用无机肥会降低土壤有机质含量,造成土

壤板结,导致作物品质下降。有机肥不仅能够提供植物生长所需的大量营养元素,而且是作物微量元素的良好肥源^[6]。蔬菜中硝酸盐的含量是评价其品质的重要指标。Maynard^[7]指出过量的硝酸盐对人类以及动物体都有致癌作用。而白菜是一类易于富集硝酸盐的蔬菜,如何在降低白菜产量的前提下,有效控制硝酸盐的累积已成为当前研究的主要任务。Guillard等^[8]研究发现,随着化学氮肥用量的增加,大白菜硝酸盐含量不断升高,干物质积累显著下降。刘永菊等^[9]研究显示,随着氮肥施用量的增加白菜硝酸盐不断升高。氮肥是蔬菜中硝酸盐的主要来源,而氮素是维持生命活动的重要元素,若单纯控制氮素施用量以期在获得高产的同时达到减少硝酸盐积累的目的是十分困难的。同时白菜为喜钙作物,钙的吸收量多于其它大田作物,一旦缺钙体内的代谢受阻就会发生种种缺钙症状,直接影响到产量和品质。肖厚军等^[10]研究表明,在有机肥与无机肥共同施用的基础上增加一定量的含钙物质,对增加白菜产量有明显的效果。蔬菜高产是多种因素综合作用的结果,研究均衡营养,平衡施肥,改善土壤环境,提高土壤肥力,控制硝酸盐的积累对于蔬菜的高产高效种植是十分必要的。因此,该研究针对以上问题基于田间试验条件下,研究商品有机肥与无机肥配施模式下白菜品质和产量的变化特征,以期商品有机肥在东北地区白菜种植的商业化中的应用提供理论支持

第一作者简介:王春宏(1970-),女,本科,实验师,研究方向为植物营养。E-mail:wangchunhong04722@163.com.

责任作者:姜佰文(1970-),男,博士,教授,硕士生导师,研究方向为养分资源管理。E-mail:jbwneau@163.com.

基金项目:黑龙江省自然科学基金资助项目(C201106);黑龙江省应用技术与开发计划资助项目(GC13B111)。

收稿日期:2015-01-21

和技术支持。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于黑龙江省哈尔滨市阿城区白城二队进行,属

表 1 供试土壤基本理化性质

Table 1 The basic physicochemical property of the tested soil

有机质	全氮	全磷	缓效钾	碱解氮	速效磷	速效钾	pH 值
Organic matter	Total nitrogen	Total phosphorus	Slowly available potassium	Alkali-hydrolyzable nitrogen	Available phosphorus	Available potassium	pH value
/(g · kg ⁻¹)	/(g · kg ⁻¹)	/(g · kg ⁻¹)	/(mg · kg ⁻¹)	/(mg · kg ⁻¹)	/(mg · kg ⁻¹)	/(mg · kg ⁻¹)	
37.8	1.92	1.52	1 151.2	194.43	53.1	154	6.35

注:测定 pH 值时,水土比为 1:25。

1.2 试验材料

供试作物为“北京新 3 号”白菜。供试肥为尿素(N 46%)、重钙(P₂O₅ 46%)、硫酸钾(K₂O 50%)和商品生物有机肥(N 2.5%, P₂O₅ 1.5%, K₂O 2.2%, 有效活菌数 0.2 亿/g 主要菌群为巨大芽孢杆菌)。

1.3 试验方法

田间试验,共设 6 个处理,4 次重复,每垄长 15 m,宽 0.8 m。具体施肥量和施肥方式见表 2。

表 2 施肥方案

Table 2 Fertilization scheme

处理	施肥方式
Treatment	Fertilization mode
T1 无机肥	N 124 kg/hm ² , P ₂ O ₅ 90 kg/hm ² , K ₂ O 150 kg/hm ² 作基肥施用
T2 有机-无机	1/2 T1+有机肥 1 500 kg/hm ² 作基肥,莲座期追施 1/2 T1
T3 有机肥	有机肥 3 000 kg/hm ² 作基肥
T4 无机肥+石灰	施肥与 T1 相同,莲座期和结球前期每垄施用 1%浓度的石灰 1 600 mL
T5 有机-无机+石灰	施肥与 T2 相同,莲座期和结球前期每垄施用 1%浓度的石灰 1 600 mL
T6 有机肥+石灰	施肥与 T3 相同,莲座期和结球前期每垄施用 1%浓度的石灰 1 600 mL

1.4 项目测定

分别于苗期、莲座期、结球前期、结球中期和收获期随机取植物样品,田间试验结束后测定产量。硝酸盐含量采用水杨酸硫酸比色法测定,维生素 C 含量采用 2,4-二硝基苯肼比色法测定,水溶性糖含量采用蒽酮比色法测定。

1.5 数据分析

试验数据采用 Excel 和 SPSS 17.0 软件进行处理和统计分析。

2 结果与分析

2.1 有机无机肥配合施用对白菜硝酸盐含量的影响

从表 3 可看出,随着生育期的进行各处理白菜硝酸盐含量均呈下降趋势。苗期含量最高,均超过 700 mg/kg,在收获期达到最低值 113.54~182.44 mg/kg,下降了 71.7%~86.5%。同时各处理收获期硝酸盐含量均符合《农产品安全质量无公害蔬菜安全要求》中对硝酸盐含

温带大陆性气候,年平均温度 3.5~4.5℃,年均降雨量 400~600 mm,无霜期 135~145 d。供试土壤基本理化性质见表 1。

量的规定,这与施肥能够降低白菜硝酸盐含量^[11]的结果相符。从苗期到收获期 T1 和 T4 处理硝酸盐含量分别下降了 76.7%和 77.6%,但低于施用 T3 和 T6 处理的 85.3%和 86.5%。且 T3 和 T6 处理收获期硝酸盐含量较 T1 和 T4 处理下降了 32.3%和 35.2%,可见与无机肥相比有机肥能起到降低植物体内硝酸盐含量的效果。这是因为一方面有机肥中的可溶性有机质刺激反硝化菌生长,促进土壤反硝化作用,从而有效降低土壤中硝态氮含量^[11]。另一方面,有机肥中的巨大芽孢杆菌能够以 NO₃⁻ 为氮源^[12-13],导致白菜与巨大芽孢杆菌共同竞争土壤中的 NO₃⁻,降低白菜对硝酸盐的吸收量^[14-15]。莲座期追肥后,由于无机肥较有机肥相比养分释放较快,增加了土壤中硝态氮浓度,导致结球前期到结球中期 T2 和 T5 处理硝酸盐下降速率有所减缓。在收获期施用化肥处理的白菜硝酸盐含量高于有机无机配施处理高于有机肥处理,施用石灰处理硝酸盐含量均低于未施石灰处理,处理之间差异显著(P<0.05)。说明增施石灰能起到降低白菜硝酸盐含量的作用,因为白菜为喜钙作物,均衡营养能提高白菜的品质。

表 3 有机无机肥配合施用对白菜硝酸盐含量的影响

Table 3 Effect of organic-inorganic fertilizer on the nitrate content of Chinese cabbage

处理	苗期	结球前期	结球中期	收获期
Treatment	Seedling period	Early heading stage	Middle heading stage	Harvesting time
T1	783.00±1.17	284.70±0.92a	217.16±0.91a	182.44±2.01d
T2	720.00±31.33	267.93±3.24b	211.24±0.83b	136.53±0.91a
T3	842.00±14.54	260.42±1.91b	196.60±1.48bc	123.51±1.07c
T4	783.44±1.17	276.26±0.91c	219.57±1.64bc	175.18±1.70b
T5	720.29±31.33	273.68±1.00c	233.00±6.39c	123.87±0.99e
T6	841.72±14.54	268.09±2.21d	215.79±4.90d	113.54±0.47f

注:同列不同小写字母表示 5%差异显著。

Note: The different lowercase letters in the same line show significant different at 0.05 levels.

2.2 有机无机肥配合施用对白菜维生素 C 含量的影响

由图 1 可知,各处理白菜维生素 C 含量随着生育期

的进行呈升高趋势,均在收获期达到最大值,且 T3 和 T6 处理维生素 C 的含量分别较 T1 和 T4 处理提高了 30.0% 和 38.6%,说明有机肥的施用有利于提高白菜中维生素 C 的含量。莲座期追肥后,T2 处理结球中期维生素 C 含量较结球中期相比升高了 30.7%,而施用石灰的 T5 处理则变化不大。同时 T3 处理结球中期较结球前期维生素 C 含量有所下降,但在施用石灰的 T6 处理中却没有出现这种现象。由于较无机肥相比有机肥养分释放较慢,生长中期易出现养分供应不足的现象,而施用石灰均衡营养则能够弥补这种不足。T4~T6 处理维生素 C 含量均高于 T1~T3 处理,说明在一定程度上平衡施肥能够起到提高白菜维生素 C 含量的作用。

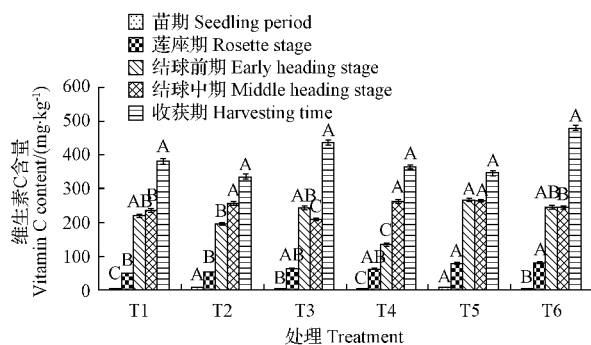


图1 有机无机肥配施对白菜维生素 C 含量的影响

Fig. 1 Effect of organic-inorganic fertilizer on the vitamin C content of Chinese cabbage

2.3 有机无机肥配合施用对白菜可溶性糖含量的影响

从图 2 可以看出,白菜中可溶性糖含量随着生育期的进程其变化趋势与白菜维生素 C 含量相一致,苗期含量最低,至收获期达到最高值。收获期 T3 和 T6 处理可溶性糖含量较 T1 和 T4 处理分别升高了 31.5% 和 34.5%。施用无机肥的 2 个处理白菜可溶性糖含量明显低于其它 4 个处理,且在收获期均达到了差异极显著水平 ($P < 0.01$)。说明有机无机肥配施和施用有机肥能够提高白菜可溶性糖含量。

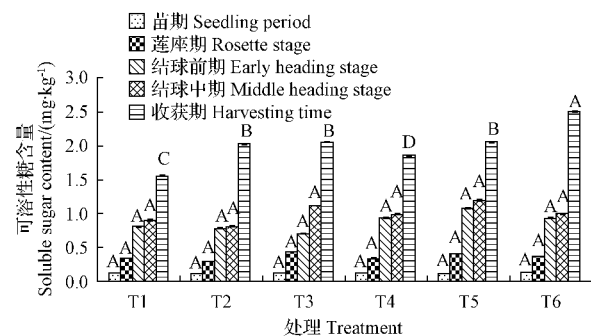


图2 有机无机肥配施对白菜可溶性糖含量的影响

Fig. 2 Effect of organic-inorganic fertilizer on the soluble sugar content of Chinese cabbage

2.4 有机无机肥配合施用对白菜产量的影响

由图 3 可以看出,T2 和 T5 处理大白菜产量高于无机肥 T1 和 T4 处理,高于 T3 和 T6 处理。T2 和 T5 处理较 T3 和 T6 处理分别增产 26.8% 和 17.0%,但对 T1 和 T4 处理增产效果不明显仅为 1.8% 左右。在有机肥处理下白菜产量偏低,其原因是有机肥肥效缓慢,营养供应不足,无法满足白菜对养分的需求,难以发挥增产潜力,而有机无机肥配施则能够弥补这种不足,达到增产的效果。与未施石灰的处理相比,施用石灰能够小幅提高白菜产量。

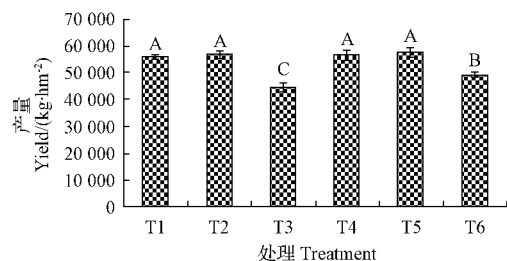


图3 有机无机肥配合施用对白菜产量的影响

Fig. 3 Effect of the mixed application fertilizers on yield of Chinese cabbage

3 结论与讨论

与单施无机肥相比,有机无机肥配施对白菜产量和品质的提高会造成很大影响。王立河等^[16]、张迪等^[17]、郝小雨等^[18]研究表明,有机肥无机肥的配施可明显降低蔬菜中硝酸盐含量。有机无机肥配施用能降低白菜硝酸盐含量基于以下 3 点:一是巨大芽孢杆菌具有活化土壤中的 P、K^[15],改善土壤氧化还原条件的作用,降低氮素脱氧和氧化过程,从而降低硝酸盐含量;二是有机无机肥配合施用改善了土壤的营养供应过程,使养分释放平稳持久,养分释放动态与作物营养吸收特性相吻合,使白菜干物质累积量提高,从而为增产奠定良好基础^[19];三是有机无机肥配合施用既满足营养生长的物质需求,又防止生殖生长期的早衰。无机肥能够为植物提供充足的矿质营养;有机肥中充足的有机质促进土壤反硝化作用,减少土壤中可供植株吸收的硝酸盐。维生素 C 和可溶性糖含量的高低能够评价白菜的品质好坏,李顺江等^[20]研究表明,有机无机肥配施可以提高白菜中维生素 C 和可溶性糖含量。白菜产量的提高则是多因素综合作用的结果,提高产量的前提是协调生长过程中的各方面因素。该研究结果表明施用有机肥能够提高白菜维生素 C 和可溶性糖含量,降低硝酸盐含量从而达到提高白菜品质的效果,而单独施用有机肥却无法有效提高白菜产量。有机无机肥配施处理则能够在保证白菜品质的同时达到增产效果。施用石灰处理的白菜其产量和品质均优于未施石灰处理,白菜喜钙石灰为白菜提

供了钙源,且能够调节偏酸土壤的 pH 值,说明改良土壤条件,均衡营养同样能够提高白菜的产量和品质,这与肖厚军等^[10]的研究结果相符。

综合试验结果表明,平衡土壤生态系统中各因素之间的关系,均衡营养改善土壤结构是作物高产的前提。商品有机肥与无机肥配施能够在保白菜品质的条件下增加白菜产量,进而为农民提供经济效益。

参考文献

- [1] 崔文芳,王俊超,高书晶. 有机肥与无机肥配施对芹菜硝酸盐含量和品质的影响[J]. 北方园艺,2012(13):156-158.
- [2] 高伟,朱静华,李明悦,等. 有机无机肥配合施用对设施条件下芹菜产量、品质及硝酸盐淋溶的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2011,17(3):657-664.
- [3] 赵明,王文娇,蔡葵,等. 有机无机肥配施对大棚黄瓜品质及产量的影响[J]. 北方园艺,2009(11):137-140.
- [4] 赵明,蔡葵,王文娇,等. 有机无机肥配施对大白菜产量、品质及重金属含量的影响[J]. 中国土壤与肥料,2010(1):45-48.
- [5] 郭春铭,荣湘民,谢桂先,等. 不同有机无机肥配施对空心菜的根系特性、产量与品质的影响[J]. 土壤通报,2013,44(1):144-148.
- [6] 侯金权,张杨珠,龙怀,等. 不同施肥处理对白菜的物质积累与养分吸收的影响[J]. 水土保持学报,2009(5):200-204.
- [7] Maynard D N, Barker A V, Minotti P L, et al. Nitrate accumulation in vegetables[J]. Advance in Agronomy, 1976, 28: 71-118.
- [8] Guillard K, Allington D W. Effects of nitrogen fertilization on a Chinese cabbage hybrid[J]. Agronomy, 1988, 1(80): 21-26.
- [9] 刘永菊,曹一平,夏江,等. 不同 NPK 配比对大白菜产量及硝酸盐累积的影响[J]. 土壤肥料,1994(4):26-29.
- [10] 肖厚军,李剑. 含钙物质对白菜产量及品质的影响[J]. 贵州农业科学,2006,34(5):52-53.
- [11] 黄立华,刘颖,周米平. 氮磷钾肥配施对大白菜产量和品质的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2005,33(10):51-56.
- [12] Florence E, Feeherry, Hillel S, et al. Outgrowth of *Bacillus megaterium* spores in the presence of nitrate and ammonium ions[J]. Journal of Bacteriology, 1976, 127(2):1026-1027.
- [13] Thomas M, Priest F G, Stark F G. Characterization of an Extracellular β -Amylase from *Bacillus megaterium* sensu stricto[J]. Microbiology, 1980, 118:67-72.
- [14] 庄舜尧,孙秀廷. 氮肥对蔬菜硝酸盐积累的影响[J]. 土壤学进展,1995,23(3):29-35.
- [15] 王梦亮,韩立伟,王俊宏. 氮肥及巨大芽孢杆菌对油菜生长和硝酸盐含量的影响[J]. 长江蔬菜,2012(8):57-59.
- [16] 王立河,赵喜茹,王喜枝,等. 有机肥与氮肥配施对日光温室黄瓜和土壤硝酸盐含量的影响[J]. 土壤通报,2007,38(3):472-476.
- [17] 张迪,牛明芬,王少军,等. 不同有机肥处理对设施菜地土壤硝态氮分布影响[J]. 农业环境科学学报,2010,29(增刊):156-161.
- [18] 郝小雨,高伟,王玉军,等. 有机无机肥配合施用对设施番茄产量、品质及土壤硝态氮淋失的影响[J]. 农业环境科学学报,2012,31(3):538-547.
- [19] 王艳博,黄启为,孟琳,等. 有机无机肥配施对菠菜生长和土壤供氮特性的影响[J]. 南京农业大学学报,2006,29(3):44-48.
- [20] 李顺江,赵同科,张林武,等. 不同肥源对白菜品质及土壤氮素含量的影响[J]. 北方园艺,2013(21):174-177.

Effect of Combined Application of Organic and Inorganic Fertilizer on Quality and Yield of Chinese Cabbage

WANG Chun-hong, JIA Ru, MA Xiao-dong, ZHANG Di, LIU Ling-hui, JIANG Bai-wen

(School of Resources and Environmental Sciences, Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030)

Abstract: Taking Chinese cabbage as test materials, the dynamic change of quality and yield of Chinese cabbage under combination of organic and inorganic fertilizer with six treatments were studied. T1, T2 and T3 treatments were applied with inorganic fertilizer combination of organic and inorganic fertilizer and organic fertilizer, respectively. Base on these treatments, T4—T6 treatments were set with the application of 1% lime 1 600 mL at rosette stage and early heading stage. The results showed that compared with T1 and T4 treatments, T3 and T6 treatments were reduced the content of nitrate by 32.3% and 35.2% respectively and increased the content of vitamin C by 30.0% and 38.6% also increased the soluble sugar content by 31.5% and 34.5%. The organic fertilizer could increase the quality of Chinese cabbage but do little contribution to the yield. However, the combination organic and inorganic fertilizer increased the yield from 2% to 27% and showed significant difference ($P < 0.05$) compared with the organic fertilizer treatments. The results of applying lime treatments were better than that of not applying lime. Under the condition of balancing soil nutrition and applying the combination of organic and inorganic fertilizer could improve the quality of the Chinese cabbage.

Keywords: Chinese cabbage; combination of organic and inorganic fertilizer; yield; quality