

商品有机肥与无机肥料配施对白菜养分吸收、钙含量和产量的影响

贾 茹, 张 迪, 马 晓东, 姜 佰 文, 刘 羚 慧

(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,在黑龙江省阿城白菜种植区进行田间试验,比较单施无机肥料(T1)、有机无机肥料配施(T2)、单施有机肥(T3)、石灰和无机肥(T4)、石灰和有机无机肥配施(T5)及石灰和有机肥(T6)处理白菜地上部养分吸收、体内钙含量和产量的变化。结果表明:有机无机肥料配施有利于白菜增产。T5 和 T2 处理白菜产量最高,分别为 57.362 t/hm² 和 56.695 t/hm²,分别较 T6、T3 高 26.8%和 17.0%。同时,有机无机肥配施有利于促进白菜对氮、磷、钾和钙的吸收,收获期白菜体内钙含量与产量线性相关。施用石灰能促进白菜对钙的吸收,从而达到增产的效果。将商品有机肥与无机肥料配施能提高白菜产量和对养分吸收的能力,是简便易行的增产施肥技术。

关键词:白菜;商品有机肥;无机肥料;产量;养分吸收

中图分类号:S 634.106⁺.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)20-0151-05

无机肥料是我国农业生产中的常用肥料,其优点是能够快速有效的为植物生长发育提供无机养分,在一定程度上对作物增产有显著贡献。然而,随着农业集约化程度的不断提高,农民对无机肥料的投入量也大幅增加,造成作物产量不增反减,作物养分含量不断降低的现象。这不仅在经济上有重大损失,对环境的污染程度也无法估量。因此想达到高产稳产的目的,不能单一通过加大无机肥料施用量的途径,还需研究新方法。有机肥中含有充足的有机组分和微量元素,能为作物生长提供平稳充足的营养。我国传统农业生产上,常通过施用有机肥的方法来培肥地力和提高作物产量^[1]。商品有机肥是以畜禽粪便等富含有机质的资源为主要原材料,并添加各类有利于作物生长的功能微生物,采用工厂化方式生产并作为商品进入流通的肥料。商品有机肥与农家有机肥相比,具有养分含量高、质量稳定的特点^[2-3]。研究将有机肥料与无机肥料配施条件下,作物对养分吸收的能力,对于指导田间生产中肥料的施用有重要意

义。无机肥料具有养分含量高、肥效快、易溶于水、易保存和易运输等优点,有机肥具有养分全面、对土壤破化程度小的优势^[4],因此将有机肥料和无机肥料相配合施用以达到增产且保护土壤的效果是当今研究的热点问题^[5-6]。在无机肥料中添加有机肥可以在保证产量的同时,及时补充土壤养分,改善土壤理化性状,从而为下季作物的生长发育提供充足养分^[7-9],以达到可持续发展农业的效果。李顺江等^[10]比较过量施肥、减量施肥、常规施肥和有机肥配施化肥等对白菜氮素积累量和产量的影响,认为有机肥与化肥合理配施既能为作物在关键时期的生长提供充足养分,又能保证长期的肥效供给,这不仅为作物高产提供了必要条件,还有利于农业生态环境的可持续发展。侯金权等^[11]通过不同施肥模式研究白菜对氮、磷、钾养分的吸收规律,证明将有机肥料与无机肥料配施能够促进白菜对养分的吸收,从而提高白菜对肥料养分的利用率。白菜为喜钙作物,一旦白菜缺钙,体内代谢就会受阻,发生种种缺钙症状,影响其产量和品质,同时对于白菜的贮存也会产生不利影响。然而在我国北方,商品有机肥和无机肥料配施对白菜体内钙含量、养分吸收及与产量关系的研究却鲜有报道。该文通过田间试验,研究将商品有机肥与无机肥料配施和分别施用,以及在此基础上施用石灰对北方黑土种植秋白菜养分吸收、植株钙含量和产量的影响,综合分析商品有机肥料配施无机肥对白菜产量及养分吸收的影响,为白菜可持续生产和科学施肥技术提供理论依据。

第一作者简介:贾茹(1990-),女,硕士研究生,研究方向为养分资源管理。E-mail:jiaruneau@hotmail.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:2015-05-19

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验在黑龙江省哈尔滨市阿城区白城二队进行,属温带大陆性气候,当地年平均温度 3.5~4.5℃, >10℃ 有效积温为 2 600~2 700℃, 年均降雨量 400~600 mm, 无霜期 135~145 d。供试土壤为黑土, 试验前耕层土壤有机质含量 37.8 g/kg, 全氮 1.92 g/kg, 全磷 1.52 g/kg, 缓效钾 1 151.2 mg/kg, 碱解氮 194.43 mg/kg, 速效磷 53.1 mg/kg, 速效钾 154 mg/kg, pH 6.35(1:2.5 水土比)。

1.2 试验材料

供试所用白菜品种为“北京新 3 号”。

1.3 试验方法

试验于 2011 年白菜播种开始, 2012 年白菜收获结束。设 6 个处理。T1 处理: 无机氮、磷、钾肥做基肥一次性施入; T2 处理: 有机肥和 1/2 无机氮、磷、钾肥基施, 莲座期追施 1/2 无机氮、磷、钾肥; T3 处理: 基施有机肥; T4、T5、T6 处理分别在 T1、T2、T3 处理基础上于莲座期和结球前期每垄施用 1% 浓度的石灰水 1 600 mL。小区面积 15 m×0.8 m, 重复 4 次。施肥量为每季施用 N 124 kg/hm², P₂O₅ 90 kg/hm², K₂O 150 kg/hm², 商品有机肥含 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, 计算商品机肥施用量为 3 000 kg/hm²。所用化学肥料为尿素(N 46%)、重过磷酸钙(P₂O₅ 46%)、硫酸钾(K₂O 50%)。各处理其它田间管理措施均相同。

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。采长势一致的全植株, 洗净, 吸干水分, 105℃ 杀青 0.5 h, 80℃ 烘干至恒重, 称重, 粉碎后充分混匀, 密封保存。烘干样品用于测定全氮、全磷、全钾和钙含量。田间试验结束后测定产量。植株养分分析方法: H₂SO₄-H₂O₂ 消煮, 全氮、全磷采用连续流动分析仪测定, 全钾采用火焰光度计法, 样品灰化后采用 EDTA 滴定法测定钙含量。

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全氮、磷、钾含量的影响

由图 1~3 可知, 各处理白菜体内全氮、磷、钾含量随着生育期的进行成动态变化, 变化趋势不完全相同。在苗期, 白菜体内氮素和钾素含量次序为有机无机配施处理>无机处理>有机处理, 而磷素含量的次序为有机

无机配施处理>有机处理>无机处理。进入莲座期后, 除 T3、T6 处理氮含量有所升高外, 各处理氮、磷、钾含量均有所下降, 并逐渐趋于等量, 这种现象一直持续到结球中期。在收获期, T2、T5 处理氮含量最高, T1、T4 处理最低。T2、T5 处理磷含量最高, T3、T6 处理最低。各处理钾含量的高低次序为 T6>T5>T4>T3>T2>T1, 石灰水的施用能增加白菜体内钾素的含量。在生育初期有机无机肥料配施处理的白菜其体内氮、磷、钾含量均处在较高水平, 并明显高于其他各处理。可见, 有机无机肥料配施的肥效较单一施用无机肥料快。当进入生长中后期, 各施肥模式的肥效均逐渐发挥, 因此白菜体内的养分含量趋于相同。施用有机肥的各处理, 在整个生育期内其养分含量变化较平缓, 无明显的升高和降低趋势。有机肥的施用能够为作物的生长提供稳定充足的养分。

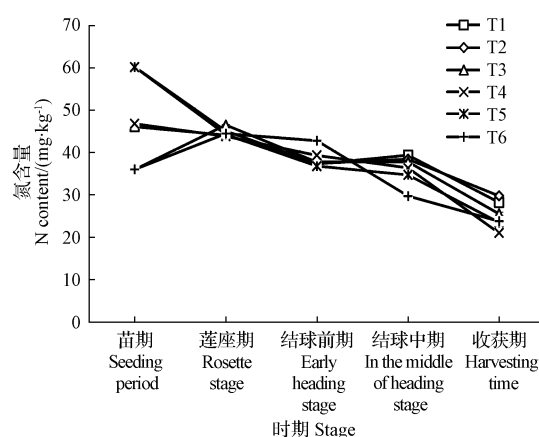


图 1 有机无机肥配合施用对白菜全氮含量的影响

Fig. 1 Effect of mixed application fertilizers on the total nitrogen content of Chinese cabbage

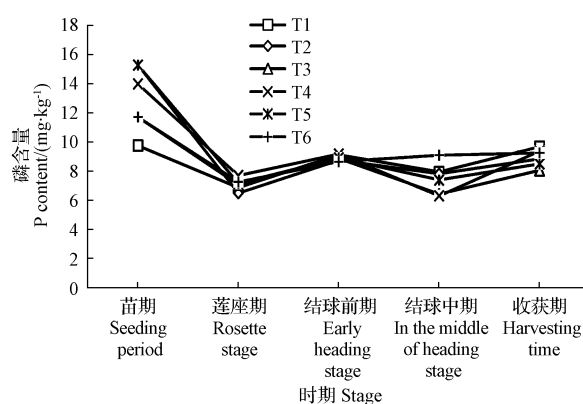


图 2 有机无机肥配合施用对白菜全磷含量的影响

Fig. 2 Effect of mixed application fertilizers on the total phosphorus content of Chinese cabbage

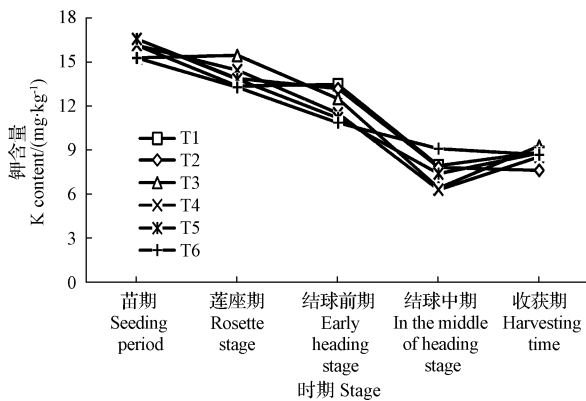


图3 有机无机肥配合施用对白菜全钾含量的影响

Fig. 3 Effect of mixed application fertilizers on the total potassium content of Chinese cabbage

2.2 有机无机肥配合施用对白菜钙含量的影响

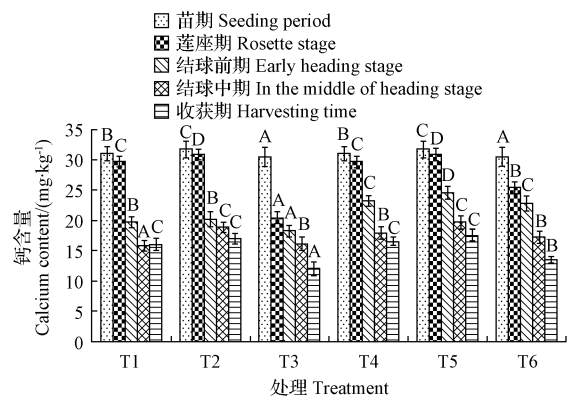
图4表明,随生育期的进行各处理白菜体内钙含量逐渐降低,苗期最高,收获期最低。在苗期和莲座期,各处理钙含量的高低顺序均表现为 $T5 = T2 > T4 = T1 > T6 = T3$ 。苗期有机无机肥料配施处理钙含量分别较单一施用无机肥和有机肥处理高 2.6% 和 4.2%。莲座期施用石灰后, $T6$ 较 $T3$ 钙含量高 24.5%, 二者差异极显著 ($P < 0.01$)。在结球前期, $T6$ 钙含量较 $T3$ 高 25.0%; $T5$ 较 $T2$ 高 21.5%; $T4$ 较 $T1$ 高 17.5%。结球中期 $T6$ 钙含量较 $T3$ 高 6.6%; $T5$ 较 $T2$ 高 3.9%; $T4$ 较 $T1$ 高 13.1%。收获期各处理钙含量的顺序为 $T5 > T2 > T4 > T1 > T6 > T3$ 。其中 $T2$ 钙含量较 $T3$ 高 41.7%, $T5$ 较 $T6$ 高 30.3%。相同施肥条件下,增施石灰的各处理其钙含量均高于未施石灰处理。 $T3$ 在莲座期钙含量显著降低,而 $T6$ 则没有这种显著下降趋势。在整个生育期内,施用石灰处理钙含量的下降趋势均较为缓慢。

2.3 有机无机肥配合施用对白菜产量的影响

由图5可以看出,白菜产量由高到低的次序为有机无机肥配施处理 > 无机肥处理 > 有机肥处理。白菜 $T5$ 和 $T2$ 处理产量最高,分别达到 57.362 t/hm² 和 56.695 t/hm²,分别较 $T6$ 和 $T3$ 增产 26.8% 和 17.0%,较 $T4$ 和 $T1$ 增产 1.77% 和 1.79%,且达到 1% 极显著水平。施用石灰的各处理产量均高于未施石灰处理, $T5$ 较 $T2$ 处理增产 1.17%,达到 1% 极显著水平。将有机肥与无机肥配施并添加石灰是达到高产的最优选择。

2.4 白菜钙含量与产量的相关性分析

由图6可知,收获期白菜钙含量与产量的相关性为二元一次方程,随着钙含量的增加,产量随之增加,相关性系数为 0.979,达 1% 显著水平。 $T5$ 和 $T2$ 处理钙含量最高,其产量也最高;其次为 $T4$ 和 $T1$ 处理,产量相差较小; $T6$ 和 $T3$ 处理的钙含量最低,产量也低于其它处理



注:同时期不同大写字母表示在 0.01 水平存在极显著差异。

Note: Different capital letters show significant differences at 0.01 level under the same period.

图4 有机无机肥配合施用对白菜钙含量的影响

Fig. 4 Effect of mixed application fertilizers on the calcium content of Chinese cabbage

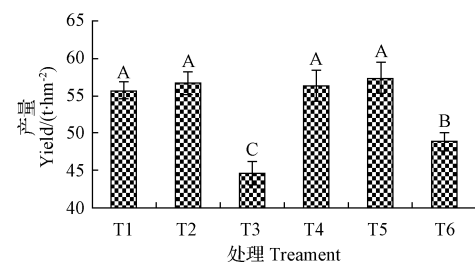


图5 有机无机肥配合施用对白菜产量的影响

Fig. 5 Effect of the mixed application fertilizers on yield of Chinese cabbage

且达到差异显著水平 ($P < 0.05$)。白菜钙含量的提升对产量有明显贡献,可通过提高白菜对钙的吸收量来达到高产的目的,因此施用石灰是一种可行方法。收获期产量是衡量白菜经济价值的重要指标,整体的施肥水平对收获期钙吸收量的影响至关重要,因此其相关性说明整体的施肥模式对产量的影响较大。

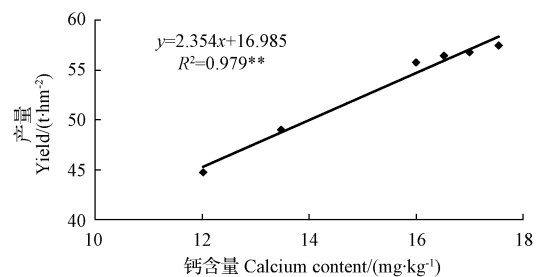


图6 收获期白菜钙含量与产量的关系

Fig. 6 The correlations between calcium content on cabbage of harvesting time and yield

3 结论与讨论

商品有机肥含有供植物生长发育所需的有机质、大量元素和微量元素。有机质中的糖类和脂肪可为微生物活动提供能源,而其中的核酸、酰胺和氨基酸则能够直接被植物吸收。大量元素和微量元素则能够起到均衡土壤养分,改善土壤微生态环境的作用^[12-13]。单一施用有机肥养分释放延后,可能造成白菜生长初期养分供应不足,生长后期养分供应过量的现象。大量有机肥的施用会增加土壤重金属含量,存在健康风险。单一施用无机肥料虽然能够快速、直接的为作物提供无机养分,但长期施用会导致土壤中无机氮素的富集,对环境产生潜在威胁。适量有机肥与无机肥配施可保持土壤中各营养元素的平衡,也能降低实际生产中的各项风险,是建立可持续农业的有效途径。

该研究结果表明在等量氮、磷、钾供应条件下,商品有机肥与无机肥料配施有利于促进作物对养分的吸收,从而提高产量。与单一施用无机肥或有机肥处理相比,有机无机肥配施处理白菜产量有显著提高,对氮、磷、钾吸收能力明显增强,这与前人研究结果一致^[14-18]。试验中所选用的商品有机肥富含巨大芽孢杆菌,能显著活化土壤养分,为白菜提供更多氮素,并具有解磷解钾功效,能将土壤中难溶性磷、钾变成能被植株吸收的速效磷、钾,从而增加土壤中白菜可吸收养分的含量^[19]。白菜喜钙,缺钙会增加其患病虫害的风险。同时钙为难移动元素,由根部向地上部运输十分缓慢,因此采用石灰为试验材料,研究施加外源钙对白菜体内钙含量以及产量的影响。结果表明,石灰在一定程度上能提高白菜体内的钙含量,施石灰处理白菜产量均高于同等条件下未施石灰处理,这与吴友根等^[20]的研究结果相同。同时还发现收获期白菜钙含量与产量之间存在显著相关性。这可能是由于钙为细胞膜和果胶质的重要组分,增施外源钙可起到稳定细胞结构的作用。而植株体内钙含量的增加对物质运输有促进作用。此次,钙还具有调节细胞体内酶活性的作用,施钙可增加作物体内生化反应的强度。因此将商品有机肥与无机肥料配施,并在生长关键时期配施石灰是该研究中白菜获得高产的最优方案。

参考文献

[1] 中国农业科学院土壤肥料研究所. 中国肥料[M]. 上海:上海科学技

术出版社,1994.

[2] 刘秀梅,罗奇祥,冯兆滨,等. 我国商品有机肥的现状与发展趋势调研报告[J]. 江西农业学报,2007,19(4):49-52.

[3] 马镜波. 畜禽粪便无害化处理制商品有机肥及有机无机复混肥[J]. 磷肥与复肥,1998(5):49-51.

[4] SINGH B, SINGH Y, JAGDISH K. Chlorophyll meter-and leaf color chart-based nitrogen management for rice and wheat in Northwestern India [J]. Agronomy Journal, 2002, 94(4): 821-829.

[5] REGANOLD J P. Soil quality and profitability of biodynamic and conventional farming systems: A review[J]. American Journal of Alternative Agriculture, 1995(10): 36-45.

[6] CONACHER J, CONACHER A. Organic farming and the environment with particular reference to Australia: A review[J]. Biological Agriculture and Horticulture, 1998(16): 145-171.

[7] 周伯瑜, 杨子江. 论有机肥料在农业生态系统中的地位和作用[J]. 生态学杂志, 1992, 11(3): 53-55.

[8] 杨玉爱. 我国有机肥料研究及展望[J]. 土壤学报, 1995, 33(4): 414-422.

[9] 何电源, 王凯荣. 论有机肥在农业生态系统中的地位和作用[J]. 农业现代化研究, 1989, 10(2): 12-15.

[10] 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.

[11] 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.

[12] LARS B, HOLGER K. Leaching and crop uptake of nitrogen and phosphorus from pig slurry as affected by different application rates[J]. Environmental Quality, 2006, 35(5): 1803-1811.

[13] TONG Y A, EMTERYD O, LU D Q, et al. Effect of organic manure and chemical fertilizer on nitrogen uptake and nitrate leaching in a Eum-orthic anthrosols profile[J]. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 1997, 48: 225-229.

[14] 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.

[15] 张海涛, 王倩, 刘金, 等. 不同施肥处理对黄淮地区大白菜产量及养分利用率的影响[J]. 河南农业大学学报, 2012, 48(4): 392-396.

[16] 陈清, 张宏彦, 张晓晨, 等. 京郊大白菜的氮素吸收特点及氮肥推荐[J]. 植物营养与肥料学报, 2002, 8(4): 404-408.

[17] 李俊良, 陈新平, 李晓林, 等. 大白菜氮肥施用的产量效应、品质效应和环境效应[J]. 土壤学报, 2003, 40(2): 261-265.

[18] 杨国苍, 郑红英, 刘正良, 等. 施用有机肥对白菜产量的影响[J]. 中国瓜菜, 2011, 24(6): 38-39.

[19] 肖嫩群, 黄晓辉, 彭运祥, 等. 芽孢杆菌 B13 对白菜产量和品质的影响[J]. 中国微生物学杂志, 2014, 26(1): 27-33.

[20] 吴友根, 陈祥伟, 张仲勋, 等. 钙处理对白菜生长发育及货架寿命的影响[J]. 中国农学通报, 2005, 21(7): 223-261.

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

JIA Ru, ZHANG Di, MA Xiaodong, JIANG Baiwen, LIU Linghui

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

不同用量固化剂对湖底淤泥理化性质以及草坪草生长的影响

严先平, 毛 钰, 蒋尚志, 谢学彬

(中建三局基础设施工程有限公司, 湖北 武汉 430074)

摘 要:利用室内培养试验研究了固化剂不同用量对湖底淤泥理化性质的影响,结合盆栽试验分析了淤泥固化后种植植物的生长情况,以期为淤泥就地固化转化为种植土提供技术支撑。结果表明:不同用量固化剂对固化后淤泥的容重、土壤有机质含量没有明显影响,但其全盐含量和 pH 值随固化剂用量的增加呈升高的趋势。固化剂添加后土壤含水率明显降低,与淤泥静置 10 d 相比,添加 3%~8% 固化剂后(T2~T7 处理)土壤含水率分别降低了 30.5%~20.2%。从高羊茅、黑麦草生长情况来看,淤泥经过固化后种植高羊茅、黑麦草的出苗率、株高和植被指数均高于未经固化淤泥处理,其中以添加 4% 固化剂(T3 处理)的植株长势最好,其出芽率、株高和植被指数要高于其它处理。

关键词:湖底淤泥;固化剂;高羊茅;黑麦草;含水率

中图分类号:S 812.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)20-0155-04

湖底隧道建设过程中往往会产生大量的湖底淤泥,据报道,武汉市东湖通道工程建设过程中清淤总量约为 35 万 m³^[1]。面对如此大量的淤泥,传统的处理方法往往采用简单堆放、自然干化,一方面它需要大量的场地进行淤泥的堆放,并且自然干化通常持续较长时间,在城市土地面积有限的情况下往往造成了资源的大量浪费,另一方面堆放过程中同样可能会对堆放区域产生二次污染^[2],因此寻找合理的淤泥处理方法一直是湖底清

淤工程中面临的难题。关于淤泥处理方法有很多,比如利用淤泥进行堆肥发酵后制成有机肥^[3],但由于生产成本相对较高,这种异地处理的方法并非是工程项目的首选,就地固化处理则是生产中广泛采用的方法,在多个工程项目中均有报道^[4-5]。通过固化剂的添加,将湖底淤泥固化为工程性质良好的泥饼,用于工程的填方材料等,常见的固化剂有水泥、钢厂废渣、粉煤灰等^[5-6]。事实上湖底淤泥经过长年的沉积作用,其有机质和养分含量往往较高,并且在湖底隧道建设过程中往往对周围的植被和土壤造成很大的破坏,如果能将淤泥转化为农业或园林种植土,一方面可以就地解决淤泥的处理问题,另一方面高有机质含量淤泥转化的种植土也有利于隧道

第一作者简介:严先平(1971-),男,本科,工程师,现主要从事土壤修复等研究工作。E-mail:564696467@qq.com.

基金项目:国家财政部施工新技术研究与开发资助项目。

收稿日期:2015-05-21

Abstract: Taking Chinese cabbage as test material, to evaluate the effect of organic and inorganic fertilizer application on cabbage yield and nutrient absorption synthetically in cabbage cropping region in north China, field experiments were conducted in the black soil of Acheng city. Six different treatments were designed: inorganic fertilizer(T1), combination of organic and inorganic fertilizer(T2), organic fertilizer(T3), lime mixed inorganic fertilizer(T4), lime mixed combination of organic and inorganic fertilizer(T5) and lime mixed organic fertilizer(T6). Compared the nutrient absorption content, calcium content and grain yield at each treatment. The results showed that T5 and T2 achieved the highest yield, 57.362 t/hm² and 56.695 t/hm², 26.8% and 17.0% higher respectively than T6, T3. And combination of organic and inorganic fertilizer promoted Chinese cabbage on the absorption of nitrogen, phosphorus, potassium and calcium. The calcium content of harvesting time and yield were linear correlation. Liming accelerated the absorption of calcium thereby to increase the yield. Combination of organic and inorganic fertilizer was a good practical technique to increase the yield and nutrient absorption content on Chinese cabbage.

Keywords: Chinese cabbage; organic fertilizer; inorganic fertilizer; yield; nutrient absorption