

有机肥料使用量对土壤环境、 夏甘蓝产量和品质的影响

赵建生¹, 焦晓燕², 杨治平², 郑普山², 李 妮², 张京社³

(1. 山西省农业综合开发办公室, 山西 太原 030001;

2. 山西省农业科学院土壤肥料研究所 山西省土壤环境与养分资源重点实验室, 山西 太原 030031;

3. 山西省农业科学院蔬菜研究所, 山西 太原 030031)

摘要: 研究了浅水位条件下麦菜轮作体系中夏甘蓝生长季节有机肥施用量对土壤剖面硝态氮积累、夏甘蓝产量和品质的影响。结果表明: 夏甘蓝生长季节正值雨季, 导致各处理硝态氮累积峰值出现在靠近地下水位处, 并随有机肥用量的增加土壤剖面硝态氮累积量增多。有机肥用量增加导致甘蓝中白利糖度降低, 但对其他品质指标没有影响; 尽管大量使用有机肥导致土体剖面硝态氮的累积, 由于淋洗作用, 耕层硝态氮含量并不太高, 有机肥用量对甘蓝中硝酸盐含量没有影响。因此, 在绿色蔬菜生产中, 应该避免盲目大量地使用有机肥料, 以免增加污染环境风险和影响蔬菜品质, 确保绿色食品产地环境质量。

关键词: 有机肥; 夏甘蓝; 硝态氮; 品质

中图分类号: S141 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2006)05-0123-04

Responses of Soil Environment, Yield and Quality of Cabbage Cultivated in Summer Season to Amount of Manure Application

ZHAO Jian_sheng¹, JIAO Xiao_yan², YANG Zhi_ping², ZHENG Pu_shan²,
LI Wei², ZHANG Jing_she³

(1. Shanxi Comprehensive Agricultural Development Office, Taiyuan 030001, China;

2. Provincial Key Laboratory of Soil Environment and Nutrient Resources, Institute of Soil and Fertiliser, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Taiyuan 030031, China; 3. Vegetables Institute, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Taiyuan 030031, China)

Abstract: Effects of manure application amount on soil nitrate accumulation in soil profile, yield and quality of cabbage grown in summer seasons under conditions of shallow ground water table were studied. The precipitation during cabbage was grown following wheat was high and resulted in nitrate accumulation peak appeared near ground water table. More manure was applied, more nitrate_N accumulated in soil profile. The sugar content (Brix (%)) in cabbage decreased with the increase of manure application amount. Manure application amount did not influence Vc and crude fibrous content. Nitrate_N content in 0-20 cm soil layer was not affected by manure application because of leaching. As a consequence, nitrate content in cabbage was similar among different treatments.

Key words: Manure; Cabbage grown in summer; Nitrate_N; Quality

在半干旱地区, 有机肥料的使用对保持土壤有机质, 改善土壤理化性状, 维持土壤生产能力非常重

要^[1], 也是提高区域循环经济发展和养分资源高效利用的有效途径之一。有机肥料中富含维生素, 使

收稿日期: 2006-07-21

基金项目: 山西省科技攻关项目(022018); 山西省财政厅资助项目

作者简介: 赵建生(1958-), 男, 山西临汾人, 硕士, 主要从事农业综合开发方面的研究。

用后能提高大麦子粒和菠菜叶片中维生素 B₁₂ 的含量^[2]; 有机肥中各种养分均衡, 能促进植物体内源激素平衡, 协调土壤供氮能力, 改善烟草和番茄的品质^[3], 被广泛应用于蔬菜生产中。

山西中南部城郊农业生产条件较好地区, 冬小麦收获之后, 夏甘蓝被广泛用作轮作作物, 为了获得较高的经济效益, 农民除追肥外施用有机肥量达 50 000~ 70 000 kg/hm², 夏甘蓝生长季节正值雨季, 大量施用有机肥是否会导致生产环境硝态氮污染尚不清楚; 其次, 施用有机肥是否会增加甘蓝中硝酸盐含量的风险? 针对上述问题, 本研究探讨了不同有机肥用量对夏季甘蓝生产环境、产量和品质的影响, 以期为当地夏甘蓝生产管理提供依据。

1 材料和方法

1.1 试验地点及处理

试验在山西省晋中市萧河一级阶地进行。供试土壤为潮土, 地下水位埋深为 2 m, 前茬为小麦。耕层土壤有机质含量 23.07 g/kg, 全氮 1.40 g/kg, 速效磷 20.1 mg/kg, 速效钾 227.0 mg/kg。试验用有机肥为鸡粪, 全氮 8.43 g/kg, 全磷 7.6 g/kg, 全钾 7.5 g/kg。试验共设 4 个有机肥施肥处理, T1: 11 000 kg/hm² (即 N 93 kg/hm², P 84 kg/hm², K 84 kg/hm²); T2: 32 850 kg/hm² (N 279 kg/hm², P 252 kg/hm², K 251 kg/hm²); T3: 54 750 kg/hm² (N 465 kg/hm², P 420 kg/hm², K 418 kg/hm²); T4: 76 650 kg/hm² (N 651 kg/hm², P 588 kg/hm², K 586 kg/hm²), 全部作为基肥施入, 3 次重复, 小区面积为 24 m²。供试品种为秋锦甘蓝。2004 年 5 月 25 日干籽直播育苗, 7 月 11 日移栽定植, 生长期间降雨量见图 1。种植密度为 41 670 株/hm²。于移栽定植后 28 d 和 56 d 追肥, 追肥量(纯氮)分别为 53 和 143 kg/hm²。2 次追肥时各灌溉 500 m³/hm², 移栽后 71 d 收获。

1.2 样品采集及测定方法

在施用有机肥之前、每次追肥前和收获后采样至地下水位, 测定每 20 cm 土层的硝态氮含量: 新鲜土样过筛后用 2 mol/L KCl 浸提, 三通道流动比色仪测定硝态氮; 在施用有机肥之前测定土壤速效养分: 速效钾用 1 mol/L 乙酸铵浸提火焰光度计测定; 速效磷用 0.5 mol/L 碳酸氢钠浸提, 紫外分光光度计测定; 土壤中全氮用浓硫酸加混合加速剂消煮样品, 用自动定氮仪测定。

植物和有机肥中全氮用浓硫酸加混合催化剂消

煮, 自动定氮仪测定; 磷、钾用高氯酸和浓硝酸消煮, 火焰光度计测定钾, 钒钼黄法测定磷; 甘蓝中 Vc 用碘滴定法测定, 白利糖度用数字折光仪测定, 硝态盐含量用水浸提反射仪速测, 粗纤维的测定用酸性洗涤剂法。

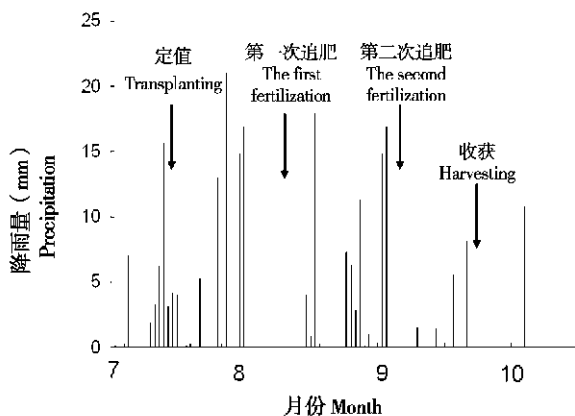


图 1 生长季节的每日降雨量

Fig. 1 Daily precipitation during growing season

2 结果与分析

2.1 有机肥用量对土壤硝态氮积累的影响

图 2 为施用有机肥对土壤剖面硝态氮含量的影响。施用有机肥前地下水位埋深为 180 cm, 剖面中每 20 cm 土层硝态氮贮量在 25~ 30 kg/hm² 范围, 没有明显的累积峰。施用有机肥到第 1 次追肥前共 28 d, 降雨 115 mm, 地下水位升为 140 cm, 与施有机肥前土体硝态氮含量比较, 施用有机肥提高了土体各层硝态氮含量, 并随有机肥使用量增加而增加, 硝态氮累积峰值出现在 0~ 20 和 100~ 120 cm 土层, 100~ 120 cm 处的累积峰说明施用有机肥也有硝态氮污染环境的潜在威胁。第 1 次追肥到第 2 次追肥间 56 d, 降雨量为 90 mm, 第 2 次追肥前 0~ 20 cm, 20~ 40 cm 土层中硝态氮含量都比较低, 为 13~ 20 kg/hm², 但随土层的加深硝态氮含量递增, 累积峰值出现靠近地下水位的 120~ 140 cm 处, 此时地下水中硝态氮含量高至 60~ 70 mg/kg。在 100 cm 土层以下, 有机肥施用量为 T4 时硝态氮含量最高。收获后, 各施肥处理在 140~ 160 cm 土层处出现一个硝态氮累积峰值。

2.2 有机肥用量对甘蓝产量、生长和品质的影响

与 T1 比较, T3 和 T4 显著地提高甘蓝的产量。较高的施肥量也促进了甘蓝的球高、球径、主根长(表 1)。T2 处理甘蓝中白利糖度最高, 而最高有机肥使用量的白利糖度最低; 不同有机肥施肥量对 Vc

和硝酸盐含量(以鲜重计)没有显著的影响(表 1), (900 mg/kg 夏季)最高限量^[4],这可能是由于耕层内硝酸盐含量也远远低于瑞士(875 mg/kg)和俄罗斯 硝态氮含量一直不高的缘故(图 2)。

表 1 不同用量有机肥对甘蓝产量和品质的影响

Tab. 1 Effects of organic fertilizer amount on yield and quality of cabbage									
处理 Treatment	毛产量 (t/hm ²) Gross yield	球高 (cm) Cabbage height	球径 (cm) Cabbage hiameter	主根长 (cm) Taproot length	根干重 (g) Root dry weight	白利糖度 (%) Brix	Vc (mg/100g) Vitamin C	硝酸盐含量 (mg/kg) Nitrate content	粗纤维(%) Crude fiber
T1	108.7±4.1a	13.4±0.5a	22.5±0.6a	17.8±2.0	15.8±2.5	4.1±0.2ab	43.0±4.3	526.7±51.3	8.78±0.72
T2	116.3±2.6ab	14.0±0.5ab	23.6±0.4b	19.6±2.4	16.5±2.1	4.3±0.2b	44.8±3.2	586.7±40.4	8.17±0.08
T3	121.7±0.7b	14.2±0.7b	23.8±0.9b	19.8±4.0	16.7±2.9	4.2±0.2ab	46.6±4.2	526.7±58.6	9.08±0.89
T4	124.5±7.4b	13.9±0.7ab	23.0±0.4b	19.3±2.0	18.2±3.4	3.9±0.5a	44.6±2.2	470.0±45.8	8.41±0.15

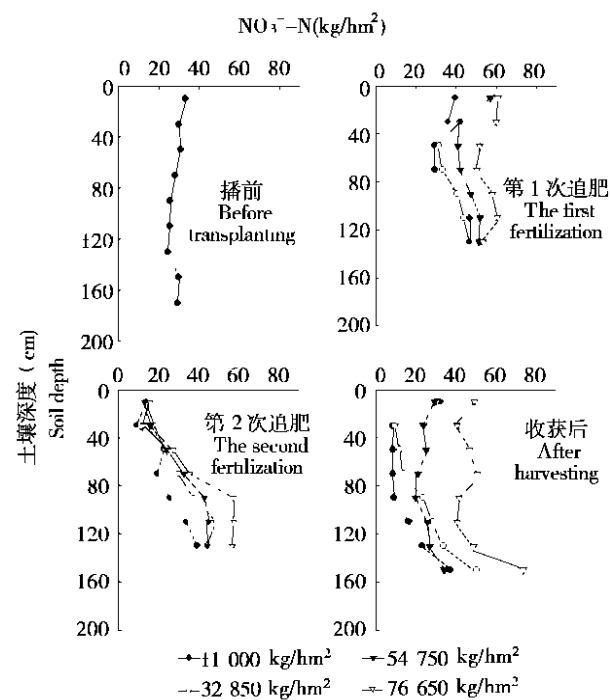


图 2 有机肥施用量对土体硝态氮贮量的影响
Fig. 2 Effects of organic fertilizer amount on nitrate_N distribution on soil profile

2.3 有机肥用量对甘蓝养分吸收和土壤养分平衡的影响

表 2 不同用量有机肥对甘蓝养分吸收和环境养分平衡的影响

Tab. 2 Effects of organic fertilizer amount on N, P and K absorption and their amount left in soil									
处理 Treatment	养分投入(kg/hm ²) N, P and K applied			养分吸收量 (kg/hm ²) Absorption of N, P and K			养分滞留在环境 (kg/hm ²) N, P and K left in soil		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
T1	289.0	84.0	84.0	196.5	28.6	150.5	92.5	55.4	- 66.5
T2	475.0	252.0	251.0	204.2	31.0	157.7	270.8	221.0	30.0
T3	661.0	420.0	418.0	241.8	37.3	199.0	412.6	382.7	219.0
T4	847.0	588.0	586.0	238.9	38.9	188.8	608.1	549.1	397.2

3 结论与讨论

与施用等量氮的化学肥料比较, 有机肥能够明显降低土壤剖面硝态氮含量和控制其积累峰值的下

随有机肥用量的增加, 地上部氮、磷和钾含量和吸收量也增加(图 3, 表 2)。在该生产水平下, 氮、磷和钾的吸收量分别为 200~ 250, 30~ 38, 150~ 180 kg/hm², 形成 1 000 kg 毛菜需要 1.80~ 2.20 kg 氮, 0.25~ 0.30 kg 磷和 1.30~ 1.60 kg 钾, 结合追肥, T3 和 T4 导致大量的氮留在环境中。由于甘蓝对磷的需求较低, 即使最低有机肥使用量 T1 处理供给的磷约有 2/3 遗留在土壤环境中。

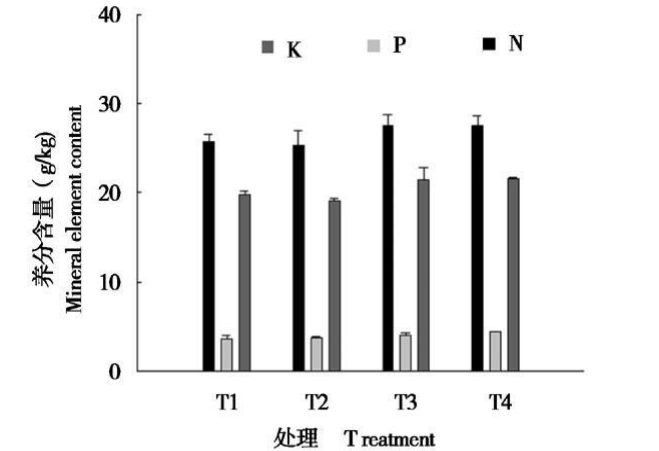


图 3 有机肥使用量对甘蓝养分含量的影响
Fig. 3 Effects of organic fertilizer amount on N, P and K content in cabbage

移^[5], 但有机肥本身也会产生硝态氮淋洗而污染环境^[6, 7]。在本试验中, T3 为当地农民习惯施肥水平, 约有纯氮 400 kg/hm²、纯磷 380 kg/hm²、纯钾 200 kg/hm²滞留在土壤环境中, 这不仅导致养分资源的

浪费,氮磷也会对水体和地下水的富营养化造成潜在的威胁^[8]。加之夏甘蓝生长季节正值雨季,高有机肥用量引起土壤硝态氮的向下移动,在收获时硝态氮的累积峰值靠近地下水位(图2),这进一步说明过量施用有机肥也会造成农业生产环境的污染。

使用有机肥对蔬菜体内硝态氮含量的影响已被广泛研究^[5,9~11],等氮情况下有机肥能够降低菠菜中硝酸盐的含量^[10],但并不是有机肥生产的蔬菜硝酸盐含量就一定低于化肥生产的蔬菜^[12]。在本试验中,不同施肥处理对耕层中硝态氮含量影响不大并且含量不高(图2),因此各处理食用部位硝酸盐含量没有差异,也低于欧盟的硝酸盐含量标准^[4]。有机肥的施用量对Vc和粗纤维的含量没有影响,高有机肥用量反而降低了甘蓝中糖的含量。

综上所述,在蔬菜生产中盲目大量地使用有机肥料不仅会增加污染环境的风险,也会降低蔬菜品质。在该生长条件下,从生态效益和环境效益综合考虑,有机肥用量为11 000 kg/hm²,再追氮200 kg/hm²,适当补充钾肥即可满足夏甘蓝的养分需求。

参考文献:

- [1] Barzegar A R, Yousefi A, Daryashenas A. The effect of addition of different amounts and types of organic materials on soil physical properties and yield of wheat [J]. *Plant and Soil*, 2002, 247: 295–301.
- [2] Mozafar A. Enrichment of some B vitamins in plants with application of organic fertilizers [J]. *Plant and Soil*, 1994, 167 (2): 305–311.
- [3] 沈中泉,郭云桃,袁家富. 有机肥料对改善农产品品质

的作用与机理 [J]. *植物营养与肥料学报*, 1995, 1(2): 54–60.

- [4] The Commission of the European Communities. Commission regulation (EC) No 197/97 of January 1997, setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs [J]. *Official Journal of the European Communities*, 1997, 31: 48–50.
- [5] 张云贵,刘宏斌,李志宏,等. 长期施肥条件下华北平原农田硝态氮淋失风险的评价 [J]. *植物营养与肥料学报*, 2006, 11(6): 711–716.
- [6] 郭胜利,余存组,戴鸣钧. 有机肥对土壤剖面硝态氮淋失影响的模拟研究 [J]. *水土保持研究*, 2000, 7(4): 123–126.
- [7] Torstensson G, Aronsson A. Nitrogen leaching and crop availability in manured catch crop systems in Sweden [J]. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 2000, 56(2): 139–152.
- [8] 司友斌,王慎强. 农田氮、磷的流失与水体富营养化 [J]. *土壤*, 2000, 32(4): 188–193.
- [9] Pechova B, Pngar J, Medved M, *et al.* Process of nitrate accumulation in vegetables crops [J]. *Scientia Agricultural Bohemica*, 1998, 29(2): 93–118.
- [10] Muramoto J. Comparison of nitrate content in leafy vegetables from organic and conventional farms in California [EB/OL]. http://www.agroecology.org/people/hoji/research/leaf_nitrate.pdf, 1999–06.
- [11] 李能芳,郑万刚,李焕秀. 不同肥料对莴笋硝酸盐含量及生长特性的影响 [J]. *四川农业大学学报*, 2002, 20(4): 351–353.
- [12] 秦鱼生,涂仕华,冯文强,等. 有机肥料对蔬菜生产和硝酸盐累积的影响 [J]. *植物营养与肥料学报*, 2005, 11(5): 670–674.