

结球甘蓝氮素营养快速诊断及最佳用量研究

曹云娥, 高艳明

(宁夏大学农学院, 银川 750021)

摘 要:应用 Merck RQflex 2 型反射仪和硝酸根试纸条研究了氮肥施用数量和施用方式对宁夏银川平原结球甘蓝产量和品质的影响,并探讨了结球甘蓝硝酸盐与氮肥用量的相关性和速测指标。结果表明:结球甘蓝的产量随施肥量的增加而增加,表现出线性-平台关系;施氮肥促进结球甘蓝产量的增加和净菜率提高;根据关键需肥期进行追肥比传统的基肥加追肥具有显著的增产效果,且收获时体内硝酸盐水平降低;结球甘蓝心叶外第一片完全展开叶叶柄硝酸盐含量随施氮量增加而显著增加,但随生育期延长而下降。结球甘蓝最佳经济施氮量为 528 kg/hm²,叶柄硝酸盐适宜含量为 3 172.20 mg/kg。

关键词:反射仪;诊断指标;结球甘蓝;银川
中图分类号:S 635.106⁺.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2007)07-0007-04

结球甘蓝在我国栽培历史悠久,分布广,尤以北方栽培普遍,是北方的主要蔬菜之一。结球甘蓝具有需肥量大,且需肥集中的特点,能否合理施用氮肥,既关系到结球甘蓝的产量,又关系到其品质,从而决定其经济效益^[1,2]。此外,氮肥的大量施用在为植物提供大量营养物质的同时,有可能造成有害物质的污染和食物的品质损害。其中,氮肥的大量施用对蔬菜品质的影响,特别是过量施用氮肥导致蔬菜积累硝酸盐受到了广泛的关注^[3-6]。

目前结球甘蓝生产中存在的突出问题是氮肥施用量过大(根据宁夏地区调查,结球甘蓝生产中以碳酸氢铵作底肥和追肥,施氮量高达 900 kg/hm²),不仅浪费了肥料,限制了产量的提高,而且土壤养分比例失调和蔬菜硝酸盐累积,不利于无公害蔬菜生产,同时导致病害多发,品质下降。如何计算化肥的合理用量,已成为生产中亟待解决的重要问题。在实际生产中根据作物氮营养状况及时调整氮肥施用方案,才能达到合理施用氮肥,实现农业生产高产、优质、高效的目的。

反射仪是基于发射—反射原理,测定试纸的反射光,对待测物质进行快速、准确定量的测定^[7,8]。试验应用反射仪法测定在不同施肥条件下,结球甘蓝不同生长期叶柄硝态氮含量,探索植株生长过程中硝态氮含量的动态变化,及其与叶片中氮和产量的相关性。为减少和

第一作者简介:曹云娥(1977-),女,硕士,讲师,从事蔬菜生理与营养研究, E-mail: caohua3221@163.com。
基金项目:宁夏自然科学基金资助项目(AB007)。
收稿日期:2007-03-23

The Impact of Different Nitrogen Concentrations on Pepper's Growth and Several Physiology Indices

XIAN Kai-mei, WANG Yan-bo, JIANG Wei, LIU Hui-ying
(Department of Horticulture, Shihezi University, Shihezi 832003)

Abstract: This experiment studied different concentrations of nitrogen level affecting pepper soilless substrate growth and several physiological indices, to determine the best concentration of nitrogen applied to sweet pepper, to provide scientific basis for a reasonable application of nitrogen to the pepper's production for the future. Test results indicated: Pepper plant growth and yield was greatly influenced by nitrogen content, nitrogen fertilizer range of 5~15 umol/L, adequate help in crease fertilizer production, the best application of nitrogen concentration to pepper is 15 umol/L. When the nitrogen ap plication amount is too low (2.5 μmol/L) and too high (20 μmol/L), it is harmful to the growth of Pepper detrimental.
Key words: Pepper; Nitrogen; Grow; Physiology index

控制农产品硝酸盐污染,建立作物硝酸盐快速诊断及追肥推荐的技术体系提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验设计和处理

供试蔬菜为庆丰结球甘蓝(陕西省农科院蔬菜研究所),氮肥设基肥和基肥加追肥 2 个处理,5 个水平,即:0、150、300、450 和 600 kg/hm²。氮肥基肥处理将 50% 的 N 于播种前一次深施,在团棵期、包球始期 2 次各追 25%;氮肥追肥处理分别在幼苗期、团棵期、包球始期按 15%、40%、45% 追施。小区面积 29.4 m²,种植密度 49 004 株/hm²,随机区组设计,重复 3 次。各处理施磷(P₂O₅)、钾肥(K₂O)均为 150 kg/hm²做基肥,磷肥为普通过磷酸钙,钾肥为硫酸钾,氮肥为尿素。2006 年 3 月 2 日播种,4 月 16 日定植,6 月 24 日收获。施氮除对照外,均为 393.75 kg/hm²,其余措施同前。

试验在宁夏大学教学试验农场进行。供试土壤为灌淤旱耕人为土,其基本理化性状为:有机质 13.22 g/kg,全氮 8.62 g/kg,全磷 7.13 g/kg,碱解氮 79.36 mg/kg,有效磷 18.51 mg/kg,速效钾 151 mg/kg,pH8.37,全盐 1.06 g/kg。

1.2 仪器和试剂

德国 Merck RQflex 2 型反射仪和硝酸根试纸条。

1.3 测试方法

根据结球甘蓝生长的特殊性,对其叶片硝酸盐的测定分两种方法。一种是在每次追肥前及采收时,按处理在田间现场摘取心叶外的第一片完全展开叶,监测相同生育期不同叶位硝酸盐的含量,另一种在每次追肥前及采收时,按处理在田间现场摘取最外叶,监测不同生育期同一叶位硝酸盐的变化。叶位确定后,榨取叶柄或叶脉汁液,取 0.1 mL 加入 10 mL 试管中,加入 1 mL 蒸馏水,将硝酸盐试纸条浸入待测溶液中反应 30 s,取出甩干水分后用德国 Merck RQflex 2 型反射仪测定,测试前校准仪器^[8]。硝酸根含量(mg/L)=读数×加水量×10。

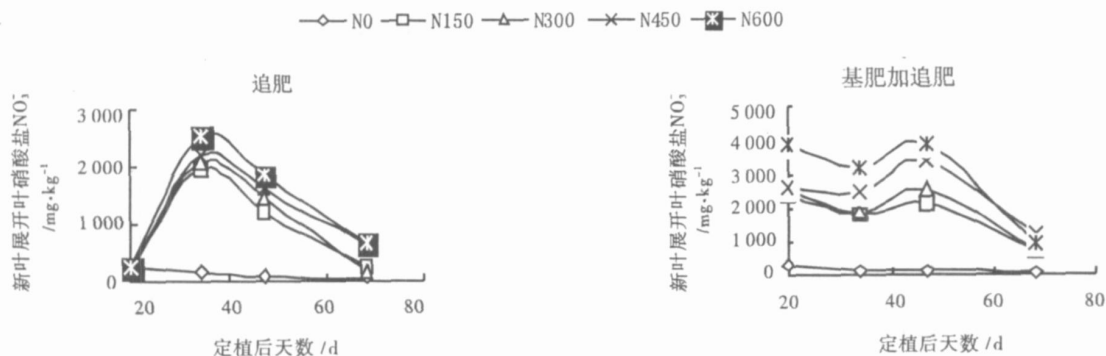


图2 氮肥施用量对不同生育期同一叶位硝酸盐含量的影响

收获时按小区计产,分别计毛重、叶球净菜重,乘面积系数得出总产量和净菜产量。

1.4 试验统计方法

试验数据采用 Microsoft Excel 及 DPS 的单因素方差分析和回归分析方法。

2 结果与讨论

2.1 氮肥对结球甘蓝产量的影响

对结球甘蓝产量与施氮量进行拟合,结果见图1。可以看出,在一定施氮量范围内,结球甘蓝产量随施氮量增加而增加,两者有很好的相关性。当氮肥用量增加到一定程度时,产量基本不变,不再随施氮量增加而增加。当施肥用量超出一定范围时,产量随之下落。图1还显示出,氮肥施用方式对结球甘蓝的产量有显著影响,氮肥全部分次追施时,甘蓝的产量高于等氮量情况下一半基施一半追施。分析原因,主要在于氮肥基施情况下,结球甘蓝从4月16日定植到5月6日团棵的生育初期,根系瘦弱,很难吸收氮素,而此期内甘蓝经常灌水,施入土壤的尿素经脲酶降解为铵并进一步发生硝化转化为硝态氮后,已经发生了淋失,氮素利用率低,产量低于分次追肥处理。表1进一步解释了这一趋势。

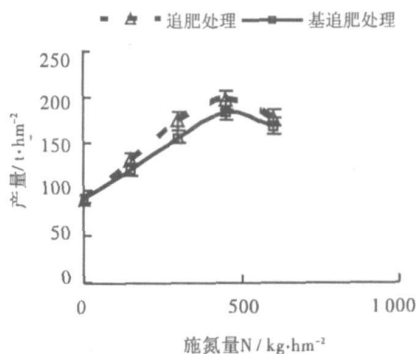


图1 不同氮肥施用量与结球甘蓝产量的关系

可见,氮肥3次追施处理的总产量、净产量、增产率

及净菜率都远高于等氮量下的氮肥基施加追施处理。

表 1 也清晰地反映出,宁夏银川平原结球甘蓝施氮肥能获得极显著的增产效果,即使甘蓝仅售 0.20 元/kg 的特殊年份,施氮肥仍能获得显著的经济效益。

表 1 氮肥施用方式和数量对结球甘蓝产量的影响

施氮方式	供氮水平 /kg·hm ⁻²	总产量 /t·hm ⁻²	增产率 /%	净菜产量 /t·hm ⁻²	净菜率 /%
全部分 3次追施	0	90.49dD	0	50.14dD	55.61
	150	133.72cC	48.32	82.49cCc	61.69
	300	175.13bB	94.99	107.37bB	61.07
	450	198.39aA	120.05	150.07aA	73.27
	600	178.75bB	97.53	145.35aA	84.27
50%基施 50%分 3次追施	0	90.51 eD	0	52.22eE	57.69
	150	123.51dC	36.09	74.30dD	60.31
	300	159.06cB	74.65	101.05cC	63.93
	450	185.99aA	105.51	140.23aA	71.13
	600	169.69bB	87.12	132.30bB	82.80

注 小写字母表示差异达 0.05 显著水平,大写字母表示差异达 0.01。

2.2 氮肥对结球甘蓝硝酸盐水平的动态影响

反射仪-硝酸根试纸法速测植物硝酸盐水平是用植物组织汁液中的硝酸盐浓度反映作物的氮营养状况和叶片硝酸盐水平。试验对结球甘蓝摘取心叶外的第一

片完全展开叶的叶柄榨汁进行硝酸盐诊断。测试结果分别见图 2 和图 3。

氮肥对结球甘蓝叶片硝酸盐含量的影响与施氮肥方式有直接的关系。当氮肥全部分 3 次追施时,第一次追肥后,结球甘蓝心叶外的第一片完全展开叶叶柄硝酸盐含量显著增加,并随施氮量的增加而保持同步增长;随生育期延长,后两次追肥并未促进心叶外的第一片完全展开叶叶柄硝酸盐含量的增加,主要因为生育中后期甘蓝中心叶急速生长,追施的氮素主要用于促进生长中心的快速增重。

相反,当 50%的氮肥基施后,第一次追肥前结球甘蓝幼苗体内因被动奢侈吸收土壤中高量的氮素,硝酸盐在体内大量积累,且积累量随施氮量的增加而快速增加。之后,因第一次追肥的数量很少,并未能在第二次追肥前促进结球甘蓝叶柄硝酸盐含量的增加;不施氮肥和施氮量低时(小于 150 kg/hm²),前期吸收的硝态氮逐步转入生长中心,硝酸盐含量随生育期延长而下降。当施氮量大于 150 kg/hm²时,第二次追肥促进心叶外的第一片完全展开叶叶柄硝酸盐含量增加,之后因内叶的快速生长,硝酸盐含量降低。

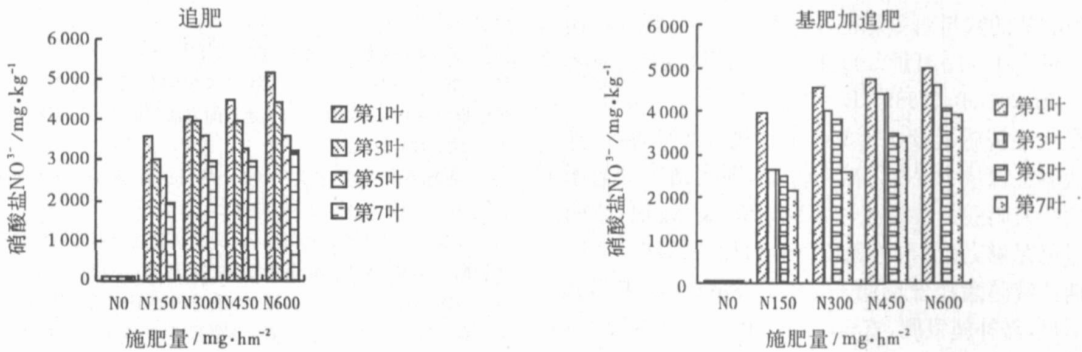


图 3 氮肥施用量对同一生育期不同叶位硝酸盐含量的影响(追肥后)

图 3 表示出当所有的追肥全部施入土壤后,结球甘蓝不同叶位叶柄硝酸盐的含量,其中第一叶指最外叶,依次类推。可以看出,追肥结束后结球甘蓝叶柄中累积的硝酸盐数量非常高,且越是外层叶片表现的越明显。同一株结球甘蓝叶片由外向内扩展,叶柄硝酸盐含量降低,这是因为生长过程中吸收的氮首先供给外叶,外叶吸收的硝酸盐随生殖中心的转移而向内叶移动,以满足生长的需要。不同叶位叶柄硝酸盐含量随施氮量的升高而显著增长,说明氮肥施用水平是促进甘蓝体内累积硝酸盐的主要影响因子。图 3 也反映出,基肥加追肥处理下,结球甘蓝不同叶位叶柄硝酸盐积累数量要高于纯追肥处理,外叶比内叶表现更为明显,显然是基施氮肥情况下,结球甘蓝生育前期吸收累积硝酸盐的结果。然

而,当甘蓝收获时,这一趋势发生了变化,结果见图 4。

图 4 反映出,结球甘蓝收获时,叶柄汁液中硝酸盐含量仍然是外叶高于内叶,但两种氮肥施用方式对叶柄硝酸盐的累积已明显不同,除对照外,基肥加追肥处理叶柄内硝酸盐的数量远高于追肥处理,主要原因是氮肥按生育规律分次追施后,氮素吸收利用率高,且产量也高于基肥加追肥处理,稀释效应使相同叶位叶柄内累积的硝酸盐数量相对较小。

2.3 结球甘蓝硝酸盐水平的速测指标

结球甘蓝产量与施氮量呈典型的线性-平台模型,通过模拟,得出结球甘蓝产量与氮肥施用量之间的效应方程为:

追肥处理: $y = -0.0005x^2 + 0.4408x + 86.094$ $R^2 = 0.9771$;
基追肥处理: $y = -0.0003x^2 + 0.3481x + 86.232$ $R^2 = 0.9609$ 。

由上二式计算得出结球甘蓝追肥处理与基追肥处理最高产量施氮量分别为 440.8 kg/hm^2 和 580.2 kg/hm^2 , 最

佳经济施氮量分别为 413.5 kg/hm^2 和 528.3 kg/hm^2 。

结球甘蓝氮肥施用量与产量、硝酸盐含量等因素的

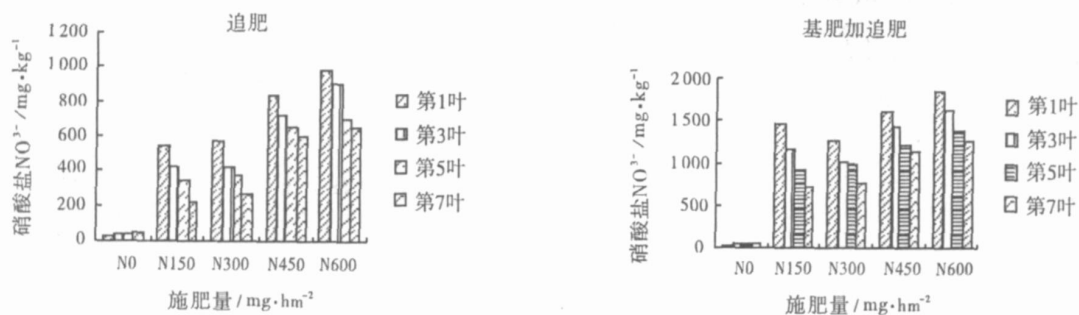


图4 氮肥施用量对同一生育期不同叶位硝酸盐含量的影响(收获时)

关系非常复杂, 增加产量和降低硝酸盐含量这两个目标很难协调和统一。因此, 考虑把偏高的农民习惯施肥量降至经济最佳施肥量作为氮肥施用得上限, 以此来实现结球甘蓝高产、高效益和低硝酸盐含量的目的。

介于根据结球甘蓝关键生育期分次追氮肥所取得的总产量远高于习惯栽培中基肥加追肥的处理, 因此, 选择 528 kg/hm^2 作为银川平原结球甘蓝施氮量的上限。

根据统计结果结球甘蓝的新叶外第一叶展开叶的叶柄中硝酸盐的数量对氮肥的反应最敏感, 追肥后叶柄硝酸盐含量 (y) 与施氮量 (x) 之间的关系可表示为: $y = 237.52 + 10.204x - 0.0088x^2$, $R^2 = 0.9694$ 。

将最佳经济施氮量 528.3 kg/hm^2 代入计算, 得出叶柄硝酸盐适宜含量为 3172.20 mg/kg , 即当结球甘蓝团棵后叶柄汁液硝酸盐含量超过 3172.20 mg/kg 时, 表明氮肥数量已足够, 无需再施氮肥; 相反, 如果结球甘蓝团棵后叶柄汁液硝酸盐含量低于 2952.23 mg/kg , 表明氮肥数量不足, 需补施氮肥, 直至叶柄汁液硝酸盐含量大

于 3172.20 mg/kg 。

当然, 影响结球甘蓝产量和硝酸盐含量的因素非常复杂, 上述指标还需进一步探讨。

参考文献

- [1] 傅世宗. 施氮水平对结球甘蓝产量和硝酸盐含量的影响[J]. 耕作与栽培, 2005, 5(25).
- [2] 姚宝全. 氮肥对结球甘蓝产量与硝酸盐含量的影响[J]. 福建农业学报, 2003, 18(3): 178-181.
- [3] GB/T 15401-1994. 水果、蔬菜及其制品亚硝酸盐和硝酸盐含量的测定[S].
- [4] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 中国农业科技出版社, 1999.
- [5] 李志宏, 张福锁, 王兴仁. 我国北方地区几种主要作物氮营养诊断及追肥推荐研究II: 植物硝酸盐快速诊断方法的研究[J]. 植物营养与肥料学报, 1997, 3(3): 268-274.
- [6] 陈新平, 李志宏, 王兴仁, 等. 土壤(植株快速测试)推荐施肥技术体系的建立与应用[J]. 土壤肥料, 1999(2): 6-10.
- [7] 陈锦玉, 和丽忠, 汪禄祥, 等. 反射仪快速测定烤烟硝酸盐作氮营养诊断及应用[J]. 中国农学通报, 2002, 18(6): 39-42.
- [8] 沙凌杰, 李正英, 朱丽, 等. 反射仪-硝酸根试纸法现场速测蔬菜硝酸盐水平及其应用[J]. 农业环境科学学报, 2005, 24(5): 994-999.

Paper Test - Strips for Rapid Determination of Nitrate Content in Cabbage to Diagnose Nitrogen Nutrition and Its Application

CAO Yun-q GAO Yan-ming

(Agricultural College, Ningxia University, Yinchuan Ningxia 750021)

Abstract: Paper test - strip for rapid determination of nitrate content were used in testing nitrate content of Cabbage at growth durations with the application of different amount and method of N fertilizer in Yinchuan plain. The coefficient between nitrate and N application rate in Cabbage and its rapid diagnostic indicator were also studied. The results showed that the gross and net production of Cabbage was increased with the increased N application rate. A linearity-flat relationship was observed between N amount and Cabbage yield. N fertilizing according to key growth periodic requirement not only can increase cabbage yield, but also can decrease nitrate content. Nitrate on inner leafstalk was significantly increased with the increased N application rate, but was decreased along with cabbage growth. The optimum application amount of N was 528 kg/hm^2 . Yet for nitrate diagnose, the feasible quantity was 3172.20 mg/kg in leafstalk of cabbage. It indicated that the method could replace the total nitrogen analysis method to the nitrogen nutritional diagnose.

Key words: Nitrate test strip nitrate; Rapid diagnostic indicator; Cabbage; Yinchuan