

# 化学氮肥对蔬菜累积硝酸盐的影响<sup>①</sup>

任祖淦 邱孝煊

(福建省农科院土壤肥料研究所, 福州 350013)

蔡元呈 李贞合

(福建省植保植检站, 福州 350003)

王琳

(福州市蔬菜产销办公室, 福州 350001)

## EFFECT OF NITROGEN FERTILIZER ON NITRATE ACCUMULATION OF VEGETABLES

Ren Zugan Qiu Xiaoxuan

(Soil and Fertilizer Institute, Fujian AAS, Fuzhou, 350013)

Cai Yuncheng Li Zhenhe

(Station of Plant Protection and Quarantine of Fujian Prov. Fuzhou 350003)

Wang Lin

(Vegetable Production and Marketing Office of Fuzhou City, Fuzhou 350001)

蔬菜是一种易于富集硝酸盐的植物性食品。1907年Richardson首先发现蔬菜含有大量硝酸盐<sup>[1]</sup>。1943年Wilson指出蔬菜的硝酸盐可以还原成亚硝酸盐,人体摄入硝酸盐有81.2%来自蔬菜<sup>[1]</sup>。1956年Magee等人用二甲基亚硝胺诱发出了大鼠肝癌,而后Heath等人进一步证实亚硝胺是当前国内外医学公认的强致癌物质之一,而硝酸盐是亚硝胺的前体物<sup>[1]</sup>。1973年世界卫生组织(WHO)和联合国粮农组织(FAO)<sup>[1]</sup>制订了食品中硝酸盐的限量标准,以ADI值为基础,提出蔬菜可食部分中硝酸盐( $\text{NO}_3^-$ )食品的卫生标准为432mg/kg(鲜样);亚硝酸盐( $\text{NO}_2^-$ )每日允许摄取量为0.13mg/kg(体重),则每人每日容许量为7.8mg。

硝酸盐对人体健康的危害和对生态环境的污染,现已受到人们的普遍关注。目前蔬菜过量施用化学氮肥,导致土壤养分失衡,蔬菜中硝酸盐大量累积,品质下降现象十分严重。为此,开展了降低蔬菜硝酸盐积累适宜氮肥品种、施用量和施用期以及与有机肥料配施等试验,以期找出控制和降低蔬菜硝酸盐的累积,减轻环境污染,保护人类健康的蔬菜施氮技术。

① 福建省自然科学基金资助项目。

收稿日期:1996-04-10

## 一、材料与方方法

采用盆栽和田间试验相结合的方法进行。

田间试验在福州市郊区仓山、盖山两个乡镇进行。仓山的供试土壤全氮(N)含量0.25%,全磷(P)0.12%,全钾(K)2.01%,有机质2.23%,碱解N154mg/kg,速效磷(P)90.02mg/kg,有效钾(K)60.6mg/kg,Cl<sup>-</sup>100mg/kg;盖山的供试土壤含全N0.24%,全磷(P)0.07%,全钾(K)2.12%,有机质1.85%,碱解N147mg/kg,速效磷(P)83.90mg/kg,有效钾(K)67.23mg/kg,Cl<sup>-</sup>100mg/kg。盆栽试验在福建省农科院土肥所网室进行。供试土壤全N含量0.14%,全磷(P)0.11%,全钾(K)3.07%,有机质0.93%,碱解N77mg/kg,速效磷(P)61.18mg/kg,有效钾(K)58.1mg/kg,Cl<sup>-</sup>50mg/kg。

试验共分四个部分进行:

### (一)N肥品种试验

参试的氮肥品种有硫酸铵(含N 20%,AS),氯化铵(含N 24%,AC),碳酸氢铵(含N16%,BC),尿素(含N 46%,UN),硝酸铵(含N34%,AN),复合肥(含N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O各16%,CF)和专用肥(含N21.5%、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>8%、K<sub>2</sub>O 14.5%,SF),以不施肥作对照(CK)共8个处理。供试蔬菜为空心菜。肥料用量为450kg/hm<sup>2</sup>,其中基肥N占40%,第一次追肥N占25%,第二次追肥N占35%。在第二次追肥后5天取样检测。

### (二)N肥用量试验

5个N素水平,分别为150、300、450、600和750kg/hm<sup>2</sup>,以无N区为对照,共6个处理。供试的氮肥为尿素,蔬菜为空心菜。其中基肥N占40%,第一次追肥N占25%,第二次追肥N占35%,第二次追肥后5天取样检测。

### (三)有机无机肥料配施试验

有机肥有厩肥和土杂肥两种,厩肥含N0.45%、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>0.19%、K<sub>2</sub>O0.6%、有机质15.0%;土杂肥含N0.40%、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>0.18%、K<sub>2</sub>O0.1%、有机质8.8%。设无肥对照,尿素,尿素N和厩肥N各1/2,尿素N和土杂肥N各1/2等4个处理。除对照外,其他3个处理均为等N量(450kg/hm<sup>2</sup>);有机氮和无机氮比例为1:1。有机肥作基肥,尿素为40%基肥、25%第一次追肥、35%第2次追肥。供试蔬菜为空心菜。

### (四)N肥施用期试验

设3个处理,即:基、追肥各半;基肥N占30%,追肥N占70%;基肥N占70%,追肥N占30%;以无N区为对照,共4个处理。氮肥为尿素,用量为450kg/hm<sup>2</sup>;蔬菜为小白菜,追肥于9月9日进行,追肥后3、8、13和18天分期取样检测蔬菜硝酸盐的累积量。

上述四项试验3次重复,随机排列区组,小区净面积为13.34m<sup>2</sup>。

测定用蔬菜样品取食用部分,洗净晾干切碎后匀浆。硝酸盐用酚二磺光度法,亚硝酸盐用N-(1-萘基)-1-乙二胺盐酸盐光度法。

## 二、结果与讨论

### (一)蔬菜低硝酸盐积累的氮肥品种筛选

田间试验结果(表1)表明,参试的7种氮肥,以施用氯化铵和硫酸铵的处理,空心菜中积累的硝酸盐量最低,均值分别为466.7mg/kg和515.0mg/kg,基本上接近于WHO/FAO允许的432mg/kg限量标准;但复合肥和专用肥的硝酸盐累积量较高,分别达到863.7mg/kg和875.0mg/kg,这可能与复合肥和专用肥中较丰富的P、K元素,促进了空心菜从土壤中吸收更多量的N素,超过其蔬菜本身还原同化量的结果所致。

盆栽试验结果也同样表明,氯化铵和硫酸铵处理,硝酸盐累积量最低,分别为374.0mg/kg和430.0mg/kg,符合WHO/FAO允许的限量标准。

据有关报道,在氮肥用量等同时,不同的氮肥形态,可导致不同的 $\text{NO}_3^-$ 累积量。这种差异影响的最大因素是铵态氮和硝态氮的比例,当铵态氮和硝态氮的比例越小时,蔬菜体内的 $\text{NO}_3^-$ 含量就越高<sup>[3]</sup>。氯化铵和硫酸铵均属于铵态氮肥料,试验所得的结果与上述结论是一致的。施氯化铵,空心菜硝态氮积累量低,这与Cl有抑制土壤、肥料的硝化作用有关<sup>[2]</sup>。硝酸盐的还原直接影响着硝酸盐的累积。蔬菜体内硝酸盐的积累量与硝酸还原酶(NR)的活性呈显著负相关<sup>[3,4]</sup>。施用氯化铵和硫酸铵蔬菜中硝酸盐积累较低,说明这两种氮肥在空心菜体内有较强的同化能力。

表 1 不同氮肥对蔬菜体内硝酸盐积累的影响(mg/kg)

Table 1 Effect of N fertilizers on nitrate accumulation of vegetable

处理号 Treatment	田间试验 Field trial		盆栽试验 Pot trial	
	$\text{NO}_2^-$	$\text{NO}_3^-$	$\text{NO}_2^-$	$\text{NO}_3^-$
CK	0.030	51.3	0.023	58.0
AS	0.080	515.0	0.067	430.0
AC	0.110	466.7	0.080	374.0
BC	0.100	592.7	0.090	600.7
UN	0.103	515.3	0.107	502.3
AN	0.093	625.0	0.070	696.7
CF	0.130	863.7	0.087	897.7
SF	0.110	875.0	0.107	718.3

### (二)N肥施用量对蔬菜硝酸盐积累的影响

表2看出,空心菜中硝酸盐的积累随N肥用量的提高而增加。适量氮肥有利于降低蔬菜硝酸盐的富集。本试验条件下,以施 $\text{N}300\sim 450\text{kg}/\text{hm}^2$ 较为适宜。

表 2 N素施用量对蔬菜体内硝酸盐积累的影响(mg/kg)

Table 2 Effect of N rates on nitrate accumulation of vegetable

N施用量 N rate ( $\text{kg}/\text{hm}^2$ )	田间试验 Field trial		盆栽试验 Pot trial	
	$\text{NO}_2^-$	$\text{NO}_3^-$	$\text{NO}_2^-$	$\text{NO}_3^-$
0	0.040	76.6	0.050	77.4
150	0.050	370.3	0.063	448.0
300	0.070	434.0	0.067	504.0
450	0.093	563.3	0.097	515.0
600	0.120	578.7	0.137	529.0
750	0.183	592.0	0.197	585.7

### (三)氮肥与有机肥料配施的影响

施用有机肥料是降低蔬菜硝酸盐积累,提高产品的营养价值的有效措施<sup>[3]</sup>。追肥后5天,取样检测结果表明,施尿素空心菜中硝酸盐积累量为 $579.3\text{mg}/\text{kg}$ ,而尿素和土杂肥或厩肥各1/2的处理,空心菜的硝酸盐积累量分别为 $314.3$ 和 $188.7\text{mg}/\text{kg}$ ,比尿素处理降低了 $265.0$ 和 $390.6\text{mg}/\text{kg}$ ,配施厩肥的效果优于土杂肥。

#### (四)施用期对蔬菜积累硝酸盐的影响

表3表明,追肥后3天(9月12日),处理4的小白菜积累硝酸盐量最低,其次是处理2,而处理3的累积量为最高;追肥后8天(9月17日),各施肥处理均比追肥3天的硝酸盐下降7.1%~14.4%,仍以处理4积累硝酸盐量最低,处理3最高。追肥后18天(9月27日),小白菜中累积的硝酸盐量依次为处理2<处理4<处理3。

表 3 追肥后不同取样天数蔬菜体内硝酸盐含量(mg/kg)

Table 3 The nitrate content of vegetable sampling days after N fertilizer as top dressing

处理 Treatment	追肥后3天取样 3rd sampling		追肥后8天 8th sampling		追肥后13天 13th sampling		追肥后18天 18th sampling	
	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
	无 N 区	0.017	402.0	0.017	172.3	0.023	199.0	0.020
基肥N50% 追肥N50%	0.037	1776.7	0.023	1613.3	0.027	1460.0	0.020	1160.0
基肥N30% 追肥N70%	0.030	2020.0	0.030	1876.7	0.020	1646.7	0.020	1450.0
基肥N70% 追肥N30%	0.013	1630.0	0.030	1395.0	0.020	1386.7	0.020	1273.3

不同蔬菜种类,其硝酸盐积累量存在着很大的差异。据对32种蔬菜硝酸盐积累量检测,其中8种叶菜类全部超标,平均超过WHO/FAO的限量标准5倍多。如花瓶菜NO<sub>3</sub>含量达3880mg/kg(鲜样),小白菜NO<sub>3</sub>含量为3429.8mg/kg。本试验结果表明,不同施肥时期,小白菜NO<sub>3</sub>积累虽明显高于不施肥处理,但随追肥后时间的延长,则有逐渐下降的趋势,追肥8天后,NO<sub>3</sub>积累量下降约10%,到追肥后18天,小白菜体内NO<sub>3</sub>-N含量下降约20%~25%。可以认为,蔬菜的氮肥施用以重施基肥,控制后期追肥量,有利于减少硝酸盐的积累;小白菜的收获时间至少应在追肥8天以后进行,以保证了小白菜上市时的质量。

#### 参 考 文 献

- 1 上海第一医学院等,1978:食品毒理。人民出版社,365~396。
- 2 刘康等,1990:氯化铵硝化抑制效应的初步研究,土壤肥料,1:21~23
- 3 庄舜尧,孙秀廷,1995:氮肥对蔬菜硝酸盐积累的影响。土壤学进展,23(3):29~35。
- 4 沈明珠,翟宝杰等,1982:蔬菜硝酸盐累积的研究。园艺学报,9(4):41~48。
- 5 户芻又次等,1966:作物生理讲座。上海科技出版社,204~205。
- 6 郑鹏然,周树南,1985:食品卫生工作手册。人民卫生出版社,418~428。