

昆明部分地区非黄硝酸盐累积规律  
与硝酸盐含量的测定研究

云南师范大学附属中学 施彦君

二〇〇八年五月

# 昆明部分地区韭黄硝酸盐累积规律与硝酸盐含量的测定研究

**摘要:** 蔬菜体内硝酸盐的危害越来越受到消费者高度关注。遮光条件下生产的蔬菜更易导致蔬菜硝酸盐累积。韭黄是韭菜根和部分韭菜茎处于黑暗的条件下,生长出的韭菜黄。本研究选择韭黄重要生产基地昆明滇池北岸某韭黄生产区 35 万平方米范围内采集 104 份韭黄样品。研究表明,韭黄硝酸盐浓度为 328.6~1356.6 mg/kg (均值 779.35 mg/kg), 显著低于韭菜 (均值 1639.35 mg/kg)。根据 WHO / FAO 制定的硝酸盐每日允许摄入量 (3.6mg / kg 体重), 体重 60kg 的人每天韭黄摄入量低于 0.1kg 为安全值。韭黄不同部位硝酸盐含量的差异明显,从高到低依次为: 黄绿叶>茎>中部叶>叶尖。韭菜盖棚后,韭黄硝酸盐浓度逐渐增加,于第 14 天达到最大值,然后逐渐下降。韭黄硝酸盐浓度随氮肥施用量增加而逐渐增加。揭棚后,韭黄硝酸盐浓度逐渐下降。建议: 1、合理施用氮肥; 2、夏秋季节盖棚 15 天后采收,避开韭黄硝酸盐浓度高峰期; 3、揭棚后光照 3-4 小时后采收韭黄; 4、除掉韭黄枯叶,以减少人体对韭黄硝酸盐的摄入量。

**关键词:** 韭黄; 硝酸盐; 累积; 调控

## 1 研究背景与目的

遮光条件下生产的蔬菜易导致蔬菜硝酸盐累积,是因为遮光条件下光合作用受阻,植物体内碳水化合物合成减少,植物生长量下降,植物吸收硝酸盐稀释效应下降;光照不足还导致硝酸还原酶活性下降;光照不足也不能提供足够的有机化合物和硝酸盐还原所需的能量(熊国华等,2004)。蔬菜是人们日常生活中不可或缺的重要副食品,它是 I 类易于富积硝酸盐的植物,而且人体摄入的硝酸盐有 81.2%来自蔬菜(汪李平等,2004;户流又次,1996)。因此蔬菜硝酸盐含量日益受到关注。

1993 年 7 月我国颁布了《中华人民共和国农业法》,1995 年 10 月通过了《中华人民共和国食品卫生法》后。硝酸盐对人体的危害已受到人们的普遍重视,硝

酸盐本身对人体毒性相对较低,但现代医学证明硝酸盐在人体内经微生物作用可被还原成有毒的亚硝酸盐,亚硝酸盐可使血液的载氧能力下降,从而导致血红蛋白低氧血症,长期摄入亚硝酸盐会造成智力迟钝(王晶,2003);另一方面,亚硝酸盐可与人体内的次级胺(仲胺、叔胺、酰胺及氨基酸)反应,在胃腔中(pH=3)形成强力致癌物——亚硝胺,亚硝胺不仅容易诱发消化系统癌变(王晶,2003;冷家峰等,1996),还可引起怪胎和遗传变异(王晶,2003)。预防和降低蔬菜硝酸盐对人体的危害,维护人们的健康水平有着重要意义。

韭黄是韭菜根和少量韭菜茎处于黑暗的条件下,依靠自身贮藏的养分生长,在不形成叶绿素的情况下,生长出纤维素少、质地柔嫩、色泽淡黄、肥硕可口、风味颇佳的韭菜植株即韭黄。韭黄是一种较高档的蔬菜,也是高档菜肴配料和馅料。韭黄是在黑暗中生产,人们对其硝酸盐是否超标存在疑虑。而韭黄硝酸盐累积规律尚无研究报道,更未涉及韭黄硝酸盐的调控措施与技术研究。专家和指导老师的帮助下,我的研究课题在调查韭黄硝酸盐含量现状基础上,初步研究了韭黄硝酸盐累积规律及其影响因素(氮肥施用量、光照等),提出了减少韭黄硝酸盐含量的技术措施。研究结果对评价食用韭黄硝酸盐安全性,无公害韭黄生产等方面具有参考价值。

## 2 材料与amp;方法

### 2.1 韭黄硝酸盐含量调查

#### 2.1.1 调查区域及时间

2007年7月10日至7月20日,每天清晨6~7点,在昆明市滇池北岸韭黄典型生产区35万平方米范围内,随机采取当日收割的成熟韭黄样品,每个样品10~15棵。每次取13个样品,4次共采集52个样品。在同区域采集韭菜样品109份。2007年10月1日至10月7日重复采样并实验。

#### 2.1.2 样品测定

将采回的样品去除枯叶、烂叶留下干净新鲜的可食用部分作为待测样品。将样品称重后一分为二。一份立即切碎研磨,用紫外分光光度法测定其硝酸盐含量(罗雪华等,2004);另一部分放入烘箱,105℃烘干两小时至恒重,用粉碎机磨

碎供全氮分析。全氮采用 $H_2SO_4-H_2O_2$ 消煮，半微量蒸馏法进行测定（鲍士旦，2000）。同时与韭菜进行对比测定，韭菜硝酸盐和总氮测定方法与韭黄相同。在进行韭黄不同部位硝酸盐和总氮含量测定时，将韭黄按外部老叶（呈黄绿色）、内部新叶叶尖、新叶中部叶和茎四部分分开测定。

## 2.2 氮肥施用对韭黄硝酸盐含量的影响

在昆明市滇池北岸韭黄典型生产区选取典型韭菜地作为试验区，试验设 4 个氮肥水平，最高施肥量为 800kg 尿素/ha（当地习惯水平），随后三个氮肥水平分别是习惯水平的 90%、80%和 70%，即 720 kg 尿素/ha、640kg 尿素/ha、560kg 尿素/ha。四个重复，每小区面积 10m<sup>2</sup>。其他管理与当地习惯相同。扣棚共计 21 天。在 2007 年 10 月 12 日开始扣棚后 7 天、14 天、21 天分别采样。每次采样于上午 8:00~8:30 进行。每小区采一个样品，每个样品采 10 棵韭黄，样品测定同上。

## 2.3 韭黄采收前光照对硝酸盐含量的影响

当地农民有于日出之前天不亮就采收韭黄然后撤棚的习惯。本试验于 2007 年 12 月 14 日进行，于当日早晨 5 点钟进入田间选择一棚即将收割韭黄的农户作为研究对象。撤棚后韭黄在白天继续生长 12 小时。从早晨 6 点开始，每 2 个小时采样一次，一直到下午 6 点钟，一共采样 7 次。每次采集 3 个重复样。样品带回室内洗净供测定，方法同上。

# 3 实验结果与分析

## 3.1 韭黄硝酸盐和总氮含量

在采样区内分夏秋两季两次随机采集韭黄样品，对韭黄硝态氮和总氮含量进行检测。植株中氮的含量表示植株硝酸盐的多少，一般情况下，硝酸盐是否超标又以硝态氮作为评价指标（硝酸盐超标就是指  $NO_3-N$  超标），测定总氮是为了研究植株体硝酸盐超标的机理。对昆明滇池北岸某韭黄生产区样品测试的结果表明，韭黄植株体吸收总氮越多，硝酸盐含量也越多，说明植株体总氮含量与硝酸盐含量成正相关。夏秋两次测定结果差别较小，说明韭黄硝酸盐和总氮含量不受季节影响，结果列于表 1 表 2。由表可见，调查区韭黄硝酸盐浓度为 328.6~

1356.6 mg/kg, 两次测定均值 779.35 mg/kg; 韭黄总氮为 21.1-48.2g/kg, 两次测定均值为 33.35g/kg, 韭黄硝态氮变异系数远大于总氮 (表 1 表 2)。这是因为, 影响韭黄硝酸盐含量因素远比韭黄总氮含量复杂。

韭黄硝酸盐含量除了土壤供氮能力、植株体吸收氮素与施肥因素影响外, 还受到其他因素影响, 植株体硝酸盐浓度还取决于韭黄植株体氮素转化, 特别是铵态氮与硝态氮之间转化, 其转化还受硝酸还原酶活性的影响, 而硝酸还原酶活性受温度、光照、水分、植物营养状况等多种因素影响 (王利群等, 2002)。

韭黄硝酸盐含量比韭菜低 52% 左右, 差异达到极显著水平。但是韭黄和韭菜植株体总氮差异不大 (表 1 表 2)。

**表 1 韭黄生产区韭黄硝酸盐和总氮含量 (2007 年 7 月测定)**

	硝态氮 (NO <sub>3</sub> --N) (mg/kg)		总氮 (TN) (g/kg)	
	韭黄	韭菜	韭黄	韭菜
样本数	52	109	52	109
最大值	1356.6	3878.0	47.2	74.0
最小值	379.2	258.2	21.1	14.5
均值	774.1	1615.7	33.7	30.9
标准差	244.1	801.1	6.4	8.0
变异系数(%)	31.5	49.6	19.1	25.8

**表 2 韭黄生产区韭黄硝酸盐和总氮含量 (2007 年 10 月测定)**

	硝态氮 (NO <sub>3</sub> --N) (mg/kg)		总氮 (TN) (g/kg)	
	韭黄	韭菜	韭黄	韭菜
样本数	52	109	52	109
最大值	1376.1	3876.4	48.2	76.7
最小值	328.6	247.4	20.5	14.8
均值	784.6	1683.0	33.0	31.3
标准差	243.7	814.4	6.3	8.3
变异系数(%)	31.1	48.4	19.1	26.6

注: 标准差是方差开方后的结果(即方差的算术平方根)

假设这组数据的平均值是 m

$$\text{方差 } S^2 = 1/n[(x_1-m)^2 + (x_2-m)^2 + \dots + (x_n-m)^2]$$

变异系数: 标准差占平均数的百分率, 计算公式

$$C V = \frac{S}{X} \times 100\%$$

式中 C V 代表变异系数； S 表示标准差； X 表示平均数。

### 3.2 韭黄食用硝酸盐安全性分析

硝酸盐对人体的危害早已受到国内外普遍关注。因为长期食用硝酸盐超标蔬菜会导致血红蛋白低氧症、智力迟钝，甚至诱发人体消化系统癌变（王晶, 2003; 冷家峰等, 1996）。为了避免人体从饮食中摄入硝酸盐过量，1973 年 FAO /WHO 就制定了硝酸盐的每日允许摄入量(ADI)为 3.6mg/kg 体重。1995 年, FAO /WHO 食品添加剂联合专家委员会重新制定了硝酸盐的每日允许摄入量,为 0~3.7mg/kg 体重(FAO/WHO,1995)。以此为依据,各国对蔬菜硝酸盐制定了限量标准（沈明珠等, 1982; 冷家峰等, 1996; FAO/WHO,1995）。我国无公害食品标准中蔬菜硝酸盐限量标准为：瓜果类 $\leq 600$  mg / kg、根茎类 $\leq 1200$  mg / kg、叶菜类 $\leq 3000$  mg / kg。

依据这一标准，两次测定的 104 个韭黄样品的硝酸盐含量均未超标。

由于人体摄入硝酸盐是否超标及其对人体危害与否，不仅与蔬菜硝酸盐浓度有关、而且还与蔬菜日食用量、人体体重有关。因此硝酸盐每日允许摄入值为 3.6mg / kg 体重，按人均体重 60kg 计更科学。根据日人均食用韭菜量的不同，可计算出蔬菜硝酸盐的允许含量和昆明地区韭黄相对应的超标率，列于表 3，表明每天吃 0.1kg 韭黄是安全的。

表 3 韭黄日均食用量及其硝酸盐允许含量

日均食用量 (kg)	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
允许含量 (mg/kg)	432	540	720	1080	2160
韭黄超标率(%)	90.4	80.8	53.8	11.5	0

由于我国与西方食用蔬菜方式不同，国外喜生食，国内喜欢熟食，所以 ADI 标准不一定符合我国国情。据沈明珠等研究，蔬菜经过盐渍、煮熟后，硝酸盐分别减少 45% 和 60%~70%。因此，国内学者根据 WHO / FAO 规定的 ADI 值提出我国居民的食用蔬菜分级评价标准(表 3)（沈明珠, 1982）。依据这一标准，该区域韭黄硝酸盐含量 9.6% 达到一级，42.3% 达到二级，48.1% 达到三级，而四级品则为 0%。

表 4 蔬菜中硝酸盐含量分级评价标准

级别	一级	二级	三级	四级
硝酸盐含量 (mg/kg)	≤432	≤785	≤1440	≤3100
污染程度	轻度	中度	高度	严重
参考卫生标准	允许	生食不宜 盐渍允许 熟食允许	生食不宜 盐渍不宜 熟食允许	不允许

鉴于韭黄硝酸盐含量显著小于韭菜（表 1 表 2），因此，韭黄食用硝酸盐安全性应该比韭菜好。

### 3.3 韭黄硝酸盐累积规律及其影响因素

#### 3.3.1 韭黄不同部位的硝酸盐分布规律

韭黄在收割时有残留的枯叶（干叶、老叶）和没完全黄化的黄绿叶，在摘取枯叶（干叶、老叶）后剩下的就是韭黄（图 1）。

将韭黄分为茎、中部叶、叶尖、黄绿叶四部分采样，分别测定其硝酸盐含量，发现硝酸盐含量从大到小顺序依次为：黄绿叶>茎>中部叶>叶尖（图 2 图 3）。研究区域韭黄生产过程为，将韭菜从离地面大约 10 厘米高处割掉，然后一次性追施大量氮肥，韭菜快速生长，夏秋季节大约 7~10 天后，达到 15 厘米左右株高，然后盖棚。韭菜在棚内黑暗条件下黄化生长。可见，黄绿叶应该是割韭菜残留部分。由图 2 图 3 可见，黄绿叶硝酸盐含量大于新生长新叶。由图 4 图 5 可见，韭黄不同部位的总氮含量变化规律与硝酸盐含量相反。夏秋两季两次测试差别很小，说明韭黄不同部位的硝酸盐分布不受季节影响。



图 1 韭黄不同部位及其颜色

表 5 韭黄不同部位的硝酸盐含量表（2007 年 7 月测定）

硝酸盐 (mg/kg)	样品 1	样品 2	样品 3	样品 4	样品 5	平均值
叶尖	677.9	638.8	643.7	681.5	653.2	659.0
中叶	889.8	895.3	875.2	890.3	864.2	883.0
茎	1013.4	1021.6	1014.3	1067.1	1029.1	1029.1
黄绿叶	1101.1	1232.7	1138.3	1256.0	1113.8	1168.4

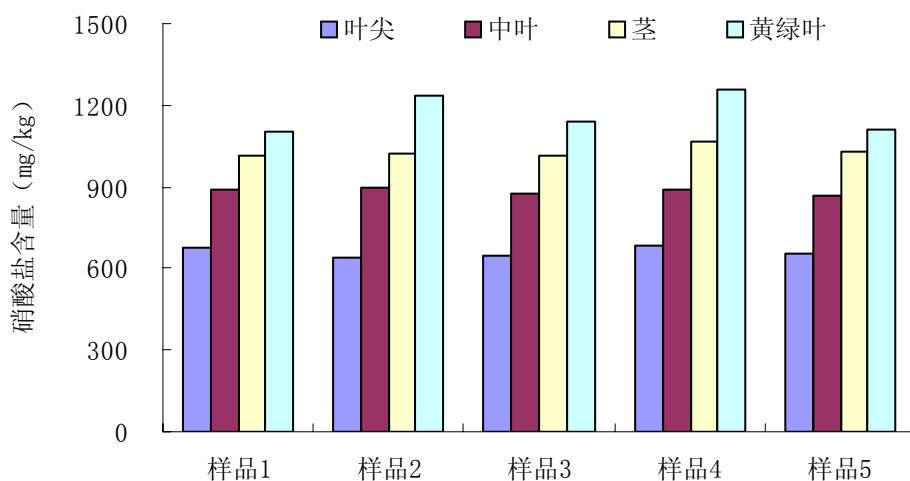


图 2 韭黄不同部位的硝酸盐含量柱状图

表 6 韭黄不同部位的硝酸盐含量表（2007 年 10 月测定）

硝酸盐 (mg/kg)	样品 1	样品 2	样品 3	样品 4	样品 5	平均值
叶尖	689.3	672.4	629.5	674.3	675.8	668.3
中叶	893.2	876.5	889.7	854.2	862.1	875.1
茎	1054.9	1078.6	1007.0	1054.7	1034.9	1046.0
黄绿叶	1009.8	1189.7	1194.8	1198.7	1096.7	1137.9

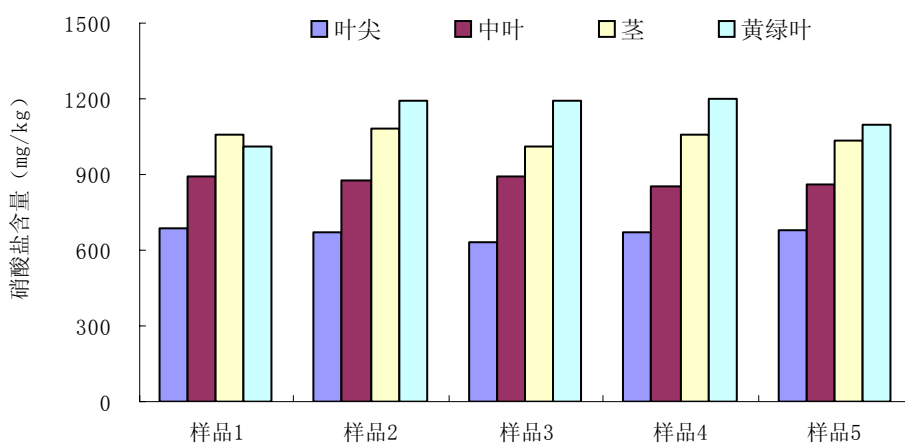


图 3 韭黄不同部位的硝酸盐含量柱状图



表 7 韭黄不同部位的总氮含量表（2007 年 7 月测定）

总氮 (k/kg)	样品 1	样品 2	样品 3	样品 4	样品 5	平均值
叶尖	44.9	43.1	43.2	45.0	44.9	44.2
中叶	36.7	36.5	35.2	37.0	35.3	36.1
茎	34.0	34.2	33.7	34.1	34.6	34.1
黄绿叶	29.5	31.1	30.6	30.6	30.0	30.3

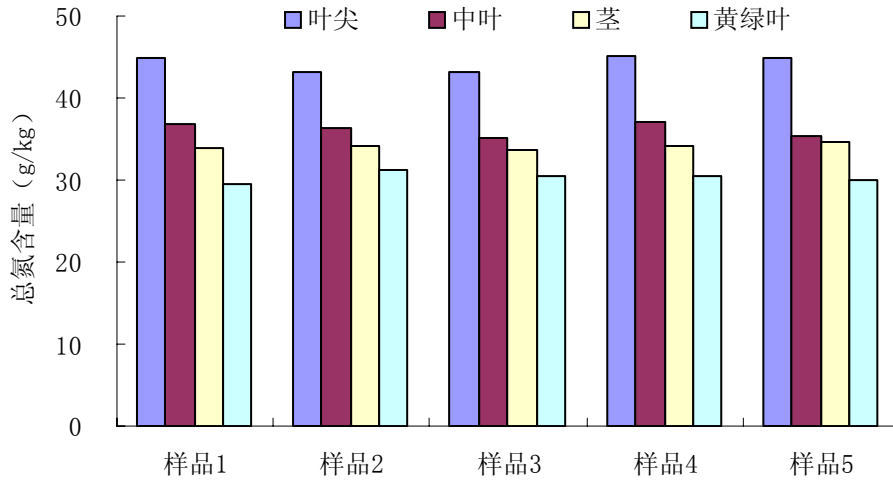


图 4 韭黄不同部位的总氮含量柱状图

表 8 韭黄不同部位的总氮含量表（2007 年 10 月测定）

总氮 (k/kg)	样品 1	样品 2	样品 3	样品 4	样品 5	平均值
叶尖	43.3	44.7	42.9	43.5	45.8	44.0
中叶	34.6	34.7	34.8	37.9	36.1	35.6
茎	33.7	35.8	32.6	35.7	35.8	34.7
黄绿叶	29.8	30.6	29.8	30.7	30.1	30.2

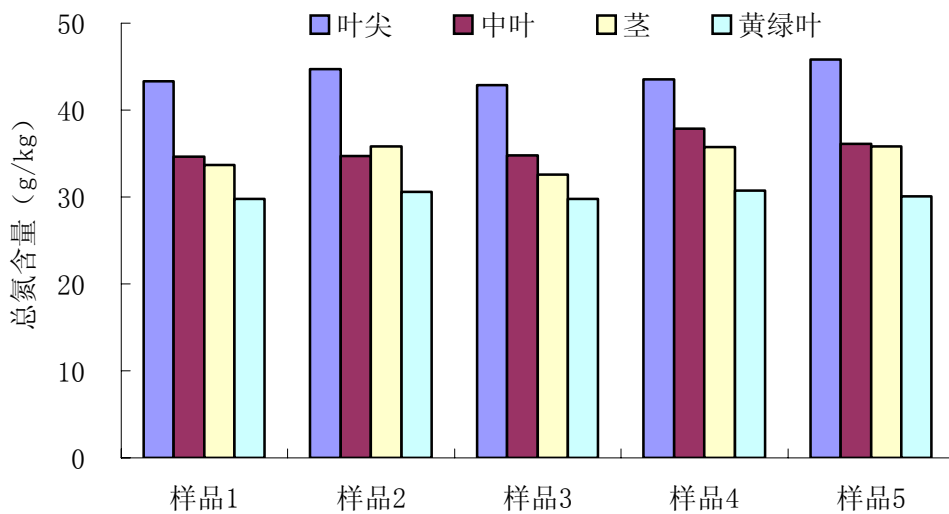


图 5 韭黄不同部位的总氮含量柱状图

### 3.3.2 不同生长期韭黄硝酸盐累积规律及其影响因素

韭菜从扣棚到收割韭黄大约需要 15~30 天，在夏季气温较高时需要的时间短，约 15 天；在冬季气温较低时需要时间较长，约 30 天。由图 6 可见，韭黄硝酸盐含量存在明显时间动态变化规律（2007 年 10 月至 11 月检测）。从扣棚开始，韭黄硝酸盐含量逐渐增加，到第 14 天达到最大值，随后开始下降。而韭黄总氮含量时间变化规律与硝酸盐正好相反（图 7）。不管是韭黄硝酸盐还是总氮含量均表现为随着施肥量增加，硝酸盐和总氮含量逐渐增加的规律。菜农为了提高单位面积产量，氮肥施用量已经超过了它实际需要的标准，且越施越多，过量地施用氮肥，造成了韭黄的硝酸盐含量和总氮含量增高。可见，氮肥是影响韭黄植物体氮浓度的主要原因。

表 9 不同施氮水平对韭黄硝酸盐含量影响

2007-10-21						
7 天	施肥 1	施肥 2	施肥 3	施肥 4	总数	平均
重复 1	689.6	618.5	520.3	465.1	2293.5	573.4
重复 2	712.2	590.7	538.4	496.0	2337.2	584.3
重复 3	812.6	677.9	625.3	559.5	2675.3	668.8
重复 4	784.7	700.6	595.8	576.8	2657.9	664.5
总数	2999.0	2587.7	2279.9	2097.3	9963.9	2491.0
平均	749.8	646.9	570.0	524.3	2491.0	622.7
2007-10-28						
14 天	施肥 1	施肥 2	施肥 3	施肥 4	总数	平均
重复 1	1359.5	1206.4	1080.0	980.3	4626.2	1156.6
重复 2	1373.7	1220.2	1065.4	988.5	4647.8	1162.0
重复 3	1422.3	1330.1	1210.6	1101.8	5064.8	1266.2
重复 4	1435.0	1323.6	1196.0	1095.5	5050.1	1262.5
总数	5590.5	5080.3	4552.0	4166.1	19388.9	4847.2
平均	1397.6	1270.1	1138.0	1041.5	4847.2	1211.8
2007-11-4						
21 天	施肥 1	施肥 2	施肥 3	施肥 4	总数	平均
重复 1	1143.7	1038.2	1020.0	845.3	4047.2	1011.8
重复 2	1172.8	1067.5	1043.5	832.0	4115.8	1029.0
重复 3	1195.3	1130.1	1080.6	1001.8	4407.8	1102.0
重复 4	1215.4	1223.9	1116.0	951.3	4506.6	1126.7
总数	4727.3	4459.7	4260.1	3630.4	17077.4	4269.4
平均	1181.8	1114.9	1065.0	907.6	4269.4	1067.3

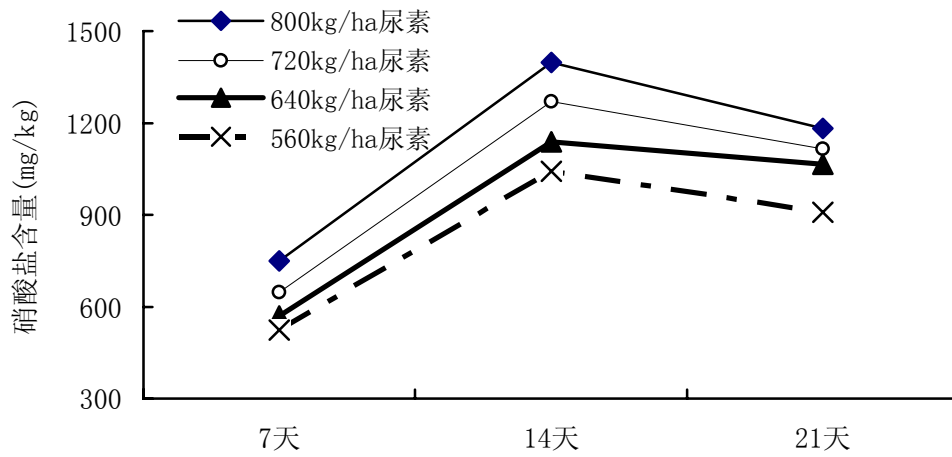


图 6 不同施氮水平对非黄硝酸盐含量影响

表 10 不同施氮水平对非黄总氮含量的影响

2007-10-21						
7 天	施肥 1	施肥 2	施肥 3	施肥 4	总数	平均
重复 1	41.0	39.0	36.8	33.9	150.7	37.7
重复 2	41.5	39.5	38.6	36.1	155.6	38.9
重复 3	41.1	39.8	36.1	36.0	153.0	38.3
重复 4	42.9	42.0	37.9	37.3	160.1	40.0
总数	166.5	160.2	149.4	143.2	619.3	154.8
平均	41.6	40.1	37.3	35.8	154.8	38.7
2007-10-28						
14 天	施肥 1	施肥 2	施肥 3	施肥 4	总数	平均
重复 1	33.1	31.8	28.3	25.8	119.0	29.8
重复 2	33.6	32.2	29.0	26.6	121.4	30.3
重复 3	34.0	32.1	28.5	26.2	120.8	30.2
重复 4	34.5	33.6	29.8	27.0	124.9	31.2
总数	135.2	129.7	115.6	105.6	486.1	121.5
平均	33.8	32.4	28.9	26.4	121.5	30.4
2007-11-4						
21 天	施肥 1	施肥 2	施肥 3	施肥 4	总数	平均
重复 1	38.5	37.3	34.1	31.9	141.8	35.5
重复 2	40.9	39.1	36.3	33.2	149.5	37.4
重复 3	37.9	37.1	31.2	29.6	135.8	34.0
重复 4	41.1	39.4	35.8	33.0	149.3	37.3
总数	158.4	153.0	137.4	127.6	576.4	144.1
平均	39.6	38.2	34.3	31.9	144.1	36.0

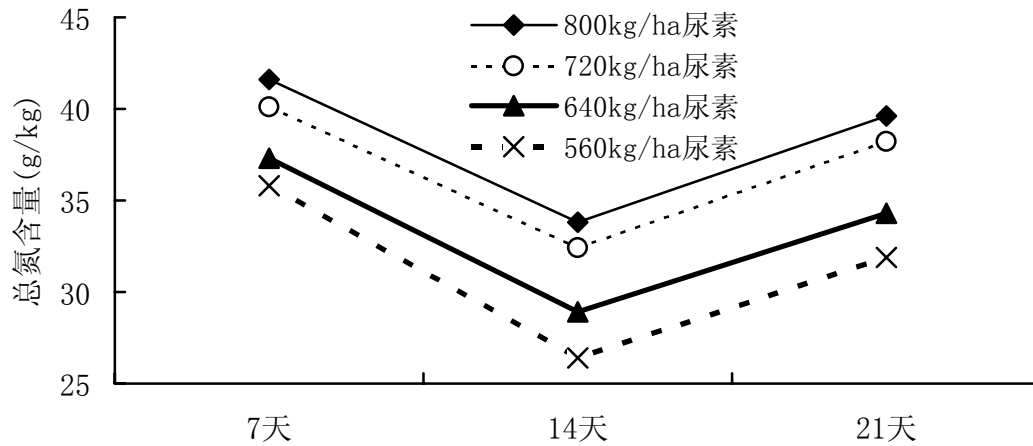


图7 不同施氮水平对韭黄总氮含量的影响

### 3.3.3 韭黄采收前光照对植株体硝酸盐含量的影响

我们于收割韭黄当日早晨 5 点钟进入田间选择一棚即将收割韭黄的农户作为研究对象。从早晨 6 点开始，每 2 个小时采样一次，一直到下午 6 点钟。经过对样品测试得出，从早上 6 点，到中午 12 点，韭黄硝酸盐浓度逐渐下降，然后开始上升，在下午 2 点达到高峰值，随后又开始下降（图 8），下午 2 点左右韭黄硝酸盐出现高峰值与该时段温度高有关。温度对蔬菜中硝酸盐积累的影响主要表现在两方面：一是温度增加，植物生长发育的速度增加，增加了水分的吸收与转移、硝酸盐吸收也随之增加；温度增加，植物水分蒸发增加，硝酸盐的积累也增加，因此，随着温度的增加，蔬菜中的硝酸盐含量也增加。另一方面温度升高，促进了土壤的氮素矿化作用和硝化作用，增加了土壤的硝酸盐浓度，也间接增加了蔬菜中的硝酸盐含量（陈国安，2002）。光强度与植物中硝酸盐的积累一般呈反相关，这主要是光强度与植物的光合同化作用密切相关，当光强度高、光周期长时，植物光合作用强度增加，大量的硝酸盐被同化还原形成氨基酸，因而植物中的硝酸盐含量下降，反之光合作用强度降低，则硝酸盐积累增加（陈国安，2002）。本研究结果表明，韭黄揭棚后，特别是在温度不高条件下，光照导致韭黄植株硝酸盐明显下降（图 8）。

**表 11 韭黄采收前光照对植株体硝酸盐含量的影响（2007 年 12 月 9 日）**

采样时间	6:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
重复 1	1239.7	1229.2	1209.5	1185.5	1285.8	1218.4	1172.5
重复 2	1205.3	1188.7	1136.7	1118.6	1261.5	1173.6	1108.9
重复 3	1256.8	1249.5	1212.0	1175.6	1268.9	1187.5	1145.9
平均值	1233.9	1222.5	1186.1	1159.9	1272.0	1193.1	1142.4
标准差	21.43426	25.26663	34.92057	29.49017	10.16567	18.70555	26.09437

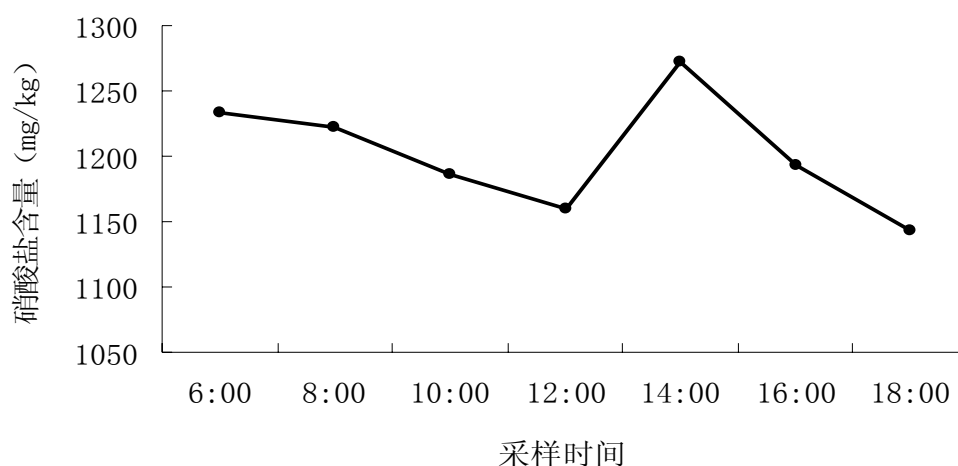


图 8 韭黄采收前光照对植株体硝酸盐含量的影响

## 4 讨论

### 4.1 韭黄硝酸盐含量调控技术措施

云南省曲靖地区蔬菜硝酸盐调查表明，叶菜类硝酸盐含量依次为，油菜、小白菜、菠菜 ( $> 3000 \text{ mg/kg}$ )  $>$  芹菜、茴香菜 ( $>2000\text{mg/kg}$ )  $>$  叶用莴苣 ( $1210 \text{ mg/kg}$ )  $>$  韭菜、大蒜 ( $< 500\text{mg/kg}$ ) (廖敏等, 2006)。本研究结果表明，研究地韭黄、韭菜硝酸盐均值分别为  $779.35\text{mg/kg}$ 、 $1639.35 \text{ mg/kg}$  (表 1 表 2)。对比曲靖的调查数据可知本调查区韭菜硝酸盐含量比曲靖地区高。我们的实验表明韭菜与韭黄硝酸盐含量成比例，本调查区韭黄硝酸盐含量也应大于曲靖地区。由此推测昆明主要韭黄典型生产区过量施肥造成较严重的土壤硝酸盐污染。因此，为了保证食用韭黄安全，减少环境硝酸盐含量具有很大的实践意义。

土壤氮素和氮肥施用是保证韭黄产量重要因素。但是过量施用氮肥不但对韭黄产量没有积极作用，而且还会导致水体污染和韭黄硝酸盐过量累积。本研究结

果已经证实,韭黄硝态氮和总氮含量均表现为随着施肥量增加而增加。因此,在不影响韭黄产量下,降低氮肥施用量不仅能减少硝酸盐累积,也对提高氮肥利用率,节约成本,提高经济效益,保护水环境等具有重要现实意义。有关韭黄合理施肥量及其与韭黄产质量、以及对水环境影响有待进一步研究。

本研究结果证实,割韭菜残留在韭黄上的黄绿色没有黄化部分硝酸盐含量比新生长的新叶芽茎高(图 3),因此,在收割韭黄后,应该尽可能除掉那些没有黄化部分,减少成品韭黄硝酸盐含量。

为了减少成品韭黄硝酸盐含量,建议收韭黄前,先揭棚光照 2~3 小时。

总之,通过施肥调控、韭黄收割前短时间光照和除掉那些没有完全黄化植株,均能减少韭黄硝酸盐含量。

## 4.2 食用韭黄中硝酸盐的安全性

通过实验研究证明:食用韭黄中硝酸盐的安全性比韭菜好。在有条件地区,建议种植韭菜区域,生产和出售韭黄,对保障人食用蔬菜安全性具有意义。由于韭黄价格大于韭菜,因此,出售韭黄经济效益也远大于韭菜。

虽然韭黄硝酸盐总体含量不高,但是韭黄硝酸盐含量仍然接近蔬菜可食部分硝酸盐含量的分级评价标准中的二级水平(785mg/kg)(沈明珠等,1982)。该标准规定蔬菜硝酸盐含量大于二级标准则不宜生食。因此,调查区种植的韭黄最好不要生食。

## 5 结论

本研究结果表明,韭黄硝酸盐总体含量低于韭菜。通过采用氮肥合理施用技术,收割韭黄前光照 2-3 小时,可进一步降低韭黄硝酸盐含量。在正常食用量下,食用韭黄的硝酸盐含量没有超过安全标准,食用安全性有保障。

## 6 其他意见和建议

### 6.1 科学选购蔬菜

各种蔬菜硝酸盐含量由强至弱的规律是叶菜类、根菜类、薯芋类、葱蒜类、豆类、瓜类、茄果类、食用菌类,其含量高低可相差几十倍。所以,选购蔬菜时,

尽可能选购一些瓜果和食用菌类蔬菜，如黄瓜、茄子、毛豆、番茄、香菇、西红柿、苦瓜等。不新鲜的蔬菜除了营养成分易散失外，硝酸盐含量亦会增加，所以要尽量选购新鲜的蔬菜。要选质量好的、硝酸盐含量达标的产品(绿色蔬菜)。

## **6.2 合理食用、加工与保存蔬菜**

蔬菜通过水洗、水泡、水煮、水烫等方法，可不同程度地去除硝酸盐。不洁净的洗菜水硝酸盐、亚硝酸盐的含量比新鲜自来水高 0.2~1 倍。菜不要切得太细，也不要长时间暴露在空气中，要现切现炒。不买存放过久、隔日或发蔫的蔬菜，当日买的菜当日吃完，不吃隔夜的熟蔬菜，尤其是菜汤，因菜汤放置过久，硝酸盐还原菌会将其还原成亚硝酸盐，使“菜汤”变成有毒食物。已购的蔬菜要放入冰箱，在低温下硝酸盐还原菌的作用会受到抑制。

## **6.3 日常的膳食结构要平衡**

日常膳食平衡，多食用含有维生素 C 与维生素 E 的蔬菜（如油菜、辣椒、西红柿）、水果（柑桔、橙、梨）、大蒜、硬壳类食物、薯类或常饮茶叶，可以有效阻断亚硝酸盐的形成，防止硝酸盐对人体的危害，去除蔬菜硝酸盐对人体的潜在危险。此外，汤汁中维生素 C 的含量丰富，应尽量食用。

## **6.4 提高蔬菜施肥技术，从源头上减少硝酸盐积累**

要科学合理地施用化肥，减少氮肥的施用量，以有机肥为主，无机肥为辅。大力推广使用蔬菜专用型复合肥料，含锌、钼、钙、镁的新化肥以及生物有机复合肥料，保证水质中和土壤中硝酸盐和亚硝酸盐的量减少，这样就减少了污染源，降低硝酸盐的积累。还要加强科学研究，积极探索高产、优质、低硝酸盐含量的蔬菜生产综合技术。

## **6.5 治理环境**

为了防止硝酸盐与亚硝酸盐的危害，应从环境上着手，减少大气中、水质中、土壤中对人体有害的残留物质污染，禁止使用污水灌溉，实行污水、垃圾与粪便无害化处理等环保措施，以保护地表水与地下水源不遭受硝酸盐和亚硝酸盐的污染。

## **6.6 少吃腌熏、腊制食品和不新鲜的蔬菜**

应尽量少吃腌制、熏制、腊制的鱼、肉类、香肠、腊肉、火腿、罐头食品、

盐渍酸菜、盐腌不久的菜，防止硝酸盐与亚硝酸盐侵入人体。

## 7 收获体会

本次研究活动，我应用了植物学、植物营养学、生态学、土壤学、化学、农学等学科的科学原理，在实验过程中，使用了田间调查、科学采样、化学分析、科学统计等科学方法。

在平常的生活中，很多人都对食品安全十分重视。我在参观 863 工作站时，科学家告诉我们，硝酸盐（ $\text{NO}_3$ ）与亚硝酸盐（ $\text{NO}_2$ ）分别是硝酸（ $\text{HNO}_3$ ）和亚硝酸（ $\text{HNO}_2$ ）的酸根，它们作为环境污染物而广泛地存在于自然界中，尤其是在气态水、地表水和地下水中以及动植物体与食品内。科学家们认为，预防和降低蔬菜硝酸盐对人体的危害对防止病从口入，维护人们的健康水平有着重要意义。这引起了我对蔬菜硝酸盐这个问题的研究兴趣，在专家和指导老师的帮助下经充分酝酿后提出课题，结合自身情况共同设计课题方案，查阅大量有关书籍资料，利用网络收集信息，发现《韭黄硝酸盐累积规律与硝酸盐含量调控技术研究》这一课题有很好的新颖性和创新性。通过讨论课题内容，设计操作过程，使我成为本次实验研究活动的主要参与者和决策者。通过对研究过程的思考和对实验的准确操作，使平常单纯的课堂学习变成多方位的能力发展。在专家和老师的指导下一丝不苟地去发现问题，解决问题，参与这样的力所能及的科研活动，提高了观察能力、思维能力、动手能力，培养了我的创新实践能力和严谨的科学态度、科学精神，进一步提高了我学习生物学的兴趣，学会去发现有价值的问题，并思考这些问题，积极参与这些问题的研究。

通过对韭黄硝酸盐累积规律与硝酸盐含量调控技术研究，我欣喜地发现，我的工作对解决氮肥对土壤和水质的污染有十分重大的意义，建议种植韭菜地区，生产和出售韭黄，对防止硝酸盐对人体的危害，去除蔬菜硝酸盐对人体的潜在危险，保障人食用蔬菜的安全性具有重大意义。类似的课题研究，既考虑了当前发展的需要，又考虑了未来发展的需要，重视长远、整体的利益，充分考虑经济、社会、生态的协调发展，选择我们身边存在的现实问题入手，充分利用学校及学校周围的自然环境、社会环境这个大课堂，通过多种角度的参与，让我们从感性的认识和自身活动中积极、轻松、自然地接受科学知识教育并变为自觉的行动，



最终完成从理论认识—感性认识—理性认识这样一个过程，同时也获得了人生的充实，丰富和提高了自己的科学知识水平。

## 8 鸣谢：

国家 15 重大专项科技部 863 项目“城郊面源污水综合控制技术与工程示范” 云南基地提供实验设备及技术保障

云南农业大学植物营养实验室提供总氮含量检测设备

863 项目“城郊面源污水综合控制技术与工程示范” 云南基地胡正义研究员、张瑞杰博士参与指导

## 9. 参考文献

1. 熊国华、林咸永、章永松、郑绍建、周根娣 2004 环境因素对蔬菜累积硝酸盐影响的研究进展。土壤通报 (J), 35 (3): 362-365
2. 汪李平,向长萍,王运华 2004 我国蔬菜硝酸盐污染状况及防治途径研究进展(上) (J) . 长江蔬菜, (4): 1 - 4 .
3. 户流又次 1996 作物生理讲座 (M) . 上海:上海科技出版社, 204 - 205
4. 王晶 2003 蔬菜中硝酸盐的危害和标准管理 (J) . 中国蔬菜, 2: 1 - 3.
5. 冷家峰,李东海,王泽俊 1996 蔬菜中硝酸盐、亚硝酸盐含量评价标准 (J) . 山东蔬菜, (4): 36 .
6. 刘美艳, 张健 2005 软化栽培对韭菜、蒜苗主要营养成分的影响。江苏农业科学, 4: 117-118
7. 王利群、董英、黄达明、吴守一 2002 蔬菜硝酸盐的累积及其生理机制研究进展。江苏农业科学, 6: 78-81
8. 罗雪华, 蔡秀娟.紫外分光光度法测定蔬菜硝酸盐含量.华南热带农业大学学报, 2004, 10(1): 13~16
9. 陈振德,程炳嵩.1998 蔬菜中的硝酸盐及其与人体健康[J].中国蔬菜, (1): 40~42
10. 沈明珠, 翟宝杰, 东惠茹 1982.蔬菜硝酸盐累积的研究 I .不同蔬菜硝酸盐和亚硝酸盐含量的评价[J].园艺学报, 9(4): 41~48