

# 沼液对莴笋和生菜硝酸盐含量及营养品质的影响

徐卫红<sup>1</sup>,王正银<sup>1</sup>,权月梅<sup>1</sup>,欧阳柬<sup>2</sup>,陈彩范<sup>3</sup> (1.西南农业大学 资源环境学院,重庆 400716;2.重庆市农村能源办公室,重庆 400020;3.重庆市开县农业局,开县 405400)

**摘要** 采用盆栽试验,研究了不同沼液用量对莴笋、生菜硝酸盐含量和营养品质的影响。结果表明,施用沼液提高了莴笋、生菜株高和产量,降低了莴笋茎和生菜硝酸盐含量,有利于增加莴笋茎、叶及生菜含水量和氨基酸含量,生菜维生素C含量略高于对照。在施用氮磷钾化肥(N 120 mg·kg<sup>-1</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 80 mg·kg<sup>-1</sup>、K<sub>2</sub>O 100 mg·kg<sup>-1</sup>)基础上,每钵增施沼液 500 ml,可改善蔬菜营养品质,使莴笋叶和生菜硝酸盐含量分别降低 53.5%和 45.5%,同时还可使 2 种蔬菜分别增产 51.0%和 56.7%,为本试验条件下莴笋、生菜最佳施肥组合。

**关键词** 沼液;蔬菜;硝酸盐;营养品质

中图分类号:X56;X7 文献标识码:A 文章编号:1001-5906(2003)02-0034-04

**Effect of application of biogas slurry on nitrate content and nutrition quality of lettuce and romaine lettuce.** XU Weihong<sup>1</sup>,WANG Zheng-yin<sup>1</sup>,QUAN Yue-mei<sup>1</sup>,OU-YANG Jian<sup>2</sup>,CHEN Cai-fan<sup>3</sup>(1. College of Resources and Environmental Sciences, Southwest Agricultural University, Chongqing 400716, China; 2. Chongqing Rural Energy Office, Chongqing 400020, China; 3. Kaixian County Agriculture Bureau, Kaixian 405400, China):*Rural Eco-Environment* 2003,19(2) 34-37

**Abstract:** A pot experiment was conducted to study effect of application of biogas slurry on nitrate content and nutrition quality in romaine lettuce and lettuce. The results show that the application of biogas slurry increased plant height and yield of the crops, which had lower nitrate contents but higher water and amino acid contents (in lettuce) and higher vitamin C content (in romaine lettuce). On the basis of N, P, K fertilization (NPK = 12080100 mg·kg<sup>-1</sup>), additional application of biogas slurry at 500 ml·pot<sup>-1</sup> improved nutrition quality of the vegetables by decreasing nitrate content in the leaves of lettuce and romaine lettuce by 53.5% and 45.5% respectively, and also increased yield by 51.0% and 56.7%, respectively. Under this experiment conditions, the fertilization recommendation is the best for the two crops.

**Key words:** biogas slurry; vegetable; nitrate; nutrition quality

业已证明,作为无公害蔬菜重要卫生指标之一的硝酸盐,其累积强度与蔬菜种类(品种)、土壤、光照、温度、水分、肥料供应有关,其中,施肥尤其是施用化学氮肥是导致蔬菜硝酸盐累积的主要原因之一[1-4]。一些国家为了避免蔬菜中硝酸盐含量超标,限制了化学氮肥的使用量,并规定了绿色食品生产所允许施用的主要肥料类型和施用方式。利用沼气发酵物制成的沼气肥是我国无公害蔬菜生产提倡施用的肥料之一。目前,有关沼气发酵物对水稻、棉花等大田作物产量影响的研究较多[5-8],而其对蔬菜影响研究较少[9-10]。为此,本试验采用盆栽方法,研究了沼液对莴笋、生菜硝酸盐含量和营养品质的影响,旨在为低硝酸盐、高营养品质的无公害蔬菜生产筛选优质肥料和优化施肥组合提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

供试土壤为灰棕紫泥,其基本理化性质为有机质 10.43 g·kg<sup>-1</sup>,碱解氮 53 mg·kg<sup>-1</sup>,有效磷 3.7 mg·kg<sup>-1</sup>,速效钾 41 mg·kg<sup>-1</sup>,pH 6.5,质地为砂质壤土。供试蔬菜为莴笋(茎用莴苣,品种为大白甲)和生菜(长叶莴苣,品种为美国大速)。沼气发酵物为人畜粪便经正常厌氧发酵产生沼气后的沼液,采自重庆市九龙坡区沼气基地,pH 7.1,铵态氮 193 mg·L<sup>-1</sup>,硝态氮 16.6 mg·L<sup>-1</sup>,速效磷 1.25

基金项目:重庆市农村能源办资助项目

收稿日期:2002-08-19

$\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ , 水溶性钾  $33.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ , 腐殖酸  $161.9 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ , 氨基酸总量  $69.25 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。以尿素、磷酸二氢钾和硫酸钾分别作为氮、磷、钾肥源, 尿素为农用化肥, 磷酸二氢钾和硫酸钾均为化学纯试剂。

### 1.2 试验方法

试验于 2001 年 4 月至 5 月在西南农业大学玻璃盆栽场进行。用直径 22 cm、高 12 cm 的白瓷盆钵, 每钵装过 3 mm 筛的风干土样 2.0 kg。试验共设 5 个处理 (表 1), 每处理 4 次重复, 随机排列。

表 1 试验方案

Table 1 Design of the experiments

处理	每钵肥料用量
CK	尿素 522 mg, 磷酸二氢钾 307 mg, 硫酸钾 400 mg <sup>1)</sup>
沼液低量	同 CK + 沼液 125 ml (分 5 次追施, 每次 25 ml)
沼液中量	同 CK + 沼液 250 ml (分 5 次追施, 每次 50 ml)
沼液次高量	同 CK + 沼液 500 ml (分 5 次追施, 每次 100 ml)
沼液高量	同 CK + 沼液 1 000 ml (分 5 次追施, 每次 200 ml)

1) 相应为 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 和 K<sub>2</sub>O 120、80、100  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

以氮、磷、钾化肥作基肥, 于蔬菜移栽前用水 (每钵 200 ml) 溶解, 并与土壤充分混匀后装盆。每钵定植蔬菜 3 株, 定植时莴笋为 5 叶期, 生菜为 4 叶期。追肥时沼液用量不足 200 ml 的加水补充至 200 ml, 以保证每个处理间水分一致。莴笋于 4 月 4 日定植后分别在第 12、19、26、33 和 38 天追施沼液; 生菜于

4 月 5 日定植后分别在第 11、18、25、32 和 37 天追施沼液。莴笋与生菜各在定植后第 21 天和第 20 天追施氮肥 1 次, 每钵用量为 40 mg。在莴笋生长 35 和 42 d, 生菜生长 34 和 41 d 时取完全叶 (心叶下第 3 叶) 测定硝酸盐含量。莴笋生长 46 d, 生菜生长 42 d 收获, 测定蔬菜鲜重、可食部分硝酸盐含量及营养品质。

### 1.3 分析方法

植株样品硝酸盐含量用酚二磺酸比色法测定, 氨基酸含量用水合茚三酮法测定, 可溶性糖含量用 3,5-二硝基水杨酸比色法测定, 维生素 C 含量用 2,6-二氯酚法测定<sup>[11]</sup>。土壤有机质含量用重铬酸钾容量法测定, 碱解氮用碱解扩散法测定, 有效磷用碳酸氢钠浸提钼钼兰比色法测定, 有效钾用醋酸铵浸提原子吸收分光光度法测定<sup>[11]</sup>。沼液氨态氮用靛酚蓝比色法测定<sup>[12]</sup>, 速效磷用碳酸氢钠浸提钼钼兰比色法测定, 水溶性钾用原子吸收分光光度法测定<sup>[11]</sup>, 腐殖酸总量用焦磷酸钠-重铬酸钾容量法测定<sup>[12-13]</sup>, 氨基酸总量用水合茚三酮法测定<sup>[11]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同沼液施用量对莴笋和生菜生长的影响

不同沼液施用量对莴笋、生菜生长的影响结果见表 2。

表 2 沼液施用量对莴笋和生菜生长的影响

Table 2 Effects of different treatments on growth of romaine lettuce and lettuce

处理	莴笋				生菜	
	株高/cm <sup>-1</sup>	茎鲜重/g <sup>-1</sup>	叶鲜重/g <sup>-1</sup>	(茎+叶)总重/g <sup>-1</sup>	株高/cm <sup>-1</sup>	地上部鲜重/g <sup>-1</sup>
CK	26.8	42.68 Cd	74.13 Cd	116.81 Cd	19.8	115.46 Cc
沼液低量	28.8	47.19 Ced	87.38 Bc	134.57 Bc	19.7	135.66 BCbc
沼液中量	28.5	53.35 BCbc	97.85 Bb	151.20 Bb	20.4	149.90 ABb
沼液次高量	31.0	56.82 ABab	119.61 Aa	176.43 Aa	21.7	180.94 Aa
沼液高量	30.0	60.52 Aa	124.77 Aa	185.29 Aa	20.8	178.43 Aa

英文大小写字母分别表示不同处理之间差异达 1% 和 5% 显著水平。

由表 2 可知, 施沼液明显促进了莴笋生长, 各处理株高比对照增加 1.7~4.2 cm, 其中施沼液 500 ml 的处理增加最大。施肥处理之间莴笋茎、叶及总产量差异均达到极显著水平, 茎、叶及总产量分别比对照增加 10.6%~41.8%、17.9%~68.3%、15.2%~58.6%, 以每钵施沼液 1 000 ml 的处理产量最高, 且随沼液用量增加, 莴笋茎、叶鲜重亦增加。莴笋产量与沼液用量之间呈二次曲线关系, 其肥料效应方程

为:  $y = 115.9485 + 0.1686x - 0.0001x^2$  ( $F = 1082.2242^{**}$ )

沼液用量不同, 对生菜株高的影响也不同。除施沼液低量 125 ml 的处理株高比对照略低外, 其余处理均比对照高 0.6~1.9 cm, 仍以每钵施沼液 500 ml 的处理生菜株高最高。施沼液各处理间生菜产量差异也达到显著水平, 施沼液提高了生菜产量, 增幅为 17.5%~56.7%, 以施沼液次高量的生菜产量

最高。一般随沼液用量增加而增加,生菜产量与沼液用量之间也可以用二次曲线效应方程表示:  
 $y = 113.8963 + 0.1912x - 0.0001x^2$  ( $F = 115.6925^{**}$ )

## 2.2 不同时期莴笋和生菜叶片硝态 N 含量的变化

施用沼液后,不同时期采样测得莴笋和生菜叶片硝态 N 含量见表 3。

表 3 不同时期莴笋和生菜叶片硝酸盐含量的变化

Table 3 Changes in nitrate contents in leaves of the vegetables at different growth stages

处理	硝酸盐含量(mg·kg <sup>-1</sup> )			
	莴笋		生菜	
	35 d	42 d	34 d	41 d
CK	511.8	1 539.2	401.4	1 971.8
沼液低量	235.4	968.6	373.5	1 504.6
沼液中量	276.8	985.8	671.3	1 176.1
沼液次高量	339.2	709.4	539.6	8 64.8
沼液高量	518.8	546.6	685.0	691.9

由表 3 可知,第 1 次(35 d 取样)测定结果表明,莴笋除沼液高量的处理硝酸盐含量略增加外,其余处理较对照降低 33.7%~54.0%;生菜(34 d 取样)除沼液低量处理硝酸盐含量低于对照 7.0%以外,其余处理则较对照反而增加 34.4%~70.6%。虽然施用沼液对 2 种蔬菜叶片的硝酸盐影响不同,但沼液高用量时 2 种蔬菜叶内硝酸盐含量均有所增加。2 种蔬菜第 2 次(莴笋 42 d、生菜 41 d 取样)测得莴笋叶硝酸盐含量降低 36.0%~64.5%,生菜降低 23.7%~64.9%,均明显低于对照,且随沼液用量增加 2 种蔬菜硝酸盐含量基本呈下降趋势。可见,在蔬菜生长期间,适量施用沼液可以减少叶菜硝酸盐含量,尤以收获前施用 1 次沼液,降低硝酸盐的效果最为明显。

## 2.3 沼液施用量对收获期莴笋和生菜可食部分硝酸盐含量的影响

由表 4 可知,施用沼液对莴笋叶与茎硝酸盐的影响规律并不相同。施用沼液使莴笋叶内的硝酸盐含量降低了 13.8%~53.5%,其中以加次高量沼液的处理降低硝酸盐的效果最好,而莴笋茎内的硝酸盐含量除低量沼液处理降低 8.0%外,其余处理反而比对照高 2.7%~28.0%,且随沼液用量增加,茎内硝酸盐含量亦增加,表明沼液对降低蔬菜叶片中硝酸盐含量效果最好。不同沼液用量均降低了生菜硝酸盐含量,降幅为 31.8%~45.5%。莴笋叶、生菜

均以次高量沼液降低硝酸盐的效应最大,且此时 2 种蔬菜硝酸盐含量除莴笋沼液高量处理外,莴笋叶、生菜硝酸盐含量均比第 2 次取样测定时明显降低,表明沼液对蔬菜硝酸盐含量的影响还受采收时间的限制。

表 4 不同沼液施用量对莴笋和生菜可食部分硝酸盐含量的影响

Table 4 Effects of different treatments on nitrate contents in the edible parts of romaine lettuce and lettuce

处理	硝酸盐含量(mg·kg <sup>-1</sup> )		
	莴笋叶	莴笋茎	生菜
CK	802.6	1 037.7	913.3
沼液低量	677.9	954.7	622.6
沼液中量	470.4	1 065.5	567.2
沼液次高量	373.5	1 120.7	498.2
沼液高量	691.8	1 328.4	595.1

## 2.4 沼液施用量对莴笋和生菜营养品质的影响

2.4.1 水分 由表 5 可知,施用沼液提高了莴笋水分含量(叶提高 1.0%~1.8%、茎提高 0.6%~3.1%),其中以次高量处理组最高;生菜水分含量也较对照高 2.0%~3.6%,且随沼液施用量的增加而增加。

2.4.2 氨基酸 施用沼液有利于提高莴笋叶与茎的氨基酸含量,且对茎氨基酸含量的提高效果明显比对叶好。莴笋叶、茎氨基酸含量分别较对照提高 5.4%~12.9%、8.7%~16.4%,均以高量处理氨基酸含量最高,其次为次高量处理。生菜除低量处理的氨基酸含量低于对照 8.7%外,其余处理提高 1.9%~72.7%,以高量处理的增幅最大。

2.4.3 维生素 C 本试验条件下,施用沼液对莴笋、生菜的维生素 C 含量的影响表现出明显差异。沼液使莴笋叶、茎维生素 C 含量分别较对照降低 2.6%~23.1%、6.7%~29.6%,以中量处理组的莴笋叶和高量处理组的莴笋茎中维生素 C 含量降幅最大。而施用沼液后生菜维生素 C 含量均略高于对照,增幅为 1.6%~5.4%,但随沼液施用量的增加而减少。

2.4.4 还原性糖 本试验条件下,沼液还降低了莴笋叶和生菜的还原性糖含量,降幅分别为 7.9%~40.5%和 9.5%~29.4%,仅低量和中量处理组分别使莴笋茎还原性糖含量提高 11.2%和 14.5%,这与有关报道不一致,其原因有待进一步研究。

表 5 沼液施用量对莴笋和生菜营养品质的影响

Table 5 Effects of different treatments on nutrition quality of romaine lettuce and lettuce

处理	水分含量/%		糖含量/(mg·kg <sup>-1</sup> )		氨基酸含量/(mg·kg <sup>-1</sup> )		维生素 C 含量/(mg·kg <sup>-1</sup> )		
	叶	茎	叶	茎	叶	茎	叶	茎	
莴笋	CK	90.04	91.60	1.78	2.14	186	286	273.81	42.73
	沼液低量	90.93	92.18	1.61	2.38	206	311	266.73	35.31
	沼液中量	91.02	92.89	1.64	2.45	196	329	210.59	39.89
	沼液次高量	91.68	94.43	1.46	2.07	208	325	222.36	31.61
	沼液高量	91.57	94.33	1.06	1.91	210	333	245.91	30.08
生菜	CK	88.84		2.21		322		219.31	
	沼液低量	90.60		1.96		294		231.08	
	沼液中量	90.81		2.00		365		229.34	
	沼液次高量	91.98		1.74		328		228.46	
	沼液高量	92.02		1.56		556		222.80	

### 3 结论

(1) 在每钵(2 kg 风干土样)施用尿素 522 mg、磷酸二氢钾 307 mg、硫酸钾 400 mg 的基础上,增施沼液显著提高了莴笋、生菜可食部分产量。其中以每钵增施沼液 1 000 ml 的沼液高量处理使莴笋增产最多,为 58.6%,其次是每钵增施沼液 500 ml 的沼液次高量处理。对生菜而言,以沼液次高量处理增产最高,为 56.7%。

(2) 沼液对降低蔬菜叶片硝酸盐含量效果最好。本试验条件下,不同沼液用量均明显降低了莴笋叶中硝酸盐含量(13.8%~53.5%),以次高量处理对硝酸盐的降低幅度最大,产量最高的高量处理降低最少,生菜硝酸盐较对照降低 31.8%~45.5%,也以产量最高的次高量处理降低幅度最大。此外,研究结果表明,沼液降低蔬菜硝酸盐的效果还受采收时间的影响。

(3) 施用沼液还提高了莴笋茎、叶及生菜含水量、莴笋叶与茎氨基酸含量。莴笋以高量处理对提高水分、氨基酸含量的效果最好,其次是次高量处理,生菜中水分、氨基酸含量也以高量处理最高,且维生素 C 含量也高于对照,次高量处理生菜水分、氨基酸、维生素 C 含量也明显高于对照。综合 2 种蔬菜产量、硝酸盐含量及营养品质来考虑,在本试验氮、磷、钾化肥施用量情况下,增施次高量沼液可获得高产、优质的叶菜类蔬菜。有关试验结果还有待进一步大田试验验证。

### 参考文献:

- [1] 王宪泽,程炳高,张国珍. 蔬菜中硝酸盐及其影响因子[J]. 植物学通报, 1991, 8(3): 34-37
- [2] 胡勤海,叶兆杰. 蔬菜主要污染问题[J]. 农村生态环境, 1995, 11(3): 52-56
- [3] 王正银,李联铁,熊海灵. 紫色土施氮对莴笋营养效应的研究[J]. 植物营养与肥料学报, 1996, 2(2): 153-156
- [4] 徐卫红,何天秀,杨林. NPK 配施对莴笋产量品质的影响研究[J]. 西南农业大学学报, 1996, 18(4): 396-399
- [5] 符放中. 持续十年施用沼肥对水稻稳产高产效果研究[J]. 中国沼气, 1996, 14(4): 43-45
- [6] 张宁珍,刘勇,刘善军,等. 追施沼肥对甘蔗增产效果的研究[J]. 中国沼气, 1999, 17(4): 31-33
- [7] 陈新. 推广沼液浸种提高粮食产量[J]. 中国沼气, 1999, 17(3): 35
- [8] 龙大友. 沼液用于棉花叶面喷施效果好[J]. 农村能源, 1991, 36(2): 30
- [9] 耿玉亮,刘郁文,王泽洋,等. 温室蕃茄生产施用沼肥的试验[J]. 中国沼气, 2000, 38(1): 31-32
- [10] 洪文思,林丽娟. 沼肥对苦瓜增产效应初探[J]. 中国沼气, 1997, 15(3): 44
- [11] 南京农业大学. 土壤农化分析[M]. 2 版. 北京: 农业出版社, 1988
- [12] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2000
- [13] 中国标准出版社. 中国农业标准汇编—土壤肥料卷[M]. 北京: 中国标准出版社, 1998: 505-511

作者简介 徐卫红(1969—),女,副教授,博士生,从事植物营养与环境研究。