

不同土壤和氮钾肥配比对莴笋的营养效应研究^①

钟攀¹, 朱洪霞¹, 董燕¹, 张玉霞¹, 李建勇¹, 王正银^{1*}, 向华辉², 刘星²

(1 西南大学资源环境学院, 重庆 400716; 2 重庆市九龙坡区农林水利局, 重庆 400051)

摘要: 通过田间小区试验研究了不同 N、K 肥料配比对酸性和碱性土壤上两个莴笋品种 (科兴 3 号和双尖莴笋) 产量及品质的影响。结果表明, 不同土壤上施用不同 N、K 配比肥料对双尖莴笋和科兴 3 号的产量影响不同。在酸性土壤上, 对照 (N₁₅K₁₀) 是适宜两种莴笋高产的最佳 N、K 肥配比处理。在碱性土壤上种植双尖莴笋时, 可以考虑在对照基础上适当地降低 N 肥用量。在碱性土壤上两种莴笋的产量均高于酸性土壤。减 N 和增 K 处理有利于降低莴笋的硝酸盐含量。在酸性土壤上莴笋中的硝酸盐含量高于碱性土壤。莴笋采收后期茎的硝酸盐含量高于叶片。不同施肥处理对两种土壤上科兴 3 号和双尖莴笋营养品质的作用不一致。在酸性土壤上增施 K 肥或提高 N 肥的用量对莴笋营养品质的改善更有效。莴笋的 Vc 含量以叶片 > 茎, 且酸性土壤 > 碱性土壤。除双尖莴笋在增 K 处理 (N₁₅K₁₅、N₂₀K₁₅) 中茎的可溶性糖含量表现为酸性土 < 碱性土以外, 其他处理莴笋茎叶中的可溶性糖均为酸性土 > 碱性土。不同处理莴笋的氨基酸含量均表现为茎 > 叶。

关键词: 氮钾配比; 莴笋; 产量; 品质

中图分类号: S147.3

莴笋 (*Lactuca sativa* L.) 是我国南方地区广泛栽培和食用的叶类蔬菜之一, 其产量和品质受到消费者的广泛关注。蔬菜种植是一种高度集约化的种植方式^[1], 需肥量较大, 但施肥的不合理不但影响蔬菜产量和品质, 降低经济效益, 还会带来一系列环境和生态问题。N、P、K 肥平衡施用是获得优质高产蔬菜的一项重要技术措施^[2-4]。本文研究了在两种菜园土壤上不同 N、K 肥料配比对莴笋产量和品质的影响, 以期为不同土壤获得高产优质叶类蔬菜提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试酸性土壤采自重庆市九龙坡区蔬菜基地科技示范园, 为白鳝泥土壤; 碱性土壤采自九龙坡区白市驿高田坎村, 为紫色土壤。其基本农化性状见表 1。供试莴笋品种为科兴 3 号和双尖莴笋。供试肥料有尿素 (N 460 g/kg)、磷铵 (N 100 g/kg, P₂O₅ 420 g/kg)、氯化钾 (K₂O 600 g/kg)。

表 1 供试土壤基本农化性状

Table 1 Basic agro-chemical properties of experimental soils

土壤	pH	有机质 (g/kg)	碱解 N (mg/kg)	有效 P (mg/kg)	速效 K (mg/kg)
酸性土壤	5.20	28.3	151.8	36.0	149.6
碱性土壤	7.97	27.4	97.8	12.5	120.0

1.2 试验方法

田间小区试验于 2004 年 4—6 月在重庆市九龙坡区蔬菜基地科技示范园和九龙坡区白市驿高田坎村进行。在施用 P 肥 75 kg/hm² 的基础上, 以叶菜前期试验研究的适宜 N、K 配比 (N₁₅K₁₀) 为对照

(CK)^[5-8], 施用不同的 N 肥和 K 肥, 以进一步筛选不同土壤上两个品种莴笋的 N、K 肥优化量比。小区面积 1.0 m × 5.0 m, 均设 6 个处理 (表 2), 试验设 3 次重复, 随机排列。P 肥和 K 肥作基肥一次施入, 尿素在莴笋移栽返青后 (1 周) 作追肥分 3 次 (每次间隔

①基金项目: PPI/PPIC 项目(Sichuan200101) 资助。

* 通讯作者

作者简介: 钟攀 (1984—), 女, 四川达州人, 硕士研究生, 主要从事植物营养与品质等研究。E-mail: jimu579@sina.com.cn

15 天)按 30% : 40% : 30% 施入。收获后取样测定莴笋产量及叶、茎的 Vc、硝酸盐、可溶性糖和氨基酸含量。

表 2 田间小区试验方案
Table 2 Scheme of field experiment

处理	施肥量 (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O, kg/hm ²)
N ₁₅ K ₁₀ (CK)	225-75-150
N ₁₀ K ₁₀	150-75-150
N ₂₀ K ₁₀	300-75-150
N ₁₅ K ₁₅	225-75-225
N ₁₅ K ₅	225-75-75
N ₂₀ K ₁₅	300-75-225

1.3 测定项目和方法

土壤基本农化性状按常规分析方法测定^[9], 植株硝酸盐含量用酚二磺酸比色法, 可溶性糖用 3, 5-二硝基水杨酸法, 氨基酸用水合茚三酮比色法, Vc 用 2, 6-二氯酚法测定^[10]。试验数据处理采用最小显著差数法 (LSD 检验法) 进行统计分析^[11]。

2 结果与讨论

2.1 不同 N、K 配比对莴笋产量的影响

莴笋产量统计分析结果 (表 3) 表明, 与 CK 相比, 各 N、K 组合处理在不同 pH 值土壤上对莴笋产量的影响有明显差异。在酸性土壤中, 不同 N、K 组合对两种莴笋产量的影响基本一致, 均以 CK 处理的产量最高, 而其他 N、K 组合处理则有所降低。由此可见, 酸性土壤中, N₁₅K₁₀ 是适宜两种莴笋高产的最佳 N、K 配比。在碱性土壤中, 不同 N、K 组合对两种莴笋产量的影响是不同的, 即在 CK 的基础上改变 N、K 肥料的比例对双尖莴笋的增产作用相对明显, 其中减 N 处理 (N₁₀K₁₀) 的增产效果达到显著水平, 但对科兴 3 号基本没有增产效果。因此, 在碱性土壤上种植双尖莴笋时, 可以考虑适当的降低 N 肥用量。除 CK 处理双尖莴笋的产量以酸性土略高于碱性土以外, 其他处理均以碱性土壤上的产量较高, 这可能与酸性土壤中有效微量元素的缺乏影响蔬菜生长有关^[12]。在两种土壤上, 科兴 3 号的产量均高于双尖莴笋。总的来说, 两种土壤原初肥力和莴笋品种的差异均可能导致不同 N、K 配比对莴笋产量影响的不同。所以农业生产中一个良好施肥方案的确定, 必须同时考虑土壤性状 (有效养分含量、酸碱度等) 和作物品种差异 (产量水平、营养特性) 等诸多密切相关因素。

表 3 不同处理莴笋的产量
Table 3 Lettuce yield of different treatments

处理	酸性土				碱性土			
	双尖莴笋		科兴 3 号		双尖莴笋		科兴 3 号	
	kg/hm ²	%	kg/hm ²	%	kg/hm ²	%	kg/hm ²	%
N ₁₅ K ₁₀ (CK)	23752 a	100	32900 a	100	22458 b	100	37555 a	100
N ₁₀ K ₁₀	20761 b	87.4	31104 a	94.5	24388 a	108.6	35564 ab	94.7
N ₂₀ K ₁₀	19988 b	84.2	27113 b	82.4	23304 ab	103.8	37552 a	100.0
N ₁₅ K ₁₅	22145 ab	93.2	25649 b	78.0	22309 b	99.3	33005 b	87.9
N ₁₅ K ₅	22703 ab	95.6	26761 b	81.3	24139 ab	107.5	35282 ab	94.0
N ₂₀ K ₁₅	21709 ab	91.4	26503 b	80.6	23382 ab	104.1	35946 ab	95.7

注: 同列不同字母表示各处理在 p<0.05 水平下差异显著。

2.2 不同 N、K 配比对莴笋硝酸盐含量的影响

由表 4 可知, 不同 N、K 配比对不同土壤上不同品种莴笋的硝酸盐含量的影响不一致。在酸性土壤中, 减 N (N₁₀K₁₀) 或增 K (N₁₅K₁₅) 的处理与 CK 相比, 能明显降低科兴 3 号莴笋叶片及茎的硝酸盐含量, 达 15.3%~26.1%; 其余处理则增加叶片和茎的硝酸盐含量。对于双尖莴笋而言, 不同 N、K 处理均提高其茎、叶硝酸盐含量, 分别达 3.7%~33.1% 和 3.9%~32.5%。在 CK 的基础上同时增加 N、K 用量, 对两种莴笋的硝酸盐含量均有明显的增加作用, 且总体上高于其余处理。

在碱性土壤中, 不同 N、K 配比均对双尖莴笋叶片的硝酸盐含量有降低作用, 且以增 K 处理 (N₁₅K₁₅ 和 N₂₀K₁₅) 最明显, 分别达 39.5% 和 43.2%。科兴 3 号受到 N、K 肥料组合对硝酸盐的降低效果以茎>叶片。除 N₁₅K₁₅ 处理外, 与 CK 比较, 其余处理均降低其茎的硝酸盐含量。在等 K 基础上降低 N 肥用量 (N₁₀K₁₀), 或同时增加 N、K 用量 (N₂₀K₂₀) 均能降低叶片中硝酸盐含量。

上述结果表明, 在酸性土壤中减 N 或增 K 有利于科兴 3 号硝酸盐含量的降低; 在碱性土壤中双尖莴笋

硝酸盐含量的降低以增 K 处理作用最明显, 科兴 3 号则以减 N 处理的作用最明显。在酸性土壤上两种莴笋茎、叶的硝酸盐含量均高于碱性土壤, 可能是酸性土壤的碱解 N 高于碱性土壤 (表 1), 在植物生长过程中提供了较多的无机 N (主要是 $\text{NO}_3^- \text{-N}$, 提高了植株对 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 的吸收速率), 而酸性土壤中通常植物必需营养元素如 Mo、Ca 等不足, 蔬菜植株体内硝酸还原酶活性低^[13], 吸收的 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 难以及时还原, 当植物体内

的 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 吸收速率大于还原速率时必然导致硝酸盐的累积^[13]。在两种土壤上不同处理莴笋茎硝酸盐含量均明显高于叶片, 可能主要是受采收时期的影响。一般采收早时莴笋硝酸盐含量以叶片高于茎, 采收晚时硝酸盐含量以茎高于叶片, 因为此时叶片接受了较多的光照, 硝酸还原酶的活性比茎高, 有利于降低硝酸盐在叶片中的积累。本试验中莴笋茎的硝酸盐含量高于叶片, 可能与采收期相对较晚有关。

表 4 不同处理莴笋叶和茎中硝酸盐含量
Table 4 Nitrate contents in lettuce leaf and stem of different treatments

土壤类型	处理	双尖莴笋				科兴 3 号			
		叶		茎		叶		茎	
		mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%
酸性土	$\text{N}_{15}\text{K}_{10}$ (CK)	568.1	100	1334	100	678.8	100	1516	100
	$\text{N}_{10}\text{K}_{10}$	627.2	110.4	1776	133.1	501.7	73.9	1201	79.2
	$\text{N}_{20}\text{K}_{10}$	634.5	111.7	1522	114.1	760.0	112.0	1422	93.8
	$\text{N}_{15}\text{K}_{15}$	590.3	103.9	1729	129.6	531.2	78.3	1284	84.7
	N_{15}K_5	686.2	120.8	1383	103.7	700.9	103.3	1538	101.4
	$\text{N}_{20}\text{K}_{15}$	752.6	132.5	1555	116.6	796.9	117.4	1556	102.6
碱性土	$\text{N}_{15}\text{K}_{10}$ (CK)	546.0	100	669.6	100	398.4	100	1140	100
	$\text{N}_{10}\text{K}_{10}$	516.5	94.6	730.5	109.1	383.7	96.3	979.5	85.9
	$\text{N}_{20}\text{K}_{10}$	442.7	81.1	736.0	109.9	472.2	118.5	868.8	76.2
	$\text{N}_{15}\text{K}_{15}$	324.7	59.5	748.3	111.8	531.2	133.3	1273	111.7
	N_{15}K_5	391.1	71.6	514.6	76.9	405.8	101.9	951.8	83.5
	$\text{N}_{20}\text{K}_{15}$	309.9	56.8	431.6	64.5	376.3	94.5	913.1	80.1

2.3 不同 N、K 配比对莴笋营养品质的影响

2.3.1 Vc 在酸性土壤上, 与 CK 比较, 除 $\text{N}_{20}\text{K}_{15}$ 处理外, 其余处理均提高双尖莴笋叶片的 Vc 含量, 以 N_{15}K_5 处理提高幅度最大, 达 42.9%; $\text{N}_{20}\text{K}_{10}$ 处理使双尖莴笋茎的 Vc 含量提高 6.4%, 其余处理则降低 Vc 含量。除 $\text{N}_{15}\text{K}_{15}$ 处理外, 不同施肥处理提高科兴 3 号莴笋叶片和茎的 Vc 含量分别达到 6.4% ~ 16.4% 和 7.7% ~ 26.6% (表 5)。表明在酸性土壤中, 增施 N 肥 ($\text{N}_{20}\text{K}_{10}$) 能有效提高两种莴笋中 Vc 含量; 而增施 K 肥对两种莴笋中 Vc 含量的提高作用不明显。

在碱性土壤上, 与 CK 相比, 除 $\text{N}_{20}\text{K}_{10}$ 处理对双尖莴笋叶片、茎含量有所提高以外, 其余 N、K 组合均表现为降低, N_{15}K_5 降低最明显, 达 10.1%。在 CK 的基础上改变 N、K 肥料的用量均降低科兴 3 号叶片的 Vc 含量, 以 $\text{N}_{10}\text{K}_{10}$ 降低幅度最大, 达 22.5%。而对茎的影响表现不一致, $\text{N}_{10}\text{K}_{10}$ 、 $\text{N}_{20}\text{K}_{10}$ 和 $\text{N}_{15}\text{K}_{15}$ 可提高 Vc 含量达 12.5% ~ 26.0%。同时增施 N、K 肥

($\text{N}_{20}\text{K}_{15}$) 降低两种莴笋中茎、叶的 Vc 含量。

上述结果表明, 增施 N 肥有利于提高莴笋中的 Vc 含量。在不同土壤上, 相同施肥处理中科兴 3 号和双尖莴笋的 Vc 含量均以叶片 > 茎, 这是因为 Vc 主要存在于植物的绿色组织中^[14]。且酸性土壤上两种莴笋中的 Vc 含量均高于碱性土壤, 这可能与土壤的基础肥力有关。

2.3.2 可溶性糖 由表 6 知, 在酸性土壤中不同处理提高双尖莴笋叶片的可溶性糖含量 5.9% ~ 41.9%, 以 $\text{N}_{20}\text{K}_{10}$ 处理增幅最大, 不同处理提高茎的可溶性糖含量 6.8% ~ 18.4% ($\text{N}_{10}\text{K}_{10}$ 处理除外), 以 $\text{N}_{20}\text{K}_{15}$ 处理双尖莴笋茎的可溶性糖含量最高。科兴 3 号叶片可溶性糖含量除 $\text{N}_{20}\text{K}_{15}$ 处理降低 1.52% 外, 其余处理提高 5.0% ~ 11.1%, $\text{N}_{10}\text{K}_{10}$ 、 $\text{N}_{20}\text{K}_{10}$ 处理增加较多。除 $\text{N}_{15}\text{K}_{15}$ 和 $\text{N}_{20}\text{K}_{10}$ 处理降低科兴 3 号茎中可溶性糖含量外, 其余处理使科兴 3 号茎的可溶性糖含量增加 1.4% ~ 23.3%。

表 5 不同处理莴笋叶和茎中 Vc 含量
Table 5 Vc contents in lettuce leaf and stem of different treatments

土壤类型	处理	双尖莴笋				科兴 3 号			
		叶		茎		叶		茎	
		mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%
酸性土	N ₁₅ K ₁₀ (CK)	221.0	100	65.6	100	232.7	100	44.0	100
	N ₁₀ K ₁₀	307.5	139.1	64.8	98.8	262.6	112.8	47.4	107.7
	N ₂₀ K ₁₀	267.6	121.1	69.8	106.4	247.7	106.4	55.7	126.6
	N ₁₅ K ₁₅	272.6	123.3	64.8	98.8	222.7	95.7	55.7	126.6
	N ₁₅ K ₅	315.8	142.9	64.8	98.8	259.4	111.5	50.7	115.2
	N ₂₀ K ₁₅	216.1	97.8	63.2	96.4	270.9	116.4	55.7	126.6
碱性土	N ₁₅ K ₁₀ (CK)	181.2	100	36.6	100	229.4	100	31.9	100
	N ₁₀ K ₁₀	176.2	97.2	38.6	105.5	177.8	77.5	30.9	96.8
	N ₂₀ K ₁₀	196.1	108.2	41.6	113.7	189.5	82.6	40.2	126.0
	N ₁₅ K ₁₅	181.2	100.0	36.1	98.6	187.8	81.9	39.6	124.1
	N ₁₅ K ₅	162.9	89.9	36.6	100.0	211.1	92.0	29.9	93.7
	N ₂₀ K ₁₅	174.5	96.3	34.6	94.5	217.7	94.9	28.6	89.7

表 6 不同处理莴笋叶和茎中可溶性糖含量
Table 6 Contents of soluble sugar in lettuce leaf and stem of different treatments

土壤类型	处理	双尖莴笋				科兴 3 号			
		叶		茎		叶		茎	
		mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%
酸性土	N ₁₅ K ₁₀ (CK)	05.73	100	5.15	100	6.60	100	7.30	100
	N ₁₀ K ₁₀	6.67	116.4	5.05	98.1	7.33	111.1	9.00	123.3
	N ₂₀ K ₁₀	8.13	141.9	6.05	117.5	7.33	111.1	7.25	99.3
	N ₁₅ K ₁₅	5.73	100.0	5.50	106.8	6.93	105.0	7.10	97.3
	N ₁₅ K ₅	5.73	100.0	5.75	111.7	7.07	107.1	8.50	116.4
	N ₂₀ K ₁₅	6.07	105.9	6.10	118.4	6.53	98.9	7.40	101.4
碱性土	N ₁₅ K ₁₀ (CK)	4.60	100	5.05	100	5.27	100	4.50	100
	N ₁₀ K ₁₀	4.80	104.3	5.45	107.9	6.53	123.9	3.55	78.9
	N ₂₀ K ₁₀	4.67	101.5	6.00	118.8	4.93	93.5	4.25	94.4
	N ₁₅ K ₁₅	4.73	102.8	5.90	116.8	4.80	91.1	4.05	90.0
	N ₁₅ K ₅	3.87	84.1	5.50	108.9	5.47	103.8	4.15	92.2
	N ₂₀ K ₁₅	3.50	76.1	6.50	128.7	4.60	87.3	3.35	74.4

在碱性土壤中，不同 N、K 配比处理提高双尖莴笋茎的可溶性糖含量 7.9%~28.7%，以 N₂₀K₁₅ 增加作用最大；N₁₅K₅ 和 N₂₀K₁₅ 处理分别降低双尖莴笋叶的可溶性糖含量 15.9% 和 23.9%，其余处理则使双尖莴笋叶的可溶性糖含量略有增加。不同施肥处理降低科兴 3 号茎的可溶性糖含量 5.6%~25.6%，N₂₀K₁₅ 处理降低幅度最大，叶的可溶性糖含量受不同 N、K 配比的作用不一致，其中 N₁₀K₁₀ 处理对叶的可溶性糖含量的增加效应最大，达 23.9%。总的来说，在碱性土壤上，

不同 N、K 配比主要提高双尖莴笋中的可溶性糖含量，相反降低科兴 3 号中的可溶性糖含量。
除双尖莴笋在增 K (N₁₅K₁₅) 和增施 N、K (N₂₀K₁₅) 处理中茎的可溶性糖含量表现为酸性土<碱性土以外，其他处理莴笋茎叶中的可溶性糖均为酸性土>碱性土。这可能与酸性土壤中的原初肥力较高有关。
2.3.3 氨基酸 与 CK 相比，在酸性土壤中，不同施肥处理均增加双尖莴笋叶片氨基酸含量 4.3%~26.7%，以 N₂₀K₁₀ 处理增幅最大；N₂₀K₁₀ 处理提高双尖

莴笋茎的氨基酸含量 4.2%，其余处理则降低其茎的氨基酸含量。除 N₂₀K₁₅ 处理外，其余处理双尖莴笋叶、茎氨基酸含量均高于科兴 3 号。不同施肥处理对科兴 3 号叶、茎氨基酸含量的作用不一致，其中 N₂₀K₁₅ 和 N₁₅K₁₅ 处理分别对叶、茎氨基酸含量的提高作用最大（表 7），表明 K 肥在提高叶菜氨基酸含量方面有积极作用，这也与前人研究的 K 肥能改善或提高叶菜品质的结果是一致的。

在碱性土壤中，不同处理降低双尖莴笋茎的氨基酸含量 6.3% ~ 24.0%，N₁₅K₁₅ 处理降幅最大；减 K（N₁₅K₅）和增 N（N₂₀K₁₀）处理增加茎的氨基酸含量 24.2% 和 1.4%，其余处理则降低茎氨基酸含量。不同

N、K 配比处理使科兴 3 号叶片氨基酸含量提高 7.4% ~ 45.4%，以增 K（N₁₅K₁₅）处理提高最多，茎的氨基酸含量除 N₁₀K₁₀ 处理降低 6.5% 外，其余处理则增加 10.0% ~ 31.8%。总的来说，在碱性土壤上，不同 N、K 配比处理对双尖莴笋氨基酸含量的作用以降低为主，而对科兴 3 号则以提高为主，这与该土壤上两个品种莴笋的可溶性糖含量的变化特点刚好相反。

综上所述，在两种不同的土壤中不同 N、K 配比对两种莴笋中氨基酸的含量影响明显不同。酸性土壤中，增施 N 肥或增施 K 肥比较有利于氨基酸的积累。不同处理中莴笋的氨基酸含量均表现为茎>叶，表明游离氨基酸主要积累在莴笋的茎中。

表 7 不同处理莴笋叶和茎中氨基酸含量比较
Table 7 Contents of amino acid in lettuce leaf and stem of different treatments

土壤类型	处理	双尖莴笋				科兴 3 号			
		叶		茎		叶		茎	
		mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%
酸性土	N ₁₅ K ₁₀ (CK)	153.7	100	369.0	100	132.0	100	291.0	100
	N ₁₀ K ₁₀	160.3	104.3	301.0	81.6	118.0	89.4	154.0	52.9
	N ₂₀ K ₁₀	194.7	126.7	384.5	104.2	182.7	138.4	265.5	91.2
	N ₁₅ K ₁₅	175.0	113.9	335.0	90.8	143.3	108.6	319.5	109.8
	N ₁₅ K ₅	170.0	110.6	356.5	96.6	120.7	91.4	184.5	63.4
	N ₂₀ K ₁₅	180.7	117.6	315.5	85.5	201.0	152.3	251.0	86.3
碱性土	N ₁₅ K ₁₀ (CK)	138.7	100	317.5	100	108.7	100	287.5	100
	N ₁₀ K ₁₀	135.7	97.8	297.5	93.7	146.0	134.3	268.8	93.5
	N ₂₀ K ₁₀	140.7	101.4	277.5	87.4	145.7	134.0	317.5	110.4
	N ₁₅ K ₁₅	118.7	85.6	241.3	76.0	158.0	145.4	375.0	130.4
	N ₁₅ K ₅	172.3	124.2	256.3	80.7	145.7	134.0	316.3	110.0
	N ₂₀ K ₁₅	121.3	87.5	242.5	76.4	116.7	107.4	378.8	131.8

3 结论

(1) 两种土壤上施用不同配比 N、K 肥料对双尖莴笋和科兴 3 号的产量影响各异。在酸性土壤上，对照（N₁₅K₁₀）是适宜两种莴笋高产的最佳 N、K 肥料配比处理；在碱性土壤上种植双尖莴笋时在对照基础上适当降低 N 肥用量可获得高产。在碱性土壤上两种莴笋的产量均高于酸性土壤。

(2) 减 N 和增 K 处理有利于降低莴笋的硝酸盐含量，提高其卫生品质。在酸性土壤上莴笋硝酸盐含量高于碱性土壤，莴笋采收后期茎的硝酸盐含量高于叶片。

(3) 不同施肥处理对两种土壤上科兴 3 号和双尖莴

笋营养品质的作用不一致，酸性土壤上增施 K 肥或提高 N 肥的用量对莴笋营养品质的改善更有效果。莴笋的 Vc 含量以叶片>茎，且酸性土壤>碱性土壤。除双尖莴笋在增 K（N₁₅K₁₅）和增施 N、K（N₂₀K₁₅）处理中茎的可溶性糖含量表现为酸性土<碱性土以外，其他处理莴笋茎叶中的可溶性糖均为酸性土>碱性土。不同处理莴笋的氨基酸含量均表现为茎>叶。

参考文献：

[1] 王辉, 董元华, 安琼, 孙红霞, 刘庆淮, 刘正柱. 高度集约化利用下蔬菜地土壤养分累积状况—以南京市南郊为例. 土壤, 2006,38(1): 61-65

[2] 田霄鸿, 王朝辉. 氮钾锰硼的供应水平对莴笋植株累积矿质元

- 素的影响. 干旱地区农业研究, 1999, 17(2): 53-58
- [3] 郭熙盛, 吴礼树. 施用氮钾肥料对蔬菜品质影响的研究进展. 华中农业大学学报, 2002, 21(6): 593-598
- [4] 艾绍英, 姚建武, 柯玉诗, 黄小红, 凌德全. 氮钾营养对大青菜矿质元素含量的影响初探. 广东农业科学, 2001, (3): 37-39
- [5] 李会合, 王正银, 罗云云, 李宝珍, 向华辉, 刘星. 平衡施肥对莴笋产量和品质的效应研究. 磷肥与复肥, 2004, 19(6): 72-73
- [6] 狄彩霞, 李会合, 王正银, 丁华平, 黎小清, 李清荣, 向华辉, 刘星. 不同肥料组合对莴笋产量和品质的影响. 土壤学报, 2005, 42(4): 652-659
- [7] 董燕, 王正银, 丁华平, 李会合, 苏胜齐, 曾洪. 平衡施肥对生菜产量和品质的影响. 西南农业大学学报, 2004, 26(6): 740-744
- [8] 王正银, 李会合, 李宝珍, 叶学见, 孙彭寿, 戴亨林, 向天常. 氮肥、土壤肥力和采收期对小白菜体内硝酸盐含量的影响. 中国农业科学, 2003, 36(9): 1057-1064
- [9] 鲍士旦. 土壤农化分析. 3 版. 北京: 中国农业出版社, 2000, 141-149
- [10] 山东农学院. 植物生理学实验指导. 济南: 山东科技出版社, 1980, 246
- [11] 白厚义, 肖俊璋. 试验研究及统计分析. 西安: 世界图书出版社, 1998: 120-128
- [12] Ye, XJ, Wang ZY, Tu SH, Sulewski G. Nutrient limiting factors in acidic vegetable soils. *Pedosphere*, 2006, 16 (5): 624-633
- [13] 王正银, 李联铁, 熊海灵. 紫色土施氮对莴笋营养效应的研究. 植物营养与肥料学报, 1996, 2 (2): 153-161
- [14] 刘永立, 胡海涛, 兰大伟. 维生素 C 的生物合成及其基因调控研究进展. 果树学报, 2006, 23 (3): 431-436

Effect of Nitrogen and Potassium Fertilizers on Yield and Quality of Lettuce in Different Soils

ZHONG Pan¹, ZHU Hong-xia¹, DONG Yan¹, ZHANG Yu-xia¹, LI Jian-yong¹, WANG Zheng-yin¹, XIANG Hua-hui², LIU Xing²

(1 College of Resources and Environmental Sciences, Southwest University, Chongqing 400716, China;

2 Agricultural Bureau of Jiulongpo District, Chongqing 400051, China)

Abstract: The effect of the combination of nitrogen and potassium fertilizers on yield and quality of lettuces (Kexing No. 3 and Doubletip lettuce) in two kinds of soils were studied by the field experiment. The results showed that there was significant difference between the yields of two lettuces. To the acid soil, the CK treatment ($N_{15}K_{10}$) was the best to gain the high yield of lettuces, but nitrogenous fertilizer could be reduced appropriately for Doubletip lettuce in the alkali soil. The yields of two lettuces in the alkali soil were higher than in the acid one. Decreasing nitrogen or increasing potassium fertilizer reduced the content of nitrate of lettuces. The nitrate content was higher in stem than leaf in harvest anaphase, and higher in acidic soil than in alkali one. The effect of nitrogen and potassium fertilizers on nutrient quality of two lettuces were different, increasing potassium or nitrogenous fertilizer was more effective in acid soil than in alkali one. The contents of Vc in two lettuces were higher in leaf than in stem, higher in acidic soil than in alkali soil. The contents of soluble sugar in two lettuces were higher in acidic soil than in alkali soil except the stem of Doubletip lettuce in increasing K treat. The contents of amino acid in two lettuces were higher in stem than leaf.

Key words: Nitrogen and potassium fertilizer, Soil, Lettuce, Yield, Quality