

# 平衡施肥对咖啡产量和品质的影响

尹梅 付利波 陈华 苏帆 洪丽芳

云南省农科院农业环境资源研究所

**摘要:** 咖啡是一种重要的热带经济作物,是云南省澜沧县的主要农产品之一。通过在澜沧县的田间实验,研究了不同 N、P、K 用量及其配比对咖啡产量和品质的影响。结果表明,不同水平的 N、P、K 用量及其配比对咖啡产量和品质有不同的影响。NPK 的缺乏对咖啡产量的影响较大,其影响顺序依此为 N>P>K。NPK 的缺乏对咖啡品质影响也很大,N 的缺乏对咖啡品质影响最大,其次为 K,而 P 的影响相对较小。试验得出的最佳处理为 N2P2K2 (即 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 分别为 20、15 和 15 公斤/亩),处理中合理的 NPK 配比不仅可改善咖啡的品质,提高咖啡产量和经济效益,并可减少因过低施肥造成的减产或过高施肥造成的资源浪费和对环境造成的不良影响。

**关键词:** 咖啡 平衡施肥 品质 产量

咖啡 (*Coffea L.*) 是茜草科 (*Rubiaceae*) 咖啡属 (*Coffea*) 多年生常绿灌木或小乔木,也是一种重要的热带经济作物,为世界三大饮料之首。咖啡除作饮料外,还可提取咖啡碱和咖啡油。咖啡碱还可作麻醉剂、利尿剂、兴奋剂和强心剂,外果皮及果肉可制酒精或作饲料。世界上咖啡的栽培已有 2000 多年历史,云南省引种咖啡有 100 多年的历史,从种植面积和咖啡豆产量来看,云南咖啡已确立了在国内的主导地位。云南咖啡具有产量高、咖啡豆粒品质优良、抗病等特点,再加上云南独特的自然条件形成了云南咖啡品味的独特性,在国际咖啡市场被评定为咖啡中的上品。

目前,国内外关于咖啡生长、产量以及品质分析已有研究报道。但云南咖啡的施肥一直是一种粗放的管理方式,有关合理、经济的施肥方法的研究报道比较少。云南省澜沧县是典型的山区农业大县,咖啡是其主要农产品之一,也是澜沧县农业产值的重要来源之一。本试验通过在云南省澜沧县进行咖啡平衡施肥研究,探讨不同营养元素(N、P、K)配比对咖啡的生物性状、品质、产量和经济效益的影响,结合种植地咖啡土壤水热、肥力状况,主要明确 N、P、K 对咖啡的相对重要性、最佳的匹配比例、合理的施肥量,初步探讨其间的关系,并为咖啡科学合理施肥提供依据。

## 1. 材料与与方法

### 1.1 供试土壤和供试作物

试验于 2005 年布置在云南省澜沧县东回乡勐滨村农技中心咖啡地,海拔 1500 米,供试咖啡品种为 P3,种植密度为 340 株/亩。土壤类型为赤红壤,质地粘土,母质泥岩,土壤养分状况如表 1 (ASI 法)。养分分析结果表明,该地土壤锌和镁的含量在临界值之下,各处理施入等量的锌和镁以消除其对咖啡生产的限制。

表 1 供试土壤养分状况

试验地点	pH	O.M. (%)	(毫克/升)										
			Ca	Mg	K	N	P	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
澜沧	4.95	1.75	865.8	41.3	117.3	71.0	29.7	15.85	1.7	0.4	82.4	12.1	0.4
临界值			400.8	121.5	78.2	50	12	12	0.2	1	10	5	2

注:土壤样品由中加合作土壤测试实验室分析

## 1.2 试验设计

试验设 10 个处理, (处理设计及养分用量见表 2) 4 次重复, 随机排列, 小区面积 66 平方米。试验用氮肥为尿素, 磷肥为普通过磷酸钙, 钾肥为氯化钾, 锌肥为氯化锌(Zn 48%), 镁肥为硫酸镁 (MgO 28%)。

表 2 试验设计中不同处理的肥料养分用量 (公斤/亩)

处理	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	Zn
OPT(N2P2K2)	20	15	15	2	0.27
OPT-N	0	15	15	2	0.27
OPT-P	20	0	15	2	0.27
OPT-K	20	15	0	2	0.27
N1P2K2	15	15	15	2	0.27
N3P2K2	25	15	15	2	0.27
N2P1K2	20	10	15	2	0.27
N2P3K2	20	20	15	2	0.27
N2P2K1	20	15	10	2	0.27
N2P2K3	20	15	20	2	0.27

## 1.3 施肥方法及样品采集

施肥方法采用条施, 施肥前在咖啡树两侧距咖啡树 20 厘米处开约 20 厘米深的沟, 将肥料均匀撒在沟内, 再用土回填覆盖。

施肥时间: 2005 年 5 月 19 日(一次性作底肥); 采摘时间: 2005 年 11 月 23 日; 2005 年 12 月 29 日; 2006 年 2 月 6 日。

## 2. 结果与讨论

### 2.1 N、P、K 不同用量和对比对咖啡生物性状的影响

表 3 NPK 不同处理农艺性状调查

处理	株高厘米	茎粗厘米	树冠厘米	有效株	鲜果百粒重 (公斤)
1 OPT (N2P2K2)	203.4	2.54	184	10	0.162
2 OPT-N	186.3	2.18	155	10	0.144
3 OPT-P	187.1	2.21	159	10	0.148
4 OPT-K	188.5	2.20	156	10	0.146
5 N1P2K2	190.3	2.43	162	10	0.150
6 N3P2K2	209.8	2.56	201	10	0.156
7 N2P1K2	194.6	2.32	171	10	0.152
8 N2P3K2	197.4	2.30	173	10	0.157
9 N2P2K1	189.4	2.25	175	10	0.149
10 N2P2K3	215.5	2.55	188	10	0.162

对于不同的处理,株高从高到低排序为: N2P2K3 > N3P2K2 > OPT(N2P2K2) > N2P3K2 > N2P1K2 > N1P2K2 > N2P2K1 > OPT-K > OPT-P > OPT-N。

处理中茎粗从粗到细为: N3P2K2 > OPT(N2P2K2) > N2P2K3 > N2P1K2、OPT-K > OPT-P > OPT-N > N3P2K2、N2P2K1 > N2P3K2。

树冠从大到小排序为: N3P2K2 > N2P2K3 > OPT(N2P2K2) > N2P2K1 > N2P3K2 > N2P1K2 > N1P2K2 > OPT-K > OPT-P > OPT-N >。

鲜果百粒重从重到轻排序为: OPT(N2P2K2)=N2P2K3 > N2P3K2 > N3P2K2 > N2P1K2 > N1P2K2 > N2P2K1 > OPT-P > OPT-K > OPT-N。

咖啡的茎粗、树冠的大小、鲜果百粒重和 N、P、K 施用量有直接明显的相关性。其中 OPT-N 处理对咖啡株高、茎粗、树冠和鲜果百粒重影响最大, OPT-P 处理对咖啡株高、茎粗、树冠影响次之,但对鲜果百粒重影响小于 OPT-K 处理。

综合各处理的四项农艺性状来看, OPT(N2P2K2)、N2P2K3 和 N3P2K2 这三个处理是比较好的处理。

## 2.2 N、P、K 不同用量和对比对咖啡品质的影响

### 2.2.1 N、P、K 不同用量和对比对咖啡豆矿质养分的影响

表 4 NPK 不同处理咖啡豆中主要矿质养分的含量

处理	N (%)	P (%)	K (%)	S (%)	Mg (%)
OPT(N2P2K2)	3.461	0.76	2.45	0.454	0.31
OPT-N	3.121	0.63	2.37	0.312	0.19
OPT-P	3.345	0.57	2.39	0.325	0.21
OPT-K	3.356	0.70	2.15	0.327	0.23
N1P2K2	3.341	0.73	2.43	0.416	0.23
N3P2K2	3.527	0.76	2.48	0.455	0.25
N2P1K2	3.349	0.72	2.30	0.423	0.26
N2P3K2	3.438	0.79	2.44	0.455	0.29
N2P2K1	3.382	0.72	2.33	0.422	0.21
N2P2K3	3.471	0.77	2.49	0.454	0.30

从不同处理咖啡豆中含 N 量来看, N 肥用量和咖啡豆中含 N 量成正相关关系。如 N3P2K2 处理的咖啡豆含 N 量最高, 达到了 3.527%, 而无 N 肥的 OPT-N 处理的咖啡豆含 N 量最低, 只有 3.121%, N1P2K2 处理的含 N 量也低, 只有 3.341%。N2 处理咖啡豆含 N 量均大于 N1P2K2 处理而小于 N3P2K2 处理。缺 P 和 K 的处理对咖啡豆的含 N 量也有影响, 但其影响程度不如直接缺 N 影响大。单从咖啡豆中含 N 量来看, N3P2K2、N2P2K3 和 OPT(N2P2K2) 三个处理是比较好的处理。

从不同处理咖啡豆中含 P 量来看, P 肥用量和咖啡豆中含 P 量也呈现正相关关系。如 N2P3K2 处理的咖啡豆含 P 量最高, 达到了 0.79%, 而无 P 肥的 OPT-P 处理的咖啡豆含 P 量最低, 只有 0.57%, N2P1K2 处理的含 P 量也比较低, 只有 0.72%。若排除 OPT-N 处理和 OPT-K 处理, P2 的各个处理咖啡豆含 P 量均大于 N2P1K2 处理而小于 N2P3K2 处理。OPT-N 处理和 OPT-K 处理中咖啡豆的含 P 量

也很低,分别是0.63%和0.70%,N和K对P的代谢是有显著影响的,特别是作为生命元素的N对其影响很大。仅从咖啡豆中含P量来看,N2P3K2、N2P2K3、OPT(N2P2K2)和N3P2K2四个处理是比较好的处理。

从不同处理咖啡豆中含K量来看,K肥用量和咖啡豆中含K量也呈现正相关关系。如N2P2K3处理的咖啡豆含K量最高,达到了2.49%,而无K肥的OPT-K处理的咖啡豆含K量最低,只有2.15%,N2P2K1处理的含K量也比较低,只有2.33%。OPT-N处理和OPT-P处理中咖啡豆的含K量也低,分别是2.37%和2.39%,N和P对K的代谢同样有影响。单从咖啡豆中含K量来看,N2P2K3、N3P2K2和OPT(N2P2K2)三个处理是比较好的处理。

从不同处理咖啡豆中含S量来看,N3P2K2、N2P3K2、OPT(N2P2K2)和N2P2K3四个处理中咖啡豆中含S量最高。含Mg量是OPT(N2P2K2)、N2P2K3和N2P3K2三个处理最高。OPT-N、OPT-P和OPT-K三个处理咖啡豆中含S和Mg量都较低,特别是OPT-N处理的含S、Mg量是最低的,N元素对S和Mg元素在咖啡生命代谢中的影响最大。

综合以上结果可知,就不同处理咖啡豆中主要矿质养分的含量而言,最好的处理是OPT(N2P2K2)和N2P2K3,然后是N3P2K2处理、N2P3K2处理。作为咖啡营养三要素的N、P、K,N的缺乏对咖啡豆中主要矿质养分的含量影响最大,其次为K,而P的影响相对较小。

### 2.2.2 N、P、K不同用量和对比对咖啡中氨基酸和蛋白质含量的影响

表5 不同NPK处理对云南咖啡豆中氨基酸和蛋白质含量的影响

处理	氨基酸 (%)	蛋白质 (%)
1 OPT(N2P2K2)	0.256	13.85
2 OPT-N	0.181	12.11
3 OPT-P	0.185	12.87
4 OPT-K	0.185	12.89
5 N1P2K2	0.194	12.99
6 N3P2K2	0.259	13.96
7 N2P1K2	0.189	13.08
8 N2P3K2	0.258	13.84
9 N2P2K1	0.190	13.11
10 N2P2K3	0.259	13.85

从表5可知,不同的施肥措施对云南咖啡豆中氨基酸、蛋白质含量也是有影响的。在这十个处理中,其中N3P2K2、N2P2K3、N2P3K2和OPT(N2P2K2)四个处理的咖啡豆氨基酸和蛋白质含量均较高;而OPT-N、OPT-P和OPT-K三个处理的咖啡豆氨基酸和蛋白质含量都很低,其中OPT-N处理的氨基酸含量只有0.181%,蛋白质含量只有12.11%,达到最低值。N元素对咖啡氨基酸和蛋白质代谢贮存影响比较明显,即咖啡氨基酸和蛋白质含量随着施N的增加而增加,而且增施K要比增施P的效果稍好一点,这和国内外对其它植物的研究结果一致。

综合以上结果,从咖啡豆的主要矿质养分、氨基酸和蛋白质的含量来看,N3P2K2、N2P2K3、N2P3K2和OPT(N2P2K2)四个处理的咖啡豆品质都好。N的缺乏对咖啡豆品质影响最大,其次为K,

而P的影响相对较小。

### 2.3 N、P、K不同用量和对比对咖啡产量的影响

从咖啡产量来看(表6), N、P和K不同对比对产量有较大的影响, 差异显著性。OPT-N、OPT-P、OPT-K三个处理的咖啡产量都较低, 其中OPT-N产量 < OPT-P产量 < OPT-K产量, 三处理的产量差异显著。就本试验而言, N的缺乏对咖啡产量影响最大, 其次为P, 最后为K。N1P2K2、N2P1K2、N2P2K1处理产量居于各处理的中间水平, 且三者间差异不显著。OPT(N2P2K2)处理的产量是最高, 其他处理的产量低于OPT 0.18%~24.71%, N3P2K2、N2P3K2和N2P2K3三个处理的产量也比较高, 统计显示四个处理的产量无显著性差异。在OPT处理中N、P、K用量的基础上, 增加其任一种养分, 咖啡的产量反而比不增加的时候降低。无论是从咖啡产量, 还是从高施肥量可能对资源造成浪费和对环境造成污染的角度来看, OPT(N2P2K2)处理是最优化的配比。

表6 不同NPK处理咖啡产量分析

处理	平均产量 (公斤/亩)	显著性检验		与最佳处理 产量比 (%)
		5%	1%	
1 OPT(N2P2K2)	2095.7	a	A	0.00
2 OPT-N	1577.8	e	E	-24.71
3 OPT-P	1700.3	d	D	-18.87
4 OPT-K	1824.9	c	C	-12.92
5 N1P2K2	1953.0	b	B	-6.81
6 N3P2K2	2092.0	a	A	-0.18
7 N2P1K2	1920.5	b	B	-8.36
8 N2P3K2	2089.1	a	A	-0.32
9 N2P2K1	1916.6	b	B	-8.55
10 N2P2K3	2091.4	a	A	-0.21

### 2.4 N、P、K不同用量和对比对咖啡经济效益的影响

(表7见下页)

通过对咖啡投入和产值的效益来看, 净经济效益最高的是OPT(N2P2K2)处理, 其他处理的经济效益比OPT低0.73%—23.38%, 其他处理效益从高到低为: N2P3K2、N2P2K3、N3P2K2、N1P2K2、N2P2K1、N2P1K2、OPT-K、OPT-P, 最差效益处理为OPT-N处理。从表中还可以看出, 以最佳效益的OPT(N2P2K2)处理为基准, N2P3K2、N2P2K3、N3P2K2虽然用肥量增加, 但其产值和经济效益都比OPT(N2P2K2)处理低。

## 3. 结论

通过本试验的结果可知, 就不同处理咖啡的四项农艺性状(株高、茎粗、树冠和鲜果百粒重)和咖啡豆的主要矿质养分、氨基酸和蛋白质的含量来看, N3P2K2、N2P2K3、N2P3K2和OPT(N2P2K2)四个处理都是比较优化的处理。N的缺乏对咖啡品质影响最大, 其次为K, 而P的影响相对较小。对咖

啡产量的影响顺序则是  $N > P > K$ 。

若从咖啡产量、咖啡投入、产值效益和对资源的浪费角度综合考虑,只有 OPT(N2P2K2)处理是最优化的配比。OPT(N2P2K2)处理的产量比其他处理高,其净经济效益比其他处理的经济效益高。OPT(N2P2K2)处理(即 N 20 公斤/亩、 $P_2O_5$  15 公斤/亩、 $K_2O$  15 公斤/亩)的配比不仅可以改善咖啡的品质,提高咖啡的产量和经济效益,增加农民收入,并且可以减少因过低施肥造成的减产或过高施肥造成的资源浪费和对环境造成的不良影响。据此实施施肥管理,可以获得咖啡的高产和稳产。

表 7 不同 NPK 处理咖啡经济效益分析

处理	产值 (元/亩)	投入 (元/亩)	净收益 (元/亩)	± OPT%
1 OPT(N2P2K2)	3143.5	193.1	2950.4	0.00
2 OPT-N	2366.7	106.2	2260.5	-23.38
3 OPT-P	2550.4	157.8	2392.6	-18.91
4 OPT-K	2737.4	138.1	2599.3	-11.90
5 N1P2K2	2929.5	171.4	2758.1	-6.52
6 N3P2K2	3137.9	214.9	2923.1	-0.93
7 N2P1K2	2880.7	181.3	2699.3	-8.51
8 N2P3K2	3133.6	204.9	2928.8	-0.73
9 N2P2K1	2874.9	174.8	2700.1	-8.49
10 N2P2K3	3137.1	211.4	2925.6	-0.84

注: 鲜咖啡豆: 1.5 元/公斤 尿素: 2.0 元/公斤 氯化钾: 2.2 元/公斤 普通过磷酸钙: 0.4 元/公斤  
硫酸镁: 2.0 元/公斤 氯化锌: 2.8 元/公斤

#### 参考文献:

- [1] Barros RS, Maestri M, Rena AB. 1995. Coffee crop ecology. *Tropic Ecol*, 36: 1~19
- [2] Stalen.P.等.N, P, K 和石灰对咖啡产量的影响. 刘昌芬译自 *Horticultural Abstracts* 1994, 64 (10): 1101
- [3] 蔡志全, 蔡传涛, 齐欣, 姚天全. 施肥对小粒咖啡生长、光合特性和产量的影响. *应用生态学报*, 2004, 15(9): 1561~1564
- [4] 蔡传涛, 蔡志全, 解继武, 周庆辉, 曹坤芳, 姚天全, 王华. 田间不同水肥管理下小粒咖啡的生长和光合特性, *应用生态学报*, 2004, 15(7): 1207~1212
- [5] 钊相仙, 白燕冰, 小粒种咖啡7963高产稳产栽培技术总结, *云南热作科技*, 2001, 24(2): 13~16
- [6] 舒梅, 山云辉, 小粒种咖啡施肥方法研究, *思茅师范高等专科学校学报*, 2004, 20(3): 14~15
- [7] 欧阳欢, 咖啡研究历程和展望, *农业与技术*, 2006, 26(4): 58~60
- [8] 周艳飞, 咖啡高产优质栽培的几个重要环节, *广西热带农业*, 2001, 81: 30~31
- [9] 龙乙明, 王建文, 小粒咖啡栽培技术, 云南科学技术出版社, 1998
- [10] 王建文, 龙乙明, 解继武, 荫蔽对小粒种咖啡的影响, *热带农业科学*, 1994(2): 31~34