

高效施肥

本期内容

平衡施肥的进展
高油大豆的施肥
巴西蕉与钾镁肥
氮肥与玉米品质
蚕豆与水稻轮作
无公害蔬菜生产
贵州冬瓜的施肥
施肥推荐新技术

OPT

OPT-P



<p style="text-align: center;">高效施肥 2004 年 10 月</p> <p style="text-align: center;">本期目录 页数</p> <p>加拿大钾肥公司在中国的平衡施肥 示范项目 (13) 1</p> <p>高油大豆钾肥效果研究 2</p> <p>巴西蕉的营养特性及钾镁肥配施技术研究 3</p> <p>氮肥用量对高淀粉玉米和普通玉米吸氮特性 及品质和产量的影响 6</p> <p>平衡施肥在云南蚕豆-水稻轮作制中的应用 9</p> <p>有机肥和化肥对无公害蔬菜生产的影响 13</p> <p>贵州省冬瓜平衡施肥试验初探 19</p> <p>平衡施肥条件下农用石灰物质对云南酸性土壤 上蚕豆生产的影响 22</p> <p>是否有新的技术和分析手段来制定肥料推荐? 29</p>	<p>主编：金继运 编辑：陈防、涂仕华、梁鸣早</p>
<p>《高效施肥》 为 PPI/PPIC 中国项目部的出版物， 每年五月及十月各出一期 本刊物以推动科学化的合理施肥为目标 可免费向北京、武汉、成都办事处索取</p>	<p>国际项目总部 - Saskatoon, Saskatchewan, 加拿大 M.D. Stauffer, President, PPIC, and Senior Vice President, International Programs, PPI T.L. Roberts, V.P., PPIC, Latin America Programs</p> <p>理事会 William J. Doyle, Chairman of the Board President and CEO, PotashCorp Fredric W. (Friz) Corrigan, Vice Chairman of the Board, CEO and President, Mosaic David W. Dibb, President and Ex Officio Member of the Board Michael M. Wilson, President and CEO Agrium Inc. Robert P. Jornayvaz, III, Owner/Manager Intrepid Mining, LLC Wiliam J. Whitacre, Chairman Finance Committee PPI Board of Directors Simplot Jack Gale, President, Yara North Americ Yara International</p> <p>行政办公室 - Norcross, Georgia, 美国 D.W. Dibb, President, PPI T.L. Roberts, Senior Vice President, PPI</p> <p>北美项目总部 - Brookings, South Dakota, 美国 P.E. Fixen, Senior Vice President, PPI</p> <p>中国项目部 金继运主任， 梁鸣早女士，北京办事处 陈防副主任，武汉办事处 涂仕华副主任，成都办事处</p>
<p>网页： http://www.ppi-ppic.org http://cclab.caas.ac.cn (请看最后页)</p> <p>邮件地址： 主编：金继运 jyjin@ppi-ppic.org 编辑：陈防 fchen@ppi-ppic.org 涂仕华 stu@ppi-ppic.org 梁鸣早 mzliang@ppi.caas.ac.cn</p>	<p>会员公司： Agrium Inc. Yara International Intrepid Mining, LLC Mosaic PotashCorp Simplot</p>
<p>The Government of Saskatchewan helps make this publication possible through its resource tax funding. We thank the Government for this important educational project. 此刊物由加拿大萨斯喀彻温省政府资助。 特此致谢。</p>	



加拿大钾肥公司在中国的平衡施肥示范项目

报告（13）

平衡施肥是培肥土壤的关键技术

金继运

PPI/PPIC 中国项目部，北京

Report on Canpotex Balanced Fertilization Demonstration Program (BFDP) in China (13)

----Balanced fertilization: the key technology for high yield, high quality and high efficiency in crop production

Jin Jiyun

PPI/PPIC China program, Beijing

“国以土为本，民以食为天”。耕地是最宝贵的不可再生的自然资源。但是，我国耕地少，人均耕地仅为世界人均数量的45%。近年，随着退耕还林还草和经济建设占地，耕地的数量在持续下降。从1996年到2002年，我国的耕地从19.51亿亩减少到18.89亿亩，6年减少了6200万亩，人均耕地也从1996年的1.59亩降到了2002年的1.48亩。由于耕地产出多、投入少，用养失衡，导致耕地地力明显下降。我国耕地土壤有机质含量偏低，全国耕地土壤有机质平均仅为1.8%，旱地土壤有机质平均仅为1.0%左右，与欧洲和北美等发达国家耕地的地力水平差距较大。

农业的持续发展，尤其是粮食安全生产关系到民众福祉、国家富强和社会稳定。耕地数量和耕地地力是决定粮食安全综合生产能力的两大关键因素。到2030年我国人口将达到15-16亿，我国耕地将面临越来越大的承载压力。我国作为一个人口大国，依靠进口解决国家粮食安全既不可能也不现实，靠中国的耕地养活、养好中国人的基本国策在任何情况下都不可动摇。因此，在人增地减的现实情况下，加强耕地地力建设，稳定提高耕地综合生产能力是保证国家农业持续发展和农产品安全供应的唯一选择。

作物生产是一个开放的生产系统，其生产能力的大小取决于土壤作物系统内物质和能量的循环强度。因此，在一定的气候条件下，以有机和无机的方式投入作物生产所必需的养分，增加土壤作物系统物质和能量的循环内容，是提高地力，培肥土壤，增加土地生产力的关键。

但是，目前我国在施肥方面存在诸多问题。施肥比例失调；重化肥，轻有机肥；重氮、磷肥，轻钾肥；重大量元素肥料，轻中、微量元素肥料。目前，我国化肥氮、磷、钾比例不合理，钾肥施用明显不足，农田缺钾面积逐年增加。近几年钾素状况调查表明，我国严重缺钾面积由1985年的31%增加到1995年的56%，几乎扩大了一倍。由于施肥方法落后，施用比例失调，导致我国长期以来氮肥当季利用率只有30%-35%，比发达国家约低20个百分点。施肥不合理，导致增肥不增产，增产不增收的现象普遍存在，施肥效益下降不但加重了农民负担，而且直接影响到农业增效、农民增收。

施肥是提高地力的重要技术措施，而平衡施肥是保证施肥效果的关键。目前，越来越多的人逐步认识到氮磷钾三大营养元素平衡施用重要，这是土壤肥料科技工作者多年开展研究教育和技术推广的成效。但是，仅仅注意氮磷钾三大营养元素平衡施用还远远不够，中微

量元素缺乏的问题也应高度重视。必须根据土壤养分供应能力和作物需求全面均衡的供应包括大中微量营养元素在内的所有养分，才能真正达到提高地力，培肥土壤，实现增产增收的目的。

施肥要注意用好一切可以利用的肥料资源。首先充分利用包括畜禽粪便、生活垃圾、作物秸秆等一切可以利用的有机肥料资源，在此基础上，按照作物需求通过合理施用化肥补充所需要的大中微量元素，实现真正意义上的大中微量元素全面平衡施肥。



高油大豆钾肥效果研究

李玉影

黑龙江省农科院土肥所 哈尔滨 150086

Effect of Potash on High-oil Content Soybean

Li Yuying

Soil and Fertilizer Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, 150086

ABSTRACT: Potassium had significant positive effect on growth, yield and quality of high-oil content soybean. The application of potassium increased yield of soybean by 7.2% on average, ranged from 2.5 % to 18.0%. The rational application rate of potassium was 6 kg K₂O/mu. The average benefit from potassium chloride application on soybean was 42.4Yuan RMB/mu which was similar to that from potassium sulfate at the same K application rate. In addition, potassium decreased 1.06 percentage of crude protein content and increased 1.35 percentage of fat content of soybean.

Keywords: potash, high-oil content soybean

黑龙江省位于北纬 43° 25′ - 53° 33′，东经 121° 11′ - 135° 5′ 之间，属寒温带大陆性气候。全省无霜期平均 127 天，降水量平均 502.9 毫米。全省总耕地面积 1.73 亿亩，主要土壤类型为黑土、草甸土、黑钙土、白浆土和暗棕壤。黑龙江省是我国大豆主要产区和重要出口基地，年种植面积 200-233 万公顷。大豆品质是品种的遗传特性和环境条件互作的结果，品种的遗传性对品质的影响约占 70%-80%，而环境条件的影响约占 20%-30%。随着我国加入 WTO 和农业结构战略性调整，黑龙江省优质大豆生产日益受到重视。如何通过施肥措施进一步提高大豆产量和质量，增强市场竞争力，推动我省大豆产业化发展，具有重要的现实意义。

1 材料与方法

表1 供试土壤养分状况

试验地点	OM	K	N	P	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	%	毫克/公斤								
双城市	2.5	69.8	19.4	13.2	3.2	3.1	2.5	34.9	109.6	1.6
集贤县	2.7	50.8	12.6	10.6	4.8	1.4	2.5	81.3	10.9	1.1
红星农场	3.8	61.2	10.5	13.8	3.2	1.5	1.6	127.8	17.2	1.4

试验设3个试验点,分别为双城市、红星农场和集贤县。双城市位于黑龙江省南部,土壤为黑土;红星农场位于黑龙江省北部大豆主产区,土壤为黑土;集贤县位于黑龙江省东部大豆主产区,土壤为草甸土。在氮、磷基础上布置钾肥单因素试验。试验设6个处理,3次重复,小区面积21平方米。双城试验点的高油大豆品种为黑农41,种植密度为14667株/亩;红星农场高油大豆品种为垦鉴豆25,种植密度为20000株/亩;集贤县高油大豆品种为合丰40,种植密度为18667株/亩。氮肥用尿素,磷肥用二铵,钾肥用氯化钾和硫酸钾。氮、磷、钾肥均作基肥,开深沟、侧条施,人工摆籽,覆土2-3厘米。3个试验点的土壤测试结果见表1,试验处理见表2。

表2 高油大豆钾肥试验处理 (公斤/亩)

处理	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. NP	3	6	0
2. NPK1 (KCl)	3	6	3
3. NPK2 (KCl)	3	6	6
4. NPK3 (KCl)	3	6	9
5. NPK4 (KCl)	3	6	12
6. NPK2 (K ₂ SO ₄)	3	6	6

2 结果与分析

2.1 钾对高油大豆生长发育的影响

表3表明,钾肥对高油大豆生长发育有促进作用,施钾肥各处理较对照株高平均增加3.0厘米,株荚数平均增加2.0个/株,株粒数平均增加6.7个/株,空瘪率降低3.3个百分点,百粒重平均增加1.3克。其中处理2和处理3钾的用量比较适宜,在缺硫的土壤中硫酸钾效果好于氯化钾。

表3 钾对大豆生长发育的影响

地点	处理	株高 (厘米)	株荚数 (个/株)	株粒数 (个/株)	空瘪率 (%)	百粒重 (克/100粒)
双城	1. NP	97.2	33.7	84.2	12.7	19.2
	2. NPK1	103.5	35.1	91.3	10.1	19.8
	3. NPK2	105.8	37.9	97.5	8.2	20.7
	4. NPK3	101.0	34.4	93.8	7.6	21.2
	5. NPK4	96.7	30.8	80.4	10.8	20.8
	6. NPK2 (K ₂ SO ₄)	102.4	34.6	93.1	7.4	21.4
红星 农场	1. NP	87.0	28.6	57.2	11.6	20.9
	2. NPK1	89.5	30.5	60.3	9.3	21.1
	3. NPK2	90.1	32.7	66.8	7.8	22.0
	4. NPK3	88.6	30.0	64.7	8.4	21.4
	5. NPK4	87.5	27.2	55.3	9.6	22.0
	6. NPK2 (K ₂ SO ₄)	90.2	33.6	69.2	6.9	22.4
集贤	1. NP	92.6	35.2	87.6	10.7	21.1
	2. NPK1	94.3	38.1	92.8	9.3	22.3
	3. NPK2	96.1	40.3	100.3	6.4	22.5
	4. NPK3	93.8	37.3	98.0	8.3	22.8
	5. NPK4	89.2	33.2	82.4	8.5	21.6
	6. NPK2 (K ₂ SO ₄)	95.4	37.4	98.5	7.0	22.6
平均	NP	92.3	32.5	76.3	11.7	20.3
	NPK	95.3	34.5	83.0	8.4	21.6

2.2 钾对高油大豆产量的影响

由表4可以看出,钾对高油大豆有显著的增产效果。施钾肥较对照平均增加大豆9.5公斤/亩,增产2.5%~18.0%,平均7.2%。由于2003年春旱、秋涝,大豆正常生长发育和产量受到一定的影响,因此钾肥肥效未得到充分发挥。3个试验点钾的适宜用量K₂O 6公斤/

亩，施氯化钾经济效益平均为 42.4 元/亩，施硫酸钾经济效益平均为 35.4 元/亩，建议在不缺硫的土壤上施氯化钾，以增加经济效益。

表 4 钾对高油大豆产量的影响

地点	处理	产量 (公斤/亩)	增产 (公斤/亩)	相对 产量 (%)	差异显著 性	效益 (元/亩)
					0.05	
双城	1. NP	131.4	-	-	b	-
	2. NPK1	138.1	6.7	5.1	a	11.9
	3. NPK2	153.3	21.9	16.7	a	48.6
	4. NPK3	143.2	11.8	9.0	a	11.7
	5. NPK4	119.1	-12.3	-9.4	b	-65.9
	6. NPK2(K ₂ SO ₄)	151.7	20.3	15.5	a	33.0
红星 农场	1. NP	123.8	-	-	b	-
	2. NPK1	133.3	9.5	7.7	b	20.1
	3. NPK2	139.7	15.9	12.8	a	31.0
	4. NPK3	127.0	3.2	2.6	b	-13.3
	5. NPK4	120.7	-3.1	-2.5	b	-39.1
	6. NPK2(K ₂ SO ₄)	146.1	22.3	18.0	a	38.5
集贤	1. NP	137.8	-	-	b	-
	2. NPK1	145.4	7.6	5.5	a	14.5
	3. NPK2	159.4	21.6	15.7	a	47.7
	4. NPK3	141.3	3.5	2.5	b	-12.5
	5. NPK4	130.1	-7.7	-5.6	b	-52.3
	6. NPK2(K ₂ SO ₄)	158.7	20.9	15.2	a	34.7
平均	NP	131.0	-	-		
	NPK	140.5	9.5	7.2		

注：氯化钾价格：1500 元/吨；硫酸钾价格：2200 元/吨；大豆价格 2.9 元/公斤。



大豆收获期钾肥效果



高油大豆钾肥田间试验

2.3 钾对高油大豆品质的影响

从表5可以看出，施钾肥具有降低蛋白质含量增加脂肪含量的趋势，这一趋势对高油大豆十分有利。2个试验点施钾肥较对照粗蛋白含量平均降低1.06个百分点，脂肪含量平均增加

1.35个百分点。施 K_2O 6公斤/亩（处理3）对增加大豆脂肪含量效果明显。一般油用大豆含油量最低不低于18%，高油大豆含油量应在22%以上。由于2003年黑龙江省遭受严重的春旱和秋涝自然灾害，大豆产量和品质受到一定的影响，但钾肥仍然表现出较好的效果。

表5 大豆品质分析

地点	处理	粗蛋白(%)	粗脂肪(%)
双城	1. NP	39.7	19.9
	2. NPK1	39.0	20.3
	3. NPK2	38.7	21.8
	4. NPK3	39.2	21.6
	5. NPK4	39.1	21.3
	6. NPK2 (K_2SO_4)	38.6	21.9
红星农场	1. NP	40.2	19.7
	2. NPK1	39.2	20.6
	3. NPK2	38.1	22.1
	4. NPK3	38.7	21.7
	5. NPK4	39.4	20.2
	6. NPK2 (K_2SO_4)	38.9	22.1
平均	NP	40.0	19.8
	NPK	38.9	21.2

3 小结

钾对高油大豆生长发育、产量和品质有显著的正效应。施钾肥株高均增3.0厘米，株荚数均增2.0个/株，株粒数均增6.7个/株，空瘪率降3.3个百分点，百粒重均增1.3克。

施钾肥大豆产量平均增加9.5公斤/亩，增产幅度2.5%–18.0%，平均7.2%。钾的适宜用量 K_2O 6公斤/亩，施氯化钾平均增收42.4元/亩，施等 K_2O 量的硫酸钾平均增收35.4元/亩，建议在不缺硫的土壤上施氯化钾，以增加经济效益。

施钾肥具有降低蛋白质含量、增加脂肪含量的趋势，施钾肥较对照粗蛋白含量平均降低1.06个百分点，脂肪含量平均增加1.35个百分点。黑龙江省种植高油大豆钾肥适宜用量为 K_2O 6公斤/亩，在缺硫的土壤上应施用硫酸钾或施氯化钾再补充适量硫肥。



巴西蕉的营养特性及钾镁肥配施技术研究

姚丽贤 周修冲 李国良 彭志平

(广东省农科院土壤肥料研究所, 广东广州 510640)

**Study on the Nutritional Characteristics of Baxi Banana
(Musa AAA Cavendish cv. Baxi)
and Application Technique of Potassium and Magnesium Fertilizer**

Yao Lixian, Zhou Xiuchong, Li Guoliang, Peng Zhiping

(Soil and Fertilizer Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou, 510640)

ABSTRACT: It is important to study the combined application of potassium and magnesium fertilizer in banana fertilization. This paper investigated the nutritional characteristics of Baxi banana (*Musa AAA Cavendish cv. Baxi*) and effect of combined application of potassium and magnesium fertilizer on its growth. Results from field trials indicated that stem and leaf were the main parts for nutrient accumulation. During its growing period, there was great variation of Mg/K ratio in leaves. Banana required 275.3 kg N, 24.6 kg P, 900.0 kg K, 151.2 kg Ca, 73.2 kg Mg, 23.9 kg S, 2091.7 g Fe, 2910.6 g Mn, 228.6 g B and 435.6 g Zn when the yield was as high as 60t/ha. When soil magnesium was sufficient and the ratio Mg/K was 6.87, application of magnesium fertilizer had no effect on growth, yield and quality of banana when large amount of potassium was applied.

Keywords: Baxi banana, nutritional characteristic, potassium fertilizer, magnesium fertilizer, Mg/K ratio

摘要: 钾、镁肥配施是香蕉施肥中重要的研究方向。本文研究了巴西蕉(*Musa AAA Cavendish*)

cv. Baxi)的营养特性及钾镁肥配施对其生长的影响。田间试验结果表明：假茎与叶片是养分累积的最主要部位；在整个生育期，叶片Mg/K比波动最大；为获得 60t/hm²的高产，巴西蕉需要吸收N 275.3 kg、P 24.6 kg、K 900.0 kg、Ca 151.2 kg、Mg 73.2 kg、S 23.9 kg、Fe 2091.7 g、Mn 2910.6 g、B 228.6 g和Zn 435.6 g；在土壤镁素丰富及Mg/K比为 6.87 条件下，香蕉在大量施钾的同时配施镁肥对巴西蕉的叶片营养、植株长势、蕉果农艺性状、品质及产量均没有明显影响，因此，可以不必配施镁肥。

关键词：巴西蕉；营养特性；钾肥；镁肥；镁钾比

近年来，巴西蕉逐渐成为国内最主要的栽培品种。巴西蕉是 20 世纪 80 年代引入品种，属高把香芽蕉，果穗较长，梳形果形较好，是很受欢迎的春夏蕉品种。然而，虽然巴西蕉已经在国内广泛种植，但对它的营养特性尚没有进行过研究。香蕉是典型的喜钾作物，由于作物对钾、镁营养的吸收存在拮抗作用。因此，在香蕉生产上，土壤保持钾、镁养分的均衡非常重要。Lahav和Turner调查了大多数香蕉土壤中的Mg/K比，发现当其中一种阳离子浓度提高时会对另一种阳离子的吸收产生抑制作用^[1]。Stover和Simonds认为^[2]，香蕉果园土壤Mg/K比为 3.3 是较好的均衡状态，这和Turner等（1988）估算出的 3.6 接近^[3]。然而，López和Solís在哥斯达黎加发现香蕉果园土壤的镁含量为 5.60 cmol (+)/L(即 134.4 mg/L)，且土壤Mg/K比为 6.26 时，香蕉仍会出现缺镁症状^[4]。因此，钾、镁肥配施成为香蕉平衡施肥技术中的重要研究方向。López（1983）提出香蕉土壤的Mg/K比应保持在 8.5~15.0 为宜（以上Mg/K比均以摩尔浓度比率计）^[5]。

然而，根据我们的初步研究^[6]，在土壤镁素丰富的情况下，即使土壤Mg/K比低至 2.21，香蕉施镁无效。因此，对巴西蕉的养分需求特性及钾镁肥配施的必要性进行了深入研究，为香蕉施镁提供更为科学全面的依据。

1 材料与方法

试验于 2002 年 9 月-2003 年 10 月年在广东省中山市三角镇进行。试验土壤为水稻土，前作为水稻，质地为粘壤土，土壤基本性状经中-加实验室分析为：土壤 pH 5.75，有机质含量 10.5 g/kg，速效 N 13.2、P 6.8、K 74.7、Ca 2452.1、Mg 319.1、S 54.7、B 0.2、Fe 85.95、Mn 48.25、Zn 2.1 mg/L，土壤肥力中等。

试验设 7 个处理，分别为：1、NK₁；2、NK₁Mg₁；3、NK₁Mg₂；4、NK₂；5、NK₂Mg₁；

6、NK₂Mg₂；7、NK₂Mg₃。每个处理重复 3 次，随机区组排列。小区面积为 55.4m²，每个小区种 12 株香蕉。香蕉氮肥用量为 N 1329 kg/hm²，钾肥分别为 K₂O 1357.5、1672.5 kg/hm²，镁肥分别为 Mg 90、112.5、135 kg/hm²。所有处理均施用等量磷肥 P₂O₅ 728.55 kg/hm²。试验用肥有尿素、磷二铵、氯化钾、碳酸镁。

供试品种为巴西蕉，在 2002 年 8 月 1 日种植（密度为 2160 株/hm²），在 2003 年 9 月 - 10 月收获。在香蕉生长期，在试验田块内选择生长中等的 64 株香蕉，分别在营养生长期、花芽分化期、抽蕾期、果实膨大初期、果实膨大后期及成熟期采集香蕉倒数第三叶片样本进行养分含量分析。在香蕉成熟期，分别挖取生长中等 8 株香蕉的地上部及球茎，分别测定球茎、假茎、叶柄、叶片、果轴、果皮、果肉各部分的养分含量；同时，进行香蕉农艺性状调查及品质分析。

2 结果与分析

2.1 巴西蕉的营养特性

2.1.1 叶片养分变化动态

国际上通常用香蕉叶片养分变化来诊断其营养状况。不同生育期巴西蕉叶片养分变化趋势见图 1。巴西蕉叶片 N 在营养生长期含量较为稳定，在花芽分化期至抽蕾期间（即孕蕾期）含量急剧下降，在抽蕾后下降趋势减缓。

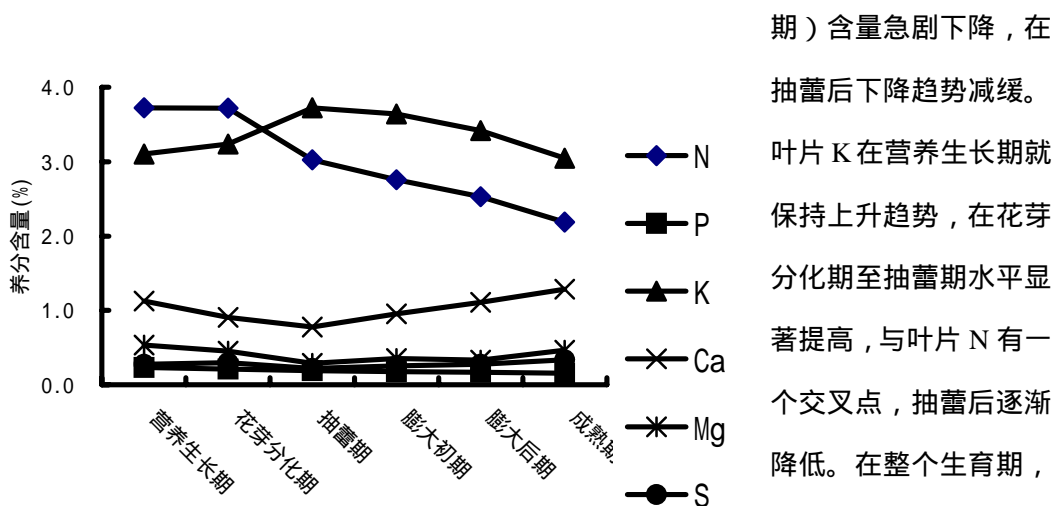


图1 不同生育期巴西蕉叶片养分含量变化

在抽蕾后下降趋势减缓。

叶片 K 在营养生长期就保持上升趋势，在花芽分化期至抽蕾期水平显著提高，与叶片 N 有一个交叉点，抽蕾后逐渐降低。在整个生育期，叶片 N、K 含量明显高于其它元素，并表现出

明显的消长关系，而两者在孕蕾期有交叉点，表明孕蕾期是巴西蕉营养的关键期。

叶片 Ca、Mg 在整个生育期的变化非常相似，在营养生长期含量逐渐降低，在抽蕾期降至最低，然后有所上升，与叶片 K 的变化趋势大致相反，显示叶片 K 与 Ca、Mg 之间存

在拮抗作用，Ca 与 Mg 之间则有协同的关系。叶片 S 在整个生育期变化不大，在成熟期稍有提高，叶片 P 则一直稳定在较低水平。

对叶片养分含量比例进一步分析（图 2），叶片 K/Mg 比在整个生育期的波动最大，叶片 N/Mg 比次之。在整个生育期，

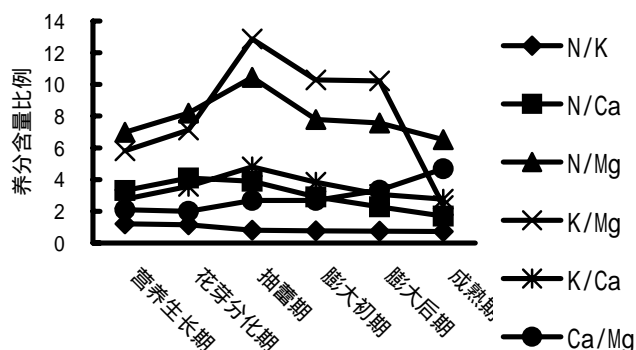


图2 不同生育期巴西蕉叶片主要养分比例变化

叶片 N/Mg 比次之。在整个生育期，叶片 Mg 虽然含量不高，然而，因为香蕉为喜钾作物，香蕉正常的生长发育需要大量的钾素，施钾的同时必须考虑到钾镁营养的平衡，因此，香蕉的钾镁营养成为香蕉施肥的研究重点。叶片 K/Ca 比变化趋势与 N/Mg 接近，

叶片 Ca/Mg 比在整个生育期呈上升趋势，叶片 N/Ca 比在营养生长期逐渐上升，到花芽分化期达到最高后逐渐下降，叶片 N/K 比则较平缓，随香蕉的生长发育有所下降。

2.1.2 养分的吸收与累积

香蕉成熟期的植株分析结果见表 1。从整体来看，香蕉植株的养分吸收量为 $K > N > Ca > Mg > P > S$ ，N、P、K、Ca、Mg、S 的吸收比例为 1:0.09:3.27:0.55:0.27:0.09。从各主要养分在香蕉植株各部位的累积情况看（图 3），N 主要集中在果肉、叶片及假茎中；P 在果肉、果皮和叶片中含量较高；超过 1/3 的 K 累积在假茎中，其它部位 K 吸收量差别不大；Ca 主要分布在假茎、叶柄及叶片中；Mg 则在假茎、叶片、球茎及叶柄中含量较高；大部分的 S 积累在叶片和果肉中。因此，假茎与叶片是香蕉养分最主要的累积器官。在香蕉成熟期，收获果穗（果肉、果皮及果轴）带走的养分占全株 N 的 38.6%、P 54.8% K 33.4%，Ca 8.0%、Mg 17.8% 和 S 31.5%，其余大部分养分留在残株上。因此，在香蕉生产上，收获香蕉后，只要是健康的残株都应保留或砍下就地还田，可以明显减少吸芽蕉的施肥量，降低生产成本。

表 1 单株巴西蕉各部位养分吸收量

部位	N (g)	P (g)	K (g)	Ca (g)	Mg (g)	S (g)	Fe (mg)	Mn (mg)	B (mg)	Zn (mg)
叶片	31.4	2.2	43.3	18.6	6.8	4.9	22.7	611.5	24.3	12.5
叶柄	10.5	0.9	51.4	20.8	5.3	0.9	38.5	235.6	13.9	6.3
果肉	35.3	3.4	52.5	1.9	4.5	2.0	nd	126.8	20.7	21.5
果皮	12.0	2.3	56.9	2.7	1.3	0.9	19.1	69.6	16.9	17.6
果轴	2.5	0.6	30.8	1.1	0.3	0.6	1.5	28.2	3.2	3.9
假茎	26.5	1.5	144.2	21.8	10.8	1.3	154.2	177.1	21.7	96.4
球茎	10.5	0.5	40.8	3.7	5.4	0.4	739.9	109.3	6.2	45.1
合计	128.6	11.5	419.9	70.6	34.2	11.1	976.0	1358.2	106.8	203.3

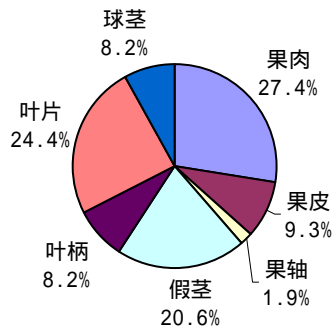


图 3a 氮素在香蕉各部位的分布

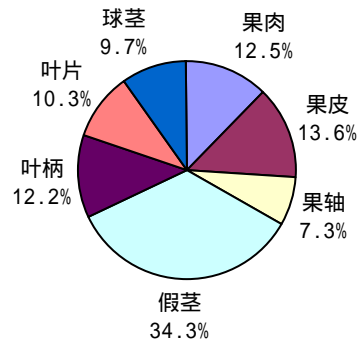


图 3b 钾素在香蕉各部位的分布

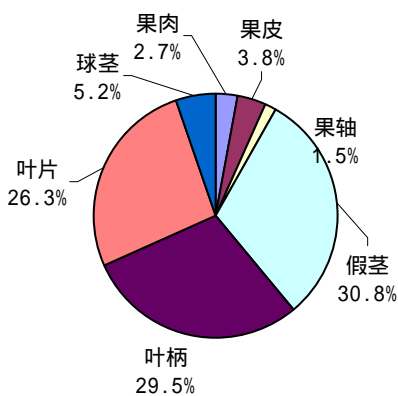


图 3c 钙素在香蕉各部位的分布

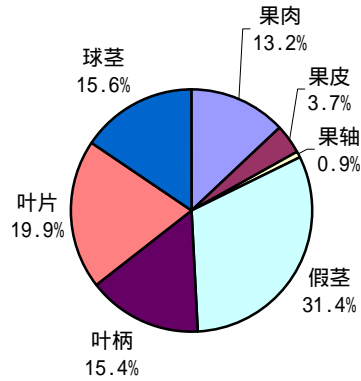


图 3d 镁素在香蕉各部位的分布

对于微量元素，香蕉吸收养分量为 $Mn > Fe > Zn > B$ 。Fe 主要集中在假茎和球茎，Mn 主要分布在叶片、叶柄、假茎和果肉中，B 在叶片、假茎、果肉和果皮中含量较高，Zn 则集中在假茎和球茎中。收获果穗带走的 Fe 占全株总吸 Fe 量 2.1%，Mn 占 16.5%，B、Zn 分别占 38.2% 和 21.2%。

在本试验条件下，香蕉平均株产为 28 kg，为达到 60 t/hm^2 的高产，需要吸收的总养分量为 N 275.3 kg、P 24.6 kg、K 900.0 kg、Ca 151.2 kg、Mg 73.2 kg、S 23.9 kg、Fe 2091.7 g、Mn 2910.6 g、B 228.6 g 和 Zn 435.6 g，平均产生每 t 果实需要吸收 N 4.59 kg、P 0.41 kg、K 15.0 kg、Ca 2.52 kg、Mg 1.22 kg、S 0.40 kg、Fe 34.86 g、Mn 48.51 g、B 3.81 g 和 Zn 7.26 g。

2.2 钾镁肥配施对巴西蕉叶片营养的影响

表 2 为不同施肥处理巴西蕉在不同生育期的叶片养分含量。从表中看出，不同处理叶片 N 在营养生长期、花芽分化期及果实膨大后期都有一定的差异，但没有表现出明显的规律性，叶片 P、K、Ca、Mg、S 在这三个时期均差异不大。

另外，抽蕾期不同处理叶片 K 与 Ca、果实膨大初期的叶片 K、Mg 含量的差异具有统计学意义，但同样没有表现出明显的规律性。这表明本试验钾镁肥用量水平对香蕉叶片营养状况没有明显影响。

表 2 不同处理的巴西蕉叶片养分含量 (烘干样, %)

生育期	处 理	N	P	K	Ca	Mg	S
营养 生长期	NK ₁	3.71 ab	0.23	2.99	1.07	0.54	0.27
	NK ₁ Mg ₁	3.75 ab	0.23	3.13	1.11	0.58	0.29
	NK ₁ Mg ₂	3.82 a	0.23	3.17	1.17	0.62	0.28
	NK ₂	3.62 b	0.23	3.18	1.07	0.52	0.26
	NK ₂ Mg ₁	3.69 ab	0.23	3.06	1.11	0.51	0.26
	NK ₂ Mg ₂	3.78 a	0.25	3.20	1.13	0.50	0.30
	NK ₂ Mg ₃	3.74 ab	0.24	3.11	1.15	0.50	0.28
花芽 分化期	NK ₁	3.76 abc	0.22	3.13	0.89	0.48	0.30
	NK ₁ Mg ₁	3.74 abc	0.22	3.26	0.91	0.46	0.31
	NK ₁ Mg ₂	3.83 a	0.21	3.27	0.96	0.47	0.31
	NK ₂	3.80 ab	0.21	3.23	0.84	0.41	0.30
	NK ₂ Mg ₁	3.61 c	0.20	3.26	0.84	0.44	0.30
	NK ₂ Mg ₂	3.65 bc	0.22	3.30	0.92	0.43	0.28
	NK ₂ Mg ₃	3.76 abc	0.21	3.31	0.95	0.46	0.28
抽蕾期	NK ₁	3.04	0.186	3.69 ab	0.72 b	0.25	0.22
	NK ₁ Mg ₁	3.03	0.189	3.60 ab	0.82 ab	0.32	0.23
	NK ₁ Mg ₂	3.06	0.187	3.51 b	0.77 ab	0.33	0.22
	NK ₂	3.07	0.193	3.87 a	0.79 ab	0.25	0.22
	NK ₂ Mg ₁	2.98	0.190	3.78 ab	0.70 b	0.29	0.20
	NK ₂ Mg ₂	2.97	0.188	3.87 a	0.70 b	0.34	0.22
	NK ₂ Mg ₃	3.02	0.181	3.74 ab	0.97 a	0.25	0.23
果实 膨大初期	NK ₁	2.83	0.182	3.63 ab	0.89	0.28 b	0.26
	NK ₁ Mg ₁	2.75	0.177	3.69 ab	0.98	0.44 a	0.25
	NK ₁ Mg ₂	2.72	0.174	3.69 ab	1.0	0.39 ab	0.24
	NK ₂	2.78	0.178	3.77 a	0.95	0.28 b	0.26
	NK ₂ Mg ₁	2.75	0.169	3.48 b	0.95	0.35 ab	0.27
	NK ₂ Mg ₂	2.76	0.166	3.53 ab	0.95	0.41 ab	0.25
	NK ₂ Mg ₃	2.75	0.175	3.69 ab	0.99	0.35 ab	0.25
果实 膨大后期	NK ₁	2.66 a	0.173	3.46	1.09	0.36	0.26
	NK ₁ Mg ₁	2.48 ab	0.166	3.38	1.10	0.30	0.27
	NK ₁ Mg ₂	2.50 ab	0.177	3.43	1.20	0.34	0.31
	NK ₂	2.54 ab	0.173	3.46	1.11	0.31	0.30
	NK ₂ Mg ₁	2.46 ab	0.173	3.52	1.15	0.33	0.28
	NK ₂ Mg ₂	2.45 b	0.170	3.47	1.0	0.30	0.30
	NK ₂ Mg ₃	2.52 ab	0.165	3.35	1.05	0.30	0.26

2.3 钾镁肥配施对植株长势的影响

在香蕉的主要生长时期对植株长势进行了调查 (表 3), 结果表明: 不同肥料配施处理

香蕉在整个生育期的株高、茎围、青叶片数及抽蕾率均没有明显差别，钾镁肥水平对香蕉长势影响不大。



2.4 钾镁肥配施对蕉果农艺性状的影响

香蕉果实农艺性状调查结果显示(表4):除 NK_1Mg_1 处理的蕉果较粗较长、指形较好外,其它处理的农艺性状没有表现出明显的规律。处理 NK_2Mg_1 的指数、单果重及梳重明显低于其它处理的,因为处理 NK_2Mg_1 香蕉成熟相对较早,在采集果穗样本时只剩下生长相对较差的果穗,对调查结果有一定影响。

表4 不同处理蕉果的农艺性状

处 理	果指长(cm)	果指围(cm)	果指数(个/梳)	单果重(g)	果梳重(g)
NK_1	27.6	12.1	22.5	178	4005
NK_1Mg_1	28.8	12.9	20.5	195	3997
NK_1Mg_2	27.3	11.8	23.0	170	3910
NK_2	26.4	11.8	19.5	164	3198
NK_2Mg_1	26.5	12.0	25	168	4200
NK_2Mg_2	26.3	12.1	20.5	176	3608
NK_2Mg_3	27.6	12.4	20	195	3900

2.5 钾镁肥配施对香蕉品质的影响

成熟期蕉果品质测定结果(表5)表明,在不同施钾水平下配施不同用量镁肥,对香蕉果实固形物、可溶糖及维生素C含量基本没有明显影响。

表5 不同处理果实品质比较

处 理	固形物(%)	可溶糖(%)	Vc(mg/100g)
NK ₁	18.8	15.59	2.90
NK ₁ Mg ₁	18.8	15.91	2.33
NK ₁ Mg ₂	19.5	16.53	2.53
NK ₂	18.9	16.05	2.85
NK ₂ Mg ₁	18.3	15.33	2.62
NK ₂ Mg ₂	18.8	15.33	2.64
NK ₂ Mg ₃	18.2	15.77	3.39

2.6 钾镁肥配施对香蕉产量及效益的影响

对不同施肥处理香蕉产量进行比较(表6),结果显示:在施用K₂O1357.5 kg/hm²的基础上增施钾肥,香蕉产量及种植利润均非常接近;在两个施钾水平下,配施不同用量镁肥对产量基本没有影响。由于配施镁肥提高了肥料成本,除NK₂Mg₂处理外,其它配施镁肥处理的种植利润都有所降低。

3 讨论

在土壤Mg/K=6.87情况下,在施用钾肥的基础上配施镁肥,对巴西蕉的叶片钾镁营养、植株长势和抽蕾、蕉果农艺性状、品质和产量都没有明显影响。相反,由于增施镁肥提高了肥料成本,种植效益有所下降。另外,根据我们其它的研究结果^[6],在土壤镁素(291.6 mg/L)丰富的情况下,尽管土壤Mg/K比仅为2.21,在施钾的同时配施镁肥,香蕉并没有出现预期的增产,相反,配施镁肥使第一代蕉产量显著下降(可能是由施镁量偏高造成的),第二代蕉施镁量降低,产量则与不施镁处理相当。

根据前面巴西蕉的营养特性,从营养生长期直至果实膨大后期,叶片K含量一直保持在叶片Mg含量的数倍以上,香蕉植株在整个生育期吸收的K则为Mg的十数倍。因此,在本试验条件下,即使钾镁之间存在拮抗作用,但配施镁肥对香蕉钾、镁营养基本没有影响,对香蕉的生长也没有产生明显影响。因此,只要土壤镁素丰富,不论土壤Mg/K比高低,种植香蕉即使大量施钾也不必配施镁肥。这为香蕉施镁提供了更为科学全面的依据。

珠江三角洲是广东省重要的香蕉主产区,由于成土母质及海河水影响,土壤镁素含量较高。因此,本研究结果对香蕉施肥具有较普遍的指导意义。

参考文献

- [1] Lahav, E. 1992. Fertilización del banano para rendimientos altos. Segunda edición. Boletín No. 7. Instituto de la Potasa y el Fósforo. Quito, Ecuador. p71
- [2] Stover, R. y N. Simmonds. Bananas. 3rd edition. London, Longman, 1987. 468.
- [3] Turner, D., C. Korawis, A. Robson. 1988. Soil analysis and its relationship with leaf analysis and banana yield with special reference to a study at Carnarvon [A], WA. Memoria Primer 9, Seminario-taller sobre Nutrición y Fertilidad en Banano [M]. San José, Costa Rica.
- [4] López, A. y P. Solís. 1992a. Contenidos e interacciones de los nutrientes en tres zonas bananeras de Costa Rica. CORBANA(C.R.) 15 (36):25-32
- [5] López, C. Diagnóstico del estado nutricional de plantaciones [J]. ASBANA 1983, 6(19):13-16 y 18.
- [6] 姚丽贤, 周修冲, 陈婉珍. 高产巴西蕉平衡施肥技术研究[J]. 中国农学通报, 2004, (3): 149 ~ 151, 156



氮肥用量对高淀粉玉米和普通玉米吸氮特性 及品质和产量的影响

何萍¹, 金继运¹, 王秀芳², 王立春², 谢佳贵², 张国刚²

1 中国农业科学院土壤肥料研究所, 北京 100081;

2 吉林省农业科学院土壤肥料研究所, 公主岭 136100

Effect of N Application Rate on N Uptake, Quality and Yield of High-starch Corn and Traditional Corn

He Ping¹, Jin Jiyun¹, Wang Xiufang², Wang Lichun², Xie Jiagui² and Zhang Guogang²

(1 Soil and Fertilizer Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing, 100081, 2 Soil and Fertilizer Institute, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling, 136100)

ABSTRACT: Field experiments were conducted to study the effect of N application rate on N uptake, grain yield and quality of high-starch corn and traditional corn. Results showed that high-starch corn (Zhengdan No. 21) had a greater maximum N uptake rate and appeared earlier in high-starch corn than traditional corn. In the maturity stage the total N uptake of Zhengdan No. 21 variety was significantly more than Simi No.25 variety. More N uptake of Zhengdan No. 21 variety came from root uptake in late stage but less from N transformation in early vegetation. For high-starch corn, Zhengdan No. 21 variety had higher starch content and protein content, but it had lower fat content. The content of starch, crude protein and fat increased with increase of N application rate but excess N application led to their decrease.

Keywords: High-starch corn, traditional corn, N uptake characteristic, quality, yield

摘要: 采用田间试验研究氮肥用量对高淀粉玉米和普通玉米吸氮特性及籽粒品质产量的影响。结果显示,与普通玉米相比,高淀粉玉米郑单 21 氮素最大吸收速率比较大,最大速率出现日期早。成熟期郑单 21 的吸氮总量明显高于四密 25,但其籽粒产量却低于四密 25。郑单 21 籽粒中的氮素更多依赖于后期的根系吸收,而较少来源于前期营养体的氮素转移;

高淀粉玉米郑单 21 含有较高的淀粉含量、粗蛋白含量,但脂肪酸含量却较低。淀粉、粗蛋白和脂肪酸含量随施氮量的增加而增加,过量施氮则其含量下降。

关键词:高淀粉玉米,普通玉米,吸氮特性,品质,产量

玉米是世界上最重要的粮食、饲料和经济兼用作物,目前,人均占有玉米的数量被认为是衡量一个国家畜牧业发展和人民生活水平的重要标志之一。从市场需求和发展前景看,我国玉米总量中 75%以上将用于饲料,15%用于口粮或食品加工,10%用于玉米工业,这就要求在不断提高玉米产量的基础上,根据不同用途通过不同途径来改善玉米品质。高淀粉玉米是指籽粒淀粉含量达 74%以上的专用型玉米,而普通玉米淀粉含量只有 65%~70%。近年来,高淀粉玉米的育种工作取得突破进展,部分杂交种已在生产上应用。而有关高淀粉玉米氮素吸收特性及氮肥施用对高淀粉玉米品质的影响研究还未见报道。为此,本研究选用高淀粉玉米和普通玉米为试材,探讨高淀粉玉米吸氮特性及施氮对其籽粒品质和产量的影响,为高淀粉玉米氮素养分管理提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试土壤

试验于 2003 年在吉林省公主岭市刘房子镇刘房子村的黑土上进行。应用土壤养分状况系统研究法,对供试土壤的养分状况进行了分析。土壤 pH 5.3,有机质 1.25%,铵态氮为 29.7 毫克/升,速效 P、K、Mn、Zn、Ca、Mg、Cu、Fe、B 和 S 分别为 4.4、72.0、2.0、2.0、3057.0、449.3、2.7、82.6、1.1 和 363.5 毫克/升。

1.2 试验材料

供试高淀粉玉米品种为郑单 21,以普通玉米四密 25 作对照。试验设 5 个不同氮肥用量,其施N量分别为 0 (N_0)、10 (N_{10})、13 (N_{13})、16 (N_{16}) 和 19 (N_{19}) 公斤/亩,各处理均施 P_2O_5 5 公斤/亩和 K_2O 6 公斤/亩。田间小区面积 20 m^2 ,随机排列,三次重复。郑单 21 和四密 25 田间种植密度分别为 3000 和 3333 株/亩。试验所用氮、磷和钾化肥分别采用尿素(含N 46%)、重过磷酸钙(含 P_2O_5 46%)和氯化钾(含 K_2O 60%)。氮、磷和钾化肥施用方法为 1/4 的氮肥和全部磷、钾肥作底肥开沟深施,3/4 的氮肥于 6 月下旬作追肥穴施。4 月 23 日人工拉线播种,马犁覆土。药剂除草治虫,三铲三趟。玉米成熟后于 9 月 29 日收获,籽粒经风干后进行脱粒。在玉米不同生育期,即苗期(6 月 2 日)、拔节期(6 月 28 日)、大喇叭口期(7 月 14 日)、抽雄期(8 月 1 日)、灌浆期(8 月 25 日)和成熟期(9 月 25 日),即出苗后的 26, 42, 58, 76, 100 和 131 天采取各小区有代表性的玉米 5 株(苗期 30 株),在 80 下鼓风烘干,记录营养体和籽粒样品干重,并测定营养体和籽粒样品氮素含量和籽粒样

品蛋白质、淀粉、油分含量。

2 结果与分析

2.1 玉米氮素吸收与转运

2.1.1 玉米植株氮素积累特征

回归分析发现,玉米生育期内植株氮素吸收总量可用 Logistic 方程加以表达。由该方程的二

阶导数可求得其氮素最大吸收速率及其出现日期。

表 1 玉米氮素积累的 Logistic 方程回归分析

品种	处理	氮素最大吸收速率 (克/株·天)	最大速率 出现天数	吸 N 总量 (克/株)
郑单 21	N ₀	0.061	81.0	3.9
	N ₁₀	0.086	69.6	4.7
	N ₁₃	0.086	71.8	5.1
	N ₁₆	0.082	70.1	5.7
	N ₁₉	0.085	72.7	4.9
四密 25	N ₀	0.051	86.2	3.4
	N ₁₀	0.052	75.4	3.9
	N ₁₃	0.061	76.3	4.4
	N ₁₆	0.055	69.7	3.9
	N ₁₉	0.054	67.1	3.8

结果显示,高淀粉玉米郑单 21 和普通玉米四密 25 其 N₀处理的最大增长速率明显低于其它四个施氮处理,且其最大值出现日期较晚,表明氮素供应不足严重限制了玉米对氮素的吸收,因而吸 N 总量最低。各施氮处理两品种的氮素最大吸收速率出现在 67.1~76.3 天,此期正值玉米抽雄期,是玉米植株从营养生长向生殖生长过渡的关键时期,充足的氮素养分也为后期籽粒的充实打下了良好的物质基础。两品种玉米均以 N₁₃处理获得了最大的氮素最大吸收速率,其氮素最大吸收速率出现时间也相对较早,因而其氮素积累总量也比较高。过量施氮并不能进一步提高氮素最大吸收速率,因而氮素积累总量也表现出下降的趋势。高淀粉玉米郑单 21 的氮素最大吸收速率明显高于普通玉米四密 25,其最大速率出现日期也比较早,因而氮素吸收总量也比较高。

2.1.2 氮素向籽粒的转移

玉米粒重形成过程中,籽粒积累了大量的氮。这些氮一方面来源于抽雄前茎、叶中积累的氮素的再转移,另一方面直接源于根系的氮素供应。营养体氮积累最高的抽雄期(或灌浆期)与成熟期营养体氮素积累量差值用来估测营养体氮向籽粒的表观转移量(简称营养体转移量),将籽粒氮积累总量减去氮转移量作为根系所提供的表观氮量(简称根系吸收量)。结果表明,高淀粉玉米郑单 21 籽粒的氮素有 25.0%~40.4%来源于前期营养体的氮素转移,而 59.6%~75.0%来源于后期根系的氮素吸收;普通玉米四密 25 籽粒 36.2%~46.5%的氮素来源于前期营养体的氮素转移,而 53.5%~63.8%的氮素来源于后期根系的氮素吸收。表明玉米籽粒形成所需的氮素郑单 21 比四密 25 更多的依赖于后期根系的氮素供应,而较少来源于前期营养体的氮素转移。两品种 N_{13} 处理营养体的氮素转移量和转移率均较低,而相应的根系氮素吸收量和吸收率则较高,而其他处理则营养体氮素转移量和转移率均较高,或相应的根系氮素吸收量和吸收率则较低。

表 2 玉米籽粒氮素来源

品种	处理	籽粒吸氮量 (克/株)	营养体转移量 (克/株)	营养体转移率 (%)	根系吸收量(克/株)	根系吸收率 (%)
郑单 21	N_0	2.4	0.9	36.9	1.5	63.1
	N_{10}	2.9	1.2	40.4	1.8	59.6
	N_{13}	3.5	0.9	25.0	2.6	75.0
	N_{16}	3.4	1.0	27.9	2.6	72.1
	N_{19}	3.1	1.2	38.2	1.9	61.8
四密 25	N_0	2.3	0.9	39.9	1.4	60.1
	N_{10}	2.8	1.2	41.0	1.7	59.0
	N_{13}	3.0	1.1	36.2	1.9	63.8
	N_{16}	2.7	1.2	46.5	1.4	53.5
	N_{19}	2.7	1.1	40.9	1.6	59.1

2.2 施氮对玉米品质的影响

与普通玉米四密 25 比较,高淀粉玉米郑单 21 淀粉含量较高,其 N_0 、 N_{10} 、 N_{13} 、 N_{16} 和

N₁₉处理淀粉含量比四密 25 的相应处理分别高 17.6%、17.3%、12.9%、8.6%和 10.8%。与不施氮处理比较,两品种均以N₁₀处理淀粉含量最高,其淀粉含量郑单 21 和四密 25 分别为 88.9%和 75.8%,过量施氮则淀粉含量下降,其中郑单 21 的N₁₃、N₁₆和N₁₉处理其淀粉含量比不施氮处理分别下降 2.1%、6.0%和 4.3%(表 3)。

郑单 21 的粗蛋白总量高于四密 25,施氮提高玉米蛋白质含量。与不施氮处理相比,各施氮处理郑单 21 和四密 25 粗蛋白含量分别增加 1.8%~9.0%和 1.3%~4.6%,其中N₁₆处理粗蛋白含量最高,继续增加氮肥用量则粗蛋白含量降低(表 3)。

郑单 21 的脂肪酸总量明显低于四密 25,其N₀、N₁₀、N₁₃、N₁₆和N₁₉处理脂肪酸总量分别比四密 25 的相应处理低 15.0%、17.8%、15.3%、15.9%和 25.3%。与不施氮处理相比,各施氮处理郑单 21 和四密 25 脂肪酸含量分别增加 8.1%~18.9%和 6.8%~15.9%,氮肥用量为每亩 16 公斤时达到最高值,继续增加氮肥用量脂肪酸下降(表 3)。

表 3 氮肥用量对玉米淀粉、粗蛋白和脂肪酸含量的影响

品种	处理	淀粉		粗蛋白		脂肪酸	
		含量(%)	施氮增加淀粉百分比(%)	含量(%)	施氮增加粗蛋白(%)	含量(%)	施氮增加脂肪酸(%)
郑单 21	N ₀	82.3	-	8.1	-	3.7	-
	N ₁₀	88.9	8.0	8.2	1.8	4.0	8.1
	N ₁₃	80.6	-2.1	8.3	2.5	4.1	10.8
	N ₁₆	77.4	-6.0	8.8	9.0	4.4	18.9
	N ₁₉	78.8	-4.3	8.5	5.8	3.8	2.7
四密 25	N ₀	70.0	-	8.1	-	4.4	-
	N ₁₀	75.8	8.3	8.2	1.3	4.7	6.8
	N ₁₃	71.4	2.0	8.3	2.0	4.8	9.1
	N ₁₆	71.3	1.9	8.5	4.6	5.1	15.9
	N ₁₉	71.1	1.6	8.3	3.2	4.7	6.8

2.3 施氮对玉米产量的影响

两品种玉米籽粒产量均随施氮量的增加呈二次抛物线趋势,开始随施氮量的增加而增

加,在每亩施氮量为13公斤时产量最高,此后产量则随施氮量的增加而降低。普通玉米四密25增产效应明显高于高淀粉玉米郑单21,郑单21各施氮处理依次增产2.9%、12.1%、5.3%和1.1%,而四密25则依次增产10.4%、13.1%、12.8%和7.2%。相同施氮处理下四密25比郑单21表现出明显的增产趋势(图1)。

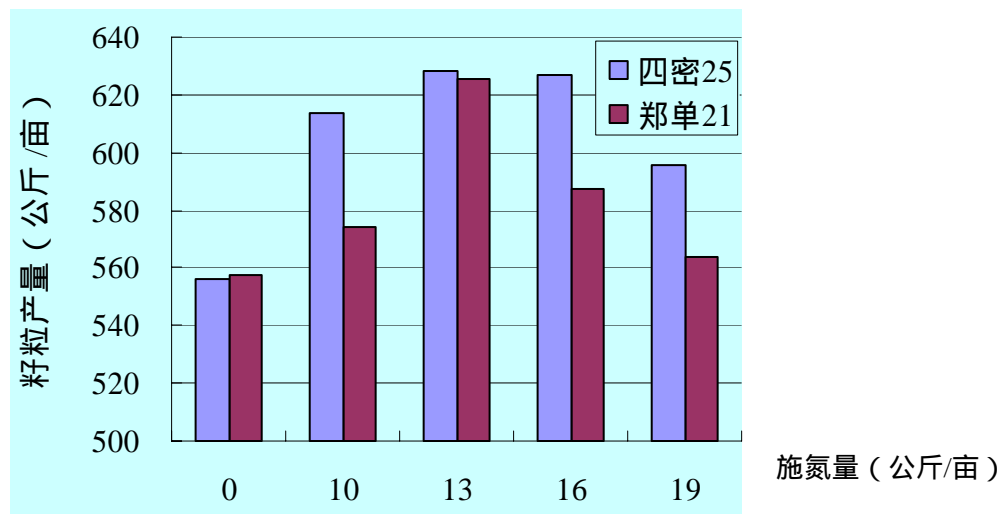
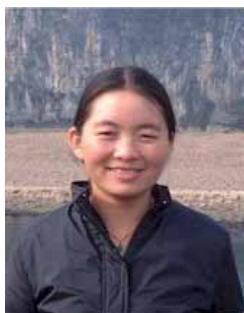


图1 施氮对玉米籽粒产量的影响

3 小结

与普通玉米相比,高淀粉玉米郑单21氮素最大吸收速率比较大,最大速率出现日期早,表明在营养生长阶段高淀粉玉米能够以较快的速度积累氮素,这就为以后的生殖生长打下了良好的基础。成熟期郑单21的吸氮总量也显著高于四密25,但郑单21籽粒产量却低于四密25。适宜的施氮量(N_{13})不仅能提高植株的氮素积累量,而且可以获得较高的养分吸收速率,提前最大速率出现的时间。郑单21籽粒中的氮素更多依赖于后期的根系吸收,而较少来源于前期营养体的氮素转移。所以追施抽穗肥对高淀粉玉米郑单21籽粒氮素积累显得更加重要。

高淀粉玉米郑单21表现出高淀粉、高蛋白质、低油分 and 低产量的总趋势。施氮影响玉米品质。本研究显示,玉米淀粉、粗蛋白和脂肪酸总量随施氮量的增加而增加,过量施氮则其含量下降。施氮10公斤/亩,淀粉含量达最大值;施氮16公斤/亩,脂肪和蛋白质含量达最大值;而产量则在13公斤/亩的氮肥水平下获得最高值。表明玉米产量、品质的最大值并不在同一时间出现,生产上应根据不同需求目标进行施氮。



平衡施肥在云南蚕豆 —水稻轮作制中的应用研究

付利波 苏帆 陈华 洪丽芳

云南省农科院土肥所(650205)

Balanced Fertilization Applied in Horsebean-rice Rotation System in Yunnan Province

Fu Libo, Su Fan, Chen Hua and Hong Lifang

(Soil and Fertilizer Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming)

ABSTRACT: Results from experiments of balanced fertilization in horsebean-rice rotation system in Yunnan province showed that balanced fertilization could significantly increase yield of horsebean and rice and also increase economic benefit. On the basis of same nitrogen and phosphorus application rate, application of 20 kg K_2O or 15 kg K_2O increased yield significantly higher than that of 10 kg K_2O application rate or without K. In addition, balanced fertilization could improve quality of horsebean and rice. Application of P and K increased the content of protein, amino acid, starch, carbohydrate and crude fiber. Rational application of P and K fertilizer could also increased the weight of root nodule of horsebean by more than 50.28%, and increased the amount of nitrogen fixation by more than 94.58%.

Keywords: balanced fertilization, horsebean, rice

摘要:通过在云南蚕豆—水稻轮作制水田上的平衡施肥试验结果表明,平衡施肥能显著提高蚕豆、水稻产量,增加经济效益。在氮、磷用量相同的情况下,施钾 20 公斤和施钾 15 公斤的处理与施钾 10 公斤和不施钾的处理相比差异显著,产量随施钾量增加而增加。同时平衡施肥能改善蚕豆、水稻品质,增施磷或钾后蚕豆的蛋白质、氨基酸、淀粉、碳水化合物和粗纤维均有不同程度的增加。合理增施磷、钾还可提高根瘤重量达 50.28%以上,提高根瘤固氮量 94.58%以上。

关键词：平衡施肥、蚕豆、水稻

云南水田面积 94.95 万公顷，占耕地的 32.47%。虽然水田面积只占耕地面积的 1/3，但水田所产粮食占全省粮食总产的 1/2 以上。



云南水田主要以蚕豆—水稻轮作制为主。在传统耕作制度下，蚕豆生产基本上不施肥，甚至在生产水平较高的滇中地区也只施少量磷肥。而水稻生产一度存在过量施用氮、磷肥，钾肥基本被忽视的现象。由于施肥不平衡、有机肥

用量下降以及秸秆还田比例减少等诸多原因，致使土壤养分严重失调，农产品品质不好，增加了农产品成本而不增收，加重了农民负担，同时也加重了农业环境污染。为进一步提高蚕豆—水稻轮作制下的农作物产量，增加农民收入，同时摸清不同耕作制度下平衡施肥的效应，2002—2003 年我们在云南嵩明下甸心村布置了蚕豆、水稻平衡施肥试验。

1. 材料和方法

田间试验于 2002 年 10 月——2003 年 9 月在云南省嵩明县杨桥乡下甸心村进行，种植方式是蚕豆—水稻轮作。供试土壤为水稻土，质地为壤土。土壤主要理化性质见表 1。

表 1 供试土壤理化性质 (ASI 法)

pH	OM	Ca	Mg	K	N	P	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	%	毫克/公斤										
6.6	1.86	4515.3	631.2	61.6	10.2	15.7	72.9	0.20	10.6	24.9	20.5	1.2

蚕豆供试品种为 83324，水稻为滇埂优五号。

田间试验共设八个处理，四次重复，随机区组排列(见表 2)。肥料品种分别为尿素 (N 46%)，氯化钾(K₂O 60%)，普钙(P₂O₅ 17%)，硫酸钾(K₂O 50%)，氧化锌 (ZnO 78%)，硼砂 (B 11%)。蚕豆于 2002 年 10 月 11 日播种，密度 15873 株/亩，每小区 18 行，小区面积 17.5 m²，2003 年 4 月 15 日收获。水稻于 2003 年 5 月 6 日移栽，密度 2.8 万丛/亩，2003 年 9 月 24 日收割。试验分区称重测产，每小区取样 0.3 公斤，相同处理 4 次重复混合晒干，并作品质分析。

表2 试验处理

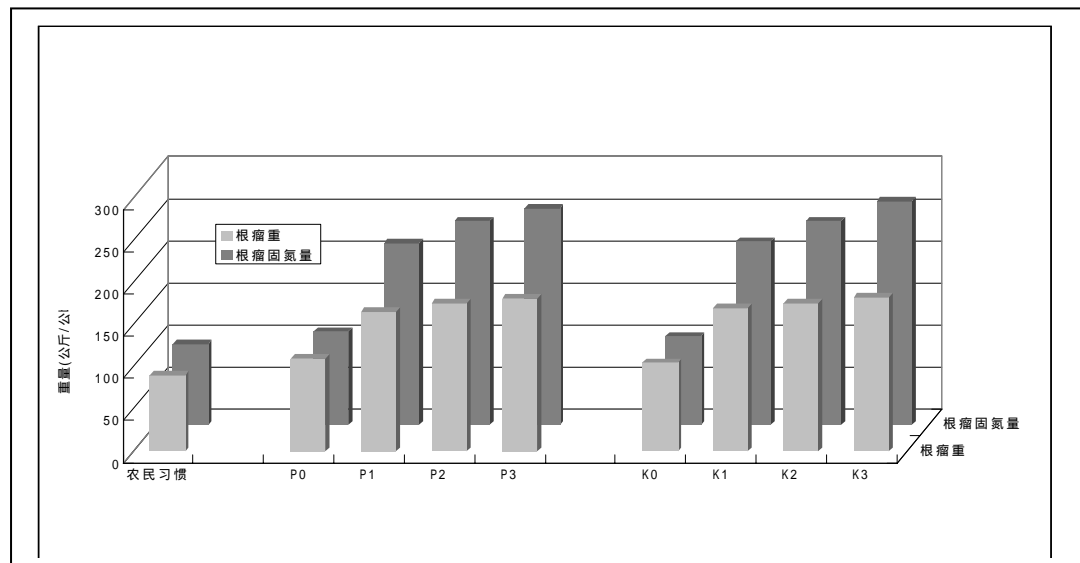
NO.	处理	水稻(公斤/亩)					蚕豆(公斤/亩)			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	B	Zn	处理	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	N1PK0Zn1	8	9	0	0	0.5	NP2K2	2.6	9	9
2	N1PK1Zn1	8	9	10	0	0.5	NP0K2	2.6	0	9
3	N1PK2 Zn1	8	9	15	0	0.5	NP1K2	2.6	5	9
4	N1PK3 Zn1	8	9	20	0	0.5	NP3K2	2.6	13	9
5	N2PK2 Zn1	10	9	15	0	0.5	NP2K0	2.6	9	0
6	N1PK2 B1Zn1	8	9	15	3	0.5	NP2K1	2.6	9	5
7	N1PK2 Zn0	8	9	15	0	0	NP2K3	2.6	9	13
8	N1PK2(K ₂ SO ₄)Zn1	8	9	15	0	0.5	习惯施 肥	0	9	0

2. 结果与分析

2.1 平衡施肥在蚕豆—水稻轮作制中对土壤肥力的影响

蚕豆根系着生的根瘤具有固定空气中游离氮素的作用,对磷钾素营养要求较高。通过对试验蚕豆盛花期根瘤调查结果以及根据土壤和蚕豆植株分析结果计算的根瘤固氮量可看出(表3),合理的磷钾肥增施对其蚕豆根瘤重量的形成以及根瘤固氮提高的效果都是十分显著的。增施磷肥可提高根瘤重量达50.28%~64.84%,提高根瘤固氮量94.58%~132.16%。增施钾肥可提高根瘤重量达61.19%~73.65%,提高根瘤固氮量106.65%~152.19%。

图1 不同氮磷钾用量对蚕豆根瘤重量和生物固氮的影响



注：种植密度为 15873 株/亩，根瘤固氮量=N1（豆荚，种子，茎，叶和根带走的氮量）+N2（土壤氮最后分析结果）-N3（施入的氮量）-N4（土壤氮最初分析结果）

在将蚕豆的秸秆和根还田的情况下。计算不同肥料用量下蚕豆的氮磷钾的投入和产出情况，评价其对土壤培肥的影响。从表 3 中可看出，蚕豆试验中 N 的产出大于投入 4 到 5 倍，这与蚕豆的自身固氮能力有关。随着 P 和 K 量的提高，N 的产出也有规律地提高，说明 P 和 K 对蚕豆的固 N 作用和蚕豆对 N 的吸收都有促进作用。不施 P 或 K 的处理，其蚕豆从土壤中带走的 P 和 K 的量远大于施入的 P 和 K 的量，说明蚕豆生产是以耗竭土壤养分为代价的。与不施 P 或 K 的处理相比，施 P 和 K 处理不但促进了蚕豆对 P 或 K 的吸收，而且使土壤中 P 和 K 库容有所盈增。随着 P 和 K 用量的增加，蚕豆吸收的 P 或 K 的量也随着增加，同时土壤中的 P 和 K 库容量也逐渐增大。水稻氮磷钾养分平衡情况与蚕豆基本一致。

表 3 蚕豆和水稻不同处理下土壤氮磷钾养分平衡情况

作物	处理号	投入(公斤/亩)			产出(公斤/亩)			盈亏(公斤/亩)		
		N	P	K	N	P	K	N	P	K
蚕豆	1	2.6	3.93	7.47	14.80	0.99	4.97	-12.20	2.94	2.50
	2	2.6	0	7.47	11.63	0.72	4.04	-9.03	-0.72	3.43
	3	2.6	2.18	7.47	12.89	0.82	4.33	-10.29	1.36	3.14
	4	2.6	5.68	7.47	15.05	1.15	4.88	-12.45	4.52	2.58
	5	2.6	3.93	0	12.39	0.78	3.24	-9.79	3.15	-3.24
	6	2.6	3.93	4.15	12.82	0.86	4.10	-10.22	3.07	0.05
	7	2.6	3.93	10.79	15.54	0.99	5.80	-12.94	2.94	4.99
	8	0	0.00	0.	10.62	0.75	2.44	-10.62	-0.75	-2.44
水稻	1	8.	3.93	0.	8.13	1.19	0.65	-0.13	2.74	-0.65
	2	8.	3.93	8.30	9.30	1.47	0.94	-1.30	2.46	7.36
	3	8	3.93	12.45	10.68	1.53	1.09	-2.68	2.40	11.36
	4	8	3.93	16.60	14.14	2.22	2.03	-6.14	1.71	14.57
	5	10	3.93	12.45	14.18	2.07	2.07	-4.18	1.86	10.38
	6	8	3.93	12.45	12.74	1.99	1.51	-4.74	1.94	10.94
	7	8	3.93	12.45	9.81	1.39	1.00	-1.81	2.54	11.45
	8	8	3.93	12.45	10.67	1.55	1.07	-2.67	2.38	11.38

注：产出(公斤/亩)=各处理的产量×各处理收获部分 N 或 P 或 K 的含量

2.2 平衡施肥对蚕豆、水稻品质的影响

表4 平衡施肥对蚕豆营养成分的影响

NO	处理	蛋白质%	氨基酸%	脂肪%	淀粉%	碳水化合物%	粗纤维%
1	NP2K2	30.88	35.77	2.0	46.95	54.68	6.5
2	NP0K2	29.34	34.65	1.88	43.36	50.26	6.0
3	NP1K2	30.47	35.15	2.0	45.42	53.72	5.9
4	NP3K2	30.98	36.01	1.91	46.88	55.88	6.0
5	NP2K0	30.84	33.62	1.98	42.04	52.19	6.3
6	NP2K1	30.88	35.53	1.95	45.91	54.43	6.5
7	NP2K3	31.47	36.23	1.95	46.99	55.89	7.1
8	农民习惯	29.08	33.13	1.9	41.31	50.04	6.0

通过对收获时风干蚕豆营养成分进行分析(表4)可看出,农民习惯处理各项指标都低;增施磷后其蛋白质、氨基酸、淀粉、碳水化合物均有不同程度的增加,且随着磷肥施用量的增加,蚕豆体内的蛋白质相应增加3.85-5.58%,氨基酸增加1.44-3.92%,淀粉增加4.75-8.12%,碳水化合物增加6.88-11.18%,而脂肪、粗纤维变化无规律;增施钾后蛋白质、氨基酸、淀粉、碳水化合物和粗纤维均有不同程度的增加,随着钾肥施用量的增加,蚕豆体内的蛋白质相应增加0.4-2.4%,氨基酸增加5.68-7.76%,淀粉增加7.14-11.77%,碳水化合物增加4.29-7.09%,粗纤维增加3.17-12.7%,但脂肪变化无规律。

表5 平衡施肥对水稻品质的影响

处理	N (%)	P (%)	K (%)	粗蛋白 (%)	粗脂肪 (%)	氨基酸 (%)
1.N1PK0Zn1	1.643	0.241	0.132	9.78	2.54	9.83
2.N1PK1Zn1	1.660	0.263	0.168	9.88	2.61	9.82
3.N1PK2 Zn1	1.692	0.242	0.172	10.06	2.69	10.16
4.N1PK3 Zn1	1.710	0.269	0.245	10.17	2.71	11.25
5.N2PK2 Zn1	1.846	0.269	0.201	10.98	2.47	11.37
6.N1PK2 B1Zn1	1.695	0.265	0.201	10.09	2.67	10.23
7.N1PK2 Zn0	1.691	0.240	0.172	10.06	2.65	10.02
8.N1PK2(K ₂ SO ₄)Zn1	1.690	0.246	0.169	10.05	2.69	10.17



对试验水稻品质分析(表5)发现,在其它养分水平一致的基础上,增施氮水稻籽粒含氮提高9.1%,同时也促进水稻对磷钾的吸收,提高水稻粗蛋白和氨基酸含量。

增施钾肥在提高水稻含钾量的同时,也促进水稻对氮磷的吸收,还在不同程度提高粗蛋白、粗脂肪和氨基酸的含量。硫酸钾和氯化钾对水稻籽粒的含氮磷钾量、粗蛋白、粗脂肪、氨基酸均无明显差异。施用硼肥或锌肥对水稻籽粒的含氮磷钾量、粗蛋白和氨基酸有一定的促进作用。

2.3 平衡施肥对蚕豆、水稻产量的影响



从表6对蚕豆产量结果进行的方差分析结果可看出,农民习惯处理产量最低,与其它处理相比,

产量差异达显著水平;在氮、钾用量相同的情况下,P3和P2水平的处理产量与P0和P1相比,差异达5%显著水平,产量随施P量的增加而增加显著;在氮、磷用量相同的情况下,K3和K2水平的处理产量与K0和K1相比,差异达5%显著水平,产量随施K量的增加而增加显著;试验结果显示,NP2K3和NP3K2处理居第一位和第二位,进一步验证了平衡

施肥在蚕豆生产中的重要性。

表6 平衡施肥对产量的影响

作物	处理	产量(Kg/ha)	L S D 5%显著水平	L S D 1%显著水平
蚕豆	NP2K2	299.6	a	A
	NP0K2	247.9	b	BC
	NP1K2	264.2	b	B
	NP3K2	303.3	a	A
	NP2K0	251.3	b	BC
	NP2K1	259.6	b	B
	NP2K3	308.3	a	A
	农民习惯	228.3	c	C
	处理间 F 值=21.28** 区组间 F 值=2.03			
水稻	N1PK0Zn1	494.6	e	C
	N1PK1Zn1	560.4	de	BC
	N1PK2 Zn1	631.3	c	B
	N1PK3 Zn1	826.7	a	A
	N2PK2 Zn1	768.3	ab	A
	N1PK2 B1Zn1	751.7	b	A
	N1PK2 Zn0	580.3	cd	BC
	N1PK2(K2SO4)Zn1	631.4	c	B
	处理间 F 值=31.43** 区组间 F 值=1.27			

从表6对水稻产量结果进行的差异显著性分析结果可看出,在施用适量氮、磷、锌肥的基础上,钾肥用量在20公斤/公顷范围内,随着钾肥用量的增加,水稻产量增加差异达1%极显著水平;施肥水平一致时,施用硫酸钾产量与施用氯化钾产量无明显差异;在施等量氮、磷、钾、锌肥的基础上,增施0.2公斤/亩硼肥,产量差异也达1%极显著水平;同时在施等量氮、磷、钾肥的基础上,不施锌肥,产量减少也很显著;在磷、钾肥用量相同,氮肥用量从8公斤/亩增加到10公斤/亩,产量增加也很显著。

3.4 平衡施肥对蚕豆、水稻经济效益的影响

通过对蚕豆试验各处理经济效益进行分析(表7)可以看出, K_2O 用量 20 公斤/亩的净收入提高 15.13%, P_2O_5 用量 13 公斤/亩的净收入提高 18.83%。NP2K3 处理净收入最高(412 元/亩), 与农民习惯处理相比相差 82 元/亩, 提高 24.97%。NP 2 K2 处理净收入位居第二(409 元/亩), 与农民习惯处理相比相差 79 元/亩, 提高 23.93%。

表 7 平衡施肥对蚕豆经济效益的影响

处理	产量(kg/亩)	产值(元/亩)	投入(元/亩)	净收入(元/亩)
NP2K2	299.6	449.4	40.7	408.7
NP0K2	247.9	371.9	28.0	343.9
NP1K2	264.2	396.3	35.0	361.2
NP3K2	303.3	455.0	46.3	408.7
NP2K0	251.3	376.9	18.9	358.0
NP2K1	259.6	389.4	31.0	358.4
NP2K3	308.3	462.5	50.3	412.2
农民习惯	228.3	342.5	12.7	329.8

注:蚕豆: 1.5 元/公斤 尿素: 1.1 元/公斤 氯化钾: 1.45 元/公斤 普通过磷酸钙: 0.24 元/公斤

表 8 平衡施肥对水稻经济效益的影响

处理	产量 (公斤/亩)	产值 (元/亩)	投入 (元/亩)	净收入 (元/亩)
1.N1PK0Zn1	494.6	938.3	37.6	900.6
2.N1PK1Zn1	560.4	1008.8	61.8	947.0
3.N1PK2Zn1	631.3	1136.3	73.9	1062.4
4.N1PK3Zn1	826.7	1488.0	85.9	1402.1
5.N2PK2Zn1	768.3	1383.0	78.6	1304.4
6.N1PK2B1Zn1	751.7	1353.0	77.3	1275.7
7.N1PK2Zn0	580.3	1044.6	68.1	976.5
8.N1PK2(K2S04)Zn1	631.4	1136.5	121.6	1014.9

注:水稻: 1.8 元/公斤 尿素: 1.1 元/公斤 氯化钾: 1.45 元/公斤 普通过磷酸钙: 0.24

元/公斤 硫酸钾:2.8元/公斤 氧化锌:9元/公斤 硼砂:1.9元/公斤

通过对水稻试验各处理经济效益进行分析(表8)可以看出,N用量10公斤/亩的处理净收入提高262元/亩,增加22.78%。 K_2O 用量20公斤/亩的净收入提高15.13%。 $N1PK0Zn1$ 处理净收入最低, $NP2K3$ 处理净收入最高,两者相差501元/亩。施用氯化钾比硫酸钾经济效益提高48元/亩,净收入提高4.47%。

3 小结

3.1 合理的磷钾肥增施对其蚕豆根瘤重量的形成以及根瘤固氮提高的效果十分显著。增施磷、钾肥可提高根瘤重量达50.28%以上,提高根瘤固氮量94.58%以上。

3.2 平衡施肥能改善蚕豆、水稻品质。增施磷后蚕豆的蛋白质、氨基酸、淀粉、碳水化合物均有不同程度的增加;增施钾后蛋白质、氨基酸、淀粉、碳水化合物和粗纤维均有不同程度的增加。

3.3 平衡施肥提高蚕豆、水稻产量蚕豆产量随施P量的增加而增加显著;在氮、磷用量相同的情况下, $K3$ 和 $K2$ 水平的处理产量与 $K0$ 和 $K1$ 相比差异显著,产量随施K量的增加而增加显著。

3.4 平衡施肥增加蚕豆、水稻经济效益。与农民习惯处理相比蚕豆施 K_2O 量20公斤/亩的净收入提高15.13%, P_2O_5 用量13公斤/亩的净收入提高18.83%。 $NP2K3$ 处理净收入最高(412元/亩),提高24.97%。水稻经济效益进行分析可以看出,N用量10kg/亩的处理净收入提高增加22.78%,施用氯化钾比硫酸钾净收入提高4.47%。

参考文献:

- [1] 李雪琼等. 蚕豆生理活性物质研究进展. 粮食与油脂, 2002年第七期, 25—29.
- [2] 周修冲, 刘国坚, Sam Portch.. 平衡施肥在广东“三高”农业中的应用. 广东农业科学, 1998, (1) 32—34
- [3] 鲁如坤, 刘鸿翔等. 我国典型地区生态系统养分循环和平衡研究. 土壤通报, 1996, 145—151



有机肥和化肥对无公害蔬菜生产的影响

苏帆 付利波 陈华 洪丽芳

云南省农科院土肥所(650205)

Influence of Organic Manure and Chemical Fertilizer on Non-contaminated Vegetable Production

Su Fan, Hong Lifang, Fu Libo and Chen Hua

(Soil and Fertilizer Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming)

ABSTRACT: In the production of non-contaminated vegetables, application of organic manure could effectively control nitrate content of vegetables, but chemical nitrogen fertilizer greatly increased nitrate content. Application of large amount of phosphorus fertilizer influenced heavy metal content in vegetables due to corresponding heavy metal concentration in phosphorus fertilizer. Combined application of chemical and organic fertilizer produce high yield of lettuce and benefit because of high available nutrients. Therefore, in field vegetable production sufficient organic manure was recommended in addition to the application of rational ratio of N, P and K chemical fertilizers.

Keywords: non-contaminated vegetables, organic manure, chemical fertilizer

摘要: 通过对蔬菜施用有机肥和化肥处理的实验表明,在无公害蔬菜生产过程中,施用有机肥能有效的控制蔬菜中硝酸盐的含量;化学氮肥对蔬菜中硝酸盐的累积影响很大。由于磷肥中含有相当数量的重金属,大量施用会对蔬菜中重金属的含量造成一定的影响。化肥+有机肥处理有效养分较高,生菜产量高,扣除成本后仍有很高的产值。因此,在大田生产过程中,除了合理施用一定配比的氮、磷、钾化学肥料外,还提倡施用足量有机肥。

关键词: 无公害蔬菜、有机肥、化肥

随着社会的进步和经济的发展,食物的营养和安全卫生问题越来越突出,尤其是蔬菜。因其生长速度快,生长期较短,可食用部分比例高,与人类日常生活关系更为密切,受污染后对人体影响较大而倍受重视。人们强烈期望生产和供应无污染、富营养的优质农产品,即无公害农产品。

无公害农产品一般可分为两类,即一类完全不用化学农药、化肥等人工合成的化学物质而生产出来的农产品,另一类是生产中允许限品种、限量、限时使用化学农药、化肥等人工合成的化学物质。本文着重讨论在无公害蔬菜的生产中对于允许使用的有机和无机肥对所生产的蔬菜的影响。



1. 材料与方法

1.1 供试材料:

供试蔬菜:生菜。

供试土壤:一组土壤类型为冲积性水稻土,布置在晋宁昆阳镇礼智村一组;二组土壤类型为山原红壤,布置在晋宁中和乡安基村。

1.2 样品的采集

2003年3月在两地各采集样品5公斤。每种土壤采用分层多点(15—20)采样5公斤左右,风干后磨细并全部通过2mm筛,然后用随机多点取样的方法取出1.5公斤土样,再从1.5公斤土样中进行二次抽样选500克土样进行实验室分析。

1.3 实验方案

试验四次重复,随机区组设计,一组试验设7个处理,二组试验设8个处理,小区面积13.34米²。采用单行种植垄宽45厘米,株距30厘米;每亩种植5000株。试验设计见表1。

表1: 试验处理:(公斤/亩)

土类	处理	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	B	有机肥
冲积性水稻土	1.化肥+有机肥	12	6	5	0	1000
	2.有机肥	0	0	0	0	3000
	3.1/2 有机肥	0	0	0	0	1500
	4.N1PK1	15	6	14	0	0
	5.N2PK1	20	6	14	0	0
	6.N3PK1	25	6	14	0	0
	7.N2PK2	20	6	18	0	0
山原红壤	1.化肥+有机肥	12	6	5	0	1000
	2.有机肥	0	0	0	0	3000
	3.1/2 有机肥	0	0	0	0	1500
	4.N1PK1+B	15	6	14	0.2	0
	5.N2PK1+B	20	6	14	0.2	0
	6.N3PK1+B	25	6	14	0.2	0
	7.N2PK2+B	20	6	18	0.2	0
8.N2PK1-B	20	6	14	0	0	

注: 供试肥料品种: 尿素、磷二胺、氯化钾、普钙、硼砂。

表2: 肥料中 NPK 和重金属含量:

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Hg	Cd	Cr	Pb	As
	%			毫克/公斤				
尿素	46							
磷二胺	18	46.2		0.35	31	118	7.9	11.3
氯化钾			60					
有机肥	0.779	0.76	0.61	0.04	0.723	14.25	23.36	0.63

表3: 施肥时期及各时期肥料用量比例(%): 注: 施用方法: 底肥塘施, 追肥兑水浇施。

	定植期	团棵期	莲座期	结球期	摆苗后培土, 定植深度以土坨上部(子叶下部)与墒面齐平即可, 定植后立即浇透水。定植后一周再浇一次缓苗水。化肥品质分析见表2。施肥时期及各时期施肥比例见表3。
N	14	18	28	40	
P	54	46	0	0	
K	25	9	28	38	
有机肥	100	0	0	0	

1.4 样品分析

试验前后采集样品进行土壤常规分析、重金属分析(表4, 表5)。生菜收获时采集样品进行品质和硝酸盐含量分析。

从土壤耕层的养分富集情况来看, 冲积性水稻土试验田除N以外所有的矿质养分均超过临界值; 山原红壤试验田除N、B、Mg外也超过临界值(表4)。而土壤中重金属的含量两地土壤Cd、Pb不超过一类区水平标准值, Hg、Cr、As均达到一类区水平标准值。Cd、Pb超过正常值与云南长期施用大量磷肥有一定的关系。

表4: 耕作层土壤矿质养分情况:

土壤类型	pH	O.M %	Ca	Mg	K	N	P	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
冲积型水稻土	6.45	3.84	1532.7	354.2	98.7	31.1	24.8	37.7	1.39	7.8	30.6	16.7	4.2
山原红壤	4.55	1.3	531	32.25	67.05	24.25	12.7	85.85	0.12	1.65	41.15	20.3	2.7
临界值			400.8	121.5	78.2	50	12	12	0.2	1	10	5	2

表5: 耕作层土壤重金属含量情况:

土壤类型	Hg 毫克/公斤	Cd 毫克/公斤	Cr 毫克/公斤	As 毫克/公斤	Pb 毫克/公斤
冲积型水稻土	0.129	0.48	26.80	6.82	36.24
山原红壤	0.106	0.35	20.15	5.86	35.92

土壤采用ASI常规分析, NH₄-N采用酸浸提法; Ca、Mg采用1NKCl常规浸提; 有效P、K、Cu、Fe、Zn用ASI常规浸提; 有效S、B采用0.08M CaH₄(PO₄)₂常规分析; 土壤11种营养元素丰缺诊断采用ASI土壤养分状况系统研究法进行。

土壤微生物采用寒天稀释法, PDA 培养, 按常规方法分析。

土壤和蔬菜样品中的 Cd、Pb、Ni、Cu 经酸处理后用原子吸收法测定; Cr 消煮后用二碳酸二胂比色法; Hg 用冷原子吸收法。

2. 结果分析与讨论

2.1 不同肥料处理对土壤物理特性的影响

表 6: 不同肥料处理对土壤物理特性的影响:

土 类	处理	容重 克/厘米 ³	总孔隙度 (%)	毛管孔隙 度(%)	非毛管孔隙 度%	水稳性团聚体
						5~0.25 毫米
冲 积 性 水 稻 土	1.化肥+有机肥	1.41	49.56	42.81	6.75	33.23
	2.有机肥	1.28	52.11	44.16	7.95	37.88
	3.1/2 有机肥	1.35	51.45	42.21	9.24	34.53
	4.N1PK1	1.41	48.57	41.19	7.38	31.41
	5.N2PK1	1.42	48.62	42.33	6.39	30.09
	6.N3PK1	1.40	49.78	42.35	7.43	31.25
	7.N2PK2	1.42	48.56	42.09	6.47	32.51
山 原 红 壤	1.化肥+有机肥	1.27	54.09	44.21	9.88	22.31
	2.有机肥	1.20	55.81	45.70	10.11	25.73
	3.1/2 有机肥	1.25	54.62	44.56	10.06	23.42
	4.N1PK1+B	1.35	53.11	42.63	10.48	18.64
	5.N2PK1+ B	1.36	53.45	43.22	10.23	19.26
	6.N3PK1+ B	1.33	53.32	42.65	10.67	17.68
	7.N2PK2+ B	1.35	53.17	43.25	9.92	18.89
	8.N2PK1- B	1.34	53.91	42.31	11.6	19.00

从表 6 可以看出, 两地的土壤容重均是施用有机肥的处理最小, 总孔隙度和水稳性团聚体最大, 而 1/2 有机肥和化肥+有机肥处理相近, 施用化肥的各处理间差异不大, 这说明有机肥可以改善土壤的物理性状, 提高土壤的透气保水保肥能力。

2.2 不同处理对土壤化学性质的影响

从表 7 可以看出, 化肥的施用导致了土壤 Ph 值下降, 而有机肥对土壤酸度的影响不大。施用有机肥可以提高土壤有机质含量, 而单纯施用化肥的会降低土壤有机质的含量, 冲积型水稻土

降幅最大的为 N2PK1 处理达到 10.42%；山原红壤降幅最大的为 N2PK1+B 处理达 15.38%。

对于冲积型水稻土试验地除 1/2 有机肥处理以外，各处理有效氮的含量均有所提高，而对于山原红壤试验地，各处理均有不同程度的提高。有效磷含量冲积型水稻土试验地最高为单施有机肥处理达到 30.6 毫克/公斤，各处理有效磷含量均超过基础土样，山原红壤试验地最高为单施有机肥处理 18.4 毫克/公斤 其余各处理也超过基础土样。两地有效钾各处理均超过基础土样，最高为单独施用有机肥处理。

表 7：不同肥料处理对土壤某些化学特性的影响：

土壤类型	处理	pH	有机质	有效氮	有效磷	有效钾
		%		毫克/公斤		
冲积性水稻土	基础土样	6.45	3.84	31.1	24.8	98.7
	1.化肥+有机肥	6.4	3.74	36.8	27.1	105.4
	2.有机肥	6.45	4.05	35.7	30.6	120.5
	3.1/2 有机肥	6.4	3.78	30.0	26.7	93.9
	4.N1PK1	6.25	3.61	33.6	26.5	109.3
	5.N2PK1	6.3	3.44	34.4	26.1	107.8
	6.N3PK1	6.25	3.48	33.9	26.9	103.2
	7.N2PK2	6.30	3.50	35.8	26.0	117.4
山原红壤	基础土样	4.55	1.30	24.25	12.7	67.05
	1.化肥+有机肥	4.6	1.25	29.3	16.1	67.2
	2.有机肥	4.5	1.49	27.8	18.4	78.5
	3.1/2 有机肥	4.50	1.38	24.2	15.3	69.0
	4.N1PK1+B	4.4	1.12	25.2	14.6	71.6
	5.N2PK1+B	4.5	1.10	27.9	14.7	72.7
	6.N3PK1+B	4.4	1.16	27.8	14.6	71.4
	7.N2PK2+B	4.3	1.17	27.2	14.7	71.2
	8. N2PK1-B	4.6	1.14	27.1	14.3	77.3

2.3 不同处理土壤微生物数量及差异

据表 8 分析，土壤微生物的全量、细菌、真菌、放线菌的含量均是单施有机肥处理最高，1/2 有

机肥处理次之,第三为化肥+有机肥处理,这说明有机肥对提高土壤微生物的活性有重要作用。冲积型水稻土和山原红壤各化肥处理间均有差异,趋势基本一致。

表8:不同处理土壤微生物数量及差异($\times 10^4$ 个/克干土)

土壤	处理	微生物数	细菌	真菌	放线菌
冲积 性水 稻土	1.化肥+有机肥	178.0	172.45	1.71	3.84
	2.有机肥	199.92	193.95	1.93	4.04
	3.1/2 有机肥	178.28	172.56	1.80	3.92
	4.N1PK1	168.27	164.87	1.41	1.99
	5.N2PK1	169.74	165.99	1.41	2.34
	6.N3PK1	158.8	155.23	1.49	2.08
	7.N2PK2	168.65	164.84	1.42	2.39
山原 红壤	1. 化肥+有机肥	111.09	107.89	0.95	2.25
	2.有机肥	125.9	120.03	1.25	4.62
	3.1/2 有机肥	113.4	109.09	1.19	3.12
	4.N1PK1+B	96.16	94.50	0.86	0.8
	5.N2PK1+B	97.7	96.01	0.81	0.88
	6.N3PK1+B	96.48	94.12	0.84	1.52
	7.N2PK2+B	96.79	94.11	0.82	1.86
	8.N2PK1-B	96.58	94.57	0.90	1.11

冲积型水稻土上 N2PK1 处理的微生物数最高, N3PK1 处理的微生物数最低;山原红壤上 N2PK1+B 处理的微生物数较其它处理高, N3PK1+B 处理的微生物数最低, N 说明合理的 N、P、K 配比对提高土壤微生物的活性有一定的作用。

2.4 不同处理对生菜中重金属含量的影响

蔬菜中重金属的含量与很多因素有关,从表9来看,对照 DB44/102.3-1999 标准(表10),检测的五种重金属含量都在正常的范围内,都未超出无公害蔬菜的生产标准。但除铅以外,施用有机肥处理的四种重金属含量都低于单施化肥和化肥+有机肥处理。因此,可以说在清洁无污染的土壤上适当的施用安全的肥料产品不会对生菜的重金属含量造成影响。

表9：不同处理对生菜中重金属含量的影响：

土壤类型	处理	Hg	Cd	Cr	As	Pb
		毫克/公斤				
冲积性水稻土	1.化肥+有机肥	0.004	0.004	0.007	0.005	0.002
	2.有机肥		0.001	0.002		0.003
	3.1/2 有机肥		0.001	0.001		0.002
	4.N1PK1	0.002	0.005	0.007	0.011	0.001
	5.N2PK1	0.002	0.004	0.008	0.013	0.002
	6.N3PK1	0.003	0.004	0.008	0.014	0.001
	7.N2PK2	0.002	0.005	0.007	0.009	0.002
山原红壤	1.化肥+有机肥	0.003	0.002	0.005	0.008	0.006
	2.有机肥		0.001	0.001		0.090
	3.1/2 有机肥		0.001			0.032
	4.N1PK1+B	0.003	0.002	0.005	0.011	0.001
	5.N2PK1+B	0.004	0.002	0.004	0.009	0.001
	6.N3PK1+B	0.004	0.002	0.003	0.007	0.002
	7.N2PK2+B	0.004	0.002	0.003	0.007	0.002
	8.N2PK1-B	0.002	0.002	0.003	0.008	0.004

表10：DB44/102.3-1999 蔬菜标准：

金属	Hg	Cd	Cr	As	Pb
mg/kg					
含量	≤0.01	≤0.05	≤0.5	≤0.5	≤0.20

2.5 不同处理对生菜NO₃⁻含量和大肠杆菌数量的影响

表 11: 不同处理对生菜NO₃⁻含量和大肠杆菌数量的影响:

土壤类型	处理	NO ₃	大肠杆菌
		mg/kg	个/100mg
冲积性水稻土	1.化肥+有机肥	524.7	65
	2.有机肥	423.0	78
	3.1/2 有机肥	361.1	52
	4.N1PK1	631.6	24
	5.N2PK1	721.6	27
	6.N3PK1	1072.9	23
	7.N2PK2	776.8	30
山原红壤	1.化肥+有机肥	689.0	35
	2.有机肥	240.3	43
	3.1/2 有机肥	156.8	21
	4.N1PK1+B	512.8	11
	5.N2PK1+ B	612.3	13
	6.N3PK1+ B	822.5	16
	7.N2PK2+ B	587.5	10
	8. N2PK1- B	576.2	15

蔬菜中NO₃⁻的含量根据WHO/FAO的建议标准为 432mg/kg; 又中国农业科学院蔬菜研究所提出的蔬菜中硝酸盐积累程度标准一级 432 毫克/公斤允许生食; 二级 785mg/kg不宜生食盐渍和熟食; 三级 1440 毫克/公斤只能熟食; 四级 3100 毫克/公斤不能食用。从表 11 可以看出, 冲积性水稻土各处理均>432 毫克/公斤, 且N3 处理>785 毫克/公斤受到轻微污染; 山原红壤N3 处理>785 毫克/公斤, 受到轻微污染。但是两地各处理中, N3 处理NO₃⁻含量最高, 施用有机肥的处理NO₃⁻含量最低。由此可见施用有机肥对于控制生菜中NO₃⁻的含量有一定的作用。N肥的用量与NO₃⁻的含量呈正相关, 因此控制N肥用量可起到降低NO₃⁻含量的作用。此外, 冲积性水稻土各处理NO₃⁻含量与山原红壤各处理NO₃⁻含量的趋势一致。

对于蔬菜的生物污染我国目前还没有统一的评价和检测标准, 生物污染主要来源于不合格有机肥的施用和不合格的灌溉水。从表中的数据可以看出, 施用有机肥处理大肠杆菌的数量明显高于化肥处理和化肥+有机肥处理, 因此在生菜生产过程中须对有机肥进行无害化处理。

2.6 不同处理对生菜产量产值的影响

从表 12 看两地产量最高的处理均为化肥+有机肥的处理, 其次为单施有机肥处理, 最低为 1/2 有机肥处理。综合分析, 化肥+有机肥处理因为具有较高的 N、P、K 含量和合适的 N、P、K 配比而获得较高的产量, 1/2 有机肥处理有效养分的含量相对较低, 所以产量也较低; 对于施用化肥的各处理, 产量与施 N 量呈正相关, 而且提高施钾量可以提高生菜产量。在考虑到肥料的价格因素, 除去成本后的增值情况为化肥+有机肥>有机肥> N2PK2> N3PK1> N2PK1> N1PK1>1/2 有机肥。在缺硼的山原红壤上施硼后产量略高 2.15%。

表 12: 不同处理对生菜产量产值的影响:(元/亩)

	试验设计	产量(公斤/亩)	产值	成本	增值
冲 积 性 水 稻 土	1.化肥+有机肥	3238 a A	3886	120	3766
	2.有机肥	3167 a A	3800	200	3650
	3.1/2 有机肥	2548 d C	3058	100	2958
	4.N1PK1	2583 d C	3100	83	3017
	5.N2PK1	2752 c B	3302	95	3208
	6.N3PK1	2773 bc B	3328	106	3222
	7.N2PK2	2845 b B	3414	104	3310
F _{区组} =1.35 F _{处理} =17.80**					
山 原 红 壤	1.化肥+有机肥	2865 a A	3438	120	3319
	2.有机肥	2887 a A	3465	200	3265
	3.1/2 有机肥	2331 f D	2797	100	2697
	4.N1PK1+B	2368 ef d	2842	86	2755
	5.N2PK1+ B	2513 cd BC	3016	98	2918
	6.N3PK1+ B	2567 bc BC	3080	110	2970
	7.N2PK2+ B	2651 b B	3182	108	3074
	8. N2PK1- B	2460 de CD	2952	95	2857
	F _{区组} =0.917 F _{处理} =36.28**				
注; 尿素 1.1 元/公斤; DAP 1.42 元/公斤; KCl 1.45 元/公斤; B 2.0 元/公斤; O.M 0.06 元/公斤 生菜 1.2 元/公斤					

3. 讨论和结论

1)施用有机肥能改善土壤的物理化学特性和微生物活性,能获得较高产量,对生菜的品质没有负面的影响,不会造成蔬菜的品质污染,对环境的影响也不大。但相对于其它处理,单施有机肥处理的成本较高。此外,1/2 有机肥处理养分略显不足。土壤本身和施用少量的有机肥不能及时提供足够的营养,苗长势较弱,生菜结球率低,并且形成的商品菜结球小、松散,平均单球重只有0.4公斤,其单产也最低。

2)N肥用量过多会提高生菜的NO₃⁻含量,使生菜的品质下降。在不施有机肥和磷、钾肥施用量一定的情况下,结球西生菜的产量以氮肥高量的处理最高,N1 处理N素略显不足。在不施有机肥和氮、磷肥施用量一定的情况下,结球西生菜的产量以钾肥高量的处理最高,K肥可提高生菜的产量和产值。N₂PK₂处理相对其它化肥处理,苗情长势旺盛,结球率高,效益较好。这样的结果与结球西生菜的前期喜氮、中后期需大量钾的生长特性相适应。根据两组试验地的土样分析结果,山原红壤的有效B含量较低,呈现缺B现象,施用B肥的处理比不施的处理有一定的增产效果,

3)化肥+有机肥处理既施用了化肥又施用有机肥,有效养分较高,生菜产量高,扣除成本后仍有很高的产值。采用有机和无机肥料相结合,这种施肥方式与大田生产实际的增产效果相吻合。因此,在大田生产过程中,除了合理施用一定配比的氮、磷、钾化学肥料外,还提倡施用足量腐熟的有机肥,来提高作物的单产。

参考文献:

- [1] 周修冲,刘国坚, Sam Portch. 平衡施肥在广东“三高”农业中的应用. 广东农业科学, 1998,(1) 32—34
- [2] 陈智勇. 重庆近郊菜园土壤存在的问题及原因分析[J]. 土壤农化科技, 1989,(1) 8—14
- [3] 张夫道. 氮素营养研究中几个热点问题[J]. 植物营养与肥料学报. 1998, 4(4) 335
- [4] 戴亨林. 重庆蔬菜土壤肥力、施肥和硝酸盐含量现状与对策. 中国西南地区平衡施肥研究与进展. 2002, 92-96



贵州省冬瓜平衡施肥试验初探

左金刚¹, 陈玲¹, 赵剑², 罗红军³

1. 六枝特区农业局土肥站 553400

2. 六枝岩脚镇农技站 553400

3. 贵州省农科院现代农村发展研究中心贵阳 55006

Trials of Balanced Fertilization on White Gourd in Guizhou Province

Zuo Jingang¹, Chen Ling¹, Zhao Jian² and Luo Hongjun³

(1 Soil and Fertilizer Station, Agricultural Bureau of Liuzhite Region, Guizhou province 553400

2 Agricultural technology Extension Station of Liuzhiyanjiao town, Guizhou Province 553400

3 Modern Country Development Research Center, Guizhou Academy of Agricultural Sciences, Guiyang, 55006)

ABSTRACT: The vegetative growth of white gourd with balanced N, P and K fertilization was better than that of conditional farmer practice. Different rate and ratio of N, P, and K fertilizer obviously increased white gourd length, diameter, and its weight per fruit, compared with farmer practice. In this experiment, OPT₁ (N₁₄P₆K₁₅) was the best treatment and significantly increased the yield of white gourd and increase benefit of 909.54 Yuan RMB/mu with value cost ratio of 3.96. The VCR was the highest up to 4.64 with the treatment of OPT minus OM, followed by OPT₂.

Keywords: white gourd, balanced fertilization, yield increase, OPT

摘要: 本文探讨了平衡施肥对冬瓜的生长和产量的影响,为实现“两高一优”农业提供了科学的施肥依据,从试验结果看出,9个处理除OPT-K减产外,其余处理都比农户习惯增产,其中OPT1处理增产效果最好,增加纯收入909.54元/亩,肥料产投比达3.96;OPT-OM处理产投比最高,但因不施用有机肥,只用化肥,没有实现用地养地相结合,生产中不宜推广,适量增施钾肥是保证冬瓜果实性状和产量的关键。

关键词: 冬瓜 平衡施肥 增产效果 最佳施肥量

冬瓜是贵州夏秋季的主要蔬菜之一。近几年来,六枝特区政府把发展冬瓜种植作为农业产业结构调整的重要产业来抓,但农户在种植冬瓜上一直采用传统的种植方式,施肥不合理,N、P、K比例严重失调,缺乏科学合理的技术指导,不仅造成了肥料的浪费,而且还严重制约了冬瓜单产的提高,使冬瓜产量和品质受到很大影响。为此,我们于2003年在冬瓜上进行了平衡施肥试验,以探索N、P、K肥平衡施用的增产效果和最佳施肥量,为大面积冬瓜生产提供实用的科学技术。

1、材料与方法:

1.1 地点及土壤类型:冬瓜试验布置在六枝特区岩角镇前坡村,海拔1230米;土壤为黄泥,肥

力中下等,前茬作物为小麦,供试土壤性状经中加合作土壤植株测试实验室分析为:土壤pH值5.5,有机质(OM)1.6%,铵态氮12.7毫克/公斤,速效P、K、Ca、Mg、S、B、Cu、Fe、Mn和Zn分别为4.5、62.0、1283.1、154.6、21.45、0.2、3.7、62.15、36.8和2.4毫克/公斤,显示出N、K养分较亏缺。

1.2 供试肥料及种子:氮肥为尿素,含N46.2%(贵州赤天化厂生产);磷肥为钙镁磷肥,含 P_2O_5 16%(贵州福泉磷肥厂生产);钾肥为氯化钾,含 K_2O 60%(加拿大钾肥);试验冬瓜品种:笨冬瓜(当地品种)。

1.3 试验处理:采用省农科院农发中心提供的冬瓜田间试验设计方案(见表1)。

表1 冬瓜田间试验施肥水平表 单位:公斤/亩

	N	P_2O_5	K_2O	OM(有机肥)
OPT	14	6	15	1000
OPT-N	0	6	15	1000
OPT-P	14	0	15	1000
OPT-K	14	6	0	1000
OPT-OM	14	6	15	0
K1	14	6	5	1000
K2	14	6	10	1000
K3	14	6	20	1000
OPT+1/2N	21	9	22.5	1000
农户习惯	25.53	0	0	1000

1.4 试验地:六枝特区岩脚镇前坡村马家屯村民组吴胜祥农户责任地,海拔1230米,土壤为黄泥,肥力中下等,前茬作物为小麦。

1.5 试验方法:田间试验采用随机区组排列,在每小区亩施1000公斤有机肥的基础上,设



10个处理,4次重复,共40个小区。小区面积 $18m^2$,每小区栽种冬瓜10株,定植密度为370株/亩。四周设保护行,地膜覆盖栽培。用设计施肥量的1/4尿素、全部磷、钾肥作底肥,3/4尿素作追肥(分2次进行:苗期施1/4提苗,初花至座瓜期施1/2促瓜壮瓜)。试验采用营养袋育苗移栽,于2003年2月16日播种,亩用种量0.5公斤,4月1日移栽,8月24日采收,收瓜时各小区顺藤摸瓜分别计

产。

2、结果与分析:

2.1 氮、磷、钾肥不同处理对冬瓜生育期及其长势的影响

冬瓜个头大,产量高,是需养分量较大的作物,平衡施肥是其获得高产的保证。据生育期记

载和6月初对冬瓜的长势调查(表2)看出:氮、磷、钾肥间两两组合或三种肥料配合施用的处理,冬瓜分枝期都比农户习惯早3—5天,初花期比农户习惯早3—5天,后期冬瓜成熟基本一致。由田间观察看出,在10种不同的处理中,OPT的长势最好,K2、K3、OPT+1/2N的较好,OPT-N、OPT-P、OPT-OM和K1的长势居中,农户习惯的长势较差,OPT-K的长势最差。在此基础上合理配施氮、磷、钾肥,能保证获得高产、稳产。四个缺素处理中,OPT-K有严重的缺素症状出现,OPT-N叶片有轻度失绿现象,OPT-OM区后期出现脱肥,OPT-P区缺素现象不明显,其影响趋势是:OPT-K>OPT-N>OPT-OM>OPT-P。这表明钾、氮素,特别是钾素,在适宜的用量范围内,对冬瓜的生长有促进作用。而土壤中的P素不是冬瓜生长的主要限制因子。有机肥肥效持续平稳,对冬瓜的生长发育有着不可忽视的作用。但由于有机肥的养分释放速度慢,无法满足冬瓜需肥高峰期的养分需求,因此OPT-OM区后期出现脱肥。并且有机肥料养分不稳定,无法定量施肥,所以有机肥和化肥二者不可偏颇,结合使用比较好。

表2 2003年冬瓜施肥试验生育期记载表 单位:月/日

处理	播种期	出苗期	定植期	分枝期	初花期	采收期	生长势
OPT	2/16	3/5	4/1	5/16	6/20	8/24	强
OPT-N	2/16	3/5	4/1	5/18	6/23	8/24	中
OPT-P	2/16	3/5	4/1	5/20	6/22	8/24	中
OPT-K	2/16	3/5	4/1	5/17	6/21	8/24	弱
OPT-OM	2/16	3/5	4/1	5/19	6/21	8/24	中
K1	2/16	3/5	4/1	5/18	6/20	8/24	中
K	2/16	3/5	4/1	5/17	6/20	8/24	较强
K3	2/16	3/5	4/1	5/19	6/22	8/24	较强
OPT+1/2N	2/16	3/5	4/1	5/20	6/23	8/24	较强
农户习惯	2/16	3/5	4/1	5/21	6/25	8/24	较弱

注:Ⅰ₄、Ⅲ₄、Ⅳ₄、Ⅰ₁、Ⅱ₂、Ⅳ₁处理于8月13日开现场会时采收。

2.2 不同处理的果实性状。



据果实成熟调查表明(表3),氮磷钾不同施肥处理的冬瓜果长、横径、单果重(除缺K处理外)都比农户习惯有明显提高。而且随氮磷钾肥用量提高单果重也明显增加(表3)。缺K处理的果实性状最差,也表明了适量增施K肥是保证提高冬瓜质量的关键。

表3 2003年不同施肥试

验冬瓜的果实性状(10株测定平均值)

处理	调查时间 (月/日)	果形	果长 (cm)	横径 (cm)	平均单果重 (公斤)
OPT	8/13	长圆柱	51.2	28.5	15.28
OPT-N	8/13	长圆柱	45.8	26.9	12.54
OPT-P	8/13	长圆柱	46.0	25.4	13.02
OPT-K	8/13	长圆柱	43.4	24.8	10.08
OPT-OM	8/13	长圆柱	44.7	25.3	13.25
K1	8/13	长圆柱	46.9	26.2	13.84
K	8/13	长圆柱	48.3	27.8	14.5
K3	8/13	长圆柱	49.0	28.1	14.45
OPT+1/2N	8/13	长圆柱	49.5	28.4	15.11
农户习惯	8/13	长圆柱	44.5	25.1	11.26

2.3 氮、磷、钾肥不同处理对冬瓜产量的影响。

表4 冬瓜试验测产结果统计表

处理	小区产量(公斤)					单产 公斤/亩	与农户习惯比增产	
	I	II	III	IV	平均值		公斤/亩	%
OPT	184.50	139.00	159.20	132.00	153.68	5694.70	2267.43	66.16
OPT-N	118.25	117.50	125.00	119.50	120.06	4448.89	1021.62	29.81
OPT-P	134.00	129.50	126.90	127.40	129.45	4796.84	1369.57	39.96
OPT-K	69.00	82.00	97.00	94.50	85.63	3173.07	-254.20	-7.42
OPT-OM	125.00	129.90	123.50	121.75	125.04	4633.43	1206.16	35.19
K1	127.95	132.25	126.50	126.45	128.29	4753.86	1326.59	38.71
K	142.50	136.00	140.15	130.50	137.29	5087.36	1660.09	48.44
K3	154.95	138.20	150.25	131.25	143.66	5323.40	1896.13	55.32
OPT+1/2N	153.05	137.00	146.35	131.00	141.85	5256.33	1829.06	53.37
农户习惯	92.36	94.52	94.16	88.91	92.49	3427.27	-	-

注: 处理间F值=18.74^{**}, LSD_{0.05}=2.25, LSD_{0.01}=3.14

由表4看出,本次试验OPT处理的产量最高(亩产5694.7公斤),其次为K₃(亩产5323.4公斤),OPT-K处理的产量最低(亩产3173.07公斤)。其中亩产在5000公斤以上的有K₂、K₃、OPT+1/2N等。初步看出,虽然氮、磷、钾间两两组合的产量效果各不相同(除OPT-K外),都比农户习惯增产,最高达66.16%,最低增产29.81%(表4)。这说明夺取冬瓜高产稳产,氮、磷、钾三要素缺一不可。方差分析和多重比较的结果表明(表5、表6),10个试验中,以OPT-K处理比较,除农户习惯略有增产

外,其余处理产量差异都达到极显著水平($F_{0.01}=3.14$, $F_{0.05}=2.25$)。与农户习惯比,除OPT-K外,其余处理产量差异达极显著水平。与OPT-N比较,OPT-P、K1、OPT-OM处理略有增产,但不显著,OPT+1/2N和K2达到显著水平,OPT和K₃处理达极显著水平,K₃产量达显著水平,其余不显著。以K1比较,只有OPT产量差异达极显著。与OPT-OM比较,只有OPT产量差异达极显著水平。与OPT-P比较,只有OPT差异达极显著。

2.4 各处理的经济效益分析

冬瓜平衡施肥经济效益分析结果(表5)表明,冬瓜配施氮磷钾肥有明显的经济效益。与农户习惯相比,9个处理的产投比都比农户习惯的高。以OPT—OM处理的产投比最高(达4.64),OPT的次之。

表5 冬瓜施肥试验经济效益分析表

处理	产 值 (公斤/亩)	产 值 (元/亩)	投 入 (元/亩)	纯 收 入 (元/亩)	产投比值
OPT	5694.7	1138.94	229.4	909.54	3.96
OPT-N	4448.89	889.78	183.75	706.03	3.84
OPT-P	4796.84	959.37	210.65	748.72	3.55
OPT-K	3173.07	634.61	189.4	445.21	2.35
OPT-OM	4633.43	926.69	164.4	762.29	4.64
K1	4753.86	950.77	202.73	748.04	3.69
K	5087.36	1017.47	206.07	811.4	3.94
K3	5323.4	1064.68	242.72	821.96	3.39
OPT+1/2N	5256.33	1051.27	281.61	769.66	2.37
农户习惯	3427.27	685.45	208.25	477.2	2.29

注:肥料价格为尿素1.5元/公斤,磷肥0.5元/公斤,氯化钾1.6元/公斤,冬瓜价格0.2元/公斤,人工15元/天。

3、小结

3.1 氮、磷、钾肥平衡施用的冬瓜长势明显强于农户习惯。在其他养分满足需求的情况下,增施钾、氮素,特别是钾素,在适宜的用量范围内,对冬瓜的生长有促进作用。而土壤中的磷素不是冬瓜生长的主要限制因子。有机肥和化肥二者不可偏颇,结合使用是夺取冬瓜高产的保障。

3.2 氮磷钾不同施肥处理的冬瓜果长、横径、单果重(除缺K处理外)都比农户习惯有明显提高。而且随氮磷钾肥用量提高冬瓜单果重明显增加。适量增施钾肥是保证提高冬瓜果实性状的关键。

3.3 在本试验中,OPT₁(N₁₄P₆K₁₅)处理为最优组合,增产效果显著。OPT—OM处理的产投比最高(达4.64),OPT₂的次之。

本试验得到六盘水市土肥站高级农艺师肖继梅等老师的大力指导,在此表示深深的感谢!

推荐施肥是否有新技术和分析手段?

By E.M.Pena-Yewtukhiw, J.H.Grove, J.A.Thompson, and C.E.Kiger

Department of Agronomy, University of Kentucky

作为精准管理计划的一部分,发展推荐施肥可能是需要采取的更重要、更昂贵的作业之一。新技术有助于提高肥料推荐,但也会使其复杂化。空间定位精准分析会加强传统的土壤测试方法。作物养分移取法可以建立在空间参照产量监测的基础上,但是需要一些有关籽粒成分的资料。在这一系列的选择中,哪种是“最好”的呢?

收集土壤肥力信息,购买和施用肥料和土壤改良剂会导致高额的养管理费用。信息收集通常是由作物和/或土壤取样,分析测试及解释组成。对于传统的P、K及pH的管理来说,土壤样品分析特别重要。土壤取样、测试、解释和推导出养分推荐量需要技术和时间,如果作物收获后紧接着播种下茬作物,在时间上就可能有些紧迫。那么有没有更好的方法呢?

空间参照的产量监测与籽粒成分测定相结合,可以做出作物养分移取图,这可以作为下茬肥料配方的基础。利用表格中的籽粒P和K成分估计值,可直接由田间产量图得到养分移取/肥料配方图。凭直觉说,肥料应该根据需求施在需要的地方。如果认为表格估计值不适当,人们可以按空间定点对籽粒取样或者是生成一个随机混合样。空间参照的籽粒取样需要的时间和技术与土壤栅格取样差不多。然而,没有理由相信整个田间的籽粒的成分是不变的,或其将表现出与籽粒产量或土壤养分测定值相似的空间模式。

养分胁迫以外的限制因子通常会导致田间产量的差异。比如说,对产量有负效应的当季杂草竞争模式,是否会导致应该对下茬作物施肥呢?如果因为土壤P测定值低使得部分地块产量较低,那么是否应当根据产量和P的移取量确定那个地域的P肥施用量呢?新技术如产量监测和空间分析有助于改善推荐施肥,但他们又如何与现有技术进行比较呢?

我们研究的目的是比较制订P和K肥用量配方的五个备择方法。这些方法是:a)“昂贵的标准方法”,建立在土壤栅格取样和土壤空间分析的基础上;b)基于一个复合土样,是田间栅格取样样品的均样;c)根据产量图,刊物表格中所列单一的籽粒P和K含量值,以及养分移取的空间分析;d)根据产量图,一个复合样品单一的P和K含量值,该样品是田间栅格籽粒取样样品的均样,和养分移取的空间分析;e)基于产量图,田间籽粒栅格取样样品,和对籽粒中的组成以及养分移取的空间分析。

方法

选取两块田地,分别指定为112号(51.4英亩,=312.02亩)和950号(43.4英亩,=263.46亩)地。这两块地均在没有前期耕作的情况下于1999年4月种植玉米。两块地绝大部分的土壤排水良好,但同时也包括一些重要区域,在这些区域土壤排水中等。112号地以前曾施用过化肥,950号地曾经施用过猪粪和氮肥。玉米产量是通过配有全球定位系统(GPS)的联合收割机上经过校正的产量测定仪测定的。收获前和收获后,分别在同一个样点上(180×200英尺,=3.05×6.09米的栅格)对籽粒和土壤进行取样。对每块地都做了数字化高程图。对土壤样品测定可提取P和K(Mehlich 3法)的量、pH(水法)、土壤有机物和土壤质地进行分析。籽粒测定了全P和全K。

用地理统计来描述在一个地块里的玉米产量、养分组成和土壤属性的空间变异。每一土壤/籽粒取样点的产量是通过平均每一栅格取样点邻近的四个样点的产量测定的。用来计算养分移取和肥料配方图的表格值为: 0.326% P=0.353 磅 P₂O₅/蒲式尔 (0.16 公斤 P₂O₅/蒲式尔), 0.221% K=0.267 磅 K₂O/蒲式尔 (0.12 公斤 K₂O/蒲式尔) (假设田间玉米水分含量为 15.5%)。表 1 表示了与养分移取或者土壤营养测试值相关的肥料推荐用量。

表 1 与作物移取和土壤测试值相关的肥料推荐				
肥料推荐 lb/A	移取		土壤测试值	
	-----lb/A-----		P	K
P ₂ O ₅ 或 K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P	K
0	0-15	0-15	>56	>300
30	15-45	15-45	42-56	225-300
60	45-75	45-75	28-42	175-225
90	75-105	75-105	14-28	100-175
120	105-135	105-135	0-14	<100

建立每种备择方法的肥料用量配方图。养分移取/配方图通过以下方式得到：
 a) 用每个栅格点的籽粒 P 和 K 含量乘以产量，用内插法 (Kriging 法) 来预测田间所有未取样地段的值；
 b) 和以上的 a) 相同，但使用表格中籽粒 P、K 含量值；
 c) 和以上的 a) 相同，但是使用栅格采样样品中 P、K 的平均含量。为了导出建立在土壤分析基础上的肥料配方图，栅格土壤 P、K 含量值使用相同的内插方法。用所有栅格土样的 P，K 测定值的平均值来构建地块肥料用量的一个单一配方。

观察

表 2 给出两块地的“复合”土壤测试值、籽粒产量、籽粒组织中 P、K 含量数据。平均起来，112 号地的有机质和土壤有效 P 比 950 号地低，但土壤 K 比 950 号地高，土壤质地和 pH 值几乎相同。112 号地的粮食产量比 950 号地低，且变异性较大。对两块地而言，籽粒 P 含量实测值接近表格值，但是，籽粒 K 含量实测值远高于表格值。

表 2 土壤测试值、产量、及籽粒成分信息		
属性	112 号地	950 号地
P(M3)	53.9±30.9	147±64
K(M3)	429±158	392±121
OM	2.57±0.44	3.26±0.56
pH	6.32±0.60	6.41±0.27
粘粒 (Clay)	19.5±3.9	17.7±2.8
粉粒(Silt)	71.2±4.3	72.8±3.3
砂粒 Sand)	9.2±9.1	9.5±1.8
产量 bu/A	130.4±46.9	137.6±22.4
籽粒 P 含量, %	0.29±0.04	0.35±0.03
籽粒 K 含量, %	0.33±0.03	0.41±0.03

每块地的地形，土壤属性和产量是变异的，但这些变异均与空间有关。通常说，海拔低和排水能力差与玉米产量低有关。

图 1 950 号地 A) 田块高程图及取样点; B) 产量图 (内插法)

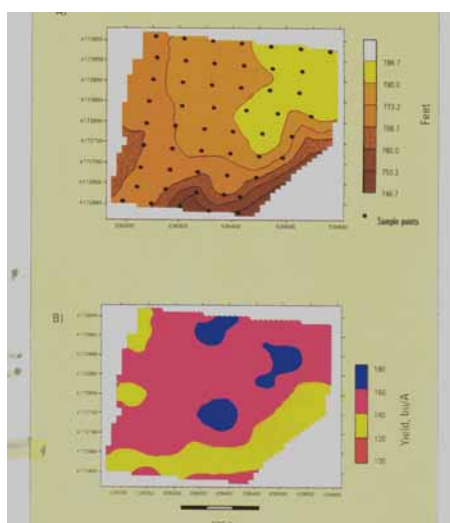
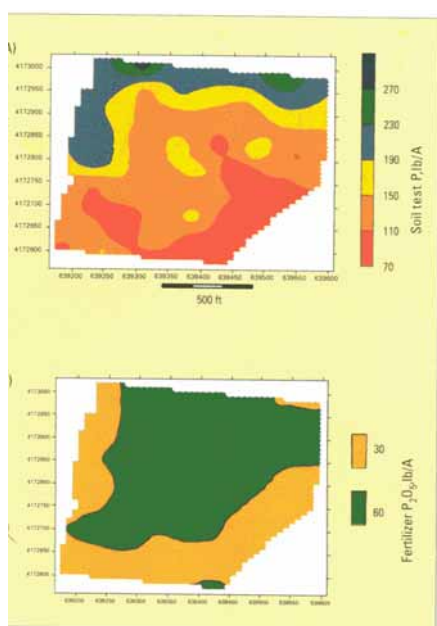


图 1 (A和B) 展现了 950 号地取样点的位置、海拔和产量 (内插法求得)。籽粒中的 P 和 K 在空间上自动关联, 但和产量或其它土壤属性 (数据未列出) 相关性较差。图 2A 显示了 950 号地土壤 P 测试值的变异性很大, 但没有推荐施用 P 肥, 因为那块地中没有土壤 P 测试值低于 56 磅 P/英亩 (4.19 公斤 P_2O_5 /亩) 的区域。因为产量差异很大, 利用产量图和表格籽粒 P 含量值而得到的养分移取/肥料配方图, 界定了两个不同肥料用量配方的区域。在 950 号地中采用土壤栅格或采用实际测定籽粒“复合样” P, K 的值而得到的移取/肥料配方图, 和建立在表格籽粒 P 含量值基础上的

配方图相似。比较对 950 号地 P 推荐的五种方法, 在这块施过农家肥的土地上, 移取/肥料法的配方总是比土壤测试法的配方所建议的肥料量大 (表 3A)。在养分移取图上需要推荐最大施 P 量的区域也正是那些土壤 P 测试值较高的区域 (图 2A 和 B)。利用“复合”采样分析, 则 950 号地不需要施用 P 和 K 肥。

图 2 950 号地 A) 土壤 P 测试值图; B) 依据表格籽粒 P 含量值用 P 移取法得出的 P 肥配方



同样使用五种方法, 可以得到 950 号地的 K 肥推荐 (表 3B)。可以观察到相似的偏差模式导致了养分移取法配方需要更大的肥料推荐量。但是, 在土壤测试法和移取法之间存在差别。相对于复合土样而言, 土壤栅格取样表明了一些地方需要 K。相对于其它两种移取法而言, 复合籽粒样品法得到的钾肥推荐量更高 (表 3B)。

112 号地土壤 K 测试值图 (图 3A) 也显示出相当大的变异性。更低的土壤 K 测试值与土壤排水中等相关, 导致了一个在其他地段并不需要的 K 肥配方 (图 3B)。比较这块地的肥料推荐方法, 三种移取法推荐的 P 和 K 用量比栅格取样法的更高 (表

4A 和 4B)。

表 3A 950 号地根据不同肥料配方 P 肥用量面积 (%)

肥料推荐	土壤栅格测试值法	复合土壤测试值法	移取/表格籽粒养分值法	移取/栅格籽粒养分值法	移取/复合籽粒养分值法
P_2O_5	P	P	P	P	P
Lb/A	----- % -----				

0	100	100	0	0	0
30	0	0	38.4	30.5	23.3
60	0	0	61.7	69.5	76.7
90	0	0	0	0	0
120	0	0	0	0	0

表 3B 950号地根据不同肥料配方 K 肥用量面积 (%)

肥料推荐	土壤栅格测试值法	复合土壤测试值法	移取/表格籽粒养分值法	移取/栅格籽粒养分值法	移取/复合籽粒养分值法
K ₂ O	K	K	K	K	K
Lb/A	-----%				
0	78.6	100	0	0	0
30	21.2	0	99.0	100	0
60	0.2	0	1.0	0	67.0
90	0	0	0	0	33.0
120	0	0	0	0	0

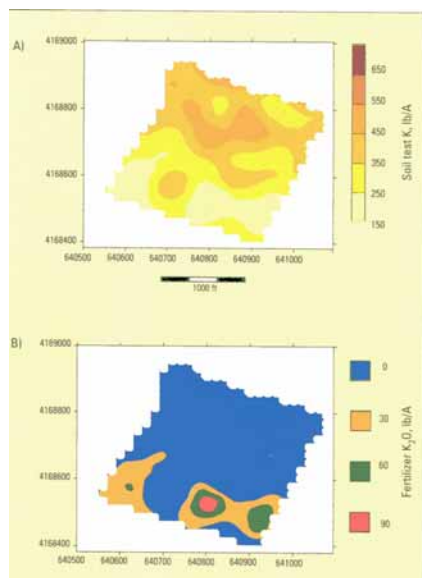
表 4A 112号地根据不同肥料配方 P 肥用量面积 (%)

肥料推荐	土壤栅格测试值法	复合土壤测试值法	移取/表格籽粒养分值法	移取/栅格籽粒养分值法	移取/复合籽粒养分值法
P ₂ O ₅	P	P	P	P	P
lb/A	-----%				
0	30.5	0	0	0	0
30	36.0	100	43.1	94.5	74.1
60	31.7	0	56.5	5.5	25.9
90	1.7	0	0.5	0	0
120	0	0	0	0	0

表 4B 112号地根据不同肥料配方 K 肥用量面积 (%)

肥料推荐	土壤栅格测试值法	复合土壤测试值法	移取/表格籽粒养分值法	移取/栅格籽粒养分值法	移取/复合籽粒养分值法
K ₂ O	K	K	K	K	K
lb/A	-----%				
0	79.2	100	0	25.2	0
30	15.9	0	92.4	68.8	22.4
60	4.3	0	7.6	5.9	74.9
90	0.6	0	0	0	2.7
120	0	0	0	0	0

图3 112号地号地 A) 土壤K测试图；B) 依据土壤测试K含量得出的K肥配方。



通过“复合”土样分析认为该地块不需施用K肥，P肥用量一致为30磅 P_2O_5 /英亩（2.24公斤 P_2O_5 /亩）。与土壤栅格取样相比，这个P肥推荐量对于三分之一的地块区域适量，三分之一的区域过量，...更严重的是...三分之一的区域不足。但是，在推荐的肥料P用量中这一表面上的等量划分，在112号地块内并不是均匀分布的（没给显示图）。

结论

本研究显示，在制定P肥和K肥的推荐方面，复合采样并不一定必定比土壤栅格取样差。通常来说，基于养分移取法配方图的肥料推荐量比基于土壤测试值法的更大。我们同时也观察到我们所选定的籽粒P和K表格值会导致配方图在有些时候与利用田间籽粒样品P和K测定值得到的配方图存在很大差异。我们的结果指出：使用空间参照的产量信息和表格籽粒含量值信息推导的P和K肥用量配方图可能是一种无效假设。有疑问的假设包括：a)田间籽粒成分通常一致并且与表格值相近；b)后作的肥料需求量与前作对养分的需求的相关比与当前土壤供肥能力的相关更为密切。我们推测产量图可用来把一块地层分为更多的一致“管理区域”，从而可以在同一区域内进行随机取样以得到最佳养分管理的信息。我们目前正在评价这种方法。

致谢：

我们感谢 CSRS 特殊赠款项目对本工作的支持。这个项目是土壤肥力、作物效应的空间分析和景观概率决策大项目的一部分。

（原文自 Better Crops with Plant Nutrition, 2001(1)18-22, 涂仕华 谢玲 译）

在中国 - 加拿大 (PPI/PPIC) 合作项目管理工作会议报道

报导人 梁鸣早



中国和加拿大在农业上的合作项目已经经历了 22 年时间，为了更有效地总结这段时间所取得的成绩，2004 年 8 月 22 日-26 日在北京召开项目与数据管理工作会议。有来自全国 43 个合作单位的 85 名代表参加了会议。会上还用了 1 天半的时间统一思想做各省的中国-加拿大(PPIC)合作项目分省网页。中国农业科学院农业资源与农业区划所所长唐华俊在开幕式上作了发言，中加合作项目主要负责人金

继运博士做了主题发言。会议听取了项目开发者张磊关于开发的主要思路和技术路线的报告。中加合作分布式项目数据管理系统于会议期间正式启用；以协同工作的方式，将中加合作项目的试验、示范的资料、考种资料、品质分析资料和文档全部都录入到该系统；真正实现对项目的跟踪式管理。减少重要业务流程的延迟，也减少人为操作可能带来的失误。

请访问为农业服务的网站[Http://cclab.caas.ac.cn](http://cclab.caas.ac.cn)

这个网站建于 1998 年，已经经历了 6 个春秋，目前每日来访问量已达到 30000 人。

网页涉及内容：

中国-加拿大合作项目：农学研究、学术交流、技术推广、技术培训;分省网页制作；

中国和加拿大政府间在农业的合作项目已连续四期历时 22 年(1982-2004)。在农业部我国商务部(原对外贸易经济合作部)、加拿大国际开发署(CIDA)、加拿大钾肥公司(Canpotex) 以及有关会员单位的支持下，由加拿大钾磷研究所(PPI/PPIC) 协调，与中国农业科学院土壤肥料研究所(SFI/CAAS) 和全国有关省(市、自治区) 农业科研、教育和技术推广等单位进行了长期友好和卓有成效的合作。



作物营养状况远程诊断：

<http://cclab.caas.ac.cn/disorder/main.jsp>

涉及 61 种作物的营养失衡图片 2000 余幅,以及翔实的文字说明材料,同时提供多种查询和检索方式,为广大的网上用户进行远程营养问题查询提供方便。主要作物：小麦、玉米、棉花、水稻、大豆、马铃薯、番茄、油菜、葡萄、桃、苹果、柑橘



农业知识库: 是以知识链条为线索,向大家展示了农业知识库中的很基础部分,即作物的营养平衡和与之密切相关的平衡栽培技术体系,农业知识库中涵盖了加拿大钾磷研究所北京办事处的 33 册出版物,同时吸纳了相关的多方面优秀的文章,从而表达了一个完整的知识结构,此一部份所涵盖的内容

翔实、庞杂,需要长时间的维护和完善,我们期待着有数以百万计的读者从中受益。