

BETTER CROPS CHINA
2002年9月(总第9期)

高产施肥



<p style="text-align: center;">高产施肥 2002年9月</p> <p>本期目录 页数</p> <p>加拿大钾肥公司在中国的平衡施肥 示范项目报告(9) 3</p> <p>表施磷钾肥在草地土壤中的迁移 6</p> <p>名优荔枝的营养特性及平衡施肥效益研究 8</p> <p>平衡施肥与水土保持 12</p> <p>上海地区水稻钾肥肥效试验 14</p> <p>高寒冷凉地区油菜施用钾肥增产效果 17</p> <p>河南黄泛区花生施用钾肥的效果 20</p> <p>立体平衡施肥 23</p> <p>钾对春小麦产量及品质的影响 25</p>	<p>主编: 王家骥</p> <p>编辑委员: 金继运、陈防、涂仕华、吴荣贵、刘荣乐</p>
<p>封面设计: 陈防博士考查浙江省的设施农业。王家骥提供。</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 S.S. Portch, V.P., PPIC, China & India Programs T.L. Roberts, V.P., PPIC, Latin America Programs</p> <p>理事会 H. Mathot, Chairman of the Board Cargill, Incorporated S.A. Riemann, Vice Chairman of the Board Farmland Industries, Inc. J.M. Van Brunt, Chairman, Finance Committee Agrium Inc.</p> <p>行政办公室 - Norcross, Georgia, 美国 D.W. Dibb, President, PPI T.L. Roberts, 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, 吴荣贵, 刘荣乐, 梁鸣早, 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 style="text-align: center;">《高产施肥》</p> <p style="text-align: center;">为 PPI/PPIC 中国项目部的出版物, 每年三月及九月各出一期</p> <p style="text-align: center;">本刊物以推动科学化的合理施肥为目标 可免费向北京, 武汉或成都办事处索取</p>	<p>会员公司:</p> <p>Agrium Inc. Cargill, Incorporated Farmland Hydro, Inc. IMC Global Inc. Intrepid Mining, LLC/Moab Potash Mississippi Chemical Corporation Potash Corporation of Saskatchewan Inc. Simplot</p>
<p>网页: www.ppi-ppic.org</p> <p>电邮: 主编王家骥 jwang@ppi-ppic.org</p> <p>编辑委员: 金继运 jyjin@ppi-ppic.org</p> <p>陈防 fchen@ppi-ppic.org</p> <p>涂仕华 stu@ppi-ppic.org</p> <p>吴荣贵 wu@ppi-ppic.org</p> <p>刘荣乐 rliu@ppi-ppic.org</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（9）



鲍泽善博士

PPI/PPIC 中国项目部 香港特区

我要求了中国项目部的副部长们提供一到两个他们认为在 2001/2002 年间实施平衡施肥后在当地产生重要影响的实例。以下就是各个地区所提供的例子。

西北

在陕西省扶凤县的两个田间试验，施用钾肥后增产了 68%，表明了钾养分对辣椒生产的重要性（表 1）。该地区有一万两千亩的农田需要施用钾肥。

表 1 布置在陕西省的两个田间试验显示钾肥对辣椒的平均增产效果，2001 年

处理	增产量, 公斤/亩	增产幅度
K ₀	31.0	-
K ₁₈	52.3	68.2

在新疆阿瓦提县的棉田中平衡的施用氮磷钾养分得到了最高的产量（表 2）。这个实验在该地区 35 万亩土壤类型上市有代表性的。

表 2 氮磷钾肥在新疆棉田的增产效果，2001 年。

肥料用量, 公斤/亩			产量, 公斤/亩	相对产量, %
N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
13.8	9.2	3.3	104.3	100
0	9.2	3.3	80.0	76.7
13.8	0	3.3	82.5	79.2
13.8	9.2	0	86.9	83.3
28.3	17.4	4.2	107.1	100
18.4	10.1	2.7	71.0	66.3

Southwest

荔枝是高产质的作物，配方肥可提高产量及品质。施用当地生产 BB 肥的产量要比市面上 15-15-15 的复合肥的产量高出 29.4%（表 3），同时投入的成本低农民可增收 2680 元/亩。

表 3 在广东平衡施肥对荔枝产量及种植收入的影响，2001 年

处理	产量, 公斤/亩	总收入	肥料投入	净收入	增值	增产, %
		元/亩				
15-15-15	664	9293	191	9102	-	-
BB 肥	851	11909	129	11781	2679	29.4

注：每吨肥料价格，尿素 1350 元，进口 15-15-15 复合肥 2250 元，含硫 BB 肥 1400 元。糯米糍品种售价 14 元/公斤。

云南省拥有广大的酸性土壤耕地。加拿大钾肥公司资助的平衡施肥示范项目使用平衡的氮磷钾配以各种农用石灰的研究，获得了一些重要的信息（表 4）。

在砖红壤上施用粉状石灰石得到了最高的产量，但是与施用粉状白云石、石灰混合物或是生石灰混以玉米杆的产量相比并无显著的差异。

粉状白云石在红黄壤上对蚕豆的增产效果最好，显示出这类土也许缺镁。

由于石灰的后效可延续几年，要 3 到 4 年后才能得到可靠的经济效益。

表 4 在云南酸性土上施用石灰对蚕豆的增产效应，2001 年

处理	砖红壤	红黄壤
	产量，公斤/亩	
NPK	211	200
生石灰	264	258
熟石灰	276	260
粉状石灰石	316	282
粉状白云石	304	311
粉状石灰石+白云石	308	293
熟石灰+玉米杆	292	281
生石灰+玉米杆	299	291
钼	234	236

华北

表 5 施用钾肥在天津蔬菜上的增产和经济效益，2001 年

地点		作物	处理	产量 公斤/亩	K 效益		S 增产 %
县	镇				增产 %	增收 元/亩	
宝坻	石桥	大白菜	N ₂₄ P ₁₄ S ₄	5734	-		
			N ₂₄ P ₁₄ K ₉ S ₄	6261	9.2	95	13.4
			N ₂₄ P ₁₄ K ₉	5523			-
武清	北蔡村	萝卜	N ₁₄ P ₁₂ S ₄	3507	-		
			N ₁₄ P ₁₂ K ₆ S ₄	4380	24.9	510	28.8
			N ₁₄ P ₁₂ K ₆	3400			-
宝坻	石桥	大葱	N ₁₂ P _{6.9}	3612	-		
			N ₁₂ P _{6.9} K _{4.5}	4224	16.9	173	-
			N ₁₂ P _{6.9} K _{4.5} S ₄	4778			13.1
宝坻	石桥	大葱	N _{8.5} P _{8.7} S ₄	5259	-		
			N _{8.5} P _{8.7} K _{1.2} S ₄	6441	22.5	345	14.0
			N _{8.5} P _{8.7} K _{4.2}	5649			-

这个实验估计可影响的地区约为，大白菜 4500 亩，萝卜 1680 亩，大葱 315 亩。

表 5 中的数据表明了平衡施肥不仅仅是氮磷钾肥。对这些作物而言，硫的重要性与钾相同。所以 PPI/PPIC 中国项目部经常提起平衡施肥是指所有对作物的必要养分。

华东

表 6 安徽临泉县谭棚点的生姜试验

处理	产量 公斤/亩	增产 公斤/亩	增值 元/亩	肥料费 元/亩	收益 元/亩	VCR
N ₂₀ P ₆ (CK)	1948	0	0	0	0	-
N ₂₀ P ₆ K ₁₀	2373	425	425	25	400	17.01
N ₂₀ P ₆ K ₂₀	2499	551	551	50	501	11.03
N ₂₅ P ₆ K ₁₀	2297	0	0	0	0	-
N ₂₅ P ₆ K ₂₀	2396	99	99	25	74	3.96
N ₂₅ P ₆ K ₃₀	2513	216	216	50	166	4.33

安徽种植了约 50 万亩的生姜。平衡施肥可产生很显著的增产和经济效益。

表 6 中的数据可当成一个很好的例子来表明以 VCR 和收益来决定最佳推荐施肥量的差异。有些研究人员使用最高的 VCR 来作施肥推荐如表 6 中的连中情况，但并不能给农民带来最好的收益。只要 VCR 在 2.5 以上，最佳收益的施肥量应该做为给农民的推荐施肥量。

表 7 湖南的柑桔试验

处理	产量 公斤/亩	增产 公斤/亩	增值 元/亩	肥料费 元/亩	收益 元/亩	VCR
NPK (CK)	2727	0	0	0	0	-
+Mg	2964	237	356	10	346	36
+Zn	2803	76	115	8	107	14
+B	2956	229	344	5	339	69
+Mo	2871	145	217	3	213	65

柑桔是华东南最红要的水果作物。种植面积在湖南有 375 万亩，在湖北有 150 万亩，江西种有南丰蜜桔 25 万 5 千亩。

柑桔也是农民重要的经济作物之一。表 7 中的数据显示，除了 NPK 外，至少在湖南的试验点需要投入镁、锌、硼和钼养分。再次说明了平衡的概念是指所有植物必须有的养分。

总结

由本文中的信息中可明显的得到三个观点：

1. 平衡施肥不仅仅是至氮磷钾养分的平衡
2. 平衡施肥在极大多数的情况下可有厚益
3. 这仅仅是在各个地区以小部分的例子，可利用在广泛的作物如谷类、水果、蔬菜、调料、和药材上。

在过去的 16 到 17 年中加拿大钾肥公司推动的平衡施肥示范项目每年在中国所产生的经济和社会效益是难以估计的。数年来必定超过了数千亿人民币。新的信息在来年也会继续发挥效益。有数百万农民应用了加拿大钾肥公司的平衡施肥技术来改善他们的生活机家庭状况。大概有 40%-50% 的农村人口受益。加拿大钾肥公司在中国农业发展上的投入和钾肥市场的开发上应受到衷心的感谢。

附言：本文是作者在一系列加拿大钾肥公司在中国的平衡施肥示范项目报告所写的最终一篇。我会在 2002 年底退休。在过去的 15 年中很荣幸的能参与在平衡施肥示范项目中。我会怀念我的好朋友，但希望能以电邮、高产施肥或其它的刊物来联系。中国项目部部长金继运博士将会接手撰写。他可胜任这项任务。



草原施肥

表施磷钾肥在草地土壤中的迁移

S.S. Malhi, J.T. Harapiak, R. Karamanos, and K.S. Gill

加拿大 e-mail:malhis@em.agr.ca

加拿大西部绝大部分地区地表 30 厘米以下的土壤中没有 P 和 K 的累积,表明给饲草施用的 P, K 肥料几乎不被淋洗到土层深处。

在加拿大西部种植有 6700 多万亩的饲草作物,用于放牧和生产干饲草。然而,这些区域的很多草场在建立起来后就不重视管理。大量的试验研究发现通过施肥可以显著提高饲草生产,肥料通常是撒施到草地土表。

土壤中的 P 和 K 养分与其它养分比较,是不易移动的,同时在施用的当年只有一部分的 P 和 K 肥能被植物吸收利用。由于施肥而导致养分的累积和在土壤中的逐渐下移已经被观察到了。有一份文献综述指出,由表面撒施进入土壤中的 P 和 K 肥总量和迁移深度在不同研究中的数值会有不同。为了要了解经过表面施肥而进入不同土壤深度的 P 和 K 在长时期迁移的状况,有助于阐明这两种养分对地表和地下水污染的任何可能性。这项研究的目的是确定长期使用不同量的 N, P 和 K 肥,对草地土壤 pH, 可浸提性 P 和 K 浓度的影响。

田间试验是在薄层黑色壤土 (Thin Black loam soil) 上进行的。该土壤有机物质含量为 9.5%, pH 值为 6.8。该地区年平均降雨量为 457.2 mm, 生长季节是从五月上旬到九月下旬。供试作物为光滑雀麦草 (Bromus inermis Leyss), 七月下旬收获用作干饲草。肥料处理为不同用量的 N, P 和 K 肥组合。年施 N 肥量为 0, 5.6, 11.2, 18.7, 22.4 公斤 纯 N/亩 (硝酸铵),

共施用了 30 年 (1968-1997), 有些被选取的处理分别加施了 0, 2.5, 5.1, 8.5, 10.2, 17.0, 20.3 公斤 P₂O₅/亩 (重钙), 共施用了 10 年 (1968-1977) 以及施用了 14 年 (1968-1977), 用量分别为 0, 3.6 公斤的 K₂O/亩 (氯化钾)。无肥处理也持续了 30 多年。试验为完全随机区组设计, 六次重复, 早春 (四月中旬至下旬) 对试验小区进行表面撒施肥料。1997 年 10 月, 分别从 0-5, 5-10, 10-15, 15-30, 30-60, 60-90, 90-120 厘米深的土层中采取土样。测定这些土壤样品的 pH (土:水比为 1:2), P (0.03 M 氟化铵+0.03M 硫酸混合液) 和 K (1.0M 醋酸铵)。

结果表明, 土壤 pH 随施 N 量的增加而降低, N 肥施用量对土壤 pH 的影响随着土壤的深度增加而衰减 (图 1)。只有当 N 肥施用量为最高 22.4 公斤 N/亩时在 10 厘米以下的土壤中才发现 pH 有变化。尽管

在采取土壤样品 20 年前的 1977 年就停止了施用 P 肥, 但土壤中可提取 P 的浓度仍然显示了过去 10 年不同施 P 量的效果 (图 2)。P 在土壤中累积和迁移的深度随着 N 和 P 施用量的增加和土壤 pH 的降低而增加。土壤表面 P 的累积是由于施 N 量高导致土壤酸化, 使 P 更易溶解而造成的。绝大多数情况下, P 肥表施后累积在上部 10 厘米的土层内。在 30 厘米以下, 土层中几乎没有 P 的累积。

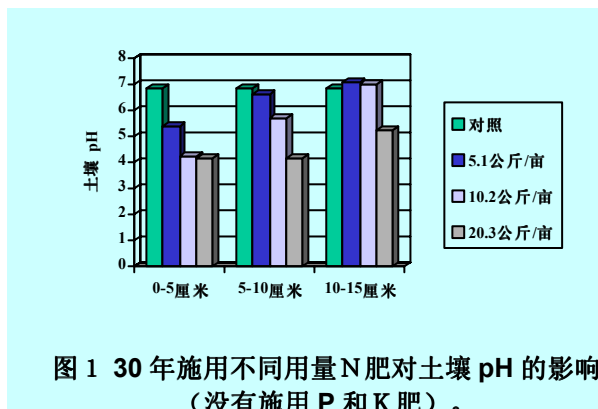
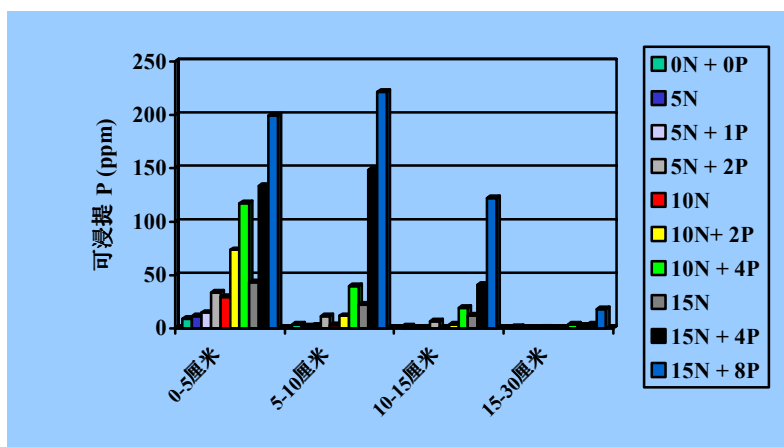


图 1 30 年施用不同用量 N 肥对土壤 pH 的影响 (没有施用 P 和 K 肥)。

图 2 30 年 (1968-1997) 施用不同用量 N 肥和 10 年 (1968-1977) 施用 P 肥对土壤可浸提 P 浓度的影响



表施 K 肥防止了在 91 厘米土层内由 N 引起的 K 的亏损 (图 3)。然而在 5-30 厘米的土层中只观测到很少量 K 的累积, 每年 3.6 公斤 K₂O/亩的施肥量似乎可使施用的 K 与雀麦草吸收量达到平衡。在土壤表面 30 厘米以下很少出现 P 和 K 累积说明这些营养元素几乎不会被淋洗到土层深处。然而, 如果 P 肥与施高 N 量结合, P 则在表层累积; 就会增加 P 随着地表径流而流失的可能性, 尤其是在饲草收割后。

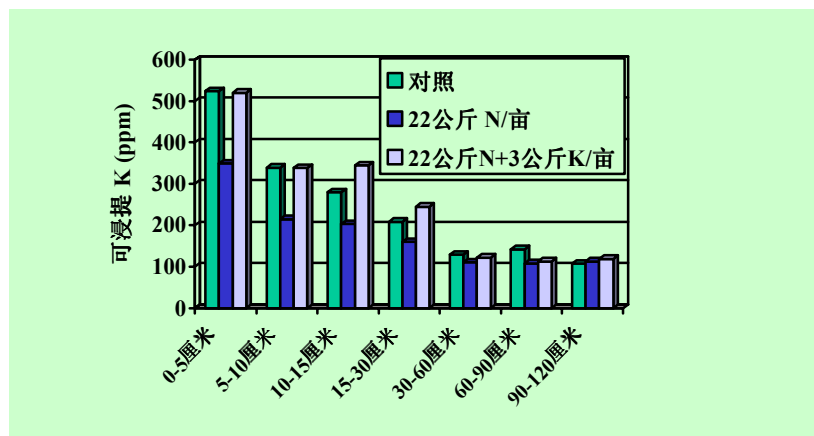


图 3 30 年 (1968-1997) 施用不同用量 N 肥和 14 年 (1984-1997) 施用 K 肥对土壤可浸提 K 浓度的影响。

在加拿大西部, 大片土地在饲草收割后利用除草剂来杀灭饲草保持免耕, 从而有利于减少后作苗床准备的耕作量。如果将使用除草剂杀灭饲草和一年生作物的免耕播种相结合, 则可减少土表累积的养分流失的可能性。

这项研究表明, 雀麦草产量随施 N 量增加而增加, 对 K 肥有微小反应, 对 P 肥几乎没有反应。如前的述, 土壤中 P 的溶解度在施 N 肥后似乎是满足了饲草作物的需求。N 肥效应数据的经济分析表明在阿尔伯塔(Alberta)地区, 在对一系列肥料价格和干草价格进行评估后, 认为雀麦草干草生产的最佳 N 施用量为 7.5 公斤 N/亩。因此, 农民在饲草上施用这些或低于这些经济施用量的 N 肥时, 对 0-5 厘米表土层的土壤 pH 和 P 的累积产生的影响不会很大。(原文自 *Better Crops with Plant Nutrition, 2001(1)10-11*, 谢玲译, 涂仕华校)

名优荔枝的营养特性及平衡施肥效益研究

姚丽贤 周修冲 陈婉珍

广东省农科院土肥所, 广州 510640



姚丽贤女士

荔枝是岭南佳果之首, 风味独特, 深受人们的喜爱。近年来, 广东省内不断大面积扩种桂味、糯米糍等名优荔枝品种。但是, 省内荔枝主要种植在丘陵坡地上, 果园土壤肥力低, 土壤养分缺素较多, 而生产上偏施氮肥, 施肥养分比例严重失调及分配不当, 施肥时较少考虑荔枝不同品种的营养特性, 加上气候的影响, 造成荔枝、尤其是名优荔枝果实产量低而且不稳定, 大年及小年产量差异巨大。本项目在 1998 年 7 月至 2000 年 7 月在不同土壤肥力及不同产量水平下, 研究名优荔枝的营养特性及平衡施肥对名优荔枝的产量和经济效益的影响, 为高产、优质、高效的名优荔枝生产提供科学施肥的依据。

1 材料与方法

试验布置在深圳市、东莞市及广州市花都区的荔枝园, 荔枝品种为桂味和糯米糍。土壤类型分别为酸性壤质砂土、砂壤土及粘壤土。土壤速效 N 含量为 43.2~68.4 毫克/公斤, P 3.5~16.4 毫克/公斤, K 27.4~58.6 毫克/公斤, Mg 30.4~60.8 毫克/公斤, S 0.9~8.3 毫克/公斤, 均属缺乏。

试验设 5 个处理, 当地施肥、NPMgS、NPKS、NPKMg、NPKMgS, 来研究平衡施肥及增施镁硫养分的增产效果。小区面积 18.2~56.25 m², 每小区种 1 株, 6 次重复, 随机区组排列。

所施用的肥料品种为尿素、磷二铵、氯化钾、氯化镁、硫酸钾镁 (简称 SPM, 含 K₂O 22%, Mg 11%, S 22%)、硫磺和复合肥 (15-15-15)。各试验处理施肥量见表 1。肥料分施的情况为: 采果肥 (攻秋梢肥) 施氮量占全年施氮总量的 55%, 磷、钾量分别占 30%; 花前肥施氮量占 20%, 磷、钾量分别占 35%; 小果肥 (壮果肥) 施氮量占 25%, 磷、钾量分别占 35%。在树冠两侧滴水线下开沟后施肥及覆土, 遇干旱天气, 施肥后淋水。

表 1 不同试验处理养分施用量 (克/株·季)

处理	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	S
当地施肥	1065	396	624	—	—
NPMgS	709	284	—	71	142
NPKS	709	284	887	—	142
NPKMg	709	284	887	71	—
NPKMgS	709	284	887	71	142

2 结果与分析

2.1 名优荔枝的营养特性

2.1.1 桂味、糯米糍荔枝老熟秋梢叶片养分含量及比例

1998 年及 1999 年测定结果显示, 在中高产条件下, 氮磷钾镁硫肥配施处理的桂味 (深圳点) 叶片养分平均含量分别为 N 1.74%、P 0.127%、K 1.13%、Ca 0.503%、Mg 0.263%、S 0.140%, 其比例为 100:7:65:29:15:8 (n=6)。东莞、花都试点糯米糍荔枝

老熟秋梢叶片平均含有 N 1.76%、P 0.144%、K 1.15%、Ca 0.451%、Mg 0.225%、S 0.123%，其比例为 100:8:65:26:13:7 (n=6)。表明名优荔枝老熟秋梢叶片养分含量大小顺序为 N>K>Ca>Mg>P、S。桂味、糯米糍荔枝老熟秋梢叶片养分含量比例平均为 1:0.08:0.65:0.28:0.14:0.08 100:8:65:28:14:8。在土壤速效 K、Mg 和 S 缺乏条件下，名优荔枝适量配施氮磷钾镁硫肥与当地施肥处理相比，秋梢叶片含 K 量提高了 0.11~0.14 个百分点，含 Mg 量提高了 0.017~0.041 个百分点，含 S 量提高了 0.009~0.020 个百分点。因而明显改善了树体的营养状况，秋梢枝条健壮，增强了抵抗不良气候的能力，为翌年抽生充实短壮花穗、提高座果率和丰产打下良好的物质基础。

2.1.2 桂味、糯米糍荔枝果实养分吸收量和比例

果实不同部位养分含量测定结果见表 2。

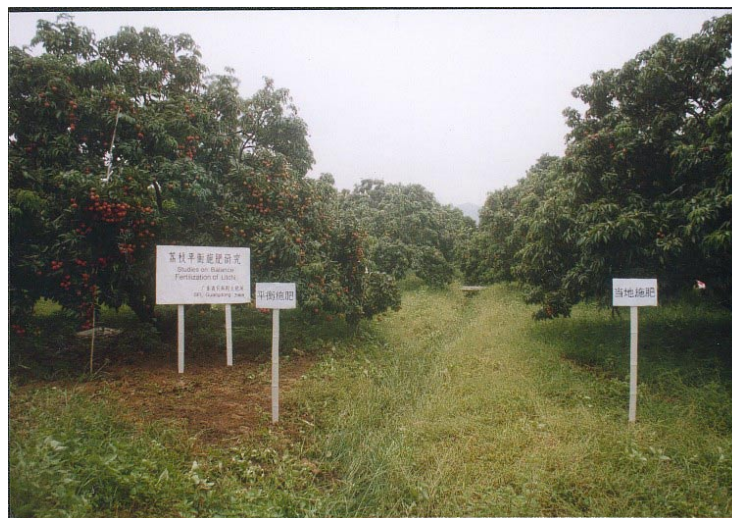
果肉及果皮中钾含量最高，氮次之。养分含量顺序分别为：果肉 K>N>P>Mg、S>Ca；果皮 K>N>Ca>Mg>P>S。

表 2 名优荔枝果实不同部位养分含量及比例 (1999~2000 年)

样品部位	养分含量 (%)						比例					
	N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S
桂味												
果肉	0.141	0.027	0.168	0.006	0.012	0.011	100	19	119	4	9	8
果皮	0.957	0.114	1.08	0.526	0.148	0.080	100	12	113	55	16	8
种子	0.974	0.156	0.839	0.107	0.102	0.100	100	16	86	11	10	10
糯米糍												
果肉	0.139	0.027	0.174	0.006	0.013	0.011	100	19	125	4	9	8
果皮	0.889	0.105	1.30	0.377	0.169	0.083	100	12	146	42	19	9
种子	0.852	0.119	0.581	0.211	0.177	0.089	100	14	68	25	21	10

注：果实不同部位养分含量及比例为配施 N、P、K、Mg 和 S 肥处理测定结果 (n=6)。果肉为湿样，果皮和种子为干样。

在配施氮磷钾镁硫肥条件下，桂味荔枝平均每亩产量为 773.9kg，果实养分吸收量为 N 1.73kg、P 0.28kg、K 1.88kg、Ca 0.34kg、Mg 0.20kg、S 0.15kg，折算为 50kg 果实养分吸收量为 N 0.112kg、P 0.018kg、K 0.121kg、Ca 0.022kg、Mg 0.013kg、S 0.010kg，养分吸收比例为 100:16:108:20:12:9；糯米糍荔枝平均每亩产量为 1613.4kg，果实养分吸收量为 N 2.58kg、P 0.45kg、K 3.32kg、Ca 0.39kg、Mg



荔枝平衡施肥试验

0.32kg、S 0.23kg, 折算为 50kg 果实养分吸收量为 N 0.080kg, P 0.014kg、K 0.103kg、Ca 0.012kg、Mg 0.010kg、S 0.007kg, 养分吸收比例为 100:18:129:15:12:9。表明名优荔枝桂味及糯米糍果实养分吸收顺序为 K>N>P、Ca>Mg>S。因而, 在相同果实产量情况下, 桂味荔枝果实中 N、S 养分吸收量均为糯米糍荔枝的 1.4 倍, P、Mg 吸收量均为 1.3 倍, K 为 1.2 倍, Ca 为 1.8 倍。这表明在树龄相近的情况下要获得相同的果实产量, 桂味荔枝的施肥量要大于糯米糍荔枝。

2.2 不同施肥处理对名优荔枝产量及效益的比较

名优荔枝不同肥料处理的产量及经济效益见表 3、表 4。桂味和糯米糍荔枝(各试点平均)平衡施肥 NPKMgS 处理施肥比例恰当且肥料分配较为合理, 每亩可收获果实 1379kg, 达中高产水平。扣除成本(包括肥料、地租、农药和人工, 下同)后每亩纯收益 11468 元, 获得很高的经济效益。与当地施肥处理(偏施氮肥, 施肥比例严重失调)相比, 每亩增产 508kg, 增收 4622 元, 纯收益增加 67.5%, 增产增收效果极为显著。NPKMgS 处理与 NPMgS、NPKS 及 NPKMg 处理相比, 每亩分别增产 376kg、283kg 及 345kg, 纯收益分别增加 3356、3102 及 2552 元, 增产显著, 增收作用十分明显。表明在土壤速效 P、K、Mg 及 S 缺乏的情况下, 氮磷钾镁硫配施能够改良荔枝树体营养, 具有显著的增产增收作用, 明显增加施肥的投入和产出比。

表 3 名优荔枝不同施肥处理果实产量

处理	产量(kg/亩)	比当地施肥增产		施 K 增产		施 Mg 增产		施 S 增产	
		kg/亩	%	kg/亩	%	kg/亩	%	kg/亩	%
当地施肥	871	—	—	—	—	—	—	—	—
NPMgS	1003	—	—	—	—	—	—	—	—
NPKS	1034	—	—	—	—	—	—	—	—
NPKMg	1096	—	—	—	—	—	—	—	—
NPKMgS	1379	508	58.3	376	37.5	345	33.4	283	25.8

注: 产量为二期 4 个产量结果平均数。LSD0.05=238kg/亩, LSD0.01=326kg/亩。

表 4 名优荔枝不同施肥处理经济效益比较

处理	成本(元/亩)			产值(元/亩)	纯收益(元/亩)
	肥料	其他	合计		
当地施肥	160	833	993	7839	6846
NPMgS	82	833	915	9027	8112
NPKS	107	833	940	9306	8366
NPKMg	115	833	948	9864	8916
NPKMgS	110	833	943	12411	11468

注: 肥料价格: 尿素 1300 元/吨, 过磷酸钙 400 元/吨, 进口磷二铵 2200 元/吨, KCl 1400 元/吨, MgCl₂ 1300 元/吨, 进口复肥 15-15-15 2300 元/吨, SPM 1300 元/吨, 硫磺 2500 元/吨。产品收购价: 9 元/公斤(1999 年为荔枝结果大年)。

另外, 平衡施肥 NPKMgS 处理也提高了荔枝果实的品质, 口感更佳(见表 5)。与当地施肥处理相比, 平衡施肥处理果实的固形物含量增加 1.2 个百分点, 可溶糖增加 1.1 个百分点, Vc 增加 1.1g/100g, 有机酸降低 0.01 个百分点, 糖酸比增加。与 NPMgS、NPKS 及 NPKMg 处理相比, 平衡施肥处理果实的品质都有不同程度的提高。

表 5 名优荔枝不同肥料处理果实品质

处理	固形物 (%)	可溶糖 (%)	Vc(mg/100g)	有机酸 (%)	糖/酸
当地施肥	18.9	16.1	13.6	0.226	60.5
NPMgS	18.7	16.0	13.7	0.275	58.2
NPKS	18.3	15.6	13.1	0.261	55.9
NPKMg	18.7	15.6	13.4	0.266	58.6
NPKMgS	20.1	17.2	14.7	0.256	67.2

3 结语

- 1 在中高产条件下，名优荔枝桂味、糯米糍老熟秋梢叶片养分含量比例 N:P:K:Ca:Mg:S=100:08:65:28:14:8，果实养分吸收带走比例为 100:16~18:108~129:15~20:12:9。
- 2 在土壤速效钾、硫和镁缺乏情况下，名优荔枝桂味、糯米糍增施钾、镁、硫肥后，增产效果极显著或显著。适量配施氮磷钾镁硫肥较当地施肥增产果实 58.3%，纯收益提高 67.5%，获得显著经济效益。平衡施肥还提高荔枝果实品质，令口感更佳。
- 3 本试验结果显示，在树龄相近的情况下，要获得相同的产量，桂味荔枝的施肥量大于糯米糍荔枝。



广东省华宝果场谢峰先生（左一），鲍泽善博士（中）及加拿大钾肥（香港）公司罗志江经理考察荔枝平衡施肥试验

姚丽贤女士准备给田间试验的荔枝施肥



平衡施肥与水土保持

林超文, 陈一兵, 涂仕华, 朱钟麟

四川省农业科学院 成都 610066



林超文先生

四川盆地紫色丘陵区是四川省和重庆市农业的主体区域, 也是中国主要的农业商品生产基地之一。由于森林覆盖率低, 降雨分布不均, 土地利用不合理, 造成了严重的水土流失和土地生产力下降。该区水土流失严重的土地面积约为 14~17 万平方公里, 因土壤侵蚀造成的中低产田面积约占耕地的 2/3。据测定长江上游(宜昌站)的泥沙流失量每年为 5.3 亿吨, 其中大部分来自于旱坡耕地。而在目前的水土保持措施中都是工程措施、耕作措施、生物措施, 而把平衡施肥作为水土保持措施来研究还没有报道。针对这一特点, 四川省农科院在加拿大钾磷研究所的资助下, 于 1996 开始在农科院的资阳水土保持试验站进行了平衡施肥和土地侵蚀的试验研究。

1、试验地概况

土壤为遂宁组紫色土, 海拔 400—450 米, 以旱地为主。年均降雨量 900 毫米, 但分布不均, 干旱频繁发生。土壤粘粒含量少, 有机质低, 保水抗旱能力差。

2、材料与方方法

平衡施肥试验。试验地点在四川省农科院资阳水保站, 小区面积 20 米×5 米, 坡度为 14°。供试作物有玉米、红苕、小麦。耕作方式为横坡垄作。处理有: 裸区、无肥区, PKZn, NKZn, NPZn, 1/2N+PKZn, NPK, NPKZn, N₂P₂KZn。全年施用肥料量为 20 公斤 N/亩, 13.5 公斤 P₂O₅/亩, 12 公斤 K₂O/亩, 4.5 公斤 ZnSO₄/亩。

3、结果与讨论

3.1 平衡施肥与作物产量

从表 1 我们可以看出, 在 N、P、K 三种大量元素中, N 的肥效最好, 如果不施 N 肥, 作物产量与对照区(无肥区)相似, 说明遂宁组紫色丘陵区最主要的养分限制因子是 N; 其次是 P, 不施 P 造成近 20% 的减产, 而钾在此地区也有一定的增产效果。但过量施用 P、K 肥反而造成减产, 这主要是因为过多的 P、K 肥会影响农作物的出苗返青, 造成缺窝。

表 1 平衡施肥和玉米/红苕/小麦总产量¹ (公斤/亩)

处理	1996	1997	1998	平均	增减 ² , %
无肥	79	121	49	83	-85.0
PKZn	81	135	70	95	-82.9
NKZn	363	546	363	424	-23.9
NPZn	465	572	430	489	-12.2
1/2N+PKZn	399	539	447	462	-17.1
NPK	466	685	519	557	—
NPKZn	508	683	527	572	2.8
N ₂ P ₂ KZn	483	645	502	543	-2.4

1. 产量以在玉米/红苕/小麦轮作系统中, 每年 1.5 茬相当于粮食的产量计算。

2. 与 NPK 处理相比

3.2 平衡施肥对土壤侵蚀的影响

从表 2 可以看出, 由于平衡施肥能促进作物生长, 增加作物覆盖度, 所以能减少径流和泥沙流失。作物产量越高, 径流和泥沙就越少。因此, 平衡施肥不仅能提高作物产量, 同时还可减少水土流失。

表 2 平衡施肥对径流泥沙的影响

处理	1996		1997		1998		平均	
	径流深 (mm)	泥沙 (吨/亩)	径流深 (mm)	泥沙 (吨/亩)	径流深 (mm)	泥沙 (吨/亩)	径流深 (mm)	泥沙 (吨/亩)
裸地	113	13.35	221	14.81	387	14.38	240	14.18
无肥	78	2.84	148	9.88	239	3.76	155	3.69
PKZn	80	2.05	142	9.45	168	2.82	130	2.89
NKZn	53	1.20	62	4.16	114	1.46	76	1.40
NPZn	22	0.83	54	3.57	122	1.12	66	1.03
1/2N+NPZn	44	1.22	87	1.37	97	0.86	76	1.15
NPK	39	0.91	52	1.22	84	0.83	58	0.99
NPKZn	32	1.20	58	1.12	89	0.62	59	0.98
N ₂ P ₂ KZn	30	1.06	63	1.41	96	0.91	63	1.13

3.3 平衡施肥对养分流失的影响

从表 3 可以看出, 养分流失主要是以泥沙的形式流失, 也就是说养分流失的主要载体是泥沙, 要减少养分流失就必须控制泥沙的流失。在川中遂宁组丘陵区, 利用其土壤渗漏性强的特点, 可以尽量采用加大地下径流的农耕措施, 这样可以减少地表径流, 从而减少泥沙流失和养分流失。在 N、P、K 三种养分的流失中以 K 的流失最为剧烈, 其流失量分别为 N、P 的几十倍。由于平衡施肥可以促进作物生长, 有效地减少地表径流和土壤流失, 所以, 平衡施肥还能减少养分流失。

表 3 平衡施肥对养分流失的影响, 公斤/亩

处理	地表径流中流失养分			泥沙中流失养分			总流失养分		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
裸地	0.17	0.02	0.07	6.79	11.62	317.22	6.97	11.64	317.29
无肥	0.09	0.04	0.27	1.92	3.19	82.76	2.01	3.23	83.03
PKZn	0.03	0.07	0.17	1.27	2.12	60.52	1.30	2.19	60.69
NKZn	0.03	0.01	0.09	0.83	1.23	32.06	0.85	1.25	32.15
NPZn	0.07	0.05	0.11	0.66	0.92	24.29	0.73	0.97	24.40
1/2NPKZn	0.05	0.02	0.13	0.60	0.85	18.92	0.65	0.87	19.05
NPK	0.05	0.03	0.18	0.53	0.74	17.35	0.58	0.77	17.53
NPKZn	0.04	0.03	0.10	0.38	0.53	13.28	0.42	0.56	13.39
N ₂ P ₂ KZn	0.06	0.04	0.14	0.61	0.77	19.08	0.67	0.81	19.22

4、结论:

平衡施肥能增强作物长势, 提高作物覆盖度, 提高产量, 同时能减少径流土壤流失和养分流失, 最终减少对环境污染。



四川简阳的试验地，平衡施肥配合经济植物篱（梨树+黄花）水土保持措施的生产情况
（涂仕华博士提供）

上海地区水稻钾肥肥效试验

汪羞德 周德兴 徐四新 罗国安 王方桃 乔红霞 朱爱凤
上海市农业科学院环境科学研究所, 201106

一、概述

长期以来, 上海地区用肥一直以 N、P 肥为主, K 肥用量普遍不足, 因此 K 成为上海地区高产农业进一步发展的关键因子。为此, 我们在上海嘉定区黄渡镇, 进行了 K 肥用量及配比试验, 为 K 肥的科学合理施用提供依据。



汪羞德先生

二、试验设计与方法

1. 水稻 K 肥用量试验

本试验于 2000 年 6 月在嘉定区黄渡镇星塔村进行, 试验地土壤速效 K 含量为 34 毫克/公斤, 供试水稻品种为 9214。试验设 4 处理 4 重复。处理一为, 习惯施肥并在秧苗二叶一心期用碳铵 40kg/亩做追肥, 7 月上旬用碳铵 50kg/亩做追肥, 8 月上旬用尿素 8kg/亩做追肥。处理二为, 习惯施肥加 7.5kg/亩的氯化钾。处理三为, 习惯施肥加 15kg/亩的氯化钾。处理四为, 习惯施肥加 22.5kg/亩的氯化钾。

2. 水稻氮磷钾搭配试验

试验于 2000 年 6 月在嘉定区黄渡镇星塔村进行, 试验地土壤速效 K 含量为 40 毫克/公斤, 供试水稻品种为 9522。试验设 4 处理 4 重复。处理一为, 习惯施肥并在秧苗二叶一心期用碳铵 40kg/亩做追肥, 7 月上旬用碳铵 50kg/亩做追肥, 8 月上旬用尿素 8kg/亩做追肥。处理二为, 习惯施肥加普钙 60kg/亩, 普钙在秧苗二叶一心期与碳铵一起施用。处理三为, 习惯施肥加氯化钾 15kg/亩, 氯化钾与习惯施肥一起分三次施用, 每次各 5kg/亩。处理四为, 习惯施肥加普钙 60kg/亩并加氯化钾 15kg/亩, 普钙在秧苗二叶一心期与碳铵一起施用, 氯化钾与习惯施肥一起分三次施用, 每次各 5kg/亩。

三、试验结果与分析

1. 水稻 K 肥用量试验

水稻 K 肥用量试验的产量结果见表 1, 试验的平均产量分别为: 处理 4>处理 3>处理 2>处理 1 (表 1)。对产量结果用 LSR 法进行新复极差测验 (表 2), 得到处理间 $F=14.28$, 大于 $F_{0.01}=5.95$, 说明该试验不同处理之间的产量差异达到极显著水平。

表 1. 水稻 K 肥用量试验产量 (公斤/亩)

	平均产量	相对产量, %
处理 1	558.4	100
处理 2	566.7	101.5
处理 3	589.6	105.6
处理 4	602.2	107.8

表 2. 水稻 K 肥用量试验产量新复极差测验结果

试验处理	平均产量 (公斤/亩)	5% (*)	1% (**)
4	602.2	A	A
3	589.6	A	AB
2	566.7	B	BC
1	558.2	B	C

2. 水稻氮磷钾搭配试验

水稻 K 肥用量试验的产量结果见表 3，试验的平均产量分别为：处理 4>处理 3>处理 2>处理 1。对产量结果用 LSR 法进行新复极差测验（表 4），得到处理间 $F=4.87$ ，大于 $F_{0.05}=3.49$ ，说明该试验不同处理之间的产量差异达到显著水平。

表 3. 水稻 K 肥用量试验产量 (公斤/亩)

重复	平均产量	相对产量, %
处理 1	472.9	100
处理 2	475.0	100.4
处理 3	498.0	105.3
处理 4	508.4	107.5

表 4. 水稻 K 肥用量试验产量新复极差测验结果

试验处理	平均产量 (公斤/亩)	5% (*)	1% (**)
4	508.4	A	A
3	498.0	AB	AB
2	475.0	BC	AB
1	472.9	C	B

四、经济效益分析

1. 水稻 K 肥用量试验

本试验处理 2、3、4 分别增施氯化钾 7.5 公斤/亩、15 公斤/亩、22.5 公斤/亩，氯化钾按市价 1200 元/吨计算，肥料投入成本分别增加 9 元/亩、18 元/亩、27 元/亩。而稻谷产量分别增加 8.3 公斤/亩、31.2 公斤/亩、43.8 公斤/亩，按稻谷收购价 1.30 元/公斤计算，产值分别增加 10.8 元/亩、40.6 元/亩 56.9 元/亩，其净收入分别增加 1.8 元/亩、22.56 元/亩、29.94 元/亩。其中处理 3、处理 4 的经济产投比分别为 2.3: 1 和 2.1: 1。



上海市农科院高产水稻试验点

2. 水稻氮磷钾搭配试验

由试验的产量结果来看，处理 2 增施普钙 60 公斤/亩，对水稻的产量没有明显的影响。处理 3 增施氯化钾 15 公斤/亩可使稻谷增产 5.31%，和处理 1 比，增产效果达到显著水平。处理 4 增施普钙 60 公斤/亩及增施氯化钾 15 公斤/亩，可使稻谷增产 7.51%，和处理 1 比，增产效果达到极显著水平。按市价计算，处理 3、处理 4 分别增加肥料投入成本 18 元/亩和 46.8 元/亩，而稻谷产量分别增加 25.1 公斤/亩及 35.5 公斤/亩，按稻谷收购价 1.30 元/公斤计算，产值分别增加 32.63 元/亩及 46.15 元/亩。其中处理 3、处理 4 的经济产投比分别为 1.8: 1 和 1: 1。

五、结论

1. 从目前的试验及有关资料分析来看，上海地区的耕地普遍缺 K，施用 K 肥，增产效果明显，而磷肥的增产效果不明显。按目前的肥料价格计算，增施 K 肥可以明显地提高经济效益。
2. 根据我们在星塔村的水稻试验结果来看，水稻施用氯化钾的最佳用量为 15—20 公斤/亩，可使水稻增产 5.3—7.8%，与对照区相比，增产效果可以达到显著或极显著的水平，经济产投比为 1.8—2.6: 1。



上海农科院研究人员在田间研讨水稻种植技术

高寒冷凉地区油菜施用钾肥增产效果

庞宁菊 李月梅 青海省农科院土肥所 西宁 810016
郭雄 魏占花 高世恭 互助县农技推广中心 西宁 810500

摘要：随着农业生产水平的提高，高寒冷凉地区土壤中的钾素逐渐耗竭，速效钾含量以降低至 65-110 毫克/公斤，处于临界值以下，所以补施钾肥可以提高农作物产量和品质，增强抗性。油菜施用钾肥可增产 3.6—59.6%，平均 32.1%，钾肥以基施 8 公斤/亩的产量最好。钾肥和 NP 肥配合施用效果要比单施钾肥的产量高出 21.3%。

关键词：黑钙土 油菜 钾肥 施钾技术

青海省互助县高位山(海拔 2700~3200 米)有旱耕地 2.2 万公顷，占全县总耕地面积的 31.7%。高位山区高寒冷凉，年平均气温为 0-30℃， $\geq 0^\circ\text{C}$ 积温为 1200-18500℃，全年日照时数约为 2600 小时。最热月平均气温为 10-13.50℃，无霜期 60-65 天。年降雨量 550 毫米以上，属半湿润偏旱区。主要作物有白菜型油菜和青稞二大作物，每年一作。土壤为黑钙土。据第二次土壤普查，全县土壤速效钾为四级（50-100 毫克/公斤）面积占普查面积的 30.2%。高位山旱地全钾平均为 26.7 克/公斤，速效钾平均 124 毫克/公斤，属富钾区，长期不施钾肥。随着品种的更新和栽培技术的改进，农作物产量大幅度提高，土壤中钾素已逐渐的耗竭。高位山旱地由于高寒冷凉，温度低，导致土壤速效钾的释放缓慢。近 20 年来，氮磷化肥施用量增大，K 的比例严重失调，同时在有机肥料施用量相对下降或不施情况下，造成了土壤中钾素的严重亏缺。1993 年在加拿大钾磷研究所的研究项目资助下，并结合了国家自然科学基金项目“富钾区农田土壤钾素状况及钾素效应”对青海省主要的农田土壤进行的温网室研究发现：高位山旱地速效钾平均含量为 55 毫克/公斤，已处于临界值以下，成为农作物产量和品质的限制因子。所以采取了“补钾工程”的措施，钾肥的施用已被列为该地区施肥技术中一项新的内容，一项大幅提高产量的施肥技术。

本研究的目的是在找出适合本地区土壤及气候条件并达到油菜高产的适宜施肥量，走向高效平衡施肥的目标。

材料与方 法

小区试验于 1996 年设在青海互助县边滩乡保家村。供试油菜品种为芷油 3 号。小区面积 5 米×3 米，随机排列，重复设 3 次。单因子钾肥试验处理为 K_0 、 K_1 、 K_2 、 K_3 、 K_4 、 K_5 ，施钾量分别为 0、2、4、6、8、10 公斤 K_2O /亩。NK 交互试验处理为 N_0K_0 、 N_1K_1 、 N_2K_2 、 K_3K_3 。N 和 K_2O 施肥量分别为 0:0、3.3:2.7、5:5.3 和 7:10.7 公斤/亩。NPK 交互试验处理为 $N_0P_0K_0$ 、 $N_1P_1K_1$ 、 $N_2P_2K_2$ 、氮磷钾肥（N， P_2O_5 ， K_2O ）的施用量分别为 0:0:0、3:2:2.7、6:4:5.3 和 9.2:6.2:10.7 公斤/亩。

1999 年又在互助县边滩农场作了不同 NP 用量下的 K 肥试验。油菜品种为青油 241，小区面积 5 米×4 米，随机排列，重复设三次。试验主要是研究在不同 NP 用量基础上



庞宁菊女士

增施钾肥对油菜产量的影响。N 及 P₂O₅ 组合用量分别为 0:0、4:3、8:7 和 12:9 公斤/亩。K₂O 用量分别为 0、2、4、6 和 8 公斤/亩。

结果与分析

钾的单因子试验结果表明，随着钾施用量增加油菜产量也明显的增加，增产幅度为 4-37.4%，钾（K₂O）的施用量在 6-8 公斤/亩时所获得的产量最高，经济效益也最佳（表 1）。当再增加钾肥量，油菜产量便开始下降。NK 养分交互试验结果表明，油菜产量随着 NK 施用量的增加而增加，增产幅度为 3.6-16.1%（表 2）。在不施 N 肥情况下，钾肥用量超过 8 公斤/亩时，产量下降（表 1）。在 K 养分用量为 10.7 公斤/亩时，增施 N 肥，产量仍会增加（表 2）。NPK 养分交互试验结果表明，油菜产量随着 NPK 施用量的增加而增加，增产幅度为 35.8-54.5%（表 3），明显比单施 N 或 K 养分的产量高。而且 NPK 配合施用比单施用钾肥（10-11.7 公斤/亩）时，每公斤 K₂O 增产油籽增加一倍，可增产 43.5%。

表 1 钾养分单因子试验产量结果，公斤/亩

施 K ₂ O 量	产量	相对产量 (%)	油籽公斤/ K ₂ O 公斤
0	110	100	0
2	115	104	2.2
4	120	109.6	2.4
6	135	122.3	4.1
8	152	137.4	5.2
10	123	111	1.2

表 2 NK 养分交互试验产量结果，公斤/亩

施 N 量	施 K ₂ O 量	产量	相对产量 %	油籽公斤/ K ₂ O 公斤
0.0	0.0	81.6	100	0
3.3	2.7	84.5	103.6	1.1
5.0	5.3	85.3	104.6	0.7
7.0	10.7	94.7	116.1	1.2

表 3 NPK 养分高产试验产量，公斤/亩

施 N 量	施 P ₂ O ₅ 量	施 K ₂ O 量	产量	相对产量 (%)	油籽公斤/ K ₂ O 公斤
0.0	0.0	0.0	80.7	100	0
3.1	2.1	2.7	109.6	135.8	6.4
6.1	4.1	5.3	112.5	139.4	3.5
9.2	6.2	10.7	124.7	154.5	2.4

1999 年在互助县边滩农场做的 NPK 养分交互试验结果表明，在不施 N 和 P 肥情况下，油菜产量随着钾施用量增加而增加，与 1996 年的结果相似。增产幅度为 5.7-28.5%，以施钾量 6-8 公斤/亩时产量最高。

NP 在低量、中量、高量的情况下，油菜产量随钾用量增加而增产，增产幅度为 32.6-59.6%，以 N 8:P₂O₅ 6:K₂O 8 公斤/亩处理的产量最高。

表4 NPK 养分交互试验产量结果, 公斤/亩

施 N 量	施 P ₂ O ₅ 量	施 K ₂ O 量	产量	相对产量 %	油籽 公斤/ K ₂ O 公斤
0	0	0	85.8	100	0
0	0	2	90.7	105.7	2.4
0	0	4	92.4	107.6	1.6
0	0	6	95.7	111.5	1.6
0	0	8	110.5	128.5	3.1
4	3	2	113.8	132.6	14
4	3	4	120.4	140.3	8.6
4	3	6	123.7	144.2	6.3
4	3	8	125.4	146.2	4.9
8	6	2	125.4	146.2	19.8
8	6	4	130.3	151.9	11.1
8	6	6	130.3	151.9	7.4
8	6	8	136.9	159.6	6.4
12	9	2	127.0	148	20.6
12	9	4	127.0	148	10.3
12	9	6	130.3	151.9	7.4
12	9	8	133.6	155.7	5.9

小结

1. 高位山旱地施钾, 油菜可增产 3.6-59.6%, 平均 32.1%。实施“补钾工程”是提高油菜产量、改进品质的一项经济有效途径。
2. 钾施用量为 8 公斤/亩 时, 产量最高、经济效益亦最佳。
3. NPK 配合增产效益最好。单施钾肥油菜平均增产 15.2%, NP 配合施用, 油菜平均增产 36.5%。同时也提高了 N 的利用率。NP 配合施用 N 利用率提高 2-5%, 而 NPK 配合 N 利用率比 NP 提高 8-9%。



青海互助县的油菜试验田

河南黄泛区花生施用钾肥的增产效果及经济分析

孙克刚 王英 吕爱英 皇甫湘荣 河南省农科院土肥所, 郑州 450002

刘根立 河南农业大学农学院农业资源环境专业, 郑州 450002

龚惠英 河南省黄泛区农场, 西华 466600



孙克刚先生

摘要: 通过在豫东地区中等肥力沙土对花生开展田间施肥试验发现: 花生最高产量和最佳经济产量的施钾量为 13.5 和 12.5 公斤/亩。不同施钾水平花生的经济效益不同, 施钾量为 12 公斤/亩时花生的产值和利润均为最大, 分别为每亩 683 元和 606 元。

花生是河南省种植面积最大的油料作物,经常稳定在 1200 万亩以上,占全省作物播种总面积的 7%左右。近年来,随着花生品种的更新换代和施肥管理水平的提高,花生产量有了明显的增长,但在生产上仍存在着进一步提高产量和品质,降低生产成本等问题。这些问题在我国加入 WTO 以后面临着更激烈的竞争环境下,会变得更加突出。据调查,我省花生产区在施肥管理上存在突出问题主要是三个方面。

- 一是施肥不合理,主要表现在忽视氮磷钾肥的配合施用,特别是钾肥的使用;忽视微量元素钼、锌等的补充;忽视对含钙、硫中量元素肥料的使用。
- 二是不能根据花生品种的营养特性进行针对性施肥,使得花生品种的产量潜力和品质优势难以发挥。
- 三是不同地区对花生高产施肥技术的推广与土壤管理力度不够,导致花生产量水平存在很大的差距。

90 年代以来,由于种植水平的提高和氮、磷、钾等多种营养元素供应的比例失调,农田养分极不平衡,实行平衡施肥技术并合理施用现有的肥料,对提高农作物产量和品质改善成为关键的因素。20 多年来,我们通过加拿大钾磷肥研究所和中加政府间的合作项目,开展了大量的农作物施肥技术的田间试验、示范和技术推广工作,推动了河南省农作物科学合理施肥。本文总结了 1995-1998 年在兰考、西华等地进行的花生施钾试验结果,主要是应用土壤养分状况系统研究,诊断花生养分状况及开展平衡施肥示范工作。

1. 材料和方法

1997-1998 两年试验安排在西华县境内的黄泛区农场,供试土壤为潮土, pH 值为 7.8,有效 N 86.8 毫克/公斤, P_2O_5 90.4 毫克/公斤, K_2O 100 毫克/公斤 (按加拿大北京办事处联合化验室的化验方法结果)。试验方案设计采用当地习惯施肥作对照,比较在氮、磷、钾施用基础上钾肥不同用量的增产与收益情况。小区面积 $20m^2$, 重复 3 次,随机区组排列。试验品种为豫花七号,播期为 6 月 10—15 日,密度 240 穴/小区。

试验设不同氮磷用量组合的 7 个处理 (表 1)。试验钾肥用氯化钾 (含 K_2O 60%), 氮肥为尿素, 磷肥为普钙 (含 P_2O_5 16%)。施肥方法为全部磷肥和钾肥及 50%氮肥在整地时底施, 其余 50%氮肥于花生初花期追施 (7 月 20-25 日)。其他田间管理 (浇水、中耕等) 按当地习惯进行。收获时小区单收计产,并在每小区取 20 株考察主要经济性状。为避免不同年份间的气候差异,取两年试验的平均值进行产量结果和主要性状分析。

表 1 试验方案

处理	施肥量, 公斤/亩		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1 (CK)	5	0	0
2	5	4	0
3	5	4	12
4	5	8	0
5	5	8	6
6	5	8	12
7	5	8	18

2. 结果与分析

2.1 最佳产量和最高产量施钾量的确定

在氮、磷施用水平一致的情况下, 根据施钾水平和作物产量建立了钾肥与花生产量的效应方程: $Y=3512+4.58K-0.0095K^2$, 相关系数 R 为 0.974, F 值为 9.265。

根据效应方程求出最高产量施钾量为 13.5 公斤/亩, 花生荚果产量为 271 公斤/亩; 最佳产量施钾量为 12.5 公斤/亩, 花生荚果产量为 269 公斤/亩, 产量仅减少 1.8 公斤/亩, 而钾肥少投入 3.5 公斤/亩; 减少投资成本 8.8 元/亩。

2.2 经济效益分析

由表 2 可知, 随着钾肥用量的增加, 花生荚果产量逐渐增加, 当施用量超过 12 公斤/亩后产量便不再增加。7 个处理中最高花生荚果产量的施钾量为 12 公斤, 比当地习惯施肥增产 35.1%。施用 6 与 12 公斤的钾素, 花生荚果产量差异达显著水平, 说明高量钾的施用比低施钾水平显著增产。在氮钾用量相同的条件下, 两个不同磷用量之间(处理 3 与 6)产量差异不显著, 这与供试土壤的磷含量较高(P₂O₅为 90.4 毫克/公斤)有一定关系。但是从施钾的处理看(处理 1、2 和处理 4), 施入一定量的磷肥, 对提高花生荚果产量也会产生明显的影响。从经济效益分析结果看, 最大利润的获得与最高产量的处理是一致的, 即处理(6)施用 12 公斤/亩钾素, 产值为 683 元, 利润 606 元, 每公斤 K₂O 增产 3.1 公斤花生荚果, 比习惯施肥增加 35.1%, 增产 71 公斤/亩。效益分析结果和效应方程计算结果是一致的。

表 2 试验处理花生荚果产量与经济效益分析

处理	施肥量 公斤/亩			荚果产量 公斤/亩	增产		每公斤 K ₂ O 增产	产值	成本	利润	产 投 比
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		公斤	%					
1	5	0	0	202.3	—	—	—	506	20	486	26
2	5	4	0	219.7	17.3	8.6	—	549	34	516	16
3	5	4	12	255	52.7	26	2.9	638	64	574	10
4	5	8	0	235.7	33.3	16.5	—	589	48	542	12
5	5	8	6	252	49.7	24.5	2.7	630	63	568	10
6	5	8	12	273.3	71	35.1	3.1	683	78	606	9
7	5	8	18	269.3	67	33.1	1.9	673	93	581	7

注: 价格(元/公斤) N 3.9、P₂O₅ 3.5、K₂O 2.5、花生荚果 2.52

3 钾素对花生主要经济性状的影响

施用钾肥对花生的生长发育影响非常明显，收获前对花生主要经济性状的调查表明

(表 3)：施钾能明显增加单株分枝数、结果枝数、单株根瘤数，并有随钾肥用量增多而增加的趋势(右图片)。每穴平均果数中饱果数随钾肥用量增加而增加，秕果数随钾肥用量增加而减少；花生增施钾肥，有延长侧枝的作用，处理 $N_5P_8K_{12}$ 较对照 $N_{75}P_0K_0$ 侧枝长度多 10.2cm。此外，单株结果数和单株根瘤数，处理



$N_5P_8K_{18}$ 比对照分别高出 2.4 个、19.4 个，表明与施钾量呈正相关。

从经济性状分析，花生的百果重、出仁率是随着钾肥用量的增加而增加。7 个处理中以 $N_5P_8K_{18}$ 最高，较对照 (ck) 百果重高 12.6 克，出仁率高 5.27 个百分点。 $N_5P_8K_{12}$ 的穴均果数最多，较对照 (ck) 多 4.7 个。

表 3 施钾对花生主要经济性状的影响

处理	主茎高 / cm	侧枝长 / cm	单株分枝 / 个	单株结果 / 个	单株根瘤 / 个	百果重 / g	500 克果数 / 个	出仁率 %
1	40.6	42.2	9.6	6.0	13.4	148.5	335	68
2	43.5	46.2	10.3	6.4	18.7	153.8	328	69
3	42.6	53.7	10.3	7.8	28.6	158.6	318	72
4	48.5	50.2	11.8	7.2	22.4	151.3	331	69
5	46.7	51.5	12.5	7.6	23.5	154.2	324	71
6	45.0	52.4	10.9	8.2	34.6	160.4	310	72
7	47.4	52.3	11.6	8.4	32.8	161.1	308	73

3. 小结

钾是花生的主要营养元素，主要以离子状态进入花生植株体内，茎叶中含量最多，茎中占总钾量的 33-39%，叶中占总钾量的 12-30%，钾能增强茎秆的硬度，能抗倒伏。钾在花生体内非常活跃，随着生长发育进程，不断从老组织向新生部位移动。钾不是有机化合物的成分，但它却以酶的活化剂形式，广泛地影响着花生的生长和代谢。钾有高速度透过生物膜的特性，因此钾对花生具有一系列的重要作用：能促进光合作用与碳水化合物的代谢，利于蛋白质的合成。能促进根瘤菌固氮和增强花生的抗逆性，可提高花生产量和改善品质。试验证明，在缺钾的土壤及土壤速效钾低于 90 毫克/公斤的情况下，施用钾肥 12 公斤/亩，每公斤钾可增产花生荚果 3.1-3.6 公斤。

当钾素供应量不足时，花生的代谢作用受阻、紊乱失调，影响碳水化合物的合成和转化。在花生植株的外观上，缺钾症状先从下部老叶开始显现，叶片呈暗绿色，叶缘变黄或棕色焦灼，随之叶脉间出现黄萎斑点，逐步向上部叶片扩展，直到叶片枯死脱落。如若在新生叶片上发现缺钾症状，表明花生缺钾已到严重程度，产量及出仁率都会严重的下降。

立体平衡施肥

赵定国

上海市农科院环境科学研究所 上海 201106



平衡施肥主要是指植物必需的各种营养元素之间的合理供应和调节，以提高肥料的利用率，满足作物的营养需要，增加作物产量，提高土壤肥力和防止环境污染。

立体平衡施肥在本文中主要是指，以植物地下部分使用大量元素为主的固体肥料作基肥，供作物根部吸收，打好作物高产的营养基础；配以地上部分使用微量元素为主的液体肥料作为辅助的营养措施，让作物茎叶吸收，保证产量更高、质量更好的一项综合配套的平衡施肥技术。提出这项综合施肥技术的原因是：

第一，现在的平衡施肥一般多着重于大量元素的施用，一些微量元素养分的补充，除了在某些特殊地区外，并未受到应有的重视。多年来对各种肥料效果的研究，累积了许许多多的科研成果，产量也由于施肥技术的改进而大幅度的提高了。但是高产是需要比以往更多量的微量养分元素。这些微量元素可采用液体肥料用叶面喷施的方法来提供给作物。

由于产量的快速提高，微量元素的缺乏现象也随之在某些地区显现。PPI/PPIC 鲍泽善博士指出了这个问题，“如果科学家在这些土壤上只研究氮、磷、钾养分，那么平均来说，他们得到的研究结果至少有 49% 的信息是错的。”……“由于上述几种微量元素缺乏常常不是同时出现在某一耕地里，因此可以预测到被错误理解的研究结果最少会有 49%，而且很可能会超过 65%。”

第二，为了农业生产能持续性的发展，必须考虑大量元素和微量元素配套使用，才能达到完整平衡施肥的目标。

NPK 的大量使用，打破了低投入低产出的养分平衡。大量元素由于投入量大，使用价格低的固体肥料形式较为合算。微量元素的用量小，用喷施的方法可以达到快速有效地补充作物的生长所需。要保证大量元素的平衡供应，以保证得到高产量的物质基础；又要保证微量元素的平衡供应，以保证产量和质量水平能持续。采用立体平衡施肥技术的是一种较好的解决办法。

第三，立体平衡施肥在上海地区已有了显著的效果。上海市农科院环境科学研究所归纳了“蔬菜复合肥料研究”和“叶面营养机理与叶面肥料研制”两个已经获得国家科委和上海市科技奖的成果基础上，提出了“保护地蔬菜立体施肥技术”。该技术融合了大量元素作基肥的成果主体和微量元素作叶面追肥的成果主体，形成了一套同时保证大量元素和微量元素供应的立体平衡施肥技术。其效果如表 1。

表 1 立体施肥增产情况 单位：公斤/亩

试验地点	立体施肥区	习惯施肥区	增产量	增产%
嘉定园艺场	6393	5363	1030	19.2
奉贤园艺场	4307	3561	746	20.9
浦东园艺场	3436	3188	248	7.8
闵行园艺场	3276	3025	251	8.3
平均				14

采用该方法在水培蔬菜中也得到了良好的效果。试验期间正好遇到上海天气持续高温，整个试验期，平均气温达 38 度以上。玻璃温室内温度更高，达到 45 度以上，栽培水温也达到 33 度。在这种恶劣环境下，原处理区用循环营养液水培生长的蔬菜生长不良，产品没有商品价值可言。在原处理区基础上，叶面喷施微量元素的立体施肥区生长的蔬菜却有了优良的表现（表 2）。

表 2 水培蔬菜在高温的逆境中，立体施肥显现的效果

考查项目	原处理区	立体施肥区	立体效果，%
分蔓数，支/穴	5	16	220
平均蔓长度，厘米/支	16	65	306
大根数，根/穴	20	70	205
平均大根长度，厘米/根	5	24	380

第四，立体平衡施肥技术可推广到多种经济及高产值的作物上。

立体平衡施肥，从技术上和发展条件上目前都已具备了成熟的基础。只是需要我们根据各地对产品的需求及经济的具体情况，提出能被当地迅速接受的立体平衡施肥方法。

第五，立体施肥的推广不仅对农业生产者有利，对肥料商和农产品使用者也有利。

将植物营养和肥料研究成果融合在肥料商品中，随肥料的推广使用，研究成果也就被推广出去了。这不仅提高了农业生产者的科学施肥水平，肥料商也可以在肥料扩大销售中得到很大的利益，同时会使农产品使用者得到营养更全面的产品。

总而言之，肥料商和科学家共同努力，将大量元素和微量元素肥料研究的各项成果组装起来，形成一项较为完整的新的施肥体系——立体平衡施肥技术，并以专用肥料为载体推广应用，是可以达到走向农产品生产者 and 使用者，以及肥料商都能得益的“三赢”农业目标。



马桥园艺场黄瓜生长的情形（照片提供，赵定国）

钾对春小麦产量及品质的影响

李玉影 刘双全 吴英

黑龙江省农科院土肥所 哈尔滨 150086



李玉影副研

黑龙江省位于北纬 43° 25'—53° 33', 东经 121° 11'—135° 5'之间,属于寒温带地区,具有明显的大陆季风性气候特点。全省大部分地区无霜期 100—140 天左右,平均为 127 天,年降水量在 370—670 毫米之间,平均为 502.9 毫米。

全省总耕地面积 1154.4 万公顷,主要土壤类型有:黑土、草甸土、黑钙土、白浆土、暗棕壤和风沙土,分别占总耕地面积的 31.24%、26.20%、13.77%、10.07%、10.0%和 1.26%。

小麦是黑龙江省“四大”粮食作物之一。在过去,年播种面积一直在 2500 万亩左右。近两年来,随着种植结构的调整和我国加入 WTO 对农业的冲击,全省春小麦种植面积锐减,年播种面积仅维持在 1000 万亩左右,而且对优质品种和栽培技术也有了更高的要求。

随着人民生活水平的提高,膳食结构发生了巨大变化,人们对面制食品有了更高的要求。黑

龙江省春小麦的产量和品质在中国处于中、下等水平,品质不如华北和华东地区的冬麦。春小麦产量平均为 177 公斤/亩、湿面筋含量平均为 36.7%、沉淀值 50.7ml、稳定时间 4.0 min、最大抗延阻力 224.5 E·U、拉伸面积 61.7 cm²,各项品质指标与高产优质面粉的要求还有很大的提高空间。为了市场对春小麦产量和品质的要求,开展了钾对春小麦施肥技术的研究来改进产量和品质。

一、材料与方法

1. 土壤养分状况

黑龙江省春小麦主要分布在北部黑土区和东部白浆土区。试验于 2000 年,分别设在我省东部建三江农管局 859 农场、北部克山 39012 部队农场和黑龙江省农科院进行,土壤分别为白浆土、黑土和薄层黑土,土壤速效养分状况见表 1。

表 1 各试区土壤养分状况

样品来源	土壤类型	有机质 %	毫克/公斤								
			K	N	P	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
859 农场	白浆土	4.6	62.6	8.1	18.9	7.5	0.04	3.1	202	9.5	1.6
部队农场	黑土	5.2	106	3.3	32.4	6.0	0.12	1.6	65.7	11.1	1.4
省农科院	薄层黑土	3.2	70.4	7.5	22.4	8.3	0.22	2.1	37.0	6.8	2.0

2. 试验设计

氮、磷用量以当地最佳施肥量为准,钾设 3 个施肥水平,共 4 个处理。氮、磷和钾肥分别采用尿素、二铵和氯化钾。小区面积 15 m²,设 3 次重复。供试小麦品种为龙

94—4083, 该品种为强筋面包小麦, 试验处理及肥料用量见表 2。859 农场小麦种植密度为 37 万株/亩, 克山部队农场和省农科院种植密度为 40 万株/亩。

为了满足小麦后期(灌浆期以后)产量和品质对养分的需求, 在后期进行氮素的叶面喷施处理。

表 2 试验处理 (公斤/亩)

试验地点	处理号	N*	P ₂ O ₅	K ₂ O
859 农场	NPK0	6	5	0
	NPK1	6	5	1.5
	NPK2	6	5	3.5
	NPK3	6	5	5.5
部队农场	NPK0	6	5.5	0
	NPK1	6	5.5	1.5
	NPK2	6	5.5	3.5
	NPK3	6	5.5	5.5
省农科院	NPK0	6	5.5	0
	NPK1	6	5.5	1.5
	NPK2	6	5.5	3.5
	NPK3	6	5.5	5.5

* 6 公斤氮素中 5.5kg 作种肥, 0.25 公斤在三叶期进行叶面喷施, 另外的 0.25 公斤在灌浆期叶面喷施。

二、结果与分析

2.1 钾对春小麦产量构成的影响

试验结果表明(表 3), 施用钾肥对春小麦产量构成有明显的正效应, 但规律性不一致。对产量影响较大的因子是单位面积的有效穗数和千粒重。施钾肥对小麦分蘖有明显的正效应, 在 859 农场、克山和省农科院试验点, 施钾处理在有效穗数上, 每平方米分别比对照增加了 5、16 和 31 个。三个试验点中, 施钾处理的千粒重均与对照持平或略高于对照。施钾肥对春小麦穗长和穗粒数的影响, 在三个点试验的效果不尽一致, 但总的趋势是呈正效应。

表 3 钾对春小麦生长发育的影响

试验地点	处理	有效穗数 (个/m ²)	株高 (cm)	穗长 (cm)	穗粒数 (个/穗)	千粒重 (g)
859 农场	NPK0	418	64.2	8.7	29.1	31.8
	NPK1	427	65.3	8.6	25.3	31.6
	NPK2	431	63.7	8.1	25.7	32.7
	NPK3	410	65.4	8.6	24.2	32.4
部队农场	NPK0	466	60.6	8.6	37.9	34.1
	NPK1	501	62.6	9.2	36.2	34.5
	NPK2	469	61.4	9.3	38.4	34.1
	NPK3	475	58.0	9.2	37.6	33.5
省农科院	NPK0	406	65.1	8.8	33.0	35.2
	NPK1	429	68.8	8.8	34.9	35.8
	NPK2	439	71.6	8.7	36.3	35.6
	NPK3	442	70.7	9.0	34.6	36.1

2.2 钾对春小麦产量的影响

钾肥的施用在上述三个试验点上，对春小麦均有很好的增产效果(表 4)，但统计结果并未达显著水平。在 859 农场的白浆土上，施钾处理增产幅度为 3.1%~13.7%。从增产效果及效益上看，K2 用量比较合理，即施氯化钾 5.8 公斤/亩，与对照相比产量增加了 25.9 公斤/亩，增产率为 13.7%，每亩增收 25 元人民币。在克山部队农场黑土上，春小麦施钾可增产 3.8%~7.1%，增产幅度不如 859 农场的大，其中 K3 增产效果最好，施氯化钾 9.2，增产 7.1%，每亩增收 12 元人民币。在省农科院哈尔滨黑土上，春小麦施钾增产效果明显，K2 和 K3 分别较对照增产 14.7%和 14.9%。从产量和经济效益综合考虑，K2 用量效益最好，即施氯化钾 5.8 公斤/亩，增产 39.7 公斤/亩，增产率为 14.7%，每亩增收 43 元人民币。在供试的三种土壤上，克山部队农场土壤有效 K 含量最高，增产幅度也最低。这些结果显示钾肥的增产效果与土壤有效 K 含量呈负相关。

表 4 钾对春小麦产量及效益的影响*

试验地点	处理	产量 公斤/亩	增产 公斤/亩	增产率 %	经济效益 元/亩
859 农场	NPK0	188	—	—	—
	NPK1	194	5.9	3.1	4
	NPK2	214	25.9	13.7	25
	NPK3	213	25.1	13.4	20
部队农场	NPK0	270	—	—	—
	NPK1	280	10.3	3.8	10
	NPK2	281	11.5	4.3	7
	NPK3	289	19.2	7.1	12
省农科院	NPK0	270	—	—	—
	NPK1	280	9.9	3.7	9
	NPK2	310	39.7	14.7	43
	NPK3	310	40.3	14.9	40

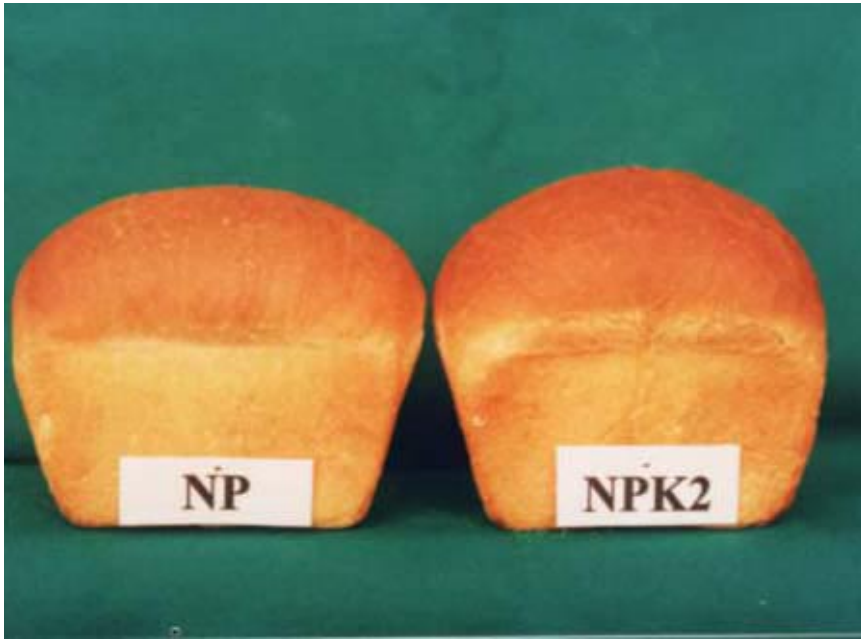
*2000 年小麦价格为 1.30 元/公斤，氯化钾价格为 1.4 元/公斤（1400 元/吨）。

2.3 钾对春小麦品质的影响

品质分析结果表明（表 5），施钾对春小麦品质有明显的正效应。859 农场样品，施钾处理的蛋白质含量较对照平均增加 0.70 个百分点、湿面筋含量平均增加 2.1 个百分点、沉降值平均增加 3.2 ml、稳定时间平均增加 4.1 分钟；克山部队农场样品，施钾处理蛋白质含量较对照平均增加 1.27 个百分点、湿面筋含量平均增加 0.2 个百分点、沉降值平均增加 0.5 ml、稳定时间均大于 30 分钟。这些指标在面包烘焙及制成的成品质量上都具有重要意义。

表 5 钾对小麦品质的影响

试验地点	处理	粗蛋白，%	湿面筋，%	沉降值，ml	稳定时间， min
859 农场	NPK0	16.46	34.4	63.2	11.5
	NPK1	17.07	35.8	65.2	15.6
	NPK2	17.11	36.7	66.5	16.5
	NPK3	17.29	36.9	67.5	14.6
部队农场	NPK0	15.28	33.4	63.5	>30
	NPK1	16.50	33.2	63.2	>30
	NPK3	16.60	34.0	64.8	>30



施钾肥改善
小麦面粉品
质,面包体
积增大

三、小结

钾对春小麦生长发育有促进作用,尤其是开花期以后效果更为明显。施钾明显提高春小麦分蘖率,增加小麦单位面积有效穗数,增加小麦千粒重,从而增加了产量。859农场白浆土和哈尔滨黑土地地区,钾的适宜用量为氯化钾 7 公斤/亩,小麦分别增产 3.1%~13.7 和 3.7%~14.9% ; 在黑龙江北部黑土区(克山),钾的适宜用量为氯化钾 9.2 公斤/亩,增产 7.1%。

湿面筋和稳定时间是评价面包小麦品质的重要指标。施钾肥能明显改善春小麦品质,使粗蛋白含量、湿面筋含量、沉降值和稳定时间各项指标都有明显增加,尤其是对稳定时间和湿面筋含量的效果更为明显,因此对面包强筋小麦品质的改善具有重要意义。

哈尔滨黑土施钾小麦
长势旺盛。左边处理
为: $N_6, P_2O_5 5.5,$
 $K_2O 3.5$ 公斤/
亩; 右边处理为:
 $N_6, P_2O_5 5.5$ 公斤
/亩, 无钾。

