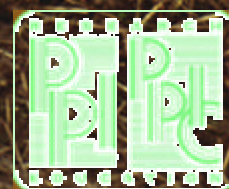


BETTER CROPS CHINA  
2003年3月(总第10期)

# 高产施肥



## 本期内容

平衡施肥项目  
安徽大蒜生产  
友谊奖

施肥与产量  
酸性土改良  
钾的评价

新疆棉花平衡施肥  
重庆豇豆施肥  
饥饿不能等待

宁夏枸杞  
紫色土施肥

<h2 style="margin: 0;">高产施肥 2003 年 3 月</h2> <p style="margin: 0; color: red;">本期目录</p>		<p style="margin: 0; color: red;">页数</p>	<p style="margin: 0;">主编：王家骥</p> <p style="margin: 0;">编辑委员：金继运、陈防、涂仕华、吴荣贵、刘荣乐</p>
<p style="margin: 0;">加拿大钾肥公司在中国的平衡施肥 示范项目 (10) 1</p> <p style="margin: 0;">肥料对作物产量的贡献 2</p> <p style="margin: 0;">新疆长绒棉氮磷钾肥效应与平衡施肥 5</p> <p style="margin: 0;">宁夏枸杞施钾增产显著 9</p> <p style="margin: 0;">大蒜氮钾配施增产效应研究 12</p> <p style="margin: 0;">白云石对酸性红黄壤改良的效应 16</p> <p style="margin: 0;">磷钾肥对豇豆产量品质的影响 19</p> <p style="margin: 0;">紫色土小麦施磷效果显著 22</p> <p style="margin: 0;">鲍泽善接受中国的友谊奖 24</p> <p style="margin: 0;">钾的合理评价 25</p> <p style="margin: 0;">饥饿是不能等待的 底页</p>	<p style="margin: 0;">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 style="margin: 0;"><b>理事会</b> M.M. Wilson, Chairman of the Board Agrium Inc. Charles O. Dunn, Vice Chairman of the Board Mississippi Chemical Corporation W.J. Doyle, Chairman, Finance Committee PotashCorp</p> <p style="margin: 0;">行政办公室 - Norcross, Georgia, 美国 D.W. Dibb, President, PPI T.L. Roberts, Vice President, PPI</p> <p style="margin: 0;">北美项目总部 - Brookings, South Dakota, 美国 P.E. Fixen, Senior Vice President, PPI</p> <p style="margin: 0;">中国项目部 金继运主任, 吴荣贵副主任, 刘荣乐副主任, 梁鸣早女士, <i>北京办事处</i> 陈防副主任, <i>武汉办事处</i> 涂仕华副主任, <i>成都办事处</i></p>		
<p style="margin: 0;">封面设计：云南水稻收获一景 王家骥提供</p>		<p style="margin: 0;"><b>《高产施肥》</b> 为 PPI/PPIC 中国项目部的出版物， 每年三月及九月各出一期 <b style="color: red;">本刊以推动科学化的合理施肥为目标</b> <b style="color: green;">可免费向北京，武汉或成都办事处索取</b></p>	
<p style="margin: 0;"><b>网页：www.ppi-ppic.org</b></p> <p style="margin: 0;">电邮：主编王家骥 jwang@ppi-ppic.org</p> <p style="margin: 0;">编辑委员：金继运 jyjin@ppi-ppic.org</p> <p style="margin: 0;">陈防 fchen@ppi-ppic.org</p> <p style="margin: 0;">涂仕华 stu@ppi-ppic.org</p> <p style="margin: 0;">吴荣贵 wu@ppi-ppic.org</p> <p style="margin: 0;">刘荣乐 rliu@ppi-ppic.org</p>		<p style="margin: 0;"><b>会员公司：</b></p> <p style="margin: 0;">Agrium Inc. Cargill Crop Nutrition Hydro Agri IMC Global Inc. Intrepid Mining, LLC/Moab Potash Mississippi Chemical Corporation PotashCorp Simplot</p>	
<p style="margin: 0;">The Government of Saskatchewan helps make this publication possible through its resource tax funding. We thank the Government for this important educational project.</p> <p style="margin: 0; text-align: center;">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（10）

金继运博士

PPI/PPIC 中国项目部，北京



加拿大钾肥公司(Canpotex)在中国的平衡施肥示范项目（BFDP）已有 18 年的历史了。早在 1984 年，加拿大钾肥公司与广西省农业科学院土壤肥料研究所合作在广西首开了平衡施肥示范项目的先河，在甘蔗、水稻和黄麻上开展了平衡施肥示范项目。获得了很大的成功，得到了农民的欢迎。

从 1984 年到 1994 年十年间，加拿大钾肥公司聘用专职科学家管理平衡施肥示范项目，加拿大钾肥公司技术顾问安百利先生(Mr. Perry Onstot)在 1984-1991 年间为平衡施肥项目发展做出了重大贡献。1991 年由韦赞凯博士(Dr. Wilf Janke)接任，使项目又有新的发展。

1994 年韦赞凯博士退休后，加拿大钾肥公司将其平衡施肥示范项目委托 PPI/PPIC 中国项目全权执行。在 PPIC 前中国-印度项目副总裁兼中国项目部部长鲍泽善博士(Dr. Sam Portch)的带领下，平衡施肥项目进入了一个全新的历史时期。PPI/PPIC 中国项目部在农业部的大力支持下，与其和农业部共同执行的中国-加拿大政府间合作土壤养分管理研究项目(NMS)等紧密结合，和全国有关合作单位通力合作，将平衡施肥项目推向了全国。

鲍泽善博士自 1988 年开始主持 PPI/PPIC 中国项目部的工作以来，为中国农业的发展和平衡施肥的实现做出了重大贡献，与中国同行建立了深厚的友谊。鲍泽善博士 1994 年被中国农业科学院聘为客座教授，1999 年被农业部植物营养学重点开放实验室聘为学术委员会委员。2000 年，四川省人民政府授予他“四川金顶纪念奖”。2002 年，鲍泽善博士获得国家“友谊奖”。2002 年底，鲍泽善博士退休了，但是他多年为之努力的平衡施肥项目将继续发展。

平衡施肥示范项目和 PPI/PPIC 执行的其他合作项目均紧密联系中国农业发展的实际，紧跟中国农业发展的目标，以提高单位面积产出率和农民收益为最终目的，在不同的历史阶段确定不同的工作重点。在项目开展的前期，为解决温饱问题，重点放在粮食作物和其他大田作物上。据对 765 个水稻试验、159 个玉米试验和 106 个小麦试验结果统计，在三大粮食作物上分别平均增产 15.3%、24.6%和 25.6%，净增农民收益 91-93 元/亩。

目前，全国人民在十六大精神鼓舞下，正在为全面建设小康社会而努力。社会的发展对农产品品质和环境质量提出了更高的要求。同时，中国加入了世界贸易组织(WTO)，中国的农民要参与激烈的国际竞争，也要求生产高质量的农产品。为此，平衡施肥示范项目也相应的调整了方向，工作重点逐渐转向提高农产品品质和改善生态环境等方面，在蔬菜、果树等高经济价值的作物和以出口为主要目标的名特优产品方面开展了许多工作。如在本期《高产施肥》中，大家就可以阅读到钾肥或平衡施肥在宁夏枸杞、安徽大蒜、新疆棉花、重庆豇豆等作物上的增产增收效果，也可以看到安徽施用白云石改良酸性红黄壤的效果。此外，平衡施肥在坡地治理中的作用、对减少氮素损失和改善环境的影响、对提高草原载畜力和改善草原生态方面的工作等也已经展开，其结果将在今后的《高产施肥》中陆续奉献给各位读者和广大的农民朋友。

# 肥料对作物产量的贡献

W. M. Stewart 博士

PPI Great Plains, 美国 E-mail:mstewart@ppi-far.org



一些人估计作物产量的 30%-50%要归功于肥料养分的投入。虽然做这种估测很困难但是不管采用什么方法，都先需要设定某些假说。首先面对的一个困难是各种作物对不同肥料养分的增产效应各不相同。比方说，玉米对氮肥的反应比豆类作物，如大豆、花生等要大的多。这个结论也会被许多其它会影响养分利用率的因素混淆，如易变的土壤肥力水平、气候条件和生产措施的变化。然而，我们仍然能够估算出化肥（无机商品肥料）对作物产量的贡献。

德克萨斯州的农工大学及田纳西河谷管理局研究了减少化肥施用量对美国八种主要作物的影响。研究者分析了仅仅停止使用农药（除草剂、杀虫剂、杀菌剂）及无机氮肥后对玉米、棉花、水稻、大麦、高粱、小麦、大豆、花生产量的影响程度。其它作物养分的影响在此情况下并未计算在内。表 1 列举的是单独停止使用氮肥（没有停止使用杀虫剂）在美国对八种主要农作物产量的影响程度。

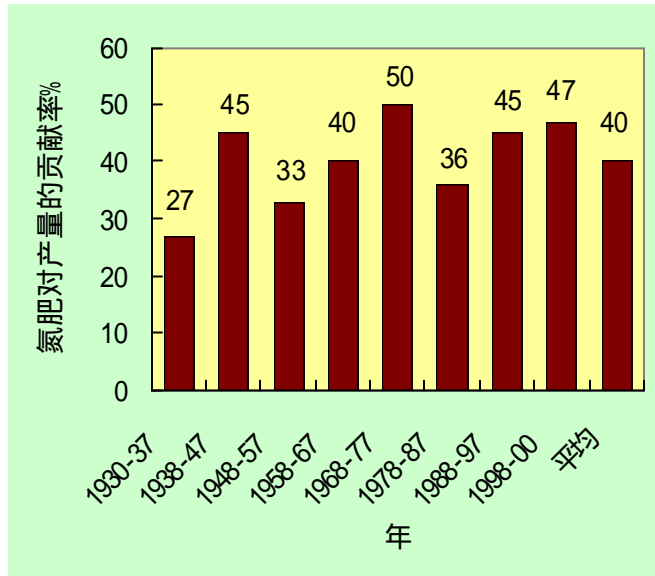
表 1 美国农作物产量在停止使用氮肥后的影响程度（单位：公斤/亩）

作物	产 量		
	基准产量	无氮	减少量%
玉米	510	301	41
棉花	51	32	37
水稻	411	299	27
大麦	168	136	19
高粱	258	209	19
小麦	143	121	16
大豆	152	152	0
花生	171	171	0

来源：Smith et al.,1990。产量数据是从 1987 年美国农业部(USDA)-ERS 报告中得来的。

预计美国玉米的平均产量在不施氮肥的情况下会减少 41%。也就是说，玉米产量的 41%应该归功于氮肥的施用。停止使用所有的农药以及氮肥估计会使玉米产量减少 53%。在棉花的生产中，停止使用氮肥会使产量减少 37%。在六个非豆科作物中不施氮肥后其平均产量减少 26%。

一种估计肥料对作物产量贡献率的方法是，先选择主要作物作为研究对象，用无肥处理作对照，然后计算肥料对产量的贡献比例。在俄克拉荷马州立大学，科学家们从 19 世纪末期就开始研究小麦的施肥。Magruder 试验田建立于 1892 年，是美国大平原区上最早的小麦长期土壤肥力试验，也是全世界最早的试验田之一。就如我们所预料的，从试验田建立以来，肥料处理是在改变的，无机化肥是从 1930 年起每年都施用。从 1930 年到 1946 年无机氮源是硝酸钠 (NaNO<sub>3</sub>)，后来改为硝酸铵 (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>)。氮的施用量为 2.5-4.5 公斤/亩。早期的磷是普通过磷酸钙[0-20-0-12 硫 (S)]。在 1968 年它被三元过磷酸钙 (0-46-0) 所替代。在整个研究过程中，磷的用量一直是 2.3 公斤 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/亩。图 1 展示了 71 年中作物的平均产量，有 40%的小麦产量归功于无机形态的 N 和 P。



来源：OSU Soil Fertility Research Highlights, 2000.

图 1 在俄克拉荷马州大学的 Magruder 实验田从 1930-2000 年，N+P 对小麦产量的贡献率。

另一个长期试验现在还在伊利诺斯州立大学进行。从 1876 年以来，就开始在著名的 Morrow 试验站对不同的作物，轮作和肥力处理进行研究和评价。早期的肥力处理包括粪肥，磷矿粉，骨粉磷肥和石灰。1955 年开始施用商品肥料，氮来自尿素、磷来自过磷酸钙、钾来自氯化钾，并结合石灰施用。通过对无肥处理和 N+P+K+石灰的比较，1995 年至 2000 年连作玉米的平均产量（图 2）显示出有 57% 的产量来自 N+P+K+石灰的投入。

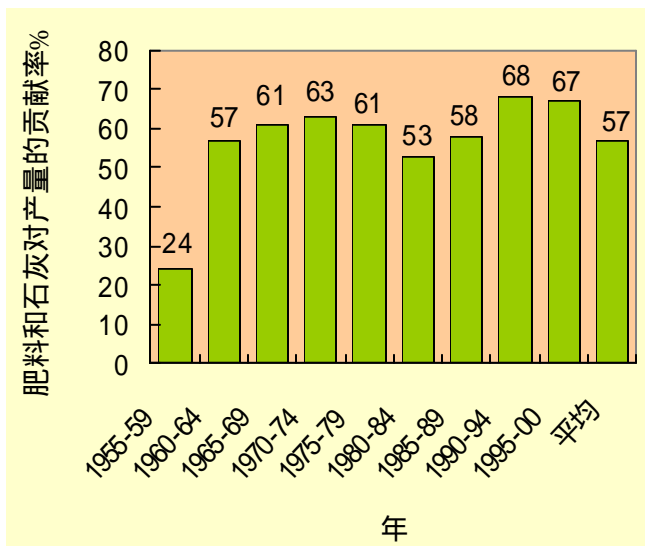


图 2 玉米连作 46 年，N、P 和 K 肥及石灰对玉米产量的贡献（伊利诺斯州立大学的 Morrow 实验站）。

来源:Dr. Harold Reetz,PPI

一项在堪萨斯州西部的长期灌溉试验，研究不同 N 肥用量（0-15 公斤 N/亩，递增幅度为 3 公斤）和 P 肥（0 和 3 公斤 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/亩）施用量对玉米和高粱产量的影响。从 1961-2000 年的 40 多年来，显示出 N 和 P 肥的施用平均生产了 44% 的玉米和 31% 的高粱。表 2 中的数据总结了 40 年来每种肥力处理后两种作物的平均产量以及归功于施肥的产量百分比。

表 2 堪萨斯州西部施用 N 和 P 肥 40 年来（1961-2000）对灌溉玉米和高粱产量的影响及肥料贡献率

肥料用量，公斤/亩		产量，公斤/亩		归功于肥料的产量，%	
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	玉米	高粱	玉米	高粱
0	0	284	261	—	—
0	3	301	269	5	3
3	0	426	336	33	22
3	3	497	396	43	34
6	0	485	381	41	31
6	3	606	422	53	38
9	0	489	366	42	29
9	3	669	441	57	40
12	0	518	381	45	31
12	3	706	448	60	42
15	0	531	392	46	33
15	3	706	452	59	42

来源：堪萨斯州肥料研究，Schlegel, 1990, 1991, 2000

表 2 中的数据也清楚地显示了作物生产中平衡施肥的重要性。然而，估计肥料对产量贡献率的更实际的方法应当是确定最佳 N 和 P 肥施用量时的贡献率。在这项研究中 N 的经济最佳用量为 12 公斤/亩。绝大多数的年代里，高粱的 N 最佳用量为 6 公斤/亩。能使两种作物达到最佳效益的磷肥用量为 3 公斤 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/亩。40 年来，施用最佳 N 和 P 肥用量对玉米和高粱产量的贡献率分别为 60% 和 38%。

在此讨论的长期实验研究的数据代表了 157 年的作物生产。尽管作物对肥料投入的反应因作物种类，土壤条件，气候和其它因素而差别很大，但减少化肥施用量的研究数据和结果往往都支持了这样的结论：肥料投入对作物产量的贡献率应在 30%-50% 之间。

（注：原文自 NEWS & VIEWS 2002 年 5 月，<http://www.ppi-ppic.org/ppiweb/ppinews>，Great Plains，谢玲译，涂仕华校）。 照片：北美洲的高产向日葵



# 新疆长绒棉氮磷钾肥料效应与平衡施肥

张炎 李磐

新疆农业科学院土壤肥料研究所 乌鲁木齐 830000

马江 祁永春 何玉玲 王晓梅 黑绪辉

新疆阿瓦提县农业技术推广中心 新疆阿瓦提县农业局 843200

由于新疆地区独特的地理位置和气候条件适合于棉花的生长,所生产的棉花具有品级高、色泽白和纤维长的优点。所以在新疆种植棉花的经济效益明显,种植面积发展迅速。经过“九五”期间棉花基地建设,新疆棉花种植面积达到了113万公顷,总产146万吨,分别占全国的23.5%和27.4%。但是,加入WTO后,新疆棉花将直接面对国际市场的竞争,对新疆棉花产业提出了新的要求和任务。针对新疆棉花生产所面临的机遇与挑战,节本增效、提高在国际市场的竞争力,2001年在新疆阿瓦提县开展了长绒棉氮磷钾肥料效应试验研究和平衡施肥示范,为当地棉花的高产、高效及优质生产提供科学的依据。



张炎女士

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地点基本情况

试验安排在阿瓦提县丰收三场二连,供试土壤为潮土,质地为砂壤土,pH为8.0,土壤养分状况见表1。4月18日播种。供试品种为超级长绒棉新海16号。

表1 供试砂壤质地潮土的养分状况(毫克/斤)

土壤养分	Ca	Mg	K	N	P	S	B	Mn	Zn
	1978	245	130	8.3	38.0	89.6	1.8	10.2	1.1
养分临界值	400	121	78.2	50.0	12.0	12.0	0.2	5.0	2.0

### 1.2 试验设计:

#### 1.2.1 氮、磷、钾肥料效应试验

除了被研究的养分元素施用四个水平外,所有其它元素和有机肥施用量均相同的条件下,氮设4个水平,0、6.9、13.8和20.7公斤纯氮/亩;磷设4个水平,0、4.6、9.2、13.8公斤 $P_2O_5$ /亩;钾设4个水平,0、1.6、3.2和4.8公斤 $K_2O$ /亩(表2)。每种处理均加入微量元素肥料,硫酸锌1公斤/亩、硫酸锰2公斤/亩及硼酸1公斤/亩。

表2 氮、磷、钾肥料效应试验施肥处理

养分	处理及养分施用量,公斤/亩									
	$N_0$	$N_1$	$N_2P_2K_2$	$N_3$	$P_0$	$P_1$	$P_3$	$K_0$	$K_1$	$K_3$
N	0.0	6.9	13.8	20.7	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8
$P_2O_5$	9.2	9.2	9.2	9.2	0.0	4.6	13.8	9.2	9.2	9.2
$K_2O$	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	0.0	1.6	5.0

注：N<sub>2</sub>、P<sub>2</sub>、K<sub>2</sub> 为同一处理。

小区面积为 33 平米，设三次重复，随机排列。有机肥、磷肥、钾肥、微肥和氮肥的 60% 作为基肥深施，追肥为 40% 的氮肥（尿素），于 7 月 4 日灌二水前施入，其它田间管理同大田生产。

### 1.2.2 平衡施肥示范

示范田小区面积为 127 平米，不设重复，处理列于表 3。

有机肥、磷肥、钾肥、微肥和氮肥的 60% 作为基肥深施，追肥为 40% 的氮肥（尿素），于 7 月 4 日灌二水前施入，其它田间管理同大田生产。

表 3 示范田的肥料施用量

处 理	施肥量，公斤/亩			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	微肥
OPT 处理	18.4	10.1	2.6	Zn Mn B
配方施肥	18.4	10.1	2.6	
1.5 倍 OPT	27.6	15.2	4.0	Zn Mn B
习惯施肥	28.3	17.4	4.2	

微肥用量：OPT 施肥处理，硫酸锌 1 公斤/亩，硫酸锰 2 公斤/亩，硼酸 1 公斤/亩。

1.5 倍 OPT 处理，硫酸锌 1.5 公斤/亩，硫酸锰 3 公斤/亩，硼酸 1.5 公斤/亩。

（编者注：OPT 是指由基于土壤测试的结果估算出作物在高产的情况下，对养分的需求量）

## 2 结果与讨论

### 2.1 氮、磷、钾肥料效应试验产量

试验各处理长绒棉皮棉产量见表 4。对试验各处理棉花产量进行方差分析得知，施肥处理间差异达到极显著水平。

表 4 氮、磷、钾肥料效应试验田的皮棉产量（公斤/亩）

重 复	处理号									
	N <sub>0</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>3</sub>	K <sub>0</sub>	K <sub>1</sub>	K <sub>3</sub>
	76.7	93.0	109.4	90.5	82.8	84.7	91.7	89.8	99.2	106.2
	82.6	89.5	103.3	91.6	78.8	95.8	95.4	82.4	87.7	104.3
	80.6	92.0	100.1	95.0	85.9	87.5	90.8	88.4	94.1	103.1
平均	80.0	91.5	104.3	92.4	82.5	89.4	92.6	86.9	93.7	104.5

注：N<sub>2</sub>、P<sub>2</sub>、K<sub>2</sub> 为同一处理。

### 2.2 氮、磷、钾肥料效应及经济施用量的估算

#### 2.2.1 氮肥的效应方程、经济产量及最高产量施氮量

氮肥的肥料效应方程是建立在施用磷、钾肥的基础上，每亩皮棉的产量 Y 与尿素用量 N 的关系为： $Y = 78.673 + 1.5038N - 0.026N^2$  ( $r^2 = 0.8869$ )。根据效应方程求出最高产量施尿素(N 46%)量为 28.9 公斤/亩（合 13.3 公斤纯氮），最高产量为 100.4 公斤/亩。如按当年当地尿素价格 1.5 元/公斤，皮棉平均价格 12 元/公斤来计算，最佳经济施尿素



量应为 26.5 公斤/亩，可获得的产量应为 98.9 公斤/亩。最佳经济施尿素量约为最高产量施尿素量的 92%。

### 2.2.2 磷肥的效应方程、经济产量及最高产量施氮磷量

磷肥的肥料效应方程是建立在施用氮、钾肥的基础上，每亩皮棉的产量 Y 与三料磷肥用量 P 的关系为： $Y=80.772+1.8405P-0.0463P^2$  ( $r^2=0.759$ )。由效应方程求出最高产量的三料磷肥( $P_2O_5$  46%，又名重过磷酸钙或重钙) 施用量为 19.9 公斤/亩，最高产量为 99 公斤/亩。如按当年当地三料磷肥价格 2.3 元/公斤，皮棉平均价格 12 元/公斤计算，最佳经济施三料磷肥量应为 17.8 公斤/亩(含 8.2 公斤  $P_2O_5$ )，经济产量为 98.9 公斤/亩。最佳经济磷肥施用量约为最高产量施磷肥量的 89%。

### 2.2.3 钾肥的效应方程、经济产量及最高产量施氮钾量

钾肥的肥料效应方程是建立在施用氮、磷肥的基础上，每亩皮棉的产量 Y 与硫酸钾用量 K 的关系为： $Y=86.16+2.252K-0.0653K^2$  ( $r^2=0.9552$ )。从效应方程求出最高产量施硫酸钾( $K_2O$  33%)量为 17.2 公斤/亩，最高产量为 105.5 公斤。按当年当地硫酸钾价格为 2 元/公斤，皮棉平均价格为 12 元/公斤计算，最佳经济施硫酸钾量为 15.5 公斤/亩，经济产量为 105.4 公斤/亩。最佳经济钾肥施用量约为最高产量施钾肥量的 90%。

## 2.3 平衡施肥示范田的产量分析

由表 5 的产量结果可以看出 四个施肥处理的产量由高到低顺序为 OPT>配方施肥>1.5 倍 OPT>习惯施肥，OPT 处理与配方施肥处理的氮磷钾肥用量相同，但是 OPT 处理加施了锌、锰、硼微肥。OPT 比配方施肥处理增产 14.1%，可见在供试土壤上施用锌、锰、硼微肥有显著的增产作用。1.5 倍 OPT 处理的产量比 OPT 处理减少了 21.7%，显示出施肥量高于推荐量并不能达到高产高效的结果。习惯施肥为当地棉农的实际施肥量，仅施氮、磷、钾肥，其用量高于 1.5 倍 OPT 的用量，所获得的产量比 OPT 处理低 33.8%。



新疆的大片棉田

## 2.4 平衡施肥经济效益分析

由表 5 可见 1.5 倍 OPT 和习惯施肥处理的肥料投入均在 200 元/亩以上，但利润却较低，OPT 处理获得的利润最高为 1147 元/亩。由此可见肥料的投入必须合理，过量与不足都会造成减产，同时也应注意锌、锰、硼微肥的合理施用来保证棉花的高产。

表 5 平衡施肥技术试验皮棉产量与施肥经济效益分析

处 理	皮棉产量 公斤/亩	减产		产值 元/亩	成本	利润
		公斤	%			
OPT 处理	107.1	~	~	1286	139	1147
配方施肥	92.0	15.2	14.2	1104	127	977
1.5 倍 OPT	84.0	23.2	21.6	1008	209	799
习惯施肥	71.0	36.1	33.7	852	205	647

注:尿素 1.5 元/kg 三料磷肥 2.3 元/kg 硫酸钾 2 元/kg 硫酸锌 2.8 元/kg 硫酸锰 3.2 元/kg 硼酸 3.2 元/kg 皮棉 12 元/kg

### 3 小结

1. 依据长绒棉氮磷钾肥料效应试验可算出, 最佳经济施肥量为每亩尿素 26.5 公斤、三料磷肥 17.8 公斤、施硫酸钾 15.5 公斤, 因此供试土壤的推荐施肥 N: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: K<sub>2</sub>O 为 1:0.62:0.38。
2. 在供试土壤上施用锌、锰、硼微肥有显著的增产作用, 增产达 14.1%。
3. 施肥要合理及适量, 过多的施用化肥会造成减产, 肥料浪费, 效益降低。



2002 年 9 月, 中加合作项目西北地区工作(观摩)会议部分代表在新疆阿瓦提县参观新疆农科院土肥所的肥料田间小区试验时留影。从右起为同延安(陕西)、吴荣贵(PPIC)、张炎(新疆)、陈占全(青海)、胡永红(新疆)、郭天文(甘肃)、李友宏(宁夏)、段玉(内蒙古)、郭永杰(甘肃)、毛端明(新疆)、祁永春(新疆)、李月梅(青海)、李磐(新疆)。

# 宁夏枸杞施钾增产显著

李友宏 王 芳 邓国凯

宁夏农林科学院土壤肥料研究所 银川 邮编 750002

枸杞为名贵的中药材，具有“滋肝明目，清肺补肾”之功效，在国内外享有盛誉。“宁夏枸杞”是以生产果实为目的的多年生落叶灌木。



李友宏先生

枸杞是需钾量相对较多的经济作物。在60年代初发现，栽培了枸杞的土壤速效钾含量较一般农田为低约为149—245毫克/公斤，而一般农田中的土壤速效钾含量约为167—417毫克/公斤。在70年代未发现，叶面喷施氮磷钾(1 1 1)溶液可比仅仅喷施氮磷(1 1)溶液增产8%，花果脱落率减少6.1%。进入80年代，枸杞园土壤缺钾情况日趋严重。自90年代起，我所在栽培枸杞上进行了施钾试验及示范项目。现将结果总结如下。

## 1. 试验材料和方法

试验在宁夏的芦花台园林场枸杞园和中宁县进行，分别代表新老两大枸杞产区。供试土壤为灌淤土和淡灰钙土。土壤主要农化性状示与表1。

表1 供试土壤(0—30cm)的主要农化性状(1998年)

地点	有机质 %	速效氮 毫克/公斤	速效磷 毫克/公斤	速效钾 毫克/公斤	pH
中宁县	1.87	134.0	32.5	157.3	8.0
芦花台	0.99	87.0	17.0	105.0	8.8

新产区芦花台枸杞园进行的小区试验施用固定的氮、磷量及不同的钾量。在每株枸杞施用N 150g, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 100g的基础上，每株分别施用K<sub>2</sub>O, 0 g、36 g、72 g、108 g、144 g和180 g。每小区有枸杞树22株，面积为66.7平方米，小区随机排列，重复3次。在中宁县进行的示范，每株施N 100g, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 70 g及K<sub>2</sub>O 100 g。肥料品种选用了尿素，三元过磷酸钙和氯化钾。处理为施用钾肥和不施钾肥。磷、钾肥全部基施，N肥1/2用作基施，另外的1/2在5月上旬和6月下旬分两次追施。施肥采用环状施肥法，在距树干20—30cm处开20cm深环状沟，肥料施入后覆土。行株距为2米×1.5米，每亩有222株。

在选定的单株上定期进行枝条生长量、花果数等项目的调查，并于7月下旬取样进行果实千粒重及营养成分测定。



宁夏枸杞

## 1. 试验结果及分析

### 1 钾肥的增产效果和经济效益

从试验结果看枸杞施用钾肥产生了明显的增产效果（表 2）。

表 2 钾肥对枸杞产量的影响（芦花台）

K <sub>2</sub> O 施用量（克/株）	产量，公斤/亩
0	196
36	242
72	276
108	306
180	285

注：每株枸杞都施用了定量的 N 150 克和 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 100 克。

产量（y）与钾素用量（x）的回归方程为： $y=2872.5+8.13x-0.14x^2$ ，R=0.98，F=49.5。说明了此方程可以反应出实际的生产，由计算得出的枸杞钾素（K<sub>2</sub>O）的最佳施肥量应为每亩 26 公斤（折合每株 117 克）。

从枸杞老产区中宁县的示范对比田来看（表 3），施钾肥每亩可增产枸杞干果 26.3—33.6 公斤，增产率为 19.0%—49.5%，平均亩增产量为 30.8 公斤或 25.2%。

表 3 枸杞施钾肥在示范区的增产效果（中宁县）

试验地点	产量，公斤/亩		增 产	
	施钾肥	不施钾肥	公斤/亩	%
中宁新堡乡	194.1	163.2	30.9	19.0
中宁舟塔乡	157.2	130.9	26.3	20.0
中宁东华乡	107.5	71.9	35.6	49.5
平 均	152.8	122.0	30.8	25.2

1. 每株都施用了 N 100g，P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 70 g。

2. 由于老产区种植年限较长，病虫害严重，故产量较新产区低。

枸杞施用钾肥的经济效益非常可观，按每公斤干果 20 元人民币计算，扣除每亩钾肥成本费 52 元，每亩可增加纯收入 564 元。

### 2 施钾肥对枸杞树体生长和果实品质的影响

田间调查结果表明（表 4），施钾后，单株发枝数量和枝条的日生长量比不施钾的对照区分别增加了 27.5% 和 33.6%。百叶鲜重和叶片叶绿素含量分别增加了 15.8% 和 5.7%。施用钾肥对改善果实品质有良好的效果，果实的千粒重、含糖率和维生素 C 的含量都提高了。由此可见，施用钾肥可明显的提高枸杞果实的营养价值和商品价值。

表 4 施钾肥对枸杞树体生长及果实品质的影响

处 理	发枝量，条/株	枝条生长量，厘米/日	百叶鲜重，克	叶绿素量，毫克/克	干果含糖率%	干果 Vc 量，毫克/克	鲜果千粒重，克
施钾	260	0.573	16.01	1.12	50.84	44.12	511.6
不施钾	204	0.429	13.82	1.06	49.92	42.31	494.0
差异	56	0.144	2.19	0.06	0.92	1.81	17.6

### 3 枸杞园施钾显效的原因

宁夏区土壤含钾量与全国其他地区相比较为丰富。据 1990 年出版的“宁夏土壤”一书中的资料，全区耕地表土速效钾含量平均为 177 毫克/公斤。种植枸杞面积较大的灌淤

土和灰钙土表土速效钾含量分别为 239 和 146 毫克/公斤。但在 80 年代后期，在枸杞上施钾肥已表现出明显的增产效果，其原因为枸杞从土壤中移走了大量的钾素、施肥不合理造成土壤钾素迅速下降以及个别枸杞园土壤也存在着一些其他的障碍因素。

由单株的测试结果中发现，从 6 月中下旬开始，树体和土壤中钾素含量急剧下降（表 5），7 月份树体对钾素含量达到最低点，一直到夏果生产结束才开始回升。针对枸杞这种在花果期间快速的吸取大量钾素的营养特性，在营养管理上就必须维持土壤中有高的供钾能力，也要求树体有高的钾素贮备，才能维持枸杞在花果期的健康生长发育、达到良好的果实产量和质量。

表 5 枸杞园土壤和春枝叶片含钾量在生长期间的变化

名称	项目	5月	6月	7月	8月
枸杞园 A	土壤速效钾含量，毫克/公斤	291	262	283	338
	叶片中钾含量，%	1.18	0.91	0.73	0.82
枸杞园 B	土壤速效钾含量，毫克/公斤	206	152	154	164
	叶片中钾含量，%	0.78	0.70	0.40	0.44

合理施肥是获得枸杞优质高产的主要措施之一。宁夏栽培枸杞的历史悠久，在施肥方面积累了丰富的经验。在 60—70 年代，中宁县枸杞丰产园的施肥以有机肥为主，配以少量无机氮肥，并施用了大量含速效钾量高的炕土，氮磷钾（N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 的施用比例在 1 0.5 0.6 左右。进入 80 年代，由于栽培技术的进步，尤其是氮磷化肥用量的明显增加，单位面积产量有了大幅度的提高。但这一时期，有机肥用量明显的减少了，尤其是速效钾含量高的炕土已很少被施用了而又不施用钾肥，氮磷钾的施用比例变为 1 0.6 0.1 左右。

由于不施用钾肥，土壤钾素的消耗长期得不到补充，造成土壤供钾能力逐年下降，土壤钾素的不足近年来已严重影响到枸杞的生产。由表 5 中 A、B 两园土壤中速效钾含量在生长期间的变化可以看出，A 园春枝叶片含钾量始终能保持较 B 园叶片为高的水平，即使在花果盛期，叶片含钾量仍可保持在 0.7% 以上，采果期结束后，叶片和土壤含钾量恢复也非常迅速。相反地，B 园中叶片含钾量一直比较低，在花果盛期降到 0.4% 左右。在 B 园可明显的观察到枸杞植株的缺钾症状，如叶片过早大量的脱落，花果脱落非常严重；采果期结束后，叶片和土壤含钾量的回升也非常缓慢。

从 60 年代逐渐发展起来的枸杞新产区，如芦花台及南梁农场等地的枸杞园，有很大一部分的园内，由于有盐碱土插花分布，虽然土壤速效钾含量较高，有的高达 400 毫克公斤。施钾肥仍有一定增产效果，其原因除与枸杞本身的营养生理特性有关外。地下水位高，土壤物理性状极差，影响了土壤钾素释放和根系对钾素的吸收有关。



宁夏枸杞采收一景

# 大蒜氮钾配施增产效应研究

张琳 郭熙盛 殷雄 李录久

安徽省农科院土壤肥料研究所 合肥 邮编 230031



张琳女士

**摘要：**氮钾配施对大蒜产量和品质的试验结果发现，增施钾肥对前期蒜苗、蒜苔的生长发育有明显的促进作用。在同一氮肥条件下，施钾量的增加对后期蒜头产量的增产极为显著。两试验点蒜苔增产幅度分别为 9.2~17.4% 和 8.8~19.1%，蒜头增产幅度分别为 5.9~8.8% 和 3.2~14.6%。在不同氮钾配比试验中，以 25 公斤 N/亩，配合施用 10 公斤 K<sub>2</sub>O/亩，对大蒜增产效应最明显。施用钾肥能有效提高蒜苗、蒜苔维生素 C 和可溶性糖分含量。大蒜施磷不足会影响蒜苔的产量。磷肥用量应在 6 公斤 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/亩的基础上才能保证大蒜高产和稳产。

大蒜是安徽省名特优蔬菜品种之一。种植大蒜可收青蒜苗、蒜苔和蒜头，经济效益高。为了研究大蒜的营养特性来改善产量和品质，寻求合理施肥技术是大蒜生产中的一个重要环节。合理有效的施肥可提高产品的产量及品质就能提高商品价值并增加农民的收益。大蒜氮钾配施增产效应研究已进行两年，现将 2000 年度的试验结果整理如下。

## 1. 材料与方法

试验在安徽来安县水口镇，土壤类型为水稻土，土壤基本农化性状见表 1。试验共设 7 个处理：（1）N20P6K0、（2）N20P6K10、（3）N20P6K20、（4）N25P6K0、（5）N25P6K10、（6）N25P6K20、（7）N20P4K20。脚标分别表示 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 的施用量，单位为公斤/亩。氮肥选用尿素、磷肥为磷酸二铵、钾肥为氯化钾。

表 1 供试土壤的基本农化性状

试验地	酸碱度 pH	有机质 %	活性酸 cmol/升	钙/镁	镁/钾				
				养分比例					
1#	5.9	0.84	0.15	4.06	7.2				
2#	6.0	0.95	0.15	4.12	5.5				
试验地	土壤有效态养分含量，毫克公斤								
	氮	磷	钾	钙	镁	硫	硼	铁	锌
1#	33.5	21	78	2285	563	49.9	2.57	11	3.6
2#	31.9	53	98	2224	540	51.1	1.56	218	4.2

土壤中的植物养分除磷为 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 及钾为 K<sub>2</sub>O 外，钙、镁及其他各种养分均为纯元素量。土壤样品由北京中-加合作土壤测试实验室分析。

小区面积分别为 16.4 平米和 19.5 平米，四次重复，完全随机区组排列。供试品种为当地种（来安白蒜），密度为 4 万株/亩。播种期因连续阴雨推迟于 1999 年 10 月底播种。2000 年 5 月 6~8 日收蒜苔，5 月 29 日收蒜头。

品质分析采用常规方法测定蒜苗、蒜苔中的 Vc 和可溶性糖含量。

## 2. 结果与讨论

### 2.1 氮钾配施的增产效果

#### 2.1.1 对蒜苔产量的影响

在施氮 20 公斤/亩的水平下，蒜苔的产量是随着钾肥用量的增加而增加。在施氮 25 公斤水平下，蒜苔产量随钾肥用量的增加而有减少趋势。如表 2 所示，在氮肥用量（20~25 公斤/亩）条件下，配合施用 10 公斤 K<sub>2</sub>O/亩，钾肥的增产效果最好，每亩可增产 51~67 公斤的蒜台或增产蒜苔 8.8 ~19.1%。

表 2 不同氮钾配比对大蒜产量的影响，公斤亩

田块	处理	蒜苔		蒜头	
		产量	增产率，%	产量	增产率，%
来安县 #1	N <sub>20</sub> P <sub>6</sub> K <sub>0</sub>	313	-	953	-
	N <sub>20</sub> P <sub>6</sub> K <sub>10</sub>	364	16.1	1010	5.9
	N <sub>20</sub> P <sub>6</sub> K <sub>20</sub>	368	17.4	1033	8.4
	N <sub>25</sub> P <sub>6</sub> K <sub>0</sub>	325	-	983	-
	N <sub>25</sub> P <sub>6</sub> K <sub>10</sub>	375	15.5	1050	6.8
	N <sub>25</sub> P <sub>6</sub> K <sub>20</sub>	355	9.2	1070	8.8
	N <sub>20</sub> P <sub>4</sub> K <sub>20</sub>	354	-3.9	1047	1.3
来安县 #2	N <sub>20</sub> P <sub>6</sub> K <sub>0</sub>	359	-	1148	-
	N <sub>20</sub> P <sub>6</sub> K <sub>10</sub>	361	0.5	1184	3.2
	N <sub>20</sub> P <sub>6</sub> K <sub>20</sub>	390	8.8	1235	7.7
	N <sub>25</sub> P <sub>6</sub> K <sub>0</sub>	351	-	1165	-
	N <sub>25</sub> P <sub>6</sub> K <sub>10</sub>	418	19.1	1241	6.6
	N <sub>25</sub> P <sub>6</sub> K <sub>20</sub>	384	9.5	1335	14.6
	N <sub>20</sub> P <sub>4</sub> K <sub>20</sub>	386	-1.1	1315	6.4

另外，在等氮、钾基础上，从 P<sub>4</sub>、P<sub>6</sub> 两处理的产量结果来看，磷肥要维持在 6 公斤/亩的量才可得到高的蒜苔产量。



大蒜施钾效果，蒜苔产量依施钾量高而提高

### 2.1.2 对蒜头产量的影响

从表 2 中两试验点的统计结果看，增施钾肥对蒜头的增产效果十分显著。增产幅度在 #1 田块为 5.9~8.8%、在 #2 田块为 3.2~14.6%。在高氮水平下，配合施用 10 公斤 K<sub>2</sub>O/亩，可增产蒜头 67~76 公斤。

## 2.2 钾对大蒜品质的影响

从图 1 及图 2 可看出钾对蒜苗维生素 C(Vc)的增加、对蒜苔可溶性糖含量的提高明显。施钾可有效地提高蒜苗中 Vc 的含量而且随钾肥用量的增加而提高。在不同施氮量水平下，施钾 10 及 20 公斤/亩与各自对照相比 Vc 增加量的幅度为 5.3~12.2 毫克/100 克。Vc 的含量在蒜苔中并没有增加的趋势，但是可溶性糖含量明显的提高了。显示出，不同物质在植株不同部位的累积情况也会有很大的差异。大蒜是鳞茎作物，后期需钾量大，应适当增加钾肥的投入，使贮藏器官（鳞茎）中物质累积更多，蒜瓣更饱满。因此，氮钾配施，才能保证大蒜高产、稳产。

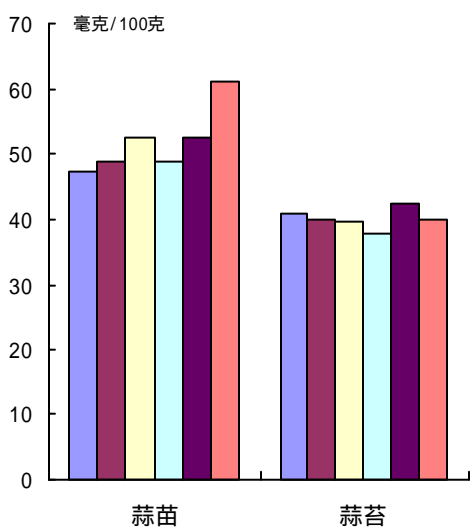


图1 钾对蒜苗蒜苔维生素C含量的影响

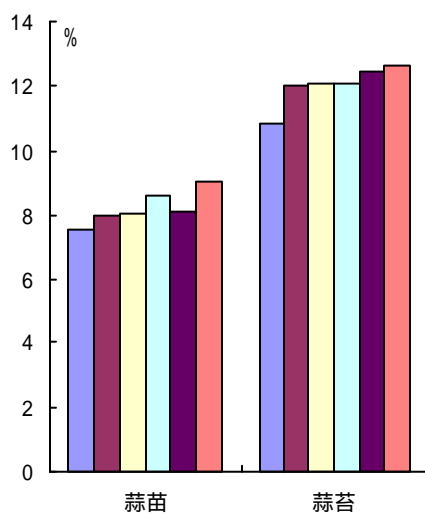


图2 钾对蒜苗、蒜苔可溶性糖分含量的影响

图 1 及 2 中处理 1~6 的施肥量为 (1) N<sub>20</sub>P<sub>6</sub>K<sub>0</sub>、(2) N<sub>20</sub>P<sub>6</sub>K<sub>10</sub>、(3) N<sub>20</sub>P<sub>6</sub>K<sub>20</sub>、(4) N<sub>25</sub>P<sub>6</sub>K<sub>0</sub>、(5) N<sub>25</sub>P<sub>6</sub>K<sub>10</sub>、(6) N<sub>25</sub>P<sub>6</sub>K<sub>20</sub>

## 2.3 大蒜施钾的经济效益分析

根据各试验点蒜苔、蒜头的平均产量及蒜苔、蒜头的市场批发价计算大蒜施钾的经济效益。由表 3 中的分析得出，施用钾肥能明显增加大蒜种植的收益。在低氮水平下，施钾与不施钾处理比较，增加收益 258~354 元/亩。在高氮水平下，施钾处理比不施钾处理增加收益 309~368 元/亩。在氮钾处理中，以 N<sub>25</sub>P<sub>6</sub>K<sub>20</sub> 处理的总收益为最高，扣除钾肥的投入成本后净收益为 1742 元/亩。



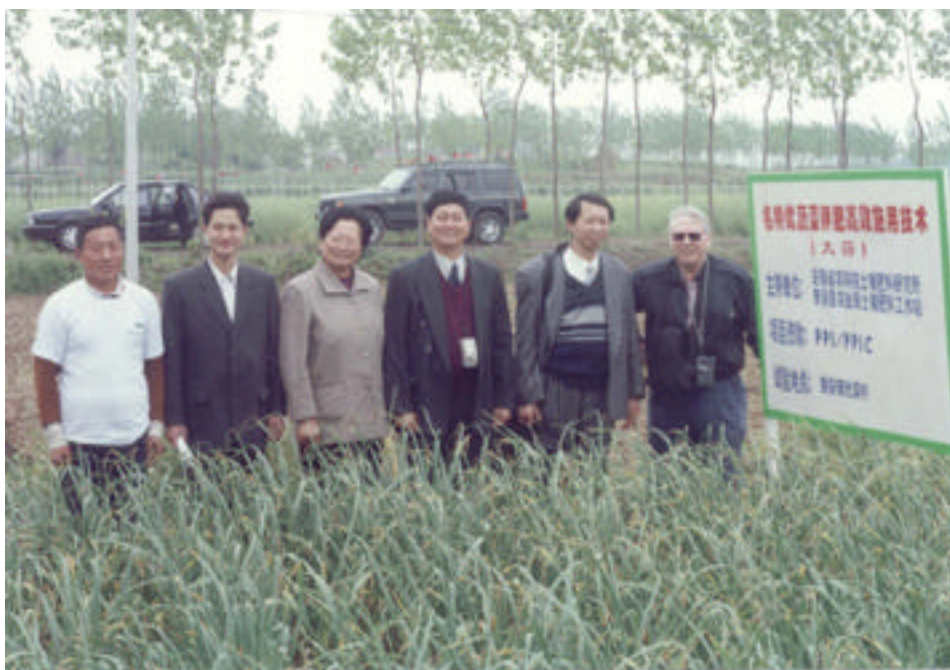
表 3 大蒜施钾的经济效益分析, 元/亩

处理	蒜苔收益	蒜头收益	总收益	增加收益	钾肥投入
N <sub>20</sub> P <sub>6</sub> K <sub>0</sub>	455	854	<b>1309</b>	-	-
N <sub>20</sub> P <sub>6</sub> K <sub>10</sub>	565	1002	<b>1567</b>	258	23
N <sub>20</sub> P <sub>6</sub> K <sub>20</sub>	607	1056	<b>1663</b>	354	47
N <sub>25</sub> P <sub>6</sub> K <sub>0</sub>	475	899	<b>1374</b>	-	-
N <sub>25</sub> P <sub>6</sub> K <sub>10</sub>	614	1069	<b>1683</b>	309	23
N <sub>25</sub> P <sub>6</sub> K <sub>20</sub>	623	1120	<b>1742</b>	368	47

\*市场批发价：蒜苔 1.30 元/公斤，蒜头 1.00 元/公斤。K<sub>2</sub>O 零售价格 2.33 元/公斤。

### 3. 小结

1. 钾对大蒜的生长发育有明显的促进作用，大蒜全生育期对氮磷钾三要素的吸收比例为 1 : 0.3 : 0.71。在高氮水平下，配合施用 10 公斤 K<sub>2</sub>O/亩，钾肥的增产效应最为经济合理。
2. 根据不同氮钾配比对大蒜植株吸钾量的分析，得出前期蒜苗植株吸钾量最高，有利于蒜苗中维生素 C 的合成，提高作物品质。
3. 大蒜施磷不足会影响蒜苔产量的提高，磷肥用量应在 6 公斤 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/亩基础上，才能保证大蒜高产、稳产。同时也能得到良好的经济收益。



作者张琳（左 3）李录久（右 2）与来安县农技推广中张青松先生（右 3）余先生（左 2）以及鲍哲善博士（右 1）在大蒜平衡施肥示范田与蒜农（左 1）合影

# 白云石对酸性红黄壤改良的效应

郭熙盛 朱宏斌 武际 王云青

安徽省农科院土壤肥料研究所 合肥 邮编 230031



郭熙盛先生

白云石是一种含有钙和镁的碳酸盐矿物，利用白云石作为改良酸性土壤、提高土地生产力的有效措施在国外许多地区已被广泛的应用。安徽省南部地区的土壤因气候等成土因素的影响，硅、钙等阳离子元素的淋失严重，铁、铝元素偏高，土壤盐基饱和度低，在交换性酸中交换性铝占到了85%。因此，土壤pH大都在4.5~5.3范围内。在土壤过度酸化的环境下，加速了 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 等阳离子从土体中的淋失，并对农作物的生长和微生物的活动产生了不利的影响，同时也导致许多农作物生长中必要的养分产生了缺乏，造成了红黄壤的“酸、瘦”特点。施用白云石能明显改善土壤的不良性质，改善作物营养状况，提高作物产量。

## 1. 施用白云石粉对作物生长及产量的影响

施用白云石粉能明显促进植株的生长发育。在安徽的一些地区，施用白云石粉能使小麦植株高度增加2.0~5.0厘米，茎秆重量增加5.8~39.7%，单位面积的有效穗数、每穗粒数和千粒重也同时增加了。红豆的每株角果数可增加0.75~2.19个，每角果粒数增加0.27~0.65粒。油菜的植株高度增加3.1~14.9厘米，每株分枝数0.7~1.8个，每株角果数增加63~83个。在施用白云石粉的小区里，玉米植株生物产量比对照处理增加了40~50%，玉米棒的秃顶长度减少了，而穗粒数和百粒重增加了。

在盆栽试验中发现，施用白云石粉能使玉米的生物产量增加22.7~40.9%，每株大豆根瘤数量增加8.7~62.6%。

## 2. 施用白云石对作物的增产效应

从定位试验各处理的作物产量结果来看（表1），对照与其它处理的产量差异达到了5%的显著水平。在NPK配施的基础上施用白云石，第一季小麦的增产幅度为11.6~13.4%，第二季红豆的增产幅度达到了21.9~49.7%，第三季的油菜增产幅度也达到了9.4~16.2%，第四季玉米增产了10.9~44.6%。另外两个试验示范点的小麦和油菜也分别增产了20.1~28.9%和11.4~18.9%。

表1 白云石石粉不同用量处理对作物产量或生长情况的影响

处理	小麦增产%		红豆增产%		油菜增产%		玉米增产%		盆栽作物%	
	第一试点 <sup>1</sup>	第二试点	第一试点 <sup>2</sup>	第一试点 <sup>3</sup>	第二试点	第一试点 <sup>4</sup>	玉米生物量	大豆根瘤数		
1	对照	对照	对照	对照	对照	对照	对照	对照		
2	11.6	20.1	21.9	9.4	11.4	10.9	28.6	8.7		
3	13.4	23.8	33.7	14.5	13.5	21.3	40.9	62.6		
4	13.0	28.9	40.2	16.2	18.9	44.6	23.3	62.1		
5	12.1	22.0	49.7	14.5	12.1	17.4	22.7			

注：处理1为单施氮磷钾，不施白云石。处理2,3,4,5分别为在氮磷钾的基础上，加施低量、中量、高量、最高量白云石。田间试验处理1,2,3,4,5的白云石施用量分别为

0, 40, 73, 107, 167 公斤/亩。第一试点 1, 2, 3, 4 表示定位试验作物的顺序, 第一年度为小麦和红豆, 第二年度为油菜和玉米。第二试点为不同地点的试验示范。

### 3. 施用白云石的经济效益分析

白云石粉通常为当地的产品, 市场价格不高。施入土壤后有很长的后效, 在某些土壤上可持续 5~6 年, 若以一年两季作物的增产效果为基础进行粗略的估算, 则白云石施用的产投比为 1:10~40。在安徽的酸性土壤上, 施用白云石石粉在经济上的效益是很好的。



安徽农科院土肥所郭熙盛所长与 PPI/PPIC 陈防博士观察白云石的施用在酸性红土上对油菜的影响

### 4. 对土壤性质及养分状况的影响

#### 4.1 土壤有害铝和 pH 值

施用白云石石粉后, 土壤 pH 值提高, 提高的幅度随施用量及土壤质地和有机质含量而不同。土壤铝对阳离子养分的排斥性质也在 pH 值提高到 5.6 以上时, 转变为吸附保持的性质供植物吸收。这说明了施用白云石后, 可直接的改变土壤中对植物有害铝的含量, 同时提高土壤对养分的保持及供应能力。从降低铝毒害提高养分有效性来考虑, 一般土壤 pH5.6~6.0 最好。

#### 4.2 土壤速效 N、K 养分含量

与对照土壤相比, 施用白云石的处理的土壤中碱解氮含量、土壤中速效钾的含量有所提高。这说明了酸性土壤中施用含钙、镁碳酸盐矿物, 可促进矿化作用及提高土壤对养分的吸附及释放能力。石灰的施用也可降低酸性土壤中的铁铝活性, 而将植物有效磷的含量提高。但是在白云石施用量大时, 应分次施用以免由铁铝释放出的有效磷再度被石灰中的钙固定。

#### 4.3 土壤中微量元素及物理性质

因为白云石是含钙、镁碳酸盐矿物, 施用后, 土壤中的交换性钙、镁含量可提高, 其趋势是随着用量的增加而增加。但不可过度施用, 应维持在 6.5 以下, 以免过度降低微量元素的有效性 & 土壤的透水性。

#### 4.4 施用白云石对作物养分吸收

白云石粉的施用可直接和间接的改善作物的营养状况。小麦植株磷钾的含量及茎秆、籽粒中镁的含量是随着白云石粉用量的增加而增加, 并与小麦籽粒的产量有好的相关性。豆科作物籽粒中的氮素含量明显提高, 表示出由于钙镁等必要养分供应状况的改善而更趋健康。施用白云石粉处理的油菜植株的氮磷钾含量及茎秆、籽粒中钙、镁的含量也随着白云石粉用量的增加趋于合理的含量。

#### 4.5 对小麦氮磷钾总吸收量的影响

施用白云石粉后，提高了小麦氮磷钾养分的总吸收量（表2）。与对照相比，处理3小麦 NPK 的养分总吸收量分别增加了0.50、0.54 和 0.53 公斤/亩，处理4油菜的则分别增加了1.42、1.08 和 0.51 公斤/亩，这说明了施用白云石粉提高了作物对养分的吸收，从而也提高了肥料的利用率。

表2 施用白云石粉对小麦、油菜氮磷钾总吸收量的影响

处理	小麦, 公斤/亩							油菜, 公斤/亩						
	氮		磷		钾		产量	氮		磷		钾		产量
	总量	增加	总量	增加	总量	增加		总量	增加	总量	增加	总量	增加	
1	4.34	--	1.07	--	1.76	--	154	7.57	--	1.87	--	4.66	--	114
2	4.81	0.47	1.71	0.28	2.01	0.25	172	8.67	1.10	2.10	0.23	5.39	0.73	128
3	4.84	0.50	2.33	0.55	2.29	0.53	175	8.59	1.02	2.67	0.80	5.30	0.64	138
4	4.90	0.56	2.01	0.41	2.14	0.38	174	8.99	1.42	2.95	1.08	5.17	0.51	145
5	4.84	0.50	2.28	0.53	1.87	0.11	171	8.67	1.10	3.05	1.17	5.22	0.56	135

注：氮磷钾为养分量，N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O。

综上所述，在安徽省皖南地区酸性红黄壤上施用白云石粉能降低土壤酸度、增加土壤有效养分含量、提高肥料利用率、改善植株的生长发育、提高作物产量等功能，具有很高的经济效益。在酸性土壤上施用白云石粉可以说是一种有效的土壤改良措施。



研究项目负责人郭熙盛所长（左）在皖南试验田与 PPIC 总裁施多福博士（中）及陈防博士（右）共同观察油菜施用白云石后的生长情况

# 磷钾肥对豇豆产量和品质的影响

王正银 李成琼 徐卫红 叶学见 任雪松

西南农业大学 重庆北碚 400716

向华辉 刘星

重庆市九龙坡区农业局 重庆 400051

豇豆是我国南方主要的豆类蔬菜。重庆郊区酸性菜园土壤比重大，长期以来，针对该类土壤上豇豆营养特性进行的施肥研究甚少，以致豇豆产量不高，品质差，制约着菜农经济收入的增长和农业的可持续发展。近年来，在 PPI / PPIC 的资助下，我们采用土壤养分系统研究法探讨了重庆酸性菜园土壤中的养分限制因子，并进行豇豆科学施肥的田间试验研究。



王正银先生

## 1 材料与方法

### 1.1 供试土壤

豇豆田间试验的 2 个酸性菜园土壤的基本情况见表 1。

表 1 供试土壤的基本农化性状

土壤	pH 值	有机质 %	速效氮 毫克/公斤	速效磷 毫克/公斤	速效钾 毫克/公斤
酸性土	5.0	1.00	19.4	8.5	93.8
微酸性土	6.4	0.64	6.7	17.4	62.6

### 1.2 供试肥料

磷酸一铵（N 10%、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 44%），尿素（N 46%），氯化钾（K<sub>2</sub>O 60%，加拿大产），硫酸锌（Zn 24%），钼酸铵（Mo 54%）。

### 1.3 试验设计和实施

试验设 7 个处理：磷、钾肥各有高、中、低 3 个用量，常规施肥为对照（表 2）。施磷各处理中，除磷肥用量不同外，氮、钾、钼、锌用量相同；施钾各处理中，除钾肥用量不同外，其余氮、磷、钼、锌肥用量一致。施肥时，氮素的 30% 和磷、钾肥全部作基肥一次施用，余下的氮肥 40% 在抽蔓期，30% 在盛果期分别施用。钼、锌肥在抽蔓期作根外追肥。酸性和微酸性土壤豇豆品种分别为特高青、青豇 901。试验小区面积分别为 8.0 平方米和 6.3 平方米，重复 4 次，随机排列。豇豆果实收获时，各小区分次单独采收计产。在盛果期取样测定果实粗蛋白，还原糖、氨基酸和 Vc 含量。

表 2 豇豆田间试验施肥量（公斤/亩）

土壤	磷肥			钾肥			对照
	高	中	低	高	中	低	
酸性土	30	20	10	18	12	6	习惯施肥
微酸性土	17	8.2	4.1	24	16	8	习惯施肥

## 2 结果与讨论

### 2.1 施肥对豇豆产量的影响

**2.1.1. 磷肥** 在 pH 5 的酸性土壤上，随着磷肥施用量增加豇豆产量逐渐降低，以低水平施磷（10 公斤/亩）处理的豇豆产量为最高，较常规施肥增产 18%。在有效磷较高的微酸性土壤（pH 6.4）上，施中量水平的磷肥（8.2 公斤/亩）处理的豇豆产量为最高，施高水平的磷（15 公斤/亩）减产 4.6%（表 3）。

由此可见对需磷多的豆科蔬菜植物如豇豆，虽然土壤有效磷含量低（8.5毫克/公斤），但施磷量过多（30公斤/亩），仍会导致减产。两种土壤有效磷的含量不同，达到最高产量的施磷量也不相同。同时两种土壤的豇豆产量以微酸性土大于酸性土。因此，视土壤养分磷素含量状况和产量水平来决定磷肥在平衡施肥中的用量是达到高产的重要因素。

表 3 不同施肥处理豇豆产量

土壤	产量	磷 肥			钾 肥			对照
		高	中	低	高	中	低	
酸性土	公斤/亩	739	820	885	908	820	735	750
	%	98.5	109.3	118	121	109.3	97.9	100
微酸性土	公斤/亩	1037	1291	1175	1037	1095	1074	1085
	%	95.6	119	108.3	95.6	101	99	100

**2.1.2 钾肥** 酸性土壤上的豇豆产量随着钾肥施用量的增加而增加。在高钾水平下（18公斤/亩），增产幅度为最高，达21%；在低钾的微酸性土壤（62.6毫克/公斤）上，施钾8~24公斤/亩时，对豇豆产量无明显影响；高钾处理还出现减产现象（表3）。对两种土壤上的施钾效应相比，发现微酸性土壤中的有效钾低，施钾量要高于酸性土壤，但豇豆产量较常规施肥变化不大。原因可能是在施用高钾水平的情况下，磷肥施用量的比例不协调（表2）。因此，对豆科蔬菜豇豆而言，确定适宜的磷、钾肥用量比例是高产栽培中一个关键性的环节。

## 2.2 施肥对豇豆品质的影响

**2.2.1 粗蛋白** 在酸性土壤上，施用中、高量水平磷肥对豇豆粗蛋白有一定正效应（表4）。施用的3个钾水平中，中量处理可提高粗蛋白含量，高、低量钾肥的作用并不明显。微酸性土壤上，施磷、钾肥能提高豇豆的粗蛋白，其中以低量磷肥、高量钾肥处理的增进幅度较大（表5）。

**2.2.2 还原糖** 酸性土壤上随着磷肥施用量增加，还原糖含量明显降低。在低磷水平下，还原糖的含量高（表4）；3个施钾水平的处理均降低了豇豆还原糖含量，其中以低钾处理，降低量为最小（表4）。微酸性土壤施用磷、钾肥各处理均明显降低豇豆还原糖含量，以中磷和低钾处理降低量最小（表5）。

表 4 酸性土壤不同施肥处理豇豆果实品质比较

肥料	水平	粗 蛋 白		还 原 糖		氨 基 酸		Vc	
		克/公斤	%	克/公斤	%	毫克/公斤	%	毫克/公斤	%
磷肥	高	12.2	105	18.8	76	1127	99	310	127
	中	12.5	108	21.8	88	1204	106	268	110
	低	11.5	99	25.3	102	1275	112	322	132
钾肥	高	11.0	95	21.6	87	1322	116	295	121
	中	12.5	108	21.8	88	1204	106	268	110
	低	11.5	100	19.3	78	540	47	297	122
习惯施肥	对照	11.6	100	24.7	100	1138	100	245	100

表 5 微酸性土壤不同施肥处理豇豆果实品质比较

肥料	水平	粗蛋白		还原糖		氨基酸		Vc	
		克/公斤	%	克/公斤	%	毫克/公斤	%	毫克/公斤	%
磷肥	高	10.6	101	18.6	87	1556	78	319	110
	中	10.9	105	17.2	80	1899	95	340	117
	低	11.0	106	18.4	86	1586	79	363	126
钾肥	高	11.3	108	18.4	86	1705	85	285	98
	中	10.6	101	18.6	87	1556	78	319	110
	低	10.7	102	16.9	79	1675	84	324	112
习惯施肥	对照	10.4	100	21.4	100	2006	100	289	100

**2.2.3 氨基酸** 酸性土壤各处理豇豆氨基酸含量随施磷量增加而降低、施钾量增加而增加。仅高磷和低钾水平比常规施肥处理的氨基酸量低，并以低钾处理降低量为最大，达 53%。表明重视钾肥的适量平衡补给在该土壤上对提高豇豆氨基酸含量、改善营养品质具有重要意义。微酸性土壤各施肥处理豇豆氨基酸含量均大幅度降低（5%~22%），并无明显规律性的变化，这与该土壤上生产的豇豆粗蛋白的含量相对较低，氨基酸含量较高有关。



酸性菜园土壤上豇豆的生长情况

**2.2.4 Vc** 酸性土壤施用磷、钾肥均可提高豇豆 Vc 含量，以中量磷、中量钾水平提高量为最小。磷肥对豇豆 Vc 的提高作用大于钾肥（表 4）。微酸性土壤各处理豇豆 Vc 含量普遍高于酸性土壤，除高钾处理略显降低作用外，随着磷、钾肥施用量增加，豇豆 Vc 含量均呈降低趋势（表 5），仅高钾处理 Vc 含量略低于常规施肥，其余处理 Vc 含量较对照增加 10%~26%。因此作者认为，在两种酸性土壤上施用磷、钾肥均可获得较高含量 Vc 的豇豆，而以低磷、低钾处理的 Vc 含量为最高。

### 3 小结

**3.1** 在酸性和微酸性土壤施用中、低量磷肥（10~20 公斤/亩或 4.1~17 公斤/亩），可使豇豆增产 8.3%~19.0%。在酸性土壤施用高、中量钾肥（12~18 公斤/亩），可增产 9.3%~21.0%。在微酸性土壤施钾无增产作用。

**3.2** 两种土壤上磷、钾肥对豇豆粗蛋白含量以提高作用为主，但增加量小。对还原糖则主要表现为降低作用，以微酸性土壤更为明显。适量施用磷、钾肥可提高酸性土壤豇豆氨基酸含量，但微酸性土壤磷、钾肥降低豇豆氨基酸含量。施用磷、钾肥可提高两种土壤上豇豆 Vc 含量，微酸性土壤以低量磷、钾肥的效果为最佳。

# 紫色土小麦施磷效果显著

李伟 戴亨林

重庆市土壤肥料站 重庆 邮编 400020



李伟先生

小麦是对磷敏感的作物之一。旱地条件下磷素的有效性低。因此，施磷对小麦的产量具有显著的影响。为了探索重庆紫色土小麦施磷的增产效果，以及磷肥的合适用量和比例，为大面积生产提供有效的施磷推荐，于 2001 年开展了磷肥试验。

## 1 材料与方方法

试验点设置在潼南县前进乡八村一社张正峰的承包地以及荣昌县荣隆镇果园村 7 社叶宗彬包产地，土壤分别为石灰性紫色土和中性紫色土（表 1）。

试验设计中，氮素水平为经多年试验确定的最佳用量，施磷处理为 0、3、6、9 和 12 共 5 个水平。小区面积为 20 平方米（5 米 × 4 米），重复间走道宽 0.4 米，试验四周设保护行 1.0 米。三次重复，随机区组排列。

播种时，施肥处理每小区用 1.2 挑猪粪尿淋窝，空白处理用等量清水淋窝。60% 的氮肥和所有的磷钾肥料均作底肥，在出苗后兑水淋施，剩下 40% 的氮肥在拔节期穴施。

表 1 试验地点及供试土壤养分状况

地点	作物	土壤	pH	OM	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	
				%	毫克公斤							
潼南	川麦 107	红棕紫泥	7.9	0.33	8.3	2.9	57	5719	136	8.4	1.3	
荣昌	绵阳 21	灰棕紫泥	6.9	0.50	14.1	5.2	49	3708	174	10.1	1.7	
养分临界值					50	12	78	400	121	12	2	

锌肥 ( $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ) 用量为 2 公斤/亩，拌种。

## 2 结果与讨论

### 2.1 对小麦产量的影响

从表 2 可以看出，不施磷处理小麦产量极低，仅为 OPT(最佳用量处理)的 76.7% ~ 78.6%，差异达到 1% 显著水平。这与土壤有效磷含量显著低于临界值的分析结果吻合，表明磷素是供试土壤的限制因子。随着磷肥用量的增加，产量同步增长，当达到 6 公斤/亩  $P_2O_5$  时，产量最高，以后随施磷量的继续增加，产量逐渐下降（图 1），表明每亩施用 10 公斤 N，6 公斤  $P_2O_5$  和 5 公斤  $K_2O$  的施肥配比可得到最高产量。

表 2 不同磷肥水平与小麦产量

试验处理	潼南		荣昌	
	平均产量 公斤/亩	相对产量%	平均产量 公斤/亩	相对产量%
0—0—0	50.6	23.5	107.5	51.2
10—6—5 (OPT)	215.6	100	210.0	100
10—0—5	169.5	78.6	161.1	76.7
10—3—5	195.6	90.7	192.8	91.8
10—9—5	203.3	94.3	209.2	99.6
10—12—5	202.2	93.8	203.1	96.7
10—6—5—Zn	206.7	95.9	209.4	99.7



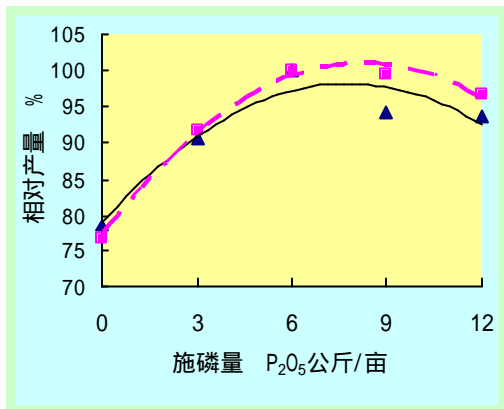


图 1 磷肥用量与产量

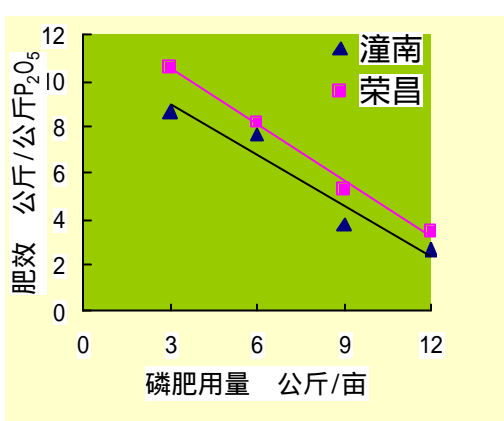


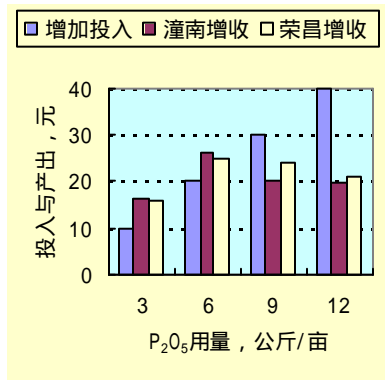
图 2 磷肥肥效曲线

## 2.2 磷肥的增产效益

从图 2 中可以看出，当磷肥用量低时，肥效好但产量也低。用量提高后，产量增加但肥效减低了。以肥效和产量为基础在经济上来做衡量，在两个试点上，最佳经济产量的施磷量均为 3 公斤/亩，虽然比最高产量降低了 17.2 公斤/亩~20 公斤/亩，但由于小麦的市价极低，纯收益要比最高产量的磷肥报酬高 13.0%~29.3%。随着氮、钾肥料用量的提高，其磷肥肥效曲线（图 2）和图 1 中的拐点均会发生变化，磷肥的最佳经济施用量将会高于 3 公斤/亩。

## 2.3 施磷肥的经济效益

从图 3 中我们可以看出，施用适量的磷肥具有很好的经济效益。如果过磷酸钙按市价 400 元/吨计算，小麦收购价按 0.50 元/公斤计，在试验条件下，3 公斤/亩 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 的施肥水平，增加肥料投入 10 元，可带来 16 元的经济收益，新增纯收益 6 元/亩。当施肥量提高到 6 公斤/亩 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 时，产量投比由 1.6 降到 1.26，而带来的经济效益会继续提高到 26 元。当施肥量达到 9 公斤/亩 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 时，产投比小于 1，施磷表现出负效益。



## 3 小结

- 3.1 重庆潼南县和荣昌县的红棕紫泥土及灰棕紫泥土有效磷含量低于正常需磷量临界值的 24%~43%，生产上小麦明显表现出缺磷症状。
- 3.2 磷肥的增产效果显著。在适当的（OPT）条件下，小麦施磷可增产 27.2%~30.3%。试验条件下，磷肥的最佳经济产量施用量为 3 公斤 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/亩，而 6 公斤 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/亩可获得 210 公斤/亩~216 公斤/亩的最高产量。
- 3.3 当磷肥用量在 6 公斤 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/亩以下时，可获得良好的经济效益，当磷肥用量超过该值后则产生负效益。

## 鲍泽善接受中国的友谊奖

### 鲍泽善博士

钾磷研究所/加拿大钾磷研究所中国和印度项目部的副总裁鲍泽善接受中华人民共和国政府的友谊奖。副总理钱其琛颁发并由总理朱镕基祝贺受奖人。

受奖后，鲍博士表示“看到中国的领导颁奖才知道这是一项极高的荣誉”。我很为激动。与钱副总理握手后有两秒钟的时间我才“回到地球”上。



鲍泽善博士接受副总理钱其琛颁发的友谊奖

这个奖不是我的，而是我们的。我只是缝衣针的针孔。只有与缝衣针（加拿大钾磷肥研究所的工作人员）配合及北美各办事处牵出结实的线以及中国各级官员和经过中国的各省（市、自治区）有关人员的配合才能发挥作用。得奖的由许多人组成的团队。

钾磷研究所/加拿大钾磷研究所中国项目部没有

北美各办事处的支持及公司和政府在财力上强有力的资助是不会有今天的。没有中国农科院，农业部坚定的支持和中国最高领导人在针对农业政策上的决定也不会有今天的。同样重要的是各省与中国项目部人员合作的机构辛劳工作才有今天的成就。同样的也不能忘记县里的工作人员，农技员和农民热心的贡献。

一个人无法代表钾磷研究所/加拿大钾磷研究所中国项目部及所有参与的人员。我代表所有的人接受这个奖。每个人都做出了有价值的贡献。

我感谢各位让我代表接受这个奖。你们是很杰出的团队，继续努力。

在潼南试验田的不施磷肥处理小区中，小麦分蘖数少，生长情况不良。





## 钾的合理评价

Albert E. Ludwick 博士 [aludwick@ppi-far.org](mailto:aludwick@ppi-far.org)

养分有效性是一个复杂的话题。土壤中某种养分或遭受淋溶、或者挥发、或者沉淀、抑或遭受其它的去向，是由众多化学的、生物的和物理的因素来决定的。下面的一组问答试图概括地描述钾在土壤中的基本行为。存在于土壤中的钾素，无论是来自于矿化还是来自于各种形式的肥料，钾就是钾。也就是说，不论钾的来源如何，其本质上的行为是相同的。

**问：为什么钾与氮不同，不淋溶到根层以下？**

**答：**钾以阳离子形式存在，带有正电荷。而土壤胶体粘粒和有机物质带有负电荷。由于异性电荷相互吸引，带有正电荷的钾离子被吸附到带有负电荷的胶体粘粒和有机质上。其他阳离子的行为与钾相似，它们也会被吸附到带负电荷的物质上。一方面，这种吸附力足以防止钾的淋溶，另一方面，其他阳离子能够克服这种吸附力置换出钾使其进入土壤溶液以供作物不断地吸收。然而，在砂性土壤中由于粘粒和有机质含量低所以土壤对钾的吸附容量小，钾的淋溶会成为问题。

**问：如何避免土壤中钾的固定？**

**答：**若在土壤中含有一定量的2：1型粘土矿物（收缩/膨胀作用）则会发生钾的固定。当该类型的粘土矿物层间塌陷时，陷入层间的钾便封锁在其中，而被固定。在这种类型的土壤上，若多年种植作物而又不施用钾肥则会因钾的耗竭而大大提高土壤的固钾能力。这就是圣荷安昆流域（美国加州）中的很多土壤是“钾的固定高手”的原因。尽管不可能完全避免钾的固定，但可以通过条施钾肥来减少钾与有固定性能的粘土矿物的接触而减少钾的固定。实施长期施肥项目可以维持土壤有效钾在一个较高的水平（最佳水平），这种措施能够从第一步起防止产生钾被固定的环境。

**问：为什么作物需要如此多的钾？**

**答：**钾是植物体内60多种酶的活化剂，因此对很多化学反应它都是必需的。钾素在维持植物细胞内离子平衡，糖分、养分和其他可溶性化合物的运转，淀粉和蛋白质的合成，以及光合作用等方面都起着重要作用。通常植物含钾量达2%或更高，只有氮的含量可与之相当。由于作物要形成大量的碳水化合物（糖、淀粉）和蛋白质，因而要从土壤中吸收大量的钾。例如每生产一吨碳水化合物，葡萄需钾量为5.9公斤（养分量或K<sub>2</sub>O量，下同）、马铃薯为5公斤、西红柿为3.3公斤；生产一吨蛋白质，苜蓿需钾量为27.2公斤、青贮玉米为3.8公斤。

**问：哪种钾肥最好？**

**答：**目前市场上有多种钾肥能有效地向作物提供钾素。选购钾肥时应该遵循以下原则：

- 1) 满足适宜的施用方法：该种钾肥是干施、还是通过灌溉系统施、或作为叶面喷施？
- 2) 伴随离子：有些钾肥品种含有其他必需营养元素如氮、硫、镁等，这就产生了附加值。但是，对于木本、藤本和蔬菜作物施用含氯肥料时应该加以小心，尤其是当肥料用量较大或者土壤排水条件差时应特别注意。
- 3) 费用：费用包括每公斤K<sub>2</sub>O的价格，其他养分的价值，施肥时的费用。

钾是植物的必需营养元素，是植物三大必需元素之一。只要正确地管理钾素营养应会带来巨大的红利。

（注：原文发表在网页上 [www.ppi-ppic.org](http://www.ppi-ppic.org) 美国西部地区，湖北鲁剑巍译）

# 饥饿是不能等待的

施多福博士

加拿大钾磷研究所 电邮：mstauffer@ppi-ppic.org

人类依靠着食物来生存，对食物的寻求是没有开端和终止的。

1975 出版的“饥饿是不能等待的”一书作者 Joseph Sander 的铭言

我称为“开拓展望”。有些时候前景因时事而创造。有些时候我们需要退一步来看时事。因此，我最近又重读了“饥饿是不能等待的”这本书。另一方面，是在泰国曼谷的国际土壤学会议上得到的启发，那就是：土壤并不仅仅是一个被用来研究的介质，它应该被看成是能提供粮食和衣物的资源来满足人类的需求。如何来利用这项资源会影响到我们生活所在的环境。综合以上的概念，我希望你能为我们在工作上走出一条明路。我相信你们之中有许多人都有这种眼光和信念。



我希望能利用这个篇幅来鼓励并激发读者对农业生产、农民经济和环境保护上的贡献。就如你一般，我会不时地检讨我自己，我做出了什么成绩...是不是对改善人们的生活做出了贡献。我相信是的。希望你同意。

**难回答的问题：**与 25 年前，当“饥饿是不能等待的”这个问题刚被提出时相比，我们在相似的职位上所做出的贡献是不同、更好、还是不及？

**我的观察：**我们仍有许多优秀的科技人才，有些致力于基础研究、有些致力于科技的应用。我们仍有许多开明的农民利用先进的种植法。我们仍有许多过时的农业政策。此外，我们仍有许多反对改变的人们。我的一个工作信念是不管有多少人保持着消极的态度，仍有许多人勇往直前创造出有实质的光明前景。在这个世界上我们可以看到许多范例。成功的例子是值得我们来模仿的，所以我希望你们能与科学教育、工业、政策制定和农业人员们共同努力为农业创造出光明的前景。饥饿现象提供了发展农业的时机。**事实上，我们工作的态度可以决定饥饿是否可等待。**



(注：施多福博士，Mark D. Stauffer 为 PPIIC 的总裁，原文刊于 Better Crop International, vol. 16.2, November 2002)

施多福博士(戴红头巾者)在田间实地阐明粮食生产的方针。