



Better Crops China
2000年9月(总第5期)

高产施肥

《高产施肥》为 PPI/PPIC 中国项目部的出版物，每年三月及九月各出一期。

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。

主编：王家骧

编辑委员：金继运、陈防、涂仕华、刘荣乐

网页：www.ppi-ppic.org

电邮：王家骧 jwang@ppi-ppic.org

金继运 jyjin@ppi-ppic.org

陈防 fchen@ppi-ppic.org

涂仕华 stu@ppi-ppic.org

刘荣乐 rlliu@ppi-ppic.org

封面：江西水稻。王家骧提供

出版机构：钾磷肥研究所/加拿大钾磷肥研究所 中国项目部

国际项目总部- - Saskatoon, Saskatchewan, 加拿大

M.D. Stauffer, President, PPIC, and Senior V.P. International Programs, PPI

S.S. Portch, V.P. China & India Programs, PPIC

T.L. Roberts, V.P. Latin America, PPIC

理事会：

W.J. Doyle, Chairman of the Board, Potash Corporation of Saskatchewan Inc.

C.S. Hoffman, Vice Chairman of the Board, IMC Global Inc.

H.Mathot, Chairman, Finance Committee, Cargill, Incorporated

行政办公室 - Norcross, Georgia, 美国

D.W. Dibb, President, PPI

B.C. Darst, Executive Vice President, PPI

北美项目总部 - Brookings, South Dakota, 美国

P.E. Fixen, Senior Vice President, PPI

中国项目部：

王家骧副主任，香港办事处；金继运副主任，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

会员公司：

Agrium Inc.

Cargill, Incorporated

CF Industries, Inc.

Farmland Hydro, Inc.

IMC Global Inc.

Intrepid Mining, LLC/Moab Potash

Mississippi Chemical Corporation

Potash Corporation of Saskatchewan Inc.

Simplot

资助：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。

加拿大钾肥公司在中国平衡施肥示范项目的报告

鲍泽善博士

PPI/PPIC 中国项目部 香港特区

“世界处于不断的变化之中，”，这是大家都知道的事实。

我们在这里引用这句话，是为了提醒读者，在整个世界经历变化的同时，我们所处的那一部分世界也会随之改变，这种改变可以是一个国家、一个县（市）或一个农户的改变。它使我们生活的各个方面以及谋生的方式都引起了变化。

对于国家来说这种变化通常是社会经济或政策性的。例如中国可能加入世界贸易组织（WTO）；对于一个县（市）来说这种变化可表现为人口增长，新建的房屋、道路等。

这种变化对于一个农户来说常常不很明显，但也还是在变化着。比如，与 10 年前相比，现在农民种植的作物已不完全相同，在北方的许多地区土壤钾素不断耗竭，农户使用的作物品种、肥料、农药及其施用方法等已发生了变化，新的不断地取代旧的。

那么这种变化对于一个科研人员、政府官员、技术推广人员、农民、肥料经销商或消费者来说意味着什么呢？您也只能随之而变。

这就是为什么加拿大钾肥公司在中国的平衡施肥示范项目近年来不断变化的原因。

在中国的平衡施肥示范项目是从 2 个简单的田间小区试验开始的，最先主要是粮食作物。当时面对的是依照政府自力更生的原则，通过氮磷钾的平衡施肥来多打粮食，以满足快速增长人口对口粮的需求。而现在，由于自由市场经济观念的树立，农民开始对农产品质量和种田效益更为关注，在许多地区种植结构已发生了改变。

为了迎接这些变化带来的挑战，平衡施肥示范项目改变了策略，在继续进行简单示范的同时，开始在一些新的作物上进行试验研究，并减少了田间收获日活动的次数。

这些改变给我们带来的结果是土壤分析测试被广泛采用，这样就能对许多种作物的多种养分状况进行评价并给予更加准确定位的施肥推荐。又向真正意义的平衡施肥迈进了一步。但是，我们不能满足于目前的成就而裹足不前，更应该为迎接新的变化而努力。

在农业生产上，有几个重要问题值得我们去关注：

1. 土壤肥力是动态的，我们应注意它的正常动态变化。
2. 因加入世界贸易组织而引起的农业生产一体化。
3. 因加入世界贸易组织而引起的作物种植类型的变化。
4. 为满足本地和世界贸易组织的需要而对优质作物产品的需求。
5. 由于本文篇幅所限，不能一一列举的其他有关的变化。

下面，让我们简要地讨论一下上述前 4 点对我们的影响。

土壤肥力动态变化

许多人都知道，土壤就像一锅汤料，当你加入或移走配料（养分）时，其平衡就会随之变化，从而引起这“一锅汤”的口味和营养含量的改变。

在进行高产栽培时，由于增施了钾肥，我们也从土壤中带走了更多的氮、磷、镁、硫和各种微量元素养分。这些带走的养分有些必须补充进来才能保持土壤养分的平衡。

例如，加拿大钾肥公司平衡施肥示范项目的实验结果表明，施钾肥达到适宜的用量后，为保持作物高产高效所需要的磷养分施用量也随之增加了。

目前我们常常听到说中国土壤中含磷量已累积的很高，可以减少磷肥用量，而实际上我们应在累积不严重的地区，保持甚至增加施磷量来提高其他养分的利用效率。记得曾经有人说过，北方土壤不需要施用钾肥，但这个论断目前已经被证明是过时了。土壤中的养分是动态变化着的，类似的预言和结论会随时间变化而失效或过时。因此，在持续的研究项目中有必要采用系统方法来消除能被控制的产量限制因子，这些因子包括种植密度、水分管理、植物养分、品种及其他管理措施。这将对研究人员、推广人员、肥料经销商和农民产生影响。他们难免不断地改变其推荐措施，获得最新信息并用于竞争。农民需要这样的信息，我们最好是能随时提供给他们。

农业生产一体化

在未来的 20—30 年中，农业人口与城市人口之间将有一个缓慢而持续的变化。一部分农民将离开本乡本土去寻找收入更高的工作，这将是那一部分不善耕种或听取了错误意见的农民。小农场将被合并，机械化程度将会提高，是世界范围内正在发生的事实，已算不上什么新事物，而在中国也不例外。

由于发生了这些变化，研究人员向技术推广单位和其他推广部门推荐不同的农业生产管理模式是十分必要的，因为农民需要它。今后的农民将会接受到更好的教育，将成为更好的经营者，而且只有那些农民中的优秀者才能继续从事农业。

作物种植类型的变化

过去几年这种变化已经发生，今后随着中国加入世界贸易组织，农民在市场中竞争机会的增加，这种变化将更大。世界范围内的竞争，农作物的进口，将会引起中国种植业结构类型相应的变化。

我们可以确定的是，变化一定会发生，结果是导致对高水平作物管理所需有关信息资料的更大需求。

优质产品的需求

人们在饥饿的情况下，什么质量的食物都可以果腹。然而，随着产品供应的增加，人们对质量好的食物需求就相应增加了，这种变化在中国的许多地区已经发生并在继续进行着。世界贸易组织将加速此变化过程，因为世界市场的消费者需要更高品质和更新鲜的农产品。

我们现在是否已经掌握了可向农民推荐的最新信息呢？在许多情况下是没有的。我们已经知道的是，钾称之为品质元素，平衡施用钾肥在提高作物品质和延长贮存期方面起着重要作用。

那么，所有这些对加拿大钾肥公司的平衡施肥示范项目将会产生什么样的影响呢？可以说产生变化是必然的，那又是怎样的变化呢？

有一点可以肯定的是从加拿大钾肥公司或其他渠道来的经费将继续投向农业研究项目，只是研究的内容会有所变化。可能有更多的因素将被列入研究范围而不仅仅是氮、磷、钾三种养分。我们需要有多方面综合研究的概念，即进行最高产量和最佳经济产量（MYR/MEY）的研究。这些因子将包括新型肥料、肥料的施用方法、土壤分析测试、水分管理……等等，并可不断地列出更多的因子，因为其相互作用是复杂多变的。另一个可以确认的变化将是对农民传播信息的方式。今后重点将不再只限于田间收获日、领导考察会和其他有关的田间活动，而是更多地采用各种媒介如杂志、报纸、广播和电视，也可能包括计算机与农民通过网络交流。

加拿大钾肥公司的平衡施肥项目已做好了应变的准备吗？您有这种准备吗？

对于前一个问题的回答是肯定的，而后一个问题的回答只有您自己知道。

加拿大钾肥公司与加拿大政府和中国政府以及萨斯喀彻温省和加拿大钾磷肥研究所目前正一同在为帮助中国实现转变而提供经费支持。这个新的中国--加拿大合作项目——“中国持续农业中的养分与肥料管理（NMS）”已经签署，来帮助中国在各种变化中能更顺利过渡。在2001年第一期《高产施肥》中我们还将更详细地作有关的介绍。

有句老话说“关于变化，唯一可以肯定的是它将会出现”。我们必须做好准备，在变化出现的时候能够引导它，走在它的前面。



受世界贸易组织的冲击，农庄的合并，工作量大的工作将会被机器取代（本文作者提供）。

钾肥施用对脐橙产量和品质的影响

鲁剑巍 陈 防 万运帆 刘冬碧 余常兵

湖北省农业科学院土壤肥料研究所 武汉 430064

王耀群 宋发安

湖北省秭归县特产技术推广中心 443600

三峡库区种植的脐橙对提高当地农民收入、活跃城市水果市场以及加速湖北省三峡库区经济发展上发挥了很大的作用。然而,近年来在脐橙生产中存在一些亟待解决的问题,诸如产量不高和品质退化等问题,阻碍了脐橙市场的进一步发展。脐橙管理调查显示,脐橙立地营养条件差和养分施用不平衡是导致以上问题出现的一个重要原因。

实地调查结果表明,现阶段脐橙园养分管理中尽管普遍施用氮磷肥,但存在过量施用氮肥而钾肥施用不够,甚至有忽视施钾的倾向。由于脐橙生产不断向集约化发展,脐橙果实带走的土壤养分越来越多,而近年来有机肥施用量也再大幅度的下降。因此重视脐橙平衡施肥尤其是在氮磷肥基础上配施钾肥在脐橙管理上越来越重要。

湖北省秭归县是我国脐橙生产大县,最近在当地进行的柑桔园养分状况调查结果显示园地土壤和脐橙叶片中,钾素含量是缺乏的,而在实际生产中果农对钾肥在脐橙的增产作用认识不足,因此在秭归县进行脐橙施用钾肥试验,推广平衡施肥有着重要的实际意义。

I 试验材料与方

1.1 试验地点和供试土壤状况.

试验安排在秭归县柑桔示范场(水田坝乡),供试土壤为酸性紫色土,土壤质地粘壤土,土壤基本农化性状为:pH(水浸)6.3,有机质6.83克/公斤,全氮0.598毫克/公斤,全磷0.50毫克/公斤,全钾21.08毫克/公斤,速效氮74.9毫克/公斤,速效磷18.9毫克/公斤,缓效钾271.3毫克/公斤,速效钾138.5毫克/公斤,CEC15.98cmol/公斤。

1.2 供试脐橙状况

供试脐橙品种为罗脐35号,1992年移栽,密度为130株/亩,1994年开始挂果,1996年进行试验时为普遍挂果第二年。试验连续进行4年。

1.3 试验设计

试验设4个处理:1)不施钾对照 2)亩施 K_2O 8.3公斤 3)亩施 K_2O 16.7公斤 4)亩施 K_2O 25.0公斤。各处理除钾肥用量不同外,其他养分的施用均相同,氮肥(N)用量1996-1997年年施27.7公斤/亩,1998-1999年20.8公斤/亩(后两年氮肥用量下调是因为发现前两年果实贪青晚熟),年施磷肥(P_2O_5)11.2公斤/亩,另外根据土壤和果树营养状况施用一定量的镁、锌、铁和硼肥。

II 结果与讨论

2.1 脐橙产量

表 1 结果表明, 不同年份各处理的收获脐橙个数有很大的变化, 除试验开始的 1996 年施钾对脐橙个数的影响无规律外, 其他年份施钾处理与对照相比收获的脐橙数均有一定量的增加。就 1997-1999 年的平均结果来看, 每亩施钾(K_2O)16.7 公斤收获的果数最多。

脐橙产量结果表明, 试验的第一年施钾没有表现出增产效果, 相反各处理间产量差异很大, 这可能与试验地的钾素养分含量高有关(速效钾 138.5mg/kg), 同时与试验开始时树体自身的营养状况有极大的关系。

从第二年开始不同施钾水平的脐橙产量显示出了明显的差别, 因此可以把 1996 年的试验作为预备试验。1997 年的产量结果显示施钾(K_2O)8.3 公斤/亩和 16.7 公斤/亩两处理产量基本接近, 获得最高产量。1998 获得最高产量的处理是施钾(K_2O)25.0 公斤/亩, 说明了试验开始的前两年由于树体小需要的钾素养分较少, 而随着树龄的增大需钾量逐步增加。1999 年获得最高产量的处理是施钾(K_2O)16.7 公斤/亩。

就 1997-1999 年三年的产量结果来看, 尽管试验地基础土壤速效钾含量较高, 但在脐橙上施用钾肥, 仍有明显的增产效果, 其中以施钾(K_2O)16.7 公斤/亩效果最佳, 三年平均增产 41.8% (表 1)。

表 1. 钾肥用量对脐橙 收获果数和产量的影响

年份施钾量 (kg/hm ²)	每株收获果数和产量 (n=16)						折合产量	
	果实个数			产量 (kg)				
	个数	标准差	相对值	产量	标准差 (公斤/亩)	相对值		
1996	0	40.5	28.1	100	8.5	7.1	1109	100
	8.3	46.8	23.5	116	11.2	6.0	1457	131
	16.7	28.4	18.6	70	6.2	4.9	811	73
	25.0	29.6	12.0	73	6.3	2.7	813	73
1997	0	49.0	16.9	100	10.1	3.8	1313	100
至	8.3	57.4	14.0	117	12.8	3.4	1664	127
1999	16.7	69.6	21.4	142	14.4	5.1	1872	143
平均	25.0	60.4	19.8	123	13.0	4.6	1690	129

注: 标准差的数值愈大表示每种处理之间的差异愈大。

表 2 显示的是以 1996 年不同处理的果实产量为基础再与其他年份同一处理的产量相比的年度(自然)增产情况。结果表明随着脐橙的成长, 各处理的脐橙产量都不断的在增加。若不考虑施钾差别, 1997、1998 和 1999 年与 1996 年相比产量平均自然增产率分别为 33.5%、70.9%和 99.4%, 说明在脐橙幼树阶段果实产量随树体的成长而不断提高。

表 2 结果还表明, 不同钾肥用量对脐橙成长过程中每年的增产量产生了明显的影响, 不施钾和低钾处理(亩施 K_2O 8.3 公斤)年度增产远低于亩施钾 (K_2O) 16.7 公斤和 25.0 公斤的处理, 说明足量钾肥的施用对保证脐橙的丰收有着重要的作用。

表 2. 1997-1999 年不同处理相对 1996 年的增产情况

施钾量 (公斤/亩)		1997	1998	1999	三年平均
绝对增产 (公斤/亩)	0	47.1	58.1	63.0	58.0
	8.3	15.8	57.2	44.5	55.8
	16.7	76.2	26.9	66.3	56.5
	25.0	45.8	16.7	84.3	82.3
	年 平均	72.7	52.2	89.5	88.2
相对增产(%)	0	-31.3	27.8	59.8	18.8
	8.3	14.8	3.9	23.6	14.1
	16.7	8.0	14.3	68.4	30.2
	25.0	42.6	37.4	45.8	08.6
	年 平均	33.5	70.9	99.4	67.9

2.2 脐橙品质

脐橙品质分析结果表明，与不施钾处理相比钾肥的施用对果实品质有不同程度的改善作用（表 3）。例如亩施钾（ K_2O ）8.3、16.7 和 25.0 公斤分别增加单果重 9、13 和 18 克，最高施钾处理比对照单果重提高 8.7%，单果重的增加可提高在市场的销售价格。对鲜食脐橙来说比较长的保鲜期意味着较高的收益，而果皮厚度与保鲜期长短往往成正比，钾肥的施用明显增加脐橙果皮厚度，3 个施钾处理平均增加果皮厚度 25.2%，增长保鲜期。脐橙果实可食率随着钾肥用量的提高而提高。钾肥的施用还提高了果实的可溶性固形物含量，其中以施钾（ K_2O ）16.7 公斤/亩提高的幅度最大，达 13.6%。品质分析结果还表明，施钾（ K_2O ）8.3 公斤/亩对糖酸比影响最大，与对照相比提高 2.6。脐橙维生素 C 含量随着钾肥用量的增加而提高，其中以施钾（ K_2O ）25.0 公斤/亩提高的幅度最大，与不施钾处理相比相对提高 10.9%。橙汁占可食部分的比例也随钾肥的施用有不同程度的提高。

表 3. 不同钾肥用量对脐橙品质的影响（1999 年）

施钾量 (公斤/亩)	单果重 (克)	果皮厚 (cm)	可食率 (%)	可溶性固 形物 (%)	糖酸比	维生素 C 含量 (mg/100g)	橙汁比例 (%)
0	206	0.41	70.0	12.5	11.0	47.0	84.7
3	215	0.51	70.8	13.1	13.6	50.0	86.1
7	219	0.44	72.1	14.2	11.3	49.8	86.9
0	224	0.59	74.4	12.8	11.4	52.1	86.6

III 结论

新种植的脐橙通过连续4年（1996-1999）施用钾肥田间试验，初步得到如下结论：

1. 脐橙幼龄树在投产初期的几年中年产量变化很大，因此为了得到正确结论连续几年进行试验是必要的。
2. 不同用量的钾肥与对照（不施钾）产量相比，以及相同处理不同年份的产量与试验初始年份（1996）相比的自然年度增产量结果表明，施钾（ K_2O ）16.7公斤/亩获得的产量和利润最高。
3. 钾肥的施用明显的改善脐橙果实品质。综合考虑各项品质指标，钾肥用量越高对品质的改善效果越好，即施钾（ K_2O ）25.0公斤/亩对提高脐橙品质的效果最好。



湖北省秭归县果农将脐橙分级装运。

湖北省秭归县柑橘丰收。



湖北农科院土肥所专家与秭归县农技员在柑橘园。

三张照片均为本文作者所提供。

钾肥施用对圆白菜的早熟性及产量的影响

周艺敏 黄峰 王正祥 朱静华

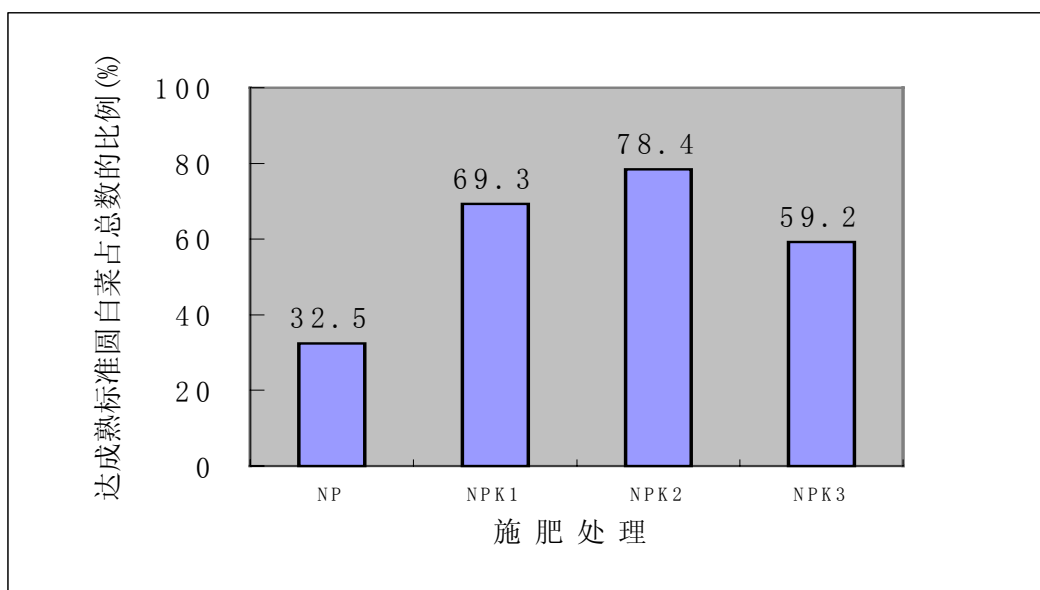
天津市土壤肥料研究所 天津 300192

圆白菜是人们喜食的大众蔬菜。由于它抗寒能力强，生长期短，生长速度快，品味佳，已成为北方早春、春夏及秋延后栽培的重要蔬菜品种，种植面积日益扩大。圆白菜也是喜钾蔬菜。为了探讨圆白菜的施钾效果，我们于1996-1998年在天津地区潮土菜田上进行了试验。结果表明，钾肥施用可以明显促进圆白菜提早成熟，增加单株结球重，提高商品菜产量。

I 钾肥施用对圆白菜提早成熟的影响

钾肥施用可以促进圆白菜结球早，结球大而紧实，提高早熟率。在预定收获期前20天调查各处理达出售标准的圆白菜个数占总个数的百分比(见图1)表明，施用钾肥(K_2O) 10-20 kg/亩，成熟率为59.2%-78.4%，不施钾肥对照区成熟率仅达32.5%。钾肥的施用可比不施钾肥对照提前成熟82%-140%。其中，每亩施用钾肥(K_2O) 15公斤早熟率最高，是对照的2.4倍。每亩施用钾肥(K_2O) 20公斤，与K2对比有下降，但比对照高近乎1倍。该地区土壤速效钾含量测定值为89—104毫克/公斤，种植圆白菜的适宜施钾肥量为每亩施用钾肥(K_2O) 10-15公斤。

图1. 钾肥施用对圆白菜提早成熟的影响



1. 注: N:15kg/亩, P_2O_5 4 kg/亩, K1,2,3: K_2O 10, 15, 20 kg/亩

2. 5月20日的调查结果, 6月20日收获。LSD(0.10):12.88 LSD(0.05):15.75

II 钾肥施用对圆白菜地上部生物量积累的影响

在收获期我们测定了不同处理地上部的生物量，结果见表 1。随着钾肥施用量的增加，圆白菜地上部生物量的积累逐渐增大，在每亩施钾量 (K_2O) 15 公斤时生物量达最高，为每亩 7.55 吨，与不施钾肥对照相比增产 14.6%。在每亩施量增加到 20 公斤 (K_2O) 时生物量呈下降趋势，每亩生物量为 7.13 吨，比对照增产 8.2%。

表 1. 钾肥施用对圆白菜生物量积累的影响

试验处理	平均 (吨/亩)	增产率 (%)
NP	6.59	0
NPK1	7.00	6.2
NPK2	7.55	14.6
NPK3	7.13	8.2

$LSD(0.10):0.337$ $LSD(0.05):0.411$

$N: 15kg/亩$ $P_2O_5 : 4kg/亩$ $K_{1,2,3}: K_2O 10, 15, 20 kg/亩$

III 钾肥施用对圆白菜商品菜产量的影响

在测定各处理生物量（毛菜重）的基础上按上市标准又测定了各处理圆白菜的球叶重（净菜重）并进行了经济系数计算，结果见表 2。从表中看到，钾肥的施用对圆白菜的商品菜产量增加效果更为明显。与对照相比增施钾肥增产率达 16.1%—35.4%。每亩施钾 (K_2O) 量 15 公斤时比不施钾肥增产 35.4%，净增产圆白菜 1160 公斤/亩，折合施用每公斤氧化钾可增产 77.3 公斤圆白菜。钾肥的施用对圆白菜商品菜的增重效果大于对生物量积累的效果，与对照相比可以提高圆白菜经济系数 10%—20%。

表 2. 钾肥施用对上市菜产量的影响

试验处理	商品产量平均 (吨/亩)	增产率 (%)	生物量 平均 (吨/亩)	商品产量/生物产 量 (经济系数 %)
NP	3.28	0.0	6.59	49.8
NPK1	4.20	28.0	7.00	60.0
NPK2	4.44	35.4	7.55	58.8
NPK3	3.87	16.1	7.13	54.3

$LSD(0.10):0.80$ $LSD(0.05):0.98$

IV 钾肥施用对圆白菜单株结球重的影响

为了调查钾肥施用对单株结球的影响，我们每一处理随机取 80 个样品（每处理 4 次重复，每重复各取 20 个样品），分别测定圆白菜的毛重、最大净球重和最小净球重。结果显示，与对照相比增施钾肥可促使单株圆白菜毛重增 0.5-0.7 公斤，最大净球增重 0.1-0.3 公斤/株，最小净球增重 0.1-0.2 公斤/株（见表 3）。

表 3. 钾肥施用对圆白菜单株最大净球重的影响 (球重 kg/每株)

试验处理	平均
NP	2.4
NPK1	2.8
NPK2	2.9
NPK3	2.9

LSD(0.10):0.173 LSD(0.05):0.212

试验表明, 种植圆白菜注意施用钾肥可促进快速结球、壮心, 提早成熟, 提前收获, 增加上市菜产量, 提高农户的收入, 是一项经济实用的技术措施。



←
施用钾肥后, 圆白菜的品质
和产量都可提高 (左)。

→
天津市武清县上朱
庄乡进行的平衡施
肥试验 (右)。照
片为本文作者所提
供。



氮钾肥配施及施镁肥对生菜的增产效应

吴有根 郭志荣 梁玉梅
广西柳州市农业局 柳州 545001

对提高蔬菜的产量，以往我们偏重于通过引进新的优良品种和施氮肥来获得。通常忽略了氮磷钾肥的合理配施。在施用磷肥的基础上，配施氮钾肥与镁肥，能明显提高蔬菜产量和品质。以红壤地区钾镁供应状况的七个等级来分类，柳州市土壤属于极低至中等的四个供钾等级间。我们在生菜上进行了氮钾和镁肥的试验，发现增产效果很显著。

I 材料和方法

试验地土壤质地为砂壤。前茬作物为叶菜类蔬菜。供试品种为本地散叶生菜。试验地点在柳江县进德镇思贤村。

试验设 8 个处理，4 次重复，随机排列。肥料用量如下表。

表 1. 各处理每亩肥料用量

	氮肥	磷肥	钾肥(K ₁)	钾肥(K ₂)	钾肥(K ₃)	镁肥
肥料种类	尿素	普钙	氯化钾			硫酸镁
用肥量(公斤)	32.6	33.3	16.7	33.3	50	6.3
养分含量(%)	46	15	60			16
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O			MgO
养分量(公斤)	15	5	10	20	30	1

II 试验结果与分析

2.1 钾对产量的影响

表 2 中的试验结果表明，在生菜上施用钾肥，增产效果很明显，增产率可达 25.0%。

表 2. 施用钾肥对生菜产量的影响

处 理	小区平均产量 (公斤)	折合亩产量 (公斤)	比 NP 处理增产	
			公斤/亩	%
NP	23.6	2248	-	-
NPK ₁	29.5	2810	562	25

2.2 镁对产量的影响

镁肥主要是随钙镁磷肥的施用一同带入，当地无单独施用镁肥的习惯。镁的增产效果是与土壤的类型、作物的种类及钾肥的用量有关。一般而言，叶菜类蔬菜对镁肥较其他作物敏感。我们施用镁的增产效果在 13% 左右（表 3）。施用镁肥还能提高蔬菜品质及营养成分的含量和市场售价，以及改善加工性能。据本试验观察的结果，施用镁肥后，叶色翠绿，卖相好，耐贮藏。

表 3. 施用镁肥对生菜的增产效果

处 理	小区平均产量 (公斤)	折合亩产量 (公斤)	比 NP 处理增产	
			公斤/亩	%
NP	23.6	2248	-	-
NPMg	26.8	2553	305	13.6

2.3 氮钾肥配施对产量的影响

如表 4，当氮钾养分比 (N/K) 合理时，增产效果显著。在施用高钾的情况下，其它的养分如氮、镁等，会成为主要的产量限制因素。

表 4. 氮钾肥配施对产量的影响

处 理	小区平均产量 (公斤)	折合亩产量 (公斤)	比 NP 处理增产	
			公斤/亩	%
NP	23.6	2248	-	-
NPK ₁	29.5	2810	562	25
NPK ₂	25.2	2400	152	6.8
NPK ₃	24.1	2295	47.7	2.1

2. 4

2.4.1 钾镁的交互作用

钾镁肥配施对生菜产量的影响列于表 5。在施用镁肥的基础上，生菜产量随施钾量的增加而显著增加。但与表 4 中的结果相比较，低钾 (NPK₁) 情况下配施镁肥明显降低了生菜产量，而高钾 (NPK₃) 情况下配施镁肥生菜产量增加幅度最大。这表明低钾情况下钾镁间的拮抗作用。在钾肥施用量高的情况下，也会抑制作物对镁的吸收。

表 5. 钾镁配施对产量的影响

处 理	小区平均产量 (公斤)	折合亩产量 (公斤)	比 NPK ₁ Mg 处理增产	
			公斤/亩	%
NPK ₁ Mg	22.5	2143	-	-
NPK ₂ Mg	31.5	3000	857	40
NPK ₃ Mg	33.3	3172	1029	48

2.4.2 钾镁对植株性状的影响

钾镁配合施用，可改善植株的农艺性状，即增加叶面积、叶片数、株高和单株重等 (表 6)。

表 6. 钾镁对生菜植株性状的影响

处 理	叶面积 cm ²	株高 cm	叶片 (张)	单株重 (公斤)
NP	107	27.5	19.6	0.18
NPK ₁	137	27.5	21.0	0.23
NPMg	118	22.8	17.6	0.20
NPK ₁ Mg	127	31.4	20.6	0.27

2.4.3 钾镁对生菜植株抗性的影响

以各地研究的综合结果来看，钾肥能增强作物的抗逆性。适量钾养分的提供，可增强作物对病、寒、旱等逆境的抵抗作用。在广西柳州市种植大白菜的研究上，显示施用钾肥可降低软腐病发病率 5%-12%。本研究观察到在生菜上，施钾可降低软腐病发病率 3.0%-4.0%（表 7）。

表 7. 钾镁对生菜抗逆性的影响

处 理	NP	NPK ₁	NPMg	NPK ₁ Mg
发病率, %	4.0	-	3.0	-
枯黄叶片数, 张	3.4	2.0	2.0	1.8

III 小结

1. 氮钾肥配施、增施镁肥对生菜有显著的增产效果并可提高植株的抗逆性。钾素是提高产量和抗逆性的主要因素。镁肥的效果与土壤类型、作物种类及钾肥的用量有关。
2. 对蔬菜最佳施肥配比的研究，可以降低购肥的成本，提高蔬菜产量和经济效益。我们试验的结果，在生菜上施肥，以氮（N）15 公斤/亩，磷（P₂O₅）5 公斤/亩、钾（K₂O）10 公斤/亩为佳。磷肥选用钙镁磷肥时，可不考虑再加施镁肥。如用其它种类不含镁的磷肥，作者建议施用氧化镁（MgO）1 公斤/亩的量为宜。



我们试验的结果，在生菜上施肥，以氮（N）15 公斤/亩，磷（P₂O₅）5 公斤/亩、钾（K₂O）10 公斤/亩为佳。磷肥选用钙镁磷肥时，可不考虑再加施镁肥。如用其它种类不含镁的磷肥，作者建议施用氧化镁（MgO）1 公斤/亩的量为宜。



照片本文作者吴有根高级农艺师（右）手中生菜为 NPK₁Mg 处理的产品，左为郭志荣农艺师。

NP, NPK₁, NPK₁Mg 三种处理的生菜产品。
(照片为作者提供)



钾肥可提高西瓜的产量和质量

李伟

重庆市土壤肥料站 重庆 400020

为了研究重庆市郊区重要的经济作物之一，西瓜施用钾肥的效果，于1997-1998年开展了在紫色土上种植西瓜的施钾试验研究。结果表明，在西瓜上施用钾肥能显著提高产量和改善品质，增加经济收益。

I 材料方法

1.1 供试土壤

试验点设在荣昌县盘龙镇二村。土壤为侏罗系上统紫色泥岩发育的中性紫色土，主要理化性质见表1。

表1 供试土壤理化性质

供试土壤	有机质 g kg ⁻¹	全氮 g kg ⁻¹	全磷 g kg ⁻¹	全钾 g kg ⁻¹	碱解氮 mg kg ⁻¹	速效磷 mg kg ⁻¹	速效钾 mg kg ⁻¹
砂壤土	1.56	0.093	0.50	1.48	70	7.2	60.1
大眼泥	1.64	0.108	0.61	1.65	52	6.9	81.5

1.2 试验处理

1997年和1998年的试验处理一致。以2000kg/亩有机(人畜粪)和15kg/亩氮、6kg/亩五氧化二磷作对照，设三个钾肥水平，即K1、K2和K3，分别代表每公顷施用K₂O 8公斤，12公斤和16公斤。化肥品种为尿素、过磷酸钙和硫酸钾。

1.3 供试作物品种

供试西瓜品种为京欣1号。种植密度500株/亩。

1.4 试验方法

小区面积20平方米(4x5米)，三次重复，随机区组排列。各处理的有机肥全部作底肥；全部磷肥和60%的氮、钾肥作底肥，于瓜苗移栽前2天施入土壤。剩下40%的氮、钾肥用作座瓜肥，在西瓜开始膨大时追施。所有田间管理各小区保持一致，并与大田生产相同。

II 结果讨论

2.1 施钾增产显著

从两年的试验结果来看，施钾有明显的增产效果。1997年施钾比对照增产23.1% - 31.8%（表2），差异均达极显著水平；1998年在西瓜膨大期正逢连续15天的干旱，施用了钾肥的处理抗旱增产效果更加明显，增产幅度达28.2%-39.6%。

表2 试验产量分析

供土	试壤	试验处	产量 kg/亩	比对照增产 %	挂果率 %	座果数 个/亩
砂壤土		NP	2186	-	86.2	446
		NPK ₁	2691	23.1	93.8	518
		NPK ₂	2881	31.8	98.6	533
		NPK ₃	2702	23.6	94.7	530
大眼泥土		NP	1773	-	84.5	322
		NPK ₁	2273	28.2	92.2	446
		NPK ₂	2452	38.3	98.9	463
		NPK ₃	2476	39.6	97.8	467

分析增产的原因，一是施用钾肥后挂果率提高。1997年比对照提高7.6-12.4个百分点，1998年提高7.7-14.4个百分点。二是大瓜率提高。3.5公斤以上的大瓜数1997年为对照359个，占总数的80.5%，施钾处理平均482个，占91.4%，比对照高11个百分点。1998年对照处理253个，占78.6%，施钾处理90.5%，比对照高12个百分点。

2.2 施钾改善品质

对1997年的西瓜品质分析表明，含糖量随施钾量的增加而提高，两者呈正相关（表3），且瓜边缘的含糖量与中心部分的差值也随之变小，表明增加钾肥用量可以改善西瓜的口感。另外，从表3还可以看出，随着施钾量的增加，大于2.5公斤的商品瓜比例提高，烂瓜、小瓜减少。田间调查，施钾后，西瓜外表色泽光亮油绿，畸型瓜减少，瓜肉色红、起沙。7月8日调查，对照区有枯萎病株11棵，而施钾区无发病情况。

表3 钾肥不同用量与含糖量的关系

试验处理	中心糖份 (%)	边缘糖份 (%)	≥2.5 商品瓜比例 (%)
NP	8.95	6.55	86.7
NPK ₁	9.45	7.55	92.2
NPK ₂	9.82	7.86	94.9
NPK ₃	10.05	8.08	95.8

2.3 增产增值效益明显

通过对表4的分析可以看出，随着施钾量增加，瓜农的经济收入也呈直线上升。每公斤K₂O（硫酸钾）可增加纯收入30到45元。

表 4 西瓜施钾经济效益分析

试验处理	产量 kg/亩	产值 元/亩	化肥成本 元/亩	增加收入 元/亩
NP	1773	1419	65.6	1353
NPK ₁	2273	1951	102.4	1716
NPK ₂	2452	1961	120.8	1841
NPK ₃	2476	1981	139.2	1842

注：以 1997 年的资料计算，尿素价格 1.4 元 kg⁻¹，过磷酸钙 0.4 元 kg⁻¹，硫酸钾 2.3 元 kg⁻¹，西瓜平均价 0.8 元 kg⁻¹。

2. 4 西瓜产量随施钾量的增加而增加

在试验条件下，西瓜产量与施钾量呈正相关，但随着施钾水平的提高，每公斤 K₂O 增加的西瓜产量 1997 年依次为：63、58、32kg；1998 年依次为：62、56、44kg。高低施钾水平相比，1997 年施钾量增加一倍，但肥效却下降一半；1998 年下降 70%。从统计分析来看，高、中、低三个钾素水平之间的产量，只 1997 年差异达 1% 水平。因此，从提高钾肥肥效，降低生产成本出发，建议以 8 kg 氧化钾/亩为宜。

III 结论

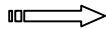
在试验条件下，施钾对西瓜的产量提高和品质改良均具有明显的作用，增产幅度可达 23%-40%。

为提高钾肥肥效和经济效益，建议在亩施 2000kg 人畜粪/亩基础上，每亩施用硫酸钾 16 公斤。施用钾肥有明显的抗旱作用。



李伟先生

西瓜为夏日受欢迎的水果之一（右图）



平衡施肥在广西桉树生产上的应用前景

谭宏伟 周柳强 黄美福

广西农科院土壤肥料研究所 南宁 530007

桉树(eucalyptus)原产澳洲,属桃金娘科桉树属,种类繁多;它速生丰产,适应性强,病虫害少,是具有多种效益的优良树种。广西的气候条件与桉树原产地相近似,年降雨量较原产地多,因此,广西栽培的桉树比原产地生长快。

由于桉树经营已列入广西地理经济范畴,广西林业发展策略规划已把开发桉树种植列入重要地位,并在全区范围内,规划桉树栽培中心区和桉树栽培选择区两大桉树栽培区域,即年平均气温 20℃等温线以南地区,定为广西桉树栽培中心区;在此等温线以北地区,选择地形、气温、土壤和水分条件适宜桉树生长的地块种植桉树林带和小片林。桉树是广西三大主要造林树种之一,现有桉树种植面积 150 万亩,可营造桉树林面积 580 万亩。根据桉树现阶段的生产布局,研究广西桉树产区的土壤条件和平衡施肥技术,对提高桉树产量和经济效益有重要意义。

一、广西桉树产区的土壤条件

桉树生长对土壤有广泛的适应性,广西中南部地区的广大低山、丘陵、沿海台地均有栽培,在肥沃的土壤上桉树生长良好,也能适应贫瘠土壤。

广西地区能适应桉树生长的主要土壤类型、养分状况:

红壤种植区是以第四纪红土、沙质岩、硅质页岩和花岗岩发育的红壤。土壤呈酸性 pH 4.50 - 6.0,土层深厚,红色,阳离子代换量较高,一般达 7.0me/100g 土以上(田林县种植区)。

赤红壤种植区以第四纪红土、沙岩岩和花岗岩发育的土壤为主,土壤 pH 4.2 - 5.0,土层深厚,呈暗红色,阳离子代换量 5.0 - 6.50me/100g 土(扶绥县桉树种植区)。

砖红壤桉树种植区,土壤主要由浅海沉积物风化发育而成,由于土壤中盐基离子被强烈淋溶,土壤呈酸性至强酸性反应, pH 4.5 - 5.5;阳离子交换量很低,为 5me/100g 土左右,土壤保肥能力较差(合浦县桉树种植区)。

二、桉树的生长量及养分吸收

1、桉树各部位养分含量

选择田林、钦州和扶绥三个桉树种植区的已种植三年以上的桉树林作为采样分析和试验测试林。每个点选取具有代表性的植株 5 株,样品分树根、主杆、枝条和树叶四个部位采集。在主茎杆采取样品时,在木质部和树皮(韧皮)部分别采取样品。

桉树含氮、磷养分均以枝梢为最高,依次为:枝梢>叶片>树杆主茎>根部>主茎木质部;钾的含量则以主茎树皮高于叶片,依次为:枝梢>主茎树皮>叶片>根部>主茎木质部(表 1)。

桉树主茎木质部含硫及含钙量最高。枝梢含镁、硼及锌量为最高。

表1 广西人造桉树林养分含量结果表

项目	地点		田林	钦州	扶绥	平均
氮(N) 含量 (%)	主茎木质部		0.288	0.224	0.219	0.244
	主茎树皮		0.366	0.417	0.368	0.384
	叶片		0.449	0.480	0.442	0.457
	枝梢		1.689	1.778	1.703	1.723
	根部		0.263	0.481	0.301	0.348
磷(P) 含量 (%)	主茎木质部		0.022	0.012	0.020	0.018
	主茎树皮		0.066	0.025	0.076	0.056
	叶片		0.098	0.036	0.063	0.066
	枝梢		0.136	0.075	0.130	0.114
	根部		0.042	0.021	0.025	0.029
钾(K) 含量 (%)	主茎木质部		0.222	0.131	0.128	0.160
	主茎树皮		0.517	0.378	0.521	0.472
	叶片		0.560	0.431	0.326	0.439
	枝梢		0.617	0.483	0.524	0.541
	根部		0.323	0.142	0.132	0.199
硫(S) 含量 (%)	主茎木质部		0.018	0.023	0.019	0.020
	主茎树皮		0.023	0.026	0.031	0.027
	叶片		0.029	0.033	0.033	0.033
	枝梢		0.078	0.078	0.078	0.078
	根部		0.036	0.032	0.032	0.033
镁(Mg) 含量 (%)	主茎木质部		0.038	0.025	0.020	0.028
	主茎树皮		0.035	0.265	0.153	0.241
	叶片		0.154	0.118	0.083	0.118
	枝梢		0.372	0.282	0.287	0.314
	根部		0.107	0.033	0.013	0.051
钙(Ca) 含量 (%)	主茎木质部		0.143	0.108	0.116	0.122
	主茎树皮		1.293	0.932	0.817	1.014
	叶片		0.544	0.546	0.522	0.537
	枝梢		1.237	0.758	0.946	0.980
	根部		0.753	0.326	0.334	0.471
硼(B) 含量 (ppm)	主茎木质部		3.34	5.30	2.64	3.76
	主茎树皮		6.04	7.18	4.56	5.93
	叶片		5.44	6.18	5.95	5.86
	枝梢		8.98	18.58	13.22	13.59
	根部		4.00	3.26	3.18	3.48
锌(Zn) 含量 (ppm)	主茎木质部		10.7	8.7	9.9	9.9
	主茎树皮		15.0	11.7	11.2	12.6
	叶片		17.1	12.8	15.0	15.0
	枝梢		19.8	21.1	17.0	19.3
	根部		17.6	9.8	9.9	12.4

2、桉树的生长量和养分吸收量

根据三个定点试验结果，桉树在生长过程中平均每个月要从土壤中吸收氮 2942—2968 毫克，吸收磷 148.9—318.5 毫克，吸收钾 1391—2146 毫克，吸收硫 180.2—203.7 毫克，吸收镁 469.6—782.3 毫克，吸收钙 2090—3173 毫克，吸收硼 2.81—4.06 毫克，吸收锌 6.52—8.44 毫克（表 2）。

表 2 桉树的养分吸收量，毫克/月。

项目 \ 地点	田林	钦州	扶绥	平均
N	2942	2968	2961	2957
P	318.5	148.9	294.0	253.8
K	2146	1391	1576	1704
S	180.2	190.6	203.7	191.5
Mg	782.3	551.1	469.6	601.0
Ca	3173	2090	2403	2555
B	2.81	4.06	3.02	3.30
Zn	8.44	6.52	7.64	7.54

可见，桉树的养分吸收量以氮最大，对其它养分吸收量依次为 $Ca > K > Mg > P > S > Zn > B$ 。

由于广西气候、土壤条件适宜桉树生长，生长量大，每月主茎伸高 24.2—35.3 厘米，胸茎增加 0.253—0.285 厘米，干物质积累增加 578.35—666.40 克（表 3）。

表 3 桉树生长量，月生长量。

项目 \ 地点	田林	钦州	扶绥
主茎高(厘米/月)	32.2	24.2	35.3
胸茎(厘米/月)	0.260	0.253	0.285
总鲜重(克/月)	1247	1211	1381
干物质(克/月)	601.7	578.4	666.4

三、平衡施肥在桉树生产上的应用前景

桉树具速生的特点，其养分吸收量大，因此，平衡施肥在桉树生产的应用有如下优势。

1. 广西桉树种植区土壤贫瘠，在这些地区营造桉树丰产林，平衡施肥尤为重要，是确保桉树生长所需养分的重要手段。
2. 桉树平衡施肥对于缩短轮伐期，促进早期速生、提前幼林郁闭（封行），减轻水土流失十分重要。
3. 桉树平衡施肥，弥补因桉树砍伐带走的矿质养分，确保养分平衡，实现桉树种植区可持续生产。



广西红壤种植区内田林县实行平衡施肥的4—5年树龄桉树成林，已充分郁闭（封行）。
主茎高16—20米。

鲍哲善博士荣获四川省金顶奖

钾磷肥研究所/加拿大钾磷肥研究所(PPI/PPIC)，中国和印度项目部副总裁鲍哲善博士，荣获四川省政府外事办公室 2000 年金顶奖。金顶奖是四川省政府为奖励那些对四川省的建设和经济发展做出突出贡献的外国专家而设立的。在过去的十多年中，鲍哲善博士为四川的农业发展做出了不懈的努力和杰出的贡献，特别是在四川省平衡施肥技术的研究、推广和应用和坡耕地水土保持新技术的研究和应用方面，成绩令人瞩目。他获此殊荣，当之无愧。下图是四川省农业科学院李乃荣副院长代表四川省外办给鲍哲善博士授奖时的情况。(文、图由涂仕华博士提供)



亚麻施钾效果及施用技术

金平 李玉影 刘双全 吴英

黑龙江省农业科学院土壤肥料研究所 哈尔滨市 150086

亚麻是黑龙江省主要经济作物之一，是麻纺工业的重要原料，也是重要的油料作物。历年生产面积在 100 万亩，约占全国纤维亚麻面积的 90%，主要分布在西部黑钙土地区。

随着农业生产的发展，土壤中 N、P、K 等营养元素被大量移走。虽然氮磷肥的用量在增加但是单位面积产量的提高，使作物从土壤中移走的钾量逐渐增加。从有机肥、秸秆还田和施用含钾化肥等形式归还土壤的钾量不足以补充作物从土壤中的移走量，使土壤中钾的含量连年亏损，导致 N、P、K 三要素之间的比例严重失调。在诸多增产措施中，施肥是提高亚麻原径单产和出麻率的有效措施。钾是亚麻重要的营养元素，但目前，我省几个主要亚麻产区还很少施用钾肥和微量元素，钾素已成为提高亚麻产量和质量的限制因子。研究钾肥对亚麻产量和质量的影响，可指导麻农生产出高产、优质的原麻，满足麻纺工业原料的要求，发展农村经济有着重要意义。因而，增施钾肥及如何使用钾肥已成为我省当前生产上急需解决的问题。

为此，我们于 1996—1997 年进行了钾肥对亚麻纤维产量和品质影响的研究。该试验采用土壤养分状况系统研究法，在摸清土壤养分限制因子前提下，进行多种处理筛选，旨在为生产优质高产亚麻提供合理科学的施肥依据。

I 试验方法

1996—97 年亚麻田间试验设在双城黑土上，田间试验小区为 21m^2 ，试验均为四次重复，随机区组排列。亚麻品种为黑亚 8 号，密度 $1200\text{株}/\text{m}^2$ ，氮肥用尿素，磷肥用磷酸二铵，钾肥用氯化钾，以硫酸钾作对照。肥料混合均匀后，做基肥施用。

供试土壤的基础肥力为 pH 6.2，有机质 5.1%，全氮 N 0.12%，全磷 P_2O_5 0.22%，全钾 K_2O 2.8%，速效氮 N 21 毫克/厘米，速效磷 P_2O_5 90 毫克/厘米，速效钾 K_2O 235 毫克/厘米。试验处理：1. NP (N 1.2 公斤/亩， P_2O_5 2.3 公斤/亩)，2. NPK_1 (K_2O 0.8 公斤/亩)，3. NPK_2 (K_2O 1.6 公斤/亩)，4. NPK_3 (K_2O 2.4 公斤/亩)，5. NPK_{2s} (K_2SO_4 ， K_2O 1.6 公斤/亩)。

在双城黑土试验点上，亚麻 4 月末播种，8 月初收获。每小区分 3 点采样，每点采 1 平方米植株样进行考种、测产、统计结果。

II 结果分析

1. 钾对亚麻原径产量的影响（见表 1）

原径产量是纤维亚麻的重要经济指标。试验结果表明，施钾肥对提高亚麻原径产量有明显的正效应。在双城黑土上，从 1996 年试验结果看，施钾肥亚麻原径产量增产幅度为 5.1~27.0%。其中效果最好的是 K_3 处理，较对照增产 27.0%，差异极显著。依次是 NPK_2 用量的氯化钾，增产 20.3%， NPK_{2s} (K_2SO_4) 增产 14.6%， NPK_1 增产 5.1%，差异不显著。

从 1997 年试验结果看，施钾肥亚麻原径产量增产幅度在 3.4~10.4%，其中增产效果最好的是 K_3 处理，较对照增产 10.4%，依次为 NPK_{2s} (K_2SO_4) 处理增产 7.9%， NPK_2

的氯化钾增产 4.3%，NPK₁ 增产 3.4%。以每公斤氧化钾增产量来看，NPK_{2s} (K₂SO₄) 处理最好，依次为 NPK₃、NPK₁、NPK₂ 处理。这说明，在土壤速效氮较低，速效钾很高的情况下，增施钾肥也可获得有效的增产效果。在氧化钾用量相等并不加施硫肥的情况下，硫酸钾好于氯化钾。

表 1 钾对亚麻产量和纤维品质的影响

时间	处理	株高 (厘米)	径粗 (毫米)	原径产量 (公斤/亩)	相对 产量	麻籽产量 (公斤/亩)	相对 产量	长麻率 %	纤维长 (厘米)
1996	1.NP	90.6	1.62	235.0	100.0	36.1	100.0	16.2	19.0
	2. NPK ₁	92.5	1.68	247.0	105.0	38.5	106.0	17.6	21.9
	3. NPK ₂	96.5	1.79	269.2	114.6	39.4	109.0	18.9	22.0
	4. NPK ₃	97.7	1.72	298.5	127.0	40.3	111.6	21.2	23.4
	5. NPK _{2s}	96.6	1.75	282.6	120.3	41.4	114.8	21.5	23.2
1997	1.NP	102.4	1.68	274.3	100.0	35.9	100.0	-	-
	2. NPK ₁	104.0	1.71	283.5	103.4	36.7	102.4	-	-
	3 NPK ₂	105.0	1.77	286.1	104.0	38.4	107.1	-	-
	4. NPK ₃	106.2	1.82	302.9	110.4	37.7	105.2	-	-
	5. NPK _{2s}	105.3	1.79	295.9	107.9	37.3	103.9	-	-

2. 钾对亚麻籽产量的影响 (见表 1)

麻籽产量是纤维亚麻的副产品，其不饱和脂肪酸含量较大，是大豆的 1.3 倍，是优质的食用油和高档油漆的主要原料，具有较高的经济价值。由于施钾肥促进了亚麻营养生长，增加了生物产量，从而提高了籽实产量。96 年试验结果表明，施钾肥处理亚麻籽实产量均高于对照，增产幅度为 6.6~14.8%，以 NPK_{2s} (K₂SO₄) 和 NPK₃ 处理效果最好，分别增产 14.8% 和 11.6%。从 97 年试验结果看，施钾肥处理麻籽产量均高于对照，但增产幅度不大，在 2.4~7.1% 之间，以 NPK₂ 和 NPK₃ 效果最好。

3. 钾对亚麻纤维品质的影响 (见表 1)

亚麻纤维品质的好坏直接影响纺织品质量。衡量亚麻纤维的指标很多，我们只测定了长麻率和纤维强度。

测定结果表明，钾对提高亚麻纤维品质有促进作用。与对照相比施钾肥明显提高长麻率，其增加幅度为 8.6~32.7%。从纤维强度上看，施钾肥处理均好于对照，增加幅度为 15.3~23.2%，硫酸钾处理略好于氯化钾处理，但差异不大。施钾肥是亚麻增产的一项有效措施，但应注意氯化钾的适宜用量，达到高产、优质、高效的目的。

4. 施用钾肥经济效益分析 (见表 1)

效益分析结果表明，在双城黑土上，每公斤氧化钾增产效益显著，在 13.67~20.35 元，其中硫酸钾增产效果达 20.35 元。从产值上看 NPK₃ 处理最高，其次是 NPK_{2s} 处理 (K₂SO₄)。氯化钾和硫酸钾效益差异较大，可见在该土壤上种植亚麻用氯化钾比较经济，适宜氧化钾用量为 1.6~2.4kg/亩。

表 2 亚麻施钾效益分析 (96 年结果)

处理	原径增产 (公斤/亩)	麻籽增产 (公斤/亩)	效益 (元/亩)
1.NP	—	—	—
2. NPK ₁	12.0	2.4	10.28
3. NPK ₂	34.2	3.3	19.63
4. NPK ₃	63.5	4.2	31.47
5. NPK _{2s}	47.6	5.3	30.32

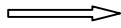
注: 亚麻原径 0.35 元/kg, 麻籽 3.0 元/kg。氯化钾 1400 元/kg。

III 结论

施钾肥亚麻株高较对照提高 2.7~6.1cm, 为增加亚麻纤维长度, 提高麻号, 增加亚麻原径产量和麻籽产量提供了物质基础。施钾原径增产 3.4~27%, 以 NPK₃(N 1.2 kg, P₂O₅ 2.3 kg, K₂O 2.4 kg/亩), NPK_{2s} (N 1.2 kg, P₂O₅ 2.3 kg/亩, K₂O 1.6 kg K₂SO₄/亩) 处理最好。施钾肥麻籽增产 2.4~14.8%, 以 NPK₃ 处理最好。

施钾肥对提高亚麻纤维品质有促进作用。施钾肥可明显提高长麻率和纤维强度, 分别增加 8.6~32.7% 和 15.3~23.2%。

说明在富钾的北方地区施用钾肥也可获得明显的增产效果。



金平女士 (右)
(照片为作者提供)



养分利用率的透视

David W. Dibb 博士

钾磷肥研究所 (PPI) 总裁

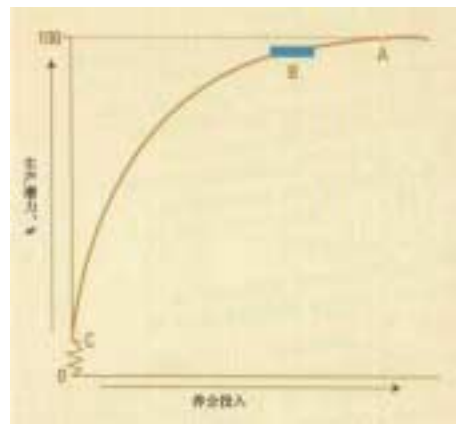
“养分利用率”这一个概念常因为被当作一个孤立的事件来看待，而没有从一个作物生产系统为整体来考虑，而被误解或者被表达得不适当。在一个整体的粮食生产系统中，我们必须要把生产过程中的每一个环节都调整到最佳状态，才能够达到高效率和经济独立的最终目标。

虽然“投入”和“资源”个别的利用率可以测得，
但它们在一个生物系统中并非孤立地发挥作用。

养分是可由外界购买后投入的资源，可被利用的土地往往是一个受到限制的资源。有些地方，可将更多土地用于农业的生产，但这些土地往往是生产潜力有限的边际土地。开发利用这种土地将会在环境污染、野生动物栖息地的消失、游乐休闲地区的退化，或者一些被公众认为有价值的东西的消失等方面付出很大的代价。换句话说，既然生产力最大的土地已被开垦利用了，要提高这个系统效率的最有效方法是维持这类土地上产量的持续增长。如此一来，可从总体上提高整个生产系统的效率，因为受到限制的资源（土地）就单位面积农业产出来看，更具生产力。

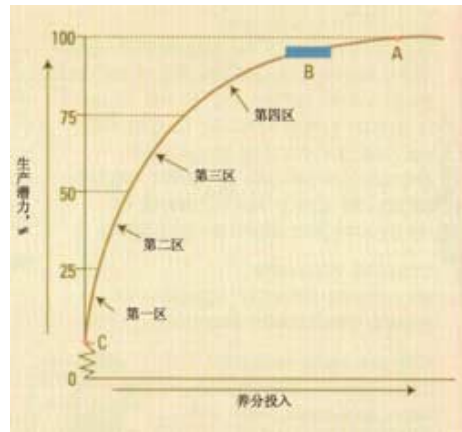
在这里，我们可以用一个典型的“作物增产曲线”的例子来说明，在一个系统的价值和最终的目标被疏忽或被遗忘了的情况下，“养分利用率”这个概念会如何的被误解。图 1 中展示出当某种或多种土壤中缺乏的养分被投入后，作物的增产曲线。Y 轴（纵坐标）代表着生产潜力的大小，当潜力产量为 100% 时，代表着所有的必需要投入可被利用的养分在数量上都已经能够满足。X 轴（横坐标）代表着在其他所有因素都不成为产量限制因子的前提下，某种必要养分的投入量。如果有任何一种必要的投入量少于最佳用量，那么所得曲线会与图 1 所示的类似，但产量的“峰值”（最高点）会偏低，而且曲线斜率会较平缓。从投入量的另一面来看，如果因某种投入量过多而引起毒害，那么曲线在出现“峰值”后不久就会急速下降，还会有其他多种的变化并可各种曲线归于一个的组群中，但组群中的每一个产量曲线都会比图 1 中的曲线为低。

在图 1 中，C 点是在不投入任何一种限制产量的养分的情况下，作物仅仅利用由土壤中固有的养分所得的产量。C 点的产量很低，代表了许多发展中国家的情况，土壤中的养分由于土壤自然风化过程中的流失，或者由于多年的种植而没有补充任何被移走的养分，使土壤变得很贫瘠。A 点是在某一生产点，在各种的投入都达到最佳值的情况下，所能达到的最高潜力产量。B 点实际上是在一个生产系统中所制定出的目标产量，它是依照生产成本和市场价格作为变量而定出的一个产量范围。这个制定出的目标产量是指在土地利用效率最高，所有其他投入和资源都相互促进，处于最佳水平的情况下所能达到的产量。目标产量应该是比最大的潜力产量（图 1



中的 A 点，100%）稍低。最佳经济产量也是落在这个范围之内，它是指在某种特定种植制度下，除去成本后净收入所能达到的最高值。

如果人为的将图 1 中曲线划分为四个区域，从下到上依次标定为第一区、第二区、第三区和第四区（图 2），我们就可以很容易的来讨论“养分利用率”和“土地利用效率”这两个概念，并将他们在发达农业和发展中农业中进行比较，探索某些概念被误解的现象是如何发生的。



第一区在产量曲线的下部,其特点是产量非常低。

土壤有效养分少，也很少施肥。养分投入补充通常仅仅是将少量的作物残体、动物和人类的废弃物混入土中，但这远不足以将产量提高很多。第一区曲线的陡峭部分表示出，施用任何一种产量限制的养分都可明显的提高产量，因为产量很低，土地利用效率也很低。由于作物长势差、生长速度慢，土地长时间的裸露加重了因雨水和风力的侵蚀导致的土壤流失，因此环境问题很突出。是非而是地，因为少量的施用某一种养分能将产量显著地提高，那么养分利用率就会显得很高。因此，如果养分利用率是唯一的一个目标的话，那么这个目标就已经达到了，但是人们还是会因为低产量所导致的粮食不足而挨饿。许多国家都落在产量曲线中的第一区内，如非洲次撒哈拉就是个很好的例子。

Norman Borlaug 博士（绿色革命之父）曾指出，中等程度的投入，即把养分量增加 1.5 到 2.7 公斤/亩（22.7-34 公斤/公顷），同时采用改良的作物品种，可以把产量提高两倍、三倍、甚至四倍。然而即使产量提高到四倍，与峰值（A 点）的最高产量相比仍然很低，它们仍处于曲线的最陡峭区域。

第二区是在产量曲线较高的位置,农业开始走向现代化,新的高产品种对投入的养分能更有效的增产。

但常会出现对氮素的不平衡使用，而对其他养分排斥或缺乏投入，比如说磷、钾等使作物能进一步增产的养分。虽然产量曲线的陡峭程度要比第一区为平缓，但是养分利用率对某种单质投入的养分而言仍然很高，比如说氮素，而土壤中其他的养分(如磷、钾和硫等)则被耗竭。是非而是地，养分利用率要比第一区低。从环境的角度来看,作物的生长速度还是不够快。因此风和水侵蚀流失仍是一个很大的问题。又由于氮素没有和磷、钾素平衡的使用，氮的损失量也可能会很大。土地的利用率不是很好，因为作物的产量远不如它所能达到的最高产量。印度就属于这一类型，因为相对来说其平均产量要比其潜在产量为低。养分使用水平仅能算是中等，但是由于政府决策和经济效益的原因，养分的使用可以说是严重的不平衡。许多前苏联的国家被降到了这一区，那是由于她们对养分的投入不足，地力被耗竭，生产力降到原来水平的 30%。以在贫瘠地区对养分投入的增产效果来衡量，养分利用率可能会很高，但是产量在数量上而言是在下降，土地的生产潜力遭到破坏，同时土地利用效率也在下降。

第三区中的产量曲线表示投入的养分仍然有很好的增产效果。产量在增加，但曲线的斜率趋缓和。为了要达到这样的产量，投入的各种养分之间的平衡关系要先改善，包括了中量元素钙、镁、硫以及当地所缺乏的某些微量元素养分。各种养分之间互相促进的效果开始显现，养分利用率更加改善。植株长势更加快速，风和水对土壤的侵蚀流失的风险

也降低了。更多的有机物质被产出，加上好的管理方案，侵蚀流失的数量可再进一步的降低。对氮素的使用而言，由于仍然存在着一些不平衡，氮的利用率仍有待提高。中国是一个很好的例子，她的产量在过去的 10-15 年已经由第二区提升到了第三区。中国致力于促进氮磷钾施用的配比合理化，包括了对中微量元素的关注，作物的产量也相应地提高了。但在中国仍然存在着没有被发掘的增产潜力，如果养分投入的配比能再进一步走向合理化，产量还会继续增加，能把中国在产量曲线的位置再度提高，养分利用率可进一步的改善。土地利用已大幅度地提高了，同时对花费到投入上的经济回报可使整个生产系统获利。

从自然界的角度来看，有些地区得天独厚有着肥沃的土壤，其农业发展是从第三区开始起步的，如阿根廷的潘帕斯（Pampas）和美国的中西部地区。在上述两个地区，种植了多年的作物，经由收获所带走的养分并没有得到补充。如果还继续忽视养分的补充，农业生产就会从原来的第三区退化到第二区。美国早在 50 年代初期养分缺乏开始出现的时候，就注意到了养分的透支问题，并及时地修正。阿根廷刚开始步入这种退化的转折期，养分的施用量也已在增加。

第四区位于产量曲线的最高处。由于注意到养分的平衡施用，养分利用率十分高而且产量水平处于产量曲线的最高点，土地利用已达到了最高水平。作物生长快速并能保护土壤不遭受到风和水的侵蚀流失。产出的大量作物残体，加上适当的管理方案，可以把土壤侵蚀损失减少到最低程度甚至于完全消除。如果产量达到了“B 点的范围”，那么也就是达到了最佳经济产量，保证了整个系统的持续发展。

也许你认为，北美和西欧的发达农业归属于这一类型，也许是。然而，他们仍要环境问题，如土壤的侵蚀流失、氮和磷对地表及地下水的污染、以及经济效益而努力不懈。为什么要这样？一部分的原因是，大多数的农户还都是处于第三区顶端或第四区底部的范围，可改善的空间还是很大。无论是通过改善养分平衡，调节养分施用的时机来提高养分利用率，还是改进作物残体的处理方法来降低侵蚀流失、设立缓冲带来截取流失的养分、运用其他种种方法来增加产量和提高效率，农民总是会设法做得更好。

即使是在农业发达的国家，也只有小部分的农民能够使作物的产量达到最高潜力产量的 75-80% 以上。他们开始运用新的工具，这就是指“精准农业”中的一部分，或者更确切地说，叫做“定点精准管理”。所有这些新工具的使用都是要使养分利用率在可持续的农业生产系统中，提高到一个可被接受的水平。只有这样，农业生产才能为全世界提供足够的粮食、纤维、饲料及燃料。这就是“养分利用率”的真谛。它位于产量曲线的第四区而不能从第一区、第二区或者的第三区的位置来理解它。在整个生产系统中，只有当养分利用率这一部分调整到了最佳时，土地利用才能达到最高水平，各种投入才能得到最高的经济回报，同时环境也受到了保护。上述因素将对目前及未来农业的可持续性产生决定性的影响。

原文为英文，作者迪波博士 (Dr. Dibb)，现任钾磷肥研究所 (PPI) 总裁。住址: Norcross, Georgia, USA. E-mail: ddibb@ppi-far.org