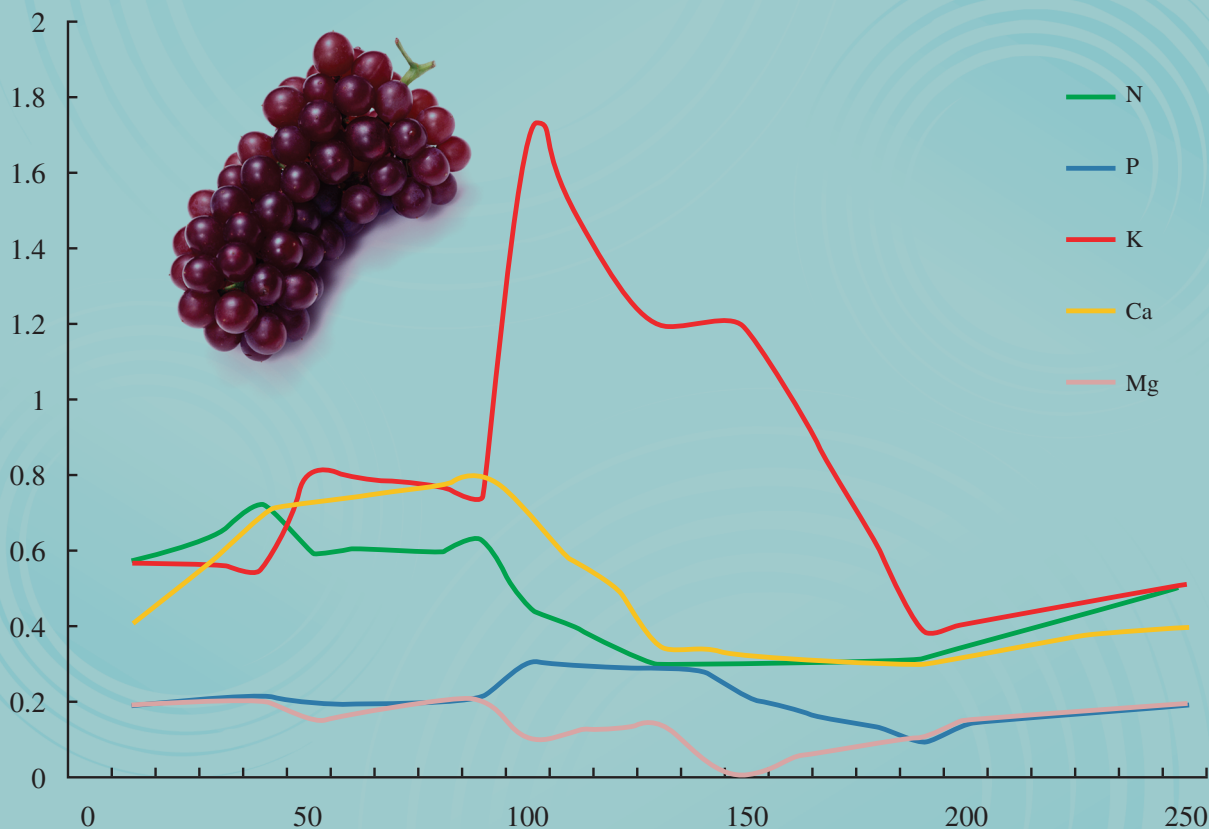




高效施肥

葡萄在年生长周期中对主要营养元素的吸收曲线

[公斤/公顷/天]



本期提要

拓宽合作研究领域

国外最新研究可减少氮肥需求

黑龙江庆安水稻平衡施肥

辽宁温室番茄滴灌水肥影响

冀西北磷钾肥与苜蓿生产力

山东钾素对番茄产量品质影响

甘肃氮钾玉米产量效应

甘肃平衡施肥对籽瓜生产影响

淮北平原大豆平衡施肥

江汉平原鱼用黑麦草施磷效果

成都平原水稻土莴笋平衡施肥

云南嵩明蚕豆养分平衡管理

云南平衡施肥与咖啡产量品质

高效施肥 2007年5月

本期目录

页数

加拿大钾肥公司在中国的平衡施肥示范项目报告 (18)	1
谢玲—最新研究可减少全球对氮肥的需求 (译文)	3
李玉影—平衡施肥对水稻产量及品质的影响	4
孙文涛—滴灌下水肥对温室番茄生长和产量影响	8
左启华—冀西北高原磷钾肥对苜蓿生产力的影响	13
李彦—钾素对番茄产量和品质的影响	18
赖丽芳—氮钾肥对玉米产量与效益的影响	21
胡志桥—平衡施肥对甘肃籽瓜生产的影响	24
李录久—淮北平原大豆平衡施肥技术研究	27
李小坤—江汉平原鱼用黑麦草施磷效果	30
秦鱼生—成都平原水稻土平衡施肥对苜蓿产量影响	33
苏帆—云南嵩明蚕豆养分平衡管理定位试验研究	35
尹梅—平衡施肥对咖啡产量和品质的影响	39

《高效施肥》

为 IPNI 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

网页：<http://www.ipni.net>
<http://ipni.caas.ac.cn>

邮件地址：

主编：金继运 jyjin@ipni.net
编辑：陈防 fchen@ipni.net
涂仕华 stu@ipni.net
李书田 sli@ipni.net
何萍 phe@ipni.net
梁鸣早 mzliang@ipni.net

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。

主编：金继运

编辑：陈防、涂仕华、李书田、何萍、
梁鸣早

国际项目总部—Saskatoon, Saskatchewan, 加拿大
A.M. Johnston, Vice President, IPNI Asia Program
Coordinator

理事会

Patricio Contesse, Chairman of the Board, SQM
M. M. Wilson, Vice Chairman of the Board, Agrium Inc.
S. R. Wilson, Finance Committee Chair, CF Industries Holdings, Inc.

行政办公室—Norcross, Georgia, 美国
T.L. Roberts, President, IPNI

北美项目总部—Brookings, South Dakota, 美国
P.E. Fixen, Senior Vice President, IPNI, Americas Group Coordinator, and Director of Research

中国项目部

金继运 主任	北京办事处
何萍 副主任	北京办事处
李书田 副主任	北京办事处
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

会员公司：

Agrium Inc.	Mosaic
Arab Potash Company	PotashCorp
Belarusian Potash Company	Saskferco
Bunge Fertilizantes S.A	Simplot
CF Industries Holding, Inc.	Sinofert Holdings Limited
Groupe OCP	SQM
Intrepid Mining, LLC	Terra Industries, Inc
K+S KALI GmbH	Uralkali



加拿大钾肥公司在中国的平衡施肥示范项目报告 (18)

——拓宽合作研究领域推动科学施肥与农田可持续利用

金继运

IPNI 中国项目部, 北京

为了更好地适应当前世界植物营养和肥料科学技术发展的需要, 进一步拓宽研究的范围, 加拿大钾磷研究所(PPIC)近期已经正式更名为国际植物营养研究所(IPNI)。尽管其工作的宗旨依然是通过深入广泛的研究和教育活动推动肥料资源的科学利用和种植业的健康发展, 但是其工作的范围从原来的以磷和钾为主, 拓宽到关注所有的植物营养元素和与农田可持续利用有关的所有科学技术问题。这一变化也为 IPNI 在中国合作项目的发展提供了新的机遇。

自 1982 年以来, 在农业部的统一组织和协调下, 在我国商务部、加拿大国际开发署、加拿大钾肥公司(Canpotex)的支持下, 加拿大钾磷研究所与中国农业科学院和全国有关省(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。合作项目自 1982 年由浙江和湖南两个省开始逐渐扩展延伸到目前在全国 31 个省(市、自治区)范围内涉及植物营养和科学施肥各个层面的全面合作, 在应用基础和技术研究、新技术引进、学术交流、宣传教育、人才培养等方面作了大量的工作。对我国农业的发展做出了显著的贡献。

实际上, 尽管在 1982 年以来的 25 年中, 加拿大钾磷研究所在我国的合作项目的重点是钾肥和磷肥的科学施用, 但是, 合作项目一直关注所有植物必需的各种养分的全面平衡施用。1988 年我国农业部和加拿大钾磷研究所在北京共同成功举办了《国际平衡施肥学术讨论会》, 对我国乃至世界平衡施肥的实现起到了极大的推动作用。此后, 加拿大钾磷研究所又举办了多次国际学术讨论会, 包括 1991 年在成都召开的《硫、镁和微量元素在作物营养平衡中的作用国际学术讨论会》、1996 年在北京举办的《肥料与农业发展国际学术讨论会》、2001 年在南宁召开的《中国磷肥应用研究现状与展望学术讨论会》和 2005 年在北京举办的《信息技术与土壤养分管理国际学术研讨会》等。

与此同时, 加拿大钾磷研究所在我国的合作项目也涉及植物营养和土壤可持续利用的各个方面。1990 年, 中国农业科学院与加拿大钾磷研究所共同成立了中-加合作土壤植物测试实验室(CAAS-PPIC Cooperative Soil and Plant Analysis Laboratory), 在引进国际先进技术的基础上, 研究形成了以应用联合浸提剂、系列化批量操作和信息化数据管理技术为核心的测土推荐施肥技术体系, 并在全国主要土壤类型和作物上经过了大量的田间试验的验证, 相关成果获得了 1996 年农业部科技进步二等奖和 1999 年国家科技进步三等奖。同时成功开发了配套的仪器设备, 建立了处于国际领先水平的数据自动采集系统和施肥推荐系统, 可为 150 种植物提供施肥推荐。相关技术在 2005 年开始启动的全国测土配方施肥行动中发挥着重要作用。中国农业科学院在该实验室的基础上组建了“国家测土施肥中心实验室”。应用该项技术, 可以快速准确地测定土壤中各种作物必需的大、中、微量营养元素的速效含量, 判断出土壤中存在和潜在的各种养分限制因子, 根据作物的需求, 提出适宜的施肥推荐和肥料配方, 保证作物高产优质, 保证肥料的科学合理应用。

其他方面的合作研究包括最高产量研究(MYR)和最大经济效益产量(MEY)研究、3S 技术、土壤养分精准管理、生物篱坡地综合治理等技术。所有工作都是结合中国农业生产实际, 发展切实可行的技术体系, 涉及到各种植物营养元素和与科学施肥有关的相关领域。

加拿大钾磷研究所更名为国际植物营养研究所为我们植物营养与肥料领域的合作提供了更广阔的活动空间和发展前景。IPNI 在我国的合作项目将进一步以中国农业发展的需要为主要目标, 与中国

农业科技发展计划紧密配合，密切结合生产实际，为发展高产优质高效农业服务。当前，我国在肥料管理和施用领域还存在许多亟待研究解决的问题，这些问题的存在正在极大地影响着化肥的利用率和利用效益，影响着农田可持续利用和农业的进一步发展。如高度集约化条件下高效施肥和农田可持续利用的理论、方法和技术体系有待研究建立，各种养分全面平衡施用的技术问题尚未真正解决，施肥与农产品品质和环境质量的关系还有待深入研究，土壤肥力和肥料信息管理技术落后等。这些问题的研究解决将大大推动中国土壤肥力和肥料的科学管理，提高化肥利用率，保护和提高土壤肥力，提高土地产出率，改善农产品品质，保护农田生态环境，对促进农业发展和增强我国农产品在国际市场上的竞争力将有深远的影响。IPNI中国项目部有在中国开展长期合作的战略设想，将与全国各有关合作单位共同努力，针对当前和今后中国农业和农民所面临的主要问题，有针对性地开展科学研究和技术推广工作，为植物营养与肥料科学的进步做出贡献。

(上接 33 页)

表 1 试验设计中不同处理养分施用量

处理设计	养分用量 (公斤/亩)				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	生石灰	七水硫酸镁
NPKCaMg (OPT)	16	6	6	100	4
OPT-N	0	6	6	100	4
OPT-P	16	0	6	100	4
OPT-K	16	6	0	100	4
OPT+K	16	6	10	100	4
OPT-Ca	16	6	6	0	4
OPT-Mg	16	6	6	100	0
OPT-1/2P	16	3	6	100	4

(上接 34 页)

表 2 平衡施肥对莴笋产量的影响

处理	平均产量 (公斤/亩)	显著水平		相对产量	
		1%	5%	公斤/亩	(%)
NPKCaMg (OPT)	12456	A	a	/	/
OPT-N	11122	B	bc	-1334	-10.7
OPT-P	11339	AB	bc	-1117	-9.0
OPT-K	10855	B	c	-1601	-13.0
OPT+K	11372	AB	bc	-1084	-8.7
OPT-Ca	12039	AB	ab	-417	-3.3
OPT-Mg	11539	AB	abc	-917	-7.4
OPT-1/2P	11289	AB	bc	-1167	-9.4

最新研究可减少全球对氮肥的需求

生物工艺和生物科学研究委员会

《自然》杂志6月29日发表的最新研究进展展示了美国诺威奇和华盛顿州立大学 John Innes 中心 (JIC)的科学家们怎样在没有根瘤细菌存在的情况下激发豆科作物产生根瘤-固氮作用的关键过程。这是让非豆科作物结瘤,甚至固氮的关键一步。非豆科作物结瘤固氮可大大减少作物对无机肥料的需求。在生物技术和生物科学研究委员会 (BBSRC)、皇家学会及美国自然基金会的资助下,科学家们已经能应用豆科作物与固氮菌建立侵染关系的关键基因,即使在无根瘤菌存在的情况下,也能激发豆科形成根瘤。

一些植物的固氮作用对于土壤肥力的保持至关重要,是因为它将大气中的惰性氮气转化成植物可利用的氮化合物。这项研究中使用的是一组重要的具有固氮能力的豆科作物,这是因为它们与根瘤中的固氮细菌具有共生关系。豆科作物常被用作轮作作物以自然地增加土壤中的含氮量。科学家们花了数年的时间探索豆科作物和根瘤菌之间的共生关系,希望有朝一日他们能够将这种特性转移到其它大多数自身没有固氮能力的作物上。

集约农业深深依赖于能给作物提供养分的无机肥料,特别是对作物生长十分关键的氮肥。氮肥生产需要大量的能源,估计氮肥生产消耗了现代农业生产过程中约50%的矿物能源使用量。无机肥料流失到水体中会给环境带来污染。

JIC的主任 Giles Oldroyd 博士讲道:我们目前已经清楚了激发根瘤形成的过程。根瘤是固氮交互作用的必要组份,因为它可以为细菌生存提供条件。当植物感知到细菌的存在时,根瘤自然就形成了。我们如今能诱导植物在没有根瘤细菌存在的情况下生成根瘤,这是让非豆科类植物结瘤的重要一步。如果这步成功了,我们则能够显著减少对无机氮肥的需求量,从而减少环境污染和节约能源。然而,要让非豆科植物产生根瘤还有大量工作要做。

Julia Goodfellow 教授,生物技术和生物科学研究委员会主任认为:“生物技术和生物科学研究委员会是英国基础植物研究的重要基金组织,每年投入数百万英镑用于推进基础植物生物学的研究。这些基础研究似乎对于许多人来说与我们每天生活毫不相关,但是这项研究表明生物科学是多么的重要。已取得的研究成果可能在实际中得到应用,并对英国的经济产生重要影响。

详细研究内容请参见2006年6月29日《自然》杂志上的文章:“Nodulation independent of rhizobia induced by a Calcium-activated kinase lacking autoinhibition”。

vol441/29 June 2006/doi: 10.1038/nature 04812

(谢玲译,涂仕华校)



平衡施肥对水稻产量及品质的影响

李玉影¹ 刘双全¹ 刘颖¹ 刘凤阁² 姜文斋²
 颜景武² 任文娟² 王立勇² 赵宏敏² 李卫孝³

1 黑龙江省农科院土肥所, 哈尔滨, 150086

2 黑龙江省庆安县农业技术推广中心, 庆安, 152400

3 沈阳军区直属农场局通北一场, 北安, 164000

摘要: 庆安县是黑龙江省水稻主产区, 是全国绿色食品生产先进县, 主要土壤为黑土和草甸土, 分别占耕地面积的60%和23%。2006年试验结果表明, 平衡施肥对庆安县草甸黑土水稻产量有显著的增产效果。钾肥、磷肥和锌肥对水稻产量的影响效果突出。不施钾肥、磷肥和锌肥分别减产15%、12.1%和9.5%, 不施氮肥和硼肥分别减产6.9%和5.0%, 不施肥水稻减产65%。

关键词: 草甸黑土, 水稻, 平衡施肥, 产量

庆安县地处黑龙江省中部松嫩平原腹地, 是黑龙江省水稻主产区, 现有耕地面积230万亩, 其中水稻110万亩, 是我国绿色食品生产基地, 开展水稻平衡施肥具有代表性和示范作用。庆安县农民施肥中存在重氮肥, 轻磷、钾肥及其它中微量元素的现象, 导致水稻产量不高, 品质下降。水稻产量和品质主要是品种的遗传特性决定的, 但环境条件对其影响也较大, 尤其是施肥。根据最小养分率原理, 开展平衡施肥具有重要的现实意义。

1. 材料与方方法

试验设在庆安县平安镇徐连福村科技示范户王中华家生产田。土壤为草甸黑土, pH5.3, 有机质含量5.7%, 速效N 7.5毫克/升, 速效P 11.4毫克/升, 速效K 56.7毫克/升, 有效S 30.6毫克/升, 有效B 0.45毫克/升, 有效Zn 2.2毫克/升, 实验室编号为ATC|G|4, 上茬作物为水稻。

试验设最佳处理(OPT), 在OPT基础上设OPT-N、OPT-P、OPT-K、OPT-B、OPT-Zn、CK0(不施肥)处理。小区面积21平方米, 3次重复, 随机区组排列。氮肥40%作基肥, 60%作追肥, 磷、钾及其它肥料全部作基肥耙地时施入。供试水稻品种为龙粳12号, 插秧密度为9×4厘米, 单排单灌, 以免影响肥料效果。试验处理见表1。

表1 水稻平衡施肥养分用量 (公斤/亩)

处理	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	硼酸	硫酸锌
1. OPT	10.0	4.0	5.0	0.8	1.3
2. O-N	0.0	4.0	5.0	0.8	1.3
3. O-P	10.0	0.0	5.0	0.8	1.3
4. O-K	10.0	4.0	0.0	0.8	1.3
5. O-B	10.0	4.0	5.0	0.0	1.3
6. O-Zn	10.0	4.0	5.0	0.8	0.0
7. CK0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

注: * 硫酸锌含Zn35%, 硼酸含B17%

2. 结果与分析

2.1 土壤养分丰缺状况研究

土壤样品取自庆安县平安镇徐连福村,土壤测定结果表明(表2): pH值平均5.7,有机质平均5.1%,速效氮平均含量13.8毫克/升,速效磷14.1毫克/升,速效钾65.6毫克/升,有效硫44.8毫克/升,有效锌1.8毫克/升,有效硼0.4毫克/升,有效铁249.2毫克/升,有效锰94.1毫克/升。按照ASI评价方法,该村土壤100%缺氮,73.8%缺磷,88.1%缺钾,4.8%缺硫,74.1%缺锌,76.2%缺硼,铁和锰都远远高于临界值。庆安县水田土壤总的趋势是缺氮、磷、钾、锌、硼,铁和锰含量高,应注意土壤通透性,以免水稻铁锰中毒。

表2 庆安县草甸黑土土壤养分分析 (n=84)

项目	pH	有机质 (%)	毫克/升							
			K	N	P	S	B	Fe	Mn	Zn
最大值	6.7	7.2	223.2	31.3	44.4	203.7	1.2	552.1	200.1	3.4
最小值	4.6	1.3	31.7	3.3	6.3	1.0	0.1	43.3	26.4	0.9
平均值	5.7	5.1	65.6	13.8	14.1	44.8	0.4	249.2	94.1	1.8
标准差(S)	0.5	1.1	32.1	6.9	6.9	38.4	0.2	119.7	39.6	0.6
变异系数(%)	8.1	22.2	48.9	50.1	48.8	85.8	60.3	48.0	42.1	31.5
临界值			80.0	50.0	16.0	12.0	0.5	12.0	5.0	2.0
评价			较低	低	较低	高	较低	高	高	较低

2.2 平衡施肥对水稻生长发育的影响

试验结果表明(表3),平衡施肥对庆安县草甸黑土水稻生长发育有明显的促进作用。最佳处理(OPT)与其它减素处理比较,各项指标均有显著提高,但主要是对分蘖数、穗粒数、结实率和千粒重效果显著,从而对产量提高打下良好基础。不施肥对水稻生长发育有显著负效应,各项指标均低于正常施肥处理。

表3 平衡施肥对水稻产量构成因子的影响

处理	有效穗数 (个/穴)	株高 (厘米)	穗长 (厘米)	穗粒数 (个)	空瘪率 (%)	千粒重 (克)
1. OPT	29.2	76.9	14.9	48.3	3.7	30.4
2. OPT-N	26.2	57.7	13.4	41.0	3.3	29.3
3. OPT-P	24.6	65.2	14.3	47.5	4.5	29.1
4. OPT-K	22.3	71.3	15.2	50.9	5.2	28.0
5. OPT-B	17.7	71.6	15.3	50.5	5.0	28.2
6. OPT-Zn	23.8	72.3	14.9	43.7	4.7	27.2
7. CK0	17.4	60.5	12.3	42.8	3.9	27.6

2.3 平衡施肥对水稻产量的影响

试验结果表明(表4),平衡施肥对水稻产量有显著的增产效果。与最佳处理(OPT)相比,不施

氮肥减产 6.9%，不施磷肥减产 12.1%，不施钾肥减产 15.0%，不施硼肥减产 5.0%，不施锌肥减产 9.5%，不施肥减产 65%。减素处理水稻产量均低于 OPT，说明最佳处理设计合理。试验效果基本反映了庆安县土壤养分状况和平衡施肥效果，与 OPT 相比不施钾肥水稻减产 15%，较不施氮肥和磷肥减产严重，说明土壤钾素含量较低，农民对钾肥认识不足，施用量不够。不施磷肥减产 12.1%，说明该土壤磷素供应不足。不施锌肥和硼肥分别减产 9.5% 和 5%，对产量构成一定威胁，成为土壤养分潜在限制因子，应该引起足够重视。不施肥水稻减产 65%，严重影响水稻产量，说明土壤养分供给能力较差，施肥是获得高产的重要措施，应该管理好养分资源。

表 4 平衡施肥对水稻产量的影响

处理	产量 (公斤/亩)	减产 (公斤/亩)	减产率 (%)
1. OPT	385.5		—
2. OPT-N	358.9	-26.7	-6.9
3. OPT-P	338.7	-46.8	-12.1
4. OPT-K	327.8	-57.7	-15.0
5. OPT-B	366.7	-18.9	-5.0
6. OPT-Zn	348.9	-36.7	-9.5
7. CK0	250.7	-134.9	-65.0

2.4 经济效益分析

最佳处理 (OPT) 虽然增加了施肥成本，但增产效果显著，加上水稻价格高，经济效益显著。与 OPT 相比，不施肥经济效益最差，其次是不施钾肥，再次是不施磷肥和锌肥。因此，应该大力推广平衡施肥，达到增产增收的目的。

表 5 平衡施肥经济效益分析

处理	产量 (公斤/亩)	减产 (公斤/亩)	施肥成本 (元/亩)	经济效益 (元/亩)
1. OPT	385.5	0.0	92.6	0.0
2. OPT-N	358.9	-26.7	60.5	-21.3
3. OPT-P	338.7	-46.8	72.7	-73.7
4. OPT-K	327.8	-57.7	77.6	-100.5
5. OPT-B	366.7	-18.9	78.4	-23.5
6. OPT-Zn	348.9	-36.7	81.2	-61.9
7. CK0	250.7	-134.9	0.0	-177.1

注：* 尿素含 N46%，1750 元/吨；二铵含 P₂O₅ 46%，含 N18%，2300 元/吨；氯化钾含 K₂O60%，1800 元/吨；硫酸锌含 Zn20%，3000 元/吨；硼酸含硼 17%，3200 元/吨；水稻价格 2.0 元/公斤。

3. 小结

平衡施肥对庆安县草甸黑土水稻产量有显著的增产效果。钾肥、磷肥和锌肥对水稻产量的影响效果突出。不施钾肥、磷肥和锌肥分别减产 15%、12.1% 和 9.5%，不施氮肥和硼肥分别减产 6.9% 和 5.0%，不施肥水稻减产 65%。庆安县草甸黑土土壤肥力虽然较高，但土壤粘重、冷凉，有效养分释放慢，土壤供肥能力较低，肥料对产量贡献很大，应该管理好肥料资源。

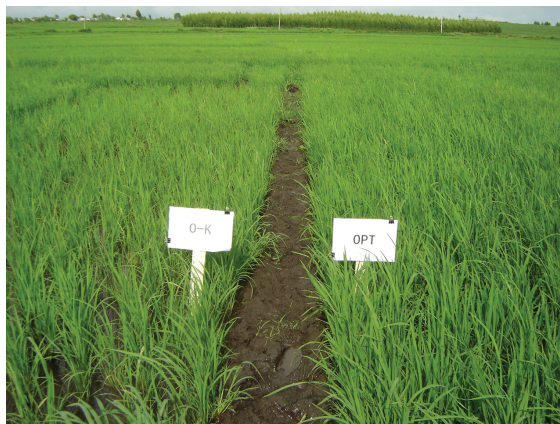
在该地区由于多年种植水稻，氮肥的投入量较高，因此不施氮肥减产幅度较小。不施钾肥对水稻产量影响很大，由于水稻需钾量较高，而农民对钾肥的重要性认识得较晚，忽视了对钾肥的投入，因此在高产优质水稻栽培上，钾肥表现出显著的增产效果。虽然水稻对磷的需求量小，但在缺磷的土壤上仍然要重视磷肥的施用，以稳、少为原则。微量元素硼和锌对该地区水稻生产非常重要，不施该肥料减产严重，微量元素起到了“一两拨千斤”的作用。



李玉影研究员



庆安县水稻平衡施肥试验现场



庆安县水稻平衡施肥效果



滴灌条件下不同水肥因子对温室番茄生长发育和产量的影响

孙文涛 汪仁

(辽宁省农科院环境资源与农村能源研究所, 沈阳, 110161)

摘要: 以番茄为供试作物, 在温室内采用二次D-饱和最优设计进行水肥试验, 探讨了滴灌条件下水、肥交互作用对温室番茄生育前期株高、茎粗以及产量的影响。试验结果表明: 植株高度与钾肥用量呈正相关关系, 植株的粗细与氮肥用量呈正相关关系; 影响番茄产量的主要因素是灌水量与钾肥用量的交互作用, 其次是氮肥用量; 从产量角度评价, 以中等氮肥用量、高钾肥用量和高灌水量为水肥调控的最佳组合。

关键词: 水肥耦合 温室 番茄 滴灌

保护地蔬菜生产为发展农村经济、增加农民收入和丰富城乡人民的菜篮子方面发挥着十分重要的作用。目前, 滴灌等先进灌溉方法正在被日益广泛地引入到保护地蔬菜生产中, 但在保护地这一特殊条件下如何科学地使用该方法尚缺少深入系统的研究; 另一方面, 保护地生产中施肥方面也存在着氮磷过剩, 而钾素及中微量元素严重不足等养分失调问题, 由此引发了较为严重的蔬菜生理病害和土壤退化现象。因此, 如何将灌水与施肥两者科学地结合起来, 使之更好地发挥作用, 不仅是一理论问题, 也具有十分重要的实际意义。

本试验目的在于对滴灌应用于保护地的灌水技术及灌水与施肥相配合的水肥管理技术进行探讨, 以期为保护地蔬菜生产进行科学的水肥综合管理, 发展综合农业技术, 实现农业的高产、优质提供技术支持与理论依据。

1. 研究方法

1.1 试验材料和方法

保护地微区试验于2005年3月~7月在辽宁省农科院土肥所蔬菜温室进行。供试土壤为耕型壤质草甸土。其土壤理化性质如表1。

表1 供试土壤基本理化性质

土层 (厘米)	pH	有机质 (%)	全氮 (毫克/公斤)	碱解氮 (毫克/公斤)	速效磷 (毫克/公斤)	速效钾 (毫克/公斤)	田间持水量 (%)
0~20	6.52	2.95	101	140	105	136	27.2

供试作物为番茄, 品种为L-402。移栽时番茄苗龄65天, 3月23日定植, 5月11日摘心。缓苗后每周一进行一次番茄株高和茎粗调查。共进行5次测定, 每次测定值取15株的平均值。株高量取叶片所能达到最高高度, 茎粗在地上1厘米处量取。

试验采用微区的方法进行, 共设10个处理, 各处理重复3次。每个小区面积为1.65米², 番茄栽植的株距30厘米、行距55厘米, 每小区栽番茄10株。为防止水分互渗, 在小区之间埋设55厘米深的塑料布和油毡纸以作防渗隔离层。事先按设计要求配好肥料溶液, 肥料溶液注入塑料桶内, 将该桶置于桶底距地面1.92米高处, 溶液由塑料软管导出, 经滴灌管由滴头滴入土壤中。用测定土壤含水

量的方法确定灌水时间, 本试验计划湿润层为 0~20 厘米, 土壤湿润比以 70% 计。

1.2 试验设计

试验采用 310 二次 D - 饱和和最优设计, 其编码及肥料、水分处理实施方案如下。

1.2.1 试验肥料: 试验用氮肥、钾肥、磷肥分别为尿素、硫酸钾和过磷酸钙。磷肥各处理用量相同, 均为 P_2O_5 14 公斤/亩, 全部做基肥施入。氮肥和钾肥 1/3 作为基肥施入, 其余的 2/3 在番茄第一穗果膨大期和第二穗果膨大期分两次以营养液的形式追施。

1.2.2 处理水平: 码值水平为: -1、0.1925、-0.2912、1 共 4 个处理水平。

氮素 (N) 水平: 即 5 公斤/亩(低水平)、15.6 公斤/亩(中等水平)、23 公斤/亩(丰富水平)、35 公斤/亩(高水平)。

钾肥 (K_2O) 水平: 即 0 公斤/亩(不施钾肥)、14.2 公斤/亩(中等水平)、24 公斤/亩(丰富水平)、40 公斤/亩(高水平)。

灌水 (W) 水平: 至田间持水量的 90%(28.49 毫米、高水平)、74%(21.64 毫米、丰富水平)、64%(17.35 毫米、中水平)、50%(8.33 毫米、低水平)。

即: 各处理水肥配比方案为:

I 低 N、无 K、低 W; II 高 N、无 K、低 W; III 低 N、高 K、低 W; IV 低 N、无 K、高 W;
V 低 N、丰 K、丰 W; VI 丰 N、丰 K、丰 W; VII 丰 N、无 K、低 W; VIII 中 N、高 K、高 W;
IX 高 N、低 K、高 W; X 高 N、高 K、中 W。

2. 试验结果与分析

2.1 对番茄植株高度的影响

测定结果表明, 番茄生育前期株高基本随栽植后时间增长呈直线增加, 到 5 月 8 日(移栽后 45 天), 各处理间番茄株高测定值表现出了比较明显的差异(表 2)。一般认为, 在一定数量范围内, 水、肥供应越充足番茄植株生长越旺盛, 但水、肥过量供应反倒有可能引起负效应, 为此, 应用逐步回归方法对番茄株高、茎粗与水、肥处理间的关系进行统计计算, 逐步回归采用了如下数学公式表达:

$$y = b_0 + b_1N + b_2K + b_3W + b_4NK + b_5NW + b_6KW + b_7N^2 + b_8K^2 + b_9W^2 \quad (1)$$

式中 y 为观测的番茄植株茎粗或株高, N、K、W 分别代表氮、钾 (K_2O) 和水分用量, b_i 为系数。考虑到能够引入到公式中的变量数量的多少, 引入与剔除变量的标准 F 选取为 $F = 2$ 。

番茄株高 (y) 与氮肥 (N)、钾肥用量 (K_2O) 和灌水量 (W) 之间的关系式为:

$$y = 116.3642 + 2.1841K - 3.1905KW - 4.9923N^2 \quad (2)$$

($F = 20.414^{**}$, $F_{0.05} = 4.76$, $F_{0.01} = 9.78$)

方程 (2) 的 F 检验结果达极显著水平, 说明可以用来定量描述水、肥用量与番茄株高间的关系。从方程的各项次系数可以看出, 番茄植株的株高与钾肥用量呈正相关, 即在一定范围内, 钾肥用量越高番茄株高越高。如表 2 所示, 处理 III 的植株明显高于处理 V 和处理 VI; 同样, 从处理 I (低 N、无 K 和低 W) 和处理 III (低 N、高 K、低 W) 的株高上也明显地反映出钾肥对植株株高的正效应。但钾肥用量与灌水量的交互呈负相关。说明在钾肥用量一定的条件下, 灌水越多不利于植株株高的增加, 反之亦然。株高与氮肥用量的平方项呈负相关, 说明氮肥用量过高, 对植株的株高呈负效应, 这与生产实际相符合, 氮肥过量使用, 引起硝化作用相对减弱, 致使植株生长受到抑制, 严重时会引起氨中毒。

表2 番茄移栽后不同时期株高测定结果(厘米)

处理	4月3日 (移栽后10天)	4月10日 (移栽后17天)	4月17日 (移栽后24天)	4月30日 (移栽后38天)	5月8日 (移栽后45天)
I	37.3	48.8	63.8	86.6	98.3
II	38.5	48.5	63.9	85.4	106.2
III	41.3	54.0	67.7	91.8	128.1
IV	41.9	54.5	68.9	94.6	102.2
V	42.2	55.1	70.4	95.9	120.0
VI	38.9	51.4	67.0	92.6	115.9
VII	37.7	50.9	65.0	90.5	115.1
VIII	40.0	53.3	68.3	93.8	105.8
IX	39.7	52.4	67.1	91.8	101.2
X	38.7	50.4	65.3	89.7	112.9

2.2 对番茄植株茎粗的影响

调查结果表明,不同处理的番茄移栽15天后,植株茎粗发生了不同程度的变化(表3见17页),各处理移栽时平均茎粗0.579厘米,到4月17日增加到0.937厘米,增长了0.358厘米,平均每天增加0.015厘米,说明番茄定植后15天左右,植株茎粗生长处于迅速增加期。而4月30日到5月8日,8天时间,平均每天茎粗增加0.002厘米,即定植30天后,植株茎粗生长速度变缓。

用逐步回归方法计算番茄茎粗(y)与氮肥(N)、钾肥用量(K₂O)和灌水量(W)之间的关系,当引入与剔除变量的标准F选取为F=2,所得关系式为:

$$y=1.1813+0.0359N \quad (3)$$

$$(F=6.487^*, F_{0.01}=11.26, F_{0.05}=5.32)$$

从式(3)可以看出,在所有因子和交互项中,只有氮素因子对植株茎粗影响显著。式(3)F检验结果达到了5%显著水平,能够较好地表达水、肥因子与番茄茎粗的关系。该式说明番茄的茎粗与氮肥用量呈直线正相关,即在一定范围内,氮肥用量越高,番茄的茎粗越粗。5月8日茎粗测定结果以处理X为最大,这可能与高量的氮、钾肥用量与中等灌水量交互作用有关。(表3见17页)

2.3 不同处理对番茄产量影响

表4是番茄产量的试验结果。通过对各处理累计测产平均值进行回归统计,得出水肥交互作用对番茄产量的效应方程:

$$Y=6653.2074+2.8859N+1.5193K+0.2812W-3.223 \times 10^{-3}N^2-0.11043 \times 10^{-3}K^2-1.6564 \times 10^{-3}W^2+2.1018 \times 10^{-3}NK+2.8617 \times 10^{-3}NW+1.6112 \times 10^{-2}KW$$

式中Y为番茄产量(公斤/亩),N、K分别为氮肥和钾肥施用量(公斤/亩),W为累积灌水量(米³/亩)。由于本试验采用D—饱和设计,故这里对该回归方程的显著性进行x²检验,结果x²=0.027538,远远低于其临界值(x²_{0.05}=16.92, df=9),用上述方程计算出的番茄产量(y)与实测产量(x)两者关系呈Y=0.9989x+0.015 r=1.000**线性关系,由此可以直观地看出,番茄产量效应方程能很好地表达番茄产量与施用氮肥、钾肥和灌水量之间的关系。

表4 番茄产量实测值与水肥效应方程计算值的比较 (公斤/亩)

处理	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
实测值	6968.5	7390.6	7584.1	7004.5	7754.5	8224.2	7394.7	8846.5	8162.8	8417.6
计算值	6968.3	7390.6	7584.1	7004.5	7754.5	8224.2	7394.7	8846.6	8162.8	8417.6

为了有效地克服各因子间的相互影响,用逐步回归分析方法对氮肥、钾肥用量和灌水量及其交互作用因子与番茄产量间的关系进行探讨,当变量引入和剔除标准选为 $F=1.5$ 时,入选的因子只有氮肥用量、灌水量与钾肥用量交互因子两项,其回归方程为

$$Y=7033.947+1.827KW +1.5360 \times 10^{-3}N$$

该式符号的意义同前。对该回归方程显著性进行F检验,结果达到1%显著水平 $[r=0.985, F=114.10, F(6,3)_{0.01}=9.78]$,从图1也可以看出,以由逐步回归方法求得的优化番茄产量水肥效应方程具有相当高的可靠性。由此可见,影响番茄产量最主要的因素是钾肥与灌水量的交互作用,其次为氮肥用量,其它因素则居次要地位。

钾素对番茄产量的影响作用可以从表4的数据中得到直观说明。在10个处理中,不管施用氮肥和灌水量水平如何,凡是未施用钾肥的处理(处理I、处理II、处理IV和处理VII),单位面积产量均未超过7400公斤/亩,平均为7240公斤/亩。施用钾肥数量中等水平的处理(处理V和处理VI),平均产量为7989公斤/亩;施用高量钾肥的处理(处理III、处理VIII和处理X),平均产量达到8288.6公斤/亩,高于中等钾肥用量处理平均产量299.2公斤/亩。在10个处理中,番茄单位面积产量超过8000公斤/亩的仅有4个,它们分别是处理VI、处理VIII、处理IX和处理X,其中以处理VIII为最高,其次为处理X,说明施用钾肥有利于番茄产量的提高。因此,从番茄产量高低角度评价,以中等氮肥用量、高量钾肥用量和高量灌水组合效果最佳。

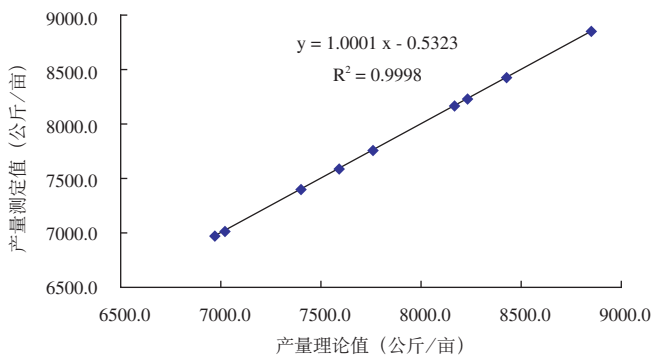


图1 优化水肥效应方程预测番茄产量与实测值的比较

3. 结论

本文以D-饱和最优设计、微区试验的方法,研究了保护地滴灌条件下,氮肥和钾肥用量、灌水量对番茄产量效应,所得主要结论如下。

(1) 氮肥、钾肥和灌水量对番茄产量均具有正效应,且符合报酬递减定律,过量施肥、灌水会引起明显的负效应,造成番茄减产。影响番茄产量的主要因素是灌水量与钾肥用量的交互作用,其次是

氮肥用量。

(2) 从产量角度评价,以中等氮肥用量、高钾肥用量和高灌水量为滴灌条件下水肥调控的最佳组合。

(3) 番茄植株高度与钾肥用量呈正相关关系,与氮肥用量的平方呈负相关关系。植株茎粗与氮肥用量呈正相关关系。

参考文献:

- [1] 王兴仁,张福锁等.现代肥料试验[M].中国农业出版社,1995.
- [2] 高峰,张颖.蔬菜大棚、温室土壤存在的问题和对策[J],陕西农业科学,2004,5(4):44-46.
- [3] 何文寿.设施农业中存在的土壤障碍及其对策研究进展[J],土壤,2004,36(3):235-242.
- [4] 侯彦林.生态平衡施肥的技术及理论体系[J],生态学报,2000,20(4):653-658.
- [5] 李建明,邹志荣.温室番茄节水灌溉指标的研究[J].沈阳农业大学学报,2000,31(1):110-112.
- [6] 吕家龙.番茄产量形成的生理研究[J].园艺学报,1983,10(4):245-252.
- [7] 饶立华.钾营养对番茄光合作用和产量形成的效应[J].浙江农业大学学报,1989,15(4):341-348.
- [8] 汪智慧.钾氮互作及配施微量元素对番茄产量和品质的影响[J].安徽农业科学,2000,28(2):233-234.
- [9] 杨小燕,卜玉山等.施钾对番茄产量和品质效应研究[J].新疆农业科学,2005,42(4):272-275.
- [10] 曾向辉.温室西红柿滴灌灌水制度试验研究[J].灌溉排水,1999,30(2):18-22.
- [11] Al-Najum-MA,Neimmah-AA,1989,The interactive effects of water quality and fertilizer levels on yield and quality of tomato *Lycopersicon esculentum* in sandy soil. *Journal of Agriculture and Water Resources Research, Soil and Water Resources*,8: 1,113-124.
- [12] Hart TK, 1996,Water management in drip-irrigated vegetable production. *Hort Technology*. 6(3):165-167.

冀西北高原磷钾肥对苜蓿生产力的影响

左启华, 石景荪, 杨福存, 杜雄, 张立峰, 边秀举

(河北农业大学, 保定, 071001)

摘要: 在冀西北高原雨养砂质栗钙土条件下, 不同磷钾水平对苜蓿生长与产量影响研究表明, 施用磷肥和钾肥能显著提高苜蓿干物质产量, 磷素处理3年平均增产49.8%, 钾素处理平均增产20.5%。施肥效应方程: $y=146.37+7.00K_2O+33.90P_2O_5-3.03P_2O_5^2$ 。研究结果还表明: 施用磷钾肥料可以明显提高苜蓿植株的生长高度, 提高氮素产投比。

紫花苜蓿是我国栽培面积最大的牧草之一, 广泛分布于西北、华北、东北地区^[1]。苜蓿不但具有良好的适口性、极高的营养价值和良好的生态适应性, 被认为是家畜的优质饲料, 而且还常作退耕还草、防风固沙、生态恢复与重建不可缺少的主要牧草种类^[2]。在我国, 苜蓿主要种植在旱薄地、盐碱地上, 基本不施肥或很少施肥, 种植4~5年后, 由于土壤养分失衡以及其它原因而衰退^[3], 使生产潜力未得到充分发挥。

近年来, 为了发展草畜生产力, 苜蓿草地施肥日益受到关注, 特别是磷钾肥的施用。研究表明, 施肥不仅使苜蓿生产力提高^[4], 而且是维持土-草-畜系统可持续发展的物质基础。由于苜蓿对磷钾肥较敏感^[4], 磷钾不足会导致早衰^[5]而限制叶片的光合作用^[6]。在苜蓿生产中, 磷钾肥促进根系的发育与纵向生长, 增加主根直径、根重、有效节瘤、根瘤数目和根瘤鲜质量, 进而促进固氮活性; 磷钾肥能够影响到产量构成因素、吸肥能力、产量和品质^[7]。

目前, 我国在苜蓿施肥的养分利用效果方面研究还比较少, 并局限于施肥对苜蓿产量影响的当年试验, 本文从提高和延续苜蓿生产力出发, 研究了多年施用磷钾肥的苜蓿产量效果及其肥料利用效应, 以期对苜蓿合理施肥提供科学依据。

1. 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于2004-2006年在河北省张北县河北农业大学张北实验站3年生苜蓿草地实施。该地海拔1410米, 年均降水量395毫米, 无霜期105天左右。供试土壤为砂质栗钙土, pH为7.6, 有机质0.68%, 有效磷(ASI-P)为14.6毫克/升、有效钾(ASI-K)为31.8毫克/升。

1.2 试验设计

试验设3个不同磷肥水平(0, 2.7, 5.3公斤/亩)和3个不同钾肥水平(0, 4, 8公斤/亩)构成9个处理(见表1), 试验小区面积144平方米。 P_2O_5 由磷酸二铵, K_2O 由氯化钾提供。氮肥施用量于2004-2005年为2.2公斤/亩, 2006年为3.2公斤/亩。2004、2005年所有肥料于返青前一次性沟施, 2006年氮钾肥2/3于返青前施用, 1/3于第一茬收获后追施。

1.3 测定内容与计算方法

2004年于8月下旬做一次性收获, 2005-2006年均于7月中旬和8月下旬收获两茬。植株全氮采

用凯氏定氮法测定，试验数据采用 SAS8.1 和 EXCEL2003 软件分析。

表 1 磷钾施肥方案

处理	P ₂ O ₅ (公斤/亩)	K ₂ O (公斤/亩)
CK	0	0
K1	0	4
K2	0	8
P1	2.7	0
P1K1	2.7	4
P1K2	2.7	8
P2	5.3	0
P2K1	5.3	4
P2K2	5.3	8

2. 结果与分析

2.1 不同磷钾水平的苜蓿产量效果

不同磷钾水平的苜蓿草产量见图 1，与对照(CK)比较表明，各施肥处理均有不同程度的增产作用，其中 P2K2 处理增产率最高，2004~2006 年产量分别比当年 CK 增产 119.3%、60%、100.2%，三年平均增产 88.2%。除 2006 年第一茬外，所有磷肥处理对各茬次苜蓿均能增产 25% 以上，3 年平均增产 49.8%，而含钾肥处理平均增产 20.5%。可见在冀西北高原栗钙土苜蓿田磷肥效果高于钾肥。

苜蓿第一、二茬干物质累积速率具有明显差异：2005 年第一、第二茬分别为 1.97 公斤/亩/天和 2.41 公斤/亩/天、2006 年第一、第二茬分别为 1.75 公斤/亩/天和 3.43 公斤/亩/天。两年平均，第二茬干物质累积速率较第一茬快 57.2%。观测结果表明，重视 7、8 月的夏秋光温降水丰沛季节苜蓿田施肥管理，对开发苜蓿生产潜力具有重要意义。

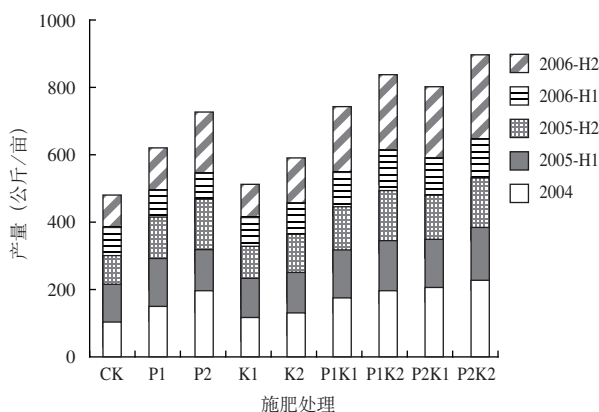


图 1 施肥对苜蓿干草产量的影响

注：2005-H1、2005-H2、2006-H1 和 2006-H2 分别表示 2005~2006 年第一茬和第二茬的产量



图 2 紫花苜蓿田间生长状况



图 3 不同磷钾用量对紫花苜蓿株高的影响

模拟 2004~2006 年施肥对苜蓿平均产量的关系，得出如下效应方程：

$$y=146.37+7.00K_2O+33.90P_2O_5-3.03 P_2O_5^2, R^2 = 0.9792^{**}$$

分析方程可以得出磷钾对产量都呈正效应，且磷肥独立效应的影响力要明显高于钾肥。通过降维求解法得：磷肥独立效应的最优值为 5.53 公斤 / 亩，而增施钾肥会持续提高苜蓿产量。

2.2 不同磷钾水平对苜蓿株高的影响

表 2 2006 年施肥对苜蓿株高的影响

处理	2006-H1 (厘米)	2006-H2 (厘米)
CK	38.4 ^{dD}	49.2 ^{fF}
K1	46.2 ^{cC}	54.6 ^{efEF}
K2	56.8 ^{bB}	67.2 ^{cCD}
P1	47.3 ^{cC}	60.4 ^{deED}
P1K1	48.2 ^{cC}	74.8 ^{bBC}
P1K2	55.2 ^{bB}	79.0 ^{bB}
P2	55.3 ^{bB}	65.6 ^{dcD}
P2K1	63.8 ^{aA}	80.0 ^{bB}
P2K2	67.3 ^{aA}	89.8 ^{aA}

注：2006-H1、2006-H2 分别表示 2006 第一茬和第二茬的调查数据，表中同列数字不同小写字母表示处理间差异显著(P<0.05)，不同大写字母表示处理间差异极显著(P<0.01)

由表 2 可见，各施肥处理均不同程度地促进苜蓿植株的生长高度。本试验中所有磷素的试验处理均能极显著增加苜蓿株高（见图 3）。与对照比较，各处理增高幅度达 31%~83%，增幅最大的处理为 P2K2。

2.3 不同磷钾水平对苜蓿氮素产投比的影响

由表 3 氮素营养产投比可以看出，种植豆科苜蓿可以收获到 1.35~4.31 倍于氮肥的产出氮。在贫瘠的土壤上施用磷钾肥能够明显提高氮肥利用效果。

2005年氮素产投比远高于2004年；由于2006年增加了氮肥的投入，氮素产投比表现出下降趋势。通过施用磷钾肥可以明显提高氮素产投比，最多可提高117%。磷肥独立效应要明显高于钾肥，配施磷肥氮素产投比平均提高61.9%，而配施钾肥氮素产投比平均提高12.4%。

表3 不同磷钾水平下氮素产投比

处理	2004年	2005年	2006年	平均
CK	1.35	2.49	1.62	1.82
K1	1.38	2.65	1.61	1.88
K2	1.51	2.72	2.08	2.10
P1	2.01	3.49	2.19	2.56
P1K1	2.23	3.57	2.95	2.92
P1K2	2.34	3.95	3.04	3.11
P2	2.68	3.90	2.75	3.11
P2K1	2.66	3.84	3.26	3.25
P2K2	2.92	4.31	3.06	3.43
平均	2.12	3.44	2.51	2.69

3. 结论

冀西北高原栗钙土条件下，施用磷钾肥可以显著提高植株高度，并能使苜蓿干物质增产60%~119.3%，苜蓿产量效应方程为：

$$y=146.37+7.00K_2O+33.90P_2O_5-3.03 P_2O_5^2$$

由方程可见磷肥独立效应的影响力明显高于钾肥。

通过施用磷钾肥可以明显提高苜蓿田氮素产投比，同时磷肥对氮素产投比的效果高于钾肥。

4. 讨论

一般研究认为苜蓿草产量第一茬最高，3、4年为生长高峰，盛产期最多不超过5、6年^[9]，此后苜蓿生产能力开始衰退。本研究中2006年磷钾肥单施处理产量较2005年有所下降，而在适当的磷钾配施条件下，连续种植第五年仍保持增产趋势。因此保证合理的肥料投入、采用中耕等措施能够保证苜蓿持续稳定的较高的生产力水平。

苜蓿具有很强的再生能力，在气候适宜的地区可以收获四茬^[7]。本研究由于地处高寒干旱地区，一年仅能收获两茬。春季低温长时间影响着苜蓿的生长，7、8月份雨热同季，适合作物生长。虽然第二茬生长时间短，但是生长速度明显高于第一茬。因此通过适宜的措施，如收获第一茬后及时追肥，充分开发第二茬生产潜力。这样可提高肥料利用率，减少肥料损失，获得更高的经济生态效益。

施磷肥不仅能增加苜蓿的产量、而且在促进生态系统的良性循环过程中都起到了积极的作用^[9]。安立龙研究认为，施磷肥可增加苜蓿生产效益、水土保持效益系统综合经济效益以及奶山羊生产效益^[10]。有报道，播种当年，苜蓿的固氮量达到3.32~11.8公斤/亩，占总需氮量的43%~62%，同时土壤有机质提高0.1%~0.3%^[11]。在此基础上，通过适当的磷钾肥投入可以收获1.35~4.31倍于投入氮肥的氮素营养。冀西北高原土壤粗骨贫瘠，在这样的地区种植苜蓿以培肥地力兼顾饲草生产，使土-草-畜

有效结合起来具有更为重要的意义。

参考文献:

- [1] 陈默君, 张文淑, 周禾. 牧草与粗饲料[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 1999: 48.
- [2] 刘树庆, 霍习良, 林思勇, 等. 坝上高寒半干旱区栗钙土有机无机培肥作用机理与培肥途径研究[J]. 河北农业大学学报, 1995, 18(S1): 78~80.
- [3] 张春霞, 郝明德, 王旭刚, 等. 黄土高原地区紫花苜蓿生长过程中土壤养分的变化规律[J]. 西北植物学报, 2004, (6): 1107~1111.
- [4] 温洋, 金继运, 黄绍文, 左余宝, 李志杰. 不同磷水平对紫花苜蓿产量和品质的影响[J]. 土壤肥料, 2005, (2): 21~24.
- [5] 于振文, 张炜, 岳寿松, 等. 钾营养对冬小麦光合作用和衰老的影响[J]. 作物学报, 1996, (3) 305~312.
- [6] 杨晴, 韩金玲, 李雁鸣, 等. 不同施磷量对小麦旗叶光合性能和产量性状的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2006, (6): 816~821.
- [7] W. K. Berg, S. M. Cunningham, S. M. Brouder et. al. Influence of Phosphorus and Potassium on Alfalfa Yield and Yield Components[J]. Crop Sci. 2005 45(1): 297~304 .
- [8] 郝明德, 张春霞, 魏孝荣, 等. 黄土高原地区施肥对苜蓿生产力的影响[J]. 草地学报, 2004, (3).
- [9] 张积祥, 李松. 紫花苜蓿 NP 肥配施研究[J]. 草业科学, 1990, (4): 70~72.
- [10] 安立龙. 磷对紫花苜蓿和奶山羊生态系统生产力的影响[J]. 家畜生态, 1995, (2): 17~21.
- [12] 恩和吉日嘎拉, 王贵印. 大力发展苜蓿型畜牧业 推进农村经济结构的战略性调整. 乌拉特中旗年鉴, 2003.

上接 10 页。

表 3 番茄移栽后不同时期茎粗测定结果 (厘米)

处理	4月3日 (移栽后 10 天)	4月10日 (移栽后 17 天)	4月17日 (移栽后 24 天)	4月30日 (移栽后 38 天)	5月8日 (移栽后 45 天)
I	0.613	0.733	0.873	1.099	1.153
II	0.594	0.730	0.917	1.135	1.199
III	0.604	0.757	0.948	1.145	1.206
IV	0.610	0.730	0.902	1.094	1.147
V	0.606	0.730	0.980	1.087	1.094
VI	0.584	0.720	0.970	1.157	1.219
VII	0.559	0.708	0.926	1.135	1.165
VIII	0.581	0.717	0.908	1.132	1.136
IX	0.595	0.738	0.946	1.142	1.198
X	0.588	0.737	1.004	1.194	1.257

钾素对番茄产量和品质的影响

李彦 崔荣宗 杨果 董晓霞 魏建林

山东省农业科学院土壤肥料研究所 济南 250100

摘要: 针对大棚蔬菜种植时农民对钾肥应用存在的问题, 本文总结了大棚番茄的钾肥试验结果。结果表明, 在大棚种植番茄情况下, 施钾肥对番茄有增产作用, 施用氯化钾用量为 K_2O 15公斤/亩的增产效果最显著, 增产幅度为29.0%。施用氯化钾用量为 K_2O 30公斤/亩增产作用不显著, 说明已过量。在施钾量相同的情况下, 氯化钾的增产效果好于硫酸钾。施用钾肥能改善番茄的品质, 提高番茄Vc含量, 对总酸的含量影响不大; 施钾能明显提高番茄的还原糖和可溶性固形物的含量, 并且在试验的氯化钾用量范围内, 两品质指标的增加量与施钾量有明显的线性关系, 相关系数 r 分别为0.9693和0.9680。在同等施钾量的情况下, 硫酸钾与氯化钾对各品质指标的影响差异不大。

关键词: 番茄 大棚 硫酸钾 氯化钾 产量 品质

钾是作物必需的大量营养元素之一, 我国的钾肥用量偏低, 远远不能满足作物对钾的需求。近两年, 农民提高了对钾的认识, 在大棚蔬菜中钾肥的用量有了明显增加, 但是, 对于钾肥品种的选择农民朋友还有很多困惑, 对于氯化钾有极大的偏见。针对以上情况, 本试验研究在同等氮磷肥的基础上, 钾肥不同用量及品种对番茄产量和品质的影响, 摸索出大棚种植番茄钾肥的适宜用量和品种, 为优质蔬菜生产的合理施肥提供参考。

1. 材料与方法

1.1 供试材料

试验地点是山东省海阳市留格镇后杨庄村, 供试土壤为潮棕壤, 土壤的基本农化性状列入表1。试验在大棚栽培条件下, 大棚的棚龄是3年, 供试作物是番茄, 品种为毛粉802。

表1 供试土壤的理化性状

土壤含盐量 (%)	pH	有机质 (%)	碱解氮 (毫克/公斤)	速效磷 (毫克/公斤)	速效钾 (毫克/公斤)
0.20	7.12	1.91	93.6	62.5	150.3

1.2 试验设计

试验设5个处理, 三次重复, 小区顺序排列, 小区面积2.8米×7.5米=21平方米。试验处理如下: 1.NP, 2.NPK1, 3.NPK2, 4.NPK3, 5.NPK2(S)。所用肥料品种为尿素、磷酸二铵、硫酸钾、氯化钾, 其中, 处理2、3、4所用钾肥为氯化钾, 处理5所用钾肥为硫酸钾。各处理氮磷肥用量相同, N 30公斤/亩, P_2O_5 22.5公斤/亩, 处理中的K1用量为 K_2O 15公斤/亩, K2用量为 K_2O 22.5公斤/亩, K3用量为 K_2O 30公斤/亩, 磷肥全部用作基肥, 氮肥和钾肥一半用作基肥, 一半用作追肥。

试验时间是2001年10月至2002年3月。

1.3 测定项目与方法

番茄产量记录, 番茄的维生素 C (Vc) 含量、还原糖含量、可溶性固形物含量的测定均按《作物品质分析》(牛森主编, 农业出版社出版) 的方法测定。土壤养分含量的测定按《土壤农业化学常规分析方法》(李酉开主编) 的方法测定。

2. 结果与讨论

2.1 钾对番茄产量的影响

各处理番茄的产量结果见表 2。从试验结果可以看出, 与 NP 处理比较, 四个施钾处理均有增产作用, 增产幅度为 3.0%-29.0%, 经方差分析, 施用氯化钾, 用量为 K_2O 15 公斤/亩的处理具有显著增产作用, 达 5% 的显著水平, 增产 29.0%。施用硫酸钾, 用量为 K_2O 22.5 公斤/亩和施用氯化钾用量为 K_2O 30 公斤/亩的两个处理, 增产作用不显著。说明在大棚条件下, 由于长期过量施肥, 土壤钾素水平较高, 施钾量达 K_2O 30 公斤/亩时对番茄没有显著的增产效果, 造成了钾素的浪费。大棚种植情况下, 番茄钾肥的适宜用量是 K_2O 15 公斤/亩, 在施钾量相同的情况下, 氯化钾的增产作用好于硫酸钾。

表 2 番茄产量及方差分析

处理	小区平均产量 (公斤)	折亩产 (公斤)	比对照增产		差异显著性	
			公斤/亩	%	0.05	0.01
NPK ₁	215.83	6852.2	1542.1	29.0	a	A
NPK ₂	199.57	6336.0	1025.9	19.3	ab	A
NPK ₂ (S)	181.76	5770.6	460.5	8.7	b	A
NPK ₃	172.23	5468.0	157.9	3.0	b	A
NP	167.26	5310.1	—	—	b	A

2.2 钾肥对番茄品质的影响

成熟期采样对番茄的品质进行分析, 测定番茄的 Vc, 还原糖, 可溶性固形物和总酸的含量, 分析结果见表 3。可见, 施用钾肥能够提高番茄 Vc 含量, Vc 增加量与施钾量无明显的线性关系; 施用氯化钾能明显提高番茄的还原糖和可溶性固形物的含量, 并且在试验的钾用量范围内, 两品质指标的增加量与施钾量有明显的线性关系, 相关系数 r 分别为 0.9693 和 0.9680。施钾对番茄总酸含量影响不大, 一般还略有增加。在同等施钾量的情况下, 硫酸钾与氯化钾对各品质指标的影响差异不大。因此, 从对品质的影响来看, 起主要作用的是施钾量而不是钾肥品种。

表 3 番茄的品质分析结果

处理	Vc (毫克/100 克)	还原糖 (%)	可溶性固形物 (%)	总酸 (以柠檬酸计) (%)
NP	6.30	2.63	4.50	0.26
NPK ₁	7.89	2.68	4.58	0.26
NPK ₂	6.27	2.93	4.73	0.29
NPK ₃	8.95	3.17	5.00	0.27
NPK ₂ (S)	6.41	2.68	4.73	0.27

3. 小结

在大棚种植番茄情况下,在氮磷肥的基础上增施钾肥,对番茄有增产作用,试验用量下,番茄的增产幅度为3.0%-29.0%。氯化钾用量为 K_2O 15公斤/亩的增产效果最显著,增产29.0%。氯化钾用量为 K_2O 30公斤/亩增产作用不显著,说明在大棚条件下,土壤钾素水平较高,施钾量达 K_2O 30公斤/亩时已过量。大棚种植情况下,番茄钾肥的适宜用量是 K_2O 15公斤/亩,在施钾量相同的情况下,氯化钾的增产效果好于硫酸钾。

施用钾肥能够提高番茄Vc含量,对总酸的含量影响不大;施钾能明显提高番茄的还原糖和可溶性固形物的含量,并且在试验的氯化钾用量范围内,两品质指标的增加量与施钾量有明显的线性关系,相关系数r分别为0.9693和0.9680。在同等施钾量的情况下,硫酸钾与氯化钾对各品质指标的影响差异不大。

上接 26 页

3. 结论

通过在甘肃农垦八一农场小井子分农场进行的籽瓜平衡施肥试验,可以得出结论,任何一种养分的亏缺都会影响到籽瓜的生长发育,导致籽瓜的产量下降和经济效益的降低。因此,只有做到合理的平衡施肥,才起到增产和增收效益。在甘肃农垦八一农场小井子分农场影响籽瓜产量因子的顺序为: $P > K > N$ 。当N、 P_2O_5 和 K_2O 的用量分别为10公斤/亩、10公斤/亩和6公斤/亩时(即OPT处理),黑瓜籽产量为最高,与OPT-N、OPT-P、OPT-K处理相比较分别增产26.8%、44.8%、32.4%,除去肥料成本,纯收入分别增加113元/亩、211元/亩、161元/亩。

参考文献:

- [1] 李金玉,孙晓伟,杨来胜等.兰州籽瓜[J].中国西甜瓜,1989,(2):8-10.
- [2] 陈年来,陶永红等.荒漠沙地籽瓜精细栽培技术研究.中国西瓜甜瓜,2002(1):14-17.
- [3] 安力.甘肃河西地区新垦沙荒地发展籽瓜的可行性研究.甘肃农业科技.1997(5):18-19.
- [4] 陈年来,李金玉,刘东顺,林淑敏.对黑籽瓜一些术语与标准的界定意见.甘肃农业科技.1999(4):1-3.



氮、钾肥对玉米产量与效益的影响

赖丽芳¹ 郭天文² 胡志桥¹

(1 甘肃省农科院土肥所 甘肃 兰州 730070)

2 甘肃省农科院旱农所 甘肃 兰州 730070)

钾是植物生长发育所必需的大量营养元素之一。近年来,随着作物品种的不断更新,氮磷肥用量的增加,单位面积产量和复种指数的提高,我国北方土壤上开始出现作物缺钾症状,钾素营养成为作物优质高产的重要限制因素之一。为了研究单作玉米高产平衡施肥技术,解决生产中氮肥用量偏高,造成生产成本增高,土壤与地下水质量降低,产量效益低下问题,获得最高产量与最佳经济效益的平衡施肥配方,开展不同氮钾配施水平对玉米的产量效应试验研究。

本研究的目标是确定单作玉米的适宜氮钾肥量及不同施氮量、施钾量对玉米产量与效益的影响,为玉米的平衡施肥推荐积累数据。

1. 材料与方

1.1 试验材料

试验设在甘肃省河西走廊中部的武威市永昌镇白云村(38° 04' N, 102° 35' E),属中温带内陆干旱荒漠区,海拔1504米,年降水量约150毫米,年均温度7.8℃,无霜期150天,≥10℃的年有效积温约为1500~3000℃,属于典型的两季不足、一季有余的自然生态区。农业生产采用地下水灌溉。土壤类型为灌漠土。试验地耕层0~20厘米土壤养分状况见表1。

表1 供试土壤养分状况(毫克/升)

pH	OM	Ca	Mg	K	N	P	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
8.25	1.05	2042.1	235.7	144.7	16.5	43.7	71.6	6.05	1.85	37.5	22.2	1.5

注:OM的单位为%

1.2 试验设计与施肥

试验采取固定P及微量元素等养分,改变N、K的施用量,共设7个处理,为(1)N0K1; (2)N1K1; (3)N2K1; (4)N3K1; (5)K0N2; (6)K2N2; (7)K3N2。各处理肥料用量见表2。试验小区面积18平方米,重复3次,随机区组排列。小区间筑埂。氮肥的20%在播前基施,80%在玉米拔节期、大喇叭口期追施,40%的氮肥于玉米拔节期随水撒施,40%的氮肥于大喇叭口期浇水前穴施,其它肥料在播前一次性施入。试验地前茬为小麦,供试玉米品种为沈单16号,肥料种类:尿素(含N46%)、重过磷酸钙(含P₂O₅46%)、氯化钾(含K₂O60%)、硼砂(含B10%)、硫酸铜(CuSO₄·5H₂O,含Cu25%)。(表2见下页)

1.3 试验方法

本研究采用土壤养分状况系统研究法,又称土壤养分状况综合评价法^[1]。本研究2001年10月作物

表2 各处理的肥料用量(公斤/亩)

处理	尿素	重过磷酸钙	氯化钾	硫酸铜	硼砂
N0K1	0.0	17	17	0.75	2
N1K1	21.7	17	17	0.75	2
N2 K1	43.5	17	17	0.75	2
N3 K1	65.2	17	17	0.75	2
K0N2	43.5	17	0	0.75	2
K2N2	43.5	17	25	0.75	2
K3N2	43.5	17	33	0.75	2

收获后,秋耕冬灌前采集土样送中国农科院土肥所中一加合作土壤植物测试实验室进行测定分析,结果表明,土壤K、S、Cu、B、Mn、P丰富,N、Zn、Fe亏缺,同年采集土样进行盆栽试验,2002年开展大田验证试验,表明土壤养分限制因子主要是N,其次是Cu、B,施钾有效。2004年开展不同氮、钾肥用量对玉米产量与效益的影响研究。

2. 结果与分析

2.1 氮对玉米产量效益的效应

试验结果显示:氮对玉米经济性状有影响,施氮后玉米株高、穗粗、穗长、茎粗、秃顶、穗粒数和百粒重增加,株高增加11—12厘米,穗粗增加0.1—0.3厘米,穗长增加2—3厘米,穗位高增加4—9厘米,茎粗增加0.1—0.2厘米,秃顶降低0.1—0.4厘米,穗粒数增加7—119个,百粒重增加1.8—3.2克,随施氮量增加,株高、穗粗、穗长、茎粗、穗粒数和百粒重增加,秃顶下降,尿素用量为43.5公斤/亩时各经济性状表现最佳,穗粒数630,百粒重38.2克,继续增加施氮量,经济性状表现较差,穗粒数575,百粒重37.4g。玉米的经济性状结果表明,尿素用量以43.5公斤/亩为最佳。

产量结果(表3)显示:随施氮水平的增加,玉米产量、产值增加,增产率与纯收入增加;与不施氮玉米产量732公斤/亩相比,施氮后,玉米产量增加68—242公斤/亩,增产9%—33%,纯收入增加45—208元/亩;施尿素43.5公斤/亩玉米产量与产值最高分别为974公斤/亩和1071元/亩,新增的产值与纯收入最大,分别为266元/亩和208元/亩,与施尿素43.5公斤/亩相比,施尿素65.2公斤/亩玉米减产9%,减产量85公斤/亩,产值下降94元/亩。产量与产值结果说明,玉米施氮量以43.5公斤尿素/亩为最佳。

表3 氮对玉米产量与产值的影响

处理	产量 (公斤/亩)	产值 (元/亩)	增产量 (公斤/亩)	增产率 (%)	增收 (元/亩)	成本增值 (元/亩)	纯收入增加 (元/亩)
N0K1	732	805	0	0	0	0	0
N1K1	800	880	68	9	75	29	45
N2K1	974	1071	242	33	266	59	208
N3K1	889	977	157	21	173	88	85

2.2 钾对玉米产量效益的影响

试验结果表明：钾对玉米部分经济性状有影响，对玉米穗粗、穗位、穗长、茎粗没有影响，施钾后玉米株高、穗粒数和百粒重增加，株高增加9—16厘米，穗粒数增加7—46个，百粒重增加1.5—1.8克，随施钾量增加，株高、穗粒数和百粒重下降，施KCl 17公斤/亩，穗粒数最高630，百粒重最高38.2克，继续增加施钾量，经济性状表现较差，穗粒数降低30—39。玉米的经济性状结果表明，KCl用量以17公斤/亩为最佳。

产量结果（表4）显示：施钾后玉米产量与产值增加，随施钾量的增加，玉米产量、产值下降，增产率与纯收入下降；与不施钾玉米产量832公斤/亩相比，施钾后，玉米产量增加35—142公斤/亩，增产4%—17%，纯收入增加-15—130元/亩；施KCl 17公斤/亩玉米产量与产值最高分别为974公斤/亩和1071元/亩，增收156元/亩，纯收入增加130元/亩，与施KCl 17公斤/亩相比，施KCl 25—33公斤/亩玉米减产4%—5%，减产量104—107公斤/亩，产值下降112—114元/亩。产量与产值结果说明，玉米施钾量以17公斤KCl/亩为最佳。

表4 钾对玉米产量与产值的影响

处理 (公斤/亩)	产量 (元/亩)	产值 (公斤/亩)	增产量 (%)	增产率 (元/亩)	增收 (元/亩)	成本增值 (元/亩)	纯收入增加
K0N2	832	915	0	0	0	0	0
K1N2	974	1071	142	17	156	27	130
K2N2	870	957	38	5	42	40	2
K3N2	867	954	35	4	39	53	-15

3. 小结

试验结果表明：一定氮用量范围内，施氮改善了玉米株高、穗粗、穗长、茎粗、秃顶、穗粒数和百粒重，提高了玉米的产量与效益。随施氮量增加，株高、穗粗、穗长、茎粗、穗粒数和百粒重增加，秃顶下降，氮水平43.5公斤尿素/亩时各经济性状表现最佳，穗粒数630，百粒重38.2g。随施氮量的增加，玉米产量、产值增加，增产率与纯收入增加；施氮后，玉米产量增加68—242公斤/亩，增产9%—33%，纯收入增加45—208元/亩；施43.5公斤尿素/亩玉米产量与产值最高分别为974公斤/亩和1071元/亩，新增的产值与纯收入最大，分别为266元/亩和208元/亩。

一定钾用量范围内，钾对玉米部分经济性状有影响，施钾后玉米株高、穗粒数和百粒重增加，产量与效益提高。施KCl 17公斤/亩，穗粒数最高630，百粒重最高38.2g，继续增加施钾量，经济性状表现较差。施钾后，玉米产量增加35—142公斤/亩，增产4%—17%，纯收入增加-15—130元/亩；施钾17公斤/亩处理的玉米产量与产值最高，分别为974公斤/亩和1071元/亩，增收156元/亩，纯收入增加130元/亩。



平衡施肥对甘肃籽瓜生产的影响

胡志桥¹, 赖丽芳¹, 王成保¹, 郭天文²

(1. 甘肃省农科院土肥所, 甘肃兰州 730070;

2. 甘肃省农科院旱农所, 甘肃兰州 730070)

摘要: 本研究采用田间试验研究方法在籽瓜上进行了氮、磷、钾不同用量和配比对籽瓜经济性状、黑瓜籽产量和经济效益影响的研究。结果表明, N、P₂O₅和K₂O的用量分别为10公斤/亩、10公斤/亩和6公斤/亩时, 籽瓜黑瓜籽的产量、经济效益和经济性状表现为最好, 与不施氮肥、磷肥和钾肥相比较, 每亩增产18—31公斤, 除去肥料成本, 每亩增加纯收入113—211元, 且更能有效地提高单瓜鲜重、黑瓜籽数和百粒重。

关键词: 籽瓜 平衡施肥

籽瓜, 又名“打瓜”, 是葫芦科 (Cucurbitaceae) 西瓜属 (Citrullus) 普通西瓜种 (lanatus) 栽培西瓜亚种 (ssp. vulgaris) 的 1 个变种 (var. megalasperms Linet Chao), Citrullus lanatus 的出生起源地在非洲Kalahari Keridofa热带荒漠草原地区, var. megalasperms则被认为是甘肃兰州的皋兰一带演化而成, 关于籽瓜种植的文字记载最早见于皋兰县县志 (1774), 距今有 230 多年^[1-2]。籽瓜果肉具有利尿、润肺、健脾的作用。《本草纲目》记载: 易压闲晕陡视; 《本草求真》记载: “籽瓜性味甘”; 《本草求真》记载: “籽瓜肉汁可润肺, 解心脾胃热, 止消渴, 消除溃肿”。经测定, 籽瓜瓢含有很高的钙、磷、铁等元素, 其中除碳水化合物和还原糖低于西瓜外, 其余成分含量都超过普通西瓜, 是物美价廉的保健食品; 籽瓜皮含有一定量的果胶, 也具有较高的利用价值^[3]。

甘肃省籽瓜种植面积 3 万余公顷, 年达产达 130 多万吨, 生产大板瓜子 4 万余吨^[4], 是我国籽瓜的传统产地和主产区, 也是我国籽瓜面积最大、质量最好的产区。但因缺乏科学的施肥技术, 严重制约了籽瓜的产量和品质的进一步提高, 降低了我省籽瓜在国际市场上的竞争力。为此, 我们在补足大、中、微量元素的基础上进行缺素处理来研究影响籽瓜产量的限制因子和最佳施肥量, 为甘肃省的优质籽瓜合理施肥提供理论依据。

1. 材料和方法

1.1 试验地点

试验地点选择在甘肃省河西走廊中部的甘肃农垦八一农场小井子分农场(38° 30' N, 102° 28' E), 属中温带内陆干旱荒漠区, 海拔 1385 米, 年降水量约 115mm, 年均温度 7.8℃, 无霜期 164 天, ≥ 10℃ 的年有效积温约为 3114.7℃, 种植作物主要是啤酒大麦、籽瓜、食用向日葵、小麦等。

1.2 供试材料

土壤类型为灌漠土, 质地为沙壤土, 试验地耕层土壤养分状况见表 1。

籽瓜品种为新疆圆片。肥料: 尿素 (含 N46%)、重钙 (含 P₂O₅46%)、氯化钾 (含 K₂O60%)、硫酸铜 (CuSO₄·5H₂O, 含 Cu25%)、硫酸亚铁 (FeSO₄·7H₂O, 含 Fe23%)、硫酸锰 (MnSO₄, 含 Mn26%)、硫酸锌 (ZnSO₄, 含 Zn20%)。

1.3 试验设计

试验设 7 处理, 分别为: OPT、OPT-N、OPT-P、OPT-K、OPT-1/2N、OPT+1/2N、CK。小区面积 15m², 重复 3 次, 随机区组排列, 小区间筑埂。试验中养分用量见表 2, 氮肥 40% 基施, 60% 分别在蔓藤期和膨大期追施, 其它肥料在播前一次性施入。试验于 2006 年 04 月 30 日播种, 2006 年 09 月 05 日收获, 分区计产, 同时取样作考种分析。

1.4 测定方法

基础土样理化性质由中一加合作土壤植株测试实验室采用 ASI 分析法测定, 并提供推荐施肥量。

表 1 基础土样理化性质

pH	有机质 %	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
		毫克/升										
8.2	0.15	40	3.45	140.7	17669	684	125	5.15	0.25	4.45	0.85	0.55

表 2 试验设计中不同处理的纯养分用量 (公斤/亩)

处理	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Cu	Fe	Mn	Zn
OPT	10	10	6	0.4	2.7	1.3	0.4
OPT -N	0	10	6	0.4	2.7	1.3	0.4
OPT -P	10	0	6	0.4	2.7	1.3	0.4
OPT -K	10	10	0	0.4	2.7	1.3	0.4
OPT -1/2N	5	10	6	0.4	2.7	1.3	0.4
OPT +1/2N	15	10	6	0.4	2.7	1.3	0.4
CK	0	0	0	0	0.0	0.0	0

2. 试验结果和讨论

2.1 不同施肥处理对籽瓜经济性状的影响

从对籽瓜经济性状的调查数据上看 (表 3), OPT 处理时, 籽瓜的生长发育为最好, 与其它处理相比较, 单瓜鲜重增加 151-398 公斤, 单瓜直径增加 0.8-3.4 厘米, 黑瓜籽数增加 13-44 个, 黑瓜籽重增加 5.1-14.9 克, 百粒重增加 2.4-6.9 克, 纵径增加 0.07-0.15 厘米。说明平衡施肥更有利于籽瓜的生长发育。

表 3 不同施肥处理对籽瓜经济性状的影响

处理	单瓜鲜重 公斤	单瓜直径 厘米	黑瓜籽数 个	黑瓜籽重 克	百粒重 克	纵径 厘米	横径 厘米
OPT	597	11.0	69	20.9	30.4	1.74	1.11
OPT-N	372	9.6	47	12.6	26.7	1.62	1.05
OPT-P	293	8.8	33	8.9	27.1	1.65	1.09
OPT-K	386	9.8	47	12.4	26.8	1.67	1.07
OPT-1/2N	382	9.6	48	13.3	27.5	1.66	1.12
OPT+1/2N	446	10.2	56	15.8	28.0	1.66	1.09
CK	199	7.6	25	6.0	23.5	1.59	1.01

2.2 不同施肥处理对籽瓜产量的影响

籽瓜的田间小区试验显示(表4), OPT处理的黑瓜子产量为最高达到68公斤/亩, 与OPT-N、OPT-P、OPT-K 处理相比较分别增产 26.8%、44.8%、32.4%,说明在甘肃农垦八一农场小井子分农场限制籽瓜产量因子的顺序为: P>K>N。

施氮肥能提高籽瓜的生长和产量, 但必须是适宜的, 过量的氮肥对籽瓜不但起不到增产作用, 反倒抑制籽瓜的生长和产量。在小井子农场推荐施肥量为: 10 公斤 N/ 亩。

表4 不同施肥处理对黑瓜籽产量的影响

处理	小区黑瓜子产量 (公斤/亩)				显著性检验		增产 公斤/亩	增产 %
	I	II	III	平均值	5%	1%		
OPT	68	69	67	68	a	A	0	0.0
OPT-N	50	64	36	50	bc	AB	-18	-26.8
OPT-P	39	39	36	38	c	BC	-31	-44.8
OPT-K	63	34	41	46	bc	B	-22	-32.4
OPT-1/2N	53	50	53	52	bc	AB	-16	-24.0
OPT+1/2N	64	53	59	59	ab	AB	-10	-14.4
CK	21	23	23	23	d	C	-46	-67.1

2.3 不同施肥处理对籽瓜经济效益的影响

通过对试验一年来籽瓜生产的投入和产出进行分析(表5)可得出结论, N、P₂O₅和K₂O的用量分别为 10 公斤/亩、10 公斤/亩和 6 公斤/亩时(即 OPT 处理), 籽瓜的产值为最高达到 548 公斤/亩, 除去肥料成本, 纯收益达到 462 元/亩。

表5 不同施肥处理对籽瓜经济效益的影响

处理	产值 元/亩	肥料成本 元/亩	纯收益 元/亩	与 OPT 比较 增收元/亩
OPT	548	86	462	0
OPT-N	401	52	349	-113
OPT-P	302	51	251	-211
OPT-K	370	69	301	-161
OPT-1/2N	416	69	348	-114
OPT+1/2N	469	103	366	-96
CK	180	0	180	-282

注: 尿素:1.56 元/公斤 重钙:1.6 元/公斤 氯化钾:1.7 元/公斤 籽瓜籽:8 元/公斤

下接 20 页

淮北平原大豆平衡施肥技术研究

李录久 郭熙盛 孙义祥 吴萍萍

安徽省农业科学院土壤肥料研究所 合肥 230031

摘要：通过 2002 - 2004 三年田间试验研究淮北平原大豆高产高效的平衡施肥技术。结果表明，平衡施肥对大豆的生长发育有良好的促进作用，并能增加大豆产值，提高经济效益。3 年试验平均，大豆平衡施肥较不施氮肥、磷肥和钾肥的增产率分别为 11.9%、15.7% 和 19.9%，施肥产投比为 1.68~6.84:1。

关键词：大豆，平衡施肥，淮北平原

大豆是安徽省淮北平原主要油料与饲料作物，常年播种面积 571.5 万亩，占全省大豆总播种面积的 73.35%，小麦一大豆轮作是淮北地区主要轮作方式之一。淮北平原大豆产区的土壤类型主要是砂姜黑土，有效养分含量较低。近年随着农业生产的发展，农田化肥施用量不断增加，然而由于施肥结构不合理，偏施氮磷肥，砂姜黑土有效磷含量大幅度提高，速效钾含量迅速下降，影响了作物产量的进一步提高，降低了施肥的经济效益。因此，开展大豆平衡施肥试验，对指导农民合理施肥，实现农业高产优质高效和可持续发展具有重要作用。2002 年起，在加拿大钾磷研究所（现国际植物营养研究所 IPNI）中国项目部的资助下，开展了大豆营养诊断施肥研究，取得了显著的增产效应。现将结果报道如下。

1. 材料与与方法.

1.1 土壤养分状况

试验在安徽省蒙城县庄周乡进行。供试土壤为普通砂姜黑土，肥力中等，播前 0-20cm 耕层土壤样品经北京中一加合作土壤植株测试实验室分析，养分状况见表 1。

表 1 供试土壤耕层基本农化性状

年份	pH (水)	有机质 (%)	土壤有效养分含量 (毫克 / 升)								
			钾 K	氮 N	磷 P	硫 S	硼 B	铜 Cu	铁 Fe	锰 Mn	锌 Zn
2002	6.70	0.52	47.5	12.7	15.0	23.0	1.18	2.00	12.6	1.7	1.90
2003	6.35	1.15	58.6	41.0	7.3	84.6	4.95	3.05	14.1	107.9	1.65
2004	6.85	1.65	58.7	29.9	8.2	17.9	3.65	2.25	10.7	57.7	1.30

1.2 试验设计

试验设 6 个处理：(1) OPT ($N_4P_6K_6$ ，施 N、 P_2O_5 和 K_2O 分别为 4、6 和 6 公斤 / 亩) (2) OPT—N (3) OPT—P (4) OPT—K (5) OPT—1/3 P (6) OPT+1/3 K (见表 2，表 3) 氮肥用尿素，磷肥用磷酸二铵，钾肥用氯化钾。施肥方法为：全部氮磷钾肥料作基肥施用。小区面积分别为 21.0、20.0 和 20.0 平方米，重复 4 次，完全随机区组排列。供试大豆品种为徐豆 8 号，每年 6 月中旬播种，9 月下旬收获。其它栽培管理措施同当地一般大田相同。

2. 结果与分析

2.1 施肥对大豆生长发育的作用

表2的调查结果说明,施用氮磷钾化肥对大豆的生长发育具有良好的促进作用,大豆分枝数与有效荚增多,瘪荚数减少,穗粒数和百粒重增长显著,经济性状改善,为产量提高打下了基础。

表2 施肥对大豆生长发育的影响

处理	株高 (厘米)	25株大豆(个)			粒数 (粒/株)	百粒重 (克)	25株重量(克)		
		分枝	瘪荚	有效荚			籽粒	秸秆	根系
OPT (CK)	79.4	15	3	669.0	56.6	16.0	226	192	20.1
OPT-N	74.4	5	5	483.0	41.3	15.5	160	135	10.3
OPT-P	72.3	3	6	471.2	39.2	15.1	148	120	11.0
OPT-K	75.2	3	6	542.8	44.3	15.0	166	148	15.6
OPT-1/3P	71.7	4	9	544.8	40.3	15.1	152	155	18.2
OPT+1/3K	74.9	9	7	525.8	43.1	15.8	170	145	16.1

2.2 平衡施肥的增产效应

从表3可以看出,淮北平原砂姜黑土地地区,氮磷钾化肥配合施用的平衡施肥技术具有显著的增产效果,大豆施氮的增产率为10.7~14.5%,施磷产量相对提高9.7~33.8%,施钾增产10.9~53.0%,3年试验平均增产分别为11.9%、15.7%和19.9%,达5%或1%的显著水准。不施氮肥、磷肥或钾肥,大豆产量下降,相应只有平衡施肥产量的87.3~90.3%、74.8~91.2%和65.4~90.2%,平均分别为89.3%、86.5%和83.4%,减产效应显著。

P_2O_5 施用量由6公斤/亩减少至4公斤/亩,除2003年外,大豆产量下降不明显,3年试验平均, $N_4P_4K_6$ 产量较 $N_4P_6K_6$ 仅减产4.0%,减产效应不显著。同样, K_2O 施用量由6公斤/亩加大至8公斤/亩,大豆产量也没有多大程度的提高, $N_4P_6K_8$ 产量比 $N_4P_6K_6$ 的产量也仅增产2.1%(表3)。因此,当前生产水平下,磷肥(P_2O_5)与钾肥(K_2O)用量分别为4公斤/亩与6公斤/亩时,即可满足大豆生长发育对P和K的需要。

2.3 施用钾肥的经济效益分析

表3的结果说明,氮磷钾化肥配合施用的平衡施肥技术,可有效提高大豆的产值,增加农民经济收入。平衡施肥较不施氮肥的对照增收35.0~52.5元/亩,施用氮肥的产投比达2.92~3.65:1;较不施磷肥的对照增收33.3~69.7元/亩,施用磷肥的产投比为1.68~3.49:1;较不施钾肥的对照增收37.1~95.7元/亩,施用钾肥的产投比为3.09~6.84:1。在施用 P_2O_5 4公斤/亩或 K_2O 6公斤/亩的基础上进一步加大磷肥或者钾肥的施用量,产投比降低,施磷、施钾的经济效益下降,2002年试验 $N4P6K6$ 处理与对照相比,产投比降至2.68:1和1.77:1。说明合理施用磷、钾肥是提高磷、钾施用效益的有效和重要途径。

表 3 平衡施肥对大豆产量的影响

年份	处理	产量 公斤/亩	增减产 公斤/亩	增产率 %	经济效益 元/亩	施肥 产投比
2002 年	N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀	151.5	—	—	—	—
	N ₀ P ₉₀ K ₉₀	136.8	-14.7	-9.70*	-36.7	3.53
	N ₆₀ P ₀ K ₉₀	138.2	-13.3	-8.78*	-33.3	1.68
	N ₆₀ P ₉₀ K ₀	136.7	-14.8	-9.77*	-37.1	3.09
	N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	152.3	+0.8	+0.53	+2.1	2.68
	N ₆₀ P ₉₀ K ₁₂₀	148.0	-3.5	-2.31	-8.7	1.77
2003 年	N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀	78.9	—	—	—	—
	N ₀ P ₉₀ K ₉₀	68.9	-10.0	-12.7*	-35.0	2.92
	N ₆₀ P ₀ K ₉₀	59.0	-19.9	-25.2**	-69.7	3.49
	N ₆₀ P ₉₀ K ₀	51.6	-27.3	-34.6**	-95.7	6.84
	N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	69.3	-9.6	-12.2	-33.6	2.69
	N ₆₀ P ₉₀ K ₁₂₀	80.7	+1.8	+2.3	+6.3	5.46
2004 年	N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀	141.5	—	—	—	—
	N ₀ P ₉₀ K ₉₀	126.5	-15.0	-10.6*	-52.5	3.65
	N ₆₀ P ₀ K ₉₀	124.4	-17.1	-12.1**	-59.9	2.50
	N ₆₀ P ₉₀ K ₀	122.0	-19.5	-13.8**	-68.3	4.28
	N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	135.6	-5.9	-4.2	-20.6	2.46
	N ₆₀ P ₉₀ K ₁₂₀	150.1	+8.6	+6.1	+30.1	4.62

注：*2002、2003 和 2004 年大豆价格分别为 2.50、3.50 和 3.50 元/公斤，N 为 2.60、3.00 和 3.60 元/公斤，P₂O₅ 为 3.30、3.33 和 4.00 元/公斤，K₂O 为 2.00、2.33 和 2.66 元/公斤。

3. 小结

3.1 施用氮磷钾对大豆生长发育具有良好的促进作用，大豆分枝数与有效荚增多，瘪荚数减少，穗粒数和百粒重增长显著，经济性状改善。

3.2 氮磷钾配合施用的平衡施肥技术具有显著的增产效果，大豆施氮的增产率为 10.7%~14.5%，施磷产量相对提高 9.7%~33.8%，施钾增产 10.9%~53.0%，平均增产率分别为 11.9%、15.7% 和 19.9%，达显著或极显著水准。

3.3 平衡施肥可有效增加大豆产值，提高经济效益。施肥的产投比为 1.68~6.84:1。

参考文献：

- [1] 金继运. 土壤养分系统研究法. 北京, 中国农业科技出版社, 1992, 17~41.
- [2] 安徽省土壤普查办公室主编. 安徽土壤, 北京, 科学出版社, 1996: 535~538.
- [3] 曹树钦. 安徽省土壤钾素供需状况浅析. 土壤, 1993, 25 (1): 34~36.



江汉平原鱼用黑麦草施磷效果

李小坤¹ 鲁剑巍¹ 鲁君明² 陈防³

1. 华中农业大学资源与环境学院, 湖北 武汉 430070;

2. 湖北省荆州市大同湖管理区农科所, 湖北 荆州 433221;

3. 中国科学院武汉植物园 / 武汉植物研究所, 湖北 武汉 430070

摘要: 在田间试验条件下研究了不同磷肥用量对黑麦草产量、养分吸收及经济效益的影响。结果表明: 在氮钾肥基础上施用磷肥, 可以明显提高黑麦草的分蘖数、株高和最大表观叶面积等生长指标; 黑麦草鲜草产量随着磷肥用量增加呈先升高后降低趋势, 施磷 (P_2O_5) 9 公斤/亩时产量最高, 为3 983.3 公斤/亩; 随着磷肥用量的增加, 黑麦草对氮、磷和钾素的积累量逐渐增加。经济效益分析表明, 施磷9 公斤/亩时净利润最高, 增收219.7 元/亩, 肥料产投比达4.8。

关键词: 磷肥; 黑麦草; 产量; 养分吸收量; 经济效益

黑麦草 (*Lolium multiflorum*) 是越年生禾本科黑麦草属植物, 喜温暖湿润的气候; 具有分蘖力强、生长快、产量高、品质好等优点; 草质柔软多汁, 营养丰富, 为各种家畜所喜食, 也是养鱼的好饲料。随着农业产业结构的调整和退田还湖力度的加大, 在江汉平原养鱼产区, 越来越多的渔民种植黑麦草用于饲养草食性鱼类。然而, 由于鱼用饲草种植在江汉平原是一种新的种植模式, 很多农民认为种草只需施用氮肥即可, 导致实际生产中常出现僵苗和产量偏低等现象。我们过去在江汉平原的研究表明, 长江冲积物母质发育的潮土上有效磷含量较低是限制作物高产的主要因素之一^[1,2]。为了为农民种草养鱼科学施肥提供依据, 我们在江汉平原的洪湖市进行了黑麦草磷肥用量大田试验。

1. 材料与方 法

1.1 供试材料

田间试验安排在湖北省洪湖市境内国营大同湖农场江泗口新台队。供试土壤为长江冲积物发育的潮土, 前茬作物为玉米, 土壤理化性状如下: pH 8.1, 有机质 17.8 克/公斤, 铵态氮 112.0 毫克/升, 速效磷 13.3 毫克/升, 速效钾 89.0 毫克/升。供试黑麦草品种为特高 (Tetragold) 多花黑麦草。

1.2 试验设计

试验设5个处理, 分别为: (1) $N_{12}P_0K_{10}$ (2) $N_{12}P_3K_{10}$ (3) $N_{12}P_6K_{10}$ (4) $N_{12}P_9K_{10}$ (5) $N_{12}P_{12}K_{10}$ 。各处理中 N、P、K 分别代表 N、 P_2O_5 、 K_2O , 元素符号右下标表示试验期内纯养分用量, 单位为: 公斤/亩。氮肥分三次施用, 基肥占 50% (2004 年 10 月 14 日整地时施用)、两次追肥各占 25% (分别在 2005 年 2 月 23 日和 3 月 30 日撒施), 磷肥和钾肥一次性作基肥施用。

各处理设 4 次重复, 随机区组排列, 小区面积为 2 米 × 6 米 = 12 平方米。

1.3 田间管理

试验于2004年10月14日开始,2005年4月27日结束。在试验开始日施用基肥并播种,播种量1.67公斤/亩,播种方式为撒播。2005年2月23日第1次追施氮肥(提苗肥)。2005年3月9日第1次刈割,3月30日第2次追施氮肥,4月27日第2次刈割。

1.4 分析测定

2005年3月5日取样调查黑麦草分蘖、株高、叶片数、最大表观叶面积等生长指标,其中表观叶面积=叶长×叶宽,测定每株中面积最大的叶片。

土壤样品分析在中-加合作土壤测试实验室采用系统研究法进行测定。

2. 结果与分析

2.1 磷肥用量对黑麦草生长的影响

表1结果表明,在氮钾肥基础上施用磷肥可以显著提高黑麦草分蘖数、株高、最大表观叶面积等指标,而对单株叶片数影响不大。随着磷肥用量的增加,分蘖数、株高均呈逐渐升高趋势,而单株叶片数和最大表观叶面积则有先升高后降低的趋势。与不施磷(P_0)处理相比,施磷(P_2O_5)3、6、9和12公斤/亩,株高分别增加7.8厘米、9.7厘米、12.9厘米、13.1厘米,增幅为24.8%-41.6%。分蘖数、单株叶片数及最大表观叶面积的增幅分别是10.0%-26.7%、1.4%-10.6%、35.3%-80.7%。说明磷肥施用能够促进黑麦草的生长。

表1 磷肥用量对黑麦草生长的影响

处理	分蘖数 (个/平方米)	株高 (厘米)	单株叶片数 (叶/株)	最大表观叶面积 (平方厘米)
P_0	3571 ± 329 b	31.5 ± 6.1 b	3.5 ± 0.3 a	14.2 ± 4.1 c
P_3	3929 ± 410 ab	39.3 ± 6.2 a	3.6 ± 0.3 a	19.2 ± 3.5 bc
P_6	4379 ± 192 a	41.2 ± 2.0 a	3.9 ± 0.2 a	20.5 ± 1.7 ab
P_9	4442 ± 404 a	44.4 ± 2.7 a	3.8 ± 0.3 a	25.7 ± 2.7 a
P_{12}	4525 ± 623 a	44.6 ± 4.5 a	3.6 ± 0.3 a	24.3 ± 4.7 ab

注:各栏中不同字母表明在 $p < 0.05$ 水平上有显著差异(下同)

2.2 磷肥用量对黑麦草产量的影响

两次刈割的黑麦草的产量均呈现随磷肥用量增加先升高后降低的趋势,且均在 P_9 水平时达到最高值。对两次刈割产量进行累加,方差分析结果表明,在氮钾肥的基础上施用磷肥,在施磷(P_2O_5)9公斤/亩范围内,黑麦草鲜草产量随着磷肥用量增加而提高,施磷3、6和9公斤/亩分别比 P_0 处理增产5.2%、14.0%和22.8%, P_3 增产效果不明显, P_6 和 P_9 显著提高产量,说明黑麦草施磷具有显著的增产效果。当磷肥用量超过9公斤/亩后进一步提高磷肥用量黑麦草产量未继续提高, P_{12} 与 P_9 处理的产量无显著性差异,且略有下降,说明黑麦草对施磷肥的用量有一定的限度,超过适宜用量后的过量磷肥对产量产生抑制作用。

表2 磷肥用量对黑麦草产量的影响 (公斤/亩)

处理	第1次收获	第2次收获	总产量
P ₀	486.0 c	2756.7 b	3242.8 c
P ₃	640.7 bc	2770.7 b	3411.2 bc
P ₆	765.3 ab	2930.7 a	3695.7 ab
P ₉	934.7 a	3048.7 a	3983.3 a
P ₁₂	876.7 ab	2957.3 a	3833.3 a

2.3 磷肥用量对黑麦草经济效益的影响

经济效益分析表明, 尽管增施磷肥带来肥料成本及因产量提高而带来的劳务成本增加, 但施磷净利润仍较乐观, 其中以施磷 (P₂O₅) 9 公斤/亩时利润最高, 说明种植黑麦草时施用一定量的磷肥是一条增产增收的好措施, 然而过量施用磷肥对黑麦草产量及经济效益均无益处, 所以磷肥用量应适宜。

表3 磷肥用量对黑麦草经济效益的影响

处理	增产 (公斤/亩)	增加收入 (元/亩)	磷肥增加投入 (元/亩)	增加劳务费 (元/亩)	净利润 (元/亩)	产投比
P ₀	—	—	—	—	—	—
P ₃	168.5	63.2	7.0	8.4	47.8	4.1
P ₆	453.0	169.9	14.0	22.7	133.2	4.6
P ₉	740.7	277.8	21.0	37.0	219.7	4.8
P ₁₂	590.7	221.5	28.0	29.5	164.0	3.9

注: 2005年过磷酸钙价格为280元/吨, 折合P₂O₅价格2.33元/公斤; 草鱼价格7.5元/公斤, 20公斤黑麦草增重1公斤草鱼, 折合黑麦草价格0.375元/公斤, 每公斤鱼草劳务费按0.05元计算。

3. 结论

在江汉平原的试验结果表明, 磷肥施用对黑麦草生长有明显的促进作用, 在施磷 (P₂O₅) 9 公斤/亩以内, 黑麦草株高随着磷肥用量的增加而提高。黑麦草施磷具有显著的增产效果, 施磷3、6和9公斤/亩分别比不施磷处理增产5.2%、14.0%和22.8%, 超过适宜用量后过量磷肥对产量产生抑制作用。虽然增施磷肥带来肥料成本和因产量提高而带来的劳务成本增加, 但净利润仍较乐观, 施磷 (P₂O₅) 9 公斤/亩的净利润最好, 可增收219.7元/亩。

参考文献:

[1] 储祥云, 黄昌勇, 何振立. 磷肥和石灰对酸性土壤上一年生黑麦草生长的影响[J]. 浙江农业大学学报, 1999, 25(1): 19-22

[2] 鲁剑巍, 陈防, 梁友光等. 磷钾肥对鱼草产量及经济效益的影响[J]. 水利渔业, 2003, 23(2): 58-



成都平原冲积水稻土平衡施肥对莴笋产量的影响

秦鱼生¹ 涂仕华¹ 孙锡发¹ 冯文强¹ 廖鸣兰¹
陈光辉² 刘应发²

1: 四川省农业科学院土壤肥料研究所 成都 610066

2: 彭州市农业局 四川 彭州

摘要: 本文针对成都平原莴笋种植中肥料投入量过大的问题,在全国无公害蔬菜生产基地彭州市,采用无机肥料氮、磷、钾、钙和镁共8个处理的配比试验,研究不同肥料组合对莴笋产量和经济效益的影响。试验结果表明:无机肥料氮、磷、钾、镁和钙元素的平衡施用对莴笋产量和经济效益影响很大。不施钾肥处理减产1600公斤/亩,减收400元/亩;不施氮肥处理减产1330公斤/亩,每亩利润降低约460元;不施磷、镁和钙肥的处理减产幅度为400~1100公斤/亩,减收150~420元/亩。

关键词: 平衡施肥; 莴笋; 产量; 冲积水稻土; 成都平原

彭州市是全国无公害蔬菜生产示范基地,蔬菜产业十强县(市)之一。该市蔬菜种类繁多,有14个大类,200多个品种,常年种植面积64.5万亩,产量150多万吨,销售鲜菜110多万吨,其中莴笋常年种植面积8万多亩,产量达24.8万吨。长期以来,菜农在莴笋种植中的肥料投入量一直很高。据调查,纯氮的施用量每季高达50-75公斤/亩, P_2O_5 30-40公斤/亩, K_2O 40-60公斤/亩,中、微量元素很少施用,肥料施用总量和养分比例均严重失衡,造成该地区土壤酸化严重,莴笋品质降低,种植效益不高。在中-加合作项目的支持下,本试验对成都平原冲积水稻土平衡施肥对莴笋产量、经济效益的影响进行了研究,为成都平原莴笋种植的合理施肥提供理论依据。

1. 材料与方 法

1.1 供试土壤

供试土壤系新冲积母质发育而成的水稻土,土壤养分状况分析结果为,土壤有机质2.92%,全氮0.171%,全磷0.078%,全钾1.12%,速效氮、磷和钾分别为128.8、58.16、95.56毫克/公斤,显示出氮、磷养分极为丰富。土壤酸性,pH值为5.41。

1.2 试验设计

(表1见2页)

试验共设8个处理,三次重复,小区面积24平方米,随机排列。磷、钾、镁、钙肥作底肥一次施用,氮肥底肥用量为总氮量的40%,苗期追肥40%,膨大期追肥20%。田间试验于2005年11月~2006年3月进行,栽培规格36.6×36.6厘米。

1.3 试验方法

试验所用莴笋品种为大白甲。氮肥用尿素,磷肥用过磷酸钙,钾肥用氯化钾(加拿大产)。其它田

间管理措施按当地丰产栽培要求，记载试验期莴笋的生物学性状。收获称量各小区商品莴笋的重量。

2. 结果和讨论

2.1 平衡施肥对莴笋产量的影响

(表2见2页)

平衡施肥对莴笋的产量影响较大。氮磷钾钙镁营养平衡施用处理(OPT)产量最高，莴笋产量达12.4吨/亩。钾素为莴笋的第一大营养障碍因子，不施钾肥处理(OPT-K)的产量最低，约为10.8吨/亩，与平衡施肥处理相比每亩减产1600公斤，相对减产13.0%，差异极显著。氮素为莴笋的第二大营养障碍因子，不施氮肥处理(OPT-N)的产量为11.1吨/亩，相比平衡施肥处理减产1330公斤/亩，相对减产10.7%，差异极显著。磷素为莴笋的第三大营养障碍因子，不施或者减少磷肥施用量处理(OPT-P、OPT-1/2P)与平衡施肥处理相比减产分别为1117和1167公斤/亩，减产幅度都大于9.0%，差异达5%显著水平。钙和镁营养对莴笋产量的影响不如大量营养元素那么大，不施钙处理(OPT-Ca)与平衡施肥处理相比每亩减产约400公斤，减产幅度为3.3%；不施镁处理(OPT-Mg)减产略高于不施钙处理，约为900公斤/亩；统计分析显示，OPT-Ca、OPT-Mg处理与平衡施肥处理间产量差异不显著。

2.2 平衡施肥对莴笋经济效益的影响

(表3见38页)

从试验的经济学分析结果来看，平衡施肥处理的种植利润最大，达4643元/亩。不施钾肥处理的种植利润最低，为4035元/亩，每亩种植收入降低约为600元。OPT-N、OPT-1/2P和OPT+K处理的种植利润相当，约为4180元/亩，与平衡施肥处理相比减收460元/亩；不施磷肥处理减收427元/亩。不施钙、镁的减收幅度相对较小，分别为147和363元/亩。OPT-N处理的产出/投入比最高，达16.1；而OPT+K处理的产出/投入比最低，仅为12.1；两者间相差4，这说明施肥对种植效益的影响极大，不合理的肥料施用经常造成投入增加，但并不增产和增收的现象。

3. 小结

平衡施肥对莴笋的产量和经济效益影响很大。钾素为成都平原冲积水稻土莴笋高产高效种植的第一大营养障碍因子，其次为氮素，磷素居于第三位。中量元素钙、镁对莴笋产量和经济效益的影响较氮、磷和钾元素低，而施镁的效果要好于钙。综合考虑莴笋的产量和经济效益，在该种类型土壤上种植莴笋，最佳施肥方案为NPKMg。

参考文献：

- [1] 朱小梅等. 平衡施肥对莴笋产量和品质的影响[A], 涂仕华主编. 西南地区作物平衡施肥与坡地管理研究[C]. 成都: 四川大学出版社. 2006, 196~203
- [2] 狄彩霞等. 不同肥料组合对莴笋产量和品质的影响. 土壤学报[J]. 2005, 42(2): 652~660
- [3] 李会合等. 平衡施肥对莴笋产量和品质的效应研究. 磷肥与复肥[J]. 2004, 19(6): 72~73
- [4] 鲁栋等. 不同复合肥在秋莴笋上的肥效试验. 安徽农学通报[J]. 2002, 8 (3): 52~53



云南嵩明蚕豆养分平衡管理定位试验研究

苏帆 付利波 陈华 洪丽芳

云南省农科院农业环境资源研究所 (650205)

摘要: 嵩明蚕豆养分平衡管理定位试验已连续进行了三年。试验结果表明,氮肥对当季蚕豆增产没有明显作用,蚕豆不施磷钾肥对蚕豆产量影响突出。对蚕豆增产增收效益最好的N、P₂O₅、K₂O用量分别是4公斤/亩、9公斤/亩和9公斤/亩。

在磷钾元素供应不足或缺磷钾肥的试验处理中,蚕豆内在品质明显下降。养分平衡管理有利于提高蚕豆内在品质。

关键词: 养分平衡 蚕豆 增产增收

蚕豆是云南特色产业中一种重要的杂粮作物,全省种植面积近300万亩,全省产量平均每亩100公斤。在传统的种植中,蚕豆一般不施NK肥料,仅施少量P肥。为在全省现有蚕豆种植区域根据其需肥特性,结合土壤平衡供肥要求,既能较好地提高蚕豆的生产水平又能较好地维持土壤的供肥能力,突出投入产出正效应,为此本文着重讨论了不同养分管理对蚕豆生产中产量和品质的影响。

1. 材料和方法

供试作物品种:蚕豆 315

供试土壤:水稻土,质地壤土,供试土壤主要理化性质见表1。

表1 供试土壤理化性质 (ASI法)

处理	pH	OM (%)	(毫克/升)										
			Ca	Mg	K	NH ₄	P	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
1. OPT(N2P2K2)	5.5	2.1	5114	123	270	17.6	8.2	286.4	1.9	8.0	79.7	6.6	7.5
2. OPT-N	5.8	2.2	4691	808	63	26.3	9.9	300.6	1.8	14.1	43.5	7.4	3.9
3. OPT-P	5.9	2.0	4527	581	82	16.1	10.5	257.2	1.7	13.9	41.1	6.0	1.2
4. OPT-K	6.5	2.2	1601	667	47	15.3	25.4	292.0	1.7	16.1	83.5	3.7	8.5
5. N1P2K2	5.9	2.3	5543	550	117	22.3	10.3	301.6	1.7	19.3	186.1	15.8	5.0
6. N3P2K2	5.4	1.4	4992	629	117	22.3	14.1	105.1	2.2	13.3	32.2	21.4	4.5
7. N2P1K2	5.7	1.9	4122	320	90	17.6	8.7	235.4	1.6	2.0	33.5	3.5	2.4
8. N2P3K2	6.1	2.0	5729	842	78	48.6	7.5	141.0	1.9	18.4	67.9	5.4	32.0
9. N2P2K1	5.8	2.1	3944	759	113	15.3	7.5	138.1	1.9	0.7	9.0	7.7	4.2
10. N2P2K3	6.5	2.9	3513	69	172	10.8	17.4	122.0	0.9	3.9	78.4	6.5	1.9

田间定位试验共设10个处理,四次重复,随机区组排列。小区面积17.5平方米,蚕豆种植密度25000株/亩。试验设计见表2。

表2 蚕豆试验处理设计 (公斤/亩)

处理	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. OPT(N2P2K2)	4	9	9
2. OPT-N	0	9	9
3. OPT-P	4	0	9
4. OPT-K	4	9	0
5. N1P2K2	2	9	9
6. N3P2K2	6	9	9
7. N2P1K2	4	5	9
8. N2P3K2	4	13	9
9. N2P2K1	4	9	5
10. N2P2K3	4	9	13

(注: 供试肥料品种: 尿素 (N46%)、氯化钾 (K₂O60%)、过磷酸钙 (P₂O₅17%))

2. 试验结果与分析

2.1 养分平衡管理对蚕豆产量的影响 (见表3)

表3 养分平衡管理对蚕豆产量的影响

处理	产量 (公斤/亩)	标准差	5% 显著水平	1% 极显著水平
1. OPT(N2P2K2)	296.7	11.2	ab	A
2. OPT-N	275.0	7.8	b	AB
3. OPT-P	185.8	10.0	d	D
4. OPT-K	168.3	13.6	d	D
5. N1P2K2	285.4	11.8	ab	A
6. N3P2K2	294.6	18.3	ab	A
7. N2P1K2	241.3	17.0	c	BC
8. N2P3K2	226.3	28.1	c	C
9. N2P2K1	239.6	21.0	c	C
10. N2P2K3	304.2	17.8	a	A

从试验各定位小区具体收获的蚕豆产量数据可看出, N肥的施与不施对蚕豆的增产效果不明显, 当季蚕豆不施P或K肥, 对蚕豆产量的影响特别突出。从各试验小区施肥处理比较OPT(N2P2K2)、OPT-N、N1P2K2、N3P2K2、N2P2K3五处理几乎在同一产量水平, 有一定差异, 但差异不明显。试验说明蚕豆是一种对养分PK特别敏感的喜PK作物。由于蚕豆根瘤本身具有自然固N作用, 蚕豆对N肥的需求显得不十分迫切。试验结果还表明, 在一些试验小区土壤本身含K量就较高的情况下, 继续增施一定量的K肥仍有较好的增产效果。

2.2 养分平衡管理中的蚕豆经济效益分析

根据各试验不同小区不同养分平衡管理下蚕豆生产投入产出净效益分析,在不同养分平衡管理的施肥处理中,投入产出净效益是有明显差异的。尽管在不施P、K肥的处理小区中投入成本大大低于增施了P.K肥的处理,但由于产量的影响净收入则反而大大降低。试验结果显示,在养分平衡管理中,投入产出增产增效最佳试验处理为OPT(N2P2K2)。

表4 蚕豆经济效益分析结果

处理	产量 (公斤/亩)	产值 (元/亩)	投入 (元/亩)	净收入 (元/亩)	比OPT ± %
1. OPT(N2P2K2)	296.7	593.3	98.7	494.7	—
2. OPT-N	275.0	550.0	81.3	468.7	-5.24
3. OPT-P	185.8	371.7	66.9	304.8	-38.39
4. OPT-K	168.3	336.7	49.2	287.5	-41.88
5. N1P2K2	285.4	570.8	90.0	480.9	-2.79
6. N3P2K2	294.6	589.2	107.4	481.8	-2.60
7. N2P1K2	241.3	482.5	84.5	398.0	-19.55
8. N2P3K2	226.3	452.5	112.8	339.7	-31.32
9. N2P2K1	239.6	479.2	76.7	402.5	-18.63
10. N2P2K3	304.2	608.3	120.7	487.7	-1.42

注:蚕豆:2.0元/公斤;尿素:2元/公斤;氯化钾:3.3元/公斤;普通过磷酸钙:0.6元/公斤

2.3 养分平衡管理对蚕豆内在品质的影响

表5 蚕豆营养成分分析结果

处理	蛋白质 %	脂肪 %	碳水化合物 %
1. OPT(N2P2K2)	31.76	3.05	56.93
2. OPT-N	29.83	2.99	51.28
3. OPT-P	30.55	2.92	51.09
4. OPT-K	30.72	2.92	53.21
5. N1P2K2	30.34	3.01	54.74
6. N3P2K2	32.49	2.98	56.46
7. N2P1K2	31.4	2.89	55.78
8. N2P3K2	31.9	2.99	55.8
9. N2P2K1	31.49	2.94	55.45
10. N2P2K3	32.0	2.99	56.92

养分平衡的科学管理不仅体现在蚕豆的增产效果上,对蚕豆内在品质的影响也是明显的(表5)。通过对不同养分平衡管理各试验小区蚕豆样品的内在品质分析数据可以看出,在PK元素供应不足或不施

PK肥的试验处理小区中,蚕豆收获样品的内在品质是下降的。其蛋白质、脂肪、碳水化合物多种品质指标都明显低于PK元素供应较好或当季增施PK肥的处理。

3. 小结

3.1 嵩明蚕豆养分管理定位试验已连续进行了三年。从前两季蚕豆收后的土壤分析结果可看出,多数试验小区土壤NPK含量均分别低于允许的临界值,部分处理小区土壤PK含量超过临界值水平。但试验结果表明,N肥的施与不施对当季蚕豆增产没有明显作用,蚕豆不增施PK肥对蚕豆产量影响突出。同时试验结果也表明,在一些土壤本身含K量就较高的情况下,继续增施一定量的K肥仍有较好的增产效果。

3.2 在不同养分管理中,各处理投入产出净效益差异明显。不施PK肥的试验处理减产明显,对蚕豆增产增收效益最好的N、 P_2O_5 、 K_2O 的用量分别是4公斤/亩、9公斤/亩和9公斤/亩。

3.3 养分平衡管理有利于提高蚕豆的内在品质。在PK元素供应不足或缺PK肥的试验处理中,蚕豆内在品质明显下降。

(上接 34 页)

表 3 平衡施肥对莴笋经济效益的影响

处理	产量 (公斤/亩)	投入 (元/亩)	产出 (元/亩)	种植利润 (元/亩)	产出/投入
NPKCaMg					
(OPT)	12456	339.6	4982	4643	14.67
OPT-N	11122	277.0	4449	4172	16.06
OPT-P	11339	319.6	4536	4216	14.19
OPT-K	10855	306.6	4342	4035	14.16
OPT+K	11372	376.3	4549	4173	12.09
OPT-Ca	12039	319.6	4816	4496	15.07
OPT-Mg	11539	335.6	4616	4280	13.75
OPT-1/2P	11289	329.6	4516	4186	13.70

备注: 种植投入包括肥料和种子、农药等的投入,其中尿素2.0元/公斤,过磷酸钙0.44元/公斤,氯化钾2.1元/公斤,生石灰0.2/公斤,七水硫酸镁4.5元/公斤,商品莴笋市售价0.4元/公斤,种子和农药投入以每亩200元计,劳力不计入投入。

平衡施肥对咖啡产量和品质的影响

尹梅 付利波 陈华 苏帆 洪丽芳

云南省农科院农业环境资源研究所

摘要: 咖啡是一种重要的热带经济作物,是云南省澜沧县的主要农产品之一。通过在澜沧县的田间实验,研究了不同 N、P、K 用量及其配比对咖啡产量和品质的影响。结果表明,不同水平的 N、P、K 用量及其配比对咖啡产量和品质有不同的影响。NPK 的缺乏对咖啡产量的影响较大,其影响顺序依此为 N>P>K。NPK 的缺乏对咖啡品质影响也很大,N 的缺乏对咖啡品质影响最大,其次为 K,而 P 的影响相对较小。试验得出的最佳处理为 N2P2K2 (即 N、P₂O₅、K₂O 分别为 20、15 和 15 公斤/亩),处理中合理的 NPK 配比不仅可改善咖啡的品质,提高咖啡产量和经济效益,并可减少因过低施肥造成的减产或过高施肥造成的资源浪费和对环境造成的不良影响。

关键词: 咖啡 平衡施肥 品质 产量

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

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

1. 材料与与方法

1.1 供试土壤和供试作物

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

表 1 供试土壤养分状况

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

注:土壤样品由中加合作土壤测试实验室分析

1.2 试验设计

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

表 2 试验设计中不同处理的肥料养分用量 (公斤/亩)

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

1.3 施肥方法及样品采集

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

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

2. 结果与讨论

2.1 N、P、K 不同用量和对比对咖啡生物性状的影响

表 3 NPK 不同处理农艺性状调查

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

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

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

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

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

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

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

2.2 N、P、K 不同用量和对比对咖啡品质的影响

2.2.1 N、P、K 不同用量和对比对咖啡豆矿质养分的影响

表 4 NPK 不同处理咖啡豆中主要矿质养分的含量

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

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

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

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

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

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

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

2.2.2 N、P、K不同用量和对比对咖啡中氨基酸和蛋白质含量的影响

表5 不同NPK处理对云南咖啡豆中氨基酸和蛋白质含量的影响

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

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

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

而P的影响相对较小。

2.3 N、P、K不同用量和对比对咖啡产量的影响

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

表6 不同NPK处理咖啡产量分析

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

2.4 N、P、K不同用量和对比对咖啡经济效益的影响

(表7见下页)

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

3. 结论

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

啡产量的影响顺序则是 $N > P > K$ 。

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

表 7 不同 NPK 处理咖啡经济效益分析

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

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

参考文献:

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



西南大学硕士研究生朱洪霞女士

荣获国际植物营养研究所 (IPNI)

首届研究生奖学金

国际植物营养研究所 (IPNI) 研究生奖学金是2007年开始设立的, 公开接受有IPNI项目资助国家中具有学位授予权的大学或研究机构的在读研究生的申请。鼓励在土壤和植物营养以及相关学科(包括土壤学、植物营养学、农学、园艺、农业生态、作物生理等)从事研究的在读研究生申请, 优先奖励从事与IPNI宗旨相关的研究领域的申请者。获奖者可获得2500美元的奖学金。请登陆国际植物营养研究所网站<http://www.ipni.net>了解相关信息。

2007年4月16日, 国际植物营养研究所 (IPNI) 公布了五位 IPNI 首届研究生奖学金获奖者名单, 来自中国西南大学的朱洪霞女士榜上有名, 成为荣获这一殊荣的第一位中国学生。这些获奖者是从世界各地从事植物营养和植物养分管理研究的研究生申报者中评选出来的, 每位获奖者获得奖学金2500美元。

这五位 2007 年度获奖者及其所在大学为:

- 朱洪霞小姐, 中国重庆西南大学
- Fernando Ramos Gourcy 先生, 西班牙 Almeria 大学
- Nunuk Suprihati 夫人, 印度尼西亚 Central Java 大学
- Christopher Boomsma 先生, 美国印第安那州拉斐特珀德尤大学
- K. Vantitha 小姐, 印度哥印拜陀 Tamil Nadu 农业大学

“我们收到很多人申请 2007 年这项新的研究生奖学金, 他们的品质和取得的成绩给我们留下了深刻的印象,” 国际植物营养研究所总裁 Terry L. Roberts 博士说, “这充分说明了这些年轻人所就读学府的水平, 同时也是他们的老师和指导教师的荣誉。”

以下是 2007 年国际植物营养研究所 (IPNI) 首届研究生奖学金获得者之一——中国西南大学朱洪霞的简历。

朱洪霞女士目前攻读西南大学资源与环境学院的硕士学位。她的论文题目是“缓释/控释复合肥 (SRCF) 对土壤氮和酶活性的影响”, 重点研究了 SRCF 的养分释放特性和对植物生长的影响。该研究的目的是评估 SRCF 对土壤肥力和对植物养分供应的影响, 并已确定使用 SRCF 对作物的几点好处。朱洪霞已撰写三篇科学论文。将来, 她希望当一名教师或从事科学研究。



国际植物营养研究所 中国项目部近期合作重点研究领域

Research and activity of IPNI cover plant nutrient related issues involving following aspects:

- Soil testing and fertilizer recommendation
- Management of organic and inorganic nutrient resources
- Fertilization and land quality
- Fertilization and its impact on environment
- Fertilization and crop/product quality
- Fertilization and plant health
- Site specific nutrient management and precision fertilization
- Others

Better Crops, Better Environment...through Science



- 土壤测试与推荐施肥
- 有机/无机养分高效利用
- 施肥与耕地质量
- 施肥与环境质量
- 施肥与农产品品质
- 施肥与植物健康
- 养分精准管理与精准施肥
- 其他相关领域或方向



Zhu Hongxia



Fernando Ramos Gourcy



Nunuk Suprihati



Christopher Boomsma



K. Vanitha

国际植物营养研究所 (IPNI) 研究生奖学金

国际植物营养研究所 (IPNI) 研究生奖学金是2007年开始设立的, 公开接受有IPNI项目资助国家中有学位授予权的大学或研究机构的在读研究生的申请, 鼓励在土壤和植物营养以及相关学科 (包括土壤学、植物营养学、农学、园艺、农业生态、作物生理等) 从事研究的在读研究生申请, 优先奖励从事与IPNI宗旨相关的研究领域的申请者。IPNI研究生奖学金每年评审一次, 获奖者可获得2500美元的奖学金。详细信息请访问: <http://www.ipni.net>。

2007年4月16日, 国际植物营养研究所 (IPNI) 公布了五位IPNI首届研究生奖学金获奖者名单, 我国西南大学的朱洪霞同学榜上有名, 成为荣获这一殊荣的第一位中国学生。这些获奖者是从世界各地从事植物营养和植物养分管理研究的研究生申请者中评选出来的, 每位获奖者获得奖学金2500美元。

这五位2007年度获奖者及其所在大学为:

- 朱洪霞小姐, 中国重庆西南大学
- Fernando Ramos Gourcy 先生, 西班牙 Almeria大学
- Nunuk Suprihati夫人, 印度尼西亚 Central Java
- Christopher Boomsma先生, 美国印第安那州拉斐特珀德尤大学
- K. Vanitha 小姐, 印度哥印拜陀Tamil Nadu 农业大学

“我们收到很多人申请2007年这项新的研究生奖学金, 他们的品质和取得的成绩给我们留下了深刻的印象,” 国际植物营养研究所总裁Terry L. Roberts博士说, “这充分说明了这些年轻人所就读学府的水平, 同时也是他们的老师和指导教师的荣誉。”



国际植物营养研究所简介

Potash and Phosphate Institute/Potash and Phosphate Institute of Canada (PPI/PPIC) was changed its name to International Plant Nutrition Institute by the January 1 of 2007. The International Plant Nutrition Institute (IPNI) is a new, not-for-profit, scientific organization dedicated to responsible management of plant nutrients — N, P, K, secondary nutrients, and micronutrients — for the benefit of the human family. With established programs in Latin America, North America, China, India, Southeast Asia, Europe and planned expansion in other areas of the world, IPNI is a global organization ready to respond to the world's demand for food, fuel, feed, and fiber.

IPNI provides a unified, scientific voice for the world's fertilizer industry, independent of the industry, but scientifically credible and recognized by governments, academia, NGOs, the public, and the industry. Its scientists are working to help define the basis for appropriate use and management of plant nutrients, especially focusing on the environmental and economic issues related to their use and to provide comprehensive and regional information and research results to help farmers, and the industry, deal with environmental and agronomic problems.

Better Crops, Better Environment...through Science



2007年1月1日加拿大钾磷研究所 (PPI/PPIC) 正式改名为国际植物营养研究所 (IPNI)。IPNI是一个非盈利性的科学机构, 为推动人类社会的进步而致力于包括氮、磷、钾、中量和微量营养元素在内的所有植物必需营养元素的科学研究与管理。IPNI是一个全球性的组织, 通过在拉丁美洲、北美洲、中国、印度、东南亚、欧洲以及在世界其它地区建立的合作项目, 为世界对粮食、燃料、饲料和纤维的需求做出应有的贡献。

IPNI是一个独立的研究机构, 为全球肥料界提供科学信息, 以其科学信誉获得政府、学术界、非政府组织、公众和企业界的认可和支持。IPNI科学家的工作为植物养分的合理利用和管理提供科学依据, 特别注重与植物养分施用有关的环境和经济问题, 并为农民和企业解决农业生产环境问题提供科学信息。

