

平衡施肥对鲜食糯玉米产量、品质和效益的影响

李伟¹ 文玲² 王帅¹ 冷继玲²

(1 重庆市农业技术推广总站 2 铜梁县农技中心)



摘要: 种植鲜食糯玉米已经成为铜梁县农民增加经济收入的一条重要途径。但由于缺乏科学的施肥指导,增产少增收,极大地挫伤了农民的生产积极性。为了给种植农户提供一个比较符合当地实际的施肥推荐方案,2008年-2009年连续在主产区进行最佳施肥量的试验。采用单因素随机区组方法,对氮磷钾的用量、比例及施肥方法进行研究。结果表明,试验条件下20公斤/亩N、10公斤/亩 P_2O_5 、10公斤/亩 K_2O (OPT)可以获得1114公斤/亩-1158公斤/亩鲜糯玉米产量,达到当地高产量水平,2009年纯收益达到1091元/亩,高于其他施肥处理。同时,在抽穗期遇到干旱,OPT处理的秃尖率和秃尖度明显低于其他处理。上述施肥方案正在为该区域种植鲜食糯玉米的农户所接受,成为一项实用技术。

铜梁县安居镇地处涪江流域。安居坝位于涪江一、二级阶地,由于光热条件好,水源充足,地势平坦,土壤肥沃,排灌渠系、田间道路等基础设施较完善,交通方便,该地区已经发展成为重庆市重要的蔬菜生产基地,其中鲜食糯玉米因其效益高,成为蔬菜基地种植的主要作物品种,近年来涪江流域沿岸已经发展到9000亩左右,尤其以安居坝最为集中,其规模达到4800亩以上。商业化的鲜食糯玉米生产是当地近年来发展起来的产业,适合于鲜食糯玉米的施肥方案亦少有研究^[1]，“经验”施肥给农民带来的增收效益低,同时长期过量施用化肥势必对涪江水质安全构成威胁^[2-3]。因此,针对该区域的土壤肥力状况,研究鲜食糯玉米的平衡施肥方案和施用技术,对于指导当地农民科学合理施肥,实现节本增效具有重要意义^[4]。本试验由IPNI中国项目部资助,2008

年-2009年连续两年在铜梁县安居镇实施。

1 材料与方法

1.1 试验地点

试验地选择在鲜食糯玉米的集中产地铜梁县安居镇四面村八社农户周川的承包地。试验地海拔198米,位于涪江二级阶地,灌溉条件良好。

1.2 供试土壤

试验地土壤类型为第四系新冲积物发育形成的潮砂泥土,土层厚约0.8米,质地中壤,有一定的回润能力,经中-加合作实验室分析,不同年度供试土壤的pH基本一致,而有机质含量和氮磷钾速效养分存在着一定差异(表1)。

表1 供试土壤基本性状

试验年份	土壤名称	pH	OM	NH ₄ -N	NO ₃ -N	P	K
			(%)	(毫克/升)			
2008	潮砂泥土	8.06	0.62	3.1	17.8	17.4	67.3
2009	潮砂泥土	8.08	0.44	12.6	37.2	22.4	28.5

1.3 供试作物品种

供试作物品种 2008 年为渝糯 7 号, 2009 年为金科糯, 均为重庆市主推的鲜食糯玉米良种。

1.4 试验设计

2008 年~2009 年均按照中-加合作实验室给出的施肥推荐设计, 本试验共设 10 个处理, 即氮、磷、钾各设 4 个水平, 以 20 公斤/亩 N、10 公斤/亩 P₂O₅、10 公斤/亩 K₂O 为最佳处理 (OPT) (表 2)。小区随机区组排列。三次重复。

供试肥料品种为尿素、过磷酸钙、氯化钾。磷肥全部作基肥。氮肥 30%作底肥, 70%的作追肥, 钾肥底、追肥各 50%。

1.5 试验实施

试验于 2 月初整地划小区。小区长 6 米, 宽 3.33 米, 面积 20 平方米。整地后播种。宽窄行直播。播种规格为 0.67 米~1 米 (行距) × 0.4 米 (窝距), 每小区栽 4 行, 每行 15 窝。播种后地膜全覆盖。

底肥在整地时施用。3 月下旬至 4 月初施拔节肥, 数量为总氮量的 30%, 余下 40%的氮素以及 50%的钾肥作为穗肥在 5 月上旬施用。

各小区的田间管理均与大田生产一致。6 月上旬至中旬采收, 每个小区单打单收计产。同时采集植株样本进行品质分析。

1.6 样品分析

植株样品采集后立即置于 5℃温度下保存, 48 小时内完成品质指标的分析测试。分析项目包括籽粒中游离氨基酸、可溶性糖和粗蛋白含量。分析方法游离氨基酸采用茚三酮比色法, 可溶性糖采用蒽酮比色法, 粗蛋白采用凯氏定氮法。

2 结果与分析

2.1 施肥对产量的影响

试验处理及其产量结果列于表 2。从表中可以看出, 不同年度间的产量虽有差异, 但是都以 OPT 处理的产量最高, 达到 1114-1158 公斤/亩, 为当地相同品种的高产水平。在此基础上减少 50%的氮肥用量, 其产量下降一成左右, 表明充足的氮肥用量对于鲜食糯玉米的产量至关重要^[5]。但是在 OPT 基础上继续增加氮肥用量, 其产量呈下降趋势, 即试验设计的最佳氮肥用量 20 公斤/亩 N 是合适的。

表2 试验处理及产量

试验处理	2008年		2009年	
	产量 (公斤/亩)	相对产量 (%)	产量 (公斤/亩)	相对产量 (%)
20-10-10 (OPT)	1158A	100.0	1114 A	100.0
15-10-10	1129 A	97.5	975 A	87.5
10-10-10	1050 B	90.7	992 A	89.0
25-10-10	1140 A	98.5	976 A	87.6
20-5-10	1037 B	89.5	970 A	87.0
20-0-10	957 B	82.6	919 B	82.5
20-15-10	1158 A	100.0	987 A	88.5
20-10-5	1071 B	92.5	927 B	83.2
20-10-0	937 B	80.9	856 B	76.8
20-10-15	1132 A	97.8	983 A	88.2

注：同一列中数字后不同字母表示差异达极显著水平 (P<0.01)。

供试土壤速效磷的含量处于较丰富水平，但是磷肥对于鲜食糯玉米产量的影响依然明显，当磷肥用量减少到 OPT 的一半时，相对产量降低到 87.0%~89.5%，不施磷肥时，相对产量仅为 82%左右，与 OPT 的产量差异达到 1%显著水平。

在本试验中钾肥对鲜食糯玉米产量的影响十分显著。不施钾肥的相对产量 76.8%~80.9%，与 OPT 处理的产量差异达到 1%显著水平，比不施磷肥的产量还低。这一现象与供试土壤速效钾含量低的分析结果相吻合。在 OPT 水平上继续增加钾肥用量，其产量并没有同步上升，而是下降，表明试验条件下 10

公斤/亩 K_2O 能够满足当地鲜食糯玉米高产水平的钾肥需求。

2.2 施肥对品质的影响

2.2.1 氮肥

游离氨基酸、粗蛋白和可溶性糖含量是鲜食糯玉米重要的品质指标，从表 3 中看出，不同氮肥用量与粗蛋白含量之间存在着良好的线性关系，即在 OPT 水平以下，鲜食糯玉米籽粒中粗蛋白含量随着氮肥用量的增加而增加，适量的氮肥对于提高鲜食糯玉米的粗蛋白含量是有益的。

表3 氮肥对鲜食糯玉米营养品质的影响

施氮水平 (公斤/亩)	游离氨基酸 (毫克/公斤)		可溶性糖 (%)		粗蛋白 (%)	
	2008	2009	2008	2009	2008	2009
	10	597	361	2.1	3.0	3.1
15	670	343	1.8	2.9	3.0	8.8
20	576	324	2.1	2.2	3.4	9.1
25	546	445	1.9	3.0	3.1	8.4

注：表中的数字除粗蛋白为干基计以外，其他指标均为鲜基计。

从游离氨基酸含量与氮肥施用量的关系来看，不同年度间均以 OPT 处理最低。可溶性糖含量则在不同年度间表现不同，OPT 处理在 2008 年最高，2009 年则低于其他处理。

2.2.2 磷肥

与氮肥相似，不同磷肥用量处理与鲜食糯玉米的粗蛋白含量存在着一定的相关性，即在

OPT 水平以下增加磷肥用量则粗蛋白含量也随之增加（表 4）。但磷肥对游离氨基酸含量和可溶性糖含量的影响则似乎与粗蛋白相反，即 OPT 处理的游离氨基酸和可溶性糖均低于其他水平。

表4 磷肥施用量与鲜食糯玉米品质的关系

施 P ₂ O ₅ 水平 (公斤/亩)	游离氨基酸 (毫克/公斤)		可溶性糖 (%)		粗蛋白 (%)	
	2008	2009	2008	2009	2008	2009
	0	594.0	440.4	1.7	2.7	2.94
5	615.0	417.3	2.0	2.7	2.87	8.81
10	576.0	324.1	2.1	2.2	3.35	9.12
15	690.0	467.0	1.6	2.7	2.28	8.97

注：表中的数字除粗蛋白为干基计以外，其他指标均为鲜基计。

2.2.3 钾肥

2008 年的试验结果，随着钾肥用量的增加，鲜食糯玉米游离氨基酸、可溶性糖和粗蛋白含量均同步增加，表现出良好的线性关系

（表 5），表明钾肥对于提高鲜食糯玉米的营养品质具有良好的作用。

表5 钾肥施用量与鲜食糯玉米品质的关系

施 K ₂ O 水平 (公斤/亩)	游离氨基酸 (毫克/公斤)		可溶性糖 (%)		粗蛋白 (%)	
	2008	2009	2008	2009	2008	2009
	0	477	366	2.0	2.9	3.3
5	502	381	1.6	2.9	3.1	8.5
10	576	324	2.1	2.2	3.4	9.1
15	490	409	2.3	2.7	3.1	8.7

注：表中的数字除粗蛋白为干基计以外，其他指标均为鲜基计。

2.3 钾肥对玉米秃尖的影响

2009年5月中旬~6月初，玉米抽穗扬花期间，先后出现三次持续降雨3天的连阴雨，气温偏低，光照不足，鲜食糯玉米秃尖情况比正常年景更加明显。秃尖率（发生秃尖玉米窝数占试验玉米总窝数的百分比）达到40%以上。田间收获时调查，钾肥用量与秃尖度（秃尖部分长度占果穗长的比例）有明显的相关性，施钾量为10公斤/亩、15公斤/亩K₂O的，其秃尖度为17%~18%，而不施钾肥的秃尖度达到21.6%。同时不施钾肥处理的果穗还出现畸形，影响其商品性。

2.4 经济效益分析

2009年试验各处理的经济效益分析列于表6。从中可以看出，虽然OPT处理的投入（肥料、种子、农药及人工费）相对较高，但是因为其产量高，因此纯收益也相应的高，达到1091元/亩，肥料投资回报率也达到7.7。尽管不施磷肥和不施钾肥处理的肥料产投比高，但是由于其产值低，并不为种植户欢迎。另外，由于前述原因，不施钾肥处理的玉米因为其商品性差，实际售价低于1.5元/公斤，因此其效益比表3中计算的更低。

表6 施肥效益分析表（2009年）

处 理	肥料投入	产值	纯收益	肥料投资回报率 (%)
		(元/亩)		
20-10-10	213	1672	1091	7.8
15-10-10	191	1463	904	7.6
10-10-10	169	1488	951	8.8
25-10-10	235	1465	862	6.2
20-5-10	182	1455	905	8.0
20-0-10	160	1379	851	8.6
20-15-10	255	1480	857	5.8
20-10-5	186	1391	837	7.5
20-10-0	148	1285	769	8.7
20-10-15	261	1475	846	5.7

注：1、成本中种子、农膜68元/亩，农药10元/亩，人工费270元/亩，其余为肥料投入。
2、肥料价格尿素2024元/吨，过磷酸钙756元/吨，氯化钾3750元/吨。
3、鲜玉米的售价按均价1.5元/公斤计。
4、肥料投资回报率=产值/肥料投入。

3. 讨论

3.1 试验结果表明,设计的最佳施肥量虽然获得了最高的产量,但是其鲜食糯玉米品质指标并没有得到提高,相反,游离氨基酸、可溶性糖均低于其他处理。这也许是因为:①稀释效应的结果。OPT处理产量比其他各处理高10%~23%,正是由于高产导致了上述成分的“稀释”。若以各处理的产量与其游离氨基酸含量的乘积作为“游离氨基酸产量”,则可以看出,“游离氨基酸产量”与磷肥和钾肥施用量均呈显著的正相关,其决定系数分别为 $R^2=0.8900$ 和 $R^2=0.9500$ 。②测定对象含水量不

一致产生误差。以鲜基作为营养品质指标计算的基础,而分析对象的含水量是不一致的,这在一定程度上影响了结果的可比性。以干基计算的粗蛋白含量与施肥量的相关性较好,就是一个佐证。

3.2 随着氮肥用量的增加,游离氨基酸含量呈下降趋势,相反,其粗蛋白含量表现为上升,游离氨基酸和粗蛋白含量都与氮肥施用量有关,且似乎成为一种互为消长的关系(图1)。出现这种现象可能与植物体内游离氨基酸合成蛋白质的代谢过程有关。这一现象提示我们对于鲜食玉米和用作饲料的玉米在氮肥的施用量上应当有不同的策略。

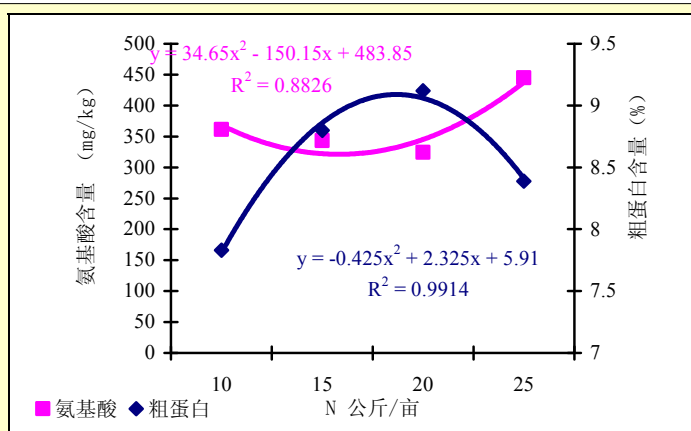


图1 氮肥用量与鲜食糯玉米游离氨基酸和可溶性糖含量的关系

参考文献:

- [1] 马毅, 霍建中, 冯留锁, 等. 鲜食糯玉米研究现状及高产栽培给术[J]. 种业导刊, 2005 (8): 15-17.
- [2] 吕殿青, 同延安, 孙本华, 等. 氮肥施用对环境污染影响的研究[J]. 植物营养与肥料学, 1998, 4 (1): 148-150.
- [3] 刘宏斌, 李志宏, 张云贵, 等. 北京平原农区地下水硝态氮污染状况及其影响因素研究[J]. 土壤学, 2006, 43 (3): 405-413.
- [4] 涂仕华. 中国西南地区平衡施肥研究进展[M]. 成都: 四川大学出版社, 2002.
- [5] 宋海星, 李生秀. 玉米生长量、养分吸收量及氮肥利用率的动态变化[J]. 中国农业科学, 2003, 36 (1): 71-76.
- [6] 闫湘, 金继运, 何萍, 等. 提高肥料利用率技术研究进展[J]. 中国农业科学, 2008, 41 (2): 450-459.