

不同氮水平对高油玉米籽粒产量和营养品质的影响



黄绍文¹ 孙桂芳² 金继运¹ 何萍¹
王秀芳³ 张国刚³ 谢佳贵³ 张宽³

¹中国农业科学院土壤肥料研究所 北京 100081

²中国科学院沈阳应用生态研究所 沈阳 110016

³吉林省农业科学院土壤肥料研究所 公主岭 136100

高油玉米含油量一般在 8.0%-10.0% 之间,而普通玉米含油量一般仅为 4.0%-5.0%。玉米油是一种高质量的食用油,油脂中亚油酸和油酸等不饱和脂肪酸占 80% 以上,对降低血管中的胆固醇和治疗高血压、动脉硬化等有明显的疗效。因此,高油玉米作为一种粮油饲兼用型优质玉米倍受人们青睐,具有较高的利用价值和发展前景。生产实践表明,良种是优质玉米生产的前提,但栽培管理措施和生态环境条件对玉米品质具有十分重要的影响。有关施肥对玉米产量的影响,国内外进行了系统研究,合理施肥对提高玉米产量发挥了重要作用。在施肥与玉米品质关系方面,尤其是在氮肥对玉米籽粒品质的影响方面进行了相当数量的研究。一般认为,一定氮用量范围内施氮能增加玉米籽粒蛋白质含量和氨基酸总量,而施氮对玉米籽粒油分影响的研究结果并不一致。为此,本文对不同氮营养水平对高油玉米籽粒产量与品质的影响进行研究,为优质专用玉米生产技术体系的建立提供依据。

1 材料与方

试验于 2002 年在吉林省公主岭市刘房子村进行,土壤类型为黑土。气候属温带大陆性季风气候,年平均气温 5.6℃,年平均降水量 572.2mm,无霜期在 140~150d。

1.1 供试土壤性质

供试土壤的养分状况的分析结果为,土壤有机质(OM) 2.2%,铵态氮 41.9 毫克/公斤,速效 P、K、Mn、Zn 和 S 分别为 13.8、70.4、98.1、2.1 和 17.8 毫克/公斤,显示出 N、P 和 K 养分不足,为生产上的限制因子。

1.2 试验设计

研究设 6 个处理,处理设计及养分用量见表 1。

表 1 试验设计中不同处理的肥料养分用量

处理设计	养分用量(公斤/亩)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
N ₀	0	5	6
N _{8.3}	8.3	5	6
N _{11.7}	11.7	5	6
N _{15.0}	15.0	5	6
N _{18.3}	18.3	5	6
N _{21.7}	21.7	5	6

三次重复,随机排列。小区面积 20.0m²。供试品种为高油玉米吉油一号,4 月 27 日播

种，密度为 3000 株/亩。试验用氮肥为尿素，磷肥为普通过磷酸钙，钾肥为氯化钾。施肥方法是氮肥按基肥 1/4、追肥 3/4 施用（7 月 2 日），磷肥和钾肥均作基肥。开沟施基肥，覆土，播种，再覆土。其它田间管理按高产田的管理方案进行。成熟后各小区单独收获，取样分析籽粒样品的有关品质指标（蛋白质、氨基酸与油分）。

2 结果与分析

2.1 不同氮营养水平对高油玉米籽粒产量的影响

在施用磷和钾的基础上，不同氮营养水平对高油玉米产量影响较大。表 2 表明，与不施氮处理比较，施氮 8.3 公斤/亩处理显著增产，施氮 11.7、15.0、18.3、21.7 公斤/亩处理均极显著增产。施氮增加产量 63.7~139.0 公斤/亩，平均 99.8 公斤/亩；增产 10.5%~22.9%，平均 16.5%。其中施氮 11.7 公斤/亩处理的产量最高，产量为 745.1 公斤/亩；其次是施氮 15.0 和 18.3 公斤/亩处理，两者产量差异较小，分别为 700.6 和 714.0 公斤/亩，显示本试验条件下高油玉米的适宜氮(N)用量范围为 11.7~15.0 公斤/亩。

表 2 不同氮营养水平对高油玉米籽粒产量的影响

处理	产量 (公斤/亩)	显著性检验		施氮增产	
		5%	1%	(公斤/亩)	%
N ₀	606.1	A	A		
N _{8.3}	669.8	B	AB	63.7	10.5
N _{11.7}	745.1	C	C	139.0	22.9
N _{15.0}	700.6	Bc	BC	94.5	15.6
N _{18.3}	714.0	Bc	BC	107.9	17.8
N _{21.7}	700.1	Bc	BC	94.0	15.5

为进一步明确氮用量与产量的关系，通过回归分析建立了氮（N）用量与产量关系模型（ $F=13.95^{**}$ ， $P<0.01$ ），其函数表达式如下：

$$Y = 603.5 + 14.582N - 0.468N^2$$

根据该模型计算了最高产量施肥量和经济最佳施肥量。结果表明，最高产量施氮（N）量为 15.6 公斤/亩，经济最佳施氮（N）量为 12.0 公斤/亩（N 和玉米籽粒价格分别按 3.00 和 0.90 元/公斤计算（玉米价格偏低））。

2.2 不同氮营养水平对高油玉米营养品质的影响

2.2.1 对玉米籽粒蛋白质的影响

表 3 不同氮营养水平对高油玉米籽粒蛋白质含量的影响

处理	蛋白质（%）	施氮增加蛋白质	
		个百分点	%
N ₀	9.49		
N _{8.3}	10.42	0.93	9.8
N _{11.7}	10.75	1.26	13.3
N _{15.0}	10.61	1.12	11.8
N _{18.3}	10.52	1.03	10.9
N _{21.7}	10.16	0.67	7.1

由表 3 可以看到,在施用磷和钾的基础上,各施氮水平较不施氮,均能明显提高高油玉米籽粒蛋白质含量。施氮增加蛋白质 7.1%~13.3%,平均 10.6%。其中施氮 11.7 公斤/亩处理蛋白质含量最高(10.75%),施氮 15.0 公斤/亩处理蛋白质含量(10.61%)次之,显示从蛋白质含量考虑,本试验条件下适宜氮(N)用量范围为 11.7~15.0 公斤/亩,且此范围也能够基本满足氮肥在提高籽粒产量和蛋白质含量之间的同步。

2.2.2 对玉米籽粒氨基酸的影响

在施用磷和钾的基础上,各施氮水平较不施氮,均能显著提高籽粒氨基酸总量和必需氨基酸总量(表 4)。施氮增加氨基酸总量 11.9%~20.3%,平均 17.3%;增加必需氨基酸总量 12.1%~20.7%,平均 17.1%。

增施氮肥对籽粒必需氨基酸和非必需氨基酸总量均有所提高,但对必需氨基酸总量与非必需氨基酸总量的比例基本上没有影响。因此,可以认为,增施氮肥在提高高油玉米籽粒产量和氨基酸总量的同时,可以基本上保证籽粒氨基酸的品质不会变劣。

施氮 11.7 公斤/亩处理的氨基酸总量最高(11.50%),其必需氨基酸总量亦为最高(4.20%),显示从氨基酸总量及其必需氨基酸总量考虑,本试验条件下适宜氮(N)用量为 11.7 公斤/亩左右。

表 4 不同氮营养水平对高油玉米籽粒氨基酸与必需氨基酸含量的影响

处理	氨基酸总量 (%)	必需氨基酸总量 (%)	必需氨基酸总量与非必需氨基酸总量的比例	施氮增加氨基酸		施氮增加必需氨基酸	
				个百分点	%	个百分点	%
N ₀	9.56	3.48	0.572				
N _{8.3}	11.06	4.02	0.571	1.50	15.7	0.54	15.5
N _{11.7}	11.50	4.20	0.575	1.94	20.3	0.72	20.7
N _{15.0}	11.35	4.10	0.566	1.79	18.7	0.62	17.8
N _{18.3}	11.46	4.15	0.568	1.90	19.9	0.67	19.3
N _{21.7}	10.70	3.90	0.574	1.14	11.9	0.42	12.1

2.2.3 对玉米籽粒油分的影响

表 5 不同氮营养水平对高油玉米籽粒油分含量与油产量的影响

处理	油产量 (公斤/亩)	油分 (%)	施氮增加油产量		施氮增加或降低油分	
			公斤/亩	%	个百分点	%
N ₀	49.1	8.10				
N _{8.3}	56.7	8.47	7.6	15.5	0.37	4.6
N _{11.7}	64.9	8.71	15.8	32.2	0.61	7.5
N _{15.0}	60.7	8.67	11.6	23.6	0.57	7.0
N _{18.3}	59.3	8.31	10.2	20.8	0.21	2.6
N _{21.7}	53.5	7.64	4.4	9.0	-0.46	-5.7

从表 5 可以看出，在施用磷和钾的基础上，在氮（N）用量低于 18.3 公斤/亩情况下，施氮能增加高油玉米籽粒油分含量，其中施氮 11.7 公斤/亩情况下籽粒油分含量较高，而过量施氮会明显降低籽粒油分含量。与不施氮水平比较，施氮 8.3、11.7、15.0、18.3 公斤/亩四个氮水平分别增加油分含量 4.6%、7.5%、7.0%和 2.6%。施氮 21.7 公斤/亩明显降低籽粒油分含量，降低 5.7%。

不同氮营养水平对高油玉米油产量影响较大。与不施氮水平比较，施氮增加油产量 4.4~15.8 公斤/亩，平均 9.9 公斤/亩；增产 9.0%~32.2%，平均 20.2%。其中施氮 11.7 公斤/亩处理的油产量最高（64.9 公斤/亩），其次是施氮 15.0 公斤/亩处理（60.7 公斤/亩）。

3 小结

3.1 不同氮营养水平对高油玉米籽粒产量影响较大，施氮增产 10.5%~22.9%，本试验条件下的经济最佳施氮（N）量为 12.0 公斤/亩。

3.2 不同施氮水平较不施氮均能明显增加高油玉米籽粒蛋白质含量，增加 7.1%~13.3%（平均 10.6%），其中施氮 11.7 公斤/亩时蛋白质含量最高（10.75%）。

3.3 不同施氮水平较不施氮均能明显增加高油玉米籽粒氨基酸总量和必需氨基酸总量，分别增加 11.9%~20.3%（平均 17.3%）和 12.4%~20.4%（平均 17.1%），其中施氮 11.7 公斤/亩时氨基酸总量（11.50%）和必需氨基酸总量（4.19%）均相对较高。增施氮肥在提高高油玉米籽粒产量和氨基酸总量的同时，可以基本上保证籽粒氨基酸的品质不会变劣。

3.4 适量施氮能增加高油玉米籽粒油分含量，其中施氮 11.7~15.0 公斤/亩时籽粒油分较高，较不施氮增加 7.0%~7.5%，而过量施氮会明显降低籽粒油分含量。

3.5 不同氮营养水平对高油玉米油产量影响较大。与不施氮水平比较，施氮使油产量增产 8.9%~32.2%，平均 20.6%。其中施氮 11.7 公斤/亩处理的油产量最高（64.9 公斤/亩）。