

文章编号: 1005-0906(2006)02-0130-04

氮肥类型与施用量对夏玉米产量与品质性状的影响

易镇邪, 王 璞, 张红芳, 申丽霞

(中国农业大学农学与生物技术学院, 北京 100094)

摘 要: 以郑单 958 和农大 108 为材料, 研究了 3 种类型氮肥(普通尿素、包膜尿素与复合肥)不同施用量对夏玉米产量及子粒品质性状的影响。结果表明: ① 3 种类型氮肥均能使两品种产量显著提高, 增产效应以复合肥最好; ② 施氮对子粒品质性状与不施氮相比, 施氮后郑单 958 粗蛋白与淀粉含量增加, 农大 108 粗蛋白含量极显著提高, 游离氨基酸含量显著降低, 碳水化合物无明显变化; 施 N 90 ~ 180 kg/hm² 条件下, 除游离氨基酸含量外两品种子粒品质性状间无明显差异; ③ 氮肥类型对子粒品质性状的影响: 粗蛋白含量受氮肥类型的影响因品种及施氮水平不同表现有差异, 郑单 958 对氮肥类型较为敏感; 淀粉含量以郑单 958 施复合肥增幅最大, 而农大 108 施复合肥时大幅降低, 施其他两种氮肥变化不明显; 游离氨基酸含量以农大 108 施普通尿素降幅最大, 郑单 958 施普通尿素与包膜尿素时有所提高, 施复合肥时下降。可见氮肥类型与施氮量对夏玉米品质性状的影响具有明显的基因型差异。

关键词: 夏玉米; 产量; 品质性状; 氮肥类型; 施氮量

中图分类号: S513.026; S143.1

文献标识码: A

Effects of Type and Application Rate of Nitrogen Fertilizer on Yield and Quality Traits of Summer Maize

YI Zhen-xie, WANG Pu, ZHANG Hong-fang, SHEN Li-xia

(College of Agronomy and Biotechnology, Chinese Agricultural University, Beijing 100094, China)

Abstract: Effects of different application rates of three types of nitrogen fertilizer(NF), common urea, coated urea and compound fertilizer on yield and quality traits of two summer maize cultivars, Zhengdan958 and Nongda108, were studied. The results showed that ① yield of two cultivars increased evidently by application of three types of NF, and the effect of compound fertilizer was best. ② Effects of N application on grain quality traits: Compared to zero N treatment, after N application, content of coarse protein (CP) and starch of Zhengdan958 increased, but as for Nongda108, CP content increased at 0.01 level, free amino acid (FAA) content decreased at 0.05 level and content of carbohydrate changed faintly. But there existed no evident difference in content of grain quality traits besides of CP content between N 90 and 180 kg/ha for the two cultivars. ③ Effects of type of NF on grain quality traits: CP content was affected by type of NF but effects were different when cultivars and N application rates were different respectively, and Zhengdan958 was more sensitive to type of NF. When applied compound fertilizer, contents of starch increased most evidently for Zhengdan958, but for Nongda108, they decreased evidently, and they changed faintly when applied the other two types of NF. FAA content decreased mostly by application of common urea for Nongda108, but that of Zhengdan958 increased by application of common urea and coated urea, and it decreased by application of compound fertilizer. So, there exists evident genotype difference in effects of type of NF on quality traits of summer maize.

Key words: Summer maize; Yield; Quality traits; Type of NF; N application rate

收稿日期: 2005-03-29

基金项目: 国家自然科学基金项目(30471015)资助

作者简介: 易镇邪(1975-), 男, 湖南省冷水江市人, 博士研究生, 从事作物高产生理生态与资源高效利用研究。

Tel: 010-62733611 E-mail: yizhenxie@sina.com

王璞为本文通讯作者。E-mail: wangpu@cau.edu.cn

由于氮肥施用量的增大以及施肥技术、环境条件等原因, 我国氮肥利用率呈下降趋势。为了提高氮肥利用率, 人们在高肥效品种选育、栽培与耕作技术改进以及新型肥料的研制等方面进行了大量的研究。长效氮肥(如包膜尿素、包膜复合肥等)已经逐步

发展到了推广应用阶段。大量研究表明,长效氮肥在提高氮肥利用率的同时能较大幅度地提高产量^[3~7]。

前人在施氮量对玉米子粒品质性状的影响方面也进行了大量的研究^[8~12]。一般认为,施氮能明显提高玉米子粒粗蛋白含量^[9~11]。但在施氮对子粒淀粉含量的影响上存在不同意见,有研究认为^[8,9]施氮对玉米子粒淀粉含量影响不明显,也有研究认为^[11]在施氮 0 ~ 360 kg/hm² 范围内,随着施肥量增加,春玉米子粒淀粉含量呈下降趋势。可见施氮对子粒淀粉含量的影响相对比较复杂,同时,在氮肥类型对夏玉米品质性状的影响及对产量与品质的综合影响上研究甚少,因此本文对这方面进行了研究。

1 材料与方法

1.1 试验材料与试验设计

试验于 2004 年在中国农业大学吴桥实验站进行。实验站地处河北省沧州市吴桥县,该县位于北纬 37°29'~37°47'、东经 116°19'~116°42'。前茬冬小麦采用节水栽培模式(吴桥模式)^[13]。

试验地基础肥力:0 ~ 20 cm 土层全氮 0.76 mg/g、有效磷 14.05 mg/kg、速效钾 79.11 mg/kg、有机质 8.5 mg/g;21 ~ 40 cm 土层全氮 0.44 mg/g、有效磷 5.22 mg/kg、速效钾 75.26 mg/kg、有机质 4.7 mg/g。本试验为 3 因素试验,共 14 个处理,随机区组设计,3 次重复(表 1)。

表 1 试验处理及代号

品 种	氮肥类型	施氮水平(kg/hm ²)	处理代号
郑单 958	不 施 氮	0	Z0
	普通尿素	90	ZU90
		180	ZU180
		90	ZCU90
	包膜尿素	180	ZCU180
		90	ZCF90
农大 108	复 合 肥	180	ZCF180
		0	N0
		90	NU90
	普通尿素	180	NU180
		90	NCU90
		180	NCU180
	包膜尿素	90	NCU90
		180	NCU180
	复 合 肥	90	NCF90
		180	NCF180

在 3 种类型氮肥当中,包膜尿素含 N 42%,由中国农业大学资源环境学院提供,其余两种由市场购得。普通尿素 1/3 作基肥(6 月 18 日),2/3 于 10 叶期(7 月 22 日)追施,另两种氮肥均作基肥一次性施入。设计密度:郑单 958 密度为 75 000 株 /hm²,农大 108 密度为 60 000 株 /hm²,等行距条播(80 cm),小区面积 33.6 m²。两品种均于 6 月 14 日播种,5 展叶定苗。

郑单 958 于 8 月 9 日吐丝,9 月 28 日收获,生育期 106 d; 农大 108 于 8 月 12 日吐丝,10 月 3 日收获,生育期 111 d。

1.2 观测项目与方法

产量与产量构成:每小区测产 2 行(每行 5 m),以实际株距折算实际密度;每小区按平均鲜穗重从 2 行所收果穗中随机选取 10 穗(大小兼顾),用以考察穗部性状与产量构成因素(穗粒数与千粒重)。大田实际产量由各小区所取的 10 个果穗子粒风干重(含水量以 14%计)折算得到。

可溶性糖与淀粉含量采用蒽酮显色法测定。子粒粗蛋白含量:子粒粗蛋白含量 = 子粒全氮含量 × 6.25。全氮含量采用半微量凯氏定氮法测定^[14]。游离氨基酸含量采用茚三酮法测定^[15]。

2 结果与分析

2.1 氮肥类型与施用量对产量与产量构成的影响

从整体上看,施氮效应显著,施氮处理均较不施氮处理极显著增产,两品种表现一致。各类型氮肥的产量效应:施 N 180 kg/hm²(称为 N180,下同)条件下,郑单 958 表现为复合肥 > 普通尿素 > 包膜尿素,农大 108 表现为复合肥 > 包膜尿素 > 普通尿素,处理间均无明显差异;施 N 90 kg/hm²(称为 N90,下同)条件下,郑单 958 表现为复合肥 > 包膜尿素 > 普通尿素,其中复合肥显著高于普通尿素,而农大 108 表现为普通尿素 > 复合肥 > 包膜尿素,差异均不显著(表 2)。总的来看,两品种 N180 较 N90 显著增产。就不同类型氮肥的增产效应来看,以复合肥最好,其余两者因品种不同表现略有差异。

施氮对穗粒数的影响:施氮一般能提高两品种的穗粒数,且 N180 较 N90 穗粒数又有所增加,3 种氮肥表现较一致;从品种来看,农大 108 穗粒数增幅较大。施氮对千粒重的影响:除个别处理外,3 种氮肥均能提高郑单 958 千粒重,且随施氮量增加而继续增加;农大 108 在施普通尿素与包膜尿素时,千粒重增加明显,但 N180 较 N90 有小幅下降,而其施复合肥时,千粒重仅在施高 N 时略有增加(表 2)。可见,两品种穗粒数随施氮量增加而增加,3 种氮肥表现一致,而千粒重受施氮量的影响与品种及氮肥类型有关。

2.2 氮肥类型与施用量对品质性状的影响

2.2.1 粗蛋白含量

施氮明显提高了两品种成熟期子粒粗蛋白含量,多数情况下 N180 较 N90 又有小幅增加;同时可见,施氮对农大 108 子粒粗蛋白含量的提高幅度较郑单 958 大。与 N0 相比,各类型氮肥对郑单 958 子

粒粗蛋白质的提高效果: N90 情况下, 复合肥 > 包膜尿素 > 普通尿素; N180 情况下, 包膜尿素 > 普通尿素 > 复合肥。而农大 108 各施氮处理间差异较郑单

958 小, 粗蛋白含量均在 8% 左右。可见, 氮肥类型对粗蛋白质含量的影响因品种及施氮水平的不同表现有差异, 以郑单 958 对氮肥类型较为敏感。

表 2 郑单 958 与农大 108 各处理产量与产量构成

处 理	有效穗数 (穗)	穗粒数 (粒)	千粒重 (g)	理论产量 (kg/hm ²)	实际产量 (kg/hm ²)	显著性		经济系数
						5%	1%	
Z 0	73 753.69	442.67	303.45	9 901.71	9 508.48	d	C	0.536 9
ZU90	72 086.94	464.33	300.23	10 041.93	9 875.43	cd	BC	0.552 8
ZU180	78 753.94	456.43	307.67	11 021.02	10 621.29	a	A	0.556 2
ZCU90	76 253.81	437.77	309.91	10 318.60	10 102.86	bc	AB	0.549 2
ZCU180	72 920.31	473.03	314.54	10 808.43	10 572.96	a	A	0.553 2
ZCF90	76 670.50	454.53	309.07	10 760.72	10 491.93	ab	A	0.547 7
ZCF180	75 837.13	469.23	311.92	11 100.87	10 755.72	a	A	0.548 6
N 0	62 503.13	445.55	293.55	8 171.31	7 914.34	d	C	0.499 8
NU90	63 753.19	476.67	305.73	9 313.64	9 085.65	bc	AB	0.498 6
NU180	63 336.50	498.43	303.54	9 579.56	9 310.35	ab	A	0.496 6
NCU90	64 169.88	470.10	304.14	9 155.09	8 977.94	c	AB	0.494 3
NCU180	62 503.13	504.53	303.71	9 581.93	9 326.72	ab	A	0.491 8
NCF90	63 336.50	495.70	293.20	9 201.43	9 082.48	bc	AB	0.504 1
NCF180	63 753.19	511.10	295.84	9 641.10	9 496.37	a	A	0.502 0

表 3 成熟期子粒粗蛋白含量

品 种	不施氮	N 90			N 180			%
		普通尿素	包膜尿素	复合肥	普通尿素	包膜尿素	复合肥	
郑单 958	7.265	7.492	7.876	7.918	7.956	8.137	7.716	
农大 108	7.031	8.076	7.956	8.018	8.054	8.181	8.022	

2.2.2 可溶性糖与淀粉含量

施氮降低了两品种成熟期子粒可溶性糖含量, 郑单 958 以施复合肥降幅最大, 农大 108 以施包膜尿素降幅最大。施氮提高了郑单 958 的淀粉含量, 以

施复合肥增幅最大; 相反, 复合肥使农大 108 淀粉含量大幅降低, 而包膜尿素与普通尿素对其淀粉含量影响不明显。两品种子粒可溶性糖 + 淀粉总量与淀粉含量变化趋势一致(表 4)。

表 4 成熟期子粒碳水化合物含量

品 种	碳水化合物	N 0	N 90			N 180			%
			普通尿素	包膜尿素	复合肥	普通尿素	包膜尿素	复合肥	
郑单 958	可溶性糖	3.47	2.92	2.98	2.89	3.12	3.04	2.67	
	淀 粉	66.68	71.97	74.47	75.84	72.19	72.17	77.08	
农大 108	可溶性糖+淀粉	70.14	74.88	77.45	78.73	75.31	75.21	79.76	
	可溶性糖	3.66	2.94	2.76	3.38	3.34	2.84	4.14	
	淀 粉	77.27	77.80	78.41	70.15	77.40	78.00	71.66	
	可溶性糖+淀粉	80.93	80.74	81.18	73.53	80.74	80.84	75.80	

2.2.3 游离氨基酸含量

施氮对子粒游离氨基酸含量的影响因品种而异(表 5), 农大 108 子粒游离氨基酸含量随施氮量增加

而降低, 3 种氮肥表现一致, 以施普通尿素降幅最大; 郑单 958(与 N0 条件相比)施普通尿素与包膜尿素时均有所提高, 而施复合肥时降低。

表 5 成熟期子粒游离氨基酸含量

品 种	N 0	N 90			N 180			mg NH ₄ ⁺ -N/100 g, DW
		普通尿素	包膜尿素	复合肥	普通尿素	包膜尿素	复合肥	
郑单 958	231.20	253.04	251.46	210.98	267.18	237.05	224.93	
农大 108	298.24	261.63	274.57	264.03	232.01	241.38	244.25	

2.3 施氮对产量与品质性状影响的相关性

对实际产量与各品质性状进行相关分析。结果表明: 两品种产量与粗蛋白质含量呈正相关, 郑单 958 达 0.1 显著水平, 农大 108 达 0.01 显著水平; 产量与可溶性糖含量呈负相关; 产量分别与淀粉、可溶性糖 + 淀粉、游离氨基酸含量之间的相关性表现不

同, 郑单 958 均表现为正相关, 农大 108 均表现为负相关(表 6)。可见, 施氮使郑单 958 增产的同时, 使子粒粗蛋白、淀粉含量均得以提高, 而农大 108 增产的同时, 粗蛋白质含量极显著提高, 游离氨基酸含量显著降低, 碳水化合物含量无明显变化。

表 6 各品种实际产量与品质性状的相关性

品 种	粗蛋白质含量	可溶性糖含量	淀粉含量	可溶性糖+淀粉	游离氨基酸含量
郑单 958	0.750 7*	-0.629 5	0.729 4*	0.733 1*	0.203 6
农大 108	0.901 4***	-0.129 7	-0.172 5	-0.209 5	-0.780 5**

注: n=7, r₀₁=0.669 4, r₀₀₅=0.754 5, r₀₀₁=0.874 5; *, **, *** 分别表示达 0.1、0.05 和 0.01 显著水平。

3 小结与讨论

3.1 氮肥类型与施氮量对产量及构成因素的影响

从整体上看,不论何种类型氮肥,施氮效应显著,随施氮量增加两品种产量显著提高。就不同类型氮肥的增产效应来看,以复合肥最好,其余两者因品种不同表现略有差异。施氮对产量构成的影响:两品种穗粒数随施氮量增加而增加,以农大 108 增幅较大;千粒重受施氮量的影响因品种与氮肥类型不同表现较为复杂。

3.2 施氮量对子粒品质性状的影响

施氮能明显提高两品种成熟期子粒粗蛋白含量,与前人研究^[9~11]一致,农大 108 增幅较郑单 958 大。李金洪等^[12]研究认为,单独施氮虽能显著提高蛋白质含量,但降低了蛋白质的营养价值。本研究对此未做研究。

施氮降低了两品种子粒可溶性糖含量,而对淀粉含量的影响与品种、氮肥类型有关,郑单 958 因施氮而提高,且以复合肥效果最明显;而农大 108 施复合肥时大幅下降,施其他两种氮肥时无明显变化。关义新等^[8]与索全义等^[9]认为,施氮对子粒中淀粉含量影响不明显。黄艳胜^[11]的研究却表明,在施氮 0~360 kg/hm² 范围内,春玉米子粒淀粉含量随着施肥量增加而下降。可见,施氮量对子粒淀粉含量的影响较为复杂,有待深入研究。

3.3 氮肥类型对子粒品质性状的影响

氮肥类型对玉米子粒各品质性状均有影响。对粗蛋白含量的影响因品种及施氮水平的不同表现有差异,总的来看,同一施氮水平下,郑单 958 处理间差异较农大 108 大,因此郑单 958 对氮肥类型较为敏感。在淀粉含量方面,郑单 958 施复合肥增幅最大,而农大 108 施复合肥时却大幅降低,施其他两种氮肥时无明显变化。在氮肥类型对玉米子粒品质性状的影响上还有待进一步研究。

3.4 施氮量与氮肥类型对子粒游离氨基酸含量的影响

普通玉米子粒游离氨基酸含量前人研究极少。本研究表明,在子粒游离氨基酸含量方面,农大 108 随施氮量增加而降低,3 种氮肥表现一致,以施普通

尿素降幅最大;而郑单 958 施普通尿素与包膜尿素时有所提高,施复合肥时下降。前人在氮肥对普通玉米子粒游离氨基酸含量的影响上研究较少,而氮肥类型对其影响的研究更是少见。宋海星等^[16]对水、氮供应对玉米伤流及其养分含量的影响做了研究并认为,水分充足或水分胁迫较轻时,伤流量及其中的游离氨基酸等养分含量随施氮量的增加而增加。在施氮量及氮肥类型对子粒游离氨基酸含量影响的研究上有待加强。

参考文献:

[1] 李新慧. 京郊粮田土壤氮素损失机制与提高氮肥利用率技术研究[J]. 北京土壤学会简讯, 1999, 2(5): 5-8.

[2] 周顺利. 高产条件下冬小麦、夏玉米氮营养特性的基因型差异及氮肥推荐[D]. 中国农业大学博士学位论文. 2000.

[3] 郭 强, 赵久然, 陈国平, 等. 长效肥料对提高夏玉米氮肥利用率的研究[J]. 北京农业科学, 1998, 16(3): 35-37.

[4] 赵久然, 郭景伦, 郭 强, 等. 北京郊区夏玉米高产、高效施肥配套技术研究[J]. 北京农业科学, 1997, 15(3): 27-31.

[5] 焦晓光, 梁文举. 施用控释尿素后土壤尿素氮的转化及其对产量的影响[J]. 农业系统科学与综合研究, 2003, 19(4): 297-299.

[6] 邓森林, 于 庆, 王家生. 玉米施长效碳酸氢铵效果的研究[J]. 杂粮作物, 2003, 23(4): 242-243.

[7] 周柳强, 黄玉溢, 谭宏伟, 等. 长效氮肥对玉米的效应[J]. 广西农业科学, 2003, (2): 74-75.

[8] 关义新, 马兴林, 凌碧莹. 种植密度与施氮水平对高淀粉玉米郑单 18 淀粉含量的影响[J]. 玉米科学, 2004, 12(专刊): 101-103.

[9] 索全义, 赵利梅, 迟玉亭, 等. 氮肥对春玉米子粒建成及品质形成的影响[J]. 内蒙古农业大学学报(自然科学版), 2000, (1): 30-33.

[10] 阮培均, 马 俊, 梅 艳, 等. 不同密度与施氮量对玉米品质的影响[J]. 中国农学通报, 2004, 20(6): 147-149.

[11] 黄艳胜. 不同施肥量对春玉米品质与产量影响的研究[J]. 中国林副特产, 2002, (2): 24-25.

[12] 李金洪, 李伯航. 矿质营养对玉米子粒营养品质的影响[J]. 玉米科学, 1995, 3(3): 54-58.

[13] 李建民, 王 璞, 周殿玺, 等. 冬小麦节水高产栽培技术及其生理基础研究[A]. 冬小麦水肥高效利用栽培技术原理[C]. 北京: 中国农业大学出版社, 2000. 1-16.

[14] 湖南农学院. 作物栽培学实验指导[M]. 北京: 农业出版社, 1988. 243-246.

[15] 何照范. 粮油子粒品质及其分析技术[M]. 北京: 农业出版社, 1985. 72-75.

[16] 宋海星, 李生秀. 水、氮供应对玉米伤流及其养分含量的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2004, 10(6): 574-578.