

文章编号: 1005-0906(2006)02-0119-05

种植密度和施氮量对粮饲兼用 玉米雅玉 8 号产量的影响

赵 勇, 杨文钰

(四川农业大学农学院, 四川 雅安 625014)

摘 要: 研究了不同种植密度和施氮量对粮饲兼用玉米品种雅玉 8 号产量的影响。结果表明, 雅玉 8 号的最佳种植密度为 9.75 万株 /hm², 最佳施氮量为 337.5 kg/hm², 鲜物质产量达 71 032.10 kg/hm², 干物质产量达 22 820.10 kg/hm², 果穗干物质产量达 11 547.64 kg/hm²。通过对种植密度和施氮量与生物产量之间的关系建立的回归模型预测可知, 当种植密度为 10.68 万株 /hm²、施氮量为 273.48 kg/hm² 时能获得最高的鲜物质理论产量 70 798.72 kg/hm²; 当种植密度为 11.13 万株 /hm²、施氮量为 280.52 kg/hm² 时能获得最高的干物质理论产量 22 936.30 kg/hm²。种植密度和施氮量对雅玉 8 号生物产量及果穗产量的影响均达极显著水平。

关键词: 粮饲兼用玉米; 雅玉 8 号; 种植密度; 施氮量; 产量

中图分类号: S513.04

文献标识码: B

Effects of Growing Density and Applying Nitrogenous Fertilizer Quantity on the Yield of Using both Cereals and Feed Maize Yayu No. 8

ZHAO Yong, YANG Wen-yu

(Agronomy College, Sichuan Agriculture University, Ya'an 625014, China)

Abstract: This paper study the effects of different growing density and applying nitrogenous fertilizer quantity on the yield of using both cereals and feed maize Yayu No.8. The results showed that the best growing density and applying nitrogenous fertilizer quantity were 97.5 ten thousand plants/ha, 337.5 kg/ha respectively, under the condition, the fresh matter yield, dry matter yield and dry matter yield of ear were separately 71 032.10 kg/ha, 22 820.10 kg/ha, 11 547.64 kg/ha. Knowing that the highest theoretic yield of fresh matter is 70 798.72 kg/ha when growing density and applying nitrogenous fertilizer quantity are individually 106.8 thousand plants/ha, 273.48 kg/ha; and the highest theoretic yield of dry matter is 22 936.30 kg/ha when growing density and nitrogenous fertilizer quantity are separately 111.3 thousand plants/ha, 280.52 kg/ha by forecast of regression model established through the relation between growing density and applying nitrogenous fertilizer quantity and biological yield. Effects of growing density and applying nitrogenous fertilizer quantity on the biological yield and fruit yield of Yayu No.8 both reach extremely marked level.

Key words: Foodstuff maize; Yayu No.8; Growing density; Applying nitrogenous fertilizer quantity; Yield

四川农业资源绝对数量大, 相对数量小, 人均耕地资源、粮食呈高负荷状态。同时四川境内以丘陵山区为主, 适合发展畜牧业, 尤其应发展节粮型草食牲畜。因此, 发展粮饲兼用型玉米生产对种植业结构

的调整有着极为重要的意义。粮饲兼用型玉米在美国有相当的比例, 近年来我国中原和东北粮饲兼用型玉米的应用已有相当大的发展, 在西南地区的发展则较小。我国粮饲兼用型玉米的研究起步较晚, 且多集中在品种选育方面, 而栽培因子, 如肥料、密度等对其影响的研究报道较少。本试验以粮饲兼用型玉米品种雅玉 8 号为材料, 研究了不同种植密度和施氮量对产量的影响, 筛选出了该品种的最佳种植密度和施氮量, 为粮饲兼用型玉米的生产与推广提供技术依据。

收稿日期: 2005-03-31; **修回日期:** 2005-04-12

基金项目: 盆周山区农业可持续发展技术与示范; 博士后培养基金(2004035700)

作者简介: 赵 勇(1977-), 男, 四川南充人, 硕士, 助理实验师, 从事教学实验科研工作。

杨文钰为本文通讯作者, Tel: 0835-2882612

E-mail: wenyu.yang@263.net

1 材料与方法

本试验于 2004 年在四川农业大学教学农场进行。土壤有机质含量 4.69%、全 N 0.22%、速效 N 182.54 mg/kg、全 P 0.07%、速效 P 33.64 mg/kg、全 K 2.26%、速效 K 127.13 mg/kg、pH 6.95。

供试品种为雅玉 8 号。试验采用裂区设计,设密度和氮肥两个因素。主区因素为密度,副区因素为氮肥。密度设 3 个水平:6.75 万、9.75 万和 12.75 万株/hm², 分别以 A1、A2 和 A3 表示;施氮量设 5 个水平:0、112.5、225、337.5、450 kg/hm², 分别以 B1、B2、B3、B4 和 B5 表示。共 15 个处理,3 次重复。

采用肥团育苗移栽,以尿素作氮肥,移栽时和大喇叭口期结合粪水各施 50%,过磷酸钙 750 kg/hm²,氯化钾 180 kg/hm² 以基肥形式一次性施入,各处理施用量相同。于拔节期(t1)、大喇叭口期(t2)、吐丝期(t3)、乳熟期(t4)和蜡熟初期(t5)取样测定鲜/干物质产量。吐丝后 40 d 收获,收获时取 5.88 m² 的样品植株考察其鲜/干重及果穗干重,采用烘干法测定干物质,用 DPS 软件处理所得数据。

2 结果与分析

2.1 种植密度和施氮量对鲜物质产量动态变化的影响

2.1.1 种植密度对鲜物质产量动态变化的影响

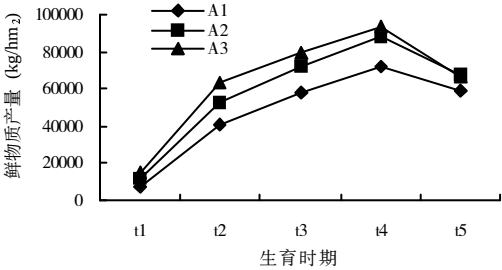


图 1 不同种植密度鲜物质动态变化

由图 1 可知,随着生育期的推进不同种植密度下鲜产量呈单峰曲线变化,在乳熟期之前呈上升趋势

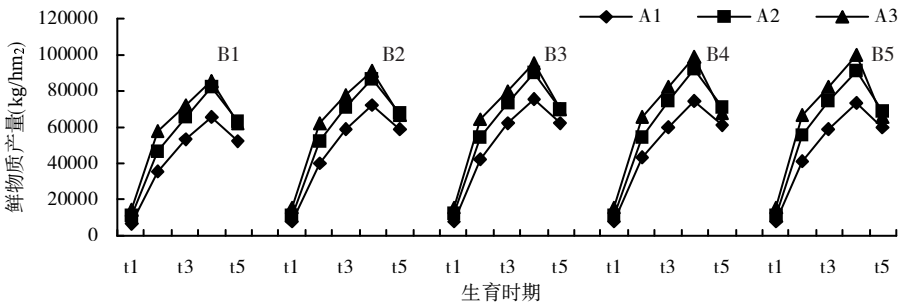


图 3 不同种植密度和施氮量下鲜物质产量的动态变化

势,从拔节期到大喇叭口期增长速率最快,到乳熟期达最高,之后下降。种植密度较大程度地影响鲜物质产量的变化,从拔节期至大喇叭口期,以 A3 条件增长速率最快,产量最高,其次为 A2、A1;到蜡熟初期鲜物质产量较乳熟期低,下降幅度以 A3 最大,其次为 A2、A1,产量以 A2 最高,其次为 A3、A1。

2.1.2 施氮量对鲜物质产量动态变化的影响

随着生育期的推进不同施氮量下鲜物质产量呈单峰曲线变化,乳熟期前呈上升趋势,从拔节期到大喇叭口期增长速率最快,到乳熟期达最大值,之后下降。从拔节期到大喇叭口期,鲜物质产量随着施氮量的增加而增长,增长速率以 B5、B4 较快,其次为 B3、B2、B1;从乳熟期到蜡熟期,叶片逐渐衰老,光合能力下降,鲜物质产量呈下降趋势,下降速率以 B5 最快,远高于其它施氮处理(图 2)。

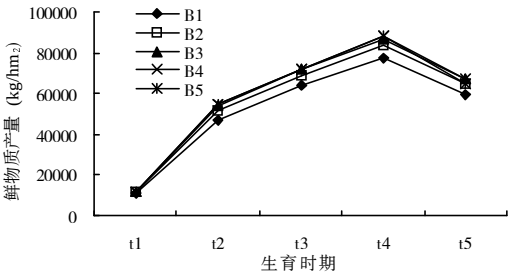


图 2 不同施氮量下的鲜物质动态变化

2.1.3 种植密度和施氮量对鲜物质产量动态变化的影响

由图 3 可知,乳熟期前,相同施氮量下鲜物质增长速率以 A3 最快,产量最高,其次为 A2、A1。相同种植密度下鲜物质产量随着施氮量的增加而增长,增长速率以在 A3 条件下 B5、B4 最快,产量最高,以 A1 条件下 B1 最慢,产量最低;蜡熟初期因叶片衰老,光合能力下降,鲜物质产量较乳熟期低,各种种植密度以 A3 下降最快,其次为 A2、A1,产量以 A2 最高,其次为 A3、A1;相同种植密度下产量下降幅度以高、低施氮量较大,以 A3 种植密度下 B5、B1 下降最快。

2.2 种植密度和施氮量对干物质产量动态变化的影响

2.2.1 种植密度对干物质产量动态变化的影响

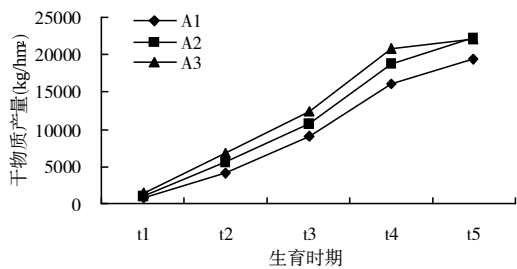


图4 不同种植密度下干物质产量的动态变化

由图4可知,随着生育期的推进不同种植密度下干物质产量逐渐上升,吐丝期前增长缓慢,从吐丝期到乳熟期增长速率最快,之后又逐渐减缓,呈“S”形,到蜡熟初期达最高。干物质产量增长幅度受种植密度的影响较大,在乳熟期之前,以A3最大,产量最高,其次为A2,A1;从乳熟期到蜡熟初期,以A2增幅最大,其次为A1、A3。产量因高种植密度导致倒伏而以A2最高,其次为A3,A1。

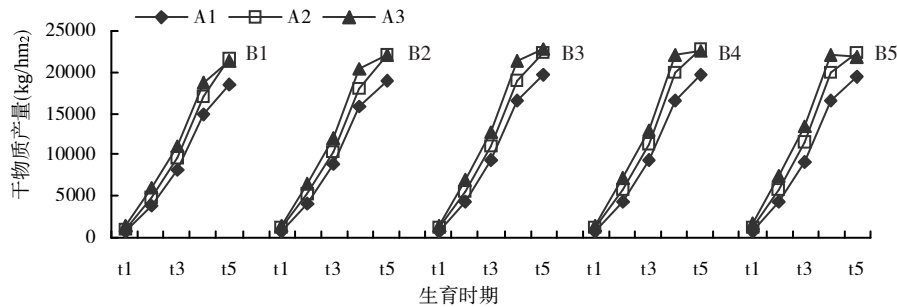


图6 不同种植密度和施氮量下干物质产量的动态变化

由图6可知,乳熟期前,相同施氮量下干物质增长幅度以A3最大,产量最高,其次为A2、A1。相同种植密度下干物质产量随着施氮量的增加而增长,不同种植密度以在A3条件下B5、B4增幅最大,产量最高,以A1条件下B1最慢,产量最低;到蜡熟初期因叶片衰老,光合能力下降,干物质积累速率减缓,但总量仍在增长,各种种植密度以A3增幅较小,其次为A2、A1,产量以A2最高,其次为A3、A1。相同种植密度下产量增长幅度以高和低施氮量低于其它施氮处理,不同种植密度以A3条件下B1、B5增幅最小。

2.3 种植密度和施氮量对产量的影响

2.3.1 种植密度和施氮量对鲜物质产量的影响

由表1可知,处理A2B4鲜物质产量最高。方差分析表明,不同种植密度、施氮量及种植密度与施氮量交互作用差异均达极显著水平。由密度、施氮量的

2.2.2 施氮量对干物质产量动态变化的影响

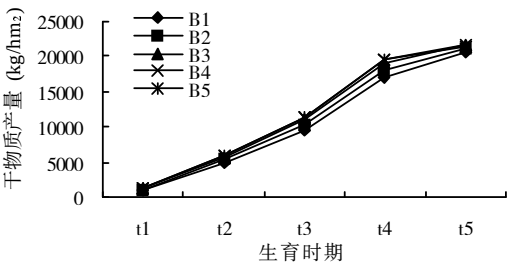


图5 不同施氮量的干物质产量动态变化

由图5可知,随着生育期的推进各施氮量的干物质产量逐渐上升,吐丝期前干物质增长缓慢,从吐丝期到乳熟期迅速增长,之后又逐渐减缓,呈“S”形,到蜡熟初期达最高。施氮量对干物质产量增长幅度有较大影响,从拔节期到乳熟期以B5、B4增幅最大,产量最高,其次为B3、B2、B1;之后增长较缓慢,增幅随施氮量的增加而下降,产量以B4、B3高于其它施氮处理。

2.2.3 种植密度和施氮量对干物质产量动态变化的影响

多重比较结果可知,各密度平均产量以A2高于A3、A1,A2、A3分别比A1增产14.51%和11.22%。各施氮量平均鲜物质产量以B3最高,B4次之,B1最低,B3、B4极显著地高于其它施氮处理。

由密度与施氮量的互作分析(表1)可知,在A1密度下,B3、B4差异不显著,但都极显著高于其它施氮处理;在A2密度下,B4极显著高于其它施氮处理;在A3密度下,B3极显著地高于其它施氮处理。

对种植密度(X_1)和施氮量(X_2)与鲜物质产量建立回归模型: $Y=-3\,302.12+1.266\,7X_1+47.258\,6X_2-0.588\times 10^{-5}X_1^2-0.07872X_2^2-0.39\times 10^{-4}X_1X_2$, $F=69.00^{**}$, $P<0.01$, $R=0.987\,2$,表明未控因素对试验数据的影响不显著,误差是随机的,所建立的回归方程与实测值拟合程度较好,因素与鲜物质产量之间相关程度达极显著水平,所得方程可作为主栽措施与产量关系的数学模型。由该模型预测可知,种植密度为10.68万株/

hm²、施氮量为 273.48 kg/hm² 时,获得最高的理论鲜 物质产量 70 798.72 kg/hm²。

表 1 种植密度和施氮量对鲜物质产量的影响 kg/hm²

密度(A)	施氮量(B)					AV	差异显著性	
	B1	B2	B3	B4	B5		0.05	0.01
A1	56 009.35 c C	58 617.07 b B	62 018.45 a A	61 168.11 a A	59 524.11 b B	59 467.35	c	C
A2	64 626.17 d D	67 574.03 c C	69 104.66 b B	71 032.10 a A	68 140.93 bc BC	68 095.65	a	A
A3	62 098.73 d D	66 667.00 b BC	69 501.48 a A	67 063.83 b B	65 363.14 c C	66 138.90	b	B
AV	60 911.40	64 286.10	66 874.80	66 421.35	64 342.65			
显著性差异	c C	b B	a A	a A	b B			

注：大、小写字母分别代表经 SSR 法检验，处理间差异达到 0.01 和 0.05 的显著水平。下表同。

2.3.2 种植密度和施氮量对干物质产量的影响

由表 2 可知，处理 A2B4 干物质产量最高，A3B3 次之。方差分析表明,种植密度、施氮量及种植密度与施氮量交互作用差异达极显著或显著水平。由密度、施氮量的多重比较分析可知,A2、A3 差异不显著,但都极显著地高于 A1,分别比 A1 增产 15.19%和 14.74%。各施氮量平均干物质产量以 B3、

B4 较高,且极显著地高于其它施氮处理。

由密度与施氮量的互作分析(表 2)可知,在 A1 密度下,B3、B4 差异不显著,但极显著地高于其它施氮处理；在 A2 密度下,B4 极显著高于其它施氮处理；在 A3 密度下,B3 极显著地高于 B2、B5 和 B1，B3 与 B4 差异不显著。

表 2 不同密度和施氮量对干物质产量的影响 kg/hm²

密度(A)	施氮量 (B)					AV	差异显著性	
	B1	B2	B3	B4	B5		0.05	0.01
A1	18 381.89 c C	19 033.44 b B	19 675.44 a A	19 718.08 a A	19 485.90 a AB	19 258.95	b	B
A2	21 610.05 c C	22 031.84 b BC	22 270.33 b B	22 820.10 a A	22 189.54 b B	22 184.37	a	A
A3	21 288.11 d C	22 086.27 bc B	22 790.61 a A	22 404.79 b AB	21 918.66 c B	22 097.7	a	A
AV	20 426.68	21 050.52	21 578.79	21 647.69	21 198.03			
显著性差异	c C	b B	a A	a A	b B			

对种植密度(X₁)和施氮量(X₂)与干物质产量建立回归模型:Y=436.77+0.378 0X₁+10.417 9X₂-0.167×10⁻⁵X₁²-0.0147X₂²-1.945×10⁻⁴X₁X₂,F=150.16**,P<0.01,R=0.994 1，表明未控因素对试验数据的影响不显著,误差是随机的,所建立的回归方程与实测值拟合程度较好,因素与产量之间相关程度达极显著水平,所得方程可作为主栽措施与产量关系的数学模型。根据该模型预测可知，种植密度为 11.13 万株/hm²、施氮量为 280.52 kg/hm² 时,获得最高的理论干物质产量 22 936.30 kg/hm²。

2.3.3 种植密度和施氮量对果穗干物质产量的影响

由表 3 可知,处理 A2B4 果穗干物质产量最高。方差分析表明,种植密度、施氮量及种植密度与施氮量交互作用差异均达极显著水平。由密度、施氮量的多重比较分析可知,各种植密度果穗平均产量以 A2 最高，其次为 A3、A1,A2、A3 分别比 A1 高 21.86%和 17.34%。各施氮量的果穗平均干物质产量以 B4、B3 较高,且显著高于其他施氮处理。

由密度与施氮量的互作分析(表 3)可知,在 A1 密度下,B4、B3 极显著高于 B2、B5 和 B1;在 A2 密度下,B4 极显著地高于其余各施氮处理；在 A3 密度下,B3、B4、B2 差异不显著,B3 极显著地高于 B5、B1。

表 3 种植密度和施氮量对果穗干物质产量的影响 kg/hm²

密度(A)	施氮量(B)					AV	差异显著性	
	B1	B2	B3	B4	B5		0.05	0.01
A1	8 759.02 c C	9 172.85 b B	9 459.26 a A	9 513.00 a A	9 155.87 b B	9 212.00	c	C
A2	10 888.12 d C	11 102.97 c B	11 274.19 b B	11 547.64 a A	11 316.67 b B	11 225.92	a	A
A3	10 448.18 d C	10 928.60 ab AB	11 071.12 a A	10 871.14 bc AB	10 725.54 c B	10 808.91	b	B
AV	10 031.77	10 401.47	10 601.52	10 643.93	10 399.36			
显著性差异	c C	b B	a A	a A	b B			

3 结 论

(1)试验研究表明,雅玉8号在种植密度为9.75万株/hm²、施氮量为337.5 kg/hm²时,生物产量和经济产量最高。在试验中,高、低种植密度下干物质产量差异不显著,鲜物质产量与经济产量差异极显著,可能是在乳熟中期因高种植密度植株倒伏(倒伏率达44%)所致。由于试验地面积的限制,密度水平设计较少且间距较大,因此,最适密度的确定有待进一步的探讨。通过对种植密度和施氮量与生物产量建立的回归模型进行预测,也证明了这一点。

(2)种植密度对雅玉8号的生物产量与经济产量的影响达极显著水平。不同种植密度下生育前期群体叶面积的增长速度和稳定期持续时间的长短有较大变化,使得产量差异达极显著水平。低密度下生育前期群体叶面积增长较慢,后期群体叶面积下降较缓慢,稳定期持续的时间最长,但由于群体数量较小,生物产量与经济产量都较低。高密度下群体叶面积增长最快,后期群体叶面积下降最快,稳定期持续的时间最短,积累的干物质较少,但因群体数量较大,与低密度相比,产量较高。中等密度下前期群体叶面积增长较快,后期下降较慢,稳定期持续的时间较长,因而获得较高的生物产量与经济产量。

(3)施氮量对雅玉8号的生物产量与经济产量的影响达极显著水平。不施氮肥和施氮112.5 kg/hm²时前期群体叶面积增长速度较慢,生育后期因氮肥用量不足导致叶肉细胞叶绿体结构性差,维管束鞘细胞碳水化合物累积减少,营养体氮素再分配率大而引起叶片早衰,绿叶数减少,群体叶面积急剧下降,稳定期持续时间很短,积累的干物质较少,产量很低。施氮量450 kg/hm²时生育前期群体叶面积增长速度最快,达到稳定期的时间最短,生长后期因硝酸还原酶活性过高,氮素代谢过旺,消耗了大量碳水化合物,以至下位叶不能得到充足的碳水化合物供应而提早脱落,同时叶肉细胞叶绿体片层结构膨胀,呈“肉汁化”特征,维管束鞘细胞淀粉大量消耗,无核淀粉出现,导致叶片叶绿素含量下降,光合能力降低而出现早衰,使生物产量与经济产量都较低,但因前期积累的量较大,产量都较低氮高。中等施氮水平前期群体叶面积增长较快,后期下降较慢,因而能获得

较高的生物产量与经济产量。

(4)种植密度与施氮量的交互作用对雅玉8号的生物产量与经济产量达极显著或显著水平,适当增加种植密度和施氮量才能达到较好的增产效果。中等种植密度下施氮337.5 kg/hm²时群体叶面积持续期长于其它施氮处理,干物质产量最高。高种植密度下施氮225 kg/hm²时群体叶面积稳定期持续时间较其它施氮处理长,干物质积累量最高,但因种植密度过高导致植株倒伏,产量低于中等种植密度下施氮337.5 kg/hm²时的产量。低密度时因群体较小,增施氮肥获得的干物质总量较低。

参考文献:

[1] 黄不凡. 21 世纪中国的粮食生产与对策[M]. 北京:中国农业发展文库,2000. 2294-2295.

[2] 彭泽斌,田志国. 我国粮饲兼用型玉米的产业现状与发展战略[J]. 作物杂志,2004,(3):4-6.

[3] 牛忠林. 合玉 16 玉米的适宜种植密度与施氮量[J]. 玉米科学, 2004, 12(3):90-91.

[4] 宋清斌,郑延海,贾爱君,等. 夏玉米密度及氮磷用量高产高效栽培模式的研究[J]. 玉米科学,2004, 12(4):77-78.

[5] 孙秀华,许恩怀. 优质粮饲兼用型玉米新品种 - 农大 647[J]. 农业科技与信息,2004,(7):14-15.

[6] 杨引福,刘孟君,岳瑞谦. 粮饲兼用玉米品种陕单 19 选育研究[J]. 中国农学通报,2004,(4):119-120.

[7] 马晓峰,王超. 粮饲兼用玉米新品种 - 吉新 306[J]. 中国农村科技,2003,(7):22-23.

[8] 马兴林,许建新,林治安,等. 种植密度与施氮水平对优质蛋白玉米中单 9409 产量及子粒粗蛋白质含量的影响[J]. 玉米科学, 2004, 12(专刊):107-110.

[9] 唐秀芝,张维强,等. 粮饲兼用玉米中原单 32 的育成与推广[J]. 核农学报,2001, 15(6):360-364.

[10] 何萍,金继运,林葆. 氮肥用量对春玉米叶片衰老的影响及其机理研究[J]. 中国农业科学,1998, 31(3):66-71.

[11] 王鹏文,戴俊英,赵桂坤,等. 玉米种植密度对产量和品质的影响[J]. 玉米科学,1996, 4(4):43-45.

[12] 谭华. 氮、磷、钾和密度等因素对玉米产量形成的作用[J]. 玉米科学,1998, 6(增刊):93-96.

[13] 肖霞,陈建忠,徐泽茹,等. 种植密度与氮肥施用对中低产田玉米产量的影响[J]. 河北农业科学,2003, 7(4):25-28.

[14] 赵有来. 玉米杂交种豫玉 22 密度与产量数学模型研究结果[J]. 甘肃农业科技,2004,(9):14-15.

[15] 董印丽,杨太新. 种植密度对掖单 19 玉米生理特性和产量的影响[J]. 河北职业技术师范学院学报,2001, 15(2):14-15.