

不同氮水平下超高产玉米品种的产量性状分析

崔文芳¹, 王俊超², 高书晶³

(1. 内蒙古农业大学 职业技术学院, 内蒙古 呼和浩特 014109; 2. 呼和浩特市科学技术局, 内蒙古 呼和浩特 010010; 3. 中国农业科学院草原研究所, 内蒙古 呼和浩特 010010)

摘要: 采用相关分析、通径分析方法对 8 个超高产玉米杂交种穗部性状与产量的关系进行了分析, 结果表明, 在高氮条件下(474 kg/hm²), 穗部各性状对玉米产量的作用依次为行粒数>百粒重>穗行数, 保证吐丝期具有较高的生物量和叶绿素含量。在低氮条件下, 应注重选育穗粒数多、百粒重大、吐丝期叶绿素和灌浆期生物量高的耐低氮品种(郑单 958)。金山 27 和先玉 335 是高氮高效型品种, 高氮水平下金山 27 产量较低氮水平下高 68.18%, 先玉 335 产量在高氮水平下比低氮水平增加 90.40%, 可在高氮水平下加以利用, 郑单 958 在低氮水平下产量高于高氮水平, 是低氮高效型品种。

关键词: 玉米; 超高产; 杂交种; 产量; 高氮; 低氮

中图分类号: S513 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2012)09-0035-04

Correlation Analyses on Yield Traits of Maize Hybrids with High Yield Potential at Different Nitrogen Levels

CUI Wen-fang¹, WANG Jun-chao², GAO Shu-jing³

(1. Vocational and Technical College of Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 014109 China;
2. Hohhot Technology Bureau, Hohhot 010019, China 3. Institute of Grasslands, CAAS, Hohhot 010010, China)

Abstract: The correlation analysis and path analysis were used to study the relations between ear traits and yield per plant of 8 maize hybrids with super-high-yield potential. The results showed that the order of contribution to grain yield was as follows: grain number per row>100-grain weight>ear row number in high nitrogen condition, while the high biomass and high leaf chlorophyll content at spinning stage should be maintained. In low-nitrogen condition, the hybrids tolerant to low-nitrogen level such as Zhengdan 958 should be taken into consideration, which had more grains per spike, high 100-grain weight, high leaf chlorophyll content at spinning stage and high biomass at filling stage. The results also showed that Jinshan 27 and Xianyu 335 belonged to high-efficient hybrids at high N level and should be grown in the high nitrogen condition, while Zhengdan 958 is a high-efficient hybrid in low N condition.

Key words: maize; super-high yield; hybrid; yield; high N level; low N level

近年来, 春玉米高产纪录不断被刷新, 证明了玉米高产的可行性, 并为大面积高产的关键技术创新与集成提供了参考。孟祥盟等^[1]在单项技术研究的基础上, 初步建立了湿润冷凉区春玉米超高产技术模式, 即以促苗、控秆、保穗、增粒、促早熟为核心的春玉米高效可持续超高产技术模式, 通过超高产品种、超高产土壤、超高密度、高整齐度、高群体质量、高穗粒

数、高千粒重实现超高产。但在不同氮肥水平下, 各品种产量表现又有所不同。慈晓科等^[2]研究表明, 农艺性状影响玉米杂交种的产量水平, 在低产水平下, 影响产量的主要因素是生育期、行粒数、穗粗和千粒重; 在中产水平下, 影响产量的主要因素是株高、穗粗、穗行数、行粒数和千粒重; 在高产水平下, 影响产量的主要因素是生育期、穗粗、行粒数、千粒重和轴

收稿日期: 2012-04-08

作者简介: 崔文芳(1977-), 女, 内蒙古海拉尔人, 讲师, 在读博士研究生, 主要从事超高产玉米的氮效率研究。

E-mail: cui.wenfang@163.com

粗。穗粗、行粒数和千粒重始终是影响产量的主要因素,而目前对于不同氮肥水平下,影响玉米超高产产量的重要因素不太明确。因此,在高、低氮条件下,以超高产玉米杂交种为材料,研究了影响产量的重要因素,旨在为超高产杂交种的培育与利用提供依据。

1 材料和方法

1.1 供试材料

供试超高产杂交种分别为浚单 26、内单 314、先玉 335、蒙农 2133、京单 28、郑单 958、金山 27、郑单 17。采用裂区试验,设高氮(474 kg/hm² 纯氮)和低氮(不施氮肥)2 个氮水平,氮水平为主区,品种为副区,6 行区,行长 4 m,密度均为 82 500 株/hm²,行距 50 cm,株距 24 cm,2 次重复。氮肥尿素在拔节和大口期按 3:7 追施,基肥 P₂O₅ 169.5 kg/hm²,K₂O 247.5 kg/hm²,一次性侧深施,其他管理同大田。

1.2 测定方法

吐丝和灌浆期取代表性植株 2 株,测定穗位叶面积及叶绿素含量,将茎、叶 105 °C 杀青并于 80 °C 下烘干至恒质量,测定干质量;成熟期取代表性植株 2 株,将茎、叶、穗轴、籽粒烘干至恒质量后测定各器官的干质量,成熟期测定小区产量。叶面积采用长乘宽系数法测量,叶绿素含量利用 SPAD 仪测定。

1.3 统计分析

采用 DPS 统计软件进行方差分析、相关分析、逐步回归及通径分析。

2 结果与分析

2.1 不同氮水平对玉米杂交种产量和生物量的影响

不同玉米杂交种的产量在 2 种氮水平下表现出明显的差异(表 1)。在高氮处理下,金山 27 的产量最高,达 17 699 kg/hm²,较 8 个品种的平均产量增加 34.25%,蒙农 2133 最低,仅 8 165 kg/hm²,较 8 个品种的平均产量降低 38.07%。

在低氮处理条件下,产量最高的是郑单 958,为 14 300 kg/hm²,比平均产量增加 59.40%,最低的是内单 314,为 5 410 kg/hm²,较 8 个品种的平均产量降低 39.69%。

高、低氮水平下,金山 27 都表现增产,高氮产量高于低氮 68.18%,表明该品种更适宜在高氮条件下利用,高氮下更能充分吸收利用氮素,是高氮高效型品种。先玉 335 产量在高氮下比低氮增加 90.40%,说明该品种在高氮下更能发挥其产量潜力,应该在高氮水平下加以利用,是典型的高氮高效

型品种。郑单 958 在 2 个氮水平下都表现增产,且低氮产量高于高氮,表明该品种具有较强的抗低氮胁迫能力,是低氮高效型品种。蒙农 2133 在高氮条件下产量比平均产量低 38.07%,且低于低氮产量,是高氮低效型品种。内单 314 在低氮下产量低于平均产量 39.69%,且明显低于高氮产量,是低氮低效型品种。

表 1 2 种施氮水平下玉米杂交种的产量

杂交种	高氮		低氮	
	产量/ (kg/hm ²)	比平均产量 增产/%	产量/ (kg/hm ²)	比平均产量 增产/%
浚单 26	13 293	0.83	7 923	-11.68
内单 314	12 458	-5.51	5 410	-39.69
先玉 335	14 859	12.71	7 804	-13.00
蒙农 2133	8 165	-38.07	8 547	-4.72
京单 28	12 113	-8.12	6 504	-27.50
郑单 958	14 054	6.60	14 300	59.41
金山 27	17 699	34.25	10 524	17.32
郑单 17	12 830	-2.68	10 753	19.87
平均值	13 184		8 971	

2.2 不同氮水平下杂交种穗部性状与产量的相关分析

相关分析表明(表 2),高氮和低氮条件下,各穗部性状与产量存在着不同程度的相关。高氮水平下,穗质量、百粒重与产量表现显著正相关,这是因为氮肥充足条件下,各杂交种都能形成较大的库容,穗行数、行粒数与穗粒数与产量相关不显著,因此,高氮水平下,选育高产高效杂交种应注重穗质量和百粒重的选择。

低氮水平下,百粒重、穗质量、穗粒数与产量表现极显著正相关,行粒数与产量表现显著正相关。表明穗粒数的增加要通过行粒数实现,穗质量的增加要通过增加行粒数和穗粒数实现。同时,穗质量与百粒重呈极显著正相关,因此,低氮下,培育高产高效杂交种更要注重穗质量、百粒重、穗粒数的选择,其次是行粒数。

各杂交种在高低氮水平下穗部性状与产量的通径分析(表 3)表明,高氮条件下,各性状中对产量作用大小依次为穗粒数>行粒数>百粒重>穗行数。因为行粒数、穗行数、百粒重是产量构成因素,而且三者都是正向作用,所以培育和选择高产品种要注意对行粒数、穗行数和百粒重的选择。穗质量的直接作用表现为负向效应,但由于通过穗行数、行粒数对产量的间接作用较大,因而与产量达到了显著正相关。进行性状选择时,应充分注意性状间的相互制约关系,在改良某一性状的同时,注意防止其他性状变劣。

表 2 玉米杂交种在高、低氮水平下穗部性状与产量的相关分析

氮水平	性状	产量	穗行数	行粒数	穗粒数	穗质量
高氮	穗行数	0.263 2				
	行粒数	0.221 5	0.544 7			
	穗粒数	0.256 8	0.805 5*	0.935 1**		
	穗质量	0.719 0*	0.523 4	0.251 6	0.391 4	
	百粒重	0.784 4*	0.608 8	0.253 8	0.427 3	0.941 6**
低氮	穗行数	0.548 5				
	行粒数	0.742 2*	0.218 8			
	穗粒数	0.849 9**	0.615 4	0.901 9**		
	穗质量	0.899 9**	0.538 3	0.772 3*	0.874 2**	
	百粒重	0.938 6**	0.647 6	0.662 5	0.828 4*	0.927 9**

注: **为 $P<0.01$ 显著水平; *为 $P<0.05$ 显著水平。

表 3 各杂交种在高低氮水平下穗部性状与产量的通径分析

氮水平	性状	直接通径系数	穗行数	行粒数	穗粒数	穗质量	百粒重
高氮	穗行数	0.278 3		0.238 6	0.210 0	-0.385 8	0.443 3
	行粒数	0.906 5	0.073 3		0.516 5	-1.210 2	0.322 7
	穗粒数	0.948 3	0.061 6	0.493 8		-1.405 0	0.155 1
	穗质量	-1.502 4	0.071 5	0.730 2	0.886 7		0.241 3
	百粒重	0.616 6	0.200 1	0.474 4	0.238 6	-0.588 0	
低氮	穗行数	0.541 7		0.430 0	0.801 8	-1.353 8	0.518 8
	行粒数	0.784 0	0.297 1		0.236 3	-0.980 2	0.310 4
	穗粒数	1.080 3	0.402 0	0.171 5		-1.436 6	0.445 3
	穗质量	-1.592 8	0.460 4	0.482 4	0.974 4		0.504 0
	百粒重	0.576 6	0.487 4	0.422 0	0.834 3	-1.392 4	

注: 高氮决定系数 $R^2=0.949\ 4$; 低氮决定系数 $R^2=0.947\ 4$ 。

低氮条件下,穗粒数和行粒数的直接通径系数分别为 1.080 3 和 0.784 0,这说明具有耐低氮能力的品种,能够吸取足够的氮素,促进雌穗的正常分化和发育,使其有足够大的库容量,并能充分灌浆形成饱满的籽粒。穗质量对产量具有明显的负向作用,但通过穗粒数对产量产生较大的正向作用,因此,低氮条件下,除对穗粒数和行粒数选择外,还要注意穗质量对产量的作用,减轻其对产量的负向作用。

2.3 不同氮水平下玉米杂交种生物性状与产量关系分析

高氮水平下各玉米杂交种生物性状与产量相关分析(表 4)表明,7 个生物次级性状与产量都未达到显著相关,吐丝期生物量、叶绿素含量与产量呈正相关,表明吐丝期植株达到较高的生物量和叶绿素含

量,更能使植株在生育后期保持较高的光合时间和光合能力,更利于充实籽粒库容。灌浆期叶绿素含量与生物量呈显著正相关。因此,高氮条件下,培育高产高效玉米杂交种应注意灌浆期叶绿素含量的选择。

低氮水平下各玉米杂交种生物性状与产量相关分析(表 5)表明,吐丝期生物量、灌浆期叶绿素含量、株高与产量均达到显著相关,即增加吐丝期生物量和灌浆期穗位叶叶绿素含量利于产量的增加。罗湘宁等^[3]对玉米产量性状与产量的关联度分析表明,叶数、行粒数、株高 3 个性状对产量的影响较大。在玉米新品种选育中,在兼顾其他性状的同时,应着重考虑这 3 个性状,提高育种效率。侯爱民等^[4]也认为,产量随着株高整齐度的提高而增加,说明玉米产量和株高整齐度关系密切。

表 4 高氮水平下各玉米杂交种生物性状与产量相关分析

性状	产量	株高	穗位高	吐丝期穗位叶叶面积	吐丝期叶绿素	灌浆期叶绿素	吐丝期生物量
株高	0.028 3						
穗位高	0.128 7	0.281 0					
吐丝期穗位叶叶面积	-0.241 1	0.583 6	-0.316 2				
吐丝期叶绿素	0.539 8	-0.295 6	0.128 7	-0.001 6			
灌浆期叶绿素	-0.015 6	-0.437 2	0.027 1	-0.147 2	0.575 5		
吐丝期生物量	0.680 1	0.433 8	0.090 6	0.394 2	0.467 7	-0.250 6	
灌浆期生物量	-0.099 2	0.183 5	0.443 5	0.162 7	0.354 4	0.713 5*	0.252 2

表 5 低氮水平下各玉米杂交种生物性状与产量的相关分析

性状	产量	株高	穗位高	吐丝期穗位叶 叶面积	吐丝期 叶绿素	灌浆期 叶绿素	吐丝期 生物量
株高	0.785 6*						
穗位高	0.556 4	0.137 4					
吐丝期穗位叶叶面积	-0.264 9	-0.016 3	0.070 0				
吐丝期叶绿素	-0.257 8	0.176 4	-0.375 3	0.387 6			
灌浆期叶绿素	0.756 4*	0.345 6	0.554 3	-0.546 8	0.764 8*		
吐丝期生物量	0.709 4*	0.656 4	0.153 6	-0.597 5	-0.145 7	0.486 4	
灌浆期生物量	0.426 7	0.543 0	0.145 7	0.564 7	0.156 7	0.056 7	0.027 0

而吐丝期叶绿素含量与灌浆期叶绿素呈显著正相关。表明在低氮条件下,吐丝期叶绿素和生物量是高产高效杂交种选择的重要生物次级性状。

3 结论与讨论

超高产玉米杂交种在高、低氮水平下,产量具有显著差异。在高、低氮水平下,金山 27 产量均表现增加,且高氮水平下产量比低氮高 68.2%,表明该品种更适宜在高氮条件下利用,高氮下更能充分吸收利用氮素,是高氮高效型品种。先玉 335 在高氮下更能发挥其产量潜力,是高氮高效型品种,应该在高氮水平下加以利用。郑单 958 具有较强的抗低氮胁迫能力,是低氮高效型品种,对于这些超高产品种对氮素的吸收和利用率如何有待于进一步研究。

试验结果表明,高氮水平下,各性状对产量作用大小依次为穗粒数>行粒数>百粒重>穗行数。因而,在高产高效品种的选育中,要选择穗粒数多、行粒数多和百粒重高的品种,同时还要保证吐丝期具有较高的生物量和叶绿素含量,灌浆期叶绿素含量也较高。边少峰等^[5]认为,玉米营养体建成期间的干物质积累是超高产形成的基础,而灌浆期间的干物质积累则是超高产形成的关键。可把行粒数整齐度和穗位高整齐度作为选择高产品种和采取适宜栽培措施的一项指标。马兴林等^[6]认为,粒数是产量的主要贡献因子,百粒重对产量的直接效应不大。通过合理增施氮肥,在群体源与库均增加的同时,有效增加源库关系中库的比重,可能是实现玉米超高产的技术途径。关义新等^[7]报道,产量超过 15 000 kg/hm² 的高产典例中,粒数起决定作用,提高粒数是实现超高产的关键。刘志全等^[8]也认为,粒数是超高产形成的主要贡献因子,百粒重对产量的直接效应则较小,通过采用合理栽培措施,协调群体穗数与穗粒数的矛盾,力争粒数的显著提高。

低氮条件下,注意选育穗粒数多、吐丝期叶绿素

和生物量高的耐低氮品种,还要注意协调穗行数和行粒数的关系,减轻其对产量的负向作用。为了获得耐低氮的氮高效品种,在低氮水平下进行选育是非常必要的^[9],在高产玉米品种的选育过程中,如果同时监测低氮水平下的表现,一定范围内高产和耐低氮性状是可以同时获得的^[10]。

参考文献:

- [1] 孟祥盟,赵洪祥,方向前,等. 春玉米超高产栽培技术研究 with 高产因素分析[J]. 玉米科学,2008,16(5):112-114.
- [2] 慈晓科,郝玉波,张吉旺,等. 不同产量水平的玉米自交系农艺性状分析[J]. 玉米科学,2010,18(3):25-30,36.
- [3] 罗湘宁,许志斌. 玉米产量性状与产量的灰色关联度分析[J]. 安徽农业科学,2008,36(4):14926-14927,14932.
- [4] 侯爱民,孟长先,杨先文,等. 玉米主要农艺性状的整齐度与产量的相关研究[J]. 玉米科学,2003,11(2):62-65.
- [5] 边少峰,赵洪祥,孟祥盟,等. 超高产玉米品种穗部性状整齐度与产量的关系研究[J]. 玉米科学 2008,16(4):119-122.
- [6] 马兴林,王庆祥,钱成明,等. 不同施氮量玉米超高产群体特征研究[J]. 玉米科学,2008,16(4):158-162.
- [7] 关义新,凌碧莹,林葆,等. 高产春玉米群体库及源库流的综合调控[J]. 沈阳农业大学学报,2000,31(6):537-540.
- [8] 刘志全,路立平,沈海波,等. 吉林省玉米高产田产量构成要素分析[J]. 玉米科学,2006,14(6):167-170.
- [9] Lafitte H R,Edmeades G O. Improvement for tolerance to low soil nitrogen in tropical maize. I Selection criteria[J]. Field Crop Res,1994,39:1-14.
- [10] 刘建安,米国华,张福锁. 不同基因型玉米氮效率差异的比较研究[J]. 农业生物技术学报,1999,7(3):17-26.