

文章编号: 1005-0906(2007)06-0063-08

不同类型玉米产量及子粒营养成分含量的种植密度效应

马兴林^{1,2}, 王庆祥², 李永清¹, 盛耀辉^{1,2}

(1. 中国农业科学院作物科学研究所, 北京 100081; 2. 沈阳农业大学, 沈阳 110161)

摘要: 2004 ~ 2005 年以吉单 209(普通玉米品种)、吉油 199(高油玉米品种)和郑单 958(高淀粉玉米品种)为试验材料, 研究了种植密度对不同类型玉米产量及子粒淀粉、蛋白质和油分含量的影响。结果表明: ①供试 3 个(类)品种的群体产量相比较, 以高淀粉品种郑单 958 最高, 最高产量接近 12 000 kg/hm², 其次为普通玉米品种吉单 209, 高油品种吉油 199 产量最低。通径分析结果显示, 群体粒数均是各类品种产量的主要贡献因子, 百粒重对产量的直接效应均小。②随种植密度增加, 各类品种的子粒淀粉、蛋白质、油分含量均呈现出复杂的增减变化趋势, 且品种间表现不同, 无规律性。种植密度对子粒淀粉、蛋白质和油分含量的影响程度不同, 各类玉米品种均表现为子粒蛋白质含量变化受种植密度的影响最大, 对密度变化的反应最敏感; 淀粉含量次之; 油分含量一般不易受密度变化的影响, 表现相当稳定。

关键词: 玉米; 产量; 子粒营养成分含量**中图分类号:** S513.04**文献标识码:** A

Effects of Planting Density on Yield and Grain Nutrition Components Content Among Different Types of Maize Hybrids

MA Xing-lin^{1,2}, WANG Qing-xiang², LI Yong-qing¹, SHENG Yao-hui^{1,2}(1. *Institute of Crop Science, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081;**2. Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China)*

Abstract: Effects of planting density on yield and grain starch, protein, oil concentration among different types of maize hybrids were studied, using three types of maize hybrids, Jidan 209 as conventional hybrid, Jiyou 199 as high oil maize, and Zhengdan 958 as high starch maize under field conditions during 2004 – 2005. The main results were as follows: ①Yield comparison results indicated that the high starch hybrid Zhengdan 958 had the highest yield of 12 000 kg/ha, the next was the conventional hybrid Jidan 209, and the yield of the high oil hybrid Jiyou 199 was the lowest. Path analysis results showed that grain numbers at population level was the main contribution factor to yield, while 100-grain weight was the least contributor in all the test hybrids. Therefore, it is most important to harmonize the relationship between ear numbers and grains per ear in populations in order to significantly increasing grain numbers at population level and finally high yield for all the types of maize. ②Effects of plant population on grain starch, protein, and oil concentration were complicated and it was difficult to obtain a definite conclusion. Different effects of plant population on grain starch, protein and oil concentration could be found. For all of the tested hybrids, the grain protein concentration was the most affected and sensitive to plant population, the next was the starch concentration, while the oil concentration was not affected too much and stable.

Key words: Maize; Yield; Grain nutrition components content**收稿日期:** 2007-07-01**基金项目:** 国家粮食丰产科技工程课题“东北平原中部(吉林)春玉米丰产高效技术集成研究与示范”(2006BAD02A10)**作者简介:** 马兴林(1965-), 男, 博士, 副研究员, 主要从事玉米栽培研究。Tel: 010-68918545 Email: maxinglin518@126.com

种植密度是影响玉米生长发育及产量形成最为重要的栽培因子。目前, 关于种植密度对普通玉米品种、高淀粉玉米品种、高油玉米品种等不同类型的玉米产量影响的比较研究相对较少, 不同类型的玉米的产量潜力大小、产量构成因素对产量形成的效应等问

题尚不十分明确。同时,有关种植密度对玉米子粒淀粉、蛋白质、油分等主要营养组分含量影响的研究报道亦不多见,且因不同研究者采用的品种各异、种植密度范围不同,得出的研究结果存在较大的差异。本文以子粒中营养组分含量差异较大的普通玉米品种、高淀粉品种、高油品种为试材,在较大的密度范围内(22 500 ~ 112 500 株 /hm²)进行了研究。

1 材料与方法

1.1 试验设计与田间管理

试验于 2004 ~ 2005 年在吉林省梨树县试验基点进行。试验地土壤为黑土,土壤有机质含量 28 g/kg,全氮 1.6 /kg,速效氮 110 mg/kg,有效磷 13.5 mg/kg,速效钾 105 mg/kg。试验采用品种和种植密度二因素裂区设计,品种为主区,种植密度为副区。供试品种 3 个,分别为普通玉米品种吉单 209、高淀粉品种郑单 958 和高油品种吉单 199。种植密度 5 水平:22 500、45 000、67 500、90 000、112 500 株 /hm²。试验小区长 7 m,8 行,行宽 60 cm,重复 3 次,随机区组排列。氮肥(N)、磷肥(P₂O₅)、钾肥(K₂O)施用量分别为 360 kg/hm²、195 kg/hm²、195 kg/hm²。氮肥分基肥、拔节肥和花粒肥 3 次施入,比例为 4:4:2。磷、钾肥一次性施入。其它管理同高产田,整个生育期间,

玉米生长发育正常,无水分、养分胁迫,未发生倒伏。2004 年和 2005 年的播种期分别为 5 月 3 日和 5 月 1 日,收获期分别为 9 月 28 日和 9 月 30 日。

1.2 取样、测定项目与方法

在玉米成熟期,选定每小区的中间 4 行为取样区。按步骤进行样品采集与处置:量取样段的长和宽,计数样段内总株数,计数总穗数,将全部果穗装入网袋中;风干 30 d 后网袋中果穗混合脱粒,称量总粒重,取 3 份 200 g 小样,称量小样重;小样在 75℃下烘干至恒重,每份小样中计数 3 份 100 粒并称重(百粒重)。计算得到单位面积株数、单位面积穗数、穗粒数、14%含水量下的穗粒重、百粒重、单位面积产量。

用德国 BRUKER 光谱仪器公司生产的 MPA 型近红外光谱仪测定每小区中所取的 3 份子粒小样的淀粉、蛋白质、赖氨酸和油分含量。每份小样测 3 次。试验数据统计分析软件为 STATISTICA(方差分析)和 Amos(通径分析)。

2 结果与分析

2.1 种植密度对产量的影响

2.1.1 产量变化趋势

表 1 种植密度对不同类型玉米产量及其构成的影响(2005)
Table 1 Effects of planting density on maize yield and yield components

品 种 Variety	种植密度(株 /hm ²) Plant density	穗数(穗 /hm ²) Ears per ha	穗粒数(粒) No. of grains per ear	百粒重(g) 100-grain weight	产量(kg/hm ²) Yield
吉单 209	22 500	22 500	674.37	38.95	5 913.60
	45 000	45 000	551.58	34.97	8 662.63
	67 500	67 500	413.35	32.89	9 166.59
	90 000	81 894	315.98	33.78	8 730.92
	112 500	87 474	263.71	33.56	7 723.57
吉油 199	22 500	22 500	837.37	36.48	6 869.74
	45 000	45 000	596.93	32.87	8 823.50
	67 500	61 755	387.69	31.06	7 434.16
	90 000	66 054	305.92	30.51	6 163.67
	112 500	62 377	253.82	31.06	4 911.86
郑单 958	22 500	22 500	826.66	40.34	7 496.59
	45 000	45 000	707.69	33.63	10 711.48
	67 500	67 500	504.41	34.47	11 737.95
	90 000	89 250	379.52	31.68	10 702.88
	112 500	102 118	304.84	31.44	9 784.14

注:郑单 958 在 22 500 株 /hm² 密度下 70%的植株长双穗,本文未将其第 2 穗计入。
Note: 70% plants of Zhengdan 958 had double-ear under the density of 22 500 plant/ha, this paper were not included in the second one.

随种植密度增加,供试品种产量及其构成因素的变化趋势在两年中表现一致。本文为 2005 年的结

果(表 1)。由表 1 可以看出:①在 22 500~112 500 株/hm² 密度范围内,所有品种的单产水平均呈抛物线变化趋势;②对应于最高产量的种植密度在品种间有所不同,郑单 958 和吉单 209 的最高产量密度为 67 500 株/hm²,吉油 199 为 45 000 株/hm²;③在所有密度下均以郑单 958 的产量最高,最高产量达 11 737.95 kg/hm²,比当地生产田高 50%以上,属东北春玉米区的高产水平;④在极低密度水平下(22 500 株/hm²),3 个(类)品种的单产差异较小,当密度增加到 45 000 株/hm² 时,吉单 209 与吉油 199 的单产差异仍较小,但 2 个品种与郑单 958 的差异增大,密度在 67 500~112 500 株/hm² 高密度范围内,3 个(类)品种的单产差异明显,由高到低排序均为郑单 958、吉单 209、吉油 199。从表 1 中还可看出,随种植密度增加,穗粒数和百粒重均呈逐渐减少的规律性变化。

2.1.2 产量构成因素分析

玉米单位面积产量可表示为单位面积粒数与粒重的乘积,即玉米单产水平同时取决于单位面积粒数的多少和粒重的高低。但一般认为,单位面积粒数是影响产量的主要因素,粒重则是相对稳定的因素(关义新等,2000;Lucas,et al.,2001)。对 3 个供试品种在不同种植密度下单产与群体粒数、百粒重通径分析。结果表明,在所有品种上均表现为群体粒数对产量的直接通径系数大于百粒重,说明各品种的不同种植密度间产量差异均主要是由群体粒数变化引起的。在 22 500~112500 株/hm² 的密度范围内,同一种植密度下不同品种间产量差异也主要是由群体粒数的变化引起的(表 2)。由此可见,通过协调群体穗数和穗粒数的矛盾、有效增加群体粒数是各类玉米品种产量进一步提高的共性技术途径。

表 2 不同类型玉米在不同种植密度下产量构成的通径分析
Table 2 Path analysis of yield component under different tapes maize with different planting density

项目 Item	x1→y	x2→y	x1→x2→y	x2→x1→y	r-x1x2	r-x1y	r-x2y
吉单 209	1.260	0.331	-0.279	-1.062	-0.843	0.981	-0.731
吉油 199	0.956	0.358	-0.022	-0.059	-0.062	0.933	0.299
郑单 958	1.471	0.611	-0.525	-1.265	-0.860	0.946	-0.655
22 500 株/hm ²	1.016	0.688	-0.249	-0.368	-0.362	0.767	0.320
45 000 株/hm ²	1.071	0.280	-0.106	-0.405	-0.378	0.965	-0.126
67 500 株/hm ²	0.795	0.262	0.188	0.572	0.719	0.983	0.833
90 000 株/hm ²	0.902	0.254	0.067	0.239	0.265	0.969	0.493
112 500 株/hm ²	0.943	0.188	0.040	0.200	0.212	0.983	0.387

注:x1 为群体粒数;x2 为百粒重;y- 群体产量。
Notes: x1 indicated population kernel number; x2 indicated 100-kernel weight; y indicated population yield.

2.2 种植密度对玉米子粒营养组分含量的影响

2.2.1 种植密度对玉米子粒淀粉含量的影响

方差分析(表 3)表明,子粒淀粉含量的品种间、

种植密度间差异及品种与种植密度互作均达到极显著水平。从 P 值看,品种间差异的效应比种植密度间更为明显。

表 3 种植密度对 3 个玉米品种子粒淀粉含量影响的方差分析
Table 3 Analysis of variance (ANOVA) of planting density on grain starch content of three maize varieties

年 份 Year	变异来源 Resource of variance	平方和 SS	自由度 DF	均 方 MS	F 值 F-value	P 值 P-value
2004	品 种	2 553.2	2	1 276.59	469.21	0.000 000
	密 度	36.2	4	9.04	3.32	0.010 791
	品种×密度	59.4	8	7.42	2.73	0.006 156
	机 误	1 052.9	387	2.72		
2005	品 种	2 241.9	2	1 120.97	332.49	0.000 000
	密 度	58.9	4	14.74	4.37	0.001 810
	品种×密度	169.7	8	21.22	6.29	0.000 000
	机 误	1 314.9	390	3.37		

品种间进行比较,在所有密度下吉油 199 的子粒淀粉含量均最低,郑单 958 最高(2005 年的 67 500

株 /hm² 除外); 随种植密度增加, 3 个品种的子粒淀粉含量的增减变化趋势较为复杂, 无规律性(图 1)。对各年份各品种的密度间子粒淀粉含量进行多重比

较可以看出, 不同密度间子粒淀粉含量差异达到显著或极显著水平的情况不多, 说明密度对玉米子粒淀粉含量的效应较小。

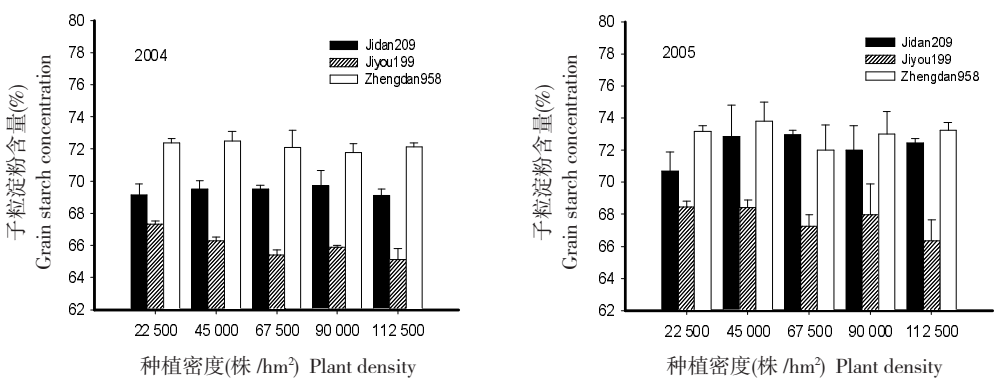


图 1 种植密度对不同玉米品种子粒淀粉含量的影响
Fig.1 Effects of plant density on grain starch concentration of maize varieties

表 4 各品种不同种植密度间子粒淀粉含量差异的 Duncan 测验 P 值

Table 4 Comparison of significant difference (P-value, Duncan’s Test) of grain starch content among different planting density of maize varieties

年 份 Year	品 种 Varieties	种植密度(株 /hm ²) Plant density	22 500 株 /hm ²	45 000 株 /hm ²	67 500 株 /hm ²	90 000 株 /hm ²
2004	吉单 209	45 000	0.458 513	1		
		67 500	0.433 479	0.922 579	1	
		90 000	0.260 466	0.636 112	0.681 425	1
		112 500	0.903 240	0.420 123	0.389 204	0.228 976
	吉油 199	45 000	0.025 811	1		
		67 500	0.000 061	0.065 998	1	
		90 000	0.002 363	0.359 235	0.306 384	1
		112 500	0.000 007	0.015 403	0.506 294	0.111 161
	郑单 958	45 000	0.777 863	1		
		67 500	0.549 799	0.407 836	1	
		90 000	0.220 198	0.147 380	0.473 466	1
		112 500	0.571 935	0.428 620	0.939 402	0.459 084
2005	吉单 209	45 000	0.000 037	1		
		67 500	0.000 018	0.829 090	1	
		90 000	0.009 256	0.112 190	0.080 514	1
		112 500	0.000 691	0.433 809	0.350 191	0.368 017
	吉油 199	45 000	0.979 558	1		
		67 500	0.026 041	0.023 096	1	
		90 000	0.359 441	0.340 022	0.154 089	1
		112 500	0.000 051	0.000 045	0.062 116	0.001 441
	郑单 958	45 000	0.200 578	1		
		67 500	0.043 552	0.000 921	1	
		90 000	0.801 130	0.142 996	0.069 252	1
		112 500	0.843 791	0.243 972	0.029 661	0.675 749

2.2.2 种植密度对玉米子粒蛋白质含量的影响

由表 5 可见, 两年的子粒蛋白质含量方差分析结果一致, 均表现为品种间、密度间差异及品种与密

度互作达到极显著水平。由图 2 可见, 随种植密度增加, 两年 3 品种的子粒蛋白质含量呈不同变化趋势, 规律性不明显。对两年 3 品种的密度间子粒蛋白质

含量差异进行多重比较(表 6)可以看出,差异达到显著或极显著水平的情况较多。可见,玉米子粒蛋白质含量对种植密度变化的反应比淀粉含量敏感。

表 5 种植密度对 3 个玉米品种子粒蛋白质含量影响的方差分析
Table 5 Analysis of variance (ANOVA) of grain protein content among different planting density of maize varieties

年 份 Year	变异来源 Resource of variance	平方和 SS	自由度 DF	均 方 MS	F 值 F-value	P 值 P-value
2004	品 种	368.16	2	184.08	850.08	0.000 000
	密 度	13.80	4	3.45	15.93	0.000 000
	品种×密度	27.53	8	3.44	15.89	0.000 000
	机 误	83.80	387	0.22		
2005	品 种	123.34	2	61.67	212.60	0.000 000
	密 度	40.51	4	10.13	34.91	0.000 000
	品种×密度	36.31	8	4.54	15.65	0.000 000
	机 误	113.13	390	0.29		

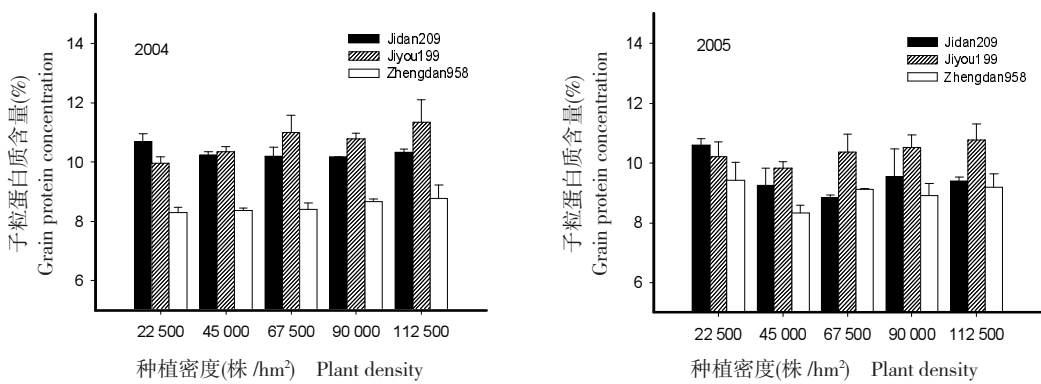


图 2 种植密度对不同玉米品种子粒蛋白质含量的影响
Fig.2 Effects of plant density on grain protein concentration of maize varieties

表 6 各品种不同种植密度间子粒蛋白质含量差异的 Duncan 测验 P 值
Table 6 Comparison of significant difference (P-value, Duncan's Test) of grain protein content among different density of maize varieties

年 份 Year	品 种 Varieties	种植密度(株 /hm ²) Plant density	22 500 株 /hm ²	45 000 株 /hm ²	67 500 株 /hm ²	90 000 株 /hm ²
2004	吉单 209	45 000	0.000 892	1		
		67 500	0.001 038	0.923 886	1	
		90 000	0.000 099	0.550 173	0.517 872	1
		112 500	0.004 600	0.570 433	0.607 981	0.277 596
	吉油 199	45 000	0.006 564	1		
		67 500	0.000 001	0.000 003	1	
		90 000	0.000 005	0.000 503	0.135 895	1
		112 500	0.000 001	0.000 004	0.005 642	0.000 040
	郑单 958	45 000	0.525 660	1		
		67 500	0.395 596	0.783 950	1	
		90 000	0.005 825	0.028 022	0.042 392	1
		112 500	0.000 352	0.002 880	0.005 485	0.392 570
2005	吉单 209	45 000	0.000 001	1		
		67 500	0.000 002	0.012 344	1	
		90 000	0.000 004	0.045 861	0.000 008	1
		112 500	0.000 005	0.293 110	0.000 418	0.294 252

续表 6 Continued 6

年 份 Year	品 种 Varieties	种植密度(株 /hm ²) Plant density	22 500 株 /hm ²	45 000 株 /hm ²	67 500 株 /hm ²	90 000 株 /hm ²
2005	吉油 199	45 000	0.008 196	1		
		67 500	0.352 020	0.000 516	1	
		90 000	0.066 953	0.000 011	0.316 159	1
		112 500	0.000 462	0.000 004	0.009 032	0.090 477
	郑单 958	45 000	0.000 005	1		
		67 500	0.063 887	0.000 003	1	
		90 000	0.001 094	0.000 190	0.143 288	1
		112 500	0.121 167	0.000 004	0.712 991	0.083 112

2.2.3 种植密度对玉米子粒油分含量的影响

方差分析结果表明,玉米子粒油分含量的品种间差异在 2004 和 2005 年均达到极显著水平,密度间差异只在 2005 年达到显著水平,品种与密度的互作效应在 2004 年达到显著水平(表 7)。由图 3 可见,3 品种的子粒油分含量随种植密度增加的变化趋势

也无规律,与淀粉含量、蛋白质含量的表现相似。对密度间子粒油分含量差异进行多重比较可以看出,3 品种中,只有吉油 199 的少数密度处理间差异达到显著水平(表 8)。说明与淀粉含量、蛋白质含量相比,子粒油分含量不易受种植密度变化的影响。

表 7 种植密度对 3 个玉米品种子粒油分含量影响的方差分析

Table 7 Analysis of variance (ANOVA) of grain oil content among different planting density of maize varieties

年 份 Year	变异来源 Resource of variance	平方和 SS	自由度 DF	均 方 MS	F 值 F-value	P 值 P-value
2004	品 种	473.37	2	236.69	149.93	0.000 000
	密 度	5.86	4	1.46	0.93	0.448 028
	品种×密度	25.91	8	3.24	2.05	0.039 593
	机 误	610.95	387	1.58		
2005	品 种	757.39	2	378.70	189.29	0.000 000
	密 度	20.47	4	5.12	2.56	0.038 364
	品种×密度	12.53	8	1.57	0.78	0.618 134
	机 误	780.25	390	2.00		

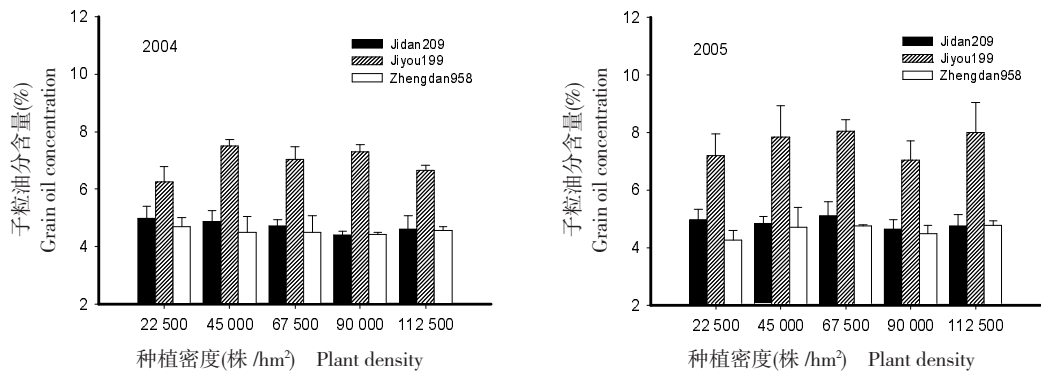


图 3 种植密度对不同玉米品种子粒油分含量的影响

Fig.3 Effects of plant density on grain oil concentration of maize varieties

表 8 各品种不同种植密度间子粒油分含量差异的 Duncan 测验 P 值

Table 8 Comparison of significant difference (P-value, Duncan's Test) of grain oil content among different density of maize varieties

年 份 Year	品 种 Varieties	种植密度(株 /hm ²) Plant density	22 500 株 /hm ²	45 000 株 /hm ²	67 500 株 /hm ²	90 000 株 /hm ²
2004	吉单 209	45 000	0.723 286	1		

续表 8 Continued 8

年 份 Year	品 种 Varieties	种植密度(株 /hm ²) Plant density	22 500 株 /hm ²	45 000 株 /hm ²	67 500 株 /hm ²	90 000 株 /hm ²
2004	吉单 209	67 500	0.419 940	0.610 861	1	
		90 000	0.156 705	0.260 538	0.492 875	1
		112 500	0.336 063	0.503 590	0.840 082	0.599 862
	吉油 199	45 000	0.000 898	1		
		67 500	0.033 512	0.216 720	1	
		90 000	0.006 780	0.510 099	0.511 298	1
	郑单 958	112 500	0.270 581	0.023 463	0.258 346	0.091 084
		45 000	0.626 107	1		
		67 500	0.626 624	0.989 450	1	
		90 000	0.505 505	0.824 264	0.826 642	1
		112 500	0.736 426	0.854 534	0.854 202	0.708 537
2005	吉单 209	45 000	0.727 131	1		
		67 500	0.708 279	0.499 768	1	
		90 000	0.476 046	0.669 895	0.308 509	1
		112 500	0.632 236	0.861 753	0.428 179	0.778 300
	吉油 199	45 000	0.093 857	1		
		67 500	0.039 387	0.601 209	1	
		90 000	0.693 991	0.049 399	0.016 689	1
		112 500	0.047 624	0.682 327	0.879 676	0.021 575
	郑单 958	45 000	0.300 078	1		
		67 500	0.263 478	0.900 995	1	
		90 000	0.571 372	0.584 786	0.525 236	1
		112 500	0.258 617	0.868 240	0.954 170	0.511 554

3 讨 论

3.1 种植密度对不同类型玉米产量的影响

两年的研究结果显示,随种植密度增加供试普通玉米品种、高淀粉品种、高油品种的单产均呈现规律性的抛物线变化,与前人的研究结果一致。3 类玉米品种间单产水平相比较,以高淀粉品种郑单 958 最高,最高产量接近 12 000kg/hm²;其次为普通玉米品种吉单 209;高油品种吉油 199 产量最低,说明品种的淀粉含量高与高产有一定的正相关关系。一些相关研究也很好地证明了这一观点。多年来,从产量构成因素角度探讨玉米高产问题一直为玉米科学界普遍采用。饶春富等(1993)研究报道,在 6 000~9 000 kg/hm² 产量水平下,产量构成因素对产量的贡献大小依次为穗数、穗粒数、千粒重;9 000~12 000 kg/hm² 产量下,贡献大小依次为穗粒数、穗数、千粒重;15 000 kg/hm² 以上水平下,贡献大小依次为穗数、千粒重、穗粒数。关义新等(2000)报道,产量水平超过 15 000 kg/hm² 的高产典例中,粒数起决定作用,提高群体粒数是实现高产的关键。本研究结果显示,群体粒数均是各类品种群体产量的主要贡献

因子,百粒重对产量的直接效应均小。因此,通过协调群体穗数与穗粒数的矛盾,力争群体粒数的显著提高是各类玉米品种高产的共性技术途径。

3.2 种植密度对玉米子粒营养组分含量的影响

一些研究认为种植密度对玉米子粒营养组分含量有明显影响。王璞等(2002)对种植密度对高油玉米品种高油 298 含油率影响的研究结果,随密度增加,高油 298 的子粒含油率降低。关义新等(2004)以高淀粉玉米郑单 18 为试材的结果显示,随种植密度增加,郑单 18 的子粒淀粉含量逐渐提高。Zuber 等(1954)、Genter 等(1956)、Stickler(1964)的研究结果显示,在相对较低的种植密度(小于 38 000 株 /hm²)下,增加种植密度会降低玉米子粒中粗蛋白质含量。Scarsbrook 等(1973)研究报道,种植密度从 20 000 株 /hm² 增加到 40 000 株 /hm²,再增加到 80 000 株 /hm²,供试两个玉米杂交种的子粒蛋白质含量呈显著增加趋势,但种植密度进一步增加对子粒蛋白质含量的影响不显著。Ahmadi 等(1993)研究认为,种植密度与子粒 N 浓度(粗蛋白质含量)呈线性关系,密度增加子粒 N 浓度下降。也有一些研究认为,种植密度对玉米子粒营养组分含量没有明显影响。许崇香等

(2005)对 4 个中早熟高淀粉品种在 4 种密度(48 000、55 000、62 000、71 000 株/hm²) 下的研究结果显示,密度间子粒淀粉含量差异不显著。Butzen 等(1999)报道,先锋公司 1998 年在美国进行的多点试验结果显示,种植密度对高油玉米和普通玉米杂交种的子粒蛋白质含量均没有显著影响。

本研究从较大的密度范围内(22 500、45 000、67 500、90 000、112 500 株/hm²)对 3 个不同类型玉米的子粒淀粉、蛋白质、油分含量进行了较系统研究。得出的主要结论为:①随种植密度增加,各类玉米品种的子粒淀粉、蛋白质、油分含量均呈现出复杂的增减变化趋势,无规律性,且各供试品种子粒中淀粉、蛋白质、油分含量的密度间差异多不显著。②蛋白质、淀粉、油分这 3 种营养组分对密度变化的反应不同,蛋白质含量对密度变化的反应最敏感,淀粉含量次之,油分含量最稳定。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 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(增刊):101-103.

- [3] 饶春富,王友德. 春玉米大面积亩产吨粮的产量构成因素浅析[J]. 玉米科学,1993,1(1):13-16.
- [4] 王 璞,王伟东,王启现. 密度对高油玉米 298 产量和含油率的影响[J]. 玉米科学,2002,10(2):49-52.
- [5] 许崇香,王红霞,左淑珍,等. 密度对中早熟高淀粉玉米品种淀粉产量的影响[J]. 玉米科学,2005,13(2):97-98,101.
- [6] Ahmadi M, Wiebold W J, Beuerlein J E, et al. Agronomic practices that affect corn kernel characteristics [J]. Agron. J., 1993(85): 615-619.
- [7] Genter C F, Eheart J F, Linkous W N. Effects of location, hybrids, fertilizer, and rate of planting on the oil and protein contents of corn grain [J]. Agron. J., 1956(48): 63-67.
- [9] Lucas Borr á s, Mar í a E, Otegui. Maize kernel weight response to post-flowering source-sink ratio[J]. Crop Sci., 2001(49): 1816-1822.
- [10] Scarsbrook C.E, Doss B D. How plant populations and row widths affect light penetration, yield, and plant characteristics of irrigated corn [A]. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, 1973.
- [11] Stickler F C. Row width and plant population studies with corn [J]. Agron. J., 1964(56): 438-441.
- [12] Zuber M S, Smith G E, Gehrke C W. Crude protein of corn grain and stover as influenced by different hybrids, plant populations, and nitrogen levels [J]. Agron. J., 1954(46): 257-261.

(责任编辑:朴红梅)