

玉米籽粒淀粉黏度性状的遗传效应分析

朱保侠¹ 裴玉贺^{1,2} 郭新梅^{1,2} 宋希云^{1,2}

(1. 青岛农业大学 农学与植物保护学院 山东 青岛 266109; 2. 青岛市主要农作物种质创新与应用实验室 山东 青岛 266109)

摘要:以9个不同的玉米自交系为亲本,按照 Griffing I 双列杂交模式组配72个杂交组合,研究其淀粉黏度性状的遗传效应。结果表明:沉降值和回落值存在超中亲优势,其他性状存在超低亲优势。杂交组合的峰值黏度、谷值黏度、终值黏度、回落值与父本的相关系数大于母本;除糊化时间和糊化温度外,其他性状的广义遗传力均较高。峰值黏度、谷值黏度和终值黏度的狭义遗传力均达到了较高水平。谷值黏度和终值黏度的遗传变异主要以加性为主,沉降值的遗传变异主要以显性为主,其他性状的遗传变异加性和显性共同作用。

关键词:玉米;淀粉含量;黏度性状;遗传效应

中图分类号:S513.03 文献标识码:A 文章编号:1000-7091(2012)02-0111-06

Analysis of Starch RVA Viscosity Properties and Genetic Effect on Maize Kernels

ZHU Bao-xia¹, PEI Yu-he^{1,2}, GUO Xin-mei^{1,2}, SONG Xi-yun^{1,2}

(1. College of Agronomy and Plant Protection, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China;

2. Qindao Key Lab of Germplasm Innovation and Application of Major Crops, Qingdao 266109, China)

Abstract: A set of 9 × 9 full diallel (Griffing I) crosses were made using nine different inbred lines of maize (*Zea mays* L.). Genetic Effect of starch RVA viscosity properties was studied. The results showed over-MP heterosis was detected in Breakdown (BD) and Setback (SB), respectively, and over-LP heterosis in other properties. Correlation coefficients of Peak Viscosity (PV), Trough Viscosity (TV), Final Viscosity (FV) and SB in hybrids between the male parent were greater than those with the female parent. Broad sense heritability (H_B^2) of other properties was relatively high except Peaktime (PT) and Pasting Temperature (PTP). The narrow sense heritability (H_N^2) of PV, TV and FV was also very high. Additive effect was the main factor of genetic variance for TV and FV. Dominance effect was the main factor of genetic variance for BD. Both additive and dominance effects were almost equally important factors of genetic variance for other starch RVA viscosity properties.

Key words: Maize; Starch content; Viscosity properties; Genetic effect

玉米淀粉占全世界淀粉产量80%以上,以玉米淀粉为原料的工业产品达5 000多种,广泛应用在食品、医药、纺织、造纸、化工和石油等领域^[1]。随着淀粉工业的发展,淀粉深加工产品的数量不断增加,淀粉的应用范围不断扩大,对淀粉品质的要求也越来越高。淀粉糊化特性是反映淀粉品质的重要指标,对淀粉的营养及其加工品质有重要影响^[2]。目前,对玉米淀粉黏度性状或理化特性的研究较多^[3-7],而针对淀粉黏度性状的遗传研究较少,因此,对其进行遗传效应研究,对于更好地进行高淀粉玉米品质育种、专业化生产,进一步提高玉米的生产

价值和经济效益,具有重要的理论和实践意义^[8-19]。

1 材料和方法

1.1 供试材料

9个玉米自交系分别为:244、陕814、丹黄25、0853、Lx00-6、E28、齐205、9918、黄早四。由青岛农业大学玉米分子育种研究室提供,进行完全双列杂交分别得到 F_1 和 F_2 。

1.2 试验设计

2007年5月种植30个具有代表性的玉米自交

收稿日期:2011-12-29

基金项目:山东省良种产业化工程,青岛市科技支撑计划(09-1-1-70-nsh)

作者简介:朱保侠(1980-),女,山东菏泽人,硕士,主要从事玉米遗传育种研究。

通讯作者:宋希云(1961-),男,山东安丘人,教授,博士,主要从事玉米遗传育种研究。

系,筛选出 9 个淀粉含量差异较大、农艺性状较好的自交系,行长 7.5 m,行距 60 cm,株距 25 cm,3 次重复,生长期统一进行管理。为避免其他花粉的影响,在玉米抽丝散粉前,人工套袋授粉。每个自交系相互杂交分别授粉 3~5 株,进行完全双列杂交共得到 72 个 F_1 杂交组合的种子,收获后将其自然晾干保存,得到 F_1 。2008 年 5 月种植亲本和 F_1 ,按照同样的方法,得到亲本、 F_1 和 F_2 。

1.3 取样方法

选择生长发育一致的植株挂牌标记,人工套袋授粉。从授粉后第 66 天收获,每个亲本的 3~5 个果穗,取其中部籽粒,自然晾干至恒质量,以待淀粉糊化性状的分析。

1.4 淀粉 RVA 黏度的测定

淀粉的提取参考张海艳^[20]的方法。风干后的玉米粉细度磨至 ≤ 100 目,称取一定量磨碎的样品加入大约 3 倍体积的提取液(50 mmol/L Tris-acetate,1 mmol/L EDTA,1 mmol/L DTT,pH 值 7.5),4℃条件下,搅匀。匀浆通过 4 层平纹细布挤压,滤液 5 000 r/min 离心 15 min。弃去上清,小心去除沉淀表面发绿的、灰褐色的物质。将沉淀重新悬浮于提取液中,然后“离心-悬浮”,重复 2 次。最后将沉淀重新悬浮于丙酮(-20℃)中,沉淀,弃去上清。沉淀再用丙酮(-20℃)冲洗 2 次,干燥,贮存于-20℃,用于淀粉糊化特性的测定。

淀粉 RVA 黏度的测定采用澳大利亚 Newport Scientific 仪器公司生产的 3-D 型 RVA,根据 AACC 操作规程(199561-02),用标准程序 1 进行测定。每样品重复测定 3 次。

1.5 数据处理

杂种优势的计算参照潘家驹^[21]介绍的方法。

中亲优势 = $(F_1 - MP) / MP \times 100\%$; 超亲优势 = $(F_1 - HP) / HP \times 100\%$; 低亲优势(%) = $100 \times (F_2 - LP) / LP$ 。其中 F_1 表示子代测定值; MP 表示双亲测定值的平均值; HP 表示双亲数值高的测定值; LP 表示双亲数值低的测定值。

按照 Griffing I 方法进行配合力方差分析和配合力效应、遗传参数的估算。数据采用 Spss 软件和 Excel 进行分析。

2 结果与分析

2.1 淀粉 RVA 黏度性状的方差分析

对淀粉 RVA 黏度性状进行方差分析(表 1),结果表明 7 个黏度性状的基因型间、正反交均存在极显著的差异,表明不同的背景组合当代籽粒淀粉黏度性状间差异较为明显。而组合内差异不显著,说明当代组合内不存在基因分离,淀粉的黏度性状受母体基因型控制。

2.2 淀粉 RVA 黏度性状的差异分析

除糊化时间和糊化温度外,9 个亲本的其他 5 个 RVA 黏度性状均存在极显著差异(表 2)。其中,回落值的变异系数最大,为 25.67%,该性状最大值 1 634 CP,最小值为 907 CP,变幅为 727 CP。糊化温度的变异系数最小,为 0.94%,其变幅为 3.2℃。

由表 2 可知,杂交组合淀粉 RVA 黏度性状的变幅大于亲本,并且亲本糊化时间和糊化温度间虽然不存在显著差异,但杂交种间的差异却达到了极显著水平,除沉降值外,其他 4 个性状杂交种间的差异也均远大于亲本。这说明杂交种的差异更加广泛,有利于选育淀粉黏度性状高的玉米品种。

表 1 当代组合淀粉 RVA 黏度性状的方差分析

Tab.1 ANOVA of starch RVA viscosity properties

变异来源 Source of variance	自由度 DF	峰值黏度 PV		谷值黏度 TV		沉降值 BD		终值黏度 FV		回落值 SB		糊化时间 PT		糊化温度 PTP	
		MS	F	MS	F	MS	F	F	F	MS	F	MS	F	MS	F
组合间	71	42 069.35		4 183.34		2 113.25		56 154.22		32 415.21		0.060		1.18	
基因型间	35	53 184.51	161.23**	4 997.23	62.13**	3 879.13	62.45**	64 532.11	134.90**	28 756.45	99.46**	0.071	10.14**	1.09	3.16**
正反交	36	19 928.05	60.41**	3 956.42	52.66**	42 351.43	101.74**	1 012.14	16.29**	19 875.32	68.74**	0.054	7.7**	0.89	3.08**
组合内	144	329.88	0.6132	75.13	0.51	416.26	0.37	62.12	0.23	289.14	0.38	0.007	0.19	0.34	0.21
亲本间	8	30 182.41	43.13**	4 321.31	46.11**	21 312.34	30.39**	2 831.16	4.89**	24 751.34	34.32**	0.041	5.13**	0.83	2.24**
亲本内	18	699.84		93.72		701.22		579.21		721.18		0.008		0.37	

注: * . A = 0.05 水平下显著; ** A = 0.01 水平下极显著; PV. Peak viscosity; TV. Trough Viscosity; BD. Breakdown; FV. Final Viscosity; ST. Setback; PT. Peaktime; PTP. Pasting temperature。表 2~9 同。

Note: * and ** mean significant at 0.05 and 0.01 level respectively; PV. Peak viscosity; TV. Trough Viscosity; BD. Breakdown; FV. Final Viscosity; ST. Setback; PT. Peaktime; PTP. Pasting temperature。The same as Fig. 2~9。

2.3 淀粉 RVA 黏度性状杂交种优势分析

由表 3 可知: 沉降值和回落值均以超高亲杂交种数为最多; 同时各淀粉黏度性状均出现了不同数

量的低于低亲的杂交种。由表 3 还可以得出, 沉降值具有正向平均超高亲优势率, 为 0.78%, 峰值黏度、谷值黏度、终值黏度、回落值和糊化时间均具有

正向平均超中亲优势率。其中 , 沉降值和回落值的
中亲优势分别为 62. 50% , 58. 33% , 峰值黏度、谷值
黏度、终值黏度、糊化时间和糊化温度超低亲优势分
别为 77. 78% , 66. 67% , 73. 61% , 56. 94% , 54. 17% 。
上述说明 , 沉降值和回落值存在超中亲优势 , 其他性
状存在超低亲优势。

表 2 亲本及其杂交组合淀粉 RVA 黏度性状的平均数及其差异显著性

Tab. 2 Mean and significant differences of starch RVA viscosity of parent and hybrids

亲本 Parents	峰值黏度 /CP PV	谷值黏度 /CP TV	沉降值 /CP BD	终值黏度 /CP FV	回落值 /CP SB	糊化时 间 /min PT	糊化温 度 /℃ PTP
亲本平均数 Average of parents	1 348	780	568	2 023	1 243	4. 36	75. 32
变幅 Range	880	690	874	675	727	1. 67	3. 2
变异系数 /% CV	11. 84	12. 83	14. 56	12. 13	25. 67	4. 98	0. 94
亲本间差异 Difference of parents	62. 67 **	54. 23 **	38. 11 **	6. 35 **	4. 85 **	1. 98	2. 13
杂交组合平均数 Average of crosses	1 349. 08	780. 72	568. 36	2 026. 34	1 245. 92	4. 35	75. 28
变幅 Range	888	741	462	1 152	1 032	1. 34	4. 15
变异系数 /% CV	14. 56	12. 86	17. 84	11. 84	24. 38	4. 56	0. 99
杂交种间差异 Difference of crosses	112. 65 **	74. 33 **	142. 12 **	26. 05 **	34. 75 **	8. 64 **	3. 43 **

表 3 淀粉 RVA 黏度性状杂种优势分析

Tab. 3 Heterosis analysis of starch RVA viscosity properties

性状 Trait	超高亲 杂种数 Number of cominations over higher parent	超中亲 杂种数 Number of cominations over mid-parent	中低亲 杂种数 Number of co minations mid- lower parent	低于低亲 杂种数 Number of co minations under lower parent	超高亲 平均优势 /% Over - HP mean heterosis	超中亲 平均优势 /% Over - MP mean heterosis	超低亲 平均优势 /% Over - LP mean heterosis
峰值黏度 PV	12	10	34	16	- 8. 52	0. 37	14. 94
谷值黏度 TV	13	15	20	24	- 11. 26	3. 20	30. 40
沉降值 BD	35	10	14	13	0. 78	7. 85	13. 52
终值黏度 FV	14	10	29	19	- 4. 75	0. 74	7. 98
回落值 SB	28	14	10	20	- 6. 98	1. 06	12. 85
糊化时间 PT	16	10	15	31	- 6. 74	0. 27	9. 04
糊化温度 PTP	18	10	11	33	- 0. 72	- 0. 05	- 0. 61

2. 4 淀粉 RVA 黏度性状的配合力分析

2. 4. 1 淀粉 RVA 黏度性状的 GCA 分析 表 4 表明 9 个亲本的淀粉黏度各性状的一般配合力效应值表现出了正向和负向两类效应 , 差异很大 , 说明配合力在各性状上能发挥各自独特的优势。峰值黏度、沉降值的 GCA 以亲本 9918 最高 , 亲本 0853 的

最低; 谷值黏度的 GCA 以亲本 E28 最高 , 亲本 0853 最低; 终值黏度的 GCA 以亲本 Lx00-6 最高 , 亲本陕 814 的最低; 回落值的 GCA 以亲本黄早四的最高 , 亲本 244 的最低; 糊化时间的 GCA 以亲本丹黄 25 的最高 , 亲本 244 的最低; 糊化温度的 GCA 以亲本齐 205 的最高 , 亲本陕 814 的最低。

表 4 各亲本淀粉 RVA 黏度性状的 GCA 效应

Tab. 4 GCA effect of each parent starch RVA viscosity properties

亲本 Parents	峰值黏度 PV	谷值黏度 TV	沉降值 BD	终值黏度 FV	回落值 SB	糊化时间 PT	糊化温度 PTP
244	41. 099	65. 860	- 25. 556	- 6. 033	- 133. 321	- 0. 210	- 0. 458
陕 814	- 17. 031	6. 156	- 23. 889	- 52. 163	- 67. 358	0. 068	- 0. 572
丹黄 25	- 26. 475	- 13. 788	- 13. 667	- 4. 255	22. 142	0. 142	0. 252
0853	- 222. 772	- 170. 955	- 54. 611	- 22. 051	93. 957	- 0. 024	0. 141
Lx00-6	109. 173	48. 008	73. 389	73. 745	38. 364	- 0. 104	- 0. 089
E28	61. 247	79. 879	- 19. 444	- 42. 366	- 64. 432	0. 097	0. 159
齐 205	4. 840	- 13. 844	17. 833	25. 189	51. 846	0. 065	0. 400
9918	204. 543	69. 471	98. 611	27. 245	- 55. 303	0. 007	- 0. 113
黄早四	- 154. 623	- 100. 788	- 52. 667	0. 689	114. 105	- 0. 041	0. 279

2.4.2 淀粉 RVA 黏度性状的 SCA 分析 表 5 表明,同一组合不同性状及相同性状不同组合间的特殊配合力差异均很大。0853 × 黄早四、9918 × 黄早四、齐 205 × Lx00-6、Lx00-6 × 丹黄 25 这 4 个组合的黏度性状中有相对多的较高特殊配合力效应值。杂交组合 9918 × Lx00-6 的峰值黏度的特殊配合力最高,而杂交组合 Lx00-6 × 9918 的峰值黏度的特殊配合力较低,说明正反交之间也存在较大差异。其他淀粉糊化性状的表现与峰值黏度大致相似,这说明特殊配合力高的组合并非都是高黏度组合,同样,特殊配合力低的组合也并非都是低黏度组合。

表 5 淀粉 RVA 黏度性状的 SCA 效应

Tab.5 SCA effect of starch RVA viscosity properties

性状 Trait	正向值 组合个数 The number of positive combination	负向值 组合个数 The number of negative combination	变幅 Range	正向值最大组合 The combination of positive maximum	负向值最大组合 The combination of negative maximum
峰值黏度 PV	43	29	-233.83 ~ 327.00	9918 × Lx00-6	黄早四 × E28
谷值黏度 TV	38	34	-221.00 ~ 223.70	9918 × 黄早四	黄早四 × 齐 205
沉降值 FV	38	34	-213.06 ~ 140.17	丹黄 25 × Lx00-6	9918 × 黄早四
终值黏度 BD	36	36	-348.00 ~ 390.50	齐 205 × Lx00-6	黄早四 × E28
回落值 SB	38	34	-327.49 ~ 411.50	E28 × Lx00-6	E28 × 齐 205
糊化时间 PT	38	34	-0.35 ~ 0.32	Lx00-6 × 丹黄 25	9918 × Lx00-6
糊化温度 PTP	33	39	-1.27 ~ 1.48	Lx00-6 × 齐 205	齐 205 × 9918

表 6 淀粉 RVA 黏度性状的遗传参数估计

Tab.6 Estimate of genetic parameters starch RVA viscosity properties

参数估计 Parameter sestimate	峰值黏度 PV	谷值黏度 TV	沉降值 BD	终值黏度 FV	回落值 SB	糊化时间 PT	糊化温度 PTP
V _A	13 437.04	1 6437.04	3 722.52	32 394.59	8 978.55	0.018	0.23
V _D	11 350.06	9 350.06	10 158.33	1 451.00	9 378.98	0.017	0.22
V _G	24 787.10	25 787.1	13 880.85	33 845.59	18 357.53	0.035	0.45
V _E	32.02	3 232.02	382.77	101.24	7 021.68	0.064	0.34
V _P	24 819.12	29 019.12	14 263.62	33 946.83	25 379.21	0.10	0.79
H _B ² /%	99.87	88.86	97.32	99.70	72.33	35.35	56.96
H _N ² /%	54.14	56.64	26.10	95.43	35.38	18.19	29.11
V _D / V _P /%	45.73	32.22	71.22	4.27	36.96	17.16	27.85

2.6 淀粉 RVA 黏度性状间的相关性分析

2.6.1 淀粉 RVA 黏度性状的亲子相关分析 表 7 表明,杂交组合与母本、父本、中亲值在峰值黏度、谷值黏度、沉降值上呈极显著正相关,杂交组合与回落值的中亲值呈极显著正相关;而在终值黏度、糊化时间和糊化温度上相关不显著。因此可以通过父母本的表现来预测杂交组合峰值黏度、谷值黏度、沉降值的表现。由表 7 中还可得出,杂交组合的峰值黏度、谷值黏度、终值黏度、回落值与父本的相关系数大于母本;沉降值、糊化时间和糊化温度受母本的影响相对较大。

2.6.2 淀粉 RVA 黏度性状间及淀粉含量的相关性

2.5 淀粉 RVA 黏度性状遗传参数估计

由表 6 可知,杂交组合的糊化时间、糊化温度广义遗传力较低,受环境影响相对较大,其他性状的广义遗传力较高,主要由遗传因素决定,受环境影响较小。峰值黏度、谷值黏度和终值黏度的狭义遗传力较高。峰值黏度、回落值、糊化时间、糊化温度的加性变异和显性变异所占比例相似,认为这 4 个性状的遗传变异加性和显性都起重要作用;谷值黏度和终值黏度的加性变异明显大于显性变异,认为这 2 个性状的遗传变异主要以加性为主。沉降值的加性变异小于显性变异,它的遗传变异主要以显性为主。

分析 表 8 表明:峰值黏度与谷值黏度、沉降值和终

表 7 淀粉 RVA 黏度性状的亲子相关系数

Tab.7 Parent-offspring correlation coefficient of starch RVA viscosity properties

性状 Trait	F ₂ 与母本 F ₂ and female parent	F ₂ 与父本 F ₂ and male parent	F ₂ 与中亲值 F ₂ and mid -parent
峰值黏度 PV	0.379 1 **	0.642 1 **	0.772 0 **
谷值黏度 TV	0.156 0 **	0.186 7 **	0.292 8 **
沉降值 BD	0.204 7 **	0.158 4 **	0.559 6 **
终值黏度 FV	-0.072 6	-0.041 7	-0.086 4
回落值 SB	0.089 0	0.159 8	0.188 1 **
糊化时间 PT	0.077 3	0.059 9	0.079 3
糊化温度 PTP	0.040 9	-0.048 7	0.045 3

值黏度均呈极显著正相关,与回落值、糊化温度、糊化时间和淀粉含量均呈负相关不显著。谷值黏度与终值黏度呈极显著正相关,与回落值呈显著负相关。终值黏度与回落值呈极显著正相关;糊化时间与糊化温度呈极显著正相关,二者均与淀粉含量呈极显著负相关。

2.7 淀粉 RVA 黏度性状间的途径分析

途径分析把相关系数分解为直接作用和间接作用二部分,从而明确各黏度性状对淀粉含量的相对重要性。表 9 表明,各性状对淀粉含量的直接作用由大到小依次为谷值黏度、回落值、沉降值、糊化温度、糊化时间、终值黏度、峰值黏度。

谷值黏度、回落值和沉降值对淀粉含量的直接作用均为正,其中谷值黏度的直接正向效应最大,回落值对淀粉含量的直接途径系数为 3.576 1,沉降值对淀粉含量的直接途径系数为 2.985 9,因此,提高

淀粉的谷值黏度、回落值和沉降值有利于提高淀粉的含量。

终值黏度对淀粉含量的直接途径系数为 -3.854 9,通过谷值黏度、沉降值、回落值和糊化温度的间接效应为正,通过峰值黏度和糊化时间均为负向间接效应。

糊化时间和糊化温度 2 个黏度性状对淀粉含量的相关性达到极显著水平,糊化时间通过谷值黏度、沉降值、终值黏度和糊化温度对淀粉含量的负向间接效应消除了峰值黏度和回落值对淀粉含量的正向间接效应,最终净效益值达 -0.117 9,为负向效应;糊化温度通过峰值黏度、回落值和糊化时间对淀粉含量的负向间接效应消除了谷值黏度、沉降值和终值黏度对淀粉含量的正向间接效应,最终净效益值达 -0.092 5,为负向效应。说明实现高糊化时间、糊化温度与高淀粉的聚合有一定难度。

表 8 淀粉糊化性状间及淀粉含量的相关系数

Tab. 8 The correlation coefficient of starch RVA viscosity properties and the starch content								
性状 Trait	峰值黏度 PV	谷值黏度 TV	沉降值 BD	终值黏度 FV	回落值 SB	糊化时间 PT	糊化温度 PTP	淀粉含量 Starch content
峰值黏度 PV	1.000 0							
谷值黏度 TV	0.86 **	1.000 0						
沉降值 BD	0.51 **	0.010 0	1.000 0					
终值黏度 FV	0.45 **	0.46 **	0.100 0	1.000 0				
回落值 SB	-0.200 0	-0.30 *	0.110 0	0.71 **	1.000 0			
糊化时间 PT	-0.160 0	-0.130 0	-0.110 0	0.120 0	0.230 0	1.000 0		
糊化温度 PTP	-0.030 0	-0.030 0	-0.100 0	0.030 0	0.050 0	0.34 **	1.000 0	
淀粉含量 Starch content	-0.080 0	-0.190 0	0.160 0	-0.020 0	0.140 0	-0.33 **	-0.36 **	1.000 0

表 9 淀粉的黏度性状与淀粉含量的直接途径和间接途径系数

Tab. 9 The coefficient of direct and indirect path of starch viscosity properties and starch content								
性状 Trait	直接作用 Direct role	峰值黏度 PV	谷值黏度 TV	沉降值 BD	终值黏度 FV	回落值 SB	糊化时间 PT	糊化温度 PTP
峰值黏度 PV	-5.596 2		6.714 5	1.508 1	-1.738 3	-0.719 0	0.046 2	-0.007 1
谷值黏度 TV	7.788 2	-4.824 7		-0.005 6	-1.780 0	-1.069 8	0.035 7	-0.008 1
沉降值 BD	2.985 9	-2.826 5	-0.014 5		-0.398 7	0.403 2	0.030 3	-0.000 2
终值黏度 FV	-3.854 9	-2.523 5	3.596 2	0.308 8		2.532 8	-0.032 6	0.006 8
回落值 SB	3.576 1	1.125 2	-2.329 9	0.336 7	-2.730 3		-0.063 5	0.013 8
糊化时间 PT	-0.282 0	0.916 7	-0.986 7	-0.321 0	-0.445 9	0.805 6		-0.086 6
糊化温度 PTP	-0.253 4	-0.156 9	0.249 2	0.002 5	0.104 1	-0.195 0	-0.096 4	

3 结论与讨论

3.1 淀粉 RVA 黏度性状的杂种优势

玉米是世界上杂种优势利用规模最大,研究最多的代表性作物,而且杂种优势实现品种改良、改善品质、增加作物抗性和提高作物产量已成为作物生产的一条重要途径^[22-26],但对玉米淀粉黏度性状杂种优势的研究并不多,淀粉 RVA 黏度性状不像产量性状那样要求量值愈大愈好。因此,在评价供试亲

本利用价值时就要根据性状的不同而区别对待。

本研究结果表明,淀粉黏度性状在亲本及杂交种间都具有显著差异,并且杂种间的差异大于亲本间的差异。沉降值和回落值存在超中亲优势,峰值黏度、谷值黏度、终值黏度、糊化时间和糊化温度存在超低亲优势。

3.2 淀粉 RVA 黏度的配合力效应

配合力是决定杂种优势强弱的主要因素,是选配亲本的主要指标。亲本 9918 和 Lx00-6 峰值黏度

的一般配合力都较高,可以作为玉米品质育种的优良亲本。

特殊配合力分析结果表明,较高的特殊配合力发挥作用是以双亲配合力较高为基础的,必须在高一般配合力的基础上再筛选高特殊配合力,才可能获得最优良的杂交组合。因此,生产上必须同时兼顾一般配合力和特殊配合力的选择,这样才能有望获得优良的杂交种。

3.3 淀粉 RVA 黏度性状的相关与通径分析

相关性分析表明,终值黏度、峰值黏度和谷值黏度三者间呈极显著正相关,且与糊化时间、糊化温度呈负相关,这说明提高峰值黏度,相应的谷值黏度也会提高,并且终值黏度也可能随之提高,同时可能伴随着糊化时间的缩短和糊化温度的降低。

通径分析表明,谷值黏度、回落值、沉降值与淀粉含量的直接通径系数为正值,而糊化温度、糊化时间、终值黏度、峰值黏度与淀粉含量的直接通径系数为负值,因此,在玉米育种上,根据其育种目标的要求,应综合考虑各性状间的相互关系,协调其恰到好处,最终达到预期目标。

参考文献:

- [1] Kaur L, Singh J, Liu Q. Starch-a potential biomaterial for biomedical applications [M]. *Nanomaterials and Nanosystems for Biomedical Applications* 2007: 83-98.
- [2] Yan C J, Tian Z X, Fang Y W, et al. Genetic analysis of starch paste viscosity parameters in glutinous rice (*Oryza sativa* L.) [J]. *Theoretical and Applied Genetics* 2011, 122(1): 63-76.
- [3] 陆大雷, 闫发宝, 陆卫平. 筛分细度对糯玉米淀粉理化特性的影响 [J]. *中国粮油学报* 2011, 26(9): 52-55.
- [4] 王慧, 卢有林, 沈革志, 等. 鲜食糯玉米淀粉 RVA 谱特征值分析及其与主要品质性状相关性研究 [J]. *玉米科学* 2011, 19(4): 98-102, 107.
- [5] 李娜, 张英华. 用 RVA 仪分析玉米淀粉的糊化特性 [J]. *中国粮油学报* 2011, 26(6): 20-24.
- [6] 陆大雷, 郭换粉, 董策, 等. 拔节期追氮对鲜食糯玉米粉糊化和热力学特性的影响 [J]. *植物营养与肥料学报* 2011, 17(1): 48-54.
- [7] 谢新华, 艾志录, 王娜, 等. 不同介质对玉米淀粉糊化黏度特性的影响 [J]. *中国粮油学报* 2010, 25(3): 37-39.
- [8] 李玉玲, 张泽民, 许自成. 玉米籽粒性状的遗传效应分析 [J]. *遗传* 2000, 22(3): 133-136.
- [9] 刘祥久, 姜敏, 李哲, 等. 玉米品质性状配合力研究 [J]. *杂粮作物* 2004, 24(5): 258-260.
- [10] 刘宗华, 王琳, 汤继华, 等. 不同环境条件下玉米籽粒淀粉含量的配合力效应及杂种优势分析 [J]. *玉米科学* 2007, 15(1): 11-15.
- [11] 姜敏, 周艳明, 刘祥久, 等. 不同玉米自交系品质性状的遗传特性 [J]. *沈阳农业大学学报* 2004, 35(3): 170-172.
- [12] 陈彦惠, 李玉玲. 玉米遗传育种学 [M]. 河南: 河南科学技术出版社, 1996: 131-132.
- [13] 李虎林. 玉米若干数量性状配合力分析 [M]. 吉林: 延边大学出版社, 1986: 364-369.
- [14] 刘惠君, Lawrence Ramsden, Harold Corke. 羟丙基直链扩增、蜡性和正常玉米淀粉功能性质的研究 [J]. *中国粮油学报* 1998, 13(1): 16-20.
- [15] 刘仁东, 石德权, 徐家舜. 玉米籽粒含油量的配合力、方差成分和遗传力及其应用的研究 [J]. *中国农业科学* 1992, 25(6): 52-57.
- [16] 秦太辰. 杂种优势利用原理和方法 [M]. 江苏: 江苏科学技术出版社, 1980.
- [17] 杨晓蓉, 李歆, 凌家煜. 不同类别大米糊化特性和直链淀粉含量的差异研究 [J]. *中国粮油学报* 2001, 16(6): 37-42.
- [18] Martinez I, Partal P, Muñoz J, et al. Influence of thermal treatment on the flow of starch-based food emulsions [J]. *European Food Research and Technology* 2003, 217(1): 17-22.
- [19] 张桂堂, 卢东长城, 孙重霞, 等. 利用正义 RNAi 技术提高玉米直链淀粉含量效果的研究 [J]. *华北农学报* 2010, 25(4): 92-96.
- [20] 张海艳. 不同类型玉米淀粉形成特性及酶学机理研究 [D]. 泰安: 山东农业大学, 2006.
- [21] 潘家驹. 作物育种学总论 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1994: 84.
- [22] 池书敏, 孟义江, 刘志增, 等. 玉米优势类群划分及其杂交模式的研究-过氧化物酶、酯酶和醇溶蛋白多态性的聚类分析 [J]. *华北农学报* 1998, 13(2): 35-41.
- [23] 金益. 玉米杂种优势关系的研究 [J]. *东北农业大学学报* 2011, 42(4): 1-7.
- [24] 邢宝龙, 李育才, 李洪, 等. 早熟玉米杂种优势模式的探究与利用 [J]. *山西农业科学* 2009, 37(4): 18-21.
- [25] 郝志萍, 吕慧卿, 曹昌林, 等. 杂种优势遗传机理的假说 [J]. *山西农业科学* 2007, 35(5): 6-10.
- [26] 段云平, 王河成, 李凌雨. 玉米单交种杂种优势与双亲主要性状搭配规律分析 [J]. *山西农业科学* 1996, 24(6): 3-7.