

## 糯玉米淀粉 RVA 黏度的杂种优势分析

陆芳芳 陆卫平\* 刘萍 沈新平 王继丰 刘小兵

(扬州大学作物遗传生理重点实验室,江苏扬州 225009)

**摘要:**以糯玉米 10 个自交系为材料应用  $p + q + 2pq$  交配设计组配了 50 个杂种,研究了淀粉 RVA 的 7 个黏度性状的杂种优势表现。结果表明,(1)淀粉 RVA 各性状均存在广泛的变异,其中以回落值的变异最大,最高的杂种达 249 cP,最低的仅为 122.33 cP;变异最小的是糊化温度,最高的为 79.5℃,最低的为 76.92℃;(2)所有性状之间的差异均杂种大于亲本,且峰值黏度、沉降值、回落值 3 个性状杂种平均数高于亲本;(3)沉降值存在显著的超中亲优势,峰值黏度和回落值仅存在极显著的超低亲优势,而谷值黏度、终值黏度、糊化温度和糊化时间均无杂种优势;(4)杂种与双亲淀粉 RVA 黏度性状之间的关系因性状而异,其中在峰值黏度、谷值黏度、沉降值、回落值 4 个性状上,杂种与母本、中亲值 RVA 参数均达到了极显著的正相关,而其余 3 个性状则因组合的不同而异,相关关系未达显著水平。

**关键词:**糯玉米;淀粉 RVA 黏度;杂种优势

**中图分类号:** S513

## Heterosis Analysis of Starch RVA Viscosity in Waxy Corn

LU Fang-Fang, LU Wei-Ping\*, LIU Ping, SHEN Xin-Ping, WANG Ji-Feng and LIU Xiao-Bing

(Key Laboratory of Crop Genetics and Physiology of Jiangsu Province, Yangzhou University, Yangzhou 225009, Jiangsu, China)

**Abstract:** Ten waxy corn inbreds and their fifty hybrids by  $p + q + 2pq$  genetic design were used to investigate the heterosis of starch RVA viscosity. The results showed: (1) all the RVA characteristics of the fifty hybrids had a wide genetic variations, among which Setback (SB) was the largest, ranged from 122.33 cP to 249 cP, Pasting Temperature (PTP) was the smallest, ranged from 76.92℃ to 79.5℃; (2) the differences of all the RVA pasting properties of hybrids were higher than those of the parents, and the means of the peak viscosity (PV), breakdown (BD), SB of all the hybrids were higher than those of the parents; (3) over-MP heterosis was found in BD, over-LP heterosis in PV and SB, no heterosis was found in Trough Viscosity (TV), Final Viscosity (FV), Peak time (PT) and PTP; (4) PV, TV, BD and SB of the hybrids were significantly correlated with those of their female parents and mid-value of parents, while FV, PT and PTP were not.

**Key words:** Waxy corn; Starch RVA viscosity; Heterosis

糯玉米由于籽粒淀粉均为支链淀粉,使鲜穗的食用品质和籽粒的淀粉加工品质比普通玉米具有特殊的优势。近十多年来,我国随着市场经济的推动,鲜食型糯玉米生产跨越式发展,已成为广大民众消费的重要果蔬品种。糯玉米的支链淀粉加工业已受到开发者的青睐,中国拥有世界上最丰富的糯玉米种质资源,但至今糯玉米淀粉主要依赖进口<sup>[1]</sup>,随着经济的快速发展,中国将成为全球糯玉米淀粉消费最具潜力的市场。

糯质玉米育种和高直链淀粉玉米育种是淀粉品质遗传改良的主体<sup>[2]</sup>。近年来,我国的糯玉米育种取得了显著的进展,已有一大批杂交新品种投入生产,籽粒产量开始接近普通玉米杂交种,但其是否适合于淀粉加工尚不清楚。长期以来的糯玉米育种,深受重视的是果穗鲜食品质和籽粒食用品质的改良<sup>[3-5]</sup>,而糯玉米的淀粉加工,人们更注重的是淀粉的产出率,淀粉的理化特性及其应用价值<sup>[6-9]</sup>。国际上,淀粉品质的定量评价主要采用快速黏度分析

基金项目:国家自然科学基金项目(30270831)。

作者简介:陆芳芳(1981-),女,江苏盱眙人,在读硕士,主要从事玉米遗传生理研究。

\* 通讯作者(Corresponding author):陆卫平(1958-),男,教授。Tel: 0514-7979377; E-mail: wplu @ yzu.edu.cn

Received(收稿日期):2005-04-11; Accepted(接受日期):2005-08-06.

(RVA),它反映了淀粉的糊化特性。淀粉的糊化特性不仅影响淀粉蒸煮加热的时间和稳定性,而且影响水分的吸收。作为食品,淀粉必须糊化后才能被淀粉酶作用,作为施胶剂或浆料,淀粉糊化后才能供以涂抹,因此对淀粉 RVA 黏度特征的了解是其应用的依据。

杂种优势自 1908 年 Shull 提出以来就成为品种改良的主要途径之一,目前玉米生产上主要是利用杂交种。前人已对普通玉米产量性状、植株性状、主要品质性状的杂种优势作过较为详尽的研究<sup>[10-12]</sup>,但对糯玉米淀粉 RVA 黏度性状杂种优势的分析尚未见报道。本文应用  $p + q + 2pq$  交配设计对糯玉米淀粉 RVA 黏度性状杂种优势进行研究,以期探明淀粉 RVA 黏度性状杂种优势的具体表现,为糯玉米淀粉品质改良提供理论依据,为培育适合工业加工要求的糯玉米品种提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验设计

2002 年秋选用 10 个经过多代套袋自交的糯玉米纯合亲本为材料,编号为 1、2、3、4、5、A、B、C、D、E,采用  $p + q + 2pq$  设计获得自交种 10 个以及正反杂交种 50 个。2003 年春季种植亲本及正反交  $F_1$ ,

同一组合的父本、母本、正交  $F_1$ ,反交  $F_1$  小区相邻种植,不同组合随机排列,重复 3 次,小区面积为  $7 \text{ m}^2$ 。

### 1.2 测定样本的采集

为了避免外来花粉的影响,吐丝前在各小区选有代表性的植株 10~15 株,进行套袋,吐丝后进行人工授粉,以套袋自交获得的亲本、 $F_1$  及  $F_2$  的果穗及籽粒作为测定分析样本。

### 1.3 淀粉 RVA 黏度性状的测定

样本籽粒采用湿磨法分离皮浆,浆液离心 3 次脱去蛋白质,沉淀用无水酒精溶解离心 3 次充分脱水后再用乙醚溶解离心 2 次脱脂。采用澳大利亚 Newport Scientific 仪器公司生产的 3-D 型 RVA,按照方法 ST-01(食用糯性淀粉的 RVA 黏度)测定淀粉黏度特征值峰值黏度(peak viscosity, PV)、谷值黏度(trough viscosity, TV)、终值黏度(final viscosity, FV)、沉降值(break down, BD)、回落值(setback, SB)、糊化时间(peak time, PT)和糊化温度(pasting temperature, PTP)。如图 1 所示,PV 为 RVA 谱线最高点时的黏度,TV 是 RVA 谱线最低点的黏度,FV 为 RVA 谱线终点的黏度,BD 为 PV 与 TV 的差值,SB 为 FV 与 TV 的差值,PT 为达到 PV 所需要的时间,PTP 则是淀粉发生不可逆变化时的温度。每小区重复测定 3 次。

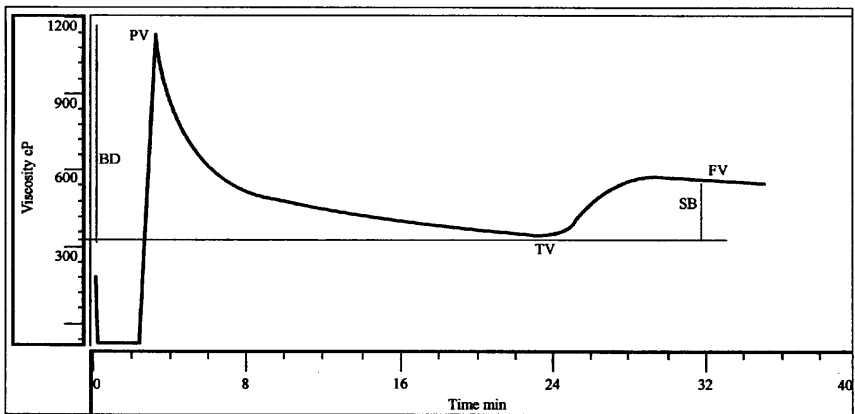


图 1 糯玉米淀粉的 RVA 谱  
Fig.1 RVA profile of waxy corn starch

### 1.4 统计分析

杂种优势率参考文献[10]进行计算,以杂种优势的绝对值进行其显著性测验<sup>[13]</sup>,杂种优势的相关性分析参考文献[13]。

$$\text{超高亲优势率} \% = \frac{\overline{F_2} - \overline{HP}}{\overline{HP}} \times 100,$$

$$\text{超中亲优势率} \% = \frac{\overline{F_2} - \overline{MP}}{\overline{MP}} \times 100$$

$$\text{超低亲优势率} \% = \frac{\bar{F}_2 - \overline{LP}}{\overline{LP}} \times 100$$

用 Excel 软件计算平均数、变异系数、亲本间差异和杂种间差异以及进行相关分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 亲本淀粉 RVA 黏度性状的差异

表 1 列出了亲本淀粉 RVA 黏度性状参数的平

表 1 亲本淀粉 RVA 黏度性状的平均数及其差异显著性  
Table 1 Means and difference of starch viscosity traits in parents

亲本 Parent	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
1	1262.33	391.00	871.33	564.00	173.00	3.42	77.98
2	1231.67	385.00	846.67	569.33	184.33	3.54	78.73
3	997.33	323.00	674.33	538.67	215.67	3.53	78.00
4	1150.67	402.00	760.50	603.00	153.00	3.96	79.33
5	1086.00	356.00	730.00	476.33	120.33	3.67	78.88
A	1027.33	329.67	697.67	492.33	162.67	3.53	77.88
B	1012.33	318.33	694.00	495.67	177.33	3.65	78.63
C	1036.67	339.00	697.67	493.33	154.33	3.58	79.15
D	929.33	322.67	606.67	552.67	230.00	3.76	78.72
E	1040.33	286.67	753.67	467.67	181.00	3.51	78.97
平均数 Mean	1077.40	345.33	733.25	525.30	175.17	3.61	78.63
变幅 Range	333.00	115.33	264.67	135.33	109.67	0.53	1.45
变异系数 CV	9.74	11.23	10.80	9.77	20.27	5.91	0.90
亲本间差异(F)							
Difference of the parents	46.07**	31.97**	26.70**	6.68**	5.11**	1.97	2.05

### 2.2 杂种淀粉 RVA 黏度性状的差异

表 2 列出了杂种淀粉 RVA 黏度性状参数的平均数及其差异,可以看出,供试杂种的 7 个 RVA 参数均存在极显著的差异。和亲本表现一样,其中以

均数及其差异显著性,可以看出,供试亲本的 7 个 RVA 参数中除糊化时间(PT)和糊化温度(PTP)外其他 5 个参数均存在极显著差异。其中回落值的变异系数最大,为 20.27%,该性状最大值为 230 cP,最小值为 120.33 cP,变幅为 109.67 cP。变异系数最小的为糊化温度,仅为 0.90%,其变幅为 1.45℃。

回落值的变异系数最大,为 16.61%,该性状的最大值为 249 cP,最小值为 122.33 cP,变幅为 126.67 cP。而糊化温度的变异系数仍为最小,仅 0.98%。

表 2 杂交种淀粉 RVA 黏度性状的平均数及其差异显著性

Table 2 Means and difference of starch viscosity traits in hybrids

杂种 Hybrid	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
1 × A	1119.00	333.33	785.67	543.00	209.67	3.45	78.72
1 × B	1132.33	330.00	802.33	541.67	211.67	3.38	78.68
1 × C	1165.00	337.00	828.00	511.00	174.00	3.33	77.67
1 × D	1282.33	353.00	929.33	519.00	166.00	3.40	79.50
1 × E	1062.00	315.67	746.33	488.67	173.00	3.31	77.68
2 × A	1037.67	328.67	709.00	494.67	166.00	3.36	77.92
2 × B	1170.67	337.67	833.00	537.00	199.33	3.62	78.43
2 × C	1242.67	330.00	912.67	507.67	177.00	3.31	77.78
2 × D	1146.33	328.33	818.00	516.67	188.33	3.45	78.30
2 × E	1222.00	347.33	874.67	509.33	162.00	3.47	77.95
3 × A	1063.00	309.33	753.67	523.67	214.33	3.53	79.07
3 × B	892.00	293.00	599.00	508.67	215.67	3.73	78.57
3 × C	843.67	279.67	564.00	517.67	238.00	3.87	79.37
3 × D	994.00	286.33	707.67	509.33	223.00	3.51	78.92
3 × E	892.67	258.00	634.67	506.33	248.33	3.65	78.83

续表

杂种 Hybrid	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
4 × A	1086.00	334.33	751.67	495.67	161.33	3.29	78.57
4 × B	1178.67	330.00	848.67	521.00	191.00	3.40	78.22
4 × C	1162.33	355.67	806.67	513.00	157.33	3.51	78.28
4 × D	1278.33	348.00	930.33	509.67	161.67	3.29	78.48
4 × E	1120.33	345.00	775.33	501.67	156.67	3.44	77.67
5 × A	1002.33	312.00	690.33	464.00	152.00	3.29	78.65
5 × B	1240.67	356.67	884.00	562.00	205.33	3.49	78.93
5 × C	1093.33	340.00	753.33	510.67	170.67	3.36	78.85
5 × D	1244.67	334.00	910.67	492.00	158.00	3.49	78.13
5 × E	1006.33	309.33	697.00	448.33	139.00	3.51	78.22
A × 1	1104.33	309.33	795.00	471.67	162.33	3.42	76.95
B × 1	1200.00	336.00	864.00	535.00	199.00	3.35	78.63
C × 1	1248.33	350.00	898.33	560.00	210.00	3.45	78.42
D × 1	1162.00	336.33	825.67	495.67	159.33	3.40	77.15
E × 1	976.67	301.67	675.00	456.67	155.00	3.45	76.92
A × 2	1236.00	328.33	907.67	507.33	179.00	3.42	78.87
B × 2	997.67	298.00	699.67	492.00	194.00	3.45	77.90
C × 2	1158.33	340.00	818.33	499.33	159.33	3.38	77.63
D × 2	1061.33	328.00	733.33	522.00	194.00	3.49	78.67
E × 2	1219.00	332.33	886.67	496.67	164.33	3.40	77.97
A × 3	817.00	232.00	585.00	436.67	204.67	3.67	78.48
B × 3	1011.00	302.00	709.00	531.33	229.33	3.56	78.73
C × 3	847.33	240.00	607.33	441.33	201.33	3.55	78.52
D × 3	786.33	245.33	541.00	494.33	249.00	3.78	79.38
E × 3	1070.67	286.33	784.33	519.00	232.67	3.55	78.93
A × 4	1216.33	353.67	862.67	524.33	170.67	3.33	79.12
B × 4	1084.00	335.00	749.00	528.67	193.67	3.40	78.45
C × 4	1197.33	350.67	846.67	513.67	163.00	3.45	78.50
D × 4	1105.00	331.00	774.00	484.67	153.67	3.33	78.20
E × 4	1229.33	197.67	1031.67	320.00	122.33	3.47	78.57
A × 5	1200.67	356.33	844.33	523.33	167.00	3.27	78.68
B × 5	1139.33	338.00	801.33	537.67	199.67	3.29	78.87
C × 5	1170.33	362.33	808.00	513.33	151.00	3.51	78.53
D × 5	1014.00	347.67	666.33	571.33	223.67	3.60	79.15
E × 5	1138.00	345.00	793.00	494.33	149.33	3.42	78.40
平均数 Mean	1101.37	320.31	781.07	504.45	184.15	3.46	78.42
变幅 Range	496.00	164.67	490.67	251.33	126.67	0.60	2.58
变异系数 CV	11.39	11.23	13.42	7.86	16.61	4.14	0.98
杂种间差异 (F) Difference of the hybrids	120.18**	56.09**	132.76**	30.95**	32.38**	8.33**	2.68**

通过表 2 和表 1 比较可以看出, 7 个淀粉 RVA 黏度性状的变幅均杂种大于亲本, 而且峰值黏度、谷值黏度、沉降值、糊化温度 4 个性状的变异系数均杂种大于亲本。峰值黏度、沉降值、回落值 3 个性状的平均数均杂种高于亲本, 说明杂种在这 3 个性状上存在杂种优势。而且还可以看出亲本的糊化时间和糊化温度 2 个性状虽然不存在显著的差异, 但杂种的这两个性状之间的差异却达到了极显著水平, 而且其他 5 个性状杂种间的差异均远大于亲本, 说明杂种的差异更加广泛, 有利于高淀粉黏度糯玉米品

种的选育。

### 2.3 淀粉 RVA 黏度性状杂种优势的一般表现及其显著性测验

分析淀粉 RVA 黏度性状一般表现表明, 淀粉 RVA 黏度性状中, 回落值和沉降值均以超高亲杂种数为多, 分别为 22 和 25; 峰值黏度、谷值黏度、终值黏度以超中亲杂种数为多, 分别为 22、29 和 27; 各淀粉黏度性状均出现了不同数量 (7 ~ 35 个) 低于低亲的杂种。上述说明, 淀粉 RVA 黏度性状的杂种优势并不普遍。

表3还表明沉降值具有正向平均超高亲优势率,为0.44%;峰值黏度和回落值均具有正向平均超中亲优势率,分别为2.17%、5.61%;而终值黏度、

谷值黏度和糊化温度仅具正向平均超低亲优势率,分别为2.2%、0.66%和0.09%;糊化时间则仅存在负向的优势率。

表3 淀粉RVA黏度性状杂种优势的一般表现及其显著性测验  
Table 3 Performance and heterosis of starch RVA viscosity traits and their significance

性状 Trait	超高亲 杂种数 Over-Hp number	介于双亲 间杂种数 Between parents	低于低亲 杂种数 Lower than LP number	超高亲 优势% Over-HP	超中亲 优势% Over-MP	超低亲 优势% Over-LP	$\bar{F}_2 - \bar{HP}$	$\bar{F}_2 - \bar{MP}$	$\bar{F}_2 - \bar{LP}$
峰值黏度 PV	18	22	10	-4.19	2.17	9.79	-49.32**	23.99	97.25*
谷值黏度 TV	3	29	18	-13.78	-7.3	0.66	-51.73	-25.02	1.68
终值黏度 FV	7	27	16	-8.84	-3.75	2.2	-51.41**	-20.84**	9.83
沉降值 BD	25	15	10	0.44	6.54	14.15	-2.27	47.82*	97.91*
回落值 SB	22	21	7	-3.4	5.61	18.13	-8.00	8.98	26.09**
糊化时间 PT	7	8	35	-6.29	-4.31	-2.15	-0.24*	-0.16*	-0.07**
糊化温度 PTP	13	11	26	-0.62	-0.27	0.09	-0.49*	-0.21*	0.07

进一步的杂种优势显著性测验表明,沉降值存在显著的超中亲优势,峰值黏度和回落值仅存在极显著的超低亲优势,而谷值黏度、终值黏度和糊化温度的超低亲优势均为正向不显著,糊化时间为负向极显著超高亲优势,即这4个性状不存在杂种优势。说明对于高黏度品种的选育必须双亲均具有较高的起点,因杂种优势而导致谷值黏度和终值黏度显著提高的可能性不大。

#### 2.4 各淀粉RVA黏度性状的亲子相关分析

表4中列出了各淀粉RVA黏度性状的亲子相关系数,可以看出,杂种与母本、中亲值的相关性在峰值黏度、谷值黏度、沉降值、回落值4个性状上均达到了极显著的正相关;杂种与父本的相关性则没有黏度性状达到显著相关水平。终值黏度、糊化时间、糊化温度这3个性状杂种与亲本及中亲值的相关程度未达到显著水平。而且从表中可以看出除糊化温度外,其他6个性状均为 $F_2$ 与母本的相关系数大于父本,可以推测这6个性状受母本的影响大于父本,而糊化温度受父本的影响较大。

表4 各淀粉RVA黏度性状的亲子相关系数  
Table 4 Correlation coefficients of starch RVA characteristics between hybrids and their parents

RVA 参数 RVA characteristics	$F_2$ 与母本 $F_2$ and their female parents	$F_2$ 与父本 $F_2$ and their male parents	$F_2$ 与中亲值 $F_2$ and their mid-value of parents
峰值黏度 PV	0.3732**	0.1735	0.5252**
谷值黏度 TV	0.4017**	0.1197	0.5470**
沉降值 BD	0.3739**	0.1034	0.4126**
终值黏度 FV	0.2731	-0.2407	0.0280
回落值 SB	0.4537**	0.2490	0.5069**
糊化时间 PT	-0.0813	-0.1323	-0.1552
糊化温度 PTP	-0.2207	0.0630	-0.1116

### 3 讨论

淀粉RVA黏度性状的杂种优势与产量、植株性状的优势相比有2个区别。首先,测定淀粉黏度的糯玉米的籽粒样本是杂种 $F_1$ 植株上所结的 $F_2$ 籽粒。从遗传上来说, $F_2$ 籽粒为发生分离的异质世代。因而糯玉米淀粉RVA黏度性状的杂种优势实际上是 $F_2$ 籽粒的平均数与双亲平均数之间的差异,这是祖孙差异而非通常性状的母子差异。其次,淀粉RVA黏度性状不像产量、植株性状要求量值愈大愈好。有的性状要求量值愈大愈好(如峰值黏度),而有的性状则要求量值愈小愈好(如沉降值、回落值、糊化时间)。因此,在评价供试亲本的利用价值时就要根据性状的不同而区别对待。本文研究结果表明沉降值存在显著的超中亲优势,峰值黏度和回落值仅存在极显著的超低亲优势,糊化时间具有负向超高亲杂种优势,而谷值黏度、终值黏度、糊化温度均没有杂种优势。这表明选育高黏度品种要求双亲均具有较高的起点,因杂种优势而导致谷值黏度和终值黏度显著提高的可能性不大。而若想杂种后代的沉降值、回落值较低,则必须选择这2个性状值低的自交系作亲本。由于糊化时间有负向杂种优势,所以选择该性状时,对双亲的糊化时间要求则不是太严格,因为杂种的糊化时间会比低亲的糊化时间低。

从杂种与双亲及中亲值的相关性可以看出杂种淀粉RVA黏度性状与双亲淀粉RVA之间的关系因性状不同而异,其中在峰值黏度、谷值黏度、沉降值、回落值4个性状上,杂种与母本、中亲值均达到了极

显著的正相关,而其余3个性状相关关系则未达显著水平。而且还可以看出除糊化温度外,其他6个性状均为 $F_2$ 与母本的相关系数大于父本,说明这6个性状受母本的影响大于父本,而糊化温度受父本的影响较大。这样可以通过母本的表现预测 $F_2$ 代这6个性状的表现,可以通过父本的表现预测 $F_2$ 代糊化温度的表现。

## References

- [1] Duan M-X(段民孝), Zhao J-R(赵久然), Wang Y-D(王元东), Teng H-T(滕海涛), Xing J-F(邢锦丰), Song T-M(宋同明), Wang L-M(王利明), Fan H-W(范弘伟). Study progress in starch of corn kernel. *J Maize Sci*(玉米科学), 2002, 10(1): 29-32 (in Chinese with English abstract)
- [2] Li J-S(李建生). Advance of the corn starch quality heredity improves. *Crops*(作物杂志), 1998(suppl): 114-118 (in Chinese)
- [3] Cao L-K(曹林奎), Chen G-J(陈国军), Shao W-H(邵文慧). Study on comparative test of glutinous corn varieties. *J Shanghai Jiaotong Univ* (上海交通大学学报), 2003, 21(3): 232-236 (in Chinese with English abstract)
- [4] Hao X-Q(郝小琴). General situation about the research on the breeding of sweet and glutinous maize. *J Guangxi Agric & Biol Sci* (广西农业生物科学), 2000, (2): 121-125 (in Chinese with English abstract)
- [5] Chen W-J(陈文俊). Breeding research progress and exploitation prospect of special maize as vegetable in China. *J Changjiang Vegetables* (长江蔬菜), 2000, (6): 1-4 (in Chinese with English abstract)
- [6] Liu H-J(刘惠君), Ramesden L, Corke H. Study on the function property of acetylated  $\alpha$  maize starches,  $\alpha$  maize starch and normal maize starch. *Food Sci*(食品科学), 1998, (3): 3-8 (in Chinese with English abstract)
- [7] Cho K-Y, Lim S-T. Preparation and properties of benzyl corn starches. *Starch*, 1988, 50(6): 250-257
- [8] Grant L A. Effects of starch isolation, drying, and grinding techniques on its gelatinization and retro gradation properties. *Cereal Chem*, 1998, 75(5): 590-594
- [9] Deffenbaugh L B, Walker C E. Comparison of starch pasting properties in the Bra-bender Viscoamylograph and the Rapid Visco-Analyzer. *Cereal Chem*, 1989, 66: 493-499
- [10] Wang Z-H(王振华), Wang Y-B(王义波), Wang Y-P(王永普), Zhang X(张新). Analysis of heterosis and heterosis relationships among grain quality characters in maize. *Maize Sci*(玉米科学), 1998, (3): 25-28(in Chinese with English abstract)
- [11] Hou Y-R(侯延荣), Cao X-C(曹修才), Zhang G-C(张桂阁), Li X-J(李学杰). Analysis of Heterosis of main characters in maize hybrids. *Maize Sci*(玉米科学), 1997, 5(1): 30-31 (in Chinese)
- [12] Hou Y-L(侯有良), Lu B-H(卢宝红), Zhong G-R(钟改荣), Chen X-M(陈喜明), Zhao Z-F(赵肇芳). Heterosis Analysis of ear characteristics in maize. *Maize Sci*(玉米科学), 2003, 11(1): 30-32 (in Chinese with English abstract)
- [13] Mo H-D(莫惠栋). *Agricultural Experimentation* (农业试验统计). Shanghai Sci & Tech Press, 1992

## 欢迎订阅《作物学报》

《作物学报》是中国科学技术协会主管、中国作物学会和中国农业科学院作物科学研究所共同主办、科学出版社出版的有关作物科学的全国性学术刊物。主要刊登农作物遗传育种、耕作栽培、生理生化、生态、种质资源、谷物化学、贮藏加工以及与农作物有关的生物技术、生物数学、生物物理、农业气象等领域以第一手资料撰写的学术论文、研究报告、简报以及专题综述、评述等。读者对象是从事农作物科学研究的科技工作者、大专院校师生和具有同等水平的专业人士。

《作物学报》从1999年起连续3次获“国家自然科学基金重点学术期刊专项基金”的资助,是我国连续3次获得资助的15种期刊之一。从1997年起连续9年获得中国科协“择优支持基础性和高科技学术期刊专项资助经费”的资助。从2002年起连续4年被中国科技信息研究所授予“百种中国杰出学术期刊”称号。2005年2月获“第三届国家期刊奖提名奖”,这是我国期刊界的最高奖项。据北京大学图书馆编著的《中文核心期刊要目总览(2004年版)》登载,《作物学报》被列入“农学、农作物类核心期刊表”的第一名。

《作物学报》为月刊,2006年160页/期,定价:30元/册,全年360元。可通过全国各地邮局订阅,刊号:ISSN 0496-3490, CN 11-1809/S, 邮发代号:82-336。也可向编辑部直接订购。

编辑部地址:北京市海淀区中关村南大街12号 中国农科院作物所《作物学报》编辑部(邮编100081)

联系电话:010-68918548; 传真:010-68975562

银行汇款:交通银行北京分行农科院分理处,户名:中国作物学会,帐号:110060435018001069607

网址: <http://www.chinacrops.org/magtech/web/>; <http://xbzw.chinajournal.net.cn>; <http://zuowxb.periodicals.net.cn>

E-mail: [xbzw@chinajournal.net.cn](mailto:xbzw@chinajournal.net.cn); [zwx301@mail.caas.net.cn](mailto:zwx301@mail.caas.net.cn)