

文章编号: 1005-0906(2007)02-0039-05

云南地方糯玉米自交系产量性状的遗传效应分析

伍少云, 孙 荣, 奉有璧

(云南省农业科学院生物技术与种质资源研究所, 昆明 650205)

摘 要: 采用 NC II 遗传设计和朱军 QGA 加性-显性模型(AD 模型)软件, 分析来自云南省 18 个地方品种糯玉米、2 个普通玉米和 4 个引进的自交系, 研究了穗粗、单株粒重、千粒重、穗行数 and 穗重等 9 个性状的加性和显性遗传效应。结果表明, 单株粒重、穗重和穗行数受基因加性效应控制, 加性效应方差对表型方差的贡献率分别为 33.7%、33% 和 29%; 千粒重、穗长和穗粗受基因加性效应-显性效应控制, 加性和显性效应方差对表型方差贡献率分别为千粒重 33% 和 21%、穗粗 39% 和 13%、穗长 17% 和 10%; 其它 3 个性状受环境影响较大, 遗传模式也较为复杂。遗传力分析揭示了对单株粒重、穗重、穗行数、千粒重和穗粗选择效果明显; 以性状加性效应值及显著性, 筛选出 3、10、15、16 和 18 号 5 个糯玉米优异自交系, 其所有观察性状的加性效应值均优于对照 CK1(忻州黑糯)和 CK3(中糯 246)自交系, 部分性状优于 CK2(N9605)和 CK4(自 330)。

关键词: 糯玉米; 自交系; 遗传效应; 云南省**中图分类号:** S513.024**文献标识码:** A

Analysis of Genetic Effect on Yield Trait of Inbred From Waxy Corn Local Varieties in Yunnan Province

WU Shao-yun, SUN Rong, FENG You-bi

(Biotechnology and Germplasm Resource Research Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650205, China)

Abstract: Additive and dominance genetic effect were analyzed for ear diameter and grain weight per plant and weight per 1000 seeds and kernel rows per ear and weight per ear 9 traits of inbred material from 18 accessions waxy corn and 2 accessions common corn of local varieties, and from 4 accessions domestic other province, with NC II genetic design and AD model of Zhujun QGA software. The results indicated that (1) grain weight per plant and weight per ear and kernel rows per ear were controlled by additive effect, contribution of additive variance to phenotype variance are 33.7%, 33% and 29%, weight per 1 000 seeds and ear diameter and ear length were controlled by additive-dominance effect, proportion of additive and dominance to variance phenotype variance were 33% and 21% of weight per 1 000 seeds, 39% and 13% of ear diameter, 17% and 10% of ear length. (2) Other 3 traits were more affected by circumstance factor, genetic model were more complex too. (3) Effects of selection to grain weight per plant and weight per 1 000 seeds and kernel rows per ear and weight per ear and ear diameter were obvious, according to appraisal of hereditary capacity. (4) Number of 3, 10, 15, 16 and 18 inbred were selected out, their value of additive effect at all traits observed were obviously excellent than CK1 and CK3, part trait observed were excellent than CK2 and CK4, but number 10 and 15 were the best.

Key words: Waxy corn; Inbred; Genetic effect; Appraise; Yunnan province**收稿日期:** 2006-07-03**作者简介:** 伍少云(1964-), 副研究员, 主要从事作物种质资源保存、评价与利用研究。Tel: 0871-5896637

E-mail: wsyun205@public.km.yn.cn

糯玉米鲜食不但香甜味美, 营养丰富, 而且糯性淀粉易被人体消化和吸收。成熟糯玉米干子粒可生产加工糯性淀粉, 广泛应用于食品和医药工业。糯玉米自交系选育是培育高产杂交种的基础。

云南省糯玉米种质资源丰富, 有 300 多个地方

品种,有着明显地理和生态遗传多样性。为充分利用云南地方糯玉米种质资源优势,选育优异自交系,进而培育优良杂交种,满足农户及生产种植需要,在过去利用地方糯玉米品种连续自交选择获得一环自交系的基础上,分析了糯玉米自交系单株粒重、单株有效穗、穗行数、行粒数和千粒重等 9 个产量性状的遗传效应,筛选有利用价值的育种材料或自交系。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料来自云南省地方糯玉米品种,包括巧家药鹿糯、福贡长穗糯、墨江黑糯和景洪傣族黑糯等 18 份及地方普通玉米自交系 2 份。为了比较云南省糯玉米地方品种自交系同普通玉米及省外自交系遗传效应值的差异及优劣,试验材料中加入省外糯玉米自交系 3 份及优异普通玉米自交系自 330 为对照(表 1)。

1.2 试验方法

杂交组合配制:2004 年春将 24 份自交系材料按来源分两组,即云南省地方品种自交系 20 份为 A 组,省外引进 4 份为 B 组,播种于云南省农科院试验田内。于 7~8 月以 A 组为母本,B 组为父本按 NC II 设计共配制 80 个组合。2005 年春将 80 个杂交组合随机排列,3 次重复,小区面积 4.9 m²,每小区双行 18 穴,播种于云南省农科院试验田内。保证苗齐苗壮,每穴定 2 苗,每小区共 36 苗。田间调查出苗期、抽雄抽丝期、株高、穗位高和单株有效穗等项目。成熟收获晒干后,每小区随机选取 10 个干果穗,于室内考察单株粒重、千粒重、穗行数、行粒数、穗重、果穗粗、穗长和秃尖长 9 个性状。

数据分析方法:采用朱军 QGA 软件中文版中加性-显性(非加性)模型(AD 模型)分析测试材料 9 个性状的遗传效应。

表 1 24 份测试材料的名称和来源
Table 1 Name and origin of 24 accessions material

材料编号 Material No.	自交选系编号 Inbred No.	来 源 Source	粒 型 Grain types	粒 色 Grain color
1	yc99(1)	福贡长穗糯(231788)	糯	白
2	yc99(2)	中甸大黄(231826)	硬	黄
3	yc99(3)	腾冲软黄糯(231992)	糯	黄
4	yc99(4)-1	孟连改良四路糯(232030)	糯	白
5	yc99(4)-2	孟连改良四路糯(232030)	糯	黑
6	yc99(8)	巧家药鹿糯(230323)	糯	白
7	yc99(9)-1	孟连红糯(231998)	糯	红
8	yc98(1)-2	腾冲荷花玉米(230838)	中间	白
9	yc98(10)-1	新平花糯(230544)	糯	黑
10	yc98(12)-4	墨江黑糯(230600)	糯	黑
11	yc98(13)	蒙自黑糯(231182)	糯	黑
12	yc98(14)-2	勐海紫糯(231997)	糯	黑
13	yc98(15)	永仁黑糯(231297)	糯	黑
14	yc98(16)-1	南涧黑糯(231706)	糯	黑
15	yc98(18)-3	景洪傣族黑糯(231764)	糯	黑
16	yc98(19)-1	马关古林黑糯(231943)	糯	黑
17	yc98(20)	芒市黑糯(23002)	糯	黑
18	yc98(22)-2	福贡长穗糯(231788)	糯	黑
19	yc98(23)	孟连紫糯(231999)	糯	黑
20	yc98(24)-2	永仁黑糯(231297)	糯	黑
21(CK1)	外 24S6	忻州黑糯,由山西省农科院引进后自交	糯	黑
22(CK2)	外 26	N9605,普单 41 之父本,由山西省农科院引进	糯	黄
23(CK3)	外 27	中糯 246,由北京市农林科学院引进	糯	白
24(CK4)	外 40	自 330,由辽宁省引进,本所保存	中间	白

注:来源列括号内数字为该品种的统一保存编号。
Note: Figures in brackets of the source listed were the national unity preservation number for the variety.

2 结果与分析

2.1 遗传效应方差

9 个产量性状中单株粒重、穗重和穗行数加性效应方差及其对表型方差的贡献率显著和极显著,贡献率分别为 33.7%、33%和 29%,显性方差不显著。说明 3 个性状的基因加性效应是主效应,受基因加性效应控制。千粒重、穗长和穗粗的加性和显性效应方差及其对表型方差的贡献率显著,贡献率分别为千粒重 33%和 21%、穗粗 39%和 13%、穗长 17%

和 10%。说明基因加性和显性效应是 3 个性状的主效应,受基因加性效应和显性效应共同控制,符合基因加性 – 显性遗传模型(AD 模型)。行粒数加性效应方差不显著,显性方差显著,对表型方差的贡献率二者相当,但加性效应贡献显著,似乎更重要一些。单株有效穗加性效应方差及其占表型方差的比率显著,但加性与显性方差占表型方差比值相当,相对于显性效应加性效应更重要一些。秃尖长显性方差显著,但对表型方差的贡献率很小。

表 2 性状方差组成及对表型方差的贡献率
Table 2 Variance composing and proportion

性 状 Character	方差组成 Variance components	估计值 ± 标准误 Estimate ± S. E.	P 值 P-value	显著性 Significance	占表型方差的比率 Proportion of Var(G)/Var(T)		
					估计值 ± 标准误 Estimate ± S. E.	P 值 P-value	显著性 Significance
穗 粗	加性方差	0.037 837 9 ± 0.005 326 61	0.009 62	S**	0.391 940 ± 0.043 470 7	0.006 04	S**
	显性方差	0.012 664 3 ± 0.004 655 5	0.056 40	S*	0.131 182 ± 0.041 650 7	0.043 90	S*
	误差方差	0.046 037 8 ± 0.005 856 5	0.007 90	S**	0.476 878 ± 0.077 623	0.012 70	S*
单株粒重	加性方差	109.514 00 ± 9.887 860	0.004 03	S**	0.337 344 ± 0.028 706 8	0.003 58	S**
	显性方差	20.654 400 ± 18.881 40	0.194 00	NS	0.063 623 1 ± 0.145 13	0.352 00	NS
	误差方差	194.468 00 ± 64.826 80	0.047 70	S*	0.599 033 ± 0.152 171	0.029 40	S*
千粒重	加性方差	316.313 00 ± 72.593 20	0.024 40	S*	0.330 200 ± 0.073 541 10	0.023 10	S*
	显性方差	202.740 00 ± 60.070 40	0.038 80	S*	0.211 641 ± 0.067 775 5	0.044 50	S*
	误差方差	438.889 00 ± 130.448 0	0.039 10	S*	0.458 159 ± 0.109 647	0.026 40	S*
穗 重	加性方差	123.075 00 ± 41.181 50	0.048 00	S*	0.330 423 ± 0.094 733 6	0.036 60	S*
	显性方差	36.816 900 ± 34.586 60	0.199 00	NS	0.098 8433 ± 0.100 226	0.214 00	NS
	误差方差	212.585 00 ± 43.821 00	0.020 00	S*	0.570 733 ± 0.146 824	0.030 10	S*
穗行数	加性方差	0.277 346 0 ± 0.040 365 3	0.010 30	S*	0.290 999 ± 0.030 090 1	0.005 26	S**
	显性方差	0.063 504 4 ± 0.033 740 8	0.100 00	NS	0.066 6306 ± 0.046 213 8	0.143 00	NS
	误差方差	0.612 231 ± 0.040 984 8	0.002 23	S**	0.642 37 ± 0.019 969 4	0.000 48	S**
穗 长	加性方差	0.543 85 ± 0.257 866	0.084 70	S*	0.172 102 ± 0.086 172 7	0.091 90	S*
	显性方差	0.324 21 ± 0.171 205	0.099 40	S*	0.102 597 ± 0.104 191	0.214 00	NS
	误差方差	2.291 98 ± 0.886 067	0.061 30	S*	0.725 301 ± 0.142 92	0.018 40	S*
行粒数	加性方差	2.674 10 ± 1.436 68	0.102 00	NS	0.135 423 ± 0.057 063 9	0.070 50	S*
	显性方差	2.573 48 ± 1.331 63	0.096 50	S*	0.130 327 ± 0.134 433	0.217 00	NS
	误差方差	14.498 7 ± 4.938 22	0.049 50	S*	0.734 250 ± 0.112 501	0.011 30	S*
单株有效穗	加性方差	0.000 408 579 ± 0.000 170 39	0.069 30	S*	0.068100 ± 0.023 753 9	0.051 60	S*
	显性方差	0.000 401 58 ± 0.000 298 294	0.155 00	NS	0.0669333 ± 0.053 527 8	0.169 00	NS
	误差方差	0.005 189 54 ± 0.000 105 6	0.000 20	S**	0.864967 ± 0.075 808 1	0.003 80	S**
秃尖长	加性方差	0.011 147 4 ± 0.010 398 5	0.198 00	NS	0.0427392 ± 0.035 778 7	0.177 00	NS
	显性方差	0.000 674 471 ± 0.000 353 1	0.098 20	S*	0.00258593 ± 0.046 886 3	0.481 00	NS
	误差方差	0.249 002 ± 0.054 727 1	0.022 50	S*	0.954675 ± 0.055 962 9	0.001 71	S**

注: NS 为不显著, S* 为 0.10 显著, S* 为 0.05 显著, S** 为 0.01 显著。下表同。
Note: NS = Not significant; S* = Significant at 0.10 level. S* = Significant at 0.05 level; S** = Significant at 0.01 level. The same as the following tables.

从试验误差方差看, 尽管所有性状的误差方差及其占表型方差的比率显著或极显著, 影响较大。但是单株粒重、穗行数、穗重、千粒重、穗长和穗粗 6

个性状遗传因素仍是决定因素, 秃尖长和单株有效穗则不然, 行粒数则受遗传和环境因素共同控制。

2.2 遗传力

遗传力特别是狭义遗传力代表亲代与子代相像程度,是基因加性方差或育种值方差对表型方差的贡献大小,是预期选择的期望值。表 3 除秃尖长外,单株粒重等 8 个性状的狭义遗传力显著,但不同观察性状选择期望不同。穗粗的狭义遗传力最高,为

39%;单株粒重、千粒重、穗重和穗行数相当,在 30%左右,遗传稳定。广义遗传力进一步表明这 5 个性状受环境因素影响较小,实施选择是有效的;行粒数、穗长易受环境影响而表现不稳定,不易选择;单株有效穗和秃尖长受环境因素影响较大,不宜选择。

表 3 参试材料 9 个观察性状的遗传力分析
Table 3 Genetic analysis of nine traits on tested materials

性 状 Character	狭义遗传力 Heritability(N)			广义遗传力 Heritability(B)		
	估计值 ± 标准误	P 值	显著性	估计值 ± 标准误	P 值	显著性
	Estimate ± S. E.	P-value	Significance	Estimate ± S. E.	P-value	Significance
穗 粗	0.391 940 0 ± 0.043 470 7	0.006 04	S**	0.523 122 0 ± 0.077 623 0	0.010 70	S*
单株粒重	0.337 344 0 ± 0.028 706 8	0.003 58	S**	0.400 967 0 ± 0.152 171 0	0.059 40	S+
千粒重	0.330 200 0 ± 0.073 541 1	0.023 10	S*	0.541 841 0 ± 0.109 647 0	0.019 30	S*
穗 重	0.330 423 0 ± 0.094 733 6	0.036 60	S*	0.429 267 0 ± 0.146 824 0	0.049 90	S*
穗行数	0.290 999 0 ± 0.030 090 1	0.005 26	S**	0.357 630 0 ± 0.019 969 3	0.001 55	S**
穗 长	0.172 102 0 ± 0.086 172 7	0.091 90	S+	0.274 699 0 ± 0.142 920 0	0.097 30	S+
行粒数	0.135 423 0 ± 0.057 063 9	0.070 50	S+	0.265 750 0 ± 0.112 501 0	0.071 00	S+
单株有效穗	0.068 100 0 ± 0.023 753 9	0.051 60	S+	0.135 033 0 ± 0.075 807 8	0.108 00	NS
秃尖长	0.042 739 2 ± 0.035 778 7	0.177 00	NS	0.045 325 1 ± 0.055 963 0	0.252 00	NS

2.3 加性和显性效应值

根据 8 个观察性状 (秃尖加性效应方差以及对表型方差的贡献不显著,未列出)加性效应方差对表型方差的贡献率(狭义遗传力),以 24 个材料多数性状加性效应值的差异显著性,筛选出 5 个糯玉米自交系(表 4),其中 10 和 15 号较为理想,分别在 6 个性状上有显著差异;其次是 3 和 16 号,18 号再次之。在 4 个对照自交系中,CK1 和 CK3 在所有观察性状上加性效应值均无显著性差异,CK2 和 CK4 分别在 4 和 5 个性状上有显著差异。从中选材料加性

效应值大小及显著性看,3、10、15 和 16 号穗粗优于 CK2 和 CK4;除 3 号外 4 个材料单株粒重均较 CK4 好,但仅 10 和 15 号优于 CK2;千粒重仅 15 号优于对照;5 号材料穗重优于对照;3、15 和 16 号穗行数优于对照;穗长均不及 CK4;除 16 号外行粒数优于对照;3 和 10 号单株有效穗优于 CK4,但不及 CK2。

在所有 80 个组合中 9 个性状的显性效应值最多仅在 4 个性状上有显著差异,未能筛选到优异杂交组合。由于试验采用 NC II 遗传设计,中选自交系间是否有高的显性效应值有待进一步研究。

表 4 7 个参试材料的加性效应值
Table 4 Additive effect value of 7 tested material

材料序号 Material No.	穗粗 Ear diameter			单株粒重 Grain weight per plant		
	估计值 ± 标准误	P 值	显著性	估计值 ± 标准误	P 值	显著性
	Estimate ± S. E.	P-value	Significance	Estimate ± S. E.	P-value	Significance
3	0.166 314 ± 0.010 291	0.003 81	S**	7.167 313 ± 2.855 147	0.129 00	NS
10	0.173 485 ± 0.017 754	0.010 30	S*	10.666 089 ± 1.247 015	0.013 40	S*
15	0.182 089 ± 0.049 628	0.066 90	S+	13.842 135 ± 1.762 043	0.015 80	S*
16	0.213 638 ± 0.023 613	0.012 00	S*	7.086 810 ± 2.231 574	0.086 50	S+
18	-0.035 886 ± 0.020 329	0.220 00	NS	3.566 661 ± 0.747 095	0.041 20	S*
22(CK2)	0.109 487 ± 0.048 832	0.154 00	NS	8.813 024 ± 1.787 567	0.038 80	S*
24(CK4)	0.013 047 ± 0.005 557	0.143 00	NS	1.125 253 ± 0.340 010	0.080 40	S+
	千粒重 1 000-kernel weight			穗重 Weight per spike		
	估计值 ± 标准误	P 值	显著性	估计值 ± 标准误	P 值	显著性
	Estimate ± S. E.	P-value	Significance	Estimate ± S. E.	P-value	Significance
	Estimate ± S. E.	P-value	Significance	Estimate ± S. E.	P-value	Significance
3	5.200 622 ± 1.822 024	0.104 00	NS	7.969 337 ± 2.247 882	0.071 20	S+
10	-3.485 090 ± 1.320 482	0.119 00	NS	9.963 069 ± 1.447 682	0.020 50	S*
15	18.025 646 ± 3.670 288	0.039 00	S*	14.392 808 ± 1.345 424	0.008 63	S**

续表 4 Continued 4

材料序号 Material No.	千粒重 1 000-kernel weight			穗重 Ear weight		
	估计值 ± 标准误	P 值	显著性	估计值 ± 标准误	P 值	显著性
	Estimate ± S. E.	P-value	Significance	Estimate ± S. E.	P-value	Significance
16	10.289 926 ± 3.919 344	0.120 00	NS	8.741 561 ± 2.215 884	0.058 70	S ⁺
18	0.654 211 ± 2.645 546	0.828 00	NS	4.494 350 ± 1.086 574	0.053 80	S ⁺
22(CK2)	7.883 645 ± 2.011 178	0.059 30	S ⁺	7.171 260 ± 2.460 357	0.100 00	NS
24(CK4)	2.565 290 ± 0.428 269	0.026 80	S*	1.616 506 ± 0.363 464	0.047 00	S*
	穗行数 Kernel rows per ear			穗长 Ear length		
3	0.395 427 ± 0.065 567	0.026 40	S*	0.006 779 ± 0.079 382	0.940 00	NS
10	0.340 026 ± 0.233 211	0.282 00	NS	0.351 641 ± 0.110 104	0.085 60	S ⁺
15	0.533 929 ± 0.107 802	0.038 40	S*	0.224 587 ± 0.094 583	0.141 00	NS
16	0.755 532 ± 0.257 327	0.099 10	S ⁺	0.139 884 ± 0.047 093	0.097 10	S ⁺
18	-0.186 281 ± 0.091 024	0.177 00	NS	0.119 314 ± 0.112 359	0.400 00	NS
22(CK2)	0.272 695 ± 0.049 742	0.031 70	S*	0.382 242 ± 0.308 842	0.341 00	NS
24(CK4)	0.063 209 ± 0.041 169	0.264 00	NS	0.393 886 ± 0.026 812	0.004 60	S**
	行粒数 Kernel per row			单株有效穗 Effective spike per plant		
3	1.179 618 ± 0.225 843	0.034 80	S*	0.012 748 ± 0.002 142	0.027 10	S*
10	0.883 878 ± 0.127 984	0.020 30	S*	0.017 801 ± 0.001 828	0.010 40	S*
15	0.476 539 ± 0.085 049	0.030 40	S*	0.010 910 ± 0.005 166	0.169 00	NS
16	0.833 659 ± 0.501 494	0.238 00	NS	-0.004 708 ± 0.004 485	0.404 00	NS
18	0.677 420 ± 0.065 462	0.009 21	S**	0.001 263 ± 0.017 263	0.948 00	NS
22(CK2)	0.954 221 ± 0.811 885	0.361 00	NS	0.018 117 ± 0.003 393	0.033 30	S*
24(CK4)	0.351 572 ± 0.081 288	0.049 50	S*	-0.000 143 ± 0.001 095	0.908 00	NS

3 结论与讨论

3.1 不同玉米类型产量性状控制基因的作用方式

向道权等认为,控制普通玉米穗长、秃尖长、穗粗、穗行数、行粒数、千粒重、穗重和单株粒重 8 个性状的 30 个 QTLs 基因,绝大多数为非加性的部分显性和超显性作用。李开忠等认为,普通玉米穗粒重、穗行数、行粒数、穗粗及穗长均以基因加性效应为主,不符合加性-显性遗传模型。本研究以糯玉米自交系为试验材料,探讨了上述 8 个性状,结果穗粗、单株粒重、穗重、穗行数同上述结果一致外,其他性状结果差异较大。也与过去研究的甜糯型玉米穗粗为基因加性、穗长和穗行数为加性-显性效应控制有较大差异。这种差异可理解为来自试验环境、试验材料和研究方法三个方面,但如果这种差异还源于不同玉米类型产量性状的不同遗传机制,那么糯玉米、甜糯玉米等特用或专用玉米自交系及杂交种的选育方法和技术就应与普通玉米有所不同。

3.2 糯玉米自交系及其杂交种的选育

糯玉米控制产量性状的基因遗传机制可能与普通玉米有所不同,因而在自交系和杂交种的选育上与普通玉米也有一定差异。张亚田等认为,糯玉米通

过选育一环系组配杂交种成功率低,糯普杂交选育二环系较易成功,但通过成对一次回交法选育二环系继而组配杂交种,快速准确,成功率极高。陈永欣和翟广谦等也认为,糯玉米育种中一般配合力高的自交系不一定能配制出特殊配合力高的杂交品种,但特殊配合力高的杂交品种一定有高的一般配合力。这说明在糯玉米育种研究中不可以地方糯玉米品种直接选育一环自交系,特殊配合力效应似乎较一般配合力更重要。尽管本研究筛选出了几个一环自交系,特别是 10 和 15 号加性效应值都优于糯玉米自交系 CK2 和普通玉米自交系 CK4,但却未能在它们的组合中筛选到多数产量性状均表现优异的杂交组合。这也说明显性效应在糯玉米育种中的重要性。

参考文献:

[1] 曾孟潜. 勐海四路糯玉米品种的亲缘关系[J]. 遗传学报,1981,8 (1):91-96.

[2] 曾孟潜. 我国糯质玉米的亲缘分析[J]. 中国种业,1987(3):8.

[3] 黄兴奇. 云南农作物种质资源[M]. 昆明:云南科技出版社,2005.

[4] 曹广才,黄长玲. 特有玉米-品种、种植、利用[M]. 北京:中国农业科技出版社,2001.

[5] 王义发,沈雪芳,张 壁,等. 糯玉米种质资源的评价和创新育种 [J]. 上海农业学报,2003(3):16-19.

(下转第 48 页)

(上接第 43 页)

- [6] 伍少云,孙 荣,奉有璧. 云南省玉米地方种质资源类型及其品种的地理和生态分布[J]. 西南农业学报,2004,17(增刊):1-6.
- [7] 伍少云,孙 荣,奉有璧. 云南省地方玉米种质资源的类型、品种及其子粒颜色多样性分析[J]. 玉米科学,2004,12(增刊):14-16.
- [8] 朱 军. QGA(Chinese Version), <http://www.cab.zju.edu.cn/ics/faculty/zhujun.htm>.
- [9] 朱 军. 遗传模型分析原理 (PDF 版),<http://www.cab.zju.edu.cn/ics/faculty/zhujun.htm>.
- [10] 向道权,曹海河,曹永国,等. 玉米 SSR 遗传图谱的构建及产量

性状定位[J]. 遗传学报,2001,28(8):778-784.

- [11] 李开忠,李盛旻. 玉米穗部性状的遗传研究[J]. 玉米科学,2006,14(3):13-16.
- [12] 陈永欣,翟广谦,李彦良,等. 糯玉米主要性状的遗传规律研究[J]. 玉米科学,2002,10(1):15-17.
- [13] 翟广谦,郭耀东,郑联寿,等. 几个糯玉米自交系主要性状的配合力及遗传参数分析[J]. 山西农业科学,2003,31(1):11-15.
- [14] 张亚田. 黑龙江省糯玉米资源改良利用方法与效果[J]. 玉米科学,1999,7(增刊):24-27.

(责任编辑:张 英)