

二棱大麦籽粒非必需氨基酸含量的遗传分析

徐绍英¹ 闫新甫¹ 许梓荣² 朱 军¹

(¹ 浙江农业大学农学系, 杭州 310029; ² 浙江农业大学饲料研究所, 杭州 310029)

摘 要 采用包括种子直接加性-显性、母体植株加性-显性和环境互作的三倍体胚乳数量性状世代平均数的遗传模型(简称种子模型),分析了7个二棱大麦(*Hordeum distichum* L.)品种及其半双列杂交 F₂ 种子的非必需氨基酸含量的两年资料。结果表明,7种氨基酸含量的遗传除了天冬氨酸和丙氨酸外均受种子直接基因效应和母体效应的控制,其中谷、组和精氨酸的遗传以种子直接加性和母体显性效应为主,而甘和酪氨酸以种子直接显性效应为主。天冬和丙氨酸含量主要受控于种子显性效应。此外,精和丙氨酸含量还有较强的直接加性和母体显性与环境互作,而谷、组、甘和酪氨酸有较强的直接显性与环境的互作。谷、组和精氨酸含量的普通遗传率较高,表明在杂交后代对其直接选择是有效的。结果还发现,天冬、谷、组、精和酪氨酸与赖氨酸含量之间有极显著的正向母体加性相关。R_{is} 1508, S-096, 紫皮大麦和苏啤1号的这几种氨基酸含量较高,是改良它们的较好母本材料。

关键词 二棱大麦; 氨基酸; 种子和母体效应; 基因效应×环境互作; 遗传

中图分类号 S512.3032; Q141

Xu Shaoying¹; Yan Xinfu¹; Xu Zirong²; Zhu Jun¹ (1 Dept of Agron., Zhejiang Agricultural University, Hangzhou 310029, China; 2 Inst of Feed Sci., Zhejiang Agricultural University, Hangzhou 310029, China)

Genetic analysis of nonessential amino acid contents in two-rowed barley. Journal of Zhejiang Agricultural University, 1996, 22(6): 567~ 573

Abstract Half-diallel crosses with seven parents of two-rowed barley (*Hordeum distichum* L.) were conducted in two years for purpose of analyzing nonessential amino acid contents in kernels of parents and their F₂, by using a new genetic model including seed-additive-dominance effects and maternal-additive-dominance effects with environmental interaction based on generation means of triploid endosperm quantitative characters. The results indicated that except alanine and aspartic acid, the contents (%) of five amino acids (i.e. Glu, His, Gly, Arg and Tyr) were controlled by maternal genetic effects as well as by seed direct genetic effects. Seed direct additive and maternal dominance effects constituted major part of genetic effects for kernel histidine, arginine and glutamic acid contents, whereas seed direct dominance effects formed main part in inheritance of glycine and tyrosine. Alanine and aspartic acid contents were almost governed by seed direct dominance effects. Moreover, Arg and Ala contents were also significantly affected by seed additive effect × envi-

收稿日期: 1996-09-05

国家教委《跨世纪优秀人才专项基金》资助项目

ronment interaction in addition to by maternal dominance \times environment ($D \times E$) interaction, while Glu, His, Gly and Tyr contents were considerably regulated by seed $D \times E$ interaction. High general heritability of Glu, His and Arg contents revealed that it was effective to improve them by direct selection in progenies from cross. Significant positive maternal additive correlations were also found between lysine and Asp, Glu, His, Arg or Tyr content, which were high in parents Ris \emptyset 1508, S-096, Zpi and Supi 1. It was suggested that these varieties as female parents were more suitable than other parents for improving these amino acid contents.

Key words two-rowed barley; amino acid; seed and maternal genetic effects; genotype \times environment interaction; inheritance

大麦籽粒氨基酸组分含量的高低决定着它的营养价值和工艺品质。研究和改善氨基酸组分已成为大麦品质育种的重要目标。但大麦籽粒氨基酸的含量遗传比较复杂, 不仅受胚乳三倍体基因的控制, 而且还受母体植株二倍体基因的影响, 同时环境因子也影响这些基因的表达^[1]。一些学者虽曾提出一些用于分析三倍体胚乳数量性状的遗传模型^[2~5], 但这些遗传模型或者没有包括植株母体效应对胚乳性状的作用, 或者所需世代太多, 并且均不能估计各种基因效应的变异分量。最近朱军提出一些新的包括基因型 \times 环境互作效应的禾谷类作物胚乳世代平均数遗传模型及其分析方法^[1,6,7], 解决了非平衡数据的复杂遗传模型参数难以估算的问题。

我们采用包括种子直接加性-显性效应、母体植株加性-显性效应以及其与环境互作的种子遗传模型(简称种子模型)^[1,7], 利用二棱大麦品种的 7×7 半双列杂交的亲本和 F_2 资料, 研究籽粒 7 种非必需氨基酸(天冬氨酸、谷氨酸、组氨酸、甘氨酸、精氨酸、丙氨酸和酪氨酸)含量的遗传规律, 因为这几种氨基酸含量影响着籽粒氨基酸总量以及其它必需氨基酸组分的含量, 而且它们也是营养品质的重要组成部分。估算这几种氨基酸含量种子直接遗传效应和母体遗传效应, 以及这些遗传效应与环境的互作效应; 估算遗传率和性状间的遗传相关性, 为大麦的营养品质育

种提供理论依据

1 材料与方法

1.1 材料和方法

选用二棱大麦(*Hordeum distichum* L.) 氨基酸含量差异较大的 7 个品种: 甘木二条, 苏啤 1 号, 黔浙 1 号, 浙农大 3 号, 紫皮大麦, S-096, Ris \emptyset 1508 进行双列杂交(无反交), 配制成 21 个杂交组合。

田间试验方法见文献[8]。

1.2 氨基酸分析

取 25 mg 左右的粉碎大麦样品于水解试管中, 加入 10 ml 6 mol/L HCL, 抽真空封管, 110 $^{\circ}$ C 下水解 24 h, 冷却, 转入水浴锅上蒸发, 蒸干。用 0.02 mol/L HCL 定容 100 ml 容量瓶中, 过 0.025 μ m 聚乙烯滤膜。然后在德国制造的 Amino Acid Analyzer-830 氨基酸自动分析仪上测定氨基酸。所有样品测定均重复两次。

1.3 统计方法

采用三倍体胚乳数量性状平均数遗传模型和分析方法^[1,6,7], 估算亲本和 F_2 种子氨基酸含量的各项遗传参数。

采用最小范数二阶无偏估计方法[简称 M NQUE (0/1)], 无偏地估计亲本和 F_2 平均数的各项方差分量和协方差分量^[6]。并进一步计算遗传率。

采用 Jackknife 数量抽样技术^[6]对各世代组合平均数进行(55 次)抽样, 计算各方差分量和协方差分量及其标准误 Jackknife 估计值具有自由度(组合数-1)的 t -分布, 因此用 t -测验对各项参数进行显著性检验

2 结果与分析

2.1 亲本和 F₂ 种子 7 种氨基酸含量表型值

从 7 个亲本和 F₂ 种子 7 种氨基酸含量的 2 年表现型平均值看出(表 1), 品种间的氨基酸含量存在一定的差异 这 7 个亲本的

7 种氨基酸总含量高低次序为 R is ∅ 1508 (P₇) > 紫皮大麦(P₅) > S-096(P₆) > 黔浙 1 号(P₃) > 浙农大 3 号(P₄) > 苏啤 1 号(P₂) > 甘木二条(P₁). R is ∅ 1508 大麦的 7 种氨基酸总含量(5.74%) 是甘木二条的 1.22 倍 前者的谷氨酸含量是后者的 1.18 倍 紫皮大麦的精氨酸、酪氨酸含量为最高

从 F₂ 种子的 7 种氨基酸的总含量看出, 以紫皮大麦和 R is ∅ 1508 作亲本之一的所有组合 F₂ 氨基酸含量的平均值最高, 分别为 5.39% 和 5.34%. 但每种氨基酸含量在不同亲本的 F₂ 代之间差异变化不大

表 1 二棱大麦 7 个亲本及其 F₂ 种子的 7 种非必需氨基酸含量的表型值

Table 1 Phenotype Means of 7 nonessential amino acid contents of seven parents and their F₂ s in two-rowed barley

基因型 Genotype	天冬氨酸 Asp		谷氨酸 Glu		组氨酸 His		甘氨酸 Gly		精氨酸 Arg		丙氨酸 Ala		酪氨酸 Tyr		总量 Total
	1990	1992	1990	1992	1990	1992	1990	1992	1990	1992	1990	1992	1990	1992	
亲本(P) Parent															
甘木二条(P ₁) Ganmu	3.28	3.57	6.78	6.99	1.63	1.92	2.53	2.84	3.42	4.05	2.54	3.32	2.19	2.87	23.97
苏啤 1 号(P ₂) Supi	3.65	3.75	7.48	7.16	1.64	2.05	2.44	3.18	3.42	4.22	2.38	3.47	2.22	2.62	24.84
黔浙 1 号(P ₃) Qianzhe	3.86	3.50	8.19	7.12	1.70	1.88	2.35	3.67	3.59	3.56	2.72	3.11	2.62	2.90	25.39
浙农大 3 号(P ₄) Zhenong	3.91	3.35	7.79	6.84	1.70	2.01	2.50	3.28	3.55	3.73	2.70	3.30	2.41	2.73	24.9
紫皮大麦(P ₅) Zipi	4.03	3.80	8.39	7.63	1.85	2.37	2.69	2.96	3.90	4.66	2.95	3.85	3.30	3.72	28.05
S-096(P ₆)	3.81	4.23	7.10	7.16	2.04	2.24	2.88	2.93	4.07	4.17	3.12	3.24	3.55	3.55	27.05
R is ∅ 1508(F ₇)	4.73	4.31	8.47	7.72	1.96	2.16	3.00	3.23	4.27	4.62	3.29	3.28	3.06	3.26	28.68
平均 Mean	3.89	3.79	7.74	7.23	1.79	2.09	2.63	3.16	3.74	4.14	2.81	3.37	2.76	3.09	
杂种 F ₂ (i) F ₂ hybrid															
F ₂ (1)	3.89	3.87	7.53	7.68	1.85	1.80	2.84	2.89	3.97	4.30	3.11	3.12	2.86	2.96	26.34
F ₂ (2)	3.72	3.85	7.35	7.51	1.85	1.81	2.79	2.78	3.94	3.88	3.10	2.91	2.86	2.91	25.63
F ₂ (3)	3.70	3.81	7.52	7.52	1.91	1.97	2.69	2.90	4.02	4.29	3.11	3.31	3.01	3.29	26.53
F ₂ (4)	3.63	3.87	7.36	7.63	1.84	1.91	2.62	2.89	3.92	4.21	3.00	3.29	2.90	3.00	26.04
F ₂ (5)	3.74	4.10	7.60	7.73	1.98	2.10	2.71	2.98	3.86	4.26	3.04	3.45	3.11	3.26	26.96
F ₂ (6)	3.68	3.93	7.42	7.64	1.90	1.89	2.61	2.85	3.69	4.02	3.00	3.39	2.95	3.04	26.01
F ₂ (7)	3.78	4.00	7.38	7.56	1.95	1.95	2.80	2.99	3.84	4.26	3.15	3.56	3.10	3.06	26.69
F ₂ 平均 Mean	3.73	3.92	7.4	7.61	1.90	1.92	2.72	2.90	3.89	4.17	3.07	3.29	2.97	3.08	
相关系数 Correl Coef	0.443		0.259		0.311		0.457		0.580*		0.128		0.870**		

F₂(i) 代表第 i 个品种作亲本的所有组合 F₂ 平均值 为 1990 年与 1992 年之间的相关系数

F₂(i) represents the mean of all the F₂ generations derived from the combinations involving the parent i

Is a correlation coefficient between means in 1990 and in 1992

由两年结果看出, 不论亲本还是 F₂ 的氨基酸, 1992 年绝大多数材料均高于 1990 年 这可能是由于年际间的气候变化, 导致 1992 年籽粒饱满度差, 粒重下降, 淀粉含量相对较

少, 蛋白质和氨基酸含量相对提高所致^[8].

不同亲本和 F₂ 种子的大多数氨基酸含量两年间变化不一致 除精氨酸和酪氨酸的两年间的相关系数显著外, 其余氨基酸含量

年份间相关系数均较低(表 1), 说明材料间精氨酸和酪氨酸含量的差异主要由基因型决定, 受环境影响较小 而其它几种氨基酸含量受环境影响较大, 可能存在有基因型 × 环境互作

2.2 遗传方差和协方差分量的估计

大麦籽粒中 7 种非必需氨基酸含量的基

因型效应方差、协方差和环境互作方差分量估计值列于表 2 由表 2 可见, 各氨基酸含量的遗传效应不尽相同, 既有基因主效应起作用, 又有不同基因效应与环境的互作 种子加性效应(V_A)和显性效应(V_D)以及母体加性效应(V_{Am})和显性效应(V_{Dm})因不受环境的影响, 故这 4 种基因效应称为基因主效应

表 2 二棱大麦籽粒 7 种氨基酸含量的遗传方差、协方差和遗传率估计值

Table 2 Estimation of genetic variance and covariance components and heritability of 7 amino acid contents in kernels of two-rowed barley

参数 Parameter	天冬氨酸 Asp	谷氨酸 Glu	组氨酸 His	甘氨酸 Gly	精氨酸 Arg	丙氨酸 Ala	酪氨酸 Tyr
V_A	0.000	0.099**	0.027**	0.014**	0.102**	0.000	0.018**
V_D	0.190**	0.000	0.000	0.039**	0.000	0.443**	0.162**
V_{Am}	0.000	0.016**	0.005**	0.003**	0.018**	0.000	0.003**
V_{Dm}	0.000	0.152**	0.031**	0.000	0.162**	0.000	0.067**
V_{AE}	0.007**	0.000	0.000	0.000	0.121**	0.223**	0.000
V_{DE}	0.000	0.690**	0.092**	0.049**	0.000	0.000	0.168**
V_{AmE}	0.001**	0.000	0.000	0.000	0.024**	0.044**	0.000
V_{DmE}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.177**	0.390**	0.000
$C_{A, Am}$	0.000	0.059**	0.007	0.019	0.009	0.000	0.021
$C_{D, Dm}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.080**
$C_{AE, AmE}$	-0.079	0.000	0.000	0.000	0.022	0.098*	0.000
$C_{DE, DmE}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V_e	0.119**	0.321**	0.040**	0.102**	0.117**	0.131**	0.090**
V_P	0.158*	1.395**	0.209**	0.168**	0.783**	1.427**	0.626**
h_o^2	0.000	0.113**	0.164**	-0.029	0.141**	0.000	-0.005
h_m^2	0.000	0.054**	0.058*	-0.097**	0.034	0.000	-0.028
h_{oE}^2	-0.462**	0.000	0.000	0.000	0.183**	0.225**	0.000
h_{mE}^2	-0.495**	0.000	0.000	0.000	0.059**	0.100**	0.000

V_A = direct additive variance, V_D = direct dominance variance, V_{Am} = maternal additive variance, V_{Dm} = maternal dominance variance, V_{AE} = direct additive × environment variance, V_{DE} = direct dominance × environment variance, V_{AmE} = maternal additive × environment variance, V_{DmE} = maternal dominance × environment variance, $C_{A, Am}$ = additive covariance, $C_{D, Dm}$ = dominance covariance, $C_{AE, AmE}$ = additive × environment covariance, $C_{DE, DmE}$ = dominance × environment covariance, V_e = residual variance, V_P = phenotype variance, h_o^2 = direct heritability, h_m^2 = maternal heritability, h_{oE}^2 = direct interaction heritability, h_{mE}^2 = maternal interaction heritability.

2.2.1 谷氨酸和组氨酸 这两种氨基酸含量的种子加性效应(V_A)以及母体加性(V_{Am})和显性效应(V_{Dm})的方差估计值均达到极显著水平($P < 0.01$). 表明这 3 种基因效应同时决定着这两种氨基酸含量 其中种子加性效应和母体显性效应方差($V_A + V_{Dm}$)分别占各自总遗传方差($V_A + V_D + V_{Am} + V_{Dm}$)的 94.0% 和 92.1%. 表明这两种氨基酸

含量主要受控于种子加性效应和母体显性效应 其中, 后者的作用大于前者 虽然这两种氨基酸含量的直接显性效应方差未测出, 但它们的显性 × 环境互作方差估计值(V_{DE})达到极显著水平, 故不能排除种子直接显性 × 环境互作效应对其影响 谷氨酸含量存在有极显著的加性协方差($C_{A, Am}$)说明谷氨酸含量的种子加性效应与母体加性效应有着较强

的遗传正相关,这对于谷氨酸的育种选择是有利的。这两种氨基酸含量的其它方差分量均不明显。

2.2.2 天冬氨酸和丙氨酸 这两种氨基酸的遗传完全由种子直接显性基因效应控制,并且丙氨酸还有较强的直接加性 \times 环境互作以及母体显性 \times 环境互作方差,故对其直接改良比较困难。

2.2.3 甘氨酸和酪氨酸 甘氨酸含量的遗传主要受种子直接效应控制,其占总遗传方差的94.6%。而酪氨酸含量的遗传既受种子直接效应控制,又受母体效应控制,但主要受种子直接显性效应和母体显性效应控制,二者占总遗传方差的91.6%。这两种氨基酸含量的直接显性 \times 环境互作效应方差亦达显著水平。酪氨酸还存在着显著的显性协方差($C_{D, Dm}$)。说明这两种氨基酸含量亦难以直接改良。

2.2.4 精氨酸 主要受控于种子直接加性效应和母体显性效应,二者占总遗传方差的93.6%。但它们与环境互作效应(V_{AE} 和 V_{DmE})较大,因此,改良时,应注意特定环境的影响。

机误项方差(V_e)均达到显著水平,表明7种氨基酸除了受年份间的气候影响外,还明显受其它环境因素的影响。

2.3 遗传率的分析

根据基因型 \times 环境互作效应的种子遗传模型^[1,7],当不考虑细胞质效应时,遗传率可分解为普通遗传率和互作遗传率。普通遗传率包括直接遗传率($h_o^2 = (V_A + C_{A, Am})/V_P$)和母体遗传率($h_M^2 = (V_{AM} + C_{A, Am})/V_P$)。普通遗传率不包括遗传效应与环境互作分量,适用于各种环境。互作遗传率包括互作直接遗传率($h_{oE}^2 = (V_{AE} + C_{AE, AmE})/V_P$)和互作母体遗传率($h_{ME}^2 = (V_{AmE} + C_{AE, AmE})/V_P$)。互作遗传率只适用于特定环境。

二棱大麦籽粒的7种氨基酸的各项遗传

率估算结果表明(表2),谷、组和精氨酸的普通遗传率($h_o^2 + h_M^2$)较高,分别为16.7%、22.2%和17.5%。并且均以直接遗传率为主,又因为前两种氨基酸的互作遗传率均未测出。因此,对这两种氨基酸含量改良时,在杂交后代对单株籽粒直接进行选择有一定的效果。由于精氨酸含量的直接互作遗传率和母体互作遗传率均达显著水平,故对其直接选择时应考虑特定环境(年份)的影响。其它几种氨基酸的普通直接遗传率均极低,表明就本研究所用的遗传材料来说对其改良效果不大或无效。对于甘氨酸和酪氨酸来说,直接加性方差虽然达到显著水平,但由于直接加性与母体加性效应的遗传负相关(表2中的 $C_{A, Am} < 0$),总的可遗传效应相互抵消,故普通遗传率不显著。表中出现负的遗传率是由于负的互作协方差引起。

2.4 非必需氨基酸与赖氨酸的相关性

由于存在基因的连锁和一因多效等,生物体的不同性状之间常存在不同程度的相互关联。成对性状之间的协方差大小不仅可以说明成对性状间的相互关联程度,而且也是品质育种改良时,间接选择性状的依据。

二棱大麦非必需氨基酸与赖氨酸含量之间的协方差分析表明(表3),天冬氨酸与赖氨酸含量之间的表型协方差(C_P)和基因型协方差(C_G)有较高正值,而对于精氨酸与赖氨酸含量来说却为显著负值。其它几种氨基酸与赖氨酸含量之间的表型协方差和遗传协方差均不显著。

进一步分析发现,虽然谷、组、甘、丙和酪氨酸与赖氨酸含量之间的遗传协方差不显著,但其各协方差分量间却表现出不同程度的显著性(表3)。谷、组和酪氨酸与赖氨酸之间有显著的负向直接显性协方差(C_D)和母体显性协方差(C_{Dm})。而母体加性协方差(C_{Am})却为显著正值,且在绝对量上明显大于母体显性协方差。这说明在对赖氨酸改良

时,由于母本加性相关性,选择含量较高的亲本(母本)有可能同时获得谷、组氨酸和酪氨酸均提高的后代。对于天冬氨酸和精氨酸亦有类似结果(天冬氨酸 $C_{Am} = 14.002^{**}$ 、精氨酸 $C_{Am} = 18.317^{**}$)。表明在大麦育种中,要想

使赖氨酸与其他几种氨基酸含量均同步提高,对于母本材料的选择很重要。但是由于直接显性和母体显性的负向协方差,通过赖氨酸含量间接选择来提高其它几种氨基酸含量宜在高代进行。

表3 非必需氨基酸与赖氨酸含量之间的协方差分量估计值

Table 3 Covariance components between nonessential amino acid contents and lysine content

协方差 Covariances	天冬氨酸 Asp	谷氨酸 Glu	组氨酸 His	甘氨酸 Gly	精氨酸 Arg	丙氨酸 Ala	酪氨酸 Tyr
C_P	0.117 ⁺	0.261	0.149	0.014	-0.357 [*]	-0.139	0.236
C_G	0.110 ⁺	0.263	0.134	0.034	-0.370 [*]	-0.138	0.228
C_A	-7.627 [*]	-4.574 ⁺	-6.034	2.875	-13.052	2.577	-6.945 [*]
C_D	-8.930 ^{**}	-13.703 ^{**}	-2.250 ⁺	0.460	-13.386 ^{**}	5.817 ⁺	-6.801
C_{Am}	14.002 ^{**}	20.107 ^{**}	5.334 ^{**}	-0.480	18.317 ^{**}	-3.557	10.837 ^{**}
C_{Dm}	-3.052 ^{**}	-4.671 ^{**}	-0.750 ⁺	0.128	-4.526 ^{**}	1.960 ⁺	-2.307 ^{**}
C_{AE}	-0.548	-6.962	-3.826	0.314	1.371	-5.291	-3.794
C_{DE}	2.164 [*]	0.944	1.688 [*]	-2.723	2.876 [*]	-1.661	1.348 [*]
C_{AmE}	2.944	6.611	6.778	11.847	5.654	24.899	6.479 ⁺
C_{DmE}	0.697 ⁺	0.317	0.552 [*]	-0.925	0.898 [*]	-0.619	0.435 [*]
$C_{A/Am}$	-0.189	-3.154	1.134	-1.339	1.801	-1.419	0.369
$C_{D/Dm}$	3.020 ^{**}	4.655 ^{**}	0.787 ⁺	-0.147	4.475 ^{**}	-1.940 ⁺	2.292 ^{**}
$C_{AE/AmE}$	-1.894	-0.107	-2.039	-5.167	-4.613	-9.340	-1.727
$C_{DE/DmE}$	-0.708 ⁺	-0.297	-0.562 [*]	0.922	-0.925 [*]	0.568	-0.445 [*]
C_e	0.007	-0.002	0.015 ^{**}	-0.020 ⁺	0.014	-0.001	0.008

*, **, + Significance of 5%, 1% and 10% level, respectively.

成对性状间的直接加性和母体加性与环境互作方差(C_{AE} 和 C_{AmE})均不太明显。天冬、组、精和酪氨酸的直接显性和母体植株显性效应与环境互作的协方差(C_{DE} 和 C_{DmE})均达显著水平,即这4种氨基酸与赖氨酸含量间的显性相关亦受特定环境的影响。同时,直接加性效应与母体加性效应间的协方差($C_{A/Am}$)、直接显性效应与母体显性效应间的协方差($C_{D/Dm}$)以及它们与环境互作的协方差($C_{AE/AmE}$ 和 $C_{DE/DmE}$)也具有相似的表现。由此说明除了甘氨酸和丙氨酸外,可以利用性状间的母体加性相关,通过选择适当的亲本能够同时提高赖氨酸和其它几种氨基酸的含量,并且受环境影响小。

3 讨论

大麦籽粒品质性状的遗传已有不少报

道^[9-12],但多数是按 Griffing 和 Hayman 等人的双列杂交方法以二倍体的遗传模型分析,显然不符合种子胚乳性状属于三倍体的遗传规律。自莫惠栋提出胚乳性状三倍体模型后^[2],一些学者相继提出了包括母体植株效应的胚乳性状三倍体模型^[1,3,4,5,7]。应用研究中发现,玉米^[13]、水稻^[14]、棉花^[3]和大麦^[8,9]等作物种子品质性状都不同程度地存在母体效应。在实际育种中,环境条件对作物生长发育影响很大,多数品质性状存在基因型×环境互作^[15]。本研究采用包括基因型×环境互作的种子遗传模型的分析表明,大麦籽粒氨基酸含量不仅受种子直接效应的影响,同时亦不同程度地受母体植株效应和环境互作的影响。这说明在母体效应和环境互作存在下,分析籽粒品质性状宜采用种子模型。如果采用简单的加-显性模型,则所得结

论并不真实

亲本选配是杂交育种的关键 本研究包括母体效应模型分析从影响品质性状的各种基因效应进行分解和估算,结果能够很好地解释品质育种中选择适宜亲本的重要性 研究表明,谷、组、精和酪氨酸含量均存在显著的母体加性和母体显性方差(表 1),说明选择这些氨基酸含量高的母体材料作杂交,可望后代出现其含量亦高的个体 $R_{is} \approx 150\%$ 、S-096 紫皮大麦和苏啤 1 号是这几种氨基酸含量较高的亲本(表 1)。品质性状若以种子加性效应为主时,则可在杂交后代直接选择谷、组和精氨酸均有显著的种子加性效应方差,且普通遗传率较高,杂交后代直接选择有一定效果

大麦氨基酸含量的测定比较复杂,对杂交后代的单株或单粒选择亦较困难 利用成对性状间的相关性,特别是加性相关的间接选择,是改良不易操作或遗传率低的性状的有效方法 本研究采用种子模型将遗传相关剖分为各遗传分量的相关,这有利于了解性状间的本质,明确各氨基酸组分之间的遗传规律和排除环境因素及显性相关对间接选择的影响,以便提出更有效的育种方案 研究显示,由于天冬、谷、组、精和酪氨酸含量的种子直接加性相关为负值,通过杂交后代直接选高赖氨酸含量品系可能使这几种氨基酸的含量下降 但这几种氨基酸与赖氨酸含量的母体加性协方差为显著正值,因此利用性状间的母体加性相关,选择高赖氨酸的母本作杂交,将有可能出现其它几种氨基酸含量同步增加的后代

参考文献

- 1 朱 军 包括基因型 \times 环境互作效应的种子遗传模型及其分析方法 遗传学报, 1996, 23(1): 56~ 68
- 2 Mo H D. Genetic expression of endosperm traits,

- In: Weir, B. S. E J Eisen, M M Goodman *et al* (eds), Proc of the 2nd international conference on quantitative genetics. Sinauer, Sunderland/MA, 1988. 478~ 487
- 3 Dani R G, Kohel R L. Maternal effects and generation means analysis of seed-oil content in cotton. *Theor. Appl Genet*, 1989, 77: 569~ 575
 - 4 Foolad M R, Jones R A. Models to estimate maternally controlled genetic variation in quantitative seed characters. *Theor. Appl Genet*, 1992, 83: 360~ 366
 - 5 Bogyo T P, Lance R C M, Chevalier R, *et al*. Genetic models for quantitatively inherited endosperm characters. *Heredity*, 1988, 60: 61~ 67
 - 6 Zhu J. Mixed model approaches for estimating variances and covariances. *生物数学学报*, 1992, 7(1): 1~ 11
 - 7 Zhu J, Weir B S. A analysis of cytoplasmic and maternal effects II. Genetic models for triploid endosperms. *Theor. Appl Genet*, 1994, 89: 160~ 166
 - 8 徐绍英, 陈文华, 张伟梅等. 二棱大麦籽粒外观品质性状的遗传研究. *浙江农业大学学报*, 1994, 20(6): 593~ 598
 - 9 黄志仁, 周美学, 黄友圣等. 大麦蛋白质含量的遗传研究. *作物学报*, 1991, 17(1): 49~ 56
 - 10 Greewberg D C. A diallel cross analysis of gum content in barley (*Hordeum vulgare*). *Theor. Appl Genet*, 1977, 50: 41~ 46
 - 11 Hockett E A. A F Cook, M A Kham *et al*. Hybrid performance and combining ability for yield and malty in a diallel cross of barley. *Crop Sci*, 1993, 33(6): 1239~ 1243
 - 12 Ullrich S E, Esilick R F. Lysine and protein characterization of spontaneous shrunken endosperm mutants of barley. *Crop Sci*, 1978, 18: 809~ 812
 - 13 阿布东, 张全德. 高赖氨酸玉米数量性状的遗传研究. *浙江农业大学学报*, 1994, 20(6): 560~ 565
 - 14 石春海, 朱 军. 稻米营养品质种子和母体效应的遗传分析. *遗传学报*, 1994, 20(6): 560~ 565
 - 15 Schnebly S R, Fehr W R. Effect of years and planting dates on fatty acid components of soybean genotypes. *Crop Sci*, 1993, 33: 716~ 719