亲本间的交互作用对杂交高粱F_1籽粒蛋白质含量的影响及食用品质预报

杜荣骞　周之杭　邢金铭
（南开大学生物系）

THE EFFECT OF PARENTAL INTERACTION ON THE GRAIN PROTEIN CONTENT IN HYBRID SORGHUM F_1 AND THE PREDICTION OF PALATABILITY

Du Rongqian　Zhou Zhihang　Xing Jinming
(*Department of Biology, Nankai University*)

杂交高粱有产量高、抗逆力强、适应性广等特点。但由于它的食味品质较差，在生产上受到一定的限制，因而改善高粱的品质在国内外受到普遍重视。目前国外主要是考虑蛋白质含量和氨基酸平衡；在我国高粱主要是做为食用，因此不仅要有较高的营养价值，而且要求有较好的食味。为了对高粱育种工作提供一些数据，我们已经发表过高粱蛋白质含量测定的结果[1]及影响食味因素的研究[2]。为了深入探讨影响杂种蛋白质含量的主要因素及预报适口性，在本文中除对以前的结果补充一些数据外，重点做一些较深入的统计分析并提出我们的看法。

材料和方法

（一）蛋白质测定

蛋白质含量测定的结果曾以两次重复抽样的平均值发表[1]。为了分析父母本的交互作用，文中将4个母本和5个父本所配成的20个杂交组合的两次重复实验的结果分别列出。每一个样品重复测定间的相对误差不高于2％。因父本和母本的蛋白质含量均为选择型因素，故使用模型：

$$X_{ijk}=\mu+\alpha_i+\beta_j+\gamma_{ij}+\varepsilon_{ijk}\begin{cases} i=1,2,3,4,5 \\ j=1,2,3,4 \\ k=1,2 \end{cases}$$

估计父母本间的交互作用。其中α_i为父本在不同水平上的作用，β_j为母本在不同水平上的作用γ_{ij}为父母本在不同上的交互作用。

（二）食味预报

食味分析结果中列举了与食味有关的若干因素的含量分析[2]。本文将以多元线性模型：

$$y_k=\beta_0+\beta_1x_{1i}+\beta_2x_{2i}+\cdots\cdots+\beta_mx_{mi}+\varepsilon\begin{cases} m=1,2,\cdots\cdots 6 \\ i=1,2,\cdots\cdots 14 \end{cases}$$

分析6种因素对食味的影响。计算出因素的相关矩阵，并求出回归方程及标准偏回归系数。以标准偏回归系数的大小排列因素的主次，对主要因素做进一步分析。

© 1995-2006 Tsinghua Tongfang Optical Disc Co., Ltd.　All rights reserved.

结果和分析

(一)蛋白质含量

以5个父本和4个母本所配成的20个杂交组合的两次重复抽样的实验结果列在表1。

表1 20个杂交种的蛋白质含量(%)

父本＼母本	3197A		原新1A		西地迈罗A		矮巴子1A	
玛纳斯红	7.251	6.491	7.244	8.744	8.303	8.653	7.334	8.654
忻粱7	7.160	7.260	8.090	8.750	7.058	7.386	7.837	8.697
板农1	7.830	9.070	7.430	8.150	6.490	6.030	7.405	7.735
歪脖黄	6.095	6.595	6.464	7.482	7.757	8.103	6.619	7.519
忻粱71	6.113	6.183	6.816	7.156	9.615	9.975	6.337	6.497

对表1的数据做方差分析结果表明，父母本间的互交作用是极显著的见表2。

表2 5×4杂交组合F_1籽粒蛋白质含量的方差分析

方差来源	平方和	自由度	均方	F
父本间	3.2778	4	0.8194	2.01
母本间	2.8590	3	0.9530	2.33
父本×母本	26.6189	12	2.3850	5.84**
抽样误差	8.1640	20	0.4080	
总和	42.9197	39		

(二)食味品尝

计算了品质分析实验结果[2]中的7个变量间的相关矩阵，见表3。

表3 7个性状的相关矩阵

X_1 玻璃质	X_2 蛋白质	X_3 丹宁	X_4 支链淀粉	X_5 直链淀粉	X_6 可溶性糖	Y 食味评分
1	0.0555	−0.3348	0.6906**	−0.7819**	0.5478*	0.6999**
	1	−0.1525	−0.3160	0.3181	0.1401	−0.0065
		1	−0.0884	0.1587	−0.1665	−0.3440
			1	−0.8928**	0.6359*	0.4925
				1	−0.6823**	−0.4900
					1	0.4848
						1

*α=0.05 **α=0.01

以前6个变量为自变量，品尝评分为因变量，得到以下回归方程：

$$\hat{Y}=19.626+0.456X_1-4.303X_2-3.775X_3+0.296X_4+1.989X_5+26.364X_6$$

为了比较这6个因素在食味中的重要性，分别计算了它们的标准偏回归系数。

$b'_1=1.0039$ $b'_2=-0.3615$ $b'_3=-0.1144$

$b'_4=0.1810$ $b'_5=0.8748$ $b'_6=0.4316$

© 1995-2006 Tsinghua Tongfang Optical Disc Co., Ltd. All rights reserved.

（三）食味预报初试

从标准偏回归系数中可以看出 $b'_1=1.0039$（$b'_1>1$ 是由于计算误差所致）在这6个因素中最大。因而我们尝试用玻璃质的百分率预报品质的优劣。

从散点图（图1）中可以看出，虽然粒质与食味的关系在多元回归中可以按线性关系处理，但它们并非严格的线性关系。我们试配了它的二次曲线：

$$\hat{Y}=74.14-0.345X+0.0061X^2$$

而它的线性方程是：

$$\hat{Y}=61.06+0.318X$$

对二者做方差分析，结果见表4。

从表中可以看出，二次线的剩余方差明显小于一次线，因而二次线更接近于实际情况。计算极小值。

$$\frac{d\hat{Y}}{dX}=-0.345+0.0122X=0$$

$$X=28.3$$

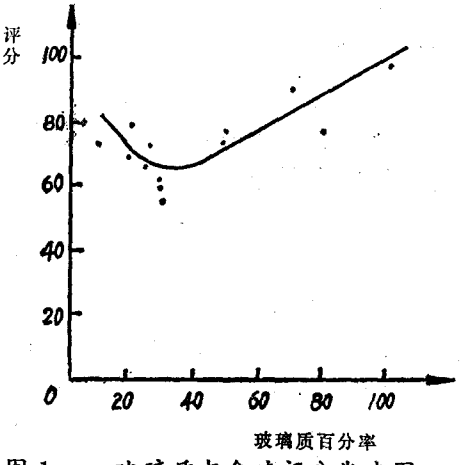

图1　玻璃质与食味评分散点图

表4　二种回归线的方差分析

类别	方差来源	平方和	自由度	均方	F
二次线	回归	1069.65	2	534.82	8**
	剩余	734.48	11	66.77	
	总和	1804.13	13		
一次线	回归	884.88	1	884.88	11.55**
	剩余	919.25	12	76.61	
	总和	1804.13	13		

**$\alpha=0.01$

讨　论

一、从表1中可以看出，父本间的F值和母本间的F值均未达到0.05显著水平。因而试图选出一个优良父本或一个优良母本，用它所配制的杂交组合的蛋白质含量都较高的可能性很小。但父本与母本交互作用的F值很高，达到了0.01的显著水平。因此预期获得一个高蛋白质的杂交种，必需选用适当的父母本，由于它们的交互作用，可望得到较好的杂种。

二、从表3相关矩阵表中可以看出，属于碳水化合物的三种成份间及其中的每一个与品尝评分间的相关都较密切，玻璃质可以说是这三种成分在籽粒形态上的表现。它与支链淀粉，直链淀粉和品尝评分间的相关系数都达到了0.01显著水平，与可溶性糖也达到了0.05显著水平。蛋白质与丹宁和另几个因素间的相关都不显著。丹宁对食味的影响应该是比较明显的。但由于我们在设计实验时，采用碾过的米磨面，除去绝大部分丹宁，来考察另外一些因素对食味的影响，因而丹宁的影响在这里变得不那么显著了。从以上分析可以看出，糖类是对食味影响的一个重要因素。

三、标准偏回归系数中的 b_1' 值最大，即玻璃质的含量是对食味影响最显著的因素，其次是直链淀粉和可溶性的糖含量。

比较标准偏回归系数和相关矩阵最后一列的结果可以看出：r_{2Y} 和 r_{3Y} 与 b_2' 和 b_3' 是接近的，都是负值。而 r_{5Y} 与 b_5' 出现了矛盾，从 r_{5Y} 的 -0.49 一跃到 b_5' 的0.8748。出现这种

© 1995-2006 Tsinghua Tongfang Optical Disc Co., Ltd. All rights reserved.

情况的原因是自变量间存在明显的相关。偏回归系数是当其它的量都不改变时，某一自变量对因变量贡献的数量标志。因此从回归方程中得到的结果更可靠，而简单相关系数往往掩盖真象给人们造成错觉。严格地说，由于本实验自变量间的显著相关，单纯用标准偏回归系数亦不能充分说明各个变量对总变量的影响的显著程度。用逐步回归法可能得到更准确的结果。由于计算工作量太大，我们没有做进一步的分析。

四、从初步试验可以看出，玻璃质对食味有显著影响，因而我们试图用玻璃质含量来预报食味的好坏。比较玻璃质与食味间的R^2值，$R^2_{二次曲线}=0.59$，$R^2_{一次线}=0.49$，所以说，二者呈二次曲线的关系，它的极值为28.3。根据我们初步研究当含有30%左右的玻璃质时，食味最不好；高于或低于这个数值时食味都会变好。

关于这点也可以从相关矩阵表及回归方程中看出。直链淀粉的作用是与支链淀粉及可溶性糖的作用相拮抗的。当直链淀粉含量增加时，支链淀粉含量就减少（$r_{4,5}=-0.8928$），可溶性糖含量也减少（$r_{5,6}=-0.6823$），结果是玻璃质含量降低。从回归方程中可以看出，直链淀粉，支链淀粉及可溶性糖对食味贡献都是正的。当直链淀粉含量增加时，除弥补了支链淀粉和可溶性糖含量降低对食味的破坏作用外，还以它本身的作用增加了适口性。反之，当直链淀粉含量减少时，支链淀粉和可溶性糖含量增加，玻璃质含量也随之增加，这时支链淀粉和可溶性糖对食味的贡献不但弥补了直链淀粉减少所造成的损害，也以自己的作用增加适口性。因此说，玻璃质的含量在峰值以下的适口性是由直链淀粉的作用造成的，而峰值以上的适口性是由支链淀粉及可溶性糖造成的。

由于本实验的化学测定的工作量太大，因此供统计分析的样本含量就小了些，尤其是多元回归中的样本含量，另外选用多元线性回归模型做分析，也可能与实际情况有所出入，不过做为对问题的初步探讨，这样做还都是允许的。

参 考 文 献

〔1〕 南开大学生物系遗传教研组：1974，杂交高粱品质问题的初步分析研究，遗传学通讯№ 4。

〔2〕 南开大学生物系遗传教研组：1976，影响高粱食味品质因素的分析研究，遗传与育种№ 1。

© 1995-2006 Tsinghua Tongfang Optical Disc Co., Ltd. All rights reserved.