

# 基因型和环境对小麦品种淀粉性状及面条品质的影响

姚大年<sup>1</sup> 李保云<sup>1</sup> 梁荣奇<sup>2</sup> 刘广田<sup>1</sup>

(1 中国农业大学作物学院; 2 北京市植物细胞工程实验室)

**摘要** 研究了15个冬小麦品种的11个面粉、淀粉和面条品质性状在5个生态试验点的表现。结果表明: 基因型方差在所有性状上达到极显著, 环境方差在8个性状上达到显著或极显著, 基因型×环境互作方差在7个性状上达到显著或极显著。基因型变异在多数品质性状上大于环境变异, 环境变异对一些重要品质性状的作用较大。基因型变异在所有性状上大于基因型×环境互作变异。多数性状的稳定性因品种而异, 一些重要品质性状具有较好的稳定性。本研究为小麦品质育种的淀粉性状和面条品质选择提供了有关基因型和环境作用的数据。

**关键词** 小麦; 基因型; 环境; 淀粉; 面条品质

**分类号** S512.1; S331

## Effects of Wheat Genotypes and Environments to Starch Properties and Noodle Quality

Yao Danian<sup>1</sup> Li Baoyun<sup>1</sup> Liang Rongqi<sup>2</sup> Liu Guangtian<sup>1</sup>

(1 College of Crop Sciences, CAU; 2 Beijing Plant Cell Engineering Lab, Beijing, 100081)

**Abstract** Experiment was conducted to investigate the performance of eleven traits of flour and starch as well as noodle quality for fifteen commercial wheat varieties (*Triticum aestivum*) on five ecological sites. The results showed: The variance of genotypes (G) were significant ( $P < 0.01$ ) for all tested traits, while the variance of environments (E) were significant ( $P < 0.05$  or  $P < 0.01$ ) for eight traits, the variances of  $G \times E$  were significant ( $P < 0.05$  or  $P < 0.01$ ) for only seven traits. The variation of G was bigger than that of E for most traits, however the effects of variation of E was more effective for some major quality traits. In brief, the variation of G was bigger than that of  $G \times E$  in all traits. The stability of most traits varied with the varieties, and there existed better stability for some important quality traits. The result offered the information of relations of genotypes and environments with starch properties and noodle quality, that can be used in wheat quality breeding in China.

**Key words** wheat; genotypes; environments; starch; noodle quality

基因型和环境是影响小麦品种品质的重要因素<sup>[1-3]</sup>, 对蛋白质数量和质量、淀粉特性和面条等最终产品品质均有不同程度的影响<sup>[6-8,11]</sup>。然而, 关于基因型和环境对中国小麦品种淀粉性状和面条品质的影响国内外报道甚少。本研究选用适于我国华北和黄淮海区种植的15个冬

收稿日期: 1998-11-04

本研究属安徽省自然科学基金(97411002)和国家自然科学基金(39770460)资助项目

姚大年, 安徽省合肥市安徽农业大学农学系, 230036

刘广田, 北京圆明园西路2号中国农业大学(西校区), 100094

小麦品种,在北京、山东、山西三省(市)5个试验点进行一年多试验,旨在:研究基因型、环境及基因型×环境互作变异对品种面粉及淀粉性状和面条品质的影响;检测各基因型在不同环境下的平均表现;评价基因型对环境的敏感性和稳定性。为小麦品质育种的淀粉性状和面条品质选择提供有关基因型和环境作用的信息。

## 1 材料和方法

### 1.1 供试品种、试验点布置、田间试验和样品处理

供试材料包括15个品种。试验于1995~1996年度分别在北京、山东的莱阳、临朐、济南和山西太原进行。随机区组设计,3次重复,小区5行,行长2.2m,行距30m,小区面积3.3m<sup>2</sup>。生长期给予较好的田间管理。1996年夏季按小区收获种子,晒干后称小区产量,然后在安全水分(水分含量 $w < 13\%$ )下贮存3个月,随机取5g籽粒,用Newport粉碎机(澳大利亚产)打成全麦粉,用Dicky-John近红外分析仪(美国产)测定水分、蛋白质、籽粒硬度和灰分。每样品取750g籽粒用于制粉。据籽粒水分含量,加水调至14%湿基,并视其蛋白质含量和硬度作适当调整,室温下润麦48h后制粉。用Brabander小型实验制粉机(德国产)制粉,先过70目筛,再用XSB-89型顶击式振动筛(国产)筛粉,过100目筛,出粉率60%左右。

### 1.2 直链淀粉含量测定

采用李锐等<sup>[1]</sup>的微量样品直链淀粉含量测定方法,并参照国标《直链淀粉含量测定方法》(GB 8648-87)加以适当改良后进行,2次重复。

### 1.3 膨胀势测定

采用McComick<sup>[8]</sup>的方法测定面粉膨胀势。称取过100目筛的干面粉0.25g,置入10mL离心管(每只离心管预先称重),加入5mL蒸馏水,颠倒20次混匀,70℃晃动水浴4min,取出摇动混匀,70℃水浴6min,移至100℃下水浴10min,取出,置入冷水中5min,离心(1700g,4min),轻轻吸去上清液,连离心管一起称毛重(g),2次重复。测定过程略。

膨胀势计算公式如下:

$$\text{膨胀势} = \frac{\text{毛重} - \text{离心管重}}{\text{干面粉重}}$$

### 1.4 面条制作与评分

按国内贸易部《面条制作与评分标准》(SB/T 10137-93)进行制作和评分,重复2次。试验在北京市植物细胞工程实验室进行。

## 2 结果与分析

### 2.1 一年多试验的方差分析

15个品种(基因型)、5个地点(环境)、11个性状的方差分析结果(表1)表明:面粉和淀粉性状中,面粉蛋白质含量、直链淀粉含量、膨胀势3性状的基因型方差、环境方差和G×E互作方差均达到极显著;面粉蛋白质含量的环境变异大于基因型变异,直链淀粉含量的基因型变异大于环境变异,而膨胀势的基因型变异与环境变异大小相近,3个性状的基因型变异均大于G×E互作变异。面条品质性状中,面条色泽、外观状态、适口性、韧性、粘性、光滑性、食味和

面条评分共 8 个性状的基因型方差均达到极显著; 环境方差在面条粘性、光滑性和食味共 3 个性状上不显著; 其余 5 个性状上达到显著或极显著。G × E 互作方差在面条色泽、表观状态、韧性和面条评分等 4 个性状上达到显著或极显著。面条表观状态和适口性的基因型与环境变异相差不大, 其余 6 个性状的基因型变异均大于环境变异; 8 个性状的基因型变异均大于 G × E 互作变异。

表 1 15 个品种 11 个性状的方差分析结果

性 状	区组	环境	基因型	基因型 × 环境	误差
DF	10	4	14	56	140
面粉蛋白质	0.108	27.4**	6.79**	0.50**	0.161
直链淀粉含量	0.401	4.132**	9.258**	0.806**	0.203
膨胀势	0.315	33.5**	29.8**	2.66**	0.224
面条色泽	0.187	0.904**	2.05**	0.456**	0.253
表观状态	0.180	1.60**	1.82**	0.864**	0.355
适口性	1.33	4.98**	5.09**	1.04	1.02
韧性	3.83*	5.49*	25.78**	3.78**	1.65
粘性	1.28	4.90	18.12**	2.98	3.09
光滑性	0.111	0.274	0.896**	0.167	0.152
食味	0.087	0.345	0.551**	0.172	0.162
面条评分	13.8	78.4**	107.6**	26.3*	16.8

\*, \*\* 分别表示 F 测验达到显著和极显著

## 2.2 不同基因型和不同环境下的性状表现

**2.2.1 性状平均值在品种间的变化范围及品种评价** 15 个品种 11 个性状的平均表现 (表 2) 表明: 面粉和主要淀粉性状平均值在品种间的变化范围为, 面粉蛋白含量 9.5% ~ 11.6% (14%, MB)、直链淀粉含量 20.9% ~ 24.0%、膨胀势 9.20 ~ 13.54。主要面条品质性状平均值在品种间的变化范围为, 面条色泽 7.87 ~ 9.23 分、韧性 18.5 ~ 22.6 分、粘性 19.1 ~ 22.6 分、光滑性 3.63 ~ 4.67 分、面条评分 78.0 ~ 88.9 分。

由表 2 可见, 供试的 15 个冬小麦品种中, 886059 在直链淀粉含量(负向)、膨胀势、面条色泽、表观状态、韧性、粘性和面条评分等综合品质性状上表现出较高的平均值; 济南 13、农大 95 和农大 123 等在多数品质性状上表现较好, 部分品质性状的平均值较低; 其余品种在不同性状上表现不尽一致。

**2.2.2 性状在不同地点的表现** 11 个性状在 5 个生态点的平均表现 (表 3) 表明: 面粉和主要淀粉性状在地点间的变化范围为, 面粉蛋白质含量 9.72% ~ 11.72% (14%, MB)、直链淀粉含量 22.2% ~ 23.2%、膨胀势 9.7 ~ 12.1。主要面条品质性状平均值在地点间的变化范围为, 面条色泽 8.28 ~ 8.60 分、韧性 20.3 ~ 21.0 分、粘性 20.2 ~ 21.0 分、光滑性 3.8 ~ 4.0 分、面条评分 81.4 ~ 84.8 分。

由表 3 可见, 5 个生态试验点中, 莱阳点在直链淀粉含量、膨胀势、面条适口性、韧性、粘性和面条评分等综合品质性状上表现出较高的平均值, 太原点在若干品质性状上表现出中等或较低的平均值, 其他 3 个点在不同性状上表现不尽一致。

表2 15个品种11个性状平均值

性状	H9182	济南13	农大101	太84009	泰港113	京冬8号	稳千1号	鲁麦15
面粉蛋白 $w$ /%,MB	10.3	10.4	10.8	9.5	10.9	11.6	11.6	10.7
直链淀粉 $w$ /%	23.1	23.6	22.3	23.3	22.0	22.9	22.3	22.1
膨胀势	9.20	12.20	9.35	10.40	8.64	11.31	11.63	12.89
面条色泽(分)	8.40	8.93	8.33	8.40	8.20	8.23	7.87	8.67
表观状态(分)	8.13	8.77	7.97	8.47	8.03	8.30	8.00	8.47
适口性(分)	16.4	17.8	17.1	17.1	16.6	16.7	16.9	17.7
韧性(分)	21.9	18.6	19.9	20.4	21.1	21.1	22.1	19.6
粘性(分)	19.7	21.7	19.2	20.4	20.9	19.1	19.6	21.3
光滑性(分)	3.83	4.23	3.70	4.00	3.83	3.80	3.73	4.13
食味(分)	3.80	4.07	3.83	4.13	3.83	3.97	3.80	4.17
面条评分	82.2	84.1	79.8	82.8	82.8	81.3	81.6	83.3

  

性状	农大95	农大123	鲁麦1号	京冬6号	54368	京411	886059	极差
面粉蛋白 $w$ /%	11.1	9.7	10.7	11.6	10.2	10.5	9.8	9.5~ 11.6
直链淀粉 $w$ /%	21.9	22.7	23.8	22.8	23.7	24.0	20.9	20.9~ 24.0
膨胀势	10.01	11.58	12.22	10.10	10.52	10.27	13.54	9.20~ 13.54
面条色泽(分)	8.57	9.00	8.70	8.10	8.23	8.67	9.33	7.87~ 9.23
表观状态(分)	8.20	8.90	8.30	8.27	7.83	8.57	8.97	7.83~ 8.97
适口性(分)	16.8	18.2	17.5	16.9	16.7	17.4	18.3	16.4~ 18.3
韧性(分)	22.4	20.1	19.5	22.6	18.5	19.6	20.9	18.5~ 22.6
粘性(分)	21.1	22.6	20.8	20.6	19.7	20.9	22.6	19.1~ 22.6
光滑性(分)	3.87	4.33	4.03	3.87	3.63	4.13	4.47	3.63~ 4.67
食味(分)	3.93	4.20	3.93	3.83	3.63	3.97	4.37	3.63~ 4.37
面条评分	85.0	87.4	82.7	84.1	78.0	73.3	88.9	78.0~ 88.9

表3 11个性状在5个试验点的平均表现

性状	北京	莱阳	临朐	济南	太原	极差
面粉蛋白质 $w$ /%	10.96	10.09	10.67	9.72	11.72	9.72~ 11.72
直链淀粉 $w$ /%	22.6	23.1	22.8	22.2	23.2	22.2~ 23.2
膨胀势	11.16	12.06	10.65	11.05	9.68	9.68~ 12.06
面条色泽(分)	8.60	8.59	8.28	8.60	8.44	8.28~ 8.60
表观状态(分)	8.44	8.53	8.08	8.43	8.21	8.08~ 8.53
适口性(分)	17.23	17.70	16.82	17.32	17.01	16.82~ 17.70
韧性(分)	20.63	21.00	20.08	20.64	20.33	20.08~ 21.00
粘性(分)	20.27	21.01	20.49	21.02	20.64	20.27~ 21.02
光滑性(分)	3.93	4.04	3.86	4.02	4.01	3.86~ 4.04
食味(分)	4.03	4.03	3.82	3.94	3.99	3.82~ 4.03
面条评分	82.87	84.82	81.38	84.01	82.70	81.38~ 84.82

### 2.3 品种及性状的稳定性

植物育种家常通过基因型对环境指数的回归分析来评价基因型的稳定性,并以回归系数 $b$ 值作为品种或性状稳定性的评价指标。一般说来,以 $b=1$ 为平均稳定性, $b>1$ 和 $b<1$ 分别表示低于平均稳定性和高于平均稳定性。因而,可以根据回归系数 $b$ 值来估测品种或性状的稳定性。本研究根据Eberhart<sup>[10]</sup>的方法进行稳定性分析。测验各回归系数 $b_i$ 与 $b=1$ 之间的差异

显著性(t 测验); 测验各个校正的离回归方差  $Sd^2$  与  $Sd^2 = 0$  之间的差异显著性(F 测验)。由于本研究中,  $Sd^2$  与 0 之间的 F 测验结果除个别品种的少数性状外, 差异均不显著(资料略), 因而可以根据回归系数  $b$  值评价品种或性状的稳定性。

**2.3.1 品种(基因型)的稳定性** 供试的 15 个品种分别在 5 个试验点的性状平均值与环境指数的回归系数  $b$  值及其与  $b=1$  的显著性测验(表 4)表明, 除了 54368 在大部分性状上的  $b$  值较高, 表现出不稳定性以外, 其余品种在大部分性状上的  $b$  值较为接近标准  $b$  值( $b=1$ )表现出较为广泛的适应性, 其中 886059 等品种具有较好的综合品质表现(表 2)。

表 4 15 个品种 11 个性状平均值与环境指数的回归系数

性 状	H9182	济南 13	农大 101	太 84009	泰港 113	京冬 8 号	稳千 1 号	鲁麦 15
面粉蛋白	0.996	1.235	1.196	1.023	0.647	0.790	1.766**	0.986
直链淀粉	0.717	1.177	1.422	0.710	0.958	1.180	-0.090	1.013
膨胀势	0.023*	2.008*	0.571	0.096*	1.978*	1.071	0.839	1.397
面条色泽	2.413*	-0.107	1.674	0.733	2.062	1.048	-1.100	1.313
外观状态	1.583	-0.096	3.240	1.322	2.415	-0.284	-1.000	0.914
适口性	0.729	1.177	1.183	1.055	0.087	0.547	0.247	0.308
韧性	1.919	0.62	0.547	-1.005	3.559*	-0.376	-0.017	-0.720
粘性	0.720	-0.209	0.149	1.413	2.094	3.020**	0.853	-0.628
光滑性	2.452*	0.086	0.290	0.588	-0.904	2.479*	1.458	-1.020
食味	0.271	0.07	2.996*	1.266	-0.426	0.571	0.514	-0.251
面条评分	1.137	0.125	1.466	0.249	2.774*	0.187	0.005	0.178

  

性 状	农大 95	农大 123	鲁麦 1 号	京冬 6 号	54368	京 411	886059
面粉蛋白	0.854	0.818	1.244	0.475*	1.226	0.777	0.965
直链淀粉	1.293	0.385	1.140	0.820	1.789	1.336	1.150
膨胀势	1.537	0.236	2.447*	0.392	0.536	0.519	1.350
面条色泽	-1.235	4.008**	1.134	-0.413	2.410*	1.317	-0.251
外观状态	0.733	2.917	0.070	-0.155	0.413	1.962	0.970
适口性	2.347	1.946	0.484	1.221	2.101	0.771	0.798
韧性	0.508	1.004	0.973	2.141	3.448*	0.321	2.073
粘性	1.138	1.489	0.330	0.408	2.697*	0.765	0.762
光滑性	1.487	1.131	-0.441	1.487	3.674**	1.951	0.284
食味	1.283	1.946	-0.939	0.248	4.689**	1.895	0.870
面条评分	0.847	1.965	0.036	1.105	2.953*	1.080	0.893

\*, \*\* 分别表示 t 测验达到显著和极显著

**2.3.2 性状的稳定性** 由表 4 可见: 面粉和淀粉性状中, 面粉蛋白质含量在少数品种上具有较高的  $b$  值, 多数品种上表现出较好的平均稳定性或高于平均稳定性, 而直链淀粉含量在几乎所有品种上均表现出较好的平均稳定性或高于平均稳定性。主要面条品质性状中, 面条外观状态、适口性、粘性和面条评分等除在一二个品种上出现明显的低于平均稳定性以外, 多数品种上出现不同程度的接近平均稳定性或高于平均稳定性。面条色泽和光滑性等性状在若干品种上表现出不稳定性。

在稳定性较好的品质性状中, 面粉蛋白质含量和直链淀粉含量等性状均具有较高的遗传力<sup>[3]</sup>。虽然环境因素对这些性状有相当大的影响(表 1), 但一般说来, 这些性状与其他性状相比, 对环境的敏感性相对较低, 可作为小麦品质性状筛选的主要参考因素。

### 3 讨论

基因型和环境因素对小麦品种品质性状的影响是育种家们关注的问题,多数研究认为,环境因素对品质性状的影响较大,基因型变异在大多数品质性状上达到显著,部分性状上存在显著的  $G \times E$  互作变异<sup>[5, 8, 9]</sup>。一些研究认为基因型在若干品质性状上的作用比环境因素更为重要<sup>[10, 12]</sup>。

#### 3.1 关于品种的稳定性的稳定性

从本研究结果(表 2~ 4)可以看出,一些品种在大多数品质性状上表现出较好的平均稳定性(如鲁麦 15 等),另一些品种在不同品质性状上表现出不同的稳定性(如 H9182 等)。认为在品种品质筛选中应注意那些在若干主要品质性状上表现出较好的平均稳定性,且综合品质性状平均值较高的品种(如 886059 等)。同时,那些在综合品质性状上具有特殊适应性的品种(如农 123 等)也有一定的利用价值。

#### 3.2 关于性状的稳定性

本研究所涉及的 11 个品种性状(表 4)中,一些重要品质性状具有较好的稳定性(如直链淀粉含量和面条适口性等),另一些性状因不同品种而表现出不同的稳定性(如部分面条品质参数)。认为一些平均稳定性较好、遗传力较高的性状可作为小麦品种面条品质筛选的重要因素。同时,不能忽视那些在不同品种上表现出不同的稳定性,但最终对品种影响较大的性状。

### 参 考 文 献

- 1 李锐,黄超武. 水稻单粒直链淀粉含量的测定方法. 广东农业科学, 1988, 5: 7~ 9
- 2 黄东印,林作楫. 冬小麦品质性状与面条品质性状关系的初步研究. 华北农学报, 1990, 5(1): 40~ 45
- 3 Peterson, et al 基因型和环境对硬粒红粒冬小麦品质性状的影响. 国外农学- 麦类作物, 1992, 4: 10~ 14
- 4 Endo S, Karibe S, Okada K, et al Factors affecting gelatinization properties of wheat starch. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, 1988, 35: 7~ 14
- 5 Huang S, Quail K, Moss R, et al Objective methods for quality assessment of northern style Chinese steamed bread. J Cereal Sci, 1995, 21: 49~ 55
- 6 Leach H W. Gelatinisation of starch. In: Whistler R W, Paschall E F, eds Starch: Chemistry and Technology. Vol 1. New York: Academic Press, 1965, 289~ 307
- 7 Lee C H, Gore P J, Lee H O, et al Utilization of Australian wheat for korean style dried noodle making. J Cereal Sci, 1987, 5, 283~ 297
- 8 McCormick K M, Panozzo J F, et al A swelling power test for selecting potential noodle quality wheats. Aust J Agric Res, 1994, 42: 317~ 323
- 9 Miura H, Tanii S. Endosperm starch properties in several wheat cultivars preferred for Japanese noodles. Euphytica, 1994, 72: 171~ 175
- 10 Morris, et al Genotype and environment variation for flour swelling volume in wheat. Cereal Chemistry, 1997, 74(1): 16~ 21
- 11 Oda M, Yasuda Y, Okazaki S, et al A method for flour quality assessment for Japanese noodles. Cereal Chem, 1980, 57, 253~ 255
- 12 Rubenthaler G L, Huang M L, Pomeranz Y. Steamed bread: I Chinese steamed bread formulation and interactions. Cereal Chem, 1990, 67: 471~ 475