

普通小麦面包体积及加工品质性状的杂种优势

王世杰^{1,2}, 尤明山², 康明辉³, 林作楫³, 李保云², 刘广田²

(1. 中国农业大学 农业部作物基因组学与遗传改良重点开放实验室, 北京市作物遗传改良重点实验室, 北京 100094;
2. 河南教育学院 人口与生命科学系/小麦育种研究中心, 河南 郑州 450014; 3. 河南省农业科学院, 河南 郑州 450002)

摘要:本研究采用在黄淮冬麦区种植面积较大的4个强筋小麦品种和4个中弱筋品种按NC II设计正反交组配32个组合, 对其F₂和亲本的种子, 按组合混合后分别测定籽粒硬度、面粉GMP含量、泽伦尼一沉降值、粉质图参数和面包体积, 结果表明: 面包体积的杂种优势非常普遍, 而且中亲优势率较高, 平均中亲优势率为+15% (-2% ~ +38%), 平均超亲优势率为1% (-19% ~ +34%)。表明, 强筋与中弱筋普通小麦品种间杂交组合F₂种子的面包体积杂种优势很强, 具有生产利用的潜力; GMP含量平均中亲优势率为+1% (-9% ~ +16%), 正向优势组合多, 负向优势组合少, 但超亲优势率几乎全为负值。表明, GMP含量以正向部分显性遗传为主, 利于面包小麦杂优利用; GMP含量的F₂表现型值、中亲优势率和超亲优势率与F₂籽粒的面包体积表现型值、中亲优势率和超亲优势率的正相关系数均达显著水平, 应该作为面包小麦杂种优势利用育种的组合评选微量评价指标。

关键词: 普通小麦; 杂种优势; 面包体积; 面包加工品质; 谷蛋白大聚合体(GMP); 粉质图

中图分类号: S512.035.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7091(2007)05-0123-06

Heterosis of Loaf Volume and Bread-making Quality Traits in Common Wheat (*T. aestivum* L.)

WANG Shi-jie^{1,2}, YOU Ming-shan², KANG Ming-hui³, LIN Zuo-ji³,
LI Bao-yun², LIU Guang-tian²

(1. China Agricultural University, Key Lab of Crop Genomics and Genetic Improvement, Ministry of Agriculture,
Beijing Key Lab of Crop Genetic Improvement, Beijing 100094, China; 2. Wheat Breeding Center,
Henan Institute of Education, Zhengzhou 450014, China; 3. Henan Academy of Agricultural
Sciences, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: Thirty two reciprocal crosses were made from four strong gluten wheat cultivars and four mid or weak gluten ones, all grown extensively in Huang-huai winter wheat region in China, based on CN II design. The seeds of F₂ generations and their 8 parents were each harvested and ground, the seed hardness, GMP content, Zeleny-sedimentation volume and Farinograph parameters were examed, respectively. The breads were made from the flour of F₂ seeds, and the loaf volumes were tested. The main conclusion are as follows: The positive heterosis of loaf volume were observed commonly, with the total mean of 15% (-2% ~ +38%) of mid-parent heterosis and that of 1% (-19% ~ +34%) of high-parent heterosis, indicating that the positive heterosis of loaf volume made from the F₂ seed flour produced by the crosses between strong and middle or weak gluten cultivars were powerful and useable; The total mean of 1% (-9% ~ +16%) of mid-parent heterosis of GMP content was observed, with majority of crosses positive and minority negative, and almost all the crosses negative based upon high-parent heterosis of GMP content, indicating that the inheritance of GMP content is mainly positive partial dominant and useable in bread wheat breeding program; The positive correlation coefficient between GMP content and loaf volume, based upon F₂ phenotype, mid-parent and high-parent heterosis respectively, were all significant at 5% or 1% level, indicating that GMP content should be used as the microscale parameter in evalu-

收稿日期: 2007-06-11

基金项目: 国家自然科学基金(30270823; 30471076); 国家“863计划”(2002AA207003, 2003AA207080)资助

作者简介: 王世杰(1957-), 男, 河南永城人, 博士, 副教授, 主要从事小麦高产优质遗传育种研究和生物学教学工作。

通讯作者: 尤明山(1967-), 男, 山东胶州人, 博士, 主要从事小麦品质遗传改良研究。

ating crosses in common wheat heterosis utilization program.

Key words: Common wheat (*T. aestivum* L.); Heterosis; Loaf volume; Bread-making quality; Glutenin macropolymer (GMP); Farinograph

遗传改良小麦的面包品质是小麦育种计划的重要目标,利用小麦杂种优势来改良小麦的面包品质是实现该育种目标的途径之一^[1]。因此,研究面包加工品质性状的杂种优势和遗传规律对杂交种型面包小麦品种的选育是非常重要的。

在前人的研究中,只有极少数采用直接烘焙面包的方法来研究面包品质的杂种优势,而多数是采用与面包品质相关的指标来研究面包品质的杂种优势,即蛋白质含量、面筋含量、稳定时间和沉降值等。其中采用直接烘焙面包的方法来研究面包品质的杂种优势的有 Boland 和 Walcott, Matuz 等和高庆荣等。Boland 和 Walcott, Matuz 等的研究结论是面包体积均为负向杂种优势^[2,3];然而高庆荣等^[1]的研究结果表明,面包体积和面包评分的杂种优势有正有负。更多学者采用与面包品质相关的指标来研究面包品质的杂种优势,其结果是面包加工品质的杂种优势多是负向的^[4-11]。

因为采用直接烘焙面包的方法来研究面包品质杂种优势的很少,而且研究结果不尽一致,所以有必要增加杂交组合的数量和提高亲本的代表性来进一步对面包体积或评分的杂种优势做更广泛深入地研究。本研究采用在我国黄淮冬麦区种植面积较大的4个强筋小麦品种和4个中弱筋品种按 NC II 设计正反交组配32个组合,对其亲本及 F_1 植株所生产的种子(即 F_2 的种子),按小区混合后分别测定籽粒硬度、面粉 GMP(谷蛋白大聚合体)含量、泽伦尼一沉降值、粉质图参数和面包体积,以期了解利用杂种优势的方法选育优质面包小麦品种的可能性和寻找可供面包小麦品质育种应用的简单、快捷、可靠、廉价的间接评选指标。

1 材料和方法

1.1 材料

本研究用的4个强筋小麦代表品种是藁8901(P1)、豫麦34(P2)、郑麦9023(P3)和陕优225(P4),4个中弱筋代表品种是温麦6号(P5)、豫麦18(P6)、豫麦50(P7)和扬麦9号(P8),按 NC II 设计组配正反交组合(4个强筋×4个中弱筋×2)32个。2004年秋季将 F_1 和亲本种子播种于河南省农科院试验田,3次重复,裂-裂区随机排列(中弱筋组亲本间效应为主区,强筋组亲本间效应为裂区,正反交细胞质效

应为裂-裂区),双行区,宽窄行种植(行距20 cm和30 cm),行长2 m,株距10 cm,常规田间管理,2005年6月初收获、脱粒,获得亲本和 F_1 植株所结 F_2 种子。

1.2 测定方法

6月份所收获的种子,晒干存放2个月后经润麦16~24 h,用德国产 Brabender Quadrumat junior 实验磨粉,筛后装入塑料袋密封存放备用。

硬度采用 NIR 法测定。GMP 含量测定参见王世杰等方法^[12,13]。Zeleny 沉降值采用国际谷物化学标准 ICC No.116 方法,用1 g 面粉微量法进行测定。

粉质图参数用 Brabender 粉质测定仪,按 GB/T14614-93 进行测定。

面包体积,按 AACCI0-10B(2004.9)方法测定。每样品100 g 面粉,出炉后测量体积。

1.3 公式

$$\text{中亲杂种优势率 } H_{MP}(\%) = \frac{F_2 - MP}{MP} \times 100$$

$$\text{超亲杂种优势率 } H_{HP}(\%) = \frac{F_2 - HP}{HP} \times 100$$

其中 F_2 , MP 和 HP 分别为 F_2 组合表现型值、中亲值和高值亲本表现型值。中亲杂种优势率又称平均杂种优势率^[14]。

1.4 统计分析方法

1.4.1 配合力方差分析 F_2 籽粒品质性状按照 NCII 设计正反杂交、裂-裂区田间设计排列的统计模型在 DPS 软件中运行配合力方差分析^[15]。

1.4.2 中亲杂种优势率的显著性检验 本研究仅对中亲杂种优势率进行显著性检验。中亲杂种优势

$$\text{率 } H_{MP} = \frac{F_2 - MP}{MP}$$

依据数理统计学中计求线性函数方差的原理(参见孔繁玲主编,《植物数量遗传学》第一版,第427-428页),

$$\sigma_{H_{MP}}^2 = \sigma^2 \left(\frac{F_2 - MP}{MP} \right) = \sigma^2 \left(\frac{F_2}{MP} - 1 \right)$$

$$\text{若令: } H'_{MP} = \frac{F_2}{MP}$$

$$\text{则: } \sigma_{H_{MP}}^2 = \sigma_{H'_{MP}}^2$$

F_1/MP 为连续性变数,在一定的遗传群体内呈正态分布。因此若通过合理的试验设计获得各杂交组合杂种优势的重复观测值,则可利用单个平均数的假设测验方法对 H_{MP} 进行假设测验。其检验假设为

$H_0:\mu_{HMP}=0, H_A:\neq 0$

t 检验采用双尾概率 $t_{0.05}$ 和 $t_{0.01}$ 两个临界值。品质性状的杂种优势率计算及显著性检验在 Microsoft Excel 软件上自编程序完成。

1.4.3 相关分析 相关系数及显著性检验在 SPSS 13.0 软件上完成。

2 结果与分析

2.1 试验材料的性状变异度

对 F₂ 所测定品质性状按照 NCII 设计正反杂交、裂-裂区田间设计排列的统计模型在 DPS 软件中运行配合力方差分析,结果表明,强筋亲本间的一

般配合力效应方差的 F 值均达到 1% 的极显著水平(方差分析表略);中弱筋亲本间的一般配合力效应方差的 F 值在沉降值、吸水率、形成时间、稳定时间、弱化度、评价值和面包体积等性状方面亦达到 1% 或 5% 的显著水平;正反交组合间的细胞质效应方差的 F 值在沉降值、稳定时间、弱化度和面包体积等性状方面亦达到 1% 或 5% 的显著水平。

本研究中形成时间、稳定时间和弱化度的变异系数为 40%~80%,评价值、GMP 含量和硬度的变异系数为 20%~30%,沉降值和面包体积的变异系数为 10%~20%,其中面包体积的变幅在 465~1016 mL,吸水率的变异系数为 4%。

表 1 粉质图指标的中亲优势率(H_{MP})和超亲优势率(H_{HP})

Tab.1 Heterosis for Farinograph parameters as percent of over mid-parent(H_{MP}) and high-parent(H_{HP})

组合 Cross			吸水率/% Water absorption		形成时间/min Developing time		稳定时间/min Stability		弱化度/ F.U. Degree of softness		评价值 Valorimeter value	
代号 No.	母本 Fem.	父本 Male	H _{MP} /%	H _{HP} /%	H _{MP} /%	H _{HP} /%	H _{MP} /%	H _{HP} /%	H _{MP} /%	H _{HP} /%	H _{MP} /%	H _{HP} /%
1	P1	P5	-2	-8	26	-22	62	20	-33	-54	-27	-10
2	P5	P1	-3	-9	-9	-42	5	-30	12	-41	0	-17
3	P1	P6	-2	-9	-28	-61	-38*	-66	-8	-51	-7	-30
4	P6	P1	0	-7	-26*	-58	-25	-59	-21	-57	-5	-28
5	P1	P7	1	-6	-27	-61	-45*	-71	-45*	-71	1	-32
6	P7	P1	0	-7	-32	-64	-59*	-79	-24	-60	-6	-37
7	P1	P8	-5	-11	-8	-44	78	0	-39	-70	8	-17
8	P8	P1	-5*	-11	-34*	-61	60	-12	-9	-59	-2	-25
9	P2	P5	-3	-9	13	-25	15	-10	-18	-35	5	-9
10	P5	P2	0	-6	-9*	-39	-10	-31	3	-19	-3	-16
11	P2	P6	-1**	-7	-22	-55	-7	-47	-18	-48	-3	-24
12	P6	P2	-1	-8	-28**	-57	-44**	-67	19	-25	-9*	-29
13	P2	P7	-3*	-9	-32*	-59	-49*	-72	-17	-53	-5	-34
14	P7	P2	-3	-9	-36*	-62	-49**	-72	-32*	-61	-4	-33
15	P2	P8	-4**	-10	-4	-42	129*	43	-59**	-73	25	0
16	P8	P2	-4**	-10	28	-27	126	37	-54*	-70	17	-8
17	P3	P5	-2	-5	22	-1	87	55	-42	-56	11	5
18	P5	P3	-2	-5	22	-1	67	42	-39*	-41	9*	4
19	P3	P6	-2*	-7	-3	-33	-23	-55	-10*	-32	1	-14
20	P6	P3	-2*	-7	-6	-35	-33	-62	0	-25	-1	-16
21	P3	P7	0	-5	-5*	-33	-26	-60	-31*	-58	5	-22
22	P7	P3	0	-5	-2	-31	-48*	-71	-12	-46	1	-25
23	P3	P8	-1	-6	-6	-30	76*	19	-36*	-49	9	-6
24	P8	P3	-1	-6	-3	-29	48	-3	-29	-45	6*	-9
25	P4	P5	0	-5	1	-35	19	-35	-27	-69	3	-18
26	P5	P4	0	-5	-8	-39	12	-38	23	-54	-6	-24
27	P4	P6	1	-5	-8	-45	-6	-54	-46*	-70	-2	-27
28	P6	P4	0	-6	-25*	-56	-11	-51	-53	-74	7	-20
29	P4	P7	2	-4	-24*	-55	-47*	-75	-45*	-71	-3	-36
30	P7	P4	1	-5	-38*	-63	-57*	-79	-35**	-66	-11	-41
31	P4	P8	1	-6	28	-18	49+	-14	-48*	-73	7	-20
32	P8	P4	0	-6	77*	13	34	-27	-56	-82	26	-6
Mean			-1	-7	-6	-40	9	-32	-26	-55	1	-19

注:F.U.粉质图单位;+ **表示分别达到10%,5%和1%显著水平

Note:F.U. Farinograph unit;+ ** Significant difference at 10%, 5% and 1% level

2.2 性状的杂种优势

2.2.1 面团流变学特性 由表1看出,吸水率的平

均中亲优势率为-1%,组合间的中亲优势率正值少且小,负值多且较大,没有正向超亲优势。表明,吸

水率以隐性遗传为主,利用杂种优势可能性不大;形成时间的平均中亲优势率为-6%,组合中正的少,负的多,超亲优势几乎全为负值。表明,形成时间以偏隐性为主、部分组合为偏显性和超显性遗传,总体上,不太利于利用杂种优势;稳定时间的平均中亲杂优势率为+9%,正负向优势组合几乎各半,有超亲优势组合存在。表明,稳定时间具有部分显性和超显性或偏隐性复杂的遗传特点,因而可挑选表现部分显性和超显性的组合,利用其杂种优势;弱化度的平均中亲优势率为-26%,多数组合为负向优势,且幅度大,极少数为正向优势且幅度较小,超亲优势全为

负值。表明,低弱化度为偏显性遗传为主。因此,可以利用弱化度的负向杂种优势;评价值的平均中亲优势率为+1%,组合的平均优势率接近于正负各半,并且有正向超亲优势组合存在。表明,评价值具有部分显性和超显性或偏隐性的复杂遗传特性。因此,可利用具有部分显性和超显性组合的杂种优势。
2.2.2 籽粒硬度 一般认为,优质面包小麦是硬质的^[16]。由表2可知,籽粒硬度的平均中亲杂种优势率为-7%,多数组合为负,少数为正值,超亲优势率全为负值。表明硬度为偏隐性遗传为主,不利于利用杂种优势。

表2 面包加工品质性状的中亲优势率(H_{MP})和超亲优势率(H_{HP})

Tab.2 Heterosis for bread-making quality traits as percent of over mid-parent(H_{MP}) and high-parent(H_{HP})

代号 No.	组合 Cross		硬度/% Hardness		GMP 含量/% GMP content		沉降值/mL Sedimentation volume		面包体积/mL Loaf volume	
	母本 Fem.	父本 Male	$H_{MP}/\%$	$H_{HP}/\%$	$H_{MP}/\%$	$H_{HP}/\%$	$H_{MP}/\%$	$H_{HP}/\%$	$H_{MP}/\%$	$H_{HP}/\%$
1	P1	P5	19	-27	-9	-19	5	2	-2	-18
2	P5	P1	13	-29	-4	-15	8	5	-2	-18
3	P1	P6	5	-40	-1	-29	14	-2	6	-19
4	P6	P1	-5	-40	4	-26	12*	-4	6	-19
5	P1	P7	1	-33	-4	-31	13	-8	8	-12
6	P7	P1	13	-30	-2	-30	10*	-10	7	-13
7	P1	P8	-12	-35	4	-16	11*	2	8	-11
8	P8	P1	2	-30	-1	-20	12*	2	5	-15
9	P2	P5	-9	-28	-3	-11	3	-4	14	2
10	P5	P2	-5*	-30	0	-8	1	-6	13	0
11	P2	P6	11	-30	16	-16	8	-15	18	-5
12	P6	P2	5	-33	2	-26	1	-20	2	-19
13	P2	P7	-6	-28	-2	-29	0	-25	12	-4
14	P7	P2	-24	-36	-5	-31	-6	-29	3	-12
15	P2	P8	-11	-29	-1	-18	6*	-11	13	-3
16	P8	P2	-10	-29	-2	-19	4	-13	17	1
17	P3	P5	0	-32	4	1	17	17	25	24
18	P5	P3	3	-31	3	0	8	8	23	22
19	P3	P6	-12	-45	4	-21	5	-12	17	4
20	P6	P3	-9	-44	5	-21	0	-16	23	10
21	P3	P7	37	-18	-8	-31	3	-17	29	25
22	P7	P3	-18	-43	-8	-30	4	-17	21	17
23	P3	P8	-24*	-43	5	-8	11*	-1	38	34
24	P8	P3	-17	-39	6	-6	5	-6	23	19
25	P4	P5	-11	-39	-3	-21	1	-11	22	10
26	P5	P4	-6	-37	-9	-25	1	-11	18	6
27	P4	P6	-29	-55	15*	-23	17*	-12	23	-1
28	P6	P4	-25	-48	6	-29	14*	-14	15	-7
29	P4	P7	-21*	-41	6	-29	11	-19	23	7
30	P7	P4	-29*	-51	7	-28	-2	-29	27	10
31	P4	P8	-12	-38	12	-16	12*	-10	21	5
32	P8	P4	-25	-43	7	-20	10*	-13	21	5
Mean			-7	-36	1	-20	7	-9	15	1

注:因面包体积的部分数据缺失而杂种优势的显著性检验没有进行; * ** 表示分别达到10%,5%和1%显著水平

Note: No significant test for loaf volume because of absence of partial data; * ** Significant difference at 10%,5% and 1% level

2.2.3 GMP(小麦谷蛋白大聚合体)含量 目前认为GMP含量是影响面团筋强度的最重要因素之一^[17]。GMP含量越高,面团的弹性越强,面包的体积越大。由表2可知,GMP含量的平均中亲优势率

为+1%(-9%~+16%),多数组合为正向少数为负向,超亲优势率几乎全为负值。表明GMP含量以正向部分显性遗传为主,利于应用其杂种优势。

2.2.4 Zeleny 沉降值 由表2可知,沉降值的平均

中亲优势率为+7%,正向优势的多,负向的少,表明,沉降值为部分显性或超显性遗传为主。沉降值的杂种优势具有利用的可能性。

2.2.5 面包体积 面包体积是在评价面包小麦品质中具有决定性作用的最终用途品质性状^[17]。由表2和图1看出,F₂籽粒的面包体积的杂种优势非

常普遍,平均中亲优势率达+15%(-2%~+38%),平均超亲优势率为1%(-19%~+34%)。表明,强筋与中弱筋品种间杂交组合的面包体积杂种优势很强,面包品质杂种优势具有生产利用的巨大潜力。

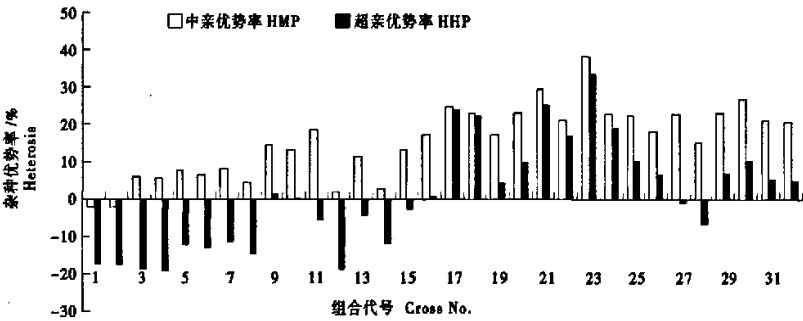


图1 面包体积的中亲优势率(H_{MP})和超亲优势率(H_{HP})

Fig.1 Heterosis for loaf volume as percent of over mid-parent(H_{MP}) and high-parent(H_{HP})

2.3 面包体积及其杂种优势率与面包加工品质性状及其杂种优势率的相关

表3列出面包体积的表型值与面包加工品质性状的表型值之间的简单相关系数,表明,面包体积的表型值与GMP含量、Zeleny沉降值、吸水率、形成时间、稳定时间和评价值的表型值之间呈显著或极显著的正相关,与弱化度的表型值呈显著的负相关,而与硬度相关不显著。为了进一步探究面包体积的杂种优势率与面包加工品质性状的杂种优势率的关

系,表3列出面包体积的杂种优势率与面包加工品质性状的杂种优势率的相关系数,表明,面包体积的中亲优势率与GMP含量、吸水率和评价值的中亲优势率呈显著的正相关,与硬度的中亲优势率间为显著的负相关,而与Zeleny沉降值、形成时间、稳定时间和弱化度的中亲优势率相关不显著。面包体积的超亲优势率与GMP含量、吸水率、形成时间和评价值的超亲优势率呈显著或极显著的正相关。

表3 面包体积表型值及其杂种优势率与面包加工品质性状及其杂种优势率的相关系数

Tab.3 Correlation coefficients between loaf volume and bread-making quality traits based on phenotype, mid-parent and high-parent heterosis

项目 Item	硬度 Hardness	GMP含量 GMP content	沉降值 Sedimentation volume	吸水率 Water absorption	形成时间 Developing time	稳定时间 Stability	弱化度 Degree of softness	评价值 Valorimeter value
表型值 ^a Phenotype	0.102 4	0.613 9**	0.505 5**	0.378 5*	0.387 0*	0.415 2*	-0.383 8*	0.394 6*
中亲优势率 ^b Mid-parent heterosis	-0.354 9*	0.384 8*	0.031 5	0.431 3*	0.278 7	0.147 8	-0.326 4	0.413 1*
超亲优势率 ^c High-parent heterosis	-0.143 0	0.427 0*	0.042 9	0.589 2**	0.573 9**	0.308 9	0.061 3	0.441 4*

注: *和**分别表示相关系数达到5%和1%的显著水平 Note: ** Significant difference at 5% and 1% level

3 讨论与结论

3.1 关于面包烘烤品质的杂种优势

Boland 等和 Matuz 等^[2,3]在少数杂交组合情况下通过直接烘烤面包发现面包体积的杂种优势率为负值。本研究在组合数较多的情况下发现面包体积的杂种优势非常普遍,而且平均中亲优势率较高(平均+15%,变幅-2%~+38%),具有正向超亲优势(平均+1%,变幅-19%~+34%)。表明,强筋与

中弱筋普通小麦品种间杂交组合的面包体积杂种优势很强,F₂籽粒的面包品质杂种优势具有生产利用的巨大潜力。因此,笔者认为,只要在产量和抗性等农艺性状上也具有一定的杂种优势,在面包小麦育种上就可以利用小麦的杂种优势。这与高庆荣等^[1]的结论基本一致。

3.2 有利于面包品质杂种优势利用的性状

从本研究的中亲杂种优势率的大小来看(表1,表2),有利于面包品质杂种优势利用的面包加工品

质性状是面包体积、GMP含量、泽伦尼-沉降值、稳定时间、弱化度和评价值,不利的性状是硬度、形成时间和吸水率。

3.3 GMP含量可作为杂种小麦的优良烘烤品质的间接选择指标

理论上,在小麦杂种优势利用育种计划中能作为面包品质的间接评选指标的性状应该是,其表现型值、中亲优势率和超亲优势率分别与面包体积的表现型值、中亲优势率和超亲优势率的相关系数均存在显著的正相关或负相关关系。因为这样的间接品质评选指标的加性效应、显性效应和上位性效应与面包体积的效应相一致,在育种中才有较高的选择效率和准确度。本试验的结果表明,GMP含量、吸水率和评价值在本试验中符合上述的条件。然而,只有GMP含量的测定既可微量,又简单、快捷、可靠、廉价^[13,18,19],是比较理想的微量评价指标。

高汝勇等^[18]研究认为,“GMP含量的遗传,以加性效益为主,遗传力很高,早代选择有效。”这与本研究的结论一致。因此,在小麦杂种优势利用育种中,GMP含量可作为间接评选指标,结合双亲表现,初步评价品种间杂交组合面包品质的优劣。

参考文献:

- [1] 高庆荣,刘传福,王瑞霞.杂种小麦面包烘焙品质的优势效应[J].中国粮油学报,2004,19(5):20-22.
- [2] Boland O W, Walcott J J. Levels of heterosis for yield and quality in an F_1 hybrid wheat[J]. Aust J Agric Res, 1985, 36: 545-52.
- [3] Matuz J, Kertész Z, úcs E. Inheritance of bread making quality in Crosses of Hungarian and North-American winter wheats (*T. Aestivum L.*) [J]. Cereal Research Communications, 1993, 21(1):39-43.
- [4] Borghi B, Perenzin M, Nash R J. Agronomic and qualitative Characteristics of ten bread wheat hybrids produced using a chemical hybridizing agent [J]. Euphytica, 1988, 39: 185-194.
- [5] Borghi B, Perenzin M. Diallel analysis to predict heterosis and combining ability for grain yield, yield components and bread-making quality in bread wheat (*T. aestivum L.*) [J]. Theor Appl Genet, 1994, 89: 975-981.
- [6] 郝贵霞,宋希云,尤明山,等.杂种小麦籽粒品质性状的杂种优势[J].中国农业大学学报,1998,3(3):26-32.
- [7] 许海霞,吕德彬,程西水,等.CHA杂种小麦籽粒品质性状的杂种优势[J].河南农业科学,2000(3):1-9.
- [8] 梁荣奇,郝贵霞,尤明山,等.杂种小麦籽粒蛋白质含量和面团流变特性在 F_1 和 F_2 世代中的表现[J].中国农业大学学报,2001,6(1):23-29.
- [9] 张利,田笑明,曹连青,等.冬小麦面粉品质性状配合力和杂种优势研究[J].麦类作物学报,2005,25(4):24-28.
- [10] 张明,王岳光,刘广田.小麦品质性状杂种优势及其配合力研究[J].麦类作物学报,2006,26(3):63-66.
- [11] Perenzin M, Pogna N E, Borghi B. Combining ability for bread making quality in wheat [J]. Can J Plant Sci, 1992, 72: 743-754.
- [12] 王世杰,林作楫,吴政卿,等.小麦品质性状微量测定方法评价[J].中国粮油学报,2006,21(4):124-127.
- [13] 王世杰,康明辉,尤明山,等.两种浊化剂在小麦谷蛋白大聚合体测定中的有效性[J].麦类作物学报,2006,26(6):56-59.
- [14] 蔡旭.植物遗传育种学[M].第2版.北京:科学出版社,1988:461-463.
- [15] 唐启义,冯明光. DPS 数据处理系统[M].第1版.北京:科学出版社,2006:116-118.
- [16] 林作楫.食品加工与小麦品质改良[M].北京:中国农业出版社,1994:150-151.
- [17] Weegels P L, Van de Pijpekamp, Graveland A M, et al. Depolymerisation and re-polymerisation of wheat glutenin during dough processing. I. Relationships between glutenin macropolymer content and quality parameters [J]. J Cereal Sci, 1996, 23: 103-111.
- [18] 高汝勇,杨学举,刘桂茹.小麦籽粒谷蛋白大聚合体含量的遗传模型分析[J].河北农业大学学报,2002,25(1):10-12.
- [19] 雷振生,吴政卿,田云峰,等.生态环境变异对优质强筋小麦品质性状的影响[J].华北农学报,2005,20(3):1-4.

普通小麦面包体积及加工品质性状的杂种优势

作者: [王世杰](#), [尤明山](#), [康明辉](#), [林作楫](#), [李保云](#), [刘广田](#), [WANG Shi-jie](#), [YOU Ming-shan](#), [KANG Ming-hui](#), [LIN Zuo-ji](#), [LI Bao-yun](#), [LIU Guang-tian](#)

作者单位: [王世杰, WANG Shi-jie](#)(中国农业大学, 农业部作物基因组学与遗传改良重点开放实验室, 北京市作物遗传改良重点实验室, 北京, 100094; 河南教育学院, 人口与生命科学系/小麦育种研究中心, 河南, 郑州, 450014), [尤明山, 李保云, 刘广田, YOU Ming-shan, LI Bao-yun, LIU Guang-tian](#)(河南教育学院, 人口与生命科学系/小麦育种研究中心, 河南, 郑州, 450014), [康明辉, 林作楫, KANG Ming-hui, LIN Zuo-ji](#)(河南省农业科学院, 河南, 郑州, 450002)

刊名: [华北农学报](#) [ISTIC](#) [PKU](#)

英文刊名: [ACTA AGRICULTURAE BOREALI-SINICA](#)

年, 卷(期): 2007, 22(5)

被引用次数: 1次

参考文献(19条)

1. 高庆荣;刘传福;王瑞霞 [杂种小麦面包烘焙品质的优势效应](#)[期刊论文]-[中国粮油学报](#) 2004(05)
2. Boland O W;Walcott J J [Levels of heterosis for yield and quality in an F1 hybrid wheat](#) 1985
3. Matuz J;Kertesz Z;acs E [Inheritance of bread making quality in Crosses of Hungarian and North-American winter wheats, \(T.Aestivum L.\)](#) 1993(01)
4. Sorghi B;Perenzin M;Nash R J [Agronomic and qualitative Characteristics of ten bread wheat hybrids produced using a chemical hybridizing agent](#) 1988
5. Borghi B;Perenzin M [Diallel analysis to predict heterosis and combining ability for grain yield, yield components and breadmaking quality in bread wheat, \(T.aestivum L.\)](#) 1994
6. 郝贵霞;宋希云;尤明山 [杂种小麦籽粒品质性状的杂种优势](#) 1998(03)
7. 许海霞;吕德彬;程西永 [CHA杂种小麦籽粒品质性状的杂种优势](#)[期刊论文]-[河南农业科学](#) 2000(03)
8. 梁荣奇;郝贵霞;尤明山 [杂种小麦籽粒蛋白质含量亢兔端帕秧潮胚栽最1和F2世代中的表现](#)[期刊论文]-[中国农业大学学报](#) 2001(01)
9. 张利;田笑明;曹连莆 [冬小麦面粉品质性状配合力和杂种优势研究](#)[期刊论文]-[麦类作物学报](#) 2005(04)
10. 张明;王岳光;刘广田 [小麦品质性状杂种优势及其配合力研究](#)[期刊论文]-[麦类作物学报](#) 2006(03)
11. Perenzin M;Pogna N E;Borghi B [Combining ability for bread making quality in wheat](#) 1992
12. 王世杰;林作楫;吴政卿 [小麦品质性状微量测定方法评价](#)[期刊论文]-[中国粮油学报](#) 2006(04)
13. 王世杰;康明辉;尤明山 [两种浊化剂在小麦谷蛋白大聚合体测定中的有效性](#)[期刊论文]-[麦类作物学报](#) 2006(06)
14. 蔡旭 [植物遗传育种学](#) 1988
15. 唐启义;冯明光 [DPS数据处理系统](#) 2006
16. 林作楫 [食品加工与小麦品质改良](#) 1994
17. Weegels P L;Van de Vijpekmap;Graveland A M [Depolymerisation and re-polymerisation of wheat glutenin during dough processing. I. Relationships between glutenin macropolymer content and quality parameters](#)[外文期刊] 1996(2)
18. 高汝勇;杨学举;刘桂茹 [小麦籽粒谷蛋白大聚合体含量的遗传模型分析](#)[期刊论文]-[河北农业大学学报](#) 2002(01)
19. 雷振生;吴政卿;田云峰 [生态环境变异对优质强筋小麦品质性状的影响](#)[期刊论文]-[华北农学报](#) 2005(03)

本文读者也读过(4条)

1. [于海霞, 孙彩玲, 田纪春, YU Hai-xia, SUN Cai-ling, TIAN Ji-chun](#) [不同型号面包改良剂对面包品质影响的研究](#)

[期刊论文]-[粮食加工](#)2007, 32(4)

2. [哪种面包更营养](#)[期刊论文]-[农产品加工·综合刊](#)2010(8)

3. [李铭](#) [面包预混合小麦粉配方的优化](#)[期刊论文]-[粮食与食品工业](#)2010, 17(3)

4. [李昌文](#), [LI Chang-wen](#) [红薯面包的研究](#)[期刊论文]-[粮食加工](#)2010, 35(5)

引证文献(1条)

1. [王世杰](#), [李保云](#), [康明辉](#), [刘春雷](#), [达博雯](#), [林作楫](#), [尤明山](#), [刘广田](#) [细胞质对普通小麦面包加工品质的影响](#)[期刊论文]-[华北农学报](#) 2008(4)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_hbnxb200705031.aspx