

小麦谷蛋白亚基的等位基因变异及其对面团和面时间的影响*

朱金宝

D. Mares

L. O'Brien

(北京市植物细胞工程实验室, 北京 100081) (澳大利亚悉尼大学植物育种研究所, Narrabri NSW 2390)

摘要 利用澳大利亚不同谷蛋白亚基组成的小麦配制的 4 个组合的 F_4 代材料, 研究了小麦高低分子量谷蛋白亚基的等位基因变异及其对面团和面时间的影响, 结果表明由 $Glu-D1$ 位点内等位基因 d 控制的 $5+10$ 亚基和由 $Glu-B1$ 位点内等位基因 i 控制的 $17+18$ 亚基, 分别比其相应的等位基因 a 控制的 $2+12$ 和等位基因 e 控制的 $20x+20y$ 亚基可以显著地提高面团和面时间; $Glu-3$ 位点内同源染色体等位基因之间对和面时间具有加性和互作效应; $Glu-1$ 和 $Glu-3$ 位点之间对面团和面时间效应的相对大小受群体遗传背景的影响。

关键词 小麦 高分子量谷蛋白亚基 低分子量谷蛋白亚基 面团和面时间

小麦面粉的和面特性主要是由面粉中的蛋白决定的^[2], 特别是高低分子量谷蛋白亚基对决定面团的特性起着重要的作用。有研究表明, $Glu-1$ 和 $Glu-3$ 位点对面团最大延伸阻力 R_{max} 的效应在很大程度上是加性的, 可以说明大约 80% 的变异, 同时又有 10% 的互作效应^[3-5]。与 $Glu-1$ 位点相比, 对于 $Glu-3$ 位点内等位基因的变异与面团特性关系的研究, 仍然是不足的, 在我们前期研究中, 利用两个硬质小麦杂交组合的后代品系, 分析了不同位点内等位基因的变异, 发现由于高低分子量谷蛋白亚基的组合不同, 面团和面时间有很大的变异, 可超出亲本值, 而且不受蛋白质含量的影响。通常, 强力面粉需较长的和面时间以达到面团的形成时间^[6]。近年来, 由于高速和面机的广泛采用, 对于加工工业, 和面时间短而形成时间长的面粉是合适的^[1], 而和面时间和形成时间存在显著的正相关。因此研究 HMW 和 LMW 谷蛋白亚基的等位基因变异及其对和面特性的影响, 以便通过调节不同蛋白亚基的组成选择其面团具有适宜和面时间和形成时间的材料, 以满足市场的需求, 提高小麦品质育种的选择效率。

1 材料和方法

四个组合 $Suneca \times Sunstar$, $Suneca \times Cocamba$, $Suneca \times Mokoan$ 和 $Sunco \times Hartog$ 的 F_4 群体, 1993~1994 年种植于澳大利亚悉尼大学植物育种研究所试验站, 种子收获后, 分

别选择了 G lu-1或 G lu-3位点内等位基因纯合的品系 101、77 81和 66个, Brabender磨面粉, 用 35g面粉和面测定面粉的和面特性^[8], 分析每个品系的高低分子量谷蛋白亚基组成, 分别根据 Payne^[7]和 Gupta等^[4]建立的命名方法命名, 各亲本的谷蛋白亚基组成见表 1

表 1 各亲本高低分子量谷蛋白亚基的组成及面团的和面时间

品 种	位 点						和面时间 (m in)
	G lu-1			G lu-3			
	A	B	D	A	B	D	
Suneca	a	i	d	d	h	e	4 60
Sunstar	b	u	d	c	b	b	4 80
M okoan	a	e	a	e	b	b	3 13
Sunco	a	u	a	b	b	b	4 54
Hartog	a	i	d	b	h	e	5 12
Cocamba	b	u	a	c	b	b	4 22

2 结果与分析

2 1 G lu-1和 G lu-3位点内等位基因的差异对和面特性的影响

表 2 高分子量谷蛋白亚基与面团和面时间的关系

群 体	位 点							
	G lu-D1			G lu-B1				
	样品数 (个)	和面时间 (m in)	t测验*	样品数 (个)	和面时间 (m in)	t测验*		
Suneca× M okoan	a	28	3 29	A	i	19	3 94	A
	d	17	4 98	B	e	21	3 17	B
Sunco× Hartog	a	18	3 39	A	u	18	3 68	A
	d	61	4 72	B	i	13	3 96	A
Suneca× Cocamba	a	22	4 22	A	u	12	4 17	A
	d	21	4 41	A	i	19	4 71	A
Suneca× Sunstar	d	-	-	-	u	23	4 57	A
	d	-	-	-	i	25	4 31	A

* P< 0 05

根据谷蛋白位点内某一等位基因的差异分组, 并进行组间显著性测验(表 2), 结果表明由 G lu-D1位点内等位基因 d编码的 5+ 10亚基对面团和面时间的效应在不同组合后代群体内表现不同, 在 Suneca× M okoan和 Sunco× Hartog后代群体内, 5+ 10亚基比 2+ 12可显著提高面团和面时间, 而在 Suneca× Cocamba群体内两者并无显著差异, 表明高分子量谷蛋白 5+ 10亚基不一定与面团的和面时间呈正相关; G lu-B1位点内, 在 Suneca× M okoan群体内, 亚基 i(17+ 18)和 e(20x+ 20y)之间对和面时间的效应存在着显著差异, 而其它群体内在亚基 u(7+ 8)和 i(17+ 18)之间未有显著差异; G lu-A 1位点内, a(1)和 b(2*)之间无显著差异。

Glu-3位点内(表 3), 只有在 Suneca× Sunstar后代群体内, Glu-B3位点内的等位基因 b和 h之间以及 Glu-A 3位点内的 d和 c之间对面团和面时间的效应存在着显著的差异, 而在其它三个群体内, 未检测到不同等位基因之间的显著差异, 在 Glu-D 3位点内, 四个群体在 b和 e之间, 对面团和面时间的效应均未有显著差异。

表 3 低分子量谷蛋白亚基与面团和面时间的关系

群 体	位 点							
	Glu-A 3			Glu-B 3				
	样品数 (个)	和面时间 (m in)	t测验*	样品数 (个)	和面时间 (m in)	t测验*		
Suneca× M okoan	d	47	3.82	A	h	35	3.85	A
	e	34	3.88	A	b	46	3.84	A
Sunco× H artog	b	-	-	-	h	29	3.75	A
	b	-	-	-	b	36	3.81	A
Suneca× Cocamba	d	33	4.74	A	h	37	4.57	A
	c	31	4.30	A	b	19	4.46	A
Suneca× Sunstar	d	68	4.36	A	h	44	4.24	A
	c	33	4.73	B	b	57	4.67	B

* P < 0.05

表 4 Glu-A 3和 Glu-B 3之间不同等位基因的组合类型对面团和面时间的效应

Suneca× M okoan			Suneca× Cocamba			Suneca× Sunstar					
样品数 (个)	和面时间 (m in)	t测验*	样品数 (个)	和面时间 (m in)	t测验*	样品数 (个)	和面时间 (m in)	t测验*			
eb	24	4.13	A	dh	20	5.02	A	cb	25	4.77	A
dh	25	4.07	AB	cb	14	4.59	AB	ch	8	4.61	AB
db	22	3.54	BC	db	13	4.31	AB	db	32	4.58	A
eh	10	3.30	C	dh	17	4.05	B	dh	36	4.15	B

* P < 0.05

2.2 Glu-3位点内不同等位基因的组合对面团和面特性的影响

根据 Glu-A 3和 Glu-B 3位点内等位基因的不同重组将每个参试群体分组, 在 Suneca× Sunstar群体内, 具有 Glu-A 3位点内等位基因 c和 Glu-B 3位点内等位基因 b的类型, 对面团和面时间的效应最大, ch和 bh居中, dh类型最小, 在其它两个群体 Suneca× Cocamba和 Suneca× M okoan中尽管单个亚基之间对和面时间的效应未有显著差异, 但在 Glu-A 3和 Glu-B 3之间不同等位基因组合类型可以产生显著的差异(表 4), 在 Suneca× Cocamba群体内, dh型具有最大的和面时间效应, 与 ch型有显著差异, 而在 Suneca× M okoan群体内, eb最大, dh和 db居中, eh最小, 尽管亲本 M okoan(ebb)比 Suneca(dhe)面粉的和面时间短, 但在其后代群体中 eb类型反而产生最大的面团和面时间效应, 与 dh类型存在着显著的差异。

2.3 Glu-1和 Glu-3位点对面团和面时间效应的比较

高低分子量谷蛋白亚基对和面时间的效应在不同群体内表现不同, 在群体 Suneca× M okoan中, 由 Glu-1和 Glu-3位点控制的高、低分子量谷蛋白亚基对面团和面时间都存在着

显著的影响;在另外两个群体 Suneca \times Sunstar和 Suneca \times Cocamba中,只在 Glu-3位点内不同等位基因控制的亚基或亚基组合之间存在着显著差异;而在群体 Sunco \times Hartog中,只在 Glu-1位点内不同亚基的效应存在着显著差异,而在 Glu-3位点内(Glu-A 3相同)并无显著差异。综上所述,小麦籽粒高、低分子量谷蛋白亚基对面团和面时间都有显著的效应,但这种效应的相对大小受群体遗传背景的影响。

3 讨论

本研究表明 Glu-1和 Glu-3位点内等位基因的变异可显著的影响面团的和面时间,这与 Gupta等人根据面团最大阻力的研究结果是一致的^[5]。而且 5+ 10亚基和 2+ 12亚基并不总是与面团和面时间的长短相关联,低分子量谷蛋白亚基以及亚基的互作也可以说明面团和面时间的部分差异,因此,在育种早代对这一性状的选择,只根据 Glu-1位点内等位基因的不同是不全面的,还应考虑 Glu-3位点内等位基因的变异;而且亚基对面团和面时间的效应又受群体遗传背景的影响,在 Suneca \times Sunstar后代群体内,低分子量谷蛋白亚基 dh结合类型并不表现出最大的和面时间效应,尽管亲本 Suneca(dhe类型)具有较长的面团和面时间,这可能是由于另一亲本 Sunstar(cbe类型)可以产生更长的和面时间引起的,这与我们以前的研究结果是一致的^[8]。而在 Suneca \times Mokoan群体内,尽管亲本 Mokoan的面团和面时间较短,但在其后代中,eb类型反而产生最大的和面时间效应,这可能是由于 eb与来自另一亲本 Suneca的 5+ 10亚基对结合在一起的缘故。在本研究的不同群体内,面团和面时间这一性状存在着很大的变幅,在一定程度上可以获得能产生不同面团和面时间的小麦,但那些具有极端和面时间的品系并不能完全用谷蛋白位点内不同等位基因的变异来解释,还应考虑其它因子,如醇溶蛋白/谷蛋白的比例,高低分子量谷蛋白的比例等,方能全面地衡量小麦面团和面时间的遗传变异;同时由于面粉的生产是采用配麦的方法,因此还应研究不同小麦之间对和面时间的配粉效应,才能为加工工业提供理论依据;目前,由于我国研究小麦籽粒低分子量谷蛋白亚基的遗传变异及其对面团特性的影响尚在起步阶段,其必将是今后小麦品质研究的重要课题

参 考 文 献

- 1 Barnes WC and McKenzie EA. Dough maximum tolerance in non-emb1/lrs translation wheats. *Euphytica* 1993, 66: 187- 195
- 2 Bekes F, Gras PW and Gupta RB Milling properties as method of reversible reduction and oxidation of doughs. *Cereal Chemistry* 1994, 71: 44- 50
- 3 Gupta RB, Singh NK and Shepherd KW. The cumulative effect of allelic variation in LMW and HMW glutenin subunit on dough properties in the progeny of two bread wheats. *Theoretical and Applied Genetics* 1989, 77: 57- 64
- 4 Gupta RB and Shepherd KW. Two-step one-dimensional SDS-PAGE analysis of LMW subunits of glutenin. *Theoretical and Applied Genetics* 1990, 80: 65- 74
- 5 Gupta RB et al Allelic variation at glutenin and gliadin loci gl1, gl3 and gl4 of common wheats. *Journal of Cereal Science* 1994, 19: 9- 17

- 6 Oliver JR and Allen HM. The milling requirement of the Australia hard wheats cultivar, Dollarbird. *Cereal Chemistry*, 1994, 71: 51- 54
- 7 Payne PJ, Corfield KG, Blackman JA. *Theoretical and Applied Genetics*, 1979, 55: 153- 159
- 8 Zhen Z, Mares D. *Journal of Cereals Science*, 1992, 15: 63- 78
- 9 Zhen Z. Protein composition in relation to quality in wheat. Ir. Ph. D. thesis at the University of Sydney

Allelic Variations of Glutenin Subunits of Wheat and Their Effects on Dough Mixing Time

Zhu Jinbao

(Beijing Plant Cell Biotechnology
Lab, Beijing 100081)

D. Mares L. O'Brien

(PBI The University of Sydney,
Narrabri NSW 2390 Australia)

Abstract Populations of four crosses of Suneca × Sunstar, Suneca × Cocamba, Suneca × Mokoan and Sunco × Hartog in F₄ generations were used to study the effects of allelic variations of high and low molecular weight (HMW, LMW) glutenin subunits of wheat on dough mixing time. The results indicated that allele d (subunits 5+ 10) of Glu-D1 and allele 1 (subunits 17+ 18) of Glu-B1 could extend the dough mixing time significantly in comparison with their counterparts a (2+ 12) and e (20x+ 20y) respectively. Alleles in Glu-3 loci had additive and interaction effects on dough mixing time. The relative magnitude of effects of Glu-1 and Glu-3 on dough mixing time was largely influenced by their genetic backgrounds.

Key words Wheat HMW glutenin subunit LMW glutenin subunit Dough mixing time