

强筋小麦主要品质内涵与二次加工品质关系

宋维富, 杨雪峰, 宋庆杰, 张春利, 辛文利, 张延滨, 肖志敏

(黑龙江省农业科学院 作物育种研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要:强筋小麦品种二次加工品质好坏是决定其面粉最终用途的主要依据。为了深入探讨强筋小麦品种主要品质内涵,对强筋小麦品种的湿面筋含量、湿面筋质量和淀粉特性三大“核心品质性状”与二次加工品质关系进行综述,以期对强筋小麦育种提供理论依据。

关键词:强筋小麦;二次加工品质;湿面筋含量;湿面筋质量;淀粉特性

中图分类号:S565.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2017)01-0150-04 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2017.01.0150

在世界范围内,加拿大以盛产“面包小麦”而闻名世界;澳大利亚以生产优质“面条小麦”享誉全球。我国虽以蒸煮面食制品消费为主,但强筋小麦则是小麦产业化中不可或缺的一种小麦原粮。因此,探讨强筋小麦主要品质内涵与二次加工品质关系,对于推进我国小麦产业化进程等具有重要意义。

1 强筋小麦主要品质内涵

1.1 强筋小麦品种“核心品质性状”

小麦二次加工品质是指小麦磨粉后,制作各种食品的适合程度,主要包括蒸煮品质和烘焙品质^[1-2]。国内外大量研究认为,尽管强筋小麦存在诸多品质性状,但就其主要品质内涵与二次加工品质关系而言,多数品质性状均可归结为湿面筋含量、湿面筋质量和淀粉特性三大品质“核心性状”相关范畴^[3-9]。顾尧臣等研究认为,小麦籽粒(面粉)蛋白质含量与湿面筋含量存在显著正相关($r=0.92$)^[10];张延滨等发现,在分子量麦谷蛋白亚基(HMW-GS)近等基因系间,湿面筋/干面筋比值越小者,面筋强度越大^[11]。湿面筋质量不仅可代表蛋白质质量,而且能够说明面筋的蛋白质组分是否合理。还有一些研究结果认为, HMW-GS 仅能解释面筋强度和黏弹特性变异的 18%~55%,而低分子量麦谷蛋白亚基(LMW-GS)能解释其变异的 20%^[12];支链淀粉含量偏高是面条麦和面包与面条麦兼用型品种籽粒淀粉的

共性特点^[13]。

1.2 强筋小麦品种二次加工品质的主要评价指标及育种中的应用

湿面筋含量与质量是强筋小麦品种最重要的两大品质性状,两者之间虽然没有必然关联,但却均与二次加工品质表现紧密相关^[3-8,13]。目前,在强筋小麦品种二次加工品质分析过程中,大部分品质指标都是围绕面筋含量和质量而制定。蛋白质和干、湿面筋含量测定是面筋量的主要依据;面筋指数和面团拉伸面积等则与面筋质量高度相关^[4,10]。面筋指数和拉伸面积均受面筋数量影响较小,但拉伸面积对二次加工品质贡献较大。面团稳定时间即受面筋质量左右,也受面筋含量影响^[6,8,14-15]。当两个强筋小麦品种湿面筋含量相近时,面团稳定时间高者,通常面筋质量较好;当面团稳定时间相近时,湿面筋含量较高者一般面筋质量相对较差。这一结论与面筋指数和面团拉伸面积检测结果基本吻合。田纪春等研究结果认为,在众多品质指标中,面团稳定时间是衡量强筋小麦二次加工品质的最关键指标^[15]。在强筋小麦育种过程中,需利用各种品质指标对各个品种(系)蛋白质含量和质量进行准确评价。为提高强筋小麦育种效率,面团稳定时间应作为强筋小麦育种品质的主要指标,当两个品种(系)的蛋白质含量相近时,稳定时间越高,则蛋白质的质量越好;当两个品种(系)稳定时间相近时,则蛋白质含量低者,则蛋白质的质量好。

2 湿面筋含量

2.1 湿面筋含量与二次加工品质关系

有研究认为,面粉湿面筋含量变化是导致强筋小麦品种二次加工品质变化的主要原因^[7],并将其划分为质量型(蛋白质质量和优质亚基)和数

收稿日期:2016-12-30

基金项目:国家现代农业产业技术体系建设专项资助项目(CARS-3-1-6);国家科技部资助项目(2016YFD0100102);2013年度黑龙江省农业科学院重点基金资助项目(ZD011)
第一作者简介:宋维富(1982-),男,黑龙江省甘南县人,博士,助理研究员,从事小麦品质遗传育种研究。E-mail: songweifu1121@126.com。

量型(蛋白质和湿面筋含量较高)两种类型^[5]。一些研究结果则认为,湿面筋含量并不能代表品质类型和真实反应二次加工品质好坏^[3,16]。湿面筋含量高的小麦不等于是强筋小麦。也有研究结果认为湿面筋含量降低常会导致谷蛋白/醇溶蛋白比值升高,面团延伸性下降,进而导致一些面筋指数相当高的(如在 85~90 甚至更高)品种,并未能做出好的面包^[17-18]。李红民等研究发现,在强筋

小麦二次加工品质中,面筋质量性状(面筋指数和拉伸面积等)与面筋数量性状(蛋白质和湿面筋含量)极有可能处于一个动态平衡之中^[19]。本项目组 2015 年研究发现,龙麦 35 和龙麦 39 强筋小麦新品种湿面筋含量越低,面团稳定时间和延伸性下降幅度越大,但面团拉伸面积变化相对较小(见表 1)。分析可能与醇溶蛋白含量下降有关。

表 1 不同肥密条件下龙麦 35、龙麦 39 品质表现(2015 年)

Table 1 Quality characteristic of Longmai35 and Longmai39 in different fertility and seeding rate(2015)

品种 Cultivars	籽粒蛋白含量/% Kernel protein	湿面筋/% Wet gluten	沉降值/mL Zeleny sedimentation	稳定时间/min Stability	最大拉伸阻力/E. U Maximum resistance	拉伸面积/cm ² Area
龙麦 35 Longmai35	14.48	31.8	51.8	10.3	570	136
龙麦 39 Longmai39	12.03	23.7	42.5	2.2	630	137
龙麦 35 Longmai35	14.28	30.3	60.5	10.3	633	167
龙麦 39 Longmai39	11.10	19.4	47.0	1.5	453	95

2.2 湿面筋含量遗传及育种中的应用

湿面筋含量与蛋白质含量均属数量遗传,遗传力大小一般介于双亲之间^[20]。唐建卫^[21]等研究发现,杂种后代小麦湿面筋含量受多基因控制,存在加性和显性效应及非等位基因间的互作。湿面筋含量高值受显性基因控制,但狭义遗传力较低。王岳光等研究结果表明:在 F₁ 代和 F₂ 代,籽粒干、湿面筋含量与中亲值和低亲值均呈显著或极显著正相关,籽粒干、湿面筋含量以偏低亲和近中亲分布为主^[22]。Schmidt 研究结果认为,高面筋含量和部分显性作用与位于 4B、7B、和 5D 染色体上的基因有关^[23]。许多研究表明,强筋小麦品种湿面筋含量虽然存在基因型间差异,但环境条件变化是影响湿面筋含量变化的主要原因^[24]。湿面筋含量同蛋白质含量均与产量存在着明显负相关^[6]。宋佳静等研究结果认为:籽粒产量和湿面筋含量的表型相关系数约为一 0.50,而遗传相关系数可高达一 0.90^[25]。

多年育种实践证明:同为强筋类型的小麦品种,蛋白质或湿面筋含量是衡量强筋小麦品种最终用途的重要指标,所以在强筋小麦生产中应提高栽培管理条件,提高面筋含量,发挥强筋小麦品种品质潜力。

3 湿面筋质量

3.1 湿面筋质量与二次加工品质关系

湿面筋质量是决定强筋小麦品种二次加工品

质最重要的品质性状。Finney^[16]等研究指出,品种间二次加工品质虽受蛋白质(湿面筋)含量影响较大,但蛋白质(湿面筋)质量是决定小麦二次加工品质的重要因素。Anjum 等研究认为,仅利用蛋白质(湿面筋)含量不能完全解释小麦品种品质性状的变异,蛋白质(湿面筋)质量对小麦面粉二次加工品质起到决定性作用^[26]。我国强筋小麦品种与美麦和加麦相同品质类型相比,二次加工品质欠佳的主要原因是面筋质量相对偏差^[27];凡是二次加工品质利用价值较大品种无一不是面筋质量表现优异者,如 Wild Cat、河北藁城 8901 和新麦 26 等。肖志敏等研究发现,超强筋小麦新品种龙麦 35 因面筋质量突出,即便湿面筋含量偏低(仅为 26.7%),但面包和面条制品质量俱佳。优异面筋质量对偏低面筋含量,在强筋小麦二次加工品质表现上具有一定补偿效应(见表 2)。

3.2 湿面筋质量遗传及育种中的应用

关于面筋质量的遗传基础与机制研究结果不尽相同,但面筋质量主要取决于品种的遗传特性并与产量性状负相关较小已基本得到共识^[6]。大量研究发现,与面筋质量高度相关的品质性状有面筋指数、面团稳定时间、拉伸曲线面积和 HMW-GS、LMW-GS 种类等^[4,27]。HMW-GS 和表达量、LMW-GS 及醇溶蛋白含量可显著影响面团强度和延展特性及面包烘焙品质^[17-18]。Glu-1 三个位点对品质的贡献存在加性效应,以 Glu-D1

位点的作用最大^[28],5+10 亚基通常与优良的面包加工品质有关。Ito 等研究表明,当有 5+10 亚基存在时,LMW-GS 对于面团强度贡献率大小顺序为 Glu-A3d>Glu-A3f,Glu-B3g>Glu-B3b^[29]。张肖飞利用 LMW-GS 近等基因系研究结果表明 Glu-A3 位点的 Glu-A3d 亚基和 Glu-B3 位点的

Glu-B3g 亚基对面筋强度正向影响较大^[30]。醇溶蛋白为面筋蛋白重要组成部分^[31]。一般认为醇溶蛋白与面团粘性和延伸性有关。由于醇溶蛋白编码基因与 LMW-GS 编码基因紧密连锁,目前多数人认为醇溶蛋白对二次品质的贡献来源于 LMW-GS 的间接作用^[44]。

表 2 龙麦 35 及其配粉后主要品质指标及面包和面条制品表现

Table 2 The quality characteristic,bread and noodle quality in flour and blending flour for Longmai35

供试样品及配粉比例 Sample and proportion of blending flour	湿面筋/% Wet gluten	稳定时 间/min Stability	拉伸参数 Extensograph parameters			面包体 积/mL Loaf volume	面包 总评分 Bread total score	面条 总评分 Noodle total score
			最大阻力 Maximum resistance(E. U)	延伸性/mm Extensibility	面积/cm² Area			
龙麦 35 Longmai35	26.7	22.6	510	193	125.8	925	92.5	88.5
垦九 10 号 Kejiu10	26.1	3.1	240	169.5	55.8	780	62.0	77.0
龙麦 35:垦九 10 号配粉比例 3:1 Longmai35; Kejiu10 theproportion 3:1	26.7	14.3	400	225	108.5	930	91.0	86.5
龙麦 35:垦九 10 号配粉比例 1:1 Longmai35; Kejiu10 theproportion 1:1	26.0	8.9	320	191	74.6	875	84.0	82.0
龙麦 35:垦九 10 号配粉比例 1:3 Longmai35;Kejiu10 the proportion 1:3	26.6	7.3	280	194	70.6	775	67.0	78.5

表中数据为 2014 年哈尔滨农业部谷物制品中心检测结果
The results was analysed by inspection and testing center for quality of cereals and products,ministry of agriculture in 2014.

小麦面粉中蛋白质的质量是决定二次加工品质的主要因素。由品种的遗传基础决定,在强筋小麦育种进程中亲本选配,杂种世代选择以及稳定品系处理中,应对高分子量麦谷蛋白亚基和低分子量麦谷蛋白亚基进行选择,确立优质亚基组合。以面筋质量与产量无显著负相关为主要理论依据,强筋小麦育种应以改变蛋白质的质量为突破口,实现品质和产量的同步提高。

4 淀粉特性

4.1 淀粉特性对二次加工品质的影响

小麦淀粉特性,特别是支/直链淀粉比例和膨胀特性等对强筋小麦品种二次加工品质影响较大^[2,9,32]。李永强^[32]研究发现,直链淀粉含量过低,面团发黏,尽管面包体积有所增大,但结构变差,总体质量下降;韩占江等研究结果认为,面包老化主要是由直链淀粉变化引起^[33]。但更多学者认为面包老化与面包中非晶形的部分糊化支链淀粉的性质变化有关^[32]。一般情况下,支链淀

粉/直链比例高,淀粉糊化特性好、膨胀势大、面条品质好^[2,32]。国内外大量研究结果表明:直链淀粉含量变异在很大程度上决定小麦面粉的糊化和膨胀特性。直链淀粉含量与面条品质显著负相关^[2,32]。Zenta 等研究发现,适宜直链淀粉与支链淀粉比例和直链淀粉含量偏低是面条专用小麦品种的共性^[34]。

4.2 淀粉特性的遗传及育种中的应用

在淀粉特性遗传基础上,许多研究结果认为小麦籽粒直链淀粉合成主要与 Wx-A1、Wx-B1 和 Wx-D1 有关;基因型是影响小麦淀粉膨胀体积的主要因素^[2,32]。王红日^[35]等研究结果认为,淀粉组分含量和膨胀势遗传同时受基因加性效应和非加性效应控制,膨胀势和支链淀粉狭义遗传力较低。Wx 基因突变/缺失等常会导致直链淀粉下降,支链淀粉含量升高,特别是 Wx-B1 缺失型小麦品种常具有较低直链淀粉含量和较高面条品质评分特点^[2,32]。

5 结论

综上所述,湿面筋和淀粉质量主要决定了强筋小麦品种的二次加工用途,而湿面筋含量则与强筋小麦品种二次加工品质表现密切相关。以面筋质量作为主要依据划分超强筋、强筋和中强筋品质类型则更为准确。注重面筋质量改良与产量性状协调,侧重 W_x 基因缺失位点的定向跟踪与集聚,可显著提升面包和面条麦兼用型强筋小麦新品种选育效率。以面筋质量作为品质稳定性保证,以配套栽培措施促使面筋含量性状得以充分表达,可充分发挥强筋小麦品种的二次加工品质潜力。

参考文献:

- [1] 祁适雨,肖志敏,李仁杰,等. 中国东北强筋春小麦[M]. 北京: 中国农业出版社,2006.
- [2] 杨学举. 小麦蛋白成分和淀粉特性对面包品质的影响及品质改良应用[D]. 北京: 中国农业大学,2004.
- [3] 阮学香. 馒头类小麦粉面筋值和稳定时间指标的研究与应用[J]. 粮食与食品工业,2014,21(5):40-42.
- [4] 耿丽娜,潘多玉,刘光梅,等. 面筋指数对面制品的影响及对生产的指导作用[J]. 面粉通讯,2015(6):45-48.
- [5] 李世平,王随保,靖金莲,等. 小麦蛋白质含量和优质亚基遗传[J]. 华北农业大学学报,2003,18(3): 57-61.
- [6] 赵宗武,马华平,杨丽娟,等. 强筋小麦育种实践与探讨[J]. 河南农业科学,2012,41(11):35-38.
- [7] 王宪泽. 小麦加工品质的影响因素及改良途径[J]. 山东农业大学学报,1995,26(3): 394-398.
- [8] 陈后庆,孙长森,丁永辉,等. 杂种小麦 SDS 沉淀值和干、湿面筋含量的数量遗传分析[J]. 扬州大学学报: 农业与生命科学版,2005,26(3): 58-61.
- [9] 师俊玲,魏益民. 小麦蛋白质和淀粉与面条品质关系的研究进展[J]. 郑州粮食学院学报,2000,21(1):73-78.
- [10] 顾尧臣. 面包专用粉标准和面筋质量的快速检测[J]. 粮食工程,1998,4(2):4-6.
- [11] Song W F, Ren Z Y, Zhang Y B, et al. Effects of allelic variation in glutenin subunits and gliadins on baking quality in NILs of common wheat Cv. Longmai19[J]. Cereal Research Communications,2015,43(2):284-294.
- [12] Branlard G, Felix I. Part of the HMW glutenin subunits and omega gliadin allelic variants in the explanation of the quality parameters[C]. In: Proceeding International Meeting-Wheat Kernel Proteins: Molecular and Functional Aspects, S. Martinal Cimino, Viterbo, Italy,1994:249-251.
- [13] 李硕碧,高翔,单明珠,等. 小麦高分子量谷蛋白亚基与加工品质[M]. 北京: 中国农业出版社,2001.
- [14] 杨金,张艳,何中虎,等. 小麦品质性状与面包和面条品质关系分析[J]. 作物学报,2004,30(8): 739-744.
- [15] 田纪春,胡瑞波,陈建省,等. 小麦粉面团稳定时间的变化及其稳定性分析[J]. 中国农业科学,2005,38(11): 2165-2172.
- [16] Finney P L. Wheat quality[J]. Cereal Food world,1987,32(4):313-319.
- [17] 张平平. 贮藏蛋白组份对小麦面团特性与食品加工品质的影响[D]. 武汉: 华中农业大学,2007.
- [18] 唐建卫,刘建军,张平平,等. 济麦 20 面团流变学特性和面包加工品质稳定性及与蛋白质组分的关系分析[J]. 2007,33(11): 1788-1793.
- [19] 李红民. 西南麦区小麦主要品质性状分析及 QTL 定位研究[D]. 雅安: 四川农业大学,2012.
- [20] 李世平,王随保,杨玉景,等. 小麦蛋白质含量遗传规律及品质改良途径研究[J]. 中国农学通报,2005,21(2): 126-128.
- [21] 唐建卫,殷贵涛,王丽娜,等. 小麦湿面筋含量和面筋指数遗传分析[J]. 作物学报,2011,37(9): 1701-1706.
- [22] 王岳光,王建设,刘广田,等. 小麦籽粒品质性状的遗传及早代选择效应: II. 亲子相关及杂种后代品质性状的分离[J]. 中国农业大学学报,1994,1(4): 355-360.
- [23] Schmidt J W, Morris R, Johnson V A, et al. Comparison of the chromosome substitution and monosomic methods for wheat quality studies [J]. Crop Science, 1966, 6(4): 370-372.
- [24] Barraclough P B, Howarth J R, Jones J, et al. Nitrogen efficiency of wheat: genotypic and environmental variation and prospects for improvement[J]. European Journal of Agronomy,2010,33: 1-11.
- [25] 宋佳静,陈杰,白冬,等. 33 份小麦新品系的产量和品质性状及其相关性分析[J]. 河南科技学院学报: 自然科学版,2016,44(3): 1-6.
- [26] Anjum F M, Rafiq K M, Din A, et al. Wheat gluten: high molecular weight glutenin subunits-structure, genetics, and relation to dough elasticity [J]. Journal of food science, 2007,72(3):56-63.
- [27] 王恕. 从湿面筋含量和面筋指数来评价中国河南和法国小麦面筋[J]. 中国粮油学报,1999,14(6): 5-7.
- [28] 唐建卫,刘建军,张平平,等. 小麦 Glu-1 位点变异和 1B/1R 易位对谷蛋白亚基表达量和面包加工品质的影响[J]. 作物学报,2008,34(4): 571-577.
- [29] Ito M, Fushie S, Maruyama-Funatsuki W, et al. Effect of allelic variation in three glutenin loci on dough properties and breadmaking qualities of winter wheat [J]. Breeding Science,2011,61: 281-287.
- [30] Zhang X F, Jin H, Zhang Y, et al. Composition and functional analysis of low-molecular-weight glutenin alleles with Aroona near-isogenic lines of bread wheat [J]. BMC Plant Biology,2012,12:243.
- [31] Gianibelli M C, Larroque O R, Mac Ritchie F. Biochemical, genetic, molecular characterization of wheat glutenin and its component subunits [J]. Cereal Chem, 2001, 78: 635-646.
- [32] 李永强. 小麦蛋白质和淀粉对面团流变学特性及加工品质的影响[D]. 泰安: 山东农业大学,2007.