

青海省春小麦品种加工品质研究*

刘会涛^{1,2}, 何中虎^{2,3}, 张怀刚¹, 马晓岗⁴, 张梅妞¹, 张艳², 王德森²

(1. 中国科学院西北高原生物研究所, 青海西宁 810001; 2 中国农业科学院作物育种栽培研究所/国家小麦改良中心, 北京 100081;
3 CMMYT 中国办事处, 北京 100081; 4 青海省农林科学院作物所, 青海西宁 810016)

摘要: 为了为青海省春小麦品种品质改良提供理论依据, 将 115 份春小麦品种(系)于 2000 年种植在青海省西宁市, 并对其籽粒品质及馒头和面条加工品质进行了评价。结果表明, 参试品种(系)筋力较差, 评分较低, 但品种间变异幅度较大。外引品种如小冰麦 33, M 99-90, 高优 503, 格兰尼, 加 5 和野猫的馒头和面条品质较好。蛋白质含量和质量对馒头品质的影响较大, 在试验 I 中, 稳定时间与馒头体积、表面色泽、外观形状和韧性呈极显著正相关, 相关系数分别为 0.49, 0.58, 0.45 和 0.46。蛋白质质量主要影响面条质地, 淀粉特性与面条质地和外观均相关密切, 如峰值粘度与适口性、韧性、粘性和光滑性呈极显著正相关, 相关系数分别为 0.58, 0.61, 0.59 和 0.48。提高蛋白质质量和淀粉特性有助于改善面条品质。尽管青海的生态条件对面粉颜色、面筋强度和淀粉粘度有较大负面影响, 但通过遗传选择提高青海省小麦品种的馒头和面条品质是可能的。

关键词: 春小麦; 加工品质; 馒头; 面条

中图分类号: S 512.1; S 331

文献标识码: A

文章编号: 1009-1041(2004)02-0038-07

Processing Quality of Spring Wheat in Qinghai Province

LIU Hui-tao^{1,2}, HE Zhong-hu^{2,3}, ZHANG Hua-i-gang¹,

MA Xiao-gang⁴, ZHANG Mei-niu¹, ZHANG Yan², WANG De-sen²

(1. Northwest Plateau Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences (CAS), Xining, Qinghai 810001; 2 Institute of Crop Breeding and Cultivation / National Wheat Improvement Center, Chinese Academy of Agriculture Sciences (CAAS), Beijing 100081;
3 CMMYT-China Office, C/O, CAAS, Beijing 100081; 4 Institute of Crop Breeding and Cultivation, Qinghai Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Xining, Qinghai 810016)

Abstract: One hundred and fifteen spring wheat varieties and lines from China and other countries were sown in Xining in 2000, and were used to investigate grain quality and steamed bread making and noodle making quality. In general they are characterized with weak gluten and poor steamed bread and noodle quality, but wide range of variations among varieties is observed. A few wheat varieties including Xiaobingmai 33, M 99-90, Gaoyou 503, Gelenlea, Canadian 5 and Wildcat perform good steamed bread and noodle quality. Correlation analysis indicates that protein content and protein quality have significant effect on steamed bread quality. In experiment I, farinograph stability is significantly correlated with steamed bread volume, color, shape and toughness, with correlation coefficient of 0.49, 0.58, 0.45 and 0.46, respectively. Protein quality is the major factor affecting noodle texture. There are significant positive correlations between starch properties and noodle quality. For example, peak viscosity is significantly correlated with palate, toughness, stickiness and smoothness of cooked noodle, and correlation coefficients are 0.58, 0.61, 0.59 and 0.48, respectively. Increasing protein quality and starch properties contributes to noodle quality improvement. Ecological condition has significant and negative effect on color, gluten quality and starch viscosity, but it is possible to improve the steamed bread and noodle quality of spring wheat varieties in Qinghai province through genetic improvement.

Key words: Spring wheat; Processing quality; Steamed bread; Chinese noodle

春小麦是青海省的主要粮食作物, 分别占全省粮食播种面积和总产的 50% 和 60%^[1]。提高产量、增强抗病性及改良早熟性一直是青海省的主要育种目标, 但目前的研究重点逐步转向小麦品质改良, 春小麦的品质改良已列为青海省重大科技攻关课题。虽然过去对青海省春小麦的高分子量麦谷蛋白亚基做过一些研究^[2,3], 但对其磨粉品质、面团流变学特性、淀粉品质、馒头和面条加工品质缺乏系统研究, 对青海小麦的品质

* 收稿日期: 2003-07-22

修回日期: 2003-12-09

基金项目: 中国科学院知识创新工程生命科学与生物技术领域青年科学家小组“春小麦品质研究和改良”948 项目。

作者简介: 刘会涛(1974-), 男, 博士生, 从事小麦遗传育种研究工作。

通讯作者: 何中虎(1963-), 男, 博士, 研究员, 博导。

现状和食品加工品质差的原因缺乏深入了解。本文对不同来源的春小麦品种(系)在青海高原的品质特性及其馒头和面条品质进行了全面评价,旨在为青海春小麦品质改良提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料共 115 份,包括试验 I (简称 I)和试验 II (简称 II)两部分。试验 I, 62 份材料于 2000 年 3 月 14 日种植在青海省平安县中国科学院西北高原生物所下红庄作物育种站,其中包括中国春小麦品种(系)50 份,国外春小麦品种(系)12 份(表 1)。中国小麦主要以青海省育成的春小麦品种(系)为主,同时还包括宁夏、甘肃、黑龙江和新疆等省区的春小麦品种(系)。1~ 37 号品种来自青海,38 号品种新春 6 号来自新疆,39 号品种高优 503 来自河北,40 号品种小冰麦 33 来自吉林,41 号品种京春 9621 来自北京,42 号品种晋麦 13 来自山西,43~ 49 号品种来自宁夏,50 号品种陇春 15 来自甘肃,51 号品种 Marquis 来自加拿大;52 号品种阿勃来自意大利,53~ 62 号品种来自墨西哥。田间试验采用随机区组设计,2 次重复,4 行区,行长 2 m,行距 20 cm,条播,250 粒/行,田间管理按常规进行。试验 II, 53 份材料于 2000 年 4 月 1 日种植在西宁市的青海省农林科学院试验田,以新品系和引进品种为主(表 2)。采用顺序排列,10 行区,行长 6 m,行距 15 cm,条播,田间管理同大田生产。1~ 27 号品种来自青海,28 号品种塔春 5 号和 29 号品种新春 8 号来自新疆,30~ 32 号品种来自宁夏,33~ 43 号品种来自黑龙江,44 号品种小冰麦 33 来自吉林,45~ 47 号品种来自内蒙古,48~ 50 号品种来自加拿大,51~ 52 号品种 CN 4994 和张春 811 来自甘肃,53 号品种 861M 7 来自河北。

表 1 试验 I 供试材料编号及名称
Table 1 List of wheat varieties in experiment I

序号 NO.	品种 Variety	序号 NO.	品种 Variety	序号 NO.	品种 Variety	序号 NO.	品种 Variety
1	高原 602 Plateau 602	17	青春 533 Q ingchun 533	33	96 繁 97 96 Fan 97	49	宁春 18 N ingchun 18
2	高原 448 Plateau 448	18	青春 254 Q ingchun 245	34	95-314	50	陇春 15 Longchun 15
3	高原 205 Plateau 205	19	青春 570 Q ingchun 570	35	96604	51	Marquis
4	高原 028 Plateau 028	20	民和 853 M inhe 853	36	95002	52	阿勃 A bbondanza
5	高原 932 Plateau 932	21	民和 588 M inhe 588	37	298	53	M 99-11
6	高原 466 Plateau 466	22	乐麦 5 Lenai 5	38	新春 6 Xinchun 6	54	M 99-12
7	高原 356 Plateau 356	23	柴春 901 Chaichun 901	39	高优 503 Gaoyou 503	55	M 99-23
8	高原 465 Plateau 465	24	323 系选 323 "S"	40	小冰麦 33 Xiaobingmai 33	56	M 99-34
9	高原 158 Plateau 158	25	96-115	41	京春 9621 Jingchun 9621	57	M 99-40
10	高原 363 Plateau 363	26	268	42	晋麦 13 Jimmai 13	58	M 99-41
11	高原 175 Plateau 175	27	95-251	43	宁 90J210 N ing 90J210	59	M 99-44
12	高原 913 Plateau 913	28	95-712-1	44	93J104	60	M 99-47
13	高原 338 Plateau 338	29	96-L.S-35	45	8015	61	M 99-82
14	高原 182 Plateau 182	30	93636	46	张 910769 Zhang 910769	62	M 99-90
15	高原 584 Plateau 584	31	665	47	宁作 6 N ingzuo 6		
16	高原 506 Plateau 506	32	95-34-2	48	8012		

表 2 试验 II 供试材料编号及名称
Table 2 List of wheat varieties in experiment II

序号 NO.	品种 Variety	序号 NO.	品种 Variety	序号 NO.	品种 Variety	序号 NO.	品种 Variety
1	99072	15	高原 584 Plateau 584	29	新春 8 号 Xinchun 8	43	龙辐 91B569 Longfu 91B569
2	91-5-54	16	96690	30	99j34	44	小冰麦 33 Xiaobingmai 33
3	91-5-13	17	97093	31	98G1	45	蒙花 1 号 Menghua 1
4	91-5-48	18	980144	32	98G3	46	蒙优 1 号 Mengyou 1
5	107	19	紫麦 1 号 Zimai 1	33	龙军马场 Longjunmachang	47	内麦 17 Neimai 17
6	95-87	20	97-667	34	干 96-940 Gan 96-940	48	野猫 Wild cat
7	96-18	21	93-9	35	辽春 10 号 Liaochun 10	49	加 5 Jia 5
8	96 繁 79 96 Fan 79	22	20-1034	36	龙 4837 Long 4837	50	格兰尼 Gelenlea
9	99606	23	20-1030	37	垦红 14 Kenhong 14	51	CN4994
10	青春 570 Q ingchun 570	24	20-1033	38	垦红 10 Kenhong 10	52	张春 811 Zhangchun 811
11	20-1035	25	990067	39	龙 4839 Long 4839	53	861M 7
12	92-411	26	SH893	40	龙 94-4083 Long 94-4083		
13	92-338	27	95-2	41	99sy224		
14	96 繁 81 96 Fan 81	28	塔春 5 号 Tachun 5	42	41080		

1.2 研究方法

容重: 按国家粮食标准(GB 1351-78)测定。籽粒硬度(简称硬度,14% 湿基)和籽粒蛋白质含量(简称蛋白

质含量, 14% 湿基): 用 Dickey John 近红外(NIR)分析仪测定。出粉率: 用瑞典实验磨(Buhler)磨粉并计算出粉率, 出粉率=面粉/(面粉+麸皮)×100(14%湿基)。白度: 用北京康光仪器公司生产的WSD-III白度仪按R457白度方法测定面粉白度, 数值越大, 面粉越白。灰分(14%湿基): 按AACCC08-01方法测定。湿面筋含量(14%湿基): 用瑞典 Falling Number 公司的 2200 型面筋仪测定, 参照国家标准 GB/T 14608-93 进行。SDS 沉淀值: 根据 CMMYT 品质实验室方法进行测定。粉质仪参数: 用德国 Brabender 公司的 810104 型粉质仪(Farinograph)按 AACCC54-21 方法测定面粉的吸水率、面团形成时间、稳定时间等粉质仪参数。降落值(14%湿基): 用瑞典 Falling Number 公司的 FN 仪(1800 型)按 AACCC56-81B 方法测定。淀粉粘度特性(14%湿基): 用澳大利亚 Newport Scientific 公司的快速粘性分析仪(RVA)测定峰值粘度、稀解值和峰值时间等淀粉粘度参数。馒头和面条的制作方法和评分标准采用国家标准进行。

试验数据用 SAS 统计软件进行基本统计量分析及小麦品质性状与馒头品质和面条品质之间相关性分析。

2 结果与分析

2.1 小麦品质性状

将参试品种(系)各品质性状的平均值、变幅和变异系数列于表 3, 并做如下分析。

表 3 供试品种(系)各品质性状的平均值、变幅和变异系数
Table 3 Mean, CV and range of quality traits tested in varieties used

性状 Trait	平均数 Mean		变异系数(%) CV		变幅 Range	
	I	II	I	II	I	II
千粒重(g) TKW	44.5	42.2	12.1	14.2	34.9~56.2	29.2~57.1
容重(g/l) TW	784.6	778.8	2.4	2.1	738.0~814.5	736.0~806.0
硬度(%) Hardness	84.6	93.6	26.3	27.2	32.7~135.7	27.8~132.4
出粉率(%) Flour yield	71.2	69.6	3.7	6.5	65.4~76.0	60.0~75.6
灰分含量(%) Ash content	0.53	0.60	11.3	12.4	0.37~0.62	0.46~0.89
白度(%) Whiteness	79.1	75.5	2.7	3.4	71.4~82.4	67.6~80.7
蛋白质含量(%) Protein content	13.5	13.5	6.7	11.2	12.0~16.3	9.7~17.5
湿面筋含量(%) Wet gluten content	34.1	36.6	16.4	17.6	19.5~50.6	22.3~55.9
SDS 沉淀值(ml) SDS sedimentation	16.8	19.1	21.1	21.2	8.0~22.5	8.3~24.5
吸水率(%) Water absorption	66.3	65.2	7.1	7.5	57.1~74.1	51.6~73.0
形成时间(min) Development time	3.2	3.2	31.6	34.6	1.2~6.8	2.0~7.5
稳定时间(min) Stability	3.1	3.0	62.2	67.4	0.7~10.3	0.8~11.0
降落值(s) Falling number	334.8	248.6	14.2	21.6	201.5~411.5	176.5~397.5
峰值粘度(RVU) Peak viscosity	133.9	82.0	21.6	47.2	64.2~209.4	27.7~202.5
稀解值(RVU) Breakdown	42.3	47.6	24.8	32.8	21.3~77.7	21.0~99.3

2.1.1 磨粉品质 试验 I 和试验 II 千粒重的平均值分别为 44.5 g 和 42.2 g, 但品种(系)间千粒重均存在一定差异, 变异系数分别为 12.1% 和 14.2%。试验 I 容重的平均值为 784.6 g/l, 试验 II 容重的平均值为 778.8 g/l, 各品种(系)间容重差异相对较小。试验 I 硬度的平均值为 84.6, 323 系选、高原 602 和青春 254 的硬度较大, 分别为 135.7、129.2 和 128.1。试验 II 硬度的平均值为 93.6, 塔春 5 号的硬度最大, 为 132.4。不同品种(系)间的硬度差异相对较大, 大部分品种(系)为硬质或半硬质。试验 I 出粉率平均值为 71.2%, 变幅为 65.4~76.0%, 95-314、高原 602 和青春 570 三个品种(系)的出粉率较高, 均在 75% 以上。试验 II 出粉率平均值为 69.6%, 变幅为 60.0~75.6%, 其中野猫和龙 94-4083 的出粉率较高, 达到 75.6% 和 75.2%。试验 I 灰分的平均值为 0.53%, 8012、张 910769 和 8015 三个品种的灰分含量较低, 在 0.45% 以下。试验 II 灰分的平均值为 0.60%, 其中 9861、99sy224 和 107 的灰分含量较低, 分别为 0.49%、0.47% 和 0.46%。试验 I 白度平均值为 79.1%, 变幅为 71.4~82.4%, 其中阿勃和乐麦 5 号的白度较高, 分别为 82.4% 和 82.2%。试验 II 白度平均值为 75.5%, 变幅为 67.6~80.7%, 其中 107 和张春 811 的白度较高, 分别为 80.7% 和 80.1%。

2.1.2 蛋白质含量和沉淀值 试验 I 和试验 II 蛋白质含量的平均值均为 13.5%, 试验 I 中小冰麦 33、Marquis 和高优 503 的蛋白质含量较高, 分别为 16.3%、15.8% 和 15.6%。试验 II 中加 5、小冰麦 33 和蒙优 1 号蛋白质含量较高, 分别为 17.5%、16.8% 和 16.2%。总体而言, 试验 I 和试验 II 蛋白质含量的平均值高于全国春小麦主产区籽粒蛋白质含量平均值, 说明蛋白质含量不是造成青海春小麦品质较差的主要原因。试验 I

湿面筋含量的平均值为 34.1%, 变幅在 19.6~50.6% 之间, 品种(系)间的差异较大, 其中小冰麦 33、高优 503 和 Marquis 的湿面筋含量较高, 分别为 50.6%、43.7% 和 43.3%。试验 II 湿面筋含量的平均值为 36.6%, 变幅在 22.3~55.9% 之间, 品种间的差异也相对较大, 其中加 5 和蒙优 1 号的湿面筋含量较高, 分别为 55.9% 和 48.6%。试验 I 和试验 II SDS 沉淀值的平均值分别为 16.8 和 19.1 ml, 试验 I 中 M 99-34、M 99-10 和 M 99-47 的 SDS 沉淀值较大, 分别为 22.5、22.3 和 21.8 ml。试验 II 中龙辐 9B3563 和内麦 17 的 SDS 沉淀值较大, 分别为 24.5 ml 和 24.0 ml。试验 I 和试验 II 品种(系)间 SDS 沉淀值的差异相对较大, 变异系数分别为 21.1% 和 21.2%。

2.1.3 粉质仪参数 试验 I 吸水率的平均值为 66.3%, 京 9621、高原 602、323 系选和 93636 的吸水率较高, 在 73.0% 以上。试验 II 吸水率的平均值为 65.2%, 塔春 5 号、垦红 10 号和小冰麦 33 的吸水率较高, 分别为 73.0%、72.9% 和 72.6%。试验 I 和试验 II 形成时间的平均值均为 3.2 min, 变幅分别为 1.2~6.8 min 和 2.0~7.5 min, 不同品种(系)间形成时间的差异较大。试验 I 中 M 99-90 和高优 503 的形成时间较长, 分别为 6.8 和 5.2 min; 试验 II 中格兰尼和野猫的形成时间较长, 分别为 7.5 和 6.5 min。试验 I 稳定时间的平均值为 3.1 min, 变幅为 0.7~10.3 min; 试验 II 稳定时间的平均值为 3.0 min, 变幅为 0.8~11.0 min。试验 I 中小冰麦 33、M 99-90 和高优 503 等 4 个品种的稳定时间大于 7 min, 其中小冰麦 33 的稳定时间达到了 10.3 min, M 99-47、8015、95-251 和柴春 901 等 19 个品种(系)的稳定时间在 3~7 min 之间, 其余品种(系)的稳定时间小于 3 min。试验 II 中格兰尼、加 5 和野猫三个品种的稳定时间大于 7 min, 其中格兰尼的稳定时间达到了 11.0 min。这表明青海大部分育成品种(系)均为中弱筋品种(系), 一些从外地或国外引入的强筋品种(系), 在青海省的稳定时间也比较长, 但比种植在原地明显缩短。

2.1.4 淀粉特性 试验 I 降落值的平均值为 334.2 s, 变幅为 201.5~411.5 s, 高原 182、高原 338、M 99-47 和 8015 等 50 个品种(系)的降落值在 300 s 以上, 占全部品种(系)的 80.6%, 其中高原 182、高原 338 和 M 99-47 的降落值较高, 分别为 411.5、411.5 和 409.6 s。试验 II 降落值的平均值为 248.6 s, 变幅为 176.5~397.5 s, 仅有 11 个品种(系)的降落值在 300 s 上, 其中 92-338、龙 94-4083 和格兰尼的降落值较高, 分别为 397.5、354.0 和 344.5 s。试验 I 峰值粘度的平均值为 133.94 RVU, 变幅为 64.2~209.4 RVU, M 99-47、青春 254 和 93J104 等 55 个品种(系)的峰值粘度在 100 RVU 以上, 其中 M 99-47、青春 254 和 93J104 的峰值粘度较大, 分别为 209.4、180.7 和 174.5 RVU。试验 II 的峰值粘度平均值为 82.0 RVU, 远远小于试验 I 的平均值, 而试验 II 各品种间峰值粘度的变异程度要大于试验 I, 变异系数达到 47.2%, 仅有 11 个品种(系)的峰值粘度在 100 RVU 以上。降落值高的品种(系), 其峰值粘度也较高。试验 I 稀解值的平均值为 42 RVU, 变幅为 21~77 RVU, 变异系数为 24.8%; 试验 II 稀解值的平均值和变异系数均大于试验 I, 分别为 47 RVU 和 32.8%。总之, 试验 I 的淀粉特性总体上要优于试验 II。

上述分析表明, 参试品种间所有性状均存在较大变异, 说明通过遗传选择改良青海小麦的品质是可能的。需要说明的是, 与国内其它地区的冬小麦和春小麦相比, 本研究的面粉白度、稳定时间和峰值粘度等明显偏低, 这可能意味着青海的生态条件对面粉颜色、面筋强度和淀粉粘度的表达有较大的负面影响。

2.2 食品加工品质

2.2.1 馒头品质 将试验 I 和试验 II 参试品种馒头的加工品质列于表 4。由表 4 可知, 试验 I 馒头品质指标以结构评分、体积评分和高度评分的变异程度最大, 变异系数分别为 29.6%、26.1% 和 25.5%; 试验 II 以弹性评分、高度评分和结构评分的变异程度最大, 变异系数分别为 21.0%、21.0% 和 18.9%, 这说明上述馒头品质指标在不同品种(系)之间的变异程度较大。试验 II 的馒头体积、体积评分和结构评分要优于试验 I, 而其它性状则是试验 I 优于试验 II。试验 I 结构评分平均值为 8.7 分, 变幅在 2.0~12.0 分之间; 试验 II 结构评分平均值为 8.9 分, 变幅在 5.0~12.0 分之间, 试验 I 结构评分的变异程度要大于试验 II。试验 I 和试验 II 分别有 29 品种(系)和 21 品种(系)的结构评分在 10 分以上, 这些馒头内部结构较好, 气孔均匀。试验 I 弹性评分平均值为 6.5 分, 变幅为 2.0~9.0 分; 试验 II 弹性评分平均值为 6.1 分, 变幅为 2.0~8.0 分。试验 I 和试验 II 变异系数分别为 21.4% 和 21.0%, 不同品种(系)间的差异相对较大, 试验 I 和试验 II 分别有 17 个和 22 个品种(系)的弹性评分在 7 分以上, 手指按压这些品种(系)的馒头后, 回弹快, 能复原。按 GB/T 17320-1998 标准, 将馒头总分大于等于 80 分的视为优良、小于 70 分的视为较差, 在 70~80 分之间的视为中等。试验 I 品种(系)馒头总分平均值为 69.7 分, 接近中等馒头的最低要求, 变幅为 42.0~89.5 分。小冰麦 33、高优 503、柴春 901 和宁作 6 号等 11 个品种(系)的馒头总分在 80 分以上, 宁 9021Q、M 99-11 和高原 466 等 26

个品种(系)的馒头总分在 70 分以下,占参试品种(系)的 42.6%,其它 23 个品种(系)的馒头总分在 70~80 分之间。试验 II 品种(系)的馒头均为中等和较差,没有 1 个品种(系)的馒头评分超过 80 分,其原因在于试验 II 大部分品种(系)的淀粉特性较差,导致馒头高度较低,外观和粘弹性较差。99sy224 和格兰尼等 21 个品种的馒头总分在 70~80 分之间,其它品种的馒头总分在 70 分以下。总之,参试品种(系)的馒头评分优良的仅占小部分,大部分品种(系)的馒头为中等和较差,但品种间的差异较大,说明通过遗传选择改良青海品种的馒头品质是可能的。与何中虎、刘爱华等^[3-4]的研究结果相比,青海省品种的馒头高度、外观和内部结构较差,具体表现为无球形感、不挺拔、结构粗糙,品尝时,无咬劲、粘牙。在育种工作中应加强对上述馒头品质的改良。

表 4 馒头品质性状的平均值、变异系数和变幅
Table 4 Mean, CV and range of steamed bread parameters in varieties used

性状 Trait	平均数 Mean		变异系数(%) CV		变幅 Range	
	I	II	I	II	I	II
	体积(ml) Volume	365.9	400.0	15.2	13.1	250.0~485.0
高度(cm) Height	5.9	5.8	6.7	5.7	4.7~6.6	5.2~6.8
体积评分(15) Volume score	11.7	13.4	26.1	16.6	4.0~15.0	8.0~15.0
高度评分(5) Height score	3.0	2.9	25.5	21.0	1.0~4.0	2.0~4.0
表面色泽(10) Color	7.1	6.6	13.2	17.4	5.0~9.0	4.0~9.0
表面结构(10) Appearance	7.3	6.9	11.8	10.6	5.0~9.0	5.0~8.5
外观形状(10) Shape	7.4	7.0	12.7	11.9	5.0~9.0	5.0~9.0
结构(15) Internal structure	8.7	8.9	29.6	18.9	2.0~12.0	5.0~12.0
弹性(10) Elasticity	6.5	6.1	21.4	21.0	2.0~9.0	2.0~8.0
韧性(10) Toughness	7.0	6.4	15.4	12.2	4.0~9.0	5.0~8.0
粘性(10) Stickiness	7.0	6.1	13.6	15.7	5.0~9.0	4.0~8.0
气味(5) Taste	4.0	3.4	12.2	14.4	3.0~5.0	2.5~4.5
总分(100) Total score	69.7	67.7	14.6	9.1	42.0~89.5	53.5~78.0

2.2.2 面条品质 将试验 I 品种的面条加工品质列于表 5。由表 5 可知,面条色泽平均为 7 分,高原 602、宁作 6 和 8012 等 7 个品种(系)面条的色泽评分在 8.5 分以上,面条呈乳白、色泽光亮。95-115、高原 182 和高原 584 等 5 个品种(系)面条色泽评分在 6 分以下,面条颜色发暗、发灰、亮度差。面条韧性的评分为 19.2 分,变幅为 13.0~22.0 分,变异系数为 10.9%,其中小冰麦 33、宁 90J10、8015 和 323 系选等 20 个品种(系)的面条有咬劲、富有弹性,韧性评分在 21 分以上,而高原 363、陇春 15、高原 158 三个品种(系)的面条咬劲差、弹性不足,韧性评分均在 15 分以下。粘性的评分为 19.4 分,变幅为 13.0~22.5 分,其中 Marquis、高优 503、93J104 和小冰麦 3 等 11 个品种(系)的面条咀嚼爽口、不粘牙,评分在 21 分以上,而其它品种(系)的面条,不爽口、稍粘牙或发粘。根据 SB/T1039-93 标准,将面条总分大于或等于 85 分的品种(系)视为优良,小于 75 分的视为较差,85~75 分的视为中等,参试品种(系)的面条总分平均值为 77.2 分,高于中等面条的标准。小冰麦 33、93J104、8015、宁作 6 号和 Marquis 五个品种(系)面条总分在 85 分以上。青春 57Q、95-712-133 和 M99-41 等 39 个品种(系)的面条总分在 75~85 分之间,其它品种(系)的面条品质较差,在 75 分以下。由以上分析可知,优良面条品种(系)仅占全部参试品种(系)的小部分,大部分品种(系)为中等或较差的面条小麦品种(系)。与刘建军等^[5]的研究结果相比,青海品种面条的色泽、表面和光滑性较差,具体表现为面条灰暗、亮度差、表面粗糙,煮面易混汤。在今后品种选育过程中,应注重改善面条的色泽和表现。

表 5 面条品质性状的平均值、变异系数和变幅(试验 I)
Table 5 Mean, CV and range of noodle parameters in experiment I

性状 Trait	平均数 Mean	变异系数 CV (%)	变幅 Range
色泽(10) Color	7.0	14.1	5.0~8.5
表面状况(10) Appearance	7.4	12.4	5.0~9.0
适口性(20) Palate	16.6	9.3	10.0~18.0
韧性(25) Elasticity	19.2	10.9	13.0~22.0
粘性(25) Stickiness	19.4	11.5	13.0~22.5
光滑性(5) Smoothness	3.9	14.1	3.0~4.5
食味(5) Taste	3.8	13.8	2.5~4.5
总分(100) Total Score	77.2	9.1	55.0~86.0

2.3 相关分析

2.3.1 小麦品质与馒头品质间的相关分析 将试验 I 和试验 II 小麦品质性状与馒头品质间的相关系数列于表 6。由表 6 可知,容重、硬度、灰分等磨粉品质和淀粉特性与馒头品质的相关系数较小,且在试验 I 和试验 II 中表现不同。蛋白质含量、湿面筋含量和 SDS 沉淀值对馒头多个品质性状有正向作用。例如试验 I 中,馒头体积与湿面筋含量和 SDS 沉淀值均呈极显著正相关,相关系数较大,分别为 0.55 和 0.57;试验 II,馒头

体积也与上述品质性状呈极显著正相关, 相关系数分别为 0.38 和 0.36。粉质仪参数与馒头的体积、高度、外观品质和内部质地均呈正向相关。例如试验 I 中, 形成时间与馒头体积、高度、色泽、韧性、粘性和总分呈显著或极显著正相关, 相关系数分别为 0.51、0.41、0.49、0.36、0.30 和 0.47; 试验 II 中, 形成时间也与上述馒头品质性状呈显著或极显著正相关, 相关系数分别为 0.36、0.46、0.41、0.37、0.39 和 0.41。试验 I 和试验 II 中, 稳定时间与高度、色泽、韧性、粘性、气味和总分均呈显著或极显著正相关, 其中试验 I 的稳定时间与上述馒头品质性状的相关系数分别为 0.43、0.58、0.46、0.42 和 0.54。综上所述, 蛋白质含量和质量对馒头品质指标有较大的正向作用。蛋白质含量高、筋力强的品种(系)加工的馒头对称挺拔, 形状好, 评分高。淀粉糊化特性对馒头品质的作用相对较小。

表 6 小麦品质与馒头品质间的相关系数
Table 6 Correlation coefficients between wheat quality trait and steamed bread quality

性状 Trait	容重 TW	硬度 Harness	灰分 Ash content	蛋白质含量 Protein content	湿面筋 Wet gluten content	SDS 沉淀值 SDS sedimentation	吸水率 Water absorption	形成时间 Development time	稳定时间 Stability	降落值 Falling number	峰值粘度 Peak viscosity	稀解值 Breakdown	峰值时间 Peak time
体积分 I	0.19 a	0.18	- 0.07	0.22	0.55**	0.57**	- 0.06	0.51**	0.49**	0.19	0.12	0.17	0.05
VS II	0.03 b	0.29*	0.00	0.37**	0.38**	0.36**	0.17	0.36**	0.26	- 0.08	- 0.07	- 0.01	- 0.03
高度分 I	0.25	0.21	- 0.21	0.14	0.32*	0.33**	0.06	0.41**	0.43**	0.27*	0.29*	0.10	0.25
HS II	0.07	0.15	0.18	0.17	- 0.01	0.08	0.13	0.46**	0.49**	0.41**	0.29*	0.02	0.39**
表面色泽 I	0.31*	0.42**	- 0.21	0.29*	0.41**	0.22	0.31*	0.49**	0.58**	0.23	0.17	0.02	0.20
AC II	0.26	0.07	- 0.19	0.33**	0.25	0.35**	0.03	0.41**	0.32*	0.16	0.15	0.08	0.19
表面结构 I	0.03	0.33**	- 0.20	0.10	0.32*	0.20	0.17	0.27*	0.37**	0.12	- 0.05	- 0.06	- 0.01
AS II	0.31*	0.12	- 0.01	0.21	0.06	0.17	0.09	0.20	0.11	0.02	0.04	0.06	0.01
外观形状 I	0.15	0.39**	- 0.26*	0.21	0.31*	0.19	0.26*	0.33**	0.45**	0.25*	0.16	- 0.01	0.23
Shape II	0.01	- 0.06	0.09	- 0.01	- 0.15	- 0.12	- 0.11	- 0.01	- 0.08	0.02	0.12	0.12	0.08
结构 I	0.21	0.27*	- 0.37*	0.30*	0.38**	0.28*	0.23	0.22	0.31*	0.25	0.08	- 0.14	0.12
IS II	0.09	- 0.17	- 0.09	0.13	0.07	0.02	- 0.18	- 0.14	- 0.05	- 0.18	- 0.07	0.00	- 0.10
弹性 I	- 0.08	0.38**	- 0.04	0.25	0.45**	0.26*	0.33**	0.38**	0.35**	0.19	0.00	- 0.04	0.00
Elasticity II	0.06	0.00	- 0.13	0.17	0.08	0.06	- 0.09	0.15	0.17	- 0.11	0.00	0.07	- 0.09
韧性 I	0.15	0.25*	- 0.21	0.19	0.42**	0.46**	0.16	0.36**	0.46**	0.21	0.10	0.03	0.07
Toughness II	0.32*	- 0.16	- 0.40**	0.22	0.10	0.05	- 0.31*	0.37**	0.47**	0.29*	0.29*	0.18	0.35**
粘性 I	0.14	0.20	- 0.19	0.11	0.30*	0.38**	0.07	0.30*	0.42**	0.24	0.18	0.03	0.18
Stickiness II	0.35**	- 0.09	- 0.36**	0.24	0.10	- 0.03	- 0.30*	0.39**	0.50**	0.35**	0.38**	0.30*	0.38**
气味 I	0.19	0.17	- 0.20	0.03	0.28*	0.35**	0.08	0.23	0.34**	0.29*	0.19	0.10	0.17
Odor II	0.26	0.03	- 0.25	0.29*	0.13	0.19	- 0.14	0.44**	0.41**	0.24	0.30*	0.25	0.29*
总分 I	0.20	0.34**	- 0.25	0.27*	0.53**	0.46**	0.19	0.47**	0.54**	0.28*	0.14	0.02	0.14
Total score II	0.26	0.06	- 0.19	0.40**	0.24	0.24	- 0.09	0.41**	0.40**	0.09	0.15	0.14	0.16

注: a 和 b 分别为试验 I 和试验 II 的相关系数; * 和 ** 分别表示相关达到 5% 和 1% 极显著水平。

Note: a and b indicate correlation coefficient in experiment I and II, respectively; * and ** indicate significant at 5% and 1% probability level, respectively. VS= Volume score, HS= Height score, AC= Apparent color, AS= Apparent structure, IS= Internal structure.

表 7 小麦品质与面条品质间的相关系数(试验 I)
Table 7 Correlation coefficients between wheat quality trait and noodle quality in experiment I

性状 Trait	色泽 Color	表面状况 Appearance	适口性 Palate	韧性 Toughness	粘性 Stickiness	光滑性 Smoothness	食味 Taste	总分 Total Score
硬度 Hardness	0.16	0.26*	0.15	0.07	0.03	0.04	0.17	0.13
灰分 Ash content	- 0.25*	- 0.01	- 0.01	- 0.21	- 0.24	- 0.24	- 0.17	- 0.21
蛋白质 Protein content	0.22	0.12	0.05	0.12	0.12	0.05	0.16	0.15
湿面筋 Wet gluten content	0.22	0.25*	0.16	0.24	0.31*	0.10	0.40**	0.30*
SDS 沉淀值 SDS sedimentation	- 0.07	- 0.03	0.14	0.30*	0.27*	0.15	0.17	0.22
吸水率 Water absorption	0.20	0.17	0.03	- 0.08	- 0.06	0.02	0.03	0.02
形成时间 Development time	0.23	0.26*	0.32*	0.30*	0.33**	0.15	0.30*	0.36**
稳定时间 Stability	0.31*	0.12	0.30*	0.36**	0.36**	0.29*	0.28*	0.40**
耐揉指数 Mixing tolerance index	- 0.22	- 0.38**	- 0.37**	- 0.41**	- 0.42**	- 0.26*	- 0.47**	- 0.47**
降落值 Falling number	0.24	0.42**	0.58**	0.51**	0.52**	0.42**	0.45**	0.60**
峰值粘度 Peak viscosity	0.12	0.33**	0.58**	0.61**	0.59**	0.48**	0.41**	0.62**
稀解 Breakdown	- 0.17	- 0.00	0.15	0.18	0.10	0.09	0.11	0.11

注: * 和 ** 分别表示相关达到 5% 和 1% 极显著水平。

Note: * and ** indicate significant at 5% and 1% probability level, respectively.

2.3.2 小麦品质与面条品质间的相关分析 将试验 I 小麦品质性状与面条品质间的相关系数列于表 7。由表 7 可知, 硬度和灰分主要影响面条的表观, 对面条质地的作用较小。蛋白质含量、湿面筋含量、SDS 沉淀值

和吸水率与面条多数性状的相关系数较小且未达到显著水平。粉质仪形成时间和稳定时间均与面条适口性、韧性和粘性达到显著或极显著正相关,而耐揉指数则与上述面条品质呈显著或极显著负相关。这说明面筋强度对面条有正向作用,筋力强的品种(系)加工的面条有咬劲、爽口、富有弹性,选择筋力强的品种(系)可以提高面条的质地。淀粉特性是影响面条品质的重要因素,特别是降落值和峰值粘度与面条品质关系密切,二者与表面状况、适口性、韧性、粘性、光滑性、食味和总分均呈正相关,且相关系数较大,均达到极显著或显著水平。降落值与上述品质性状的相关系数分别为 0.42、0.58、0.51、0.52、0.42、0.45 和 0.60,峰值粘度与上述品质性状的相关系数分别为 0.33、0.58、0.61、0.59、0.48、0.41 和 0.62。这表明淀粉特性对面条的表观、口感和弹韧性均有较大的正向作用,是选育优质面条品种(系)的重要指标。

综上所述,粉质仪的形成时间、稳定时间和耐揉指数主要影响面条的质地;淀粉特性与面条品质关系密切,对表观、口感和韧性均有重要影响。

3 讨论

青海省是春小麦的高产区,但同时也是小麦品质较差的地区。全部参试品种(系)的籽粒硬度属中等偏高,平均籽粒蛋白质含量比较高,平均值为 13.5%,与其它春麦区相比,蛋白质含量并不低。根据面团稳定时间来看,面筋强度普遍偏弱。从面条和馒头制作品质来看,大多数品种(系)表现较差,适合制作优质面条和馒头的品种(系)较少,但也有几个品质较好的品种(系),如从省外或国外引进的高优 503、小冰麦 33、M 99-90、格来尼、加 5 和野猫,这说明在青海也可以生产出适合制作优质馒头和优质面条的小麦。因此,应采取引进与选育相结合的方法,尽快提高青海省春小麦品质。应特别注重筋力较强小麦品种(系)的培育,提高品种(系)的蛋白质质量。此外,青海当地不良的种植习惯也可能是造成小麦品质较差的原因之一。收获后不及时脱粒归仓,致使降落值和峰值粘度等淀粉特性变差,最终导致馒头和面条加工品质变劣。

国内外许多学者研究认为蛋白质含量和质量是影响馒头品质的重要因素之一^[3-8],本研究也证实了上述观点,认为湿面筋含量和稳定时间是决定馒头品质优劣的重要因素。淀粉特性与馒头品质的关系因淀粉特性的优劣而不同,淀粉特性较好时,与馒头品质的关系不密切,反之,淀粉特性对面条的表观和弹韧性有重要影响^[8]。灰分含量对面条表面状况有负向效应,湿面筋含量和面团稳定时间与面条韧性和粘性呈显著或极显著正相关,这与有关研究结果相一致^[9-10]。蛋白质含量与所有面条品质性状不相关,不同于其他学者^[10-11],这可能与参试品种有关。国内外先前的研究认为淀粉特性与面条品质关系密切^[9-12],本研究也证实了上述关系,认为淀粉特性对面条的表观、口感和质地都有正向作用,淀粉特性是选育优质面条小麦的重要指标。总之,尽管青海的生态条件对小麦的磨粉品质、面团流变学特性、面条和馒头加工品质不利,但通过遗传选择改善面筋强度和淀粉糊化特性来提高青海小麦的面条和馒头加工品质是可能的。

参考文献

- [1] 陈集贤(主编). 青海高原春小麦生理生态[M]. 科学出版社, 1994, 3—5
- [2] 张梅纽, 张怀刚, 井春喜, 等. 青海高原春小麦HMW-GS等位基因变异及其对面团流变学特性的作用[J]. 麦类作物学报, 2003, 23(4): 15—18
- [3] 张怀刚, 陈集贤, 赵绪兰, 等. 青海高原春小麦品种HMW—GS组成[J]. 西北农业学报, 1995, 4(4): 6—10
- [4] He Z H, Liu A H, Pena R J, *et al*. Suitability of Chinese wheat cultivars for production of northern style Chinese steamed bread[J]. Euphytica, 2003, 131: 147—154
- [5] 刘爱华, 何中虎, 王光瑞, 等. 小麦品质与馒头品质关系的研究[J]. 粮油学报, 2001, (4): 10—14
- [6] Lukow O M, Zhang H G, Zaranecki E M, *et al*. Rheological and end-use quality of Chinese and Canadian spring wheat cultivars[J]. Cereal Chem., 1990, 67(2): 170—176
- [7] 陈绍军. 小麦品种馒头品质的研究[D]. 南京农大博士论文, 1988
- [8] 张春庆, 李晴祺. 影响普通小麦加工馒头质量的主要品质性状的研究[J]. 中国农业科学, 1993, 26(2): 39—46
- [9] Liu J J, He Z H, Zhao Z D, *et al*. Wheat quality traits and quality parameters of cooked dry white Chinese noodles[J]. Euphytica, 2003, 131: 147—154
- [10] Konick C M, Miskelly D M, Coras P W. Contribution of starch and non-starch parameters to the eating quality of Japanese white salted noodles[J]. Sic Food Agric, 1992, 58: 403—406
- [11] Baik B K, Czuchajowska Z, Pomeranz Y. An SOS-Fy Test to evaluate quality of wheat for oriental noodle[J]. Cereal Science, 1994, 19: 191—201
- [12] Batey IL, Curtin B M, Moore S A. Optimization of Rapid-VISCO analyzer test conditions for predicting Asian noodles quality[J]. Cereal Chem., 1997, 74: 497—501