

不同加水量对中国白面条品质性状的影响

叶一力¹, 何中虎^{1,2}, 张艳¹

(¹中国农业科学院作物科学研究所/国家小麦改良中心, 北京 100081; ²国际玉米小麦改良中心(CIMMYT)中国办事处, 北京 100081)

摘要:【目的】加水量是影响面条制作的关键因子, 研究其对面条品质的影响对制定标准化面条评价方法提供依据。【方法】试验 I 选用来自山东和河南的 24 个小麦品种的面粉, 采用 3 种不同加水量 (34%、35% 和 36%)。试验 II 选购商业面粉 5 种, 采用 5 种不同加水量 (34%、35%、36%、37% 和 38%), 分别研究不同加水量对中国白面条品质的影响, 目的是明确实验室面条制作的最适加水量。【结果】随着加水量的增加, 0 h 鲜面片的亮度 L^* 值显著降低, 黄度 b^* 值显著提高。对于品种面粉, 当加水量从 34% 增加到 36% 时, 24 h 鲜面片的亮度 L^* 值先降低后升高, 黄度 b^* 值先升高后降低, 红度 a^* 值显著降低; 当加水量为 35% 时, 亮度 L^* 值最低, 黄度 b^* 值最高。对于商业面粉, 当加水量从 34% 增加到 38% 时, 24 h 鲜面片的亮度 L^* 值先降低后升高, 黄度 b^* 值先升高后降低, 红度 a^* 值变化不显著; 当加水量为 36% 时, 亮度 L^* 值最低, 黄度 b^* 值最高, 但加水量对煮熟面条的颜色值和颜色感官评价影响均不显著。随着加水量的增加, 面条的硬度、黏弹性、光滑性和总分显著提高, 在一定范围内适当增加加水量可以显著改善面条品质。【结论】用软质和混合小麦制作中国白面条的最适加水量为 35%, 用硬质小麦制作中国白面条的最适加水量为 36%。1BL/1RS 易位使面粉吸水量增加, 持水力降低, 导致面团黏性增大, 随着加水量的增加, 面团发黏现象更为明显, 不利于实际操作。对于 1BL/1RS 易位品种, 加水量应在最适加水量的基础上减少 1%。商业面粉中国白面条实验室制作的最适加水量为 37%。

关键词: 普通小麦; 1BL/1RS 易位; 面条品质; 加水量; 籽粒硬度

Effects of Different Water Addition Levels on Chinese White Noodle Quality

YE Yi-li¹, HE Zhong-hu^{1,2}, ZHANG Yan¹

(¹Institute of Crop Science, National Wheat Improvement Center, Chinese Academy of Agricultural Sciences(CAAS), Beijing 100081;

²CIMMYT China Office, c/o CAAS, Beijing 100081)

Abstract: 【Objective】 Water addition is an important factor influencing noodle preparation, therefore it is crucial to investigate the effects of water addition on noodle quality. 【Method】 Experiment I with 24 wheat cultivars from Shandong and He'nan at three different water addition levels (34%, 35% and 36%), and experiment II with five commercial wheat flours at five water addition levels (34%, 35%, 36%, 37% and 38%) were used to investigate the effects of water addition levels on Chinese white noodle (CWN) quality. 【Result】 Brightness (L^* value) of 0h raw noodle sheets was decreased and yellowness (b^* value) of 0h raw noodle sheets was increased significantly with increasing water addition. For the flour made from cultivars, when water addition was increased from 34% to 36%, brightness (L^* value) of 24 h raw noodle sheets increased firstly and then reduced, yellowness (b^* value) decreased firstly and then increased and redness (a^* value) was decreased significantly. Brightness (L^* value) was the lowest and yellowness (b^* value) was the highest at 35% water addition. For commercial flour, when water addition was increased from 34% to 38%, brightness (L^* value) of 24 h raw noodle sheets increased firstly and then decreased, yellowness (b^* value) decreased firstly and then increased and redness (a^* value) was changed insignificantly. Brightness (L^* value) was the lowest and yellowness (b^* value) was the highest at 36% water addition, however, effects of water addition on color of cooked noodles were not significant. The

收稿日期: 2009-07-02; 接受日期: 2009-09-29

基金项目: 农业部“948”重大国际合作项目(2006-G2)

作者简介: 叶一力, 研究实验员。Tel: 010-82108745; E-mail: yeyili2001@yahoo.com.cn. 通信作者张艳, 副研究员。Tel: 010-82108745; E-mail: zhangyancaas@yahoo.com.cn

hardness, viscoelasticity, smoothness and total score were significantly increased with increasing water addition, and increase water addition to a certain level could improve noodle quality significantly. 【Conclusion】 The optimum water addition for soft and mixed wheat cultivars was 35% and for hard wheat cultivar was 36%. Genotype with 1BL/1RS translocation enhanced water absorption, but reduced water retention ability of wheat flour, thus the dough stickiness was increased. The pastiness of dough was more apparent with increasing water addition, which brought inconvenience to practical operation. It was suggested that water addition should be reduced by 1% for 1BL/1RS wheat cultivar based on optimum water addition. The optimum water addition for CWN laboratory preparation from commercial wheat flour was 37%.

Key words: common wheat; 1BL/1RS translocation; noodle quality; water addition; grain hardness

0 引言

【研究意义】面条是中国的传统食品, 约占小麦消费量的 40% 左右。近年来, 国内对品种面粉特性和面条品质的关系等进行了深入研究^[1-3], 基本明确了面条遗传改良的选种指标, 面条感官评价方法研究也有一定进展^[4-7], 但有关面条实验室制作方法的研究还很少, 缺乏标准化的实验室面条制作程序是导致不同实验室间试验结果一致性和可比性差的主要原因, 已成为面条品质评价的主要限制因子。【前人研究进展】影响面条制作的因子很多, 其中加水量、和面与压片方法、煮面方法等最为重要^[4]。在面条制作过程中, 加水量直接影响面团的压片和切条。加水少时, 面粉吸水不充分导致面团偏硬, 压制的面片表面条纹不均匀, 而吸水过多的面团则容易被拉伸, 在压片和切条过程中容易粘辊子。制作高品质的面条其加水量变化范围较窄, 为最适加水量 $\pm 2\%$ ^[8-9]。加水量对黄碱面条和白盐面条的色泽变化有重要影响, 随着加水量的增加, L^* 值显著降低, b^* 值显著升高, a^* 值升高但不显著^[11-14], 加水量还显著影响面条的弹性^[14]。Hatcher 等^[12]认为随着加水量的增加, 白盐面条的质地、恢复性、抗压阻力和最大剪切力显著降低。Ye 等^[10]表明随着加水量的增加, 中国白面条的表面状况、硬度、黏弹性、光滑性和感官评价总分显著提高。【本研究切入点】有关中国白面条实验室制作的最适加水量, 不同研究者观点尚不统一。SB/T10137—93 中规定, 加水量为粉质仪测定吸水率的 44%, 并在一定范围内可适当调节。刘建军等^[3]认为对于吸水率高的品种 (65%), 适宜加水量为粉质仪吸水率的 50%, 吸水率中等的 (60%) 为吸水率的 55%, 吸水率低的 (55%) 为吸水率的 60%, 每 100 g 面粉 32—33 ml 水适合大多数品种。张玲等^[15]认为面粉重量的 30%—35% 为最适加水量。魏益民等^[1]和张国权等^[16]根据面粉本身的水分含量, 以加水后面团水分含量为 28% 来确定最适宜加水量; 张艳等^[7]根据面粉本身的水分含量, 以加

水后面团水分含量为 35% 来确定最适宜加水量。Ye 等^[10]用国内 5 个代表性小麦品种, 研究了 33%、35% 和 37% (面团水分含量) 3 种不同加水量对中国白面条品质的影响, 但所用的品种较少, 没有充分考虑籽粒硬度和 1BL/1RS 易位的影响。因此, 有必要继续深入研究面条制作的最适加水量。【拟解决的关键问题】本试验参考张艳等^[7]的面条实验室制作方法, 通过扩大样本量和品种类型 (包括软、硬麦和 1BL/1RS 易位等), 缩小加水范围, 进一步研究不同加水量对中国白面条品质的影响, 确定面条制作的准确加水量, 旨在为面条的实验室标准化制作提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料与制粉

试验 I, 包括 2007—2008 年度来自山东的小麦品种 19 个, 来自河南的小麦品种 5 个。清理后的种子测定籽粒含水量和硬度, 调节水分含量, 硬质小麦为 16.5%, 混合小麦为 15.5%, 软质小麦为 14.5%, 润麦 20 h, 用 Buhler MLU 202 实验磨 (Buhler Bros, Ltd, Uzwil, Switzerland) 按 AACC 方法 26-21A 制粉, 出粉率均为 60%。试验 II, 从北京市场上选购知名度较高的商业面粉 5 个, 包括中粮香雪粉、北京大磨坊、宁夏塞北雪、内蒙古河套雪花粉和青岛百乐麦。

1.2 试验方法

1.2.1 小麦品质性状的测定 用单籽粒谷物硬度仪 (SKCS 4100, Perten Instruments AB, Sweden) 测定籽粒硬度, 该值越大表示硬度越大。籽粒和面粉蛋白质含量用近红外分析仪 (Foss 1241, Sweden) 测定。面粉灰分和粉质仪参数分别按 AACC 方法 08-01 和 54-21 测定。用澳大利亚 Newport Scientific 公司的快速黏度测试仪 (RVA, Super 3) 参照 Batey 等^[17]方法测定峰值黏度和稀懈值等参数。多酚氧化酶 (PPO) 活性根据 Demeke 和 Morris 等^[18]的测定方法。参照 Oliver 等^[19]方法用 Minolta CR-310 色度仪 (Minolta Camera Co., Ltd., Japan) 分别测定面粉色度, 鲜面片 0

h 和鲜面片贮存在密闭塑料袋中于 26℃ 放置 24 h 的色度以及鲜面条烹煮后色度。使用 D65 的 CIE- L^* a^* b^* 的色度系统, L^* 值表示黑-白(亮)度, 值越大则越白(亮); a^* 值表示绿-红色, 值越大则越红; b^* 值表示蓝-黄色, 值越大则越黄。

1.2.2 1BL/1RS 易位系检测 参考 Singh 等^[20]的 SDS-PAGE 方法, 根据 ω -醇溶蛋白区黑麦碱的存在与否判断 1BL/1RS 易位的存在与否^[21]。

1.2.3 面条制作与评价 在面条制作过程中发现, 品种面粉和商业面粉的适宜加水范围不同, 当加水量 $\geq 37\%$ 时, 品种面粉在和面机的搅拌下充分吸水不能形成面絮而形成面团。当加水量 $\geq 39\%$ 时, 商业面粉才能形成大块儿偏湿的面絮。可能原因是实验磨和工业磨差别较大, 工业磨粉的粉路比较长, 面粉分级细, 主要通过控制吸水率和稳定时间来配粉。针对这一情况, 试验 I 研究不同加水量对品种面粉面条品质的影响并确定最适加水量, 采用 3 种不同加水量, 分别为 34%、35% 和 36%, 72 个处理, 2 次重复; 试验 II 研究不同加水量对商业面粉面条品质的影响并确定最适加水量, 采用 5 种不同加水量, 分别为 34%、35%、36%、37% 和 38%, 25 个处理, 2 次重复。其中加水量指的是面团水分含量, 实际加水量的计算公式为: 加水量 = $(100 - \text{面粉水分含量}) / (100 - \text{面团水分含量}) - 1$ × 面粉重量。

面条制作和感官评价方法参照张艳等^[7]。具体制作方法为: 实验室温度为 20—26℃, 相对湿度为 50%—60%, 200 g 面粉(14%湿基), 1% 的食盐^[10], 用日本 Kenmix 和面机和面, 用日本产 150 型 Ohtake 压面机压片, 4 mm 压辊间距上压 4 次, 其中直接压 1 次、三折 1 次、对折 1 次、不折 1 次。把压好的面片装入自封塑料袋中在 26℃ 下放置 30 min, 之后分别在压面机 3 mm、2 mm、(1.40±0.05) mm 压辊间距上各压 1 次。最后控制面条宽度 1.5 mm, 厚度 1.4—1.5 mm。用 2 000 W 电磁炉烧 2 000 ml 水至沸腾, 将 150 g 面条放于锅中煮 6 min 捞出, 于冰水中降温 30 s 后, 置于盘中, 由经专业培训的 5—6 人组成评价小组对面条进行感官评价, 以市售河套雪花粉为对照, 评价人员把样品与对照进行比较后, 分别对面条的色泽(15 分)、外观(10 分)、软硬度(20 分)、黏弹性(30 分)、光滑性(15 分)和食味(10 分)进行打分, 最后计算出样品的感官评价总分。其中对照的各项感官评价参数得分为 10.5 分、7.0 分、14.0 分、21.0 分、10.5 分和 7.0 分。

1.2.3 统计分析 用 Excel 2000 软件计算平均值、标准偏差和变幅, 用 SAS8e 统计软件计算相关系数并进行显著性测验。

2 结果

2.1 小麦品种和商业面粉的品质性状

试验 I 的样品总计为 24 个, 其中硬质品种 15 个, 包括 7 个 1BL/1RS 品种, 软质和混合品种 9 个, 包括 3 个 1BL/1RS 品种。供试小麦样品和商业面粉的品质性状如表 1 和表 2, 试验 I 小麦样品的面粉蛋白质含量、灰分含量、面粉 L^* 值、 a^* 值、 b^* 值和 PPO 活性的

表 1 试验 I 供试小麦品种品质性状

Table 1 Quality traits of tested wheat cultivars in experiment I

性状 Trait	平均值 Mean	标准偏差 SD	变幅 Range
籽粒硬度 SKCS	59.3	18.36	27.6—82.2
灰分 Flour ash (%)	0.52	0.05	0.42—0.65
L^*	91.6	0.55	90.6—92.5
a^*	-0.8	0.25	-1.3—0.3
b^*	7.8	1.05	5.6—9.6
多酚氧化酶活性 PPO (U/g)	3.82	1.13	2.03—6.03
面粉蛋白 Flour protein (14%MB)	14.6	0.84	12.8—16.9
吸水率 Water absorption (%)	64.7	3.87	58.5—70.6
稳定时间 Stability (min)	5.4	3.52	1.5—14.8
峰值黏度 Peak viscosity (RVU)	223	24.43	177—268
稀懈值 Breakdown (RVU)	48	15.51	29—94

表 2 试验 II 供试商业面粉品质性状

Table 2 Quality traits of commercial wheat flours in experiment II

性状 Trait	平均值 Mean	标准偏差 SD	变幅 Range
灰分 Flour ash (%)	0.49	0.17	0.36—0.78
L^*	91.6	0.52	90.8—92.1
a^*	-1.0	0.13	-1.1—0.8
b^*	7.7	1.04	6.7—9.4
多酚氧化酶活性 PPO ($U \cdot g^{-1}$)	3.40	1.09	2.48—5.27
面粉蛋白 Flour protein (14%MB)	12.8	0.30	12.3—13.1
吸水率 Water absorption (%)	63.9	2.42	61.4—66.9
稳定时间 Stability (min)	8.2	3.83	4.0—14.2
峰值黏度 Peak viscosity (RVU)	239	21.72	203—256
稀懈值 Breakdown (RVU)	67	12.04	49—81

变化幅度比较小,籽粒硬度、峰值黏度和稀懈值的变化幅度比较大;试验 II 商业面粉的蛋白质含量、灰分含量、面粉 L^* 值、 a^* 值、 b^* 值和 PPO 活性的变化幅度比较小,峰值黏度和稀懈值的变化幅度比较大。

2.2 不同加水量对品种面粉面条品质的影响

2.2.1 不同加水量对软质和混合小麦品种面条品质的影响 试验 I 中软质和混合小麦品种的 SKCS 值分布为 27.6—49.0,加水量对软质和混合小麦品种面条品质的影响见表 3。在加水量为 34%、35%和 36%时,0 h 鲜面片 L^* 值分别为 85.1、84.0 和 83.2,呈显著降低趋势, b^* 值分别为 18.4、20.2 和 21.7,呈显著升高趋势, a^* 值均为 1.0;随着加水量的增加,24 h 鲜面片 L^* 值先降低后升高,分别为 76.8、75.6 和 76.2, b^* 值先升高后降低,分别为 23.5、24.5 和 24.1, a^* 值则显著降低,分别为 2.5、2.3 和 2.0;加水量的变化对煮熟面条 L^* 值、 a^* 值和 b^* 值的影响均不显著。可见,当加水量为 35%时,鲜面片的颜色最差。当加水量从 34%增加到 36%时,面条感官评价参数中的颜色、表面状况和风味变化不显著,硬度、黏弹性、光滑性和总分显著提高,其中硬度提高了 2.1 分,黏弹性提高了 2.6 分,光滑性提高了 1.7 分,感官评价总分由 65.0 分显著提高到 71.6 分。这说明加水量为 34%时,0 和 24 h 鲜面片 L^* 值最高, b^* 值最低,颜色最好,但面条感官评价总分最低;加水量为 35%时,24 h 鲜面片的 L^* 值最低, b^* 值最高,颜色最差,面条感官评价总分居中;加水量为 36%时,0 h 鲜面片 L^* 值最低, b^* 值最高,面条的硬度、黏弹性、光滑性和感官评价总分最高。

总之,对于软质和混合小麦,34%的加水量使鲜面条具有较好的颜色,但面条的硬度、黏弹性、光滑性和总分最低。36%的加水量使面条的感官评价总分最高,但制作过程中发现加水量偏多,和成的面絮过湿且结块较大,经过 30 min 醒发后,压出的面片容易被拉伸变形,轧出的面条容易互相黏连,给实际操作带来不便。35%的加水量和成的面絮湿度合适、大小均匀,面条成型较好,并且使面条具备相对较好的品质,虽然 35%的加水量使鲜面片的颜色最差,但不同加水量对煮熟面条的颜色值和颜色感官评价影响均不显著,因此 35%的加水量可以作为软质和混合小麦制作面条的最适加水量。但对于软质和混合小麦中的 1BL/1RS 易位品种(鲁麦 15、泰山 6219 和潍 8),35%的加水量稍多,和成的面絮偏湿,压片时粘辊子,34%的加水量相对比较合适。

2.2.2 不同加水量对硬质小麦品种面条品质的影响 试验 I 中硬质小麦品种的 SKCS 值分布为 62.0—82.2,加水量对硬质小麦品种面条品质的影响见表 3。在加水量为 34%、35%和 36%时,0 h 鲜面片 L^* 值分别为 85.3、84.3 和 83.5,呈显著降低趋势, b^* 值分别为 17.7、19.3 和 20.8,呈显著升高趋势, a^* 值变化不显著;随着加水量的增加,24 h 鲜面片 L^* 值先降低后升高,分别为 76.9、75.6 和 76.1, b^* 值先升高后降低,分别为 22.7、23.9 和 23.6, a^* 值有降低趋势,但变化不显著,分别为 2.5、2.4 和 2.2;加水量的变化对煮熟面条 L^* 值、 a^* 值和 b^* 值的影响均不显著。可见,当加水量为 35%时,鲜面片的颜色最差。当加水量从 34%增加到 36%时,面条感官评价参数中的颜色、表面状况和风味变化不显著,硬度、黏弹性、光滑性和总分显著提高,其中硬度提高了 2.2 分,黏弹性提高了 2.6 分,光滑性提高了 1.1 分,感官评价总分由 66.4 分提高到了 72.4 分。与软质和混合小麦类似,加水量为 34%时,0 和 24 h 鲜面片 L^* 值最高, b^* 值最低,颜色最好,但面条感官评价总分最低;加水量为 35%时,24 h 鲜面片的 L^* 值最低, b^* 值最高,颜色最差,面条感官评价总分居中;加水量为 36%时,0 h 鲜面片 L^* 值最低, b^* 值最高,面条的硬度、黏弹性、光滑性和感官评价总分最高。

总之,对于硬质小麦来说,34%的加水量使鲜面条具有较好的颜色,但面条的硬度、黏弹性、光滑性和总分最低,而且加水量偏少,和成的面絮过于松散,压出的面片表面不光滑,不利于压片成型。35%的加水量使鲜面片的颜色最差,且对于大部分品种偏少。36%的加水量不但利于实际操作,而且使鲜面片具有相对较好的颜色和较高的感官评价总分。综合考虑实际操作的可行性和加水量对面条品质的影响,36%的加水量适合硬质小麦的面条实验室制作。但对于硬质小麦中的 1BL/1RS 易位品种,36%的加水量偏多,和成的面絮偏湿且结块大,压片时粘辊子,如鲁麦 14、泰山 5598、00526 等,35%的加水量相对比较合适。

2.2.3 不同类型品种在不同加水量下的感官评价 不同品种在 3 种加水量下的感官评价总分见表 4。对于不同硬度的小麦来说,面条的感官评价总分均随着加水量的增加而提高,加水量的变化对不同品种的面条感官评价总分排序影响不大,例如,位于前五位的豫麦 47、00524、00526、鲁麦 21 和济麦 20 与位于后三位的泰山 223、泰山 23 和济南 17 的总分排序基本不受加水量的影响,其它品种的总分排序会随着加水量

表 3 不同加水量对中国白面条品质的影响

Table 3 Effect of water addition on quality of Chinese white noodles

加水量 Water (%)	鲜面片颜色 Noodle sheet color						熟面条颜色 Cooked noodle color			感官评价 Sensory evaluation						
	0 h			24 h			L^*	a^*	b^*	颜色 Color	表面状况 Appearance	硬度 Firmness	黏弹性 Viscoelasticity	光滑性 Smoothness	风味 Flavor	总分 Total score
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*										
混合和软质小麦品种 Mixed and soft wheat cultivars																
34	85.1a	1.0a	18.4c	76.8a	2.5a	23.5c	65.8a	-1.6a	10.4a	10.2a	7.5a	12.4c	17.9c	9.5c	7.5a	65.0c
35	84.0b	1.0a	20.2b	75.6c	2.3b	24.5a	66.0a	-1.7a	10.4a	10.2a	7.4a	13.7b	18.9b	10.3b	7.6a	68.1b
36	83.2c	1.0a	21.7a	76.2b	2.0c	24.1b	66.6a	-1.7a	10.2a	10.2a	7.6a	14.5a	20.5a	11.2a	7.5a	71.6a
硬质小麦品种 Hard wheat cultivars																
34	85.3a	1.2a	17.7c	76.9a	2.5a	22.7b	64.9a	-1.7a	9.5a	10.8a	7.5b	11.6c	18.6c	10.0c	7.9a	66.4c
35	84.3b	1.2a	19.3b	75.6c	2.4a	23.9a	65.2a	-1.8a	9.4a	10.7a	7.6b	12.8b	19.2b	10.4b	7.9a	68.7b
36	83.5c	1.1a	20.8a	76.1b	2.2b	23.6a	65.8a	-1.8a	9.2a	10.7a	7.8a	13.8a	21.2a	11.1a	8.0a	72.4a
商业面粉 Commercial wheat flours																
34	87.6a	0.4c	13.1d	79.3a	1.6b	21.6d	73.6a	-0.6bc	15.5a	9.6a	6.8b	11.4d	16.1c	9.0d	6.8b	59.8e
35	86.0b	0.6b	15.2c	77.8c	1.9a	23.8b	73.8a	-0.6c	15.6a	9.6a	6.8b	11.9c	16.9b	9.4c	6.8b	61.5d
36	85.4c	0.7b	16.4b	77.3c	1.9a	24.6a	73.9a	-0.7c	15.6a	9.5a	6.9b	12.8b	18.5a	10.4b	6.8b	64.9c
37	83.6d	1.0a	19.1a	78.7b	2.1a	23.8b	73.9a	-0.4a	15.3a	9.2b	7.5a	13.5a	18.2a	10.5b	7.2a	66.1b
38	83.4d	1.0a	19.4a	79.6a	2.0a	22.4c	73.8a	-0.4ab	15.4a	9.2b	7.4a	13.1ab	18.8a	11.1a	7.2a	66.8a

不同字母表示差异达 5% 显著水平

The values followed by a different letter are significantly different at 5% probability level

表 4 不同品种在不同加水量下的感官评价总分和排名

Table 4 Sensory evaluation total score and ranks of different cultivars at different water additions

品种 Cultivar	硬度 Hardness	分级 Classification	1BL/1RS	总分/排名 Total score/ Rank		
				34%	35%	36%
泰山 23 Taishan 23	27.6	S	N	60.4/23	64.5/20	66.4/22
泰山 223 Taishan 223	32.4	S	N	57.5/24	60.3/24	64.4/24
鲁麦 15 Lumai 15	35.0	S	P	70.4/6	72.3/6	76.1/7
泰山 1 号 Taishan 1	36.2	S	N	66.5/10	69.0/10	73.7/9
鲁麦 23 Lumai 23	36.2	S	N	64.7/13	64.9/18	69.8/15
济南 13 Jinan 13	37.8	M	N	62.3/19	64.7/19	69.5/16
泰山 6219 Taishan 6219	40.1	M	P	65.3/11	71.3/9	73.9/8
鲁麦 21 Lumai 21	41.1	M	N	71.4/4	73.9/5	77.8/4
潍 8 Wei 8	49.0	M	P	67.1/9	71.5/8	72.8/10
泰山 5331 Taishan 5331	62.0	H	P	67.6/7	71.9/7	76.4/6
鲁麦 14 Lumai 14	62.5	H	P	65.3/11	68.5/11	70.8/13
泰山 5598 Taishan 5598	68.8	H	P	67.4/8	66.1/13	72.3/11
济麦 20 Jimai 20	69.2	H	N	71.0/5	74.8/4	77.5/5
00526	69.3	H	P	72.3/3	75.2/3	78.1/3
豫麦 34 Yumai 34	70.7	H	N	61.5/20	65.3/15	68.5/19
豫麦 47 Yumai 47	72.6	H	N	76.2/1	78.0/1	82.9/1
00524	72.8	H	P	74.2/2	75.6/2	78.2/2
烟农 19 Yannong 19	74.0	H	N	64.6/14	65.1/16	70.3/14
泰山 5309 Taishan 5309	74.8	H	P	63.1/16	65.6/14	68.9/17
济麦 22 Jimai 22	75.9	H	N	63.0/18	65.0/17	68.5/19
DH155	76.3	H	N	63.1/16	64.4/21	68.1/21
济麦 19 Jimai 19	76.6	H	N	61.4/21	63.8/22	68.7/18
济南 17 Jinan 17	80.7	H	N	61.0/22	63.7/23	65.8/23
99515	82.2	H	P	63.8/15	66.9/12	71.9/12

P, 含 1BL/1RS 易位; N, 不含 1BL/1RS 易位 P indicates 1BL/1RS present; N indicates 1BL/1RS not present

的增加降低或提高,如鲁麦 23 在 3 种加水量下的排序分别为 13, 18 和 15。对于 1BL/1RS 易位品种来说,面条的感官评价总分也随着加水量的增加而提高,加水量的变化对品种间面条感官评价总分排序影响不大,如鲁麦 15 在 3 种加水量下的排序分别为 6、6 和 7,也有一些 1BL/1RS 品种的排序发生降低或提高,如泰山 5598 在 3 种加水量下的排序分别为 8、13 和 11。

由此可见,在一定范围内适当提高加水量能够显著改善面条的品质,并且加水量的变化基本不会影响小麦的品质评价和品种筛选。因此,在实际操作可行的条件下,采用相对较高的加水量更有利于面条的制作。

2.4 不同加水量对商业面粉面条品质的影响

不同加水量对商业面粉面条品质的影响见表 3。当加水量从 34%增加到 38%时,0 h 面片的 L^* 值由 87.6 降低到 83.4,呈显著降低趋势, a^* 值由 0.4 升高到 1.0, b^* 由 13.1 升高到 19.4,呈显著升高趋势,但加水量从 37%增加到 38%时, L^* 值、 a^* 值和 b^* 值变化均不显著;随着加水量的增加,24 h 面片 L^* 值先降低后升高, b^* 值先升高后降低, a^* 值变化不显著,加水量为 36%时, L^* 值最低为 77.3, b^* 值最高为 24.6, a^* 值为 1.9。加水量的变化对煮熟面条 L^* 值和 b^* 值的影响均不显著,但当加水量从 36%增加到 37%时,熟面条 a^* 值显著增大,从 37%增加到 38%时, a^* 值变化不显著。

随着加水量的增加,面条感官评价中的颜色评分

显著降低, 表面状况、硬度、黏弹性、光滑性、风味和总分都显著提高, 例如, 34%的加水量下, 面条的硬度为 11.4 分、黏弹性为 16.1 分, 光滑性为 9.0 分, 37%的加水量下, 面条的硬度为 13.5 分, 黏弹性为 18.2 分, 光滑性为 10.5 分, 但是当加水量从 37%增加到 38%时, 面条的颜色、表面状况、硬度、黏弹性、风味变化不显著。当加水量从 34%增加到 38%时, 面条总分从 59.8 显著提高到了 66.8。可见, 用商业面粉制作面条时, 适当提高加水量可以显著改善面条的质地和提高感官评价总分。

用商业面粉制作面条时发现, 34%和 35%的加水量偏少, 38%的加水量偏多, 加水量为 36%和 37%时, 商业面粉形成的面絮湿度合适, 大小均匀, 适合制作面条。当加水量由 37%增加到 38%时, 0 h 鲜面片颜色值和煮熟面条颜色值变化不显著, 面条感官评价参数中的颜色、表面状况、硬度、黏弹性、风味变化不显著, 而且 38%的加水量偏多, 可见, 虽然 38%的加水量使面条感官评价总分最高, 但并不是理想的加水量。随着加水量的提高, 24 h 鲜面片的 L^* 先降低后升高, b^* 值先升高后降低, 当加水量为 36%时, 24 h 鲜面片的 L^* 值最低, b^* 值最高, 鲜面片的颜色最差, 而且 36%的加水量使面条感官评价总分偏低, 虽然 36%的加水量利于实际操作但仍然不是理想的加水量。总之, 随着加水量的提高, 面条的感官评价总分显著提高, 煮熟面条的颜色值变化不显著, 在实际操作可行的条件下, 采用相对较高的加水量能更好反映面条的品质, 37%的加水量不仅有利于实际操作而且使面条具有较好的颜色和较高的感官评价总分, 所以 37%的加水量适合商业面粉的面条实验室制作。

3 讨论

3.1 籽粒硬度对加水量的影响

吸水率高的小麦品种表现出较强的吸水力和持水力, 籽粒硬度和蛋白质含量对吸水率有显著影响^[22-25]。籽粒硬度对吸水率的影响主要与破损淀粉有关, 在同样的加工工艺下, 硬质比软质小麦的淀粉损伤率高近 20%^[26]。Oh 等^[27]发现, 在制作面条时, 面团的最佳吸水量随破损淀粉增加而提高。国内外大量资料证明, 面粉的吸水率与蛋白质含量呈极显著正相关, 相关系数大于 0.90^[28-29]。笔者对试验 I 的籽粒硬度和蛋白质含量、吸水率和蛋白质含量及吸水率和籽粒硬度分别进行了相关性分析, 籽粒硬度和蛋白质含量、吸水率和蛋白质含量相关均不显著 ($r=-0.28$ 和 $r=0.14$), 但

吸水率和籽粒硬度呈极显著正相关 ($r=0.70$), 这与魏益民^[28]和林作楫^[30]的结果一致, 但也有研究认为粗蛋白含量与硬度呈极显著正相关^[31-33]。可见, 本试验中籽粒硬度对吸水率的影响较大, 蛋白质含量对吸水率影响较小。国外按籽粒硬度、蛋白质含量和质量对小麦进行品质分类, 一般来说, 硬质小麦的蛋白质含量较高, 面筋强度较强; 软质小麦的蛋白质含量较低, 面筋强度较弱^[34-35]。由于中国小麦育种一直以产量为主要目标, 忽视了对品质性状的选择, 所以就品质性状而言, 中国小麦品种就像一个未经选择的混合群体, 各种类型都有可能出现, 变异范围比较大^[36], 因此导致品种的籽粒硬度与蛋白质含量高低不匹配, 关于吸水率与蛋白质含量关系的研究也不尽一致, 所以本试验根据籽粒硬度而不是根据蛋白质含量来确定加水量是可行的。SB/T10137-93 中规定, 面条加水量为粉质仪测定吸水率的 44%, 考虑了不同品种吸水率和持水能力的不同, 但是需要测定粉质仪吸水率, 工作量大, 耗时长, 给育种中样品量较大的品种评价工作带来不便, 并且与本试验的加水量相比, 按 SB/T10137-93 确定的加水量普遍偏少。基于本试验结果, 建议按籽粒硬度 (软质和混合、硬质) 来确定面条实验室制作的最适加水量。

3.2 1BL/1RS 易位对加水量的影响

在面条制作过程中发现, 随着加水量的增加, 1BL/1RS 易位品种的面团发黏现象明显, 面片容易被拉伸变形。国内外有关 1BL/1RS 易位对小麦面条制作品质影响报道较少^[37], 刘建军等^[38]认为, 1BL/1RS 易位使吸水量增加, 而持水力较低, 从而导致面团黏性增大, 强度降低, 烘烤品质变劣。但 Dhaliwal 等^[39]发现, 1BL/1RS 易位对粉质仪吸水率没有显著影响。Henry 等^[40]发现 1BL/1RS 转基因小麦因水溶性蛋白含量高, 导致形成湿弱面团。试验 I 中的 1BL/1RS 易位品种和非 1BL/1RS 易位品种的吸水率平均值都是 64.7%, 可见本试验中 1BL/1RS 易位对吸水率的影响不显著, 原因可能是 1BL/1RS 易位品种持水能力降低导致面团黏性增大。因此, 对于 1BL/1RS 易位品种, 面条实验室制作的最适加水量应该在其硬度最适加水量的基础上减少 1%。

3.3 加水量对中国白面条品质的影响

本研究表明, 随着加水量的增加, 24 h 鲜面片的 L^* 值先降低后升高, b^* 值先升高后降低, 对于品种面粉, 加水量为 35%时, 24 h 鲜面片 L^* 值最低, b^* 值最高, 颜色最差, 这与 Solah 等^[41]和 Ye 等^[10]研究一致。

对于商业面粉,加水量为 36%时,24 h 鲜面片的 L^* 值最低, b^* 值最高,鲜面片的颜色最差。随着加水量的增加,面条的硬度、黏弹性、光滑性和感官评价总分显著提高,与硬质小麦品种相比,软质和混合小麦品种及商业面粉的面条感官评价总分提高的幅度比较大。试验 I 的 24 个小麦品种面条感官评价总分均随加水量的增加而提高,虽然加水量的增加使有些品种面条的总分排序发生一定变化,但对品质较差和品质优良品种的面条总分排序影响不显著。可见,在一定范围内,增加加水量可以显著提高面条品质,尤其是显著提高品质较差小麦品种以及商业面粉的面条品质,而且加水量的提高对品种的筛选影响不大。

4 结 论

根据小麦籽粒硬度来确定中国白面条实验室制作的最适加水量,并且考虑了 1BL/1RS 易位的影响,对于软质和混合小麦,中国白面条实验室制作的最适加水量为 35%,对于软质和混合小麦中的 1BL/1RS 易位品种,最适加水量为 34%;对于硬质小麦,中国白面条实验室制作的最适加水量为 36%,对于硬质小麦中的 1BL/1RS 易位品种,最适加水量为 35%;商业面粉面条实验室制作的最适加水量为 37%。考虑到随着加水量的增加,面条评分显著提高,不同品种的面条评分比较只应限于同一类型的品种。

References

- [1] 魏益民, 张国权, 欧阳韶晖, 席美丽, 胡新中, W Sietz. 小麦粉品质和制面工艺对面条品质的影响研究. 中国粮油学报, 1998, 13(5): 42-45.
Wei Y M, Zhang G Q, Ouyang S H, Xi M L, Hu X Z, Sietz W. Influence of processing parameters on quality properties of Spaghetti. *Journal of the Chinese Cereals and Oils Association*, 1998, 13(5): 42-45. (in Chinese)
- [2] 赵仁勇, J P Leygue, 刘长虹, R Bertrand. 用法国小麦粉制作中国面条的研究. I. 实验室制作挂面. 郑州工程学院学报, 2002, 23(1): 8-13.
Zhao R Y, Leygue J P, Liu C H, Bertrand R. Applications of French wheat flours in Chinese noodles. I. Dry noodles making test in laboratory. *Journal of Zhengzhou Institute of Technology*, 2002, 23(1): 8-13. (in Chinese)
- [3] 刘建军, 何中虎, 赵振东, 刘爱峰, 宋健民, R J Peña. 小麦品质性状与干白面条品质参数关系的研究. 作物学报, 2002, 28(6): 738-742.
Liu J J, He Z H, Zhao Z D, Liu A F, Song J M, Peña R J. Investigation on relationship between wheat quality traits and quality parameters of dry white Chinese noodles. *Acta Agronomica Sinica*, 2002, 28(6): 738-742. (in Chinese)
- [4] 李硕碧, 单明珠, 王 怡, 李必运, 张蜀光. 鲜湿面条专用小麦品种品质的评价. 作物学报, 2001, 27(3): 334-339.
Li S B, Shan M Z, Wang Y, Li B Y, Zhang S G. Evaluation of wheat quality for wet noodle making. *Acta Agronomica Sinica*, 2001, 27(3): 334-339. (in Chinese)
- [5] 师俊玲, 魏益民, 郭波莉, 梁 灵, 张国权. 面条食用品质评价方法研究. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2002, 30(6): 111-117.
Shi J L, Wei Y M, Guo B L, Liang L, Zhang G Q. Noodle quality evaluating methods. *Journal of Northwest A&F University: Natural Science Edition*, 2002, 30(6): 111-117. (in Chinese)
- [6] 雷 激, 张 艳, 王德森, 闫 俊, 何中虎. 中国干白面条品质评价方法研究. 中国农业科学, 2005, 37(12): 2000-2005.
Lei J, Zhang Y, Wang D S, Yan J, He Z H. Methods for evaluation of quality characteristics of dry white Chinese noodles. *Scientia Agricultura Sinica*, 2004, 37(12): 2000-2005. (in Chinese)
- [7] 张 艳, 阎 俊, H Yoshida, 王德森, 陈东升, T Nagamine, 刘建军, 何中虎. 中国面条的标准化实验室制作与评价方法研究. 麦类作物学报, 2007, 27(10): 158-165.
Zhang Y, Yan J, Yoshida H, Wang D S, Chen D S, Nagamine T, Liu J J, He Z H. Standardization of laboratory processing of Chinese white salted noodle and its sensory evaluation system. *Journal of Triticeae Crops*, 2007, 27(10): 158-165. (in Chinese)
- [8] Oh N H, Seib P A, Chung D S. Noodles. III. Effects of processing variables on quality characteristics of dry noodles. *Cereal Chemistry*, 1985, 62: 437-440.
- [9] Oh N H, Seib P A, Finney K F. Noodles. V. Determination of optimum water absorption of flour to prepare oriental noodles. *Cereal Chemistry*, 1986, 63(2): 93-96.
- [10] Ye Y L, Zhang Y, Yan J, Zhang Y, He Z H, Huang S D, Quail K J. Effects of flour extraction rate, added water and salt on color and texture of Chinese white noodles. *Cereal Chemistry*, 2009, 86(4): 477-485.
- [11] Baik B K, Czuchajowska Z, Pomeranz Y. Discoloration of dough for oriental noodles. *Cereal Chemistry*, 1995, 72: 198-205.
- [12] Hatcher D W, Symons S J, Kruger J E. Measurement of the time-dependent appearance of discolored spots in alkaline noodles by image analysis (1). *Cereal Chemistry*, 1999, 76(2): 189-194.
- [13] Morris C F, Jeffers H C, Engle D A. Effect of processing, formula and measurement variables on alkaline noodle color-toward an optimized

- laboratory system. *Cereal Chemistry*, 2000, 77(1): 77-85.
- [14] Edwards N M, Scanlon M G, Kruger J E, Dexter J E. Oriental noodle dough rheology: Relationship to water absorption, formulation, and work input during dough sheeting. *Cereal Chemistry*, 1996, 73: 708-711.
- [15] 张 玲, 王宪泽, 岳永鲜. 用 TOM 评价中国面条品质的新方法 & 研究小麦品质对它的影响. 中国粮油学报, 1998, 13(1): 49-53.
- Zhang L, Wang X Z, Yue Y S. TOM being a new assessment method for Chinese noodle cooking quality and effects of wheat quality characteristics on it. *Journal of the Chinese Cereals and Oils Association*, 1998, 13(1): 49-53. (in Chinese)
- [16] 张国权, 魏益民, 欧阳韶晖, 席美丽, 胡新中, W Sietz. 小麦品种品质与面条品质关系的研究. 中国粮油学报, 2000, 15(3): 5-8.
- Zhang G Q, Wei Y M, Ouyang S H, Xi M L, Hu X Z, Sietz W. Noodle quality characters of wheat cultivars. *Journal of the Chinese Cereals and Oils Association*, 2000, 15(3): 5-8. (in Chinese)
- [17] Batey I L, Curtin B M, Moore S A. Optimization of Rapid Visco Analyser test conditions for predicting Asian noodle quality. *Cereal Chemistry*, 1997, 74(4): 497-501.
- [18] Demeke T, Morris C F, Campbell K G, King G E, Anderson J A, Chang K G. Wheat polyphenol oxidase: Distribution and genetic mapping in the inbred line populations. *Crop Science*, 2001, 41: 1750-1757.
- [19] Oliver J R, Blakeney A B, Allen H M. Measurement of flour color in color space parameters. *Cereal Chemistry*, 1992, 69(5): 546-551.
- [20] Singh N K, Shepher K W. A simplified SDS-PAGE procedure for separation LMW subunits of glutenin. *Journal of Cereal Science*, 1991, 14: 203-208.
- [21] Gupta R B, Shepherd K W. Identification of rye chromosome 1R translocations and subunits in hexaploid wheats using storage proteins as genetic markers. *Plant Breeding*, 1992, 109: 130-140.
- [22] Finney K F, Yamazaki W T, Youngs V L, Rubenthaler G L. Quality of hard, soft and durum wheat// Heyne E G. ed. *Wheat and Wheat Improvement*. 2nd ed. ASA, Madison. WI. USA, 1987: 677-748.
- [23] Simmonds D H. Inherent quality factors in wheat// *Wheat and Wheat Quality in Australia*. Melbourne: CSIRO, 1989: 31-61.
- [24] 郭波莉, 魏益民, 张国权, 欧阳韶晖. 小麦籽粒品质与面制食品品质关系的研究//中国小麦育种研究进展. 北京: 中国科学技术出版社, 2002: 224-229.
- Guo B L, Wei Y M, Zhang G Q, Ouyang S H. Relationship between qualities of wheat kernel and food// *Advance of Wheat Breeding in China*. Beijing: China Science and Technology Press, 2002: 224-229. (in Chinese)
- [25] 陈 峰, 钱森和, 张 艳, 夏先春, 何中虎. 中国冬小麦 puroindoline 类型分布及其对溶剂保持力的影响. 中国农业科学, 2005, 38 (11): 2173-2181.
- Chen F, Qian H S, Zhang Y, Xia X C, He Z H. Distribution of puroindoline alleles in Chinese winter wheats and its effect on solvent retention capacity. *Scientia Agricultura Sinica*, 2005, 38(11): 2173-2181. (in Chinese)
- [26] 王晓曦, 程风明, 林江涛, 朱永义. 小麦破损淀粉含量的影响因素. 粮食与饲料工业, 2001, (5): 4-7.
- Wang X X, Cheng F M, Lin J T, Zhu Y Y. The influence factors for damaged starch contents of wheat flour. *Cereal and Feed Industry*, 2001, (5): 4-7. (in Chinese)
- [27] Oh N H, Seib P A, Deyoe C W, Ward A B. Noodles I. Measurement the textural characteristics of cooked noodles. *Cereal Chemistry*, 1983, 60: 433-438.
- [28] 魏益民. 谷物品质与食品品质—小麦籽粒品质与食品品质. 陕西: 陕西人民出版社, 2002: 54.
- Wei Y M. *Cereal and Food Qualities-Wheat Kernel and Food Qualities*. Shanxi: Shanxi People Press, 2002: 54. (in Chinese)
- [29] Finney P L, Gaines C S, Andrews L C. Wheat quality: A quality assessor's view. *Cereal Food World*, 1987, 32 (4): 313-319.
- [30] 林作楫. 食品加工与小麦品质改良. 北京: 中国农业出版社, 1994: 26-29.
- Lin Z Y. *Food Processing and Wheat Quality Improvement*. Beijing: China Agriculture Press, 1994: 26-29. (in Chinese)
- [31] 李宗智, 张馥亭, 张彩英, 金亚辰. 不同小麦品种品质特性及其相关性的初步研究. 中国农业科学, 1990, 23(6): 35-41.
- Li Z Z, Zhang F T, Zhang C Y, Jin Y C. Quality traits of different varieties and correlations among them in wheat. *Scientia Agricultura Sinica*, 1990, 23(6): 35-41. (in Chinese)
- [32] 李硕碧. 小麦籽粒胚乳结构性状的研究. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2002, 30(5): 7-10.
- Li S B. Study on structural characters of grain endosperm of wheat. *Journal of Northwest A&F University: Natural Science Edition*, 2002, 30(5): 7-10. (in Chinese)
- [33] 郭世华, 刘 丽, 于亚雄, 马 庆, 杨金华, 程 耿, 胡银星. 中国冬播麦区小麦品种籽粒硬度的变异分析. 西南农业学报, 2006, 19(3): 365-368.
- Guo S H, Liu L, Yu Y X, Ma Q, Yang J H, Cheng G, Hu Y X. Grain hardness variation, of wheat grown in Chinese winter wheat regions. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*, 2006, 19(3): 365-368. (in Chinese)
- [34] Slaughter D C, Norris K H, Huschka W R. Quality analysis and

- classification of hard red wheat. *Cereal Chemistry*, 1992, 69: 428-432.
- [35] Gaines C S, Finny P L, Rubenthaler G. Milling and baking qualities of some wheats developed for eastern of northwestern regions of the United States and grown at both locations. *Cereal Chemistry*, 1996, 73: 521-525.
- [36] 何中虎, 林作楫, 王龙俊, 肖志敏, 万富世, 庄巧生. 中国小麦品质区划的研究. 中国农业科学, 2002, 35(4): 359-364.
- He Z H, Lin Z J, Wang L J, Xiao Z M, Wan F S, Zhang Q S. Classification on Chinese wheat quality regions and based on quality. *Scientia Agricultura Sinica*, 2002, 35(4): 359-364. (in Chinese)
- [37] 张立平, 何中虎, 陆美琴, 庞斌双, 张学勇, 夏兰芹, Ellison F. 用 *Glu-B3*, *Gli-B1* 和 *SEC-1b* 复合引物 PCR 检测普通小麦 IBL/IRS 易位系. 中国农业科学, 2003, 36(12): 1566-1570.
- Zhang L P, He Z H, Lu M Q, Pang B S, Zhang X Y, Xia L Q, Ellison F. Identification of IBL/IRS translocation via multiplex PCR markers of *Glu-B3*, *Gli-B1* and *SEC-1b* in common wheat. *Scientia Agricultura Sinica*, 2003, 36(12): 1566-1570. (in Chinese)
- [38] 刘建军, 何中虎, R J Peña, 赵振东. IBL/IRS 易位对小麦加工品质的影响. 作物学报, 2004, 30(2): 149-153.
- Liu J J, He Z H, Peña R J, Zhao Z D. Effect of IBL/IRS translocation on grain quality and noodle quality in breed wheat. *Acta Agronomica Sinica*, 2004, 30(2): 149-153. (in Chinese)
- [39] Dhaliwal A S, Mares D J, Marshall D R. Measurement of dough surface stickiness associated with the IBL/IRS chromosome translocation in bread wheats. *Journal of Cereal Science*, 1990, 12: 165-175.
- [40] Henry R J, Martin D J, Stewart B G. Cell-wall polysaccharides of rye-derived wheat: investigations of the biochemical causes of dough stickiness. *Food Chemistry*, 1989, 66: 309-316.
- [41] Solah V A, Crosbie G B, Huang S, Quail K, Sy N, Limley H A. Measurement of color, gloss, and translucency of white salted noodles: Effects of water addition and vacuum mixing. *Cereal Chemistry*, 2007, 84(2): 145-151.

(责任编辑 曲来娥)