

中澳小麦配麦对小麦粉和面条品质的影响

常柳,陈瑶,段晓亮,孙辉

(国家粮食局科学研究院,北京 100037)

摘要:将三种澳洲小麦按不同比例分别与两种中国小麦配麦制粉,研究配麦对小麦粉和面条品质的影响。结果表明:在相同灰分含量的条件下,澳麦的实验制粉出粉率高于参试中国小麦,配麦可以改变小麦粉面筋强弱、面团流变学等品质特性;澳麦 A1(优质白麦)对两种中国小麦面条品质的改良效果均达到显著水平,澳麦 A2(优质硬麦)对品质稍差的中国小麦面条品质的改良效果显著,澳麦 A3(普通硬麦)对两种中国小麦的面条品质改良效果均未达到显著水平。最佳配麦组合是 C3A1(50:50)。配麦后的品质特性与原料小麦的品质密切相关。

关键词:配麦;小麦粉品质;面条品质;相关分析

中图分类号:TS 213.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-7561(2017)01-0037-07

Effect of wheat blending with Australian and Chinese wheat on flour and noodle quality

CHANG Liu, CHEN Yao, DUAN Xiao-liang, SUN Hui

(Academy of State Administration of Grain, Beijing 100037)

Abstract: The effect of wheat blending on flour and noodle quality was studied with 3 kinds of Australian wheat and 2 kinds of Chinese wheat blended in different proportions. The results showed that the flour extraction of Australian wheat was higher than that of the tested Chinese wheat under the condition of the same ash content. Wheat blending changed some quality characters, for example, gluten strength, dough rheological properties. Australian wheat A1 (Premium White) could improve the noodle quality of Chinese wheat significantly. Australian wheat A2 (Prime Hard) could improve the noodle quality of the Chinese inferior wheat significantly, while the noodle quality made of the two kinds of Chinese wheat was not improved significantly by Australian wheat A3 (Hard). The best combination was C3A1 (50:50). Quality characteristics were closely related to the quality of raw wheat after wheat blending.

Key words: wheat blending; flour quality; noodle quality; correlation analysis

配麦是生产符合食品制作要求的高品质小麦粉的重要技术手段,也是目前制粉产业的重要研究课题^[1-2]。配麦可以改善小麦粉面筋强弱、面团流变学等品质特性,满足制作不同专用粉或食品的要求;可调节不同年份、不同地区小麦品质的波动,尽量使小麦品质保持稳定^[3-4]。大量学者对配麦做了研究,认为不同流变学特性的小麦配麦可以通过蛋白质互补生产出较高质量的专用粉^[5],制粉企业可以通过小麦搭配加工生产专用粉^[6],品质不同的小麦搭配生产的小麦粉常表现出互补或相互作用效应,

从而改善加工品质^[7-9]。

面条是我国及亚洲一些国家的主要传统食品,约占小麦消费量的40%^[10]。由于面条制作加工过程和口味的不同,对小麦粉要求也不尽相同^[11]。针对中国面条品质与小麦品质关系进行的研究表明:小麦籽粒硬度、小麦粉颜色、多酚氧化酶活性、蛋白质含量和质量、面筋的强弱、面团流变学指标及淀粉特性,对面条质地和外观都有重要影响^[12-18]。

随着人们对高品质面条产品的需求越来越大,现有的大部分国内小麦难以满足生产高品质面条产品的要求。进口澳大利亚小麦已经成为国内小麦粉加工企业改善面条专用粉的一种手段,而完全用澳大利亚小麦来弥补优质面条小麦的空缺,会大大提

收稿日期:2016-07-22

作者简介:常柳,1983年出生,女,助理研究员。

通讯作者:孙辉,1971年出生,女,研究员。

高制粉企业的成本。关于澳大利亚小麦不同品系对面条粉的改善效果,鲜有文献报道。本研究选用三种不同品质的澳大利亚小麦样品,分别与优质面条粉小麦、普通面条粉小麦按不同比例进行混麦,研究分析不同比例配麦对小麦粉品质和面条品质的影响,以便制粉企业及时掌握配麦后品质指标变化规律和最佳的配麦方案,进而提高经济效益。

1 材料与方法

1.1 供试材料

三种澳大利亚小麦:A1为APW(Australian Premium White,澳洲优质白麦)等级;A2为APH(Australian Prime Hard,澳洲优质硬麦)等级;A3为AH(Australian Hard,澳洲硬麦)等级。两种中国小麦:C3(河北省生产的优质面条粉用原料小麦)、C4(河南省生产的普通面条粉用原料小麦)。所有供试样品均为白麦。

1.2 实验仪器和试剂

布勒全自动型实验磨粉机:瑞士布勒公司;Glutomatic 2200 面筋指数仪、FN1900 型降落数值测定仪:瑞典波通公司;RVA-Super4 型快速粘度仪:澳大利亚 Newport Scientific 有限公司;全自动氮元素分析仪(rapid N cube):德国 Elementar 公司;SDmatic 破损淀粉仪:法国肖邦公司;Brabender 粉质拉伸仪:德国布拉班德公司;CR-400 型色彩色差计:日本美能达(Minolta)公司;日本 OHTAKE 实验面条制作机:日本大竹株式会社;Swanson 针式和面机:美国 National 公司;醒发箱:北京东方孚德技术发展有限公司。

氯化钠、硼酸、硫代硫酸钠、乙醇(95%):北京化工厂;碘化钾:西陇化工股份有限公司;乙酸镁:天津市光复精细化工研究所。以上试剂均为分析纯。

1.3 实验方法

1.3.1 配麦

选取 C3、C4 两种中国小麦,分别与 A1、A2、A3 按 5 个梯度进行搭配,具体配麦方案见表 1。

表 1 中国小麦与澳洲小麦的配麦方案 %

原料小麦	配麦比例				
C3(或 C4)	100	75	50	25	0
A1(A2 或 A3)	0	25	50	75	100

1.3.2 制粉

按照 NY/T 1094.2—2006 方法,用瑞士布勒实验磨粉机制粉。

1.3.3 小麦粉理化指标及面团流变学测定方法

水分含量测定按照 GB/T 5497—85 的方法;出

粉率计算按照 NY/T 1094.2—2006 中附录 B 的方法;RVA 快速粘度仪测定按照 GB/T 24853—2010 的方法;粗蛋白质测定执行 SN/T 2115—2008(杜马斯燃烧法)方法;湿面筋含量测定按照 GB/T 5506.2—2008 的方法;面筋指数的测定按照 LS/T 6102—1995 的方法;灰分的测定按照 GB/T 5505—2008 的方法;小麦粉色泽测定采用 CIE 的 L* a* b* 颜色体系;小麦粉膨胀体积(Flour Swelling Volume,FSV)测定按照 AACC 56—21 方法;损伤淀粉测定按照 GB/T 31577—2015 方法;粉质曲线按照 GB/T 14614—2006 的方法测定;拉伸曲线按照 GB/T 14615—2006 的方法测定。

1.3.4 面条制作方法

实验过程中室温控制在 25℃左右,相对湿度控制在 40%~50%。称取小麦粉 200 g(13.5%湿基),按照 100 g 小麦粉加入粉质吸水率(校正至 500FU)的 55%~57%的水,加水量可视样品具体情况作适当调整。用针式和面机搅拌 3 min。使用实验室专用面条机将和好的坯料在压辊间距 3 mm 处压片成型,折叠后压片,3 次后顺延压片 1 次,将面片放到塑料封口袋中,室温放置 30 min;分别调整压辊间距至 2.5、2.0 mm 辊压;剪下一小片面片,用其调整面辊轧距,使之压出 1.25±0.03 mm 厚的面片(从该面片上取下 8 cm 宽的面片用于测试面片色泽);在 1.25 mm 处压片后将面片制成 2.0 mm 宽的细长面条束;置于 30℃、相对湿度为 60%的醒发箱预干燥 3 h,然后在温度 40℃、湿度为 60%的环境下主干燥 22 h,待面条干燥后将其制作成长 20 cm 的挂面备用。称取干面条样品 100 g,放入盛有沸水的锅中,在电磁炉上煮 11 min 左右至面条芯的白色生粉刚刚消失,立即将面条捞出,在盛有冰水的容器内冰镇约 10 s(快速停止淀粉糊化),沥去多余水分,放在容器中待品尝。

1.3.5 面条品尝实验设计

品质评分按照色泽 30 分,表面状态 10 分,弹性 25 分,坚实度 10 分,光滑性 20 分,食味 5 分进行评分。采用非平衡模块设计(Incomplete balance block design),将 5 种原料小麦和 6 种配麦(50:50)共 11 个样品分为 11 组进行品尝,每组 5 个样品,保证每个样品品尝 5 次,并且每个样品与其他任一样品同组品尝 2 次。面条由 5 位以上经过培训的品评人员进行评定,品尝在 10 min 内完成。对照样品为内蒙古河套雪花粉和北京古船富强粉。

1.3.6 统计分析

采用 EXCEL 和 SPSS 统计分析软件进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 澳麦与中国小麦品质性状比较

2.1.1 基础理化指标的比较

在制得的小麦粉灰分含量相同的条件下,澳麦的出粉率相对较高;A2的蛋白质含量最高,C4最低,C3与A3蛋白含量相同;A2的湿面筋含量

最高,C4与A3最低且两者间无显著差异,C3与A1无显著差异;澳麦面筋指数均显著高于中国小麦(见表2)。比较发现,澳麦粉的面筋含量与参试中国小麦粉差别不大,但是面筋指数比中国小麦粉高,说明中澳小麦面筋蛋白质质量存在显著差异。

表2 中澳小麦基础理化指标比较

样品	出粉率/%	灰分/%	蛋白质(14%湿基)/%	湿面筋/%	面筋指数
A1	70 ± 0.81 ^{bc}	0.57 ± 0.02 ^a	11.9 ± 0.04 ^c	33.0 ± 0.49 ^b	96 ± 0.47 ^b
A2	70.6 ± 0.49 ^{cd}	0.59 ± 0.03 ^a	13.0 ± 0.02 ^d	34.9 ± 0.22 ^c	95 ± 1.94 ^b
A3	71.5 ± 0.52 ^d	0.55 ± 0.01 ^a	11.5 ± 0.04 ^b	29.9 ± 0.22 ^a	99 ± 0.78 ^b
C3	68.6 ± 0.01 ^{ab}	0.57 ± 0.03 ^a	11.5 ± 0.03 ^b	32.1 ± 0.9 ^b	64 ± 9.42 ^a
C4	67.8 ± 0.52 ^a	0.60 ± 0.02 ^a	10.7 ± 0.13 ^a	29.0 ± 0.35 ^a	66 ± 2.24 ^a

注:同一列不含相同字母表示差异显著(P < 0.05),下同。

通过对中澳小麦粉及面片色泽比较(表3),得出澳麦A1小麦粉的L*值最高,颜色最亮,其他样品间亮度无显著差异。C3、C4的a*值介于三种澳麦之间,且与澳麦存在显著差异。C4与A3的b*值无显著差异;C3与A1、A2的b*值无差异,但显著高于C4。5种样品的生面片放置24h后,面片的L*值均降低,a*值和b*值均升高,主要是因为面条

放置过程中,酚类物质被氧化为醌类物质,自发生成黑色素,造成色泽变暗^[19]。通过计算24h面片色泽与0.5h面片色泽的差值,得出5种样品中C4的L*值和b*值的变化范围最小,色泽稳定性较好;其他小麦的L*值和b*值变化范围较大,色泽稳定性偏差。在色泽指标上,两类小麦没有很明显的一致性差异。

表3 中澳小麦间小麦粉和面片色泽比较

样品	小麦粉色泽			面片色泽(24h与0.5h的面片色泽差值)		
	L*	a*	b*	ΔL*	Δa*	Δb*
A1	93.47 ± 0.05 ^b	-1.60 ± 0.01 ^a	9.26 ± 0.03 ^b	-3.8 ± 0.63 ^{ab}	0.47 ± 0.05 ^a	2.12 ± 0.35 ^a
A2	93.06 ± 0.04 ^a	-1.38 ± 0.01 ^c	9.18 ± 0.04 ^b	-5.06 ± 0.91 ^a	0.83 ± 0.13 ^a	2.31 ± 0.21 ^a
A3	93.01 ± 0.16 ^a	-1.18 ± 0.01 ^e	8.04 ± 0.20 ^a	-4.26 ± 0.38 ^{ab}	0.62 ± 0.10 ^a	3.17 ± 0.19 ^a
C3	92.78 ± 0.23 ^a	-1.55 ± 0.02 ^b	9.36 ± 0.12 ^b	-4.49 ± 0.91 ^{ab}	0.66 ± 0.13 ^a	1.21 ± 0.13 ^a
C4	93.04 ± 0.01 ^a	-1.26 ± 0.01 ^d	7.82 ± 0.09 ^a	-2.54 ± 0.11 ^b	0.61 ± 0.15 ^a	0.73 ± 0.08 ^a

注:L*,亮度;a*,红绿色;b*,黄蓝色。

2.1.2 淀粉特性的比较

澳麦和中国小麦的淀粉特性比较结果见表4。澳麦的单位损伤淀粉值UCDc高于中国小麦。C3的峰值粘度、最低粘度均显著低于其他样品;最终粘度与澳麦无显著差异;回生值显著高于A1、A3。C4的峰值粘度显著低于A1、A2,与A3无差异;最低粘

度与澳麦无差异;衰减值显著高于A3,低于A1、A2;回生值和最终粘度高于其它样品,淀粉易回生。A1的膨胀体积最大,A3的膨胀体积最小,C3与C4介于其中,并与A1、A3差异显著,但与A2差异不显著。在淀粉特性上,两类小麦没有很明显的一致性差异。

表4 中澳小麦淀粉特性比较

样品	损伤淀粉UCDc	RVA参数					膨胀体积/(mL/g)
		峰值粘度/cP	最低粘度/cP	衰减值/cP	最终粘度/cP	回生值/cP	
A1	21.90 ± 0.11 ^c	3 079 ± 35.3 ^c	1 934 ± 17.7 ^b	1 145 ± 16.9 ^c	3 020 ± 24.7 ^a	1 086 ± 6.4 ^a	18.68 ± 0.19 ^d
A2	21.46 ± 0.39 ^{bc}	3 103 ± 59.4 ^c	1 845 ± 45.9 ^b	1 258 ± 12.7 ^d	3 039 ± 69.3 ^a	1 193 ± 23.3 ^{bc}	15.97 ± 0.44 ^{bc}
A3	21.86 ± 0.32 ^{bc}	2 699 ± 40.3 ^b	1 925 ± 0.71 ^b	775 ± 33.5 ^a	3 075 ± 41.0 ^{ab}	1 150 ± 40.3 ^{ab}	14.81 ± 0.21 ^a
C3	21.28 ± 0.17 ^b	2 523 ± 38.9 ^a	1 710 ± 34.3 ^a	814 ± 4.6 ^a	2 963 ± 68.1 ^a	1 253 ± 33.8 ^{cd}	15.61 ± 0.25 ^b
C4	19.4 ± 0.12 ^a	2 791 ± 11.3 ^b	1 836 ± 78.5 ^b	955 ± 40.3 ^b	3 174 ± 30.8 ^b	1 339 ± 47.7 ^d	16.64 ± 0.08 ^c

2.1.3 面团流变学特性的比较

粉质、拉伸、混合实验参数的对比结果见表 5。中国小麦的粉质吸水率、稳定时间、拉伸曲线面积均显著

低于澳麦,表明中国小麦粉的吸水能力弱、筋力弱、韧性较差,而澳麦粉的吸水能力强、筋力较强、韧性好。澳麦和中国小麦在面团流变学特性上存在显著差异。

表 5 中澳小麦间粉质参数和拉伸参数的比较

样品	粉质参数			拉伸参数(135 min)		
	吸水率/%	形成时间/min	稳定时间/min	拉伸曲线面积/cm ²	拉伸阻力/BU	延伸度/mm
A1	61.8 ± 0.42 ^b	5.8 ± 0.56 ^a	14.30 ± 3.11 ^b	122 ± 7.8 ^c	306 ± 31.8 ^b	188 ± 6.4 ^d
A2	62.35 ± 0.21 ^b	24.3 ± 2.54 ^b	28.30 ± 2.26 ^c	151 ± 0.7 ^d	428 ± 7.1 ^c	181 ± 4.2 ^{cd}
A3	62.4 ± 0.28 ^b	6.65 ± 0.49 ^a	13.70 ± 3.68 ^b	148 ± 3.5 ^d	442 ± 50.2 ^c	172 ± 3.5 ^{bc}
C3	59.45 ± 0.78 ^a	3.78 ± 0.17 ^a	4.75 ± 0.49 ^a	55 ± 3.7 ^a	195 ± 3.0 ^a	164 ± 9.2 ^b
C4	59.35 ± 0.07 ^a	4.55 ± 0.35 ^a	4.85 ± 0.21 ^a	74 ± 6.4 ^b	320 ± 1.1 ^b	141 ± 7.1 ^a

2.2 配麦后品质性状分析

2.2.1 配麦对面筋蛋白质量和数量的影响

配麦对面筋蛋白质量和数量的影响见表 6。C3 与澳麦配麦后,随着澳麦比例的增加,使用普通澳麦 A3 配麦后湿面筋含量不断降低,使用优质澳麦 A2 配麦后湿面筋含量不断增加,但面筋指数均不断提高,当配比为 50:50 时,澳麦 A1、A2、A3 使配麦后的面筋指数分别提高 41.0%、37.7%、49.2%,面筋指数从 61% 提高到 84% 以上,中澳麦比例由 25:75 到 0:100 时,面筋指数值变化不明显;优质澳麦 A1、A2 的比例不断增加,配麦后的面筋蛋白含量不断提高,而普通澳麦虽可以提高面筋蛋白含量,但不是比例越高面筋蛋白含量就越高。

表 6 配麦对面筋蛋白质量和数量的影响

样品	蛋白含量 (14% 湿基)/%		面筋指数 /%		湿面筋含量 /%	
	C3	C4	C3	C4	C3	C4
Cx	11.5 ^a	10.7 ^a	61 ^a	66 ^a	32.1 ^{ab}	29 ^a
Cx A1 (75:25)	11.84 ^{ab}	11.03 ^b	75 ^b	87 ^b	31.93 ^a	31.37 ^b
Cx A1 (50:50)	11.74 ^{ab}	11.26 ^c	86 ^{bc}	89 ^b	33.25 ^b	31.48 ^b
Cx A1 (25:75)	11.9 ^b	11.63 ^d	95 ^c	94 ^c	31.95 ^a	31.97 ^b
A1	11.9 ^b	11.9 ^c	96 ^c	96 ^c	33.0 ^{ab}	33 ^c
Cx	11.5 ^a	10.7 ^a	61 ^a	66 ^a	32.1 ^a	29 ^a
Cx A2 (75:25)	12.13 ^b	11.29 ^b	78 ^b	86 ^b	31.74 ^a	31.11 ^b
Cx A2 (50:50)	12.34 ^c	11.84 ^c	84 ^{bc}	89 ^{bc}	33.78 ^b	33.07 ^c
Cx A2 (25:75)	12.73 ^d	12.52 ^d	92 ^c	93 ^{bc}	34.08 ^{bc}	33.64 ^d
A2	13.3 ^e	13 ^e	95 ^c	95 ^c	34.9 ^c	34.9 ^e
Cx	11.5 ^a	10.7 ^a	61 ^a	66 ^a	32.1 ^c	29 ^a
Cx A3 (75:25)	11.81 ^b	10.81 ^b	82 ^b	92 ^b	33.50 ^d	29.87 ^{ab}
Cx A3 (50:50)	11.55 ^a	11.08 ^c	91 ^{bc}	94 ^b	32.38 ^c	30.54 ^b
Cx A3 (25:75)	11.81 ^b	11.32 ^d	92 ^{bc}	99 ^c	31.33 ^b	30.26 ^b
A3	11.5 ^a	11.5 ^c	99 ^c	99 ^c	29.9 ^a	29.9 ^{ab}

C4 与澳麦配麦后,随澳麦比例的增加,面筋蛋白含量不断增加,并逐渐趋于澳麦,并且各比例间差异显著;优质澳麦 A1、A2 的比例增加,配麦后的湿面筋含量增高,而普通澳麦可以提高湿面筋含量,但不是比例越高湿面筋含量也越高;面筋指数随澳麦比例增加不断提高,当配比为 50:50 时,澳麦 A1、A2、A3 分别使配麦后的面筋指数提高 30.3%、30.3%、42.4%,面筋指数均达到 89% 以上,当澳麦比例达到 75% 和 100% 时,面筋指数值无明显变化。

综合比较,优质澳麦 A1、A2 与两种中国小麦配麦后面筋蛋白质量和数量均显著提高,而普通澳麦 A3 使配麦后的面筋指数显著提高,对原料小麦 C3 的面筋蛋白含量和湿面筋含量影响不显著。

2.2.2 配麦对淀粉特性的影响

配麦后淀粉特性发生变化,结果见表 7。C3 与优质澳麦 A1、A2 配麦后,峰值粘度、最低粘度、衰减值随澳麦比例的增加而增高,并逐渐趋于澳麦;而最终粘度、回生值变化无规律,可能是小麦品种间该指标无差异导致。C4 与优质澳麦 A1、A2 配麦后,除最低粘度未发生变化外,其他指标均随澳麦比例的增加呈有规律变化,并且逐步趋于优质澳麦。C3 或 C4 与普通澳麦 A3 配麦后,所有指标均随澳麦比例的增加变化无规律,当配麦比例为 25:75 时,配麦后的指标与 A3 无差异。

两种中国小麦与优质澳麦 A1、A2 配麦后,淀粉特性变化显著;普通澳麦 A3 的比例占到 75% 时,配麦后的指标值均与 A3 无差异。在使用 A3 与 C3 配麦时,随 A3 比例的增加,其淀粉特性越来越偏离 C3。

表7 配麦对淀粉特性的影响

样品	峰值粘度/cP		最低粘度/cP		衰减值/cP		最终粘度/cP		回生值/cP	
	C3	C4	C3	C4	C3	C4	C3	C4	C3	C4
Cx	2 523 ^a	2 791 ^a	1 710 ^a	1 836 ^a	814 ^a	955 ^a	2 963 ^{ab}	3 174 ^b	1 253 ^c	1 339 ^c
CxA1(75:25)	2 656 ^b	2 836 ^{ab}	1 745 ^a	1 869 ^a	911 ^b	967 ^a	2 918 ^a	3 085 ^a	1 173 ^b	1 216 ^b
CxA1(50:50)	2 797 ^c	2 908 ^c	1 794 ^{ab}	1 927 ^a	1 004 ^c	981 ^a	2 896 ^a	3 075 ^a	1 102 ^a	1 148 ^{ab}
CxA1(25:75)	2 902 ^d	2 895 ^{bc}	1 874 ^{bc}	1 930 ^a	1 028 ^c	966 ^a	2 952 ^{ab}	3 029 ^a	1 078 ^a	1 099 ^a
A1	3 079 ^e	3 079 ^d	1 934 ^c	1 934 ^a	1 145 ^d	1 145 ^b	3 020 ^b	3 020 ^a	1 086 ^a	1 086 ^a
Cx	2 523 ^a	2 791 ^a	1 710 ^a	1 836 ^a	814 ^a	955 ^a	2 963 ^a	3 174 ^b	1 253 ^b	1 339 ^c
CxA2(75:25)	2 721 ^b	2 974 ^b	1 790 ^{ab}	1 951 ^a	931 ^b	1 024 ^{ab}	2 985 ^a	3 224 ^b	1 195 ^{ab}	1 274 ^{bc}
CxA2(50:50)	2 898 ^c	2 981 ^b	1 861 ^{bc}	1 922 ^a	1 037 ^c	1 059 ^b	3 073 ^a	3 156 ^b	1 213 ^b	1 235 ^{ab}
CxA2(25:75)	3 034 ^d	3 088 ^c	1 941 ^c	1 915 ^a	1 093 ^c	1 173 ^c	3 086 ^a	3 127 ^{ab}	1 145 ^a	1 212 ^{ab}
A2	3 103 ^d	3 103 ^c	1 845 ^{bc}	1 845 ^a	1 258 ^d	1 258 ^d	3 039 ^a	3 039 ^a	1 193 ^{ab}	1 193 ^a
Cx	2 523 ^a	2 791 ^c	1 710 ^a	1 836 ^a	814 ^{ab}	955 ^b	2 963 ^a	3 174 ^b	1 253 ^c	1 339 ^b
CxA3(75:25)	2 616 ^b	2 753 ^{bc}	1 761 ^{ab}	1 817 ^a	855 ^b	936 ^b	2 991 ^{ab}	3 136 ^{ab}	1 230 ^{bc}	1 319 ^b
CxA3(50:50)	2 580 ^{ab}	2 768 ^c	1 814 ^b	1 849 ^a	767 ^a	920 ^b	2 979 ^a	3 178 ^b	1 165 ^{ab}	1 330 ^b
CxA3(25:75)	2 698 ^c	2 689 ^a	1 924 ^c	1 865 ^a	774 ^a	824 ^a	3 083 ^c	3 086 ^a	1 159 ^a	1 221 ^a
A3	2 699 ^c	2 699 ^{ab}	1 925 ^c	1 925 ^a	775 ^a	775 ^a	3 075 ^{bc}	3 075 ^a	1 150 ^a	1 150 ^a

2.2.3 配麦对面团流变学特性的影响

配麦对面团流变学特性的影响见表8。随着澳麦比例的增加,粉质参数中的形成时间、稳定时间均有所提高。拉伸参数随澳麦比例的增加,各参数均有所提高,当配麦比例为50:50时,配麦后的小麦粉拉伸参数均与两种中国小麦差异显著。所有参试澳麦与两种中国小麦配麦后,均能显著提高面团流变

学特性。配麦或配粉对小麦粉的粉质特性改善程度较大,其原因是由于面团形成时间、稳定时间和粉质指数具有“部分显性效应”,尤其是两种互补性较强的小麦,配粉后改善效果更为明显^[20-21]。粉质参数和拉伸参数均可以表征小麦面团筋力强弱,澳麦配麦对小麦粉的影响因澳麦的添加量和基础小麦的质量而异。

表8 配麦对面团流变学特性的影响

样品	粉质吸水率/%		粉质形成时间/min		粉质稳定时间/min		拉伸曲线面积(135 min)/cm ²		延伸度(135 min)/mm		最大拉伸阻力(135 min)/EU	
	C3	C4	C3	C4	C3	C4	C3	C4	C3	C4	C3	C4
Cx	59.4	59.4	3.78	4.55	4.75	4.85	55 ^a	74 ^a	164 ^a	141 ^a	238 ^a	376 ^a
CxA1(75:25)	60.1	60	3.3	5	5.4	5.9	70 ^b	92 ^b	171 ^a	155 ^b	291 ^b	430 ^b
CxA1(50:50)	61.5	61.3	4	4.9	6.5	7.4	79 ^c	99 ^b	184 ^b	170 ^c	311 ^b	432 ^b
CxA1(25:75)	62.1	60.2	5.5	5.2	8.7	10.3	100 ^d	112 ^c	195 ^c	180 ^d	383 ^c	462 ^b
A1	61.8	61.8	5.8	5.8	14.3	14.3	122 ^e	122 ^d	188 ^{bc}	188 ^d	508 ^d	494 ^c
Cx	59.4	59.35	3.78	4.55	4.75	4.85	55 ^a	74 ^a	164 ^a	141 ^a	238 ^a	376 ^a
CxA2(75:25)	61.7	59.6	5	5.4	9.4	7.1	79 ^b	97 ^b	177 ^b	161 ^b	323 ^b	450 ^b
CxA2(50:50)	60.4	60	5.1	5.4	8.9	8.9	105 ^c	112 ^c	181 ^b	157 ^b	428 ^c	535 ^c
CxA2(25:75)	61.4	61.8	7	6.2	14.2	13.3	126 ^d	144 ^d	176 ^b	175 ^c	534 ^d	614 ^d
A2	62.4	62.4	24.3	24.3	28.3	28.3	151 ^e	151 ^d	181 ^b	181 ^c	644 ^e	644 ^d
Cx	59.4	59.4	3.78	4.55	4.75	4.85	55 ^a	74 ^a	164 ^a	141 ^a	238 ^a	376 ^a
CxA3(75:25)	61.4	60.8	3.4	5.9	8.1	6	78 ^b	86 ^b	166 ^a	142 ^a	338 ^b	451 ^b
CxA3(50:50)	62	61.5	6.7	6.3	8	10.6	97 ^c	105 ^c	171 ^a	158 ^b	418 ^c	502 ^c
CxA3(25:75)	62.1	63	5.5	6.5	11.2	10.9	130 ^d	132 ^d	166 ^a	167 ^c	591 ^d	592 ^d
A3	62.4	62.4	6.65	6.65	13.7	13.7	148 ^e	148 ^e	172 ^a	172 ^c	668 ^e	668 ^e

注:粉质数据未做显著性分析。

2.2.4 配麦对面条感官评价的影响

配麦对面条品质的影响见表9。C4或C3分别与A1、A2、A3配麦后,在面条坚实度、弹性、光滑性、食味、表面状态、色泽分数上无明显差异,而面条总分有所提高。C4与澳麦配麦后的面条评分低于预期值,C3与澳麦配麦后的面条评分高于预期值。与C4制作的面条相比,C4A3(50:50)的面条总分有所提高,但与C4无显著差异;C4A1(50:50)、C4A2(50:50)面条总分提高,与C4差异显

著,但仍显著低于A1和A2。C3A2(50:50)、C3A3(50:50)的面条总分高于C3,但与C3无显著差异;C3A1(50:50)的总分显著高于C3,与A1无显著差异。

由此可见,A1对两种中国小麦面条品质的改良效果均达到显著水平,A2对品质稍差的中国小麦面条品质的改良效果显著,A3对两种中国小麦的面条品质改良效果均未达到显著水平。实验中配麦效果最好的组合是C3A1(50:50)。

表9 配麦对小麦面条品质的影响 分

样品名称	坚实度	弹性	光滑性	食味	表面状态	色泽	面条总分	
							实测值	预期值
C4	6.9 ^{ab}	19.7 ^a	16.2 ^a	4.3 ^a	7.2 ^a	23.7 ^a	78.1 ^a	78.1
C4A3(50:50)	6.8 ^a	19.6 ^a	16.5 ^{ab}	4.4 ^a	7.1 ^a	24.7 ^b	79.2 ^{ab}	80.4
C3	7.1 ^{abc}	20 ^{abc}	16.7 ^{ab}	4.4 ^a	7.2 ^a	25.1 ^{bc}	80.6 ^{bc}	80.6
C4A2(50:50)	7.1 ^{abc}	20.1 ^{abc}	16.9 ^{bcd}	4.5 ^a	7.5 ^{ab}	24.9 ^b	80.9 ^{bc}	81.4
C4A1(50:50)	7.3 ^{bc}	20.2 ^{abc}	16.8 ^{abc}	4.5 ^a	7.2 ^a	25.3 ^{bcd}	81.2 ^{bc}	82.4
C3A3(50:50)	7 ^{abc}	19.9 ^{ab}	17 ^{bcd}	4.5 ^a	7.5 ^{ab}	26.1 ^{de}	81.9 ^c	81.7
C3A2(50:50)	7.1 ^{abc}	20.6 ^{abcd}	17 ^{bcd}	4.5 ^a	7.5 ^{ab}	25.8 ^{cde}	82.5 ^{cd}	82.6
A3	7 ^{abc}	20.5 ^{abcd}	16.9 ^{bcd}	4.4 ^a	7.6 ^b	26.2 ^e	82.8 ^{cd}	82.8
A2	7.3 ^{bc}	21.1 ^{bcd}	17.4 ^{cde}	4.6 ^a	7.9 ^b	26.3 ^e	84.6 ^{de}	84.6
C3A1(50:50)	7.5 ^{cd}	21.3 ^{cd}	17.5 ^{de}	4.6 ^a	7.8 ^b	26.5 ^{ef}	85.2 ^e	83.6
A1	7.8 ^d	21.6 ^d	17.7 ^e	4.7 ^a	7.7 ^b	27.3 ^f	86.7 ^e	86.7

注:预期值为根据两种配麦原料的面条评分和配麦比例计算出的理论值。

2.2.5 配麦后品质指标与面条评分间的相关分析

配麦小麦粉品质指标与面条评分的相关分析结果见表10。小麦粉的a*值与面条坚实度、弹性、光滑性、食味呈显著负相关;小麦粉的b*值与面条坚实度、弹性、光滑性、食味、色泽、总分呈显著正相关;湿面筋含量与面条弹性、光滑性、食味、表面状态、总分呈显著或极显著正相关;蛋白含量与面条弹性、光滑性、食味、表面状态、总分呈显著或极显著正相关;延

伸度与面条所有指标均呈极显著正相关。上述结论与相关报道一致^[22-25]。粉质吸水率与面条弹性、光滑性、食味、表面状态、色泽、总分均呈显著或极显著正相关;RVA回生值与面条所有指标均呈显著或极显著负相关;最终粘度与面条弹性、光滑性、食味、表面状态、色泽、总分均呈显著或极显著负相关。结论与前人研究结果一致^[26-31]。淀粉粘度性状可作为预测面条品质优劣的有效指标,用于面条小麦选育和早期鉴定^[32]。

表10 小麦粉品质指标与面条品质的相关分析

品质指标	坚实度	弹性	光滑性	食味	表面状态	色泽	总分
L*	0.614*	0.457	0.395	0.385	0.191	0.288	0.397
a*	-0.725*	-0.625*	-0.606*	-0.617*	-0.266	-0.471	-0.566
b*	0.616*	0.702*	0.718*	0.676*	0.563	0.640*	0.694*
湿面筋含量	0.508	0.616*	0.734*	0.836**	0.656*	0.559	0.640*
面筋指数	0.263	0.342	0.466	0.46	0.483	0.543	0.474
UCDe	0.28	0.325	0.522	0.359	0.398	0.735**	0.542
粉质吸水率	0.548	0.678*	0.826**	0.749**	0.735*	0.914**	0.828**
RVA回生值	-0.830**	-0.784**	-0.851**	-0.767**	-0.686*	-0.895**	-0.873**
最终粘度	-0.558	-0.572	-0.643*	-0.558	-0.502	-0.666*	-0.640*
蛋白含量	0.409	0.610*	0.683*	0.710*	0.743**	0.596	0.645*
延伸度135	0.756**	0.855**	0.916**	0.864**	0.743**	0.944**	0.928**

注:*,表示显著相关(P<0.05);**,表示极显著相关(P<0.01)。

3 结论

在相同灰分含量的条件下,澳麦的实验制粉出粉率高于参试中国小麦;澳麦的面筋弹性和延伸性均较大,中国小麦则较小,配麦可以改变小麦粉的面筋强弱、面团流变学等品质特性。河北优质面条粉小麦 C3、河南普通面条粉小麦 C4 分别与 A1、A2、A3 配麦后,优质白麦 A1 可以使两种参试中国小麦面条品质显著提高,并达到显著水平;优质硬麦 A2 可以将品质稍差的参试中国小麦面条品质显著提高;普通硬麦 A3 未能使参试中国小麦面条品质得到改善。研究得出中澳小麦配麦的最佳组合是 C3A1(50:50)。配麦后的品质特性与原料小麦的品质密切相关,所以在配麦时,须根据中国原料小麦的品质和所要生产的面条产品的质量要求选择需要搭配的澳麦,这样才能取得较好的效果,提高经济效益。

参考文献:

- [1] 兰静,赵乃新,王乐凯,等. 利用配粉技术提高地产小麦面粉质量[J]. 黑龙江农业科学,1996(1):49-50.
- [2] Phillips D P, Niernberger F F. Standard flour for computerization of wheat mixes[J]. Northwestern Miller March,1971,16.
- [3] 李兴林,马传喜,徐凤,等. 中国面包小麦品种搭配品质的研究[J]. 粮食与饲料工业,2000(9):1-3.
- [4] 刘鑫,王晓曦,史建芳,等. 配麦和配粉对小麦粉面团流变学特性的影响[J]. 粮食与饲料工业,2010(7):16-19.
- [5] 马传喜,徐凤,董兆荣,等. 面包小麦掺混品质品种间差异的初步研究[J]. 麦类作物,1997(5):3-5.
- [6] 郭建潮. 现代制粉中小麦的搭配[J]. 粮食与饲料工业,1997(2):4-5.
- [7] He H F, Pone J G. Evaluation of Chinese and US wheat and their blends for breadmaking[J]. Cereal Food World. 1998(6):505-510.
- [8] 马传喜,董召荣,姚大年,等. 配麦面包烘烤品质变化规律的研究[J]. 粮食与饲料工业,1997(5):1-2.
- [9] 赵乃静,兰静,王乐凯,等. 利用配麦技术改善面粉质量的初步研究[J]. 麦类作物学报,1997,17(3):20-22.
- [10] He Z H, Rajaram S, Xin Z Y, et al. A history of wheat breeding in China [J]. Journal of Comparative Neurology, 2001, 523(5):805-813.
- [11] Miskelly D M, Moss H J. Flour quality requirements for Chinese noodle manufacture[J]. Cereal Science, 1985, 3:379-387.
- [12] 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(2):147-154.
- [13] Toyokawa H, Rubenthaler G L, Powers J R, et al. Japanese noodle qualities. II. starch components [J]. Cereal Chemistry, 1989, 66(5):387-391.
- [14] Crosbie G B. The relationship between starch swelling properties, paste viscosity and boiled noodle quality in wheat flours [J]. Journal of Cereal Science, 1991, 13:145-150.
- [15] Huang S D, Morrison W R. Aspects of proteins in Chinese and British common (hexaploid) wheats related to quality of white and yellow Chinese noodles [J]. Journal of Cereal Science, 1988, 8:177-187.
- [16] Konik C M, Miskelly D M, Gras P W. Starch swelling power, grain hardness and protein; relationship to sensory properties of Japanese noodles [J]. Starch Starke, 1993, 45(4):139-144.
- [17] Toyokawa H, Rubenthaler G L, Powers J R, et al. Japanese noodle qualities starch components [J]. Cereal Chemistry, 1989, 66:387.
- [18] 张玉荣,郭桢祥. 小麦淀粉的理化特性与面条地品质[J]. 粮油食品科技, 2003, 11(4):15-17.
- [19] Cral R A, Li B Y. Relationship between wheat flour protein fraction under different genetic and environment and final cooking quality [J]. Journal of Triticeae Crops, 1996, 16(2):17-18.
- [20] 王鹏. 方便面专用粉及添加剂修饰与应用的研究[D]. 郑州:河南工业大学, 2009.
- [21] 王瑞,赵竹,赵斌,等. 不同类型小麦品种及其相互间配粉对粉质参数影响初探[J]. 安徽农业科学, 2003, 31(6):944-946.
- [22] 薛丹,欧阳一非. 方便面感官品质特性与面条质构-色泽指标的关系研究[J]. 食品工业科技, 2010, 31(4):11-14.
- [23] 陆启玉,章绍兵. 蛋白质及其组对面条品质的影响研究[J]. 中国粮油学报, 2005, 20(3):13-17.
- [24] 芦静,张新忠. 小麦品质性状与面制食品加工特性相关性研究[J]. 新疆农业科学, 2002, 39(5):290-292.
- [25] 师俊玲. 蛋白质和淀粉对挂面及方便面品质影响机理研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学, 2001.
- [26] Yun S H, Quail K, Moss R. Physicochemical Properties of Australian wheat flours for white salted noodles [J]. Journal of Cereal Science, 1996, 23(2):181-189.
- [27] Ross A S, Quail K J, Grosbie G B. Physicochemical properties of Australian flours influencing the texture of yellow alkaline noodle [J]. Cereal Chemistry, 1997, 74(6):814-820.
- [28] Konik C M, Miskelly D M, Gras P W. Contribution of starch and non-starch parameters to the eating quality of Japanese white salted noodle [J]. Journal of Science Food Agriculture, 1992, 58(3):403-406.
- [29] Oda M, Yasuda Y, Okozaki S. A method for flour quality assessment for Japanese noodles [J]. Cereal Chemistry, 1980, 57:253-254.
- [30] Rho K L, Seib P A, Chung O K, et al. Noodles: Investigating the surface firmness of cooked oriental dry noodles made from hard wheat flour [J]. Cereal Chemistry, 1988, 65(4):320-326.
- [31] 孙链,孙辉,姜薇莉,等. 糯小麦粉配粉对小麦加工品质的影响(II)对面条品质影响的研究[J]. 中国粮油学报, 2010, 25(2):18-22.
- [32] 宋健民,刘爱峰,李豪圣,等. 小麦籽粒淀粉理化特性与面条品质关系研究[J]. 中国农业科学, 2008, 41(1):272-279. 