

# 速溶蓬灰成分分析及对面团改良机理的研究

李 瑞, 马晓军

(江南大学食品学院, 江苏 无锡 214122)

**摘 要:** 从速溶蓬灰对面粉的作用机理入手, 分析蓬灰的主要成分, 以及通过面团流变学、巯基含量的测定、淀粉糊化曲线、电泳分析观察亚基的变化, 以研究蓬灰对拉面面团的延伸性的影响。结果表明: 蓬灰中含有化学还原物质  $\text{Na}_2\text{S}$ , 含量为 16.05%; 碳酸盐均为可溶性的, 含量为 37.73%; 又由 Na 和 K 的含量分别为 26.2% 和 0.022%, 得出主要是  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ;  $\text{NaCl}$  的含量为 1.15%; 面筋巯基含量随着蓬灰量的增加而增加, 速溶蓬灰使 RVA 黏度曲线发生变化。最后电泳结果显示, 蓬灰的还原作用使面筋蛋白的小分子质量亚基带有所增加。

**关键词:** 速溶蓬灰; 延伸性; 巯基; 亚基

## Composition of Instant Soluble Peng Gray and Its Mechanisms in Improving Dough Quality

LI Rui, MA Xiao-jun

(School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

**Abstract:** The major components of instant soluble Peng gray were analyzed and its effect on dough extensibility was also studied by determining rheological properties, sulfhydryl groups, disulfide groups and electrophoretic analysis. The results showed that Peng gray was composed of 16.05% reducing agent  $\text{Na}_2\text{S}$ , 37.73% soluble carbonate, 26.2% Na and 0.022% K. The soluble carbonate was mainly composed of  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  as well as 1.15%  $\text{NaCl}$ . The sulfhydryl groups in dough were increased as the addition of Peng gray. Meanwhile, the addition of Peng gray also resulted in RVA profile change of wheat starch. Finally, the electrophoresis result indicated that the reducing capability of Peng gray could result in the increase of low-molecular weight subunits in dough. Therefore, this study will provide a scientific basis for improving the productivity and quality of pulled noodles.

**Key words:** instant soluble Peng gray; extensibility; sulfhydryl; subunits

中图分类号: TS202.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2011)17-0089-06

拉面是中国传统的面制食品, 现在已逐渐走向国际市场, 越来越成为人们所喜爱的面制品。其年消费量已相当可观。拉面添加剂的使用量也随着拉面的销量而逐年增大。传统的拉面制作工艺中, 多数添加蓬灰来增强面团延伸性以达到拉面的制作要求, 据调查显示, 蓬灰已占据拉面、凉皮添加剂市场的 95% 左右。

速溶蓬灰是一种面团延伸性改良剂, 具有较显著的改良作用, 被广泛地应用于对面团的延伸性要求较高的面制品的制作中, 比如拉面、凉皮、飞饼等, 尤其是拉面制品。在拉面制作中, 先将速溶蓬灰加入到水中, 配制成 30%~50% 的溶液, 该溶液呈较强碱性, pH 值约为 12.0 左右, 按照蓬灰占面粉比例 3% 左右, 将配好的蓬灰溶液加入到面团中, 用手和匀, 可以有效地增强拉面的延伸性及其口感。目前市面上常见速溶蓬灰, 据称由植物蓬草烧制成草灰后, 经过脱色等纯化

后, 添加其他化学成分正交试制而合成的白色粉末<sup>[1]</sup>。但是很多企业根据蓬灰的成分直接用化学物质配制成速溶蓬灰, 有强烈的  $\text{H}_2\text{S}$  臭味, 溶于水后臭味更加明显, 但其溶解性较好, 溶于水后呈透明状液体。此种蓬灰中砷、铅可能超标, 而且其包装上无成分和用量说明, 《食品添加剂卫生标准》中没有明确规定此类物质可以作为添加剂使用, 因此其安全性较差, 对人体有潜在的危害<sup>[2]</sup>。

研究证明面筋蛋白中的麦醇溶蛋白(麦角蛋白)和麦谷蛋白是决定面团流变学特性的重要因素<sup>[3]</sup>。麦醇溶蛋白占面筋蛋白总量的 40%~50%, 麦谷蛋白占 30%~40%。麦谷蛋白其氨基酸组成多为极性氨基酸, 容易发生聚集作用, 且数条亚基通过分子间二硫键交联, 肽链间的二硫键和极性氨基酸是决定面团强度的主要因素, 它赋予面团以弹性<sup>[4]</sup>。而麦角蛋白多由非极性氨基酸组成,

收稿日期: 2010-11-10

作者简介: 李瑞(1986—), 女, 硕士研究生, 研究方向为谷物化学。E-mail: lirui-t@163.com

通过疏水作用、氢键和分子内二硫键的相互作用赋予面团黏性和膨胀性,使得面团具有延展性<sup>[5]</sup>。麦谷蛋白和麦角蛋白以一定的比例相结合共同形成面筋赋予面团特有的性质<sup>[6]</sup>。由于国产小麦品种的品质问题,直接加工出来的面粉往往难以达到制作某种食品的特殊要求,即难以达到专用的目的。因此,面制品改良剂应运而生,并立足于麦谷蛋白和麦角蛋白的改性来改良面团的特性。

本实验提出速溶蓬灰对面团的延伸性的影响可能是由于其对面筋蛋白的二硫键产生作用的假设,因此从蓬灰的主要成分入手,探索和证明了蓬灰中主要成分对面团延伸特性产生的影响。从而为下一步研制一种安全、高效、能够代替蓬灰的拉面改良剂给出科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

速溶蓬灰 市售;面粉 安徽恒瑞面粉厂。

硫代硫酸钠( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )、碘化钾、碘、浓硫酸、重铬酸钾、淀粉指示剂、浓盐酸、高氯酸、硝酸、碳酸钠、碳酸钾、硫酸铜、硫酸钾、氢氧化钠、硼酸、三羟基氨基甲烷(Tris)、乙二醇四乙酸二钠(EDTA)、甘氨酸(Gly)、5',5'-二硫代-双-(2-硝基苯甲酸)、(DTNB)甲醛、亚铁氰化钾、硝酸银、硫酸铁铵、氯化钠、硫氰酸钾、钼酸铵、对苯二酚、亚硫酸钠、磷酸氢二钾、三氯乙酸、考马斯亮蓝 R250、甲醇、冰醋酸、过硫酸铵、丙烯酰胺(Acr)、N,N'-二甲叉双丙烯酰胺(Bis-Acr)、四甲基乙二胺(TEMED)、甘油、溴酚蓝,以上试剂均为分析纯。

### 1.2 仪器与设备

布拉班德粉质仪、布拉班德拉伸仪 德国 Brabender 公司; Super 3 型快速黏度分析仪(RVA) 澳大利亚 Newport(上海)公司; UV-2800 型紫外-可见分光光度计 尤尼柯(上海)仪器有限公司; ACPHAI-4 型冷冻离心机 德国 Christ(上海)公司; 90-4 磁力恒温搅拌器 上海沪西分析仪器厂; JB90-D 型强力电动搅拌器 上海隆拓仪器设备有限公司; DELTA320pH 计 瑞士梅特勒-托利多(上海)仪器有限公司; 电热恒温鼓风干燥箱 上海跃进医疗器械厂; Powerrapac basis 稳流稳压电泳仪 美国 Bio Rad(上海)公司; KDN-08 消化炉 上海昕瑞仪器仪表有限公司; KDN-2C 凯氏定氮装置 郑州市上街华科仪器厂; 碳、氢、氮、硫元素测定仪 美国力可公司。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 面粉及蓬灰成分分析

水分测定: GB/T 14769—93《食品中水分的测定方法 直接干燥法》; 灰分测定: GB/T 5009.4—2003《食品中灰分的测定 灰化法》; 蛋白质含量测定:

GB/T 14771—1993《食品中蛋白质的测定方法 微量凯氏定氮法》; 蓬灰中 NaCl 的测定: GB/T 12457—90《食品中氯化钠的测定方法》; 蓬灰中碳元素测定(验证碳酸盐的存在): 采用碳、氢、氮、硫元素测定; 蓬灰中硫元素的测定: 采用碳、氢、氮、硫元素测定; 蓬灰中 Pb、As、Na、K 元素的测定: GB/T 5009.12—2010《食品中铅的测定 石墨炉原子吸收光谱法》、GB/T 5009.11—2003《食品中总砷及无机砷的测定 氢化物原子荧光光度法》、GB/T 5009.91—2003《食品中钾、钠的测定 火焰发射光谱法》; 蓬灰中磷的测定(验证磷酸盐存在): 参照国际标准 ISO3946—1982《淀粉和淀粉制品中总磷的测定 分光光度法》; 小麦湿面筋含量的测定: GB/T5506—8《小麦和小麦粉面筋含量》方法测定。

#### 1.3.2 速溶蓬灰中硫化钠的定性及定量

定性方法: 取 3 滴速溶蓬灰试液, 加稀硫酸酸化, 用  $\text{Pb}(\text{Ac})_2$  试纸实验放出的气体, 气体有  $\text{H}_2\text{S}$  的臭味, 试纸放入试液中变黑, 表示有  $\text{S}^{2-}$  存在<sup>[7]</sup>, 且由其溶解性判断为可溶; 以及 Na、K 含量的测定后, K 的含量几乎为零, 推断为此物质为硫化钠。

定量方法: 参照 GB10500—2009《工业硫化钠 碘量法》, 测定硫化钠的含量。

#### 1.3.3 速溶蓬灰对面团的粉质拉伸特性的影响

##### 1.3.3.1 速溶蓬灰对面团的粉质特性的影响

参照 GB/T14614—2006/ISO5530-1: 1997《小麦粉面团的物理特性吸水性和流变学特性的测定 粉质仪法》, 测定空白面粉和添加速溶蓬灰后的面粉的粉质曲线。

##### 1.3.3.2 速溶蓬灰对面团的拉伸特性的影响

参照 GB/T14615—2006/ISO5530-2: 1997《小麦粉面团的物理特性流变学特性的测定 拉伸仪法》, 测定空白面粉和添加速溶蓬灰后的面粉的拉伸曲线。

#### 1.3.4 速溶蓬灰对面团糊化特性的影响

称取 3.0g 淀粉(水分含量为 7%)样品, 加入到装有 25.0mL 蒸馏水的 RVA 样品筒中, 制成不同质量浓度的淀粉浆, 充分搅拌后, 置于 RVA 内, 最初 10s 以 960r/min 搅拌, 形成均匀悬浊液后, 保持 160r/min 转速至实验结束。采用 AACC 标准温度模式即 RVA 初始温度为 50℃ 保持 1.0min, 然后以 12℃/min 升高至 95℃, 在 95℃ 保持 2.5min, 再以 12℃/min 降至 50℃ 并保持 1.5min。整个测定过程历时 12.5min, 温度和转速由 Thermo line for windows 软件控制<sup>[8]</sup>。

#### 1.3.5 速溶蓬灰对面筋强度的影响

面筋强度是小麦粉加工的主要品质性状之一, 将速溶蓬灰按 0%、3%、4%、5%、6%、7% 5 个水平加入到 25.00g 面粉, 按照 GB/T5506—85《小麦和小麦粉面筋含量》洗制面筋; 然后分别测定面筋乳酸溶液透光率和膨胀高度<sup>[9]</sup>, 取 10mL 0.02mol/L 的乳酸溶液置于

10mL 比色管中, 然后取 0.5g 湿面筋, 切成 16 小块, 放入比色管中, 置于 30℃ 恒温箱保温, 将比色管平放, 使面筋和乳酸充分接触膨胀溶解, 50min 时将比色管正立, 60min 时测上清液于波长 750nm 处的透光率和比色管中面筋的膨胀高度。

### 1.3.6 速溶蓬灰对面粉巯基含量的影响

样品 60mg 于 10mL 含有 8mol/L 尿素的 0.086mol/L Tris-0.09mol/L glycine-0.004mol/L EDTA (Tris-Gly, pH8.0) 的缓冲液中搅拌溶解 1h, 10000 × g 离心 10min。

游离巯基(SH<sub>F</sub>): 2mL 上清液中加入 80 μL Ellman's 试剂(4mg/mL(DTN13)), 立即混匀, 5min 后测波长 412nm 处吸光度<sup>[10]</sup>。

总巯基含量的测定: 1mL 上清液, 加入 0.05mL 巯基乙醇和 4mL 脲-盐酸胍溶液处理样品 1h 后, 加入 10mL 12% 三氯乙酸(TCA)沉淀蛋白质 1h, 5000 × g 离心 10min, 12% TCA 洗涤沉淀 4 次, 将沉淀物溶于 10mL 8mol/L 脲中, 加 80 μL Ellman's 试剂, 5min 后测波长 412nm 处吸光度。

—S—S—含量 = 总巯基含量 - 游离巯基含量

巯基含量/(μmol/g pro) =  $73.53A_{412nm}/\rho$

式中:  $A_{412nm}$  为 412nm 吸光度;  $\rho$  为样品质量浓度/(g pro/L); 73.53 为转换系数  $10^6/1.36 \times 10^4/(\mu\text{mol/L})$ 。

### 1.3.7 速溶蓬灰对面筋结构的影响

采用十二烷基磺酸钠(SDS)-PAGE 电泳法。电泳仪: BIO.RAD Powerrapac basis 稳流稳压电泳仪; 电泳槽: 0.75mm 垂直板电泳槽; 分离胶缓冲液: 1.5mol/L Tris-HCl 缓冲液(pH8.8), 0.4g/100mL SDS; 浓缩胶缓冲液: 1.0mol/L Tris-HCl 缓冲液(pH6.8), 0.4g/100mL SDS; 丙烯酰胺单体贮液: 50mmol/L Tris, 0.384mol/L 甘氨酸, 含 0.1g/100mL SDS; 聚合起始剂: 新鲜配制的 10g/100mL 的过硫酸铵溶液; 聚合促进剂: 体积分数 10% 的 TEMED; 固定液: 12g/100mL 三氯乙酸; 染色液: 含 0.1g/100mL 考马斯亮蓝 R250, 体积分数 45% 的甲醇和体积分数 10% 的乙酸; 脱色液: 含体积分数 45% 甲醇, 体积分数 10% 乙酸, 体积分数 45% 的水; 样品缓冲液: 1.0mol/L pH8.0 Tris-HCl 缓冲液、0.005% 溴酚蓝、10% 甘油、0.5mol/L 尿素, 采用非还原法处理样品, 无还原剂巯基乙醇<sup>[11]</sup>。

垂直板电泳分离胶和浓缩胶的配制如表 1 所示。

表 1 垂直板电泳分离胶和浓缩胶的组成  
Table 1 Composition of separating and stacking gels used in SDS-PAGE

试剂	SDS-PAGE(C=2.6%)	
	分离胶(T=12%)	浓缩胶(T=4%)
单体储液/mL	2.8	0.7
分离胶缓冲液/mL	1.33	—
浓缩胶缓冲液/mL	—	0.6
10% SDS/μL	70	50
10% TEMED/μL	56	40
10% 过硫酸铵/μL	112	80
蒸馏水/mL	2.632	3.7

注: T. 丙烯酰胺和甲叉双丙烯酰胺两个单体的总质量分数; C. 与 T 有关的交联度; —. 该对应溶液加入量为零。

## 2 结果与分析

### 2.1 面粉及速溶蓬灰基本成分分析

面粉及速溶蓬灰的主要成分分析如表 2、3 所示。

表 2 面粉成分表  
Table 2 Major constituents of flour

成分	水分	灰分	蛋白质	湿面筋
含量/%	13.26	0.611	8.81	31.96

表 3 速溶蓬灰成分表  
Table 3 Major constituents of Peng gray

成分	水分	灰分	N	C	S	Pb	As	Na	K	NaCl	P
含量/%	4.26	88.87	$8.06 \times 10^{-7}$ (mg/g)	4.529	6.584	限内 (μg/g)	0.2 (μg/g)	26.2	0.022	1.15	0

速溶蓬灰的成分分析表明, 速溶蓬灰可能含有化学还原物质 Na<sub>2</sub>S, 硫化钠具有强碱性和强还原型, 将面筋中—S—S—还原成—SH, 从而面团的延伸性有所增加。Na<sub>2</sub>S 溶于水后生成 H<sub>2</sub>S, 充分解释了蓬灰溶于水后有臭鸡蛋气味生成现象, 其强碱性和碳酸盐的碱性可使淀粉失去旋光性, 加速淀粉的溶解, 谷物淀粉中含有一定的磷酸, 要以酯键和支链淀粉结合吸收在淀粉上, 磷酸未酯化的羟基可以被速溶蓬灰中的 K<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup> 阳离子中和, 使淀粉的风味、膨胀性、胶体性、导电性发生改变, 从而增加了面团的黏性和光滑度<sup>[12]</sup>。

面条中添加磷酸盐能增加面筋筋力, 减少淀粉溶出物, 还可以增强面团的黏弹性, 提高面条光洁度。磷酸盐还有增加淀粉吸水能力的作用, 并可使面团的持水性增加, 使面筋性蛋白质能充分胀润, 从而形成良好结构的面筋网络, 增加面团的弹性、韧性, 防止断条, 使面条口感爽滑。磷酸盐对葡萄糖基团有“架桥”作用, 使部分支链淀粉的碳链接长, 形成淀粉分子的交联, 生成的交联淀粉具有耐高温加热的优点, 从而使这类面条耐煮, 并能保持淀粉胶体的黏弹性特征<sup>[13]</sup>。实验测得蓬灰样品的吸光度为 0.1, 可归为仪器误差, 磷含量为零, 故可以推断出蓬灰中没有改良剂磷酸盐存在。

由 C 元素的含量及盐酸滴定法测定可知有碳酸盐的存在, 又由速溶蓬灰中碳酸盐均为可溶性碳酸盐和 Na、K 的含量可推断碳酸盐主要为 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 由盐酸滴定法得出碳酸盐含量约为 37.73%。

由表 2 可看出, 速溶蓬灰中氮的含量为  $8.06 \times 10^{-7}$  mg/g, 含量非常少, 几乎没有, 所以可以推断蓬灰中不含有蛋白酶类改良剂。

表5 速溶蓬灰对面团拉伸特性的影响  
Table 5 Effect of Peng gray on the extensibility of dough

样品	拉伸曲线面积/cm <sup>2</sup>			拉伸阻力/BU			延伸度/mm			最大拉伸阻力/BU		
	45min	90min	135min	45min	90min	135min	45min	90min	135min	45min	90min	135min
普通粉	89	107	102	387	447	469	135	140	138	484	572	582
加入蓬灰	65	73	80	224	276	302	170	160	156	277	338	378

速溶蓬灰中Pb、As含量的测定,说明其有毒物质未超出食品国家标准。

## 2.2 速溶蓬灰中硫化钠的定性及定量

经过Pb(Ac)<sub>2</sub>试纸测定后确有黑色物质生成,说明速溶蓬灰中有S<sup>2-</sup>的存在,而经过蓬灰中Na、K含量的分析表明,Na的含量较多,K的含量为微量,可证明有Na<sub>2</sub>S的存在。

碘量法测定Na<sub>2</sub>S含量为16.05%,当用碘氧化Na<sub>2</sub>S时,体系中的Fe也被氧化,会干扰测定但是在含Na<sub>2</sub>S的工业用烧碱中,由于大部分铁已变成硫化物沉淀析出(Fe<sub>2</sub>S和FeS的溶解度分别为 $1 \times 10^{-11}$ 、 $3.9 \times 10^{-10}$ mol/L)。其残余量通常比Na<sub>2</sub>S含量少3个数量级以上。所以残余铁量所消耗碘的量对Na<sub>2</sub>S含量的测定影响很小<sup>[14]</sup>。

## 2.3 速溶蓬灰对面团粉质拉伸特性的影响

### 2.3.1 速溶蓬灰对面团粉质特性的影响

表4 速溶蓬灰对面团粉质特性的影响

Table 4 Effect of Peng gray on farinograph properties of dough

样品	吸水率/%	形成时间/min	稳定时间/min	弱化度/FU
普通粉	59.2	4.3	4.7	508
加入蓬灰的面粉	60.7	4.5	4.8	528

由表4可知,加入速溶蓬灰后,面粉的吸水率增加,面粉的吸水率与蛋白质和破损淀粉的含量有关,蓬灰的加入增加了面团的面筋蛋白含量,而且蓬灰中的碳酸盐和Na<sub>2</sub>S溶于水之后产生的碱性作用,影响了淀粉的溶解度,增加了淀粉的吸水度,硫化钠对二硫键的水解作用使游离巯基含量增加,游离巯基是亲水基团,所以吸水量增加,导致面团的吸水率增加,蓬灰中的碱性物质使面团的形成时间增加0.2min,改善了面团的加工性能<sup>[15]</sup>。面团的弱化度有所增加,说明了速溶蓬灰降低了面筋的筋力,验证了其打断面筋内部的一S—S—削弱了面筋筋力的说法。

### 2.3.2 速溶蓬灰对面团拉伸特性的影响

由表5可知,面筋蛋白中由相对较小的分子质量的麦角蛋白的流动性提供了面团的延伸性,较大分子质量的麦谷蛋白加入速溶蓬灰后,初期面团的延伸性明显提

高,最大拉伸阻力降低,说明了蓬灰中的还原物质将面筋蛋白中部分的一S—S—键打开,使小分子质量的蛋白数量增多,面筋蛋白的交联度下降,导致面团的最终拉伸阻力下降,延伸性增加。

## 2.4 速溶蓬灰对面团的糊化特性影响

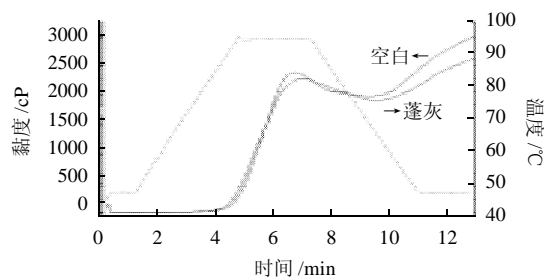


图1 淀粉糊黏度曲线

Fig. 1 RVA curves of wheat starch pastes with and without Peng gray

表6 淀粉糊黏度曲线的特征值

Table 6 RVA eigenvalues of wheat starch pastes with and without Peng gray

淀粉种类	小麦淀粉(空白)	样品(加速溶蓬灰)
成糊温度/°C	91.7	89.05
峰值黏度/cP	2390	2280
谷值黏度/cP	1988	1920
最终黏度/cP	2998	2623
降落值/cP	402	360
回生值/cP	1010	703
峰值时间/min	6.67	7.0
热糊稳定性/cP	1159	1020
冷糊稳定性/cP	312	251

结合图1和表6可知,加速溶蓬灰的小麦淀粉的成糊温度低于空白小麦淀粉,说明蓬灰的加入促进了淀粉的糊化;峰值黏度有所降低;降落值或破损值,表示黏度热稳定性,降落值越小,热稳定性越好。速溶蓬灰的添加增强了淀粉的热稳定性;回生值表示冷却时形成凝胶性的强弱,差值大则凝胶性强,易于老化。蓬灰的加入使淀粉的凝胶性和老化程度降低,从而降低了淀粉的溶胀性和老化速度,提高了淀粉的溶解性和面团的保存时间。由热糊稳定性和冷糊稳定性来看,加入蓬灰的淀粉稍低于空白淀粉,原因推断为碱性条件能够改变面条的糊化曲线,速溶蓬灰中的碳酸钠以及硫化钠

形成的强碱性条件下,使淀粉的糊化发生改变,以此达到强化面团的目的。

### 2.5 速溶蓬灰对面筋强度的影响

面筋强度的测定指标,我国的行业标准没有明确的指定,多数专用粉采用沉降值(SDS和Zeleny)等性状来综合评价它们的等级。由于蛋白质数量型性状(包括蛋白质含量和湿面筋含量)同沉降值呈显著正相关,所以在高施肥条件下,蛋白质含量较高,沉降值也高。这样就会掩盖不同原料或不同品种间面筋强度的差异,给专用粉加工(特别是混配制粉)和品种评价等带来不利的影响,因此需要有反映面筋强度的性状指标。本实验使用溶胀值和透光率对面筋强度进行标定<sup>[16]</sup>。面筋乳酸溶液透光率和膨胀高度测定的实质是对蛋白质相对不溶性测定,面筋在弱酸中溶解度越低,溶液越澄清,透光率越高,膨胀高度越高,面筋强度越强,质量越好。

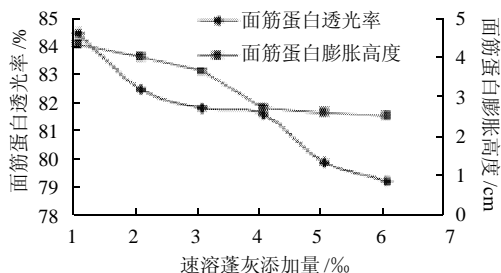


图2 加入蓬灰对面筋强度的影响

Fig. 2 Effect of Peng gray on the strength of wheat gluten

由图2可知,随着速溶蓬灰的添加,综合乳酸透光率和面筋膨胀高度两个因素来看,面筋蛋白强度下降,这与粉质拉伸数据中最大抗拉伸阻力下降相对应,进一步说明了在加入速溶蓬灰时,速溶蓬灰中的 $\text{Na}_2\text{S}$ 对二硫键的还原作用,降低了面筋蛋白的交联强度,所以面筋强度有所下降。

### 2.6 速溶蓬灰对面团巯基含量的影响

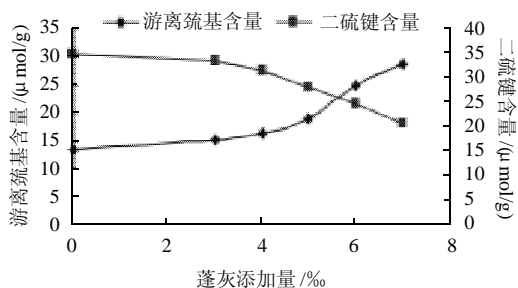


图3 蓬灰对面团中巯基含量的影响

Fig. 3 Effect of Peng gray on the contents of free sulfhydryl groups and disulfide bond in dough

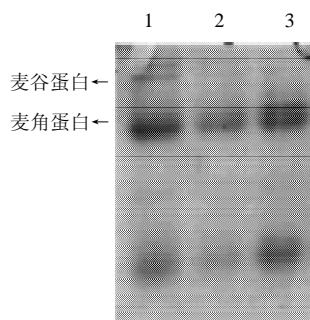
由于速溶蓬灰中的硫化钠的强还原作用使面团中 $-\text{S}-\text{S}-$ 生成 $-\text{SH}$ ,从而对面团的拉伸性产生影响,

$-\text{SH}$ 数量增多,当 $-\text{SH}$ 较多时,这一作用将使面筋蛋白结构中的 $-\text{S}-\text{S}-$ 结合点无法固定,面筋缺乏弹性,面团发黏不易操作,因此测定巯基以确定 $-\text{S}-\text{S}-$ 的打开程度来满足拉面制品拉伸性的需要,具有较重要的意义<sup>[17]</sup>。

由图3可知,随着蓬灰加入量的增加,巯基含量也不断增加,由于蓬灰中含有一定量的 $\text{Na}_2\text{S}$ ,而 $\text{Na}_2\text{S}$ 具有较强的还原性,能够将面筋中互相交联的 $-\text{S}-\text{S}-$ 键还原成 $-\text{SH}$ ,从而使加入蓬灰后,面粉中的 $-\text{SH}$ 含量比对照组的多,而且随着加入量的增加,还原性逐渐增强,更多的 $-\text{S}-\text{S}-$ 被还原成 $-\text{SH}$ ,麦谷蛋白和麦醇溶蛋白通过 $-\text{S}-\text{S}-$ 键的交联成面筋网络结构,而 $-\text{S}-\text{S}-$ 的断开打开了面筋的网络结构,从而增大了面团的延伸性。

### 2.7 速溶蓬灰对面筋结构的影响

为了验证速溶蓬灰中还原物质 $\text{Na}_2\text{S}$ 对面筋蛋白的还原作用,本实验采用了SDS-PAGE非还原方式处理样品(未加巯基乙醇),并用 $0.5\text{mol/L}$ 尿素替换样品处理液的SDS,以增加面筋蛋白在样品处理液中的溶解性。



1.加蓬灰5%。的面筋蛋白样品;2.加蓬灰4%。的面筋蛋白样品;3.空白面筋样品。

图4 面筋蛋白的SDS-PAGE电泳图谱

Fig. 4 SDS-PAGE of wheat gluten with and without Peng gray

小麦的麦谷蛋白亚基之间通过半胱氨酸二硫键形成多聚物复合体,由图4可知,条带1中,大分子的麦谷蛋白亚基含量较多,说明在蓬灰中还原剂 $\text{Na}_2\text{S}$ 的作用下,面筋蛋白中的 $-\text{S}-\text{S}-$ 被打开,使麦谷蛋白以单个亚基形式存在,在条带2中,蓬灰中还原物质减少,可隐约看到大分子麦谷蛋白亚基,已经不是很清晰,在条带3中,大分子质量的麦谷蛋白亚基更不清晰,是由于在既没有巯基乙醇和没有还原剂 $\text{Na}_2\text{S}$ 存在下,其麦谷蛋白分子未打开的原因。麦角蛋白是单条多肽链,具有分子内 $-\text{S}-\text{S}-$ ,虽然麦角蛋白亚基未完全分开,但可以看出电泳条带1中含量明显增加,由于 $\text{Na}_2\text{S}$ 的还原作用,相比于条带3,分子质量也降低了。

### 3 结 论

通过对速溶蓬灰基本成分的测定,以及速溶蓬灰对拉面的面团基本特性的影响的探索,已经初步了解速溶蓬灰的作用机理,速溶蓬灰对面团起主要作用的是 $\text{Na}_2\text{S}$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 以及 $\text{NaCl}$ 。还原物质 $\text{Na}_2\text{S}$ 对—S—S—的还原作用,从而使面团的拉伸作用增强, $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 增大了面团的吸水率,使面筋水化程度加大,面筋更容易形成,同时也影响了淀粉的糊化性质,面粉中添加 $\text{NaCl}$ 更有利于面筋的交联,从而使面团的弹性提高了。但是 $\text{Na}_2\text{S}$ 在胃肠道中能分解出硫化氢,口服后能引起硫化氢中毒,对皮肤和眼睛有腐蚀作用,硫化碱极易溶于水,水溶液呈强碱性,与皮肤和黏膜接触时有极强的刺激性和腐蚀性。所以利用对其作用机理的研究,找寻一种安全的还原剂,然后与碳酸盐,面团强化剂,磷酸盐等进行复合,开发出新的具有较优改良作用的拉面剂具有更大的经济和社会效益。

### 参考文献:

- [1] 扬东生,吕薪翔,杜锦辉.蓬灰引起进行性指掌角皮症的调查[J].调查研究,2001,19(6):416.
- [2] 刘梅森,熊志国,何唯平.拉面专用改良剂的研制[J].粮油食品科技,2003,11(2):9-11.
- [3] 严忠军,卞科,司建中.谷朊粉应用概述[J].中国粮油学报,2005,20(5):16-20.
- [4] SCHOFIELD J D, BOOTH M R. Wheat proteins and their technological significance[M]//HUDSON B J F. Developments in food protein. London: Applied Science Publication Ltd, 1983: 1-65.
- [5] DACHKEVITCH T. Genetics of gliadins coded by the group 1 chromosomes in the high quality bread wheat cultivar[J]. Neepawa Theor Appl Genet, 1993, 86: 389-399.
- [6] KHATKAR B S, BELL A E, SCHOFIELD J D. The dynamic rheological properties of glutens and gluten subfractions from wheat of good and poor bread-making quality[J]. Journal of Cereal Science, 1995, 22(1): 29-44.
- [7] 曲宝涵.基础化学实验[M].北京:中国农业大学出版社,2002:363.
- [8] 甘淑珍,付一帆,赵思明.小麦淀粉糊化的影响因素及黏度稳定性研究[J].中国粮油学报,2009,24(2):36-38.
- [9] 程国旺,王浩波,黄群策,等.一种评价面包小麦面筋强度快速简便的新方法[J].食品科技,2002(10):58-62.
- [10] BEVERIDGE T, TOMA S J, NAKAI S. Detmerination of SH-and SS-groups in some food proteins using Ellman's reagent[J]. J Food Sci, 1974, 39(1): 49-51.
- [11] 郭尧君.蛋白质电泳实验技术[M].北京:科学出版社,1999:363.
- [12] 白凤翎,刘岩.煮粥加碱对其营养素的影响[J].中国食物与营养,2003(12):54-56.
- [13] 吴雪辉,李琳.复合磷酸盐对面条改良作用的研究[J].粮食与饲料工业,1998,20(12):43-44.
- [14] 博立安,方胜强.含硫化钠工业用烧碱的分析[J].甘肃化工,1990(3):32-38.
- [15] 董育红,吴冰.碳酸钾对面条品质改良作用的研究[J].食品科技,1997,17(5):33-35.
- [16] 李兴林.溶胀值和透光率在面筋强度测定中的应用[J].粮食与饲料工业,2006,6(10):10-11.
- [17] 王连方,张玲.某些食物活性巯基测定[J].地方病通报,2000,15(1):1-2.