

## 小麦阿拉伯木聚糖对鲜湿面条品质的影响

张明皓, 贾鑫, 闫文佳, 章萌, 殷丽君\*

(中国农业大学食品科学与营养工程学院 植物源功能食品北京市重点实验室 北京 100083)

**摘要** 从小麦麸皮中提取阿拉伯木聚糖,将其添至鲜湿面条中,通过测定面筋蛋白的流变特性,淀粉的糊化特性,面条的蒸煮及质构特性等,分析添加不同质量分数的小麦阿拉伯木聚糖(WBAX)对鲜湿面条品质的影响。结果表明:添加 WBAX 对面筋蛋白形成有弱化作用,随着 WBAX 添加量的增加,面粉中淀粉糊化的峰值黏度和终值黏度增加,糊化过程的崩解值降低,面条干物质损失率降低,吸水率、硬度和咀嚼性增加。高添加量的 WBAX(3%和 4%)会限制淀粉膨胀,减少其破裂。添加 4% WBAX 对改善鲜湿面条品质的效果最好。

**关键词** 小麦阿拉伯木聚糖; 鲜湿面条; 糊化特性; 蒸煮特性; 质构特性

**文章编号** 1009-7848(2022)02-0233-08 **DOI:** 10.16429/j.1009-7848.2022.02.025

面条是中国传统的淀粉基食品,深受人们喜爱。随着食品工业的发展,单一以小麦面粉为原料的面条已无法满足人们对于营养与口感等方面的要求,因此开始出现添加各种材料改善面条品质的产品<sup>[1]</sup>。大量研究表明,添加少量的亲水胶体会对面条中淀粉糊化老化性质产生强烈的影响,比如说,改善淀粉糊化性质和流变性质,减少淀粉发生脱水缩合,抑制淀粉老化,从而提高淀粉的加工特性<sup>[2-4]</sup>。一般来说,在面条中添加多糖类亲水胶体可以改善面条的品质,使面条更劲道爽滑,煮制过程中减少断条和浑汤现象。Zhou 等<sup>[5]</sup>研究发现,添加魔芋葡甘露聚糖可以降低面条的蒸煮损失,提高面条的口感。吕振磊等<sup>[2]</sup>研究发现,添加瓜尔豆胶和黄原胶的面粉的峰值黏度、谷值黏度和终值黏度增加;添加黄原胶和瓜尔豆胶的面条的拉伸性能和切割性能较好。王雨等<sup>[6]</sup>研究发现可溶性大豆多糖与面筋蛋白和淀粉相互作用,提高了面团的持水性、耐揉混性及谷蛋白的膨胀特性,促进面筋网络的发展和淀粉的溶胀,并抑制淀粉回生,改善生鲜面条的品质。

阿拉伯木聚糖是由  $\beta$ -1,4 糖苷键连接木聚糖构成的线性杂多糖<sup>[7]</sup>,主要存在于谷物的麸皮、胚乳和外壳中<sup>[8]</sup>,具有水合、氧化凝胶等性质,并具有

很多生理活性,如控制餐后血糖,提高对脂肪和胆固醇代谢的能力,抗氧化,增强免疫调节能力等<sup>[9]</sup>。小麦麸皮是小麦生产加工过程中产生的农业副产物,主要由非淀粉多糖、蛋白质、淀粉和木质素组成<sup>[10]</sup>。其中,阿拉伯木聚糖是麦麸非淀粉多糖的重要组成部分,约占麦麸的 20.0%~25.0%<sup>[11]</sup>。有研究表明,添加小麦阿拉伯木聚糖(WBAX)提高了面团的持水力,增加了面团的黏弹性<sup>[12]</sup>,提高了面包的品质,使面包口感更软<sup>[13]</sup>;另外 WBAX 可以使馒头体积增大,更有弹性<sup>[14]</sup>。目前,关于 WBAX 对淀粉性质的研究多集中在面团本身的品质,对于淀粉基产品以面包和馒头为主,而对面条的研究较少。本研究从小麦麸皮中提取阿拉伯木聚糖并将其添加到面条中,通过测定面筋蛋白的流变特性,淀粉的糊化特性,面条的蒸煮及质构特性等,探究不同质量分数的 WBAX 对鲜湿面条品质的影响。

### 1 材料与amp;方法

#### 1.1 试验材料

小麦麸皮,用郑麦 9246 磨制而成,购于河南农业科学院;金龙鱼中筋面粉(淀粉 73.5%,蛋白质 11.0%,水分 12.36%,脂肪 1.6%),购于益海嘉里有限公司;其它试剂均为分析纯级。

#### 1.2 主要仪器与设备

AR2000 型流变仪,美国 TA Instruments 公司;RVA-4 快速黏度分析仪(RVA),澳大利亚悉尼 Newport Scientific 仪器公司;TA.XT.plus 质构仪,英国 Stable Micro System 公司;NR10QC 色

收稿日期: 2021-02-26

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(31771934)

作者简介: 张明皓(1994—),男,博士生

通信作者: 殷丽君 E-mail: ljyin@cau.edu.cn

差仪,三恩驰科技有限公司;SU8010扫描式电子显微镜,日立公司;101-3型电热恒温鼓风干燥箱,上海路达实验仪器有限公司;JYN-L6面条机,九阳股份有限公司;LGJ-18冷冻干燥机,北京四环科学仪器厂。

### 1.3 试验方法

1.3.1 WBAX的分离提取 通过碱提醇沉的方法提取WBAX<sup>[15]</sup>。经测定最终WBAX中,阿拉伯木聚糖含量为(56.58±0.14)%。综合考虑面条的色泽、口感等因素后,本试验中采用WBAX的添加量为面粉质量的0%,1%,2%,3%,4%。

1.3.2 面筋蛋白流变学性质的测定 按照周韵<sup>[16]</sup>的方法并略有修改。将WBAX按质量分数0%,1%,2%,3%,4%的比例加入面筋蛋白粉中,混合均匀。称取1.0g混合粉加入5.0mL蒸馏水,涡旋混合均匀后,放在磁力搅拌器上搅拌30min,以3000r/min离心30min,弃上清液,得到最佳持水力的水合面筋蛋白。将面筋团放在流变仪平板上,开始测试前先静置15min以消除样品因挤压而产生的形变。采用直径20mm的平板探头测定动态流变性质,设定探头与平台的间距为1.000mm。

1.3.3 面粉糊化特性测定 根据AACC76-21《小麦、黑麦及其粉类和淀粉糊化特性测定快速黏度仪法》规定的方法,采用快速黏度分析仪(RVA)测定面粉的糊化性质。选用RVA加热程序中的“Standard method 1”方法,以14%湿基为基准。将WBAX按质量分数分别为0%,1%,2%,3%,4%的比例加入面粉中,使混合粉总质量为3g,然后加入25g蒸馏水,搅拌均匀后开始测量。

1.3.4 面条的制备 将WBAX分别按质量分数0%,1%,2%,3%,4%的比例加入面粉中,称取150g混合粉倒入全自动和面机,加入55mL水,启动和面机,调至快速面条模式,制备面条。

1.3.5 面条蒸煮品质的测定 将面条样品放入300mL沸水中煮制。经试验,面条横截面中间白芯消失时间即面条最佳蒸煮时间<sup>[9]</sup>为5min。将所有面条均在沸水中煮5min后测量。

1) 面条吸水率的测定 取10根面条放入300mL沸水煮5min。捞出后放入50mL冷水中30s,静置20min,称重。根据如下公式计算面条的

干物质吸水率。

$$\text{吸水率}(\%) = \frac{M_1 - M_2}{M_2} \times 100 \quad (1)$$

式中: $M_1$ ——煮后面条质量(g); $M_2$ ——煮前面条质量(g)。

2) 面条干物质损失率的测定 取10根面条放入300mL沸水煮5min,冷却后,将冷却用水倒入面汤中。将所有面汤放入烘箱内105℃烘至恒重,根据如下公式计算面条的干物质损失率。

$$\text{干物质损失率}(\%) = \frac{m_1 - m_2}{M_1} \times 100 \quad (2)$$

式中: $m_1$ ——烧杯中加入面汤烘干后的质量(g); $m_2$ ——烧杯质量(g); $M_1$ ——煮前面条质量(g)。

3) 面条断条率的测定 取50根面条放入500mL沸水中煮5min,捞出面条,根据如下公式计算面条的断条率。

$$\text{断条率}(\%) = \frac{N_s - N}{N} \times 100 \quad (3)$$

式中: $N_s$ ——熟后面条根数; $N$ ——煮前面条根数。

1.3.6 面条质构特性的测定 根据Zhou等<sup>[5]</sup>的方法测定面条质构特性。采用R/36R探头。参数设定:形变量75%;速度80mm/s;起始力5.0g。

1.3.7 面条色差测定 使用色差仪分别测定生面条和熟面条。

1.3.8 面条微观结构分析 将制备好的生熟面条横向切成小方块,冻干。在10kV的电压下,通过扫描电子显微镜观察横截面的微观结构,以500倍的放大率拍摄照片。

1.3.9 数据统计与分析 每个试验至少重复3次。使用Origin 9.0和SPSS 20等软件进行数据分析,采用ANOVA确定每项测试间的显著性差异( $P < 0.05$ )。

## 2 结果与讨论

### 2.1 WBAX对面筋蛋白流变性质的影响

图1显示添加WBAX对面筋蛋白动态黏弹性的影响。面筋蛋白由提供面筋弹性行为的麦谷蛋白和赋予面筋黏度的麦醇蛋白组成<sup>[3,17]</sup>。在0.1~10Hz范围,面筋蛋白和WBAX-面筋蛋白混合物样品的 $G'$ 均高于 $G''$ ,表明面筋蛋白和WBAX-面

筋蛋白混合物均为黏弹体。添加 WBAX 降低了面筋蛋白的  $G'$  和  $G''$ , WBAX 对面筋蛋白的三维网络结构的形成产生弱化作用,这是因为 WBAX 的长链结构和多分支结构影响蛋白质间二硫键的形成,限制了谷蛋白的移动和形成更大聚集体的网络的能力,阻碍了蛋白分子间的交联<sup>[18]</sup>。另外,有

研究表明,加入非淀粉多糖会与面筋蛋白竞争水,从而降低面筋品质<sup>[4]</sup>。Koh 等<sup>[19]</sup>还发现,在面粉中添加阿魏酸会对面团的流变学特性起到弱化作用,而 WBAX 中也含有一定量的阿魏酸。综合以上原因,添加 WBAX 降低了面筋蛋白的黏弹性。

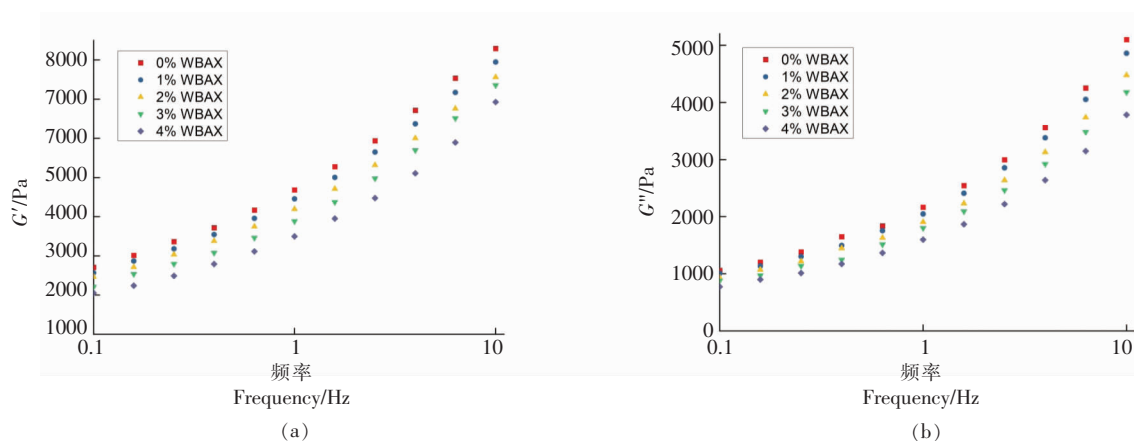


图 1 WBAX 对面筋蛋白流变性质的影响

Fig.1 Effect of WBAX on rheological properties of gluten

## 2.2 WBAX 对面粉糊化性质的影响

用 RVA 测定面粉的糊化性质。由表 1 可看出,添加 WBAX 增加了淀粉糊化时的峰值黏度和终值黏度。淀粉糊化过程中的崩解值逐渐降低,说明加入 WBAX 后,体系中淀粉抗机械剪切的能力越强,淀粉颗粒越不容易发生破裂<sup>[20]</sup>,改善了面条中淀粉的糊化特性。Funami 等<sup>[21]</sup>在小麦淀粉中添

加魔芋胶,同样发现淀粉峰值黏度和终值黏度增加,崩解值降低。回生值代表面粉糊化后的冷却阶段淀粉分子重结晶的程度<sup>[22]</sup>。添加 WBAX 会使混合体系回生值增大,促进体系在冷却过程中的老化回生。WBAX 对面粉糊化峰值时间和糊化温度没有太大影响。

表 1 面粉和添加不同质量分数 WBAX 面粉的 RVA 值

Table 1 RVA of wheat flour and wheat flour adding with different mass concentrations of WBAX

WBAX/%	峰值黏度/mPa·s	终值黏度/mPa·s	崩解值/mPa·s	回生值/mPa·s	峰值时间/min	糊化温度/°C
0	1 683.67 ± 18.04 <sup>d</sup>	2 234.33 ± 25.66 <sup>ab</sup>	488.67 ± 9.50 <sup>e</sup>	988.00 ± 43.86 <sup>d</sup>	6.11 ± 0.03 <sup>b</sup>	87.80 ± 0.95 <sup>ab</sup>
1	1 711.00 ± 10.54 <sup>cd</sup>	2 354.33 ± 8.96 <sup>a</sup>	503.33 ± 9.29 <sup>d</sup>	1 137.33 ± 34.50 <sup>e</sup>	6.04 ± 0.04 <sup>c</sup>	87.82 ± 0.44 <sup>ab</sup>
2	1 757.67 ± 17.79 <sup>bc</sup>	2 486.67 ± 17.04 <sup>b</sup>	483.67 ± 12.10 <sup>c</sup>	1 217.00 ± 2.65 <sup>b</sup>	6.04 ± 0.04 <sup>c</sup>	87.47 ± 0.88 <sup>ab</sup>
3	1 802.00 ± 5.29 <sup>ab</sup>	2 603.67 ± 8.50 <sup>c</sup>	432.33 ± 7.77 <sup>b</sup>	1 237.67 ± 15.01 <sup>b</sup>	6.24 ± 0.05 <sup>a</sup>	88.60 ± 0.75 <sup>a</sup>
4	1 828.67 ± 62.23 <sup>a</sup>	2 674.00 ± 50.48 <sup>c</sup>	423.33 ± 10.41 <sup>a</sup>	1 342.67 ± 42.85 <sup>a</sup>	6.12 ± 0.02 <sup>b</sup>	87.08 ± 0.43 <sup>b</sup>

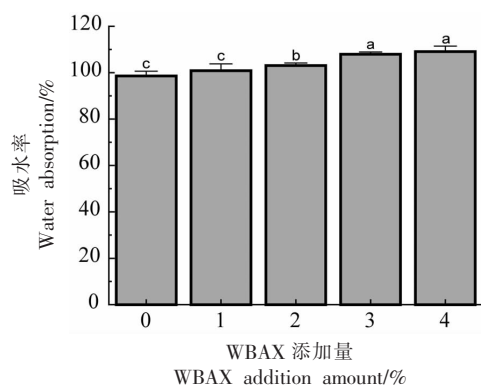
注:不同小写字母代表组内差异显著( $P < 0.05$ )。

## 2.3 WBAX 对面条蒸煮品质的影响

吸水率和干物质损失率是评价鲜湿面条食用品质的重要指标<sup>[23]</sup>。由图 2 可看出,添加 WBAX 会增加面条的吸水率,随着 WBAX 添加量的增加,

面条吸水率增加,这是因为 WBAX 自身有极强的吸水性和持水性<sup>[24]</sup>。同时, WBAX 可通过阿魏酸二聚反应形成氧化凝胶<sup>[25-26]</sup>,从而提高面条的吸水性,其吸水率逐渐增加。

由图3可看出,添加WBAX会减少面条的干物质损失。随着WBAX添加量的增加,面条干物质损失逐渐减少。如果淀粉和面筋网络结构结合不紧密,面筋网络结构连续性就差,淀粉颗粒就会从面筋网络中游离出来,使面条的干物质损失,甚至出现断条,同时使面汤浑浊度增加<sup>[27]</sup>。在面条煮制过程中,淀粉发生糊化,支链淀粉双螺旋结构被破坏,直链淀粉颗粒溶出。WBAX具有螺旋状结构<sup>[28]</sup>,添加后与面粉中的面筋蛋白相互作用,同



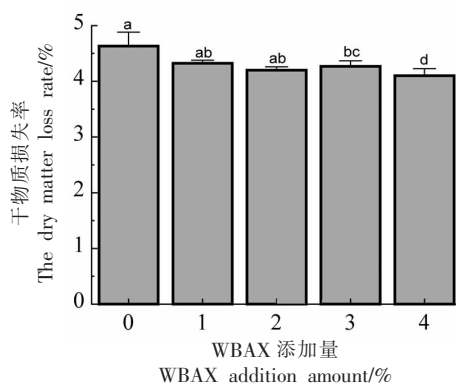
注:不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ )。

图2 WBAX对面条吸水率的影响

Fig.2 Effect of WBAX on water absorption of noodles

时,WBAX形成致密的多糖网络结构,减少面条煮制过程中糊化的淀粉溶胀、破裂。

试验结果表明,添加或不添加WBAX,面条的断条率均为0%(数据未列出)。WBAX对面条吸水率、干物质损失和断条率的影响,与大多数亲水胶体相似,添加亲水胶体,会增强面筋网络和淀粉颗粒间的结合程度,另外亲水胶体本身有一定的水结合能力,从而增加面条的吸水率,减小面条的干物质损失<sup>[29-30]</sup>。



注:不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ )。

图3 WBAX对面条干物质损失的影响

Fig.3 Effect of WBAX on the dry matter loss of noodles

## 2.4 WBAX对面条质构特性的影响

面条质构特性见表2。面条的硬度和咀嚼性随WBAX添加量的增加而增加,这是因为蒸煮过程中,WBAX与糊化的淀粉发生相互作用,提高了淀粉分子间的相互交联和链的有序排列<sup>[8]</sup>,改善了面条的结构,因此使面条硬度和咀嚼性增加。Bukša等<sup>[12]</sup>也发现,阿拉伯木聚糖交联会增加面团的硬

度。面条黏合性随WBAX添加量的增加而减小,这与面筋蛋白的流变学结果一致,添加WBAX阻碍了蛋白质间的交联,降低了面条的黏合性。内聚性主要表明组分间如何相互作用结合在一起,添加WBAX对面条内聚性影响不大,说明添加WBAX不影响面条结构的完整性。

表2 WBAX对面条质构的影响

Table 2 Effect of WBAX on TPA textural properties of noodles

WBAX添加量/%	硬度/g	咀嚼性/g	黏合性/g·s	弹性/mm	内聚性
0	4 417.89 ± 171.75 <sup>bc</sup>	2 050.48 ± 82.89 <sup>b</sup>	61.60 ± 3.27 <sup>a</sup>	0.89 ± 0.03	0.52 ± 0.02 <sup>a</sup>
1	4 357.11 ± 155.02 <sup>c</sup>	2 126.93 ± 73.99 <sup>b</sup>	56.78 ± 4.56 <sup>ab</sup>	0.91 ± 0.01	0.53 ± 0.03 <sup>ab</sup>
2	4 592.43 ± 111.71 <sup>b</sup>	2 251.51 ± 80.71 <sup>b</sup>	53.02 ± 2.19 <sup>bc</sup>	0.92 ± 0.04	0.58 ± 0.04 <sup>b</sup>
3	5 240.50 ± 168.65 <sup>a</sup>	2 660.01 ± 185.42 <sup>a</sup>	50.60 ± 3.74 <sup>cd</sup>	0.90 ± 0.05	0.56 ± 0.03 <sup>ab</sup>
4	5 081.24 ± 47.73 <sup>a</sup>	2 691.38 ± 225.52 <sup>a</sup>	46.99 ± 2.98 <sup>d</sup>	0.95 ± 0.02	0.56 ± 0.03 <sup>ab</sup>

注:不同小写字母代表组内差异显著( $P<0.05$ )。

## 2.5 WBAX对面条色差的影响

面条色泽会给人对面条的第一感官印象,从

而影响人们对面条品质的评价,它是面条感官特性的重要指标<sup>[31]</sup>。使用色差仪测定生熟面条的色

差,  $L^*$  值表示白度, 数值越大, 表明试样越白, 越明亮;  $a^*$  表示红绿值, 数值越大试样越发红;  $b^*$  表示黄蓝值, 数值越大试样越发黄<sup>[32]</sup>。从表 3 和表 4 可看出, 添加 WBAX 使生、熟面条白度降低, 逐渐变黄, 这与 WBAX 自身颜色有关。

## 2.6 WBAX 对面条微观结构的影响

如图 4 所示, 生面条微观结构表明, 在面筋蛋白中聚集了许多淀粉颗粒, 主要是因为水合谷蛋白和淀粉之间的相互黏附。同时, 没有淀粉颗粒溶胀的迹象, 表明淀粉在生面条的制备过程中不倾向于凝胶化<sup>[5]</sup>。整个体系中, WBAX 被整合在网络结构中。含有 1% 和 2% WBAX 取代的生面条样品与对照组类似。在 3% 和 4% WBAX 取代的样品中, 观测到淀粉变形的现象, 说明淀粉在糊化前, 随添加量增大, WBAX 与其它组分竞争水分。Ren 等<sup>[33]</sup>同样发现添加纤维素(非淀粉多糖)会与淀粉竞争水分。与之相比, 可以观察到熟面条的微观结构呈网状, 且有大量不规则的孔洞, 这是由于面条煮制过程中淀粉糊化, 趋于凝胶化, 会形成致密的结构<sup>[34]</sup>, 进而导致孔洞的出现。另外, 水在加热条件下的流动也会造成孔洞<sup>[5]</sup>。在 3% 和 4% WBAX 取代的样品中, 可观察到 WBAX 附着在网络结构表面, 与面筋蛋白相互作用, 限制淀粉膨胀, 减少其破裂, 这与面粉 RVA 崩解值测定结果相符。

表 3 WBAX 对生面条色差的影响

Table 3 Effect of WBAX on chromatic aberration of raw noodles

WBAX 添加量/%	$L^*$	$a^*$	$b^*$
0	92.95 ± 0.50 <sup>a</sup>	1.13 ± 0.23 <sup>c</sup>	11.93 ± 0.70 <sup>a</sup>
1	92.08 ± 1.30 <sup>a</sup>	1.22 ± 0.15 <sup>c</sup>	11.15 ± 0.52 <sup>c</sup>
2	91.93 ± 1.10 <sup>b</sup>	1.64 ± 0.09 <sup>b</sup>	11.65 ± 0.32 <sup>bc</sup>
3	90.40 ± 0.12 <sup>b</sup>	1.91 ± 0.08 <sup>a</sup>	11.20 ± 0.33 <sup>ab</sup>
4	91.59 ± 0.56 <sup>b</sup>	1.98 ± 0.60 <sup>a</sup>	11.67 ± 0.38 <sup>a</sup>

注: 不同小写字母代表组内差异显著 ( $P < 0.05$ )。

表 4 WBAX 对熟面条色差的影响

Table 4 Effect of WBAX on chromatic aberration of cooked noodles

WBAX 添加量/%	$L^*$	$a^*$	$b^*$
0	83.54 ± 0.24 <sup>a</sup>	-0.61 ± 0.03 <sup>d</sup>	4.10 ± 0.30 <sup>c</sup>
1	83.51 ± 0.33 <sup>a</sup>	-0.55 ± 0.02 <sup>c</sup>	4.23 ± 0.18 <sup>c</sup>
2	82.87 ± 0.42 <sup>b</sup>	-0.47 ± 0.03 <sup>b</sup>	4.91 ± 0.21 <sup>b</sup>
3	82.30 ± 0.86 <sup>b</sup>	-0.32 ± 0.03 <sup>a</sup>	5.65 ± 0.04 <sup>a</sup>
4	82.05 ± 0.38 <sup>b</sup>	-0.30 ± 0.02 <sup>a</sup>	5.85 ± 0.30 <sup>a</sup>

注: 不同小写字母代表组内差异显著 ( $P < 0.05$ )。

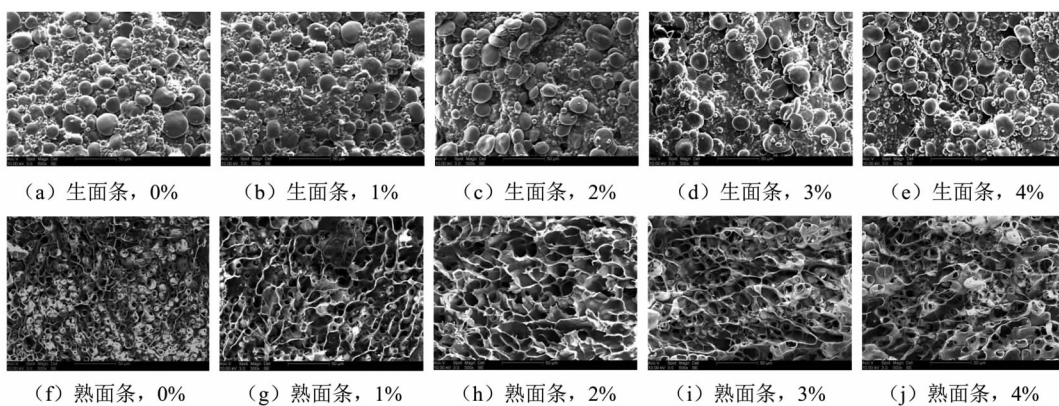


图 4 含有 WBAX 面条的微观结构

Fig.4 Microstructure of noodles with WBAX

## 3 结论

从面筋蛋白流变特性, 淀粉的糊化特性, 面条的蒸煮及质构特性等方面分析添加不同质量分数

的 WBAX 对鲜湿面条品质的影响, 结果表明, 添加 WBAX 对面筋蛋白形成产生弱化作用。随着 WBAX 质量分数的增加, 面粉的糊化特性逐渐改

善。从蒸煮及质构特性看, WBAX 添加量越大, 面条的吸水率越高, 干物质损失越少, 且硬度和咀嚼性都随之增加。通过改善淀粉的糊化特性, 高添加量的 WBAX 会限制淀粉膨胀, 减少其破裂。综合以上结果, 添加 WBAX 对鲜湿面条的品质有明显的改善作用, 其中, 4% WBAX 的改善效果最好。本研究为后续研究 WBAX 改善鲜湿面条品质提供理论依据, 也为其在实际生产中的应用提供参考。

### 参 考 文 献

- [1] 张小梅, 楼焯, 董艳梅, 等. 响应面法优化山药芋头食养面条的加工工艺研究[J]. 食品研究与开发, 2020, 41(16): 107-114.  
ZHANG X M, LOU Y, DONG Y M, et al. Study on optimization of processing technology of yam taro noodles by response surface method[J]. Food Research and Development, 2020, 41(16): 107-114.
- [2] 吕振磊, 王坤, 陈海华. 亲水胶体对面粉糊化特性和面条品质的影响[J]. 食品与机械, 2010, 26(4): 26-31.  
LÜ Z L, WANG K, CHEN H H. Effect of hydrocolloids on the pasting properties of flour and noodle quality[J]. Food & Machinery, 2010, 26(4): 26-31.
- [3] 张帅. 魔芋胶和沙蒿胶对小麦面团特性的影响及其作用机制研究[D]. 重庆: 西南大学, 2019.  
ZHANG S. Effects of konjac gum and *Artemisia sphaerocephala* krasch gum on the properties of wheat dough and its mechanism[D]. Chongqing: Southwest University, 2019.
- [4] WANG M, HAMER R J, VAN VLIET T, et al. Interaction of water extractable pentosans with gluten protein: Effect on dough properties and gluten quality[J]. Journal of Cereal Science, 2002, 36(1): 25-37.
- [5] ZHOU Y, CAO H, HOU M, et al. Effect of konjac glucomannan on physical and sensory properties of noodles made from low-protein wheat flour[J]. Food Research International, 2013, 51(2): 879-885.
- [6] 王雨, 刘翀, 洪静, 等. 可溶性大豆多糖对中筋小麦粉面团特性和生鲜面品质的影响[J]. 食品科技, 2020, 45(3): 177-183.  
WANG Y, LIU C, HONG J, et al. Effect of soluble soy polysaccharides on dough properties and fresh noodle quality of medium gluten wheat flour[J]. Food Science and Technology, 2020, 45(3): 177-183.
- [7] IZYDORCZYK M S, BILIADERIS C G. Influence of structure on the physicochemical properties of wheat arabinoxylan[J]. Carbohydrate Polymers, 1992, 17(3): 237-247.
- [8] 王立, 司晓静, 钱海峰, 等. 阿拉伯木聚糖对谷物食品的品质影响研究进展[J]. 食品与生物技术学报, 2020, 39(7): 12-20.  
WANG L, SI X J, QIAN H F, et al. Research progress of effects of arabinoxylan on the quality of cereals[J]. Journal of Food Science and Biotechnology, 2020, 39(7): 12-20.
- [9] BUTT M S, SHAHZADI N, SHARIF M K, et al. Guar gum: A miracle therapy for hypercholesterolemia, hyperglycemia and obesity[J]. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2007, 47(4): 389-396.
- [10] ZHANG Y, PITKÄNEN L, DOUGLADE J, et al. Wheat bran arabinoxylans: Chemical structure and film properties of three isolated fractions[J]. Carbohydrate Polymers, 2011, 86(2): 852-859.
- [11] SAEED F, PASHA I, ANJUM F M, et al. Arabinoxylans and arabinogalactans: A comprehensive treatise [J]. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2011, 51(5): 467-476.
- [12] BUKSA K, ZIOBRO R, NOWOTNA A, et al. The influence of native and modified arabinoxylan preparations on baking properties of rye flour[J]. Journal of Cereal Science, 2013, 58(1): 23-30.
- [13] WANG P, HOU C D, ZHAO X H, et al. Molecular characterization of water-extractable arabinoxylan from wheat bran and its effect on the heat-induced polymerization of gluten and steamed bread quality [J]. Food Hydrocolloids, 2019, 87: 570-581.
- [14] 李雪. 小麦麸皮水不溶性阿拉伯木聚糖对馒头品质的影响[D]. 郑州: 河南工业大学, 2012.  
LI X. Effects of water-insoluble arabinoxylans from wheat bran on quality of Chinese mantou [D]. Zhengzhou: Henan University of Technology, 2012.
- [15] 王立博, 殷丽君, 陈复生, 等. 小麦阿拉伯木聚糖分子特性及单糖组成研究[J]. 食品工业, 2017, 38(7): 187-190.  
WANG L B, YIN L J, CHEN F S, et al. Research

- on molecular characteristic and monosaccharide composition of wheat bran arabinoxylan[J]. *The Food Industry*, 2017, 38(7): 187-190.
- [16] 周韵. 魔芋面团形成及热加工过程中的成分相互作用解析与消化性评价[D]. 北京: 中国农业大学, 2017.
- ZHOU Y. Macromolecular interactions of konjac dough during dough formation and thermal processing and its digestion[D]. Beijing: China Agricultural University, 2017.
- [17] XUAN Y F, ZHANG Y, ZHAO Y Y, et al. Effect of hydroxypropylmethylcellulose on transition of water status and physicochemical properties of wheat gluten upon frozen storage[J]. *Food Hydrocolloids*, 2017, 63: 35-42.
- [18] LABAT E, ROUAU X, MOREL M H. Effect of flour water-extractable pentosans on molecular associations in gluten during mixing[J]. *LWT - Food Science and Technology*, 2002, 35(2): 185-189.
- [19] KOH B K, NG P K W. Effects of ferulic acid and transglutaminase on hard wheat flour dough and bread[J]. *Cereal Chemistry*, 2009, 86(1): 18-22.
- [20] 杨贞. 碱性条件下魔芋胶对小麦淀粉凝胶流变和质构特性的影响[D]. 郑州: 河南农业大学, 2018.
- YANG Z. Effect of konjac gum on the rheological and texture properties of wheat starch gel under alkaline condition[D]. Zhengzhou: Henan Agricultural University, 2018.
- [21] FUNAMI T, KATAOKA Y, OMOTO T, et al. Effects of non-ionic polysaccharides on the gelatinization and retrogradation behavior of wheat starch[J]. *Food Hydrocolloids*, 2005, 19(1): 1-13.
- [22] 孙曙光. 淀粉-脂类复合物对淀粉性质影响研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2013.
- SUN S G. Effect of the complex on properties of starch[D]. Zhengzhou: Henan Agricultural University, 2013.
- [23] 毛汝婧, 杨富民. 3种品质改良剂对湿面条质构及蒸煮特性的影响[J]. *甘肃农业大学学报*, 2017, 52(4): 164-170, 177.
- MAO R J, YANG F M. Effects of 3 quality improves on texture and cooking property in fresh wet noodles[J]. *Journal of Gansu Agricultural University*, 2017, 52(4): 164-170, 177.
- [24] KALE M S, YADAV M P, HICKS K B, et al. Concentration and shear rate dependence of solution viscosity for arabinoxylans from different sources[J]. *Food Hydrocolloids*, 2015, 47: 178-183.
- [25] SCHOONEVELD-BERGMANS M E F, DIGNUM M J W, GRABBER J H, et al. Studies on the oxidative cross-linking of feruloylated arabinoxylans from wheat flour and wheat bran[J]. *Carbohydrate Polymers*, 1999, 38(4): 309-317.
- [26] BETTGE A D, MORRIS C F. Oxidative gelation measurement and influence on soft wheat batter viscosity and end-use quality[J]. *Cereal Chemistry*, 2007, 84(3): 237-242.
- [27] 张豫辉. 淀粉对面条品质的影响研究[D]. 郑州: 河南工业大学, 2015.
- ZHANG Y H. Studies on the influence of different starch on noodle quality[D]. Zhengzhou: Henan University of Technology, 2015.
- [28] ZHANG F, LUAN T, KANG D, et al. Viscosifying properties of corn fiber gum with various polysaccharides[J]. *Food Hydrocolloids*, 2015, 43: 218-227.
- [29] 薛淑静, 杨德, 高梓瑜, 等. 三种天然亲水胶体对冷冻面团和面条品质的影响[J]. *湖北农业科学*, 2018, 57(21): 97-100.
- XUE S J, YANG D, GAO Z Y, et al. Influence of three kinds of hydrophilic colloid on the quality of frozen fough[J]. *Hubei Agricultural Sciences*, 2018, 57(21): 97-100.
- [30] 闫帅帅. 亲水胶体对高配比马铃薯面条加工品质和营养保护的研究[D]. 西安: 陕西师范大学, 2018.
- YAN S S. Study on the effect of hydrophilic colloid on the processing quality and nutritional protection of potato noodle with high proportion[D]. Xi'an: Shaanxi Normal University, 2018.
- [31] 徐芬. 马铃薯全粉及其主要组分对面条品质影响机理研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2016.
- XUN F. Mechanism for effects of potato granules and its main components on potato noodle quality [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2016.
- [32] 李俊华. 大豆粉对面粉特性及挂面品质的影响研究[D]. 无锡: 江南大学, 2009.
- LI J H. Study on flour properties and noodle qualities by adding soybean powder[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2009.
- [33] REN Y, LINTER B R, FOSTER T J. Starch replacement in gluten free bread by cellulose and fib-

- rillated cellulose[J]. *Food Hydrocolloids*, 2020, 107: 105957.
- [34] 曹芳芳. 小麦纤维对小麦淀粉糊化和老化特性的影响研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2019.
- CAO F F. Effect of wheat fiber on the gelatinization and retrogradation of wheat starch[D]. Zhengzhou: Henan Agricultural University, 2019.

### Effects of Wheat Bran Arabinoxylan on the Properties of Fresh Wet Noodles

Zhang Minghao, Jia Xin, Yan Wenjia, Zhang Meng, Yin Lijun\*

(*Beijing Key Laboratory of Functional Food from Plant Resources, College of Food Science & Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083*)

**Abstract** Arabinoxylan was extracted from wheat bran and added into fresh wet noodles. The rheological properties of gluten protein in flour, the gelatinization properties of starch as well as the cooking and textural properties of noodles were measured to analyze effects of different mass fractions of wheat bran arabinoxylan (WBAX) on the properties of fresh wet noodles. The results showed that the addition of WBAX has a weakening effect on the formation of gluten. However, as the addition of WBAX increased, the peak viscosity and final viscosity in starch grew up, the disintegration value of the gelatinization process reduced, the dry matter loss rate of the noodles decreased, and the water absorption, hardness and chewiness of the noodles increased. Higher addition of WBAX (3% and 4%) limited starch swelling and reduced its cracking, and 4% WBAX had the best effect on improving the properties of fresh wet noodles.

**Keywords** wheat bran arabinoxylan; fresh wet noodles; gelatinization properties; cooking properties; textural properties