

膨化小麦麸皮对挂面品质的影响

凌 彬¹, 祁 攀¹, 苟青松², 张绍华¹, 蔡 玲¹

(1.广州市粮食集团有限责任公司, 广州 510180; 2.武汉轻工大学, 武汉 430023)

摘 要:为了研究膨化加工小麦麸皮对传统挂面的影响, 本实验对小麦麸皮进行挤压膨化处理, 对比研究膨化麸皮不同添加量对挂面加工及食用品质的影响。研究结果表明: 膨化过程显著性影响麸皮的成分含量, 其中膳食纤维含量显著提高; 随着膨化麸皮添加量的增加, 加工过程中面片的色泽持续下降, 挂面烘干过程水分含量降低, 膨化麸皮挂面的食用品质及感官评分逐渐减小。质构测定结果表明添加少量麸皮挂面弹性优于未添加麸皮挂面, 当添加量为 3% 时麸皮挂面的各种品质最佳。

关键词:挂面; 膨化小麦麸皮; 添加量; 食用品质

中图分类号: TS 213

文献标志码: A

文章编号: 1007-6395(2021)03-0019-05

挂面是中国最常见的主食面条品种之一, 相比于其它面条, 其口感良好、食用方便、耐储存, 是许多家庭的常备面食之一。随着社会的发展, 近年来人们心脑血管疾病、糖尿病及其它慢性疾病发病率逐渐升高, 人们开始关注主食的营养健康, 单一由面粉制作的面条已不能满足人们对营养的需求。同时研究发现通过主食摄入膳食纤维可防治上述疾病^[1]。

麸皮, 是小麦加工成面粉过程中的副产物, 富含膳食纤维、维生素等营养物质^[2-3]。若将其回添入面粉制成面条不仅可以增加面条的营养价值, 还可以提高小麦加工副产物的价值。未处理的麸皮酶活性较高、含有大量的植酸等物质, 直接加入到面条中不利于面条的储存及严重影响其口感。利用挤压膨化技术处理麸皮, 在较强的剪切力、高温、高压作用下, 使麸皮的酶失活, 降低麦麸中的植酸含量, 同时杀死细菌, 并可改善其贮藏稳定性^[4]。其次麦麸在膨化过程中被剪切增加小分子物质, 更能有效提高其消化率及可溶性膳食纤维的含量^[5-6]。将麸皮膨化后添加进面条中, 研究其对挂面制作过程及食用品质的影响, 为开发出更加适合消费者需求的营养面条, 以及谷物麸皮综合利用提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 主要材料与试剂

小麦麸皮: 由广州岭南穗粮谷物股份有限公司提供; 其余试剂: 均为国药试剂有限公司分析纯。

1.2 主要仪器与设备

GXZ-9070 MB 数显鼓风干燥箱: 上海博讯实业有限公司; SC-3612 低速离心机: 安徽中科中佳科学

仪器有限公司; CR-10 便携式色差仪: 苏州圣光仪器有限公司; YB-1000A 高速多功能粉碎机: 永康市速锋工贸有限公司; MCGS 双螺杆挤压机: 湖南富马科工程技术有限公司; CFXB100 蒸锅: 合肥荣事达小家电有限公司; S-3000N 扫描电子显微镜: 日本日立公司; TMS-Pro 质构仪: 美国 FTC 公司; 压面机: 永康市富康机械有限公司。

1.3 方法

1.3.1 麸皮膨化处理工艺

膨化工艺参考任顺成等^[7]的膨化工艺。采用双螺杆挤压膨化机进行膨化处理, 工艺参数为水分含量 27.5%、螺杆转速 9 Hz、机筒末端温度 155 ℃、喂料速度 9 kg/h, 膨化后烘干, 粉碎过 100 目筛备用。

1.3.2 麸皮挂面制作工艺

挂面制作工艺参考张慧娟等^[8]的方法并稍作修改。准确称取中筋面粉和麸皮混合粉 300 g (麸皮分别占混合粉的 0%, 3%, 6%, 9%, 12%) 备用。挂面制作工艺: 小麦麸皮粉→和面(8 min)→压延(6 次)→醒发(25 ℃, 30 min)→压延(6 次)醒发(25 ℃, 20 min)→切条→干燥→包装→成品。

1.3.3 膨化前后麸皮基本成分的测定

淀粉含量测定参照 GB/T 5009.9-2016 中酸水解法; 粗脂肪含量测定参照 GB/T 5009.6-2016 中索氏抽提法; 灰分含量的测定参照 GB/T 5009.4-2016 中高温灰化法; 水分含量的测定参照 GB/T 5009.3-2016 中直接干燥法; 总膳食纤维(TDF)、可溶性膳食纤维(SDF)和不溶性膳食纤维(IDF)含量的测定参照 GB/T 5009.88-2014 中酶重量法; 粗蛋白质含量的测定参照 GB/T 5009.5-2016 中凯氏定氮法。

1.3.4 面片色泽的测定

收稿日期: 2020-09-25

作者简介: 凌彬, 男, 硕士研究生, 研究方向: 面粉研发。

分别取相同工艺压制好的面片测定色差值^[9]。用校准好的色差计测量, L^* 表示亮度, 黑色为 0, 白色为 100。坐标原点的颜色为无色 ($a^*=0, b^*=0$)。正 a 表示颜色红, 负 a 表示颜色绿, 正 b 表示颜色黄, 负 b 表示颜色蓝。总色差 E 的计算公式如下:

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

1.3.5 面条烘干过程水分的测定

将制作好的面条按照烘干程序进行烘干, 分别

在 0、30、60、90、120 min 时取出适量面条, 立即按照 GB/T 5009.3-2016 中方法进行水分测定。

1.3.6 麸皮面条品质的测定

1.3.6.1 面条感官评价

面条的感官测定参照 LS/T 3202-1993《面条用小麦粉》方法进行感官评价。将煮好的面条放入容器内, 由品尝小组 (4~5 人) 参照面条评分项目评分。评分标准如表 1, 总分 100 分。

表 1 面条评分项目及评分标准

项目	满分	评分标准
色泽	10	面条的颜色和亮度。面条呈洁白色。亮度较好的为 8.5~10 分; 亮度一般的为 6~8.4 分; 面条亮度发灰或发暗为 1~5 分
表现状态	15	面条表面光滑和膨胀程度, 表面结构细腻, 光滑为 12~15 分; 中间为 6.0~11 分; 表面粗糙膨胀, 变形严重为 1~5 分
适口性	20	用牙齿咬断一根面条所需力的大小。适中为 16~20 分; 稍偏软和硬为 12~15 分; 太硬或太软为 1~12 分
韧性	20	面条在咀嚼时, 咬劲和弹性的大小。有咬劲, 富有弹性为 15~20 分; 一般为 10~14 分; 咬劲差、弹性不足为 1~9 分
黏性	20	在咀嚼期间, 面条粘牙强度。咀嚼时爽口、不粘牙为 15~20 分; 较爽口、稍粘牙为 10~14 分; 不爽口、发黏为 5~9 分
食味	15	指品尝时的味道。具有麦芽清新味 10~15 分; 基本无异味 5~9 分; 有异味 1~4 分

1.3.6.2 断条率的测定

面条的断条率参考标准 LS/T 3212-2014《挂面》中说明的方法: 1 000 mL 烧杯中盛有样品质量 50 倍水, 用电炉加热保持水的微沸状态。随机抽取挂面 40 根放入沸水中, 计时。达到煮熟时间, 捞出并记下完整面条根数 N , 按下式计算断条率:

$$S = \frac{40-N}{40} \times 100$$

1.3.6.3 蒸煮损失的测定

面条的蒸煮参考标准 LST 3212-2014《挂面》中说明的方法: 称取 10 g 样品, 精确至 0.1 g, 放入 500 mL 沸水中, 按测定的蒸煮时间煮熟后, 挑出挂面, 面汤放至常温, 转入 500 mL 容量瓶定容, 混匀, 取 50 mL 面汤倒入恒重的 250 mL 烧杯中, 于电炉上蒸发掉大部分水分, 再加入 50 mL 面汤蒸发至近干, 置于 105 °C 烘干至恒重, 按下式计算蒸煮损失率:

$$P = \frac{5M}{G(1-W)} \times 100$$

式中: P 为蒸煮损失, 以质量分数计, %; M 为 100 mL 面汤中干物质质量, 单位为 g; W 为挂面水分含量; G 为样品质量, 单位为 g。

1.3.6.4 麸皮面条质构特性 (TPA) 指标的测定

熟面条的质构特性测定参考雷激等^[10]的方法: 取 10 根干面条, 放入 500 mL 沸水中, 在最佳蒸煮时间下煮熟, 将熟面条放入滤网中, 用 25 °C 冷水中冷却 60 s 后捞出, 沥水后进行质构分析。其参数设

定为: 测试前速度, 0.8 mm/s; 测试速度, 0.8 mm/s; 测试后速度, 0.8 mm/s; 测试距离, 70% 样品厚度; 感应力, Auto-5 g。重复测定 3 次, 取其平均值。每次取 3 根煮熟的长、宽、厚度及弯曲程度相近的面条平行放于载物台上, 面条之间间隔 0.5 cm。为防止质构仪测试参数波动变化, 煮熟面条在 10 min 内完成评价。每个样品做 5 次平行。

1.3.6.5 麸皮面条的微观结构观察

将 0% 和 12% 麸皮含量的面条及麸皮面条粉 (粉碎过 100 目筛) 分别置于扫描电子显微镜 (SEM) 下观察其组织结构形态, 加压 15.0 kV, 置于合适倍数下进行观察。

2 结果与分析

2.1 膨化前后麸皮基本成分含量对比分析

经过高温膨化处理, 麦麸的基本成分发生了一系列的变化, 其结果如表 2。

如表 2 所示, 经过膨化后, 麸皮的部分基本成分发生了显著性变化。水分含量因后期的烘干而无显著性变化 ($p < 0.05$, 下同)。灰分和蛋白质含量、无显著性变化。淀粉含量发生显著性的下降, 其原因可能为在膨化过程中淀粉颗粒破碎并和其余成分发生反应, 如和蛋白质发生美拉德反应, 从而含量下降^[7]。脂肪含量发生显著性下降, 其原因可能为在出口处高温带走了少部分的脂肪, 同时在挤压膨化过程中

表 2 膨化前后麸皮基本成分含量对比

指标	水分	灰分	淀粉	粗蛋白质	脂肪	总膳食纤维	不溶性膳食纤维	可溶性膳食纤维
原麦麸	11.23±0.12 ^a	5.69±0.08 ^a	22.44±0.06 ^a	20.90±0.08 ^a	4.62±0.07 ^a	40.18±0.06 ^a	37.80±0.05 ^a	2.38±0.09 ^a
膨化麦麸	10.33±0.7 ^a	5.57±0.06 ^a	19.35±0.07 ^b	19.80±0.07 ^a	3.56±0.06 ^b	43.28±0.21 ^b	39.82±0.12 ^b	3.46±0.22 ^b

注：同列不同字母表示存在显著差异（P<0.05）

脂肪和蛋白质、淀粉形成了复合物从而在后续测定中不容易测定导致含量下降。各种膳食纤维的含量均显著性上升；不溶性膳食纤维上升其原因可能为，挤压膨化过程中膳食纤维和其余物质结合从而导致其含量显著性上升；可溶性膳食纤维含量上升原因可能是在挤压机内各种较强作用力下，部分不溶性阿拉伯木聚糖之类如半纤维素及不溶性果胶类

化合物会发生熔融现象，转变成水溶性聚合物使其含量显著性提高^[1]。

2.2 膨化麸皮对面条色泽的影响

色泽一直是评价面条品质重要因素之一，其中加工过程中面片的色泽对成品面条的色泽有显著性影响。麸皮对面片色泽的影响如表 3。

表 3 麸皮添加量对面片色泽的影响

添加量/%	L*	a*	b*	ΔE*
0	85.03±0.06 ^a	1.19±0.35 ^a	13.97±0.30 ^a	86.19±1.05 ^a
3	82.61±0.44 ^b	1.37±0.19 ^b	14.46±0.09 ^b	83.83±0.44 ^b
6	80.42±0.31 ^c	2.77±0.04 ^c	16.10±0.32 ^c	82.00±0.25 ^b
9	78.42±0.41 ^d	3.87±0.11 ^d	18.71±0.62 ^d	80.68±0.26 ^c
12	77.65±0.22 ^c	3.36±0.09 ^d	18.62±0.25 ^d	79.53±0.12 ^c

注：同列不同字母表示存在显著差异（P<0.05）

由表 3 可知，加入膨化麸皮后面片亮度 L* 值显著性下降。其原因为麸皮相比于面粉含有更多的发色基团，故加入后会影 响面片的颜色使其色泽变暗。正 a* 代表颜色为红色，由表 3 可知，随着麸皮的加入，面片颜色显著性变红。其原因可能是麦麸中的松柏醛基团可与间苯三酚产生酸催化缩合反应，形成红色的发色团^[11]，加进面粉中后使面片色泽偏红。正 b 值代表颜色为黄色，随着麸皮的加入面片颜色显著性变黄。但和 a 值一样，当麸皮含量加入到 9% 麸皮的红黄色不再有显著性差异。通常认为 ΔE 值与人眼观察感觉之间的关系是：ΔE 值介于 0~1.5 时，感觉不到差异；当 ΔE 值处于 1.5~3.0 时，可以感觉到差异；当 ΔE 值位于 3.0~12.0 时，差异明显；当 ΔE 值大于 12.0 时，感觉颜色完全不同。由表 3 可知，加入麸皮后面片色值显著性下降，且当添加量到达 6% 时，差异明显。

2.3 麦麸添加量对挂面烘干过程水分的影响

如图 1 所示，烘干时间在 0~60 min 内，添加麸皮的水分含量均比未添加的高，且随着麸皮添加量的增加水分含量呈升高趋势。这可能由于相比于面粉，麸皮中的膳食纤维含有更多的亲水键，在烘干时间<60 min 时，烘干过程中蒸发的绝大多数为自由水，麸皮阻碍了自由水的挥发。随着烘干时间的延长，添加麸皮的面条最终含水量随着麸皮含量的增

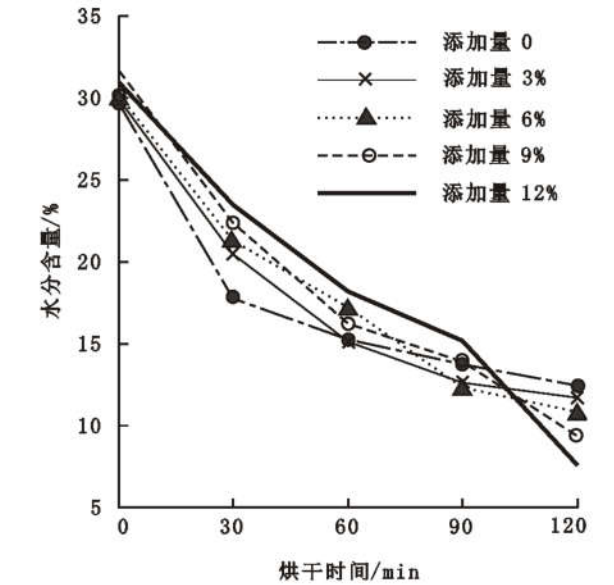


图 1 挂面烘干过程水分含量的变化

加而减少。其原因可能为，随着烘干时间的延长，面条中蒸发的主要为结合水，麸皮中的结合水含量更少，故添加麸皮的面条最终水分含量小于未添加的。

2.4 膨化麦麸对挂面食用品质的影响

如表 4 所示，添加麸皮后面条断条率显著性增加。其原因可能为加入麸皮后面条中的淀粉和面筋不能紧密地结合在一起，面条烘干时产生更多裂痕。同时在蒸煮时膳食纤维阻碍了淀粉糊化过程中的交联，导致蒸煮时容易断条。蒸煮损失是评价面条质量

表4 麸皮添加量对面条品质及评分的影响

添加量 /%	断条率 /%	蒸煮损失 /%	感官评分
0	0 ^c	8.28±0.18 ^c	85.4±0.28 ^a
3	2.5 ^b	7.08±0.22 ^d	80.5±0.56 ^b
6	5.0 ^b	8.34±0.03 ^e	74.2±0.22 ^c
9	7.5 ^a	9.80±0.13 ^b	66.3±0.45 ^d
12	7.5 ^a	10.45±0.07 ^a	62.5±0.32 ^e

注:同列不同字母表示存在显著差异(P<0.05)

好坏的重要指标,蒸煮损失越小,面汤越清澈。由表4可知面条的蒸煮损失先减小、后逐渐增加,这可能与添加少量的膳食纤维有助于减少面条内容物的流失,比如淀粉和膳食纤维的结合。但过多膳食纤维导致淀粉不能完全被面条的面筋网络结构所包裹,导致蒸煮损失显著性上升^[13]。

感官评价随着麦麸的增加而显著性的下降,这

表5 不同麸皮添加量面条质构参数测定结果

添加量/%	硬度/g	黏着性/(g·s)	弹性/mm	黏聚性/mJ	胶着性	咀嚼性/mJ
0	70.33±1.45 ^d	-5.43±0.22 ^e	0.95±0.03 ^a	0.55±0.02 ^b	39.02±2.46 ^d	37.08±3.76 ^e
3	100.37±11.46 ^a	-4.36±0.09 ^d	0.93±0.01 ^b	0.51±0.06 ^c	77.72±3.33 ^a	72.38±1.97 ^a
6	90.78±0.16 ^b	-3.46±0.25 ^e	0.85±0.09 ^d	0.51±0.03 ^c	42.56±4.44 ^c	35.76±2.53 ^d
9	76.35±6.43 ^c	-1.08±0.26 ^a	0.83±0.26 ^c	0.56±0.15 ^a	50.61±3.22 ^b	21.88±3.52 ^c
12	69.43±6.37 ^d	-1.84±0.13 ^b	0.88±0.04 ^c	0.43±0.02 ^d	49.38±5.58 ^b	43.35±2.71 ^b

注:同列不同字母表示存在显著差异(P<0.05)

胶着性和咀嚼性大小反映出面条对牙齿咀嚼的抵抗性,咀嚼性越大,面条越难嚼碎。由表5可知其数值整体呈上升趋势,其原因可能为,相比于淀粉麦麸中的大量膳食纤维更难被咀嚼,故显著性地增大了咀嚼性。

2.6 膨化麦麸挂面微观结构观察

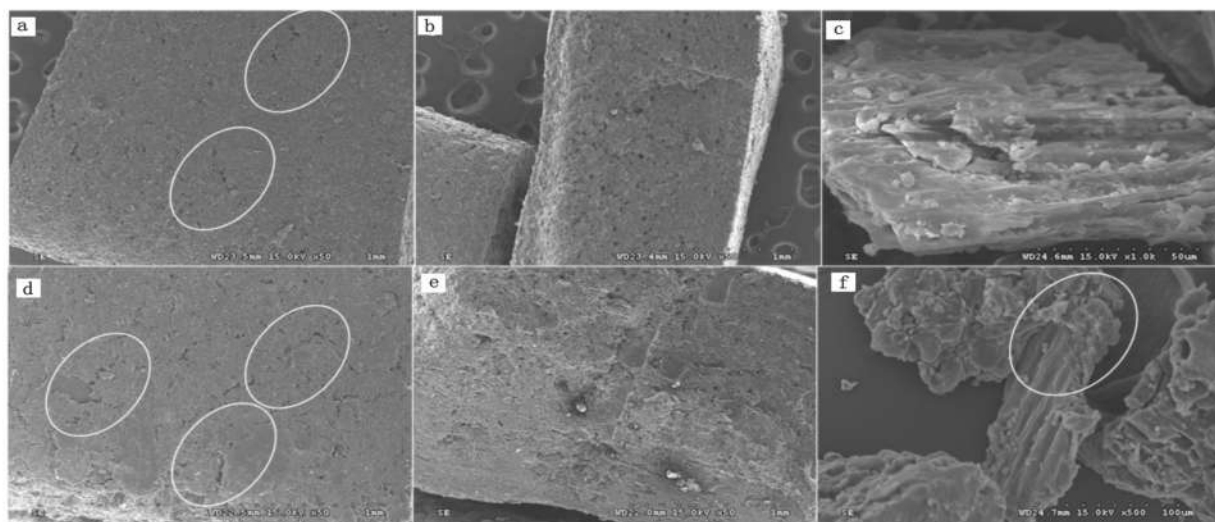
挂面的表面结构如图2的a、d可知,当加入麸

可能由于添加麦麸后,面条的色泽显著性的下降。同时添加过多麦麸,会使面条口感发黏,不利于咀嚼。这与相关研究报道的加入麸皮后面条品质下降的结果一致^[14]。

2.5 膨化麸皮挂面质构测定结果

如表5所示,当添加少量麦麸时,面条的硬度先上升然后持续下降,其原因可能为加入少量麸皮时麸皮能起到支撑面条结构的作用,从而使面条硬度上升。但当麸皮含量继续增大时,其降低了面条中面筋蛋白的含量,使面筋网络结构变弱,导致面条蒸煮过程中品质变差。黏着性感观上是指样品表面对牙齿表面的粘附能力,当粘着性绝对值过大时,面条会粘附在口腔壁上^[15]。如表5所示,面条的黏着性整体上升,说明添加麸皮后面条更易发黏。弹性整体上呈显著性下降趋势,黏聚性无显著性变化。

皮后挂面表面明显有更多的裂纹。其原因可能为加入的大量麸皮,其不容易和面粉中的淀粉、面筋蛋白结合在一起,导致面片出现裂纹,影响面条的食用品质。b、e为面条的横截面,相比而言,添加麸皮后面条的内部结构更加粗糙,内含物分布不均匀。c图是麸皮中某种膳食纤维,其呈现明显的层状结构,而从f图可以看出,麸皮中的膳食纤维和面条发生粘结。



a.0%添加量面条表面;b.0%添加量面条截面;c.膨化麸皮;

d.12%添加量面条表面;e.12%添加量面条截面;f.12%添加量面条粉

图2

面条微观结构

3 结论

小麦麸皮经过挤压膨化后其成分发生了显著性变化,将其添加进面粉中制作挂面对挂面的加工及食用品质产生了显著性影响。当添加量小于6%时,面条的色值只能略微感觉有所差异。加入膨化麸皮后,后期面条更容易烘干,最终烘干水分显著性降低,但会使面条表面产生更多的裂纹。添加麸皮后面条的食用品质显著性地降低,添加量为3%时其影响不太显著,这与张慧娟等的研究一致^[8],同时添加3%膨化麸皮的挂面,弹性优于未添加麸皮挂面。综上所述,添加少量的膨化麸皮在不严重影响挂面的品质时可增加面条中的膳食纤维含量,这时挂面各种品质最佳。

参考文献:

- [1] KTENIOUDAKI A, GALLAGHER E. Recent advances in the development of high-fibre baked products[J]. Trends in Food Science & Technology, 2012, 28(1): 4-14.
- [2] 朱小乔, 刘通迅. 小麦麸皮的功能组分及其在食品中的应用[J]. 粮油食品科技, 2000(6): 18-21.
- [3] LIU R H. Whole grain phytochemicals and health[J]. Journal of Cereal Science, 2007, 46(3): 207-219.
- [4] 金征宇, 谢正军. 挤压膨化加工对饲料成分的影响和原料的作用[J]. 饲料加工工艺与设备, 2011(5): 26-31.
- [5] Andersson A A M, Andersson R, Jons L I A, et al. Effect of Different Extrusion Parameters on Dietary Fiber in Wheat Bran and Rye Bran[J]. Journal of Food Science, 2017, 82(6): 1344-1350.
- [6] 韩雪, 郭祯祥. 挤压膨化处理对麸片膨化品质及基本品质的影响[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2016(6): 28-33.
- [7] 任顺成, 王凤雯, 李丹. 小麦麸皮挤压膨化工艺研究[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2019, 40(4): 59-63.
- [8] 张慧娟, 冯钰琳, 段雅文, 等. 谷物麸皮对面团及中式面条品质的影响[J]. 中国食品学报, 2019, 19(2): 71-79.
- [9] 季蕾蕾, 木泰华, 孙红男. 不同干燥方式对甘薯叶片水分迁移、微观结构、色泽及复水性能影响的比较研究[J]. 食品科学, 2020, 1(6): 1-12.
- [10] 雷激, 张艳, 王德森, 等. 中国干白面条品质评价方法研究[J]. 中国农业科学, 2004(12): 2000-2005.
- [11] 侯汉学, 张锦丽, 董海洲. 麦麸膳食纤维的挤压改性及其在面包中的应用研究[J]. 粮食与饲料工业, 2003(5): 36-38.
- [12] 李治. 不同处理方式对小麦麸皮理化性质影响的研究[D]. 天津: 天津科技大学, 2018: 15-45.
- [13] 侯丹. 豆渣对面团特性及馒头、面条品质的影响[D]. 郑州: 河南农业大学, 2013: 15-26.
- [14] CHEN J S, FEI M J, SHI C L, et al. Effect of particle size and addition level of wheat bran on quality of dry white Chinese noodles[J]. Journal of Cereal Science, 2011, 53(2): 217-224.
- [15] 李素芬, 刘建福. 豌豆纤维对面团质构及酥性饼干品质的影响[J]. 食品工业科技, 2015, 36(14): 131-133+138.

* 信息荟萃 *

精度是面粉质量最重要的等级依据

小麦加工成面粉,是将小麦籽粒中的外层部分去除,包括皮层、糊粉层、胚芽等,而将胚乳加工成面粉,之所以要去除外层,是因为去掉外层后的胚乳含纤维素极少,营养物质易被人体消化吸收,同时用越纯净的胚乳磨成的面粉在众多的食品制作时,操作性好,食品花色品种更多,口感更好,更加卫生,同时安全存储时间更长。

由于小麦籽粒特殊结构,外层与胚乳难以简单分离,要将小麦中胚乳磨成面粉,必须先破碎麦粒,还要对皮层进行剥刮,在加工过程中面粉内不可避免地会混入一部分皮层、糊粉层及胚芽等,同时皮层仍然难以刮净。

面粉加工精度表示小麦加工成面粉时,面粉中留存皮层、糊粉层的程度。为了满足不同食品制作的需要,国家对面粉制定了面粉质量标准,小麦粉国家标准(GB1355-1986)所列的质量指标中加工精度是一项重要指标,不同等级面粉的差别主要在加工精度和灰分指标方面。加工精度中粉色越白、麸星越少,灰分越低,面粉等级越高。GB/T8607-1998 高筋小麦粉质量标准,GB/T8608-1998 低筋小麦粉质量标准也将粉色、麸星和灰分作为重要分等指标,而9种专用小麦粉行业标准均将灰分作为重要分等指标,精制级一般要求0.55%(相当于湿基灰分0.473%),普通级一般要求0.70%(相当于湿基灰分0.60%)。

目前常用灰分、白度、粉板对比粉色、麸星等方法表示面粉加工精度。

国外情况:亚洲的日本面粉等级以灰分(湿基)作为依据,要求:一等粉0.36%~0.38%,二等粉0.50%~0.52%,中力粉和弱力粉三等粉0.70%,强力粉和准强力粉三等粉1.15%,特等粉0.34~0.35%。

美国面粉等级灰分(湿基)也是重要指标,要求:面包用面粉0.44%,大于0.47%不能接受;糕点用面粉0.32%,大于0.38%不能接受;面制品用面粉0.44%,大于0.45%不能接受;通用面粉0.44%,大于0.48%不能接受。

英国面粉则规定了色泽等级(KJ值),面包粉2~3,饼干粉小于5。

因此,不论国内国外,面粉等级均对加工精度作出较高要求,只是判断标准不一。中国目前的国家面粉质量体系要求不是太高,如灰分指标,但是由于激烈的竞争和企业加工技术水平较高,市场流通的面粉灰分很低,已经与发达国家要求相当。