

高温灭菌协同超高压对方便熟湿面食用品质的影响

李颖, 潘见* (合肥工业大学农产品生物化工教育部工程研究中心, 安徽合肥 230009)

摘要 [目的]研究高温灭菌协同不同压力的超高压处理对方便熟湿面食用品质的影响。[方法]将经过不同压力处理制成的熟湿面样品常温贮藏5 d, 然后对其进行感官评分与复热烹煮品质测定, 并用质构仪进行TPA试验, 以测定超高压对面条的硬度、弹性、咀嚼性等指标的影响。[结果]高温灭菌协同超高压处理在使方便熟湿面可长期常温贮藏的前提下有效改善其食用品质, 且处理压力控制在200~300 MPa时, 熟湿面的综合食用品质最佳。[结论]该研究可为高温灭菌协同超高压在方便熟湿面的生产提供指导。

关键词 高温灭菌; 超高压; 熟湿面; 食用品质

中图分类号 TS 211 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)01-0171-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.01.051

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Effects of High Temperature Sterilization with Ultra-High Pressure on Eating Quality of the Convenient Cooked Wet Noodles

LI Ying, PAN Jian (Engineering Research Center of Bio-Process, Ministry of Education, Hefei University of Technology, Hefei, Anhui 230009)

Abstract [Objective] This study was conducted to investigate the effects of high temperature sterilization ultra-high pressure (UHP) treatment at different pressures on the eating quality of the convenient cooked wet noodles. [Method] The cooked wet noodle samples were stored at room temperature for 5 days, then the sensory score and reheat cooking quality were measured, and TPA was used to test effect of ultra-high pressure on the hardness, springiness and chewiness of the noodles. [Result] UHP treatment can effectively improve the eating quality of cooked wet noodles under the condition that cooked wet noodles can be stored at room temperature for a long time, and when the treatment pressure was controlled at 200-300 MPa, the comprehensive eating quality of cooked wet noodles was the best. [Conclusion] The research can provide reference for the application of UHP to cooked wet noodle producing.

Key words High temperature sterilization; Ultra-high pressure(UHP); Cooked wet noodles; Eating quality

面条类制品作为人们的传统主食之一, 深受广大消费者的喜爱, 我国更是面条类制品的消费大国。随着生活水平的逐渐提高, 消费者对面条类制品开始追求更便捷的食用方式和更优良的食用品质。于是, 方便熟湿面逐渐走入人们的视野之中。

方便熟湿面是一种新型、绿色、方便、保鲜的健康食品, 由于其具有口味纯正、复热时间短、食用方法多且操作简单等多方面的优势, 被认为是油炸方便面的替代产品, 称为“第四代方便面”^[1]。但是, 目前市面上销售的普通熟湿面, 普遍存在不易常温长期贮藏、食用品质不佳等问题。李曼等^[2]通过添加壳聚糖来改善面条的品质, 但食品添加剂的使用与消费者的绿色安全、营养健康的食品消费理念相违背。陈军等^[3]通过在包装前对面条进行酸浸处理, 以延长湿面的货架期、提高熟湿面的品质, 但酸浸导致熟湿面在食用时伴有酸味, 减弱其原有风味。经过高温灭菌后制作的熟湿面虽能长期常温贮藏, 但易导致面条口感软绵。大量研究表明^[4-5], 超高压处理可以对淀粉进行物理改性, 并能很好地保持食品的原有风味。

对高温灭菌协同不同压力处理后制作的熟湿面的感官品质、质构特性和复热烹煮品质进行研究, 以深入探讨超高压对熟湿面食用品质的影响, 为高温灭菌协同超高压处理应用于方便熟湿面的工业化生产提供理论基础。

1 材料与与方法

1.1 材料与试剂 小麦粉购于合肥家乐福超市; 超高压包

基金项目 2015年佛山市科技创新团队项目(2015IT100015)。

作者简介 李颖(1993—), 女, 安徽宿州人, 硕士研究生, 研究方向: 食品工艺。*通信作者, 教授, 博士, 从事农产品超加工研究。

收稿日期 2018-08-28

装袋(16 cm×25 cm), 合肥向东食品包装材料公司; 蒸馏水(分析纯), 实验室自制。

1.2 仪器与设备 YCB630/2.550 L型超高压设备(兵器工业第五二研究所); G-135型电子天平(德国梅特勒-托利多公司); DZ-400型真空包装机(上海创灵包装机械制造有限公司); TA.XTplus型物性测试仪(英国Stable Micro System公司); JMTD-168/140面条机(永康市海鸥电器有限公司); HM740厨师机(Hauswir); C21-SK210型电磁炉(广东美的生活电器制造有限公司); F-1反压高温蒸煮锅(济南三泉中石实验仪器有限公司); DGF30/23-III电热鼓风干燥箱(南京实验仪器厂)。

1.3 试验方法

1.3.1 方便熟湿面的制作。将面粉和水按比例放入和面机中进行搅拌, 直至形成面团, 并用耐高温高压的包装袋真空封口。面团于室温静置一段时间后放入超高压容器内, 对其进行分别进行0、100、200、300、400 MPa处理5 min, 结束后用压面机压制出成型面条。面条真空包装后于蒸煮锅内灭菌处理。不同压力处理后制成的方便熟湿面常温贮藏5 d后, 对其进行食用品质的试验测定。

1.3.2 感官品质的测定。方便熟湿面的感官评分标准执行LS/T 3202-1993, 并根据熟湿面的特点作调整, 以及参考文献^[6]。感官评定小组由6名评审员组成, 分别对熟湿面的色泽、食味、香味、硬度、光滑性、咀嚼性6个方面进行评价, 各个项目的评分标准见表1^[7]。依照九分快感标度给出评价分数^[8], 感官评定总分为各项分数加和后换算成百分制。

1.3.3 质构特性的测定。每次取出6根复热后的方便熟湿面并截取合适的长度, 将其平行放置于测试台中心, 利用物性测试仪的TPA检测探头2次下压测定面条的质构特性, 相

应质地参数即为试验指标。样品均在复热后 10 min 于室温下进行测定,每个样品都进行 6 次平行试验,舍去最大值和最小值,取 4 次试验的平均值作为试验结果。TPA 各试验参数设置为:下压样品变形量为 70%,测试前探头下降速度为 2.0 mm/s,测试速度为 0.8 mm/s,测试后探头回程速度为 0.8 mm/s,触发力为 5 g,探头类型为 P/36R。

表 1 熟湿面感官评价标准

Table 1 Standards in sensory evaluation of cooked wet noodles

序号 No.	感官评定项目 Sensory evaluation item	评分标准 Marking standard
1	颜色	颜色光亮 8~10 分;一般为 4~7 分;亮度差,颜色发暗 1~3 分
2	食味	清清爽爽 8~10 分;一般 4~7 分;滋味差 1~3 分
3	香味	有麦香味 8~10 分;一般 4~7 分;有异味 1~3 分
4	硬度	牙齿咬断一根面条所需力度大小适中 8~10 分;稍偏硬或软 4~7 分;太硬或太软 1~3 分
5	光滑性	表面及口感光滑 8~10 分;一般 4~7 分;表面粗糙 1~3 分
6	咀嚼性	筋道感和弹性适宜 8~10 分;一般 4~7 分;粘牙,口感差 1~3 分

1.3.4 复热后烹煮品质的测定。

1.3.4.1 断条率的测定。取出 40 根相同长度的熟湿面,放入 800 mL 沸水中复热 10 s,然后取出面条,数出未断条的面条根数,并计算断条率。结果取 3 次平行试验的平均值,计算公式为:

$$\text{断条率}(\%) = \text{断条根数}/40 \times 100\%$$

1.3.4.2 吸水率的测定。挑出复热后的面条,吸干表面水分,对样品称重,精确至 0.1 g。吸水率的结果取 3 次平行试验的平均值,计算公式为:

$$\text{吸水率} = (\text{复热后沥干面条的质量} - \text{复热前面条的质量}) / \text{复热前面条的质量} \times 100\%$$

1.3.4.3 伸长率的测定。取出 10 根 15 cm 长面条,放入沸腾蒸馏水中复热,烹煮 10 s 后捞出,在冷水中冷却后沥干,并测量面条长度,结果取 3 次平行试验的平均值,计算公式为:

$$\text{伸长率} = (\text{煮后面条长度} - 15) / 15 \times 100\%$$

1.3.4.4 烹煮损失率的测定。采用中华人民共和国粮食行业标准 LS/T 3212-2014《挂面生产工艺测定方法》及参考文献^[9]对方便熟湿面复热后的烹煮损失进行测定。称取约 10 cm 长的样品 10 g,精确称量至 0.1 g,用电炉加热盛有 200 mL 沸水的烧杯,将熟湿面放入烧杯中并保持水的沸腾状态,烹煮 10 s 后捞出。待面汤温度降至常温,然后转入 250 mL 容量瓶中定容混匀,吸取 20 mL 面汤至铝盒,先低温烘干除去大量水分后,再放入 105 °C 烘箱内烘干至恒重,并计算烹煮损失率,结果取 3 次平行试验的平均值,计算公式为:

$$\text{烹煮损失率} = (\text{面汤中干物质质量} / \text{面条干重}) \times 100\%$$

1.4 数据处理 试验所得数据都以平均值±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用 SPSS 22.0 统计分析软件进行 LSD 显著性分析,显著性 $P < 0.05$,所得结果进一步用 Origin7.5 做图。

2 结果与分析

2.1 感官评价 由表 2 可知,颜色是消费者对产品的第一感官印象,不同压力处理后制成的熟湿面与未经超高压处理制作的熟湿面相比颜色并无显著差别,由此可见超高压处理对熟湿面的色泽变化无明显作用。参评人员对经过超高压处理后制作的熟湿面在食味、香味和咀嚼性方面有较高评价,在 200 MPa 以上的压力时差异显著,而未经超高压处理制作的熟湿面的得分最低。适当的硬度是高品质面条应具备的特点之一^[9],随着处理压力的增加,熟湿面的硬度评价得分明显升高,且在 200 MPa 以上的压力时显著提升,但在 400 MPa 时评分降低。熟湿面的光滑性随着处理压力的升高降低,说明超高压处理会增大面条的黏度并导致面条间发生黏连现象,从而降低熟湿面的光滑性。从感官评价总分上看,经超高压处理制作而成的熟湿面的感官评定总体评分较高,且与未经超高压处理制作的熟湿面的总评分差异显著,其中 300 MPa 处理后制作而成的熟湿面感官评价效果最佳,未经超高压处理的熟湿面的感官评定结果最低。

综合整体评分可以得出,超高压处理对方便熟湿面的感官品质有一定的改善作用,且处理压力在 100~400 MPa 时效果最佳。

表 2 熟湿面感官评定结果

Table 2 Results of sensory evaluation of cooked wet noodles

压力 Pressure MPa	颜色 Colour	食味 Taste	香味 Fragrance	硬度 Hardness	光滑性 Smoothness	咀嚼性 Chewiness	总分(百分制) Total points (hundred-mark system)
0	6.40±0.43 a	6.17±0.24 c	5.97±0.12 c	7.43±0.66 b	7.67±0.47 a	6.20±0.28 b	66.39±1.94 c
100	6.53±0.37 a	6.84±0.19 bc	6.67±0.47 b	7.47±0.33 b	7.17±0.24 a	6.93±0.33 b	69.39±0.42 b
200	6.37±0.52 a	7.43±0.25 ab	7.10±0.14 b	7.50±0.41 b	6.33±0.47 b	7.63±0.45 a	70.61±1.16 b
300	6.33±0.62 a	7.67±0.24 a	7.63±0.26 a	8.33±0.24 a	6.57±0.33 b	8.23±0.49 a	74.61±1.16 a
400	6.50±0.41 a	7.60±0.08 a	7.97±0.82 a	7.80±0.22 a	5.83±0.24 b	8.47±0.37 a	73.61±0.42 a

注:同列内不同字母代表在 $P < 0.05$ 时有显著性差异

Note: Different lowercase letters at the same column stand for significant differences at 0.05 level

2.2 质构特性结果分析 TPA 质构分析是评价面条品质的有效方法之一^[8,10-11]。陈东升等^[12]认为面条 TPA 测试指标能较好地反映面条感官评价的适口性、韧性、黏性和总评分。孙彩玲等^[13]认为 TPA 测试中的硬度、咀嚼性等参数均和面

条感官评价的筋道感、硬度、弹性呈显著正相关。因此,采用 TPA 质构仪分析不同压力条件的超高压处理对方便熟湿面的硬度、黏附性、弹性、咀嚼性及回复性的影响。

由表 3 可知,超高压处理有效提升了方便熟湿面的质

构特性,随着处理压力的增加,熟湿面的硬度、黏附性、弹性、咀嚼性及回复性随之增加。当压力大于 200 MPa 时,熟湿面的黏附性、弹性及回复性显著提升,与感官评价结果相符合,其原因主要是由于超高压处理可促进面团中筋网络结构的形成,提高面条的弹性、咀嚼性及回复性,使制作

出的面条筋道感增强,并且超高压处理能够促使淀粉分子的长链断裂,淀粉粒溶胀,增大面条的黏附性^[5]。以上结果表明,与未经超高压处理制作而成的熟湿面相比,200 MPa 以上的超高压处理对方便熟湿面的 TPA 质构特性的改善效果较佳。

表 3 熟湿面质构评价结果

Table 3 Results of textural analysis of cooked wet noodles

压力 Pressur//MPa	硬度 Hardness//g	黏附性 Adhesion//g·s	弹性 Elastic	咀嚼性 Chewiness//g	回复性 Resilience
0	3 906.51±92.65 c	-15.39±1.79 d	0.708±0.010 d	1 874.94±100.59 c	0.385±0.007 d
100	4 375.09±131.15 b	-15.30±2.12 d	0.809±0.009 d	2 481.99±78.63 b	0.407±0.004 c
200	4 641.84±131.69 b	-19.34±3.04 c	0.811±0.008 c	2 549.01±71.80 b	0.410±0.005 bc
300	5 086.27±146.53 a	-29.00±3.20 b	0.822±0.007 b	2 630.33±63.92 b	0.419±0.003 b
400	5 243.66±129.95 a	-41.07±3.16 a	0.846±0.011 a	29 57.29±106.93 a	0.433±0.005 a

注:同列内不同字母代表在 $P < 0.05$ 时有显著性差异

Note: Different lowercase letters at the same column stand for significant differences at 0.05 level

2.3 烹煮品质 方便熟湿面复热后的断条率、吸水率、伸长率及烹煮损失测定结果见图 1。复热烹煮损失率是评价面条复热烹煮特性的一个重要指标,表征的是面条在复热过程中稳定自身结构的能力,与面条在复热过程中受到的破坏程度有关^[9]。复热时的烹煮损失越大,面汤越浑浊,面条的食用品质越差^[14]。

如图 1 所示,与未经超高压处理制作的熟湿面相比,超高压处理可提高熟湿面复热后的伸长率和吸水率,且均在

300 MPa 时有最大值,但对吸水率的影响不显著。经不同压力处理后制作的熟湿面之间的复热烹煮损失率无显著差异 ($P > 0.05$),均在 5% 以下,但未经超高压处理的熟湿面的烹煮损失和断条率均最高。由此可知,100 MPa 以上的超高压处理可提升熟湿面的结构稳定性,束缚住面筋网络空隙中的淀粉颗粒,以减少淀粉溶出,降低烹煮损失和断条率,提高熟湿面的品质。

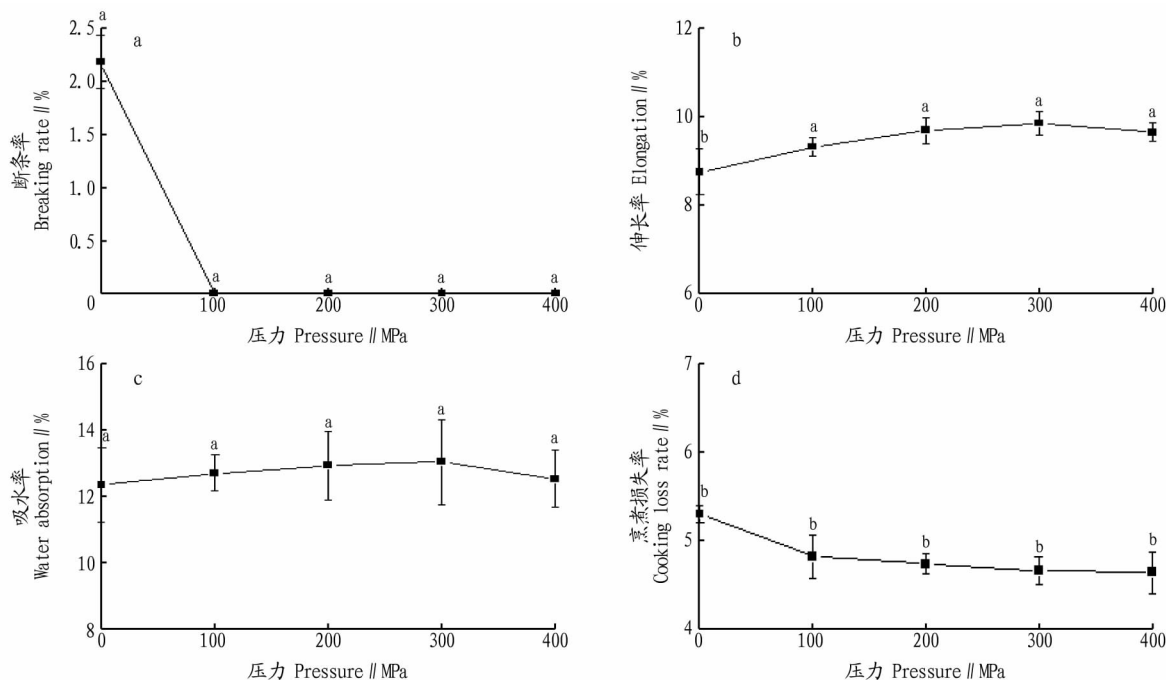


图 1 不同压力对熟湿面蒸煮品质的影响

Fig. 1 The effects of different pressures on the cooking quality of cooked wet noodles

3 结论

以方便熟湿面复热后的感官品质、质构特性和烹煮品质为指标,考察高温灭菌协同超高压处理对熟湿面食用品质的影响。结果表明:高温灭菌协同超高压处理在使方便熟湿面长期常温贮藏的前提下食用品质也有效提升,结合实际生产

效益,处理压力控制在 200~300 MPa 时效果最佳。

参考文献

- [1] BUIL T T, SMALL D M. The contribution of Asian noodles to dietary thiamine intakes: A study of commercial dried products[J]. Journal of food composition and analysis, 2007, 20(7): 575-583.

(下转第 217 页)

峰面积分别为 801、798、791、785、768、773、749、732、721, 可见峰面积稳定, 表明该方法稳定性良好。

2.2 精密性试验 取浓度为 10 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 棉酚标准溶液连续进样 6 针, 峰面积分别为 890、894、888、890、890、885, 通过峰面积计算 RSD 值为 0.32%, 表明该方法精密性良好。

2.3 重复性试验 取 6 份同一样品中棉酚含量进行检测, 发现峰面积分别为 411、421、420、417、421、423, 计算峰面积的 RSD 值为 1.0%, 表明该方法重复性良好。

2.4 回收率试验 对空白样品进行高、中、低 3 个浓度回收率试验检测, 结果发现 (表 1), 棉酚回收率为 85.7%~95.8%, 回收率较好。

表 1 棉酚的回收率试验

Table 1 Recovery test of gossypol

棉酚添加量 Additive amount of gossypol mg/kg	回收率 Recovery rate/%			平均回收率 Average recovery rate/%	相对标准偏差 RSD %
	1	2	3		
125	86.0	85.7	86.4	86.0	0.40
1 250	95.0	95.8	95.2	95.3	0.44
4 500	93.8	93.9	93.8	93.8	0.06

2.5 校正曲线的绘制 取浓度为 21.20 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 的标准储备液 0.05、0.20、0.40、0.50、1.00、2.00 mL 分别置于 10 mL 容量瓶中, 加甲醇定容, 摇匀、备用。以标准液浓度为横坐标、峰面积为纵坐标绘制标准曲线 (图 1), 通过计算得知回归方程为 ($r=0.999\ 945$), 表明标准曲线在 1.06~42.40 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 线性关系良好。

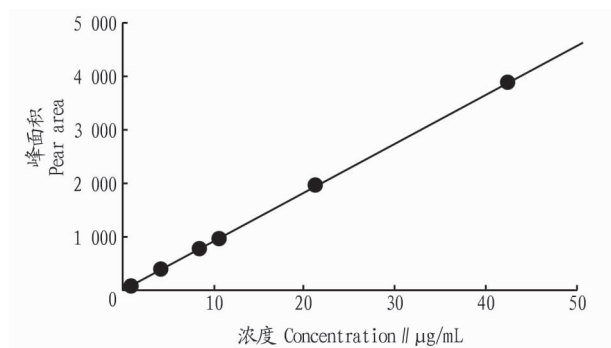


图 1 校正曲线

Fig. 1 Calibration curve

(上接第 173 页)

- [2] 李曼, 朱科学, 周惠明. 面条中天然添加剂的研究进展[J]. 粮食与饲料工业, 2010(10): 37-40.
- [3] 陈军, 张莹, 李红柳, 等. 软包装即食湿面食用品质及保鲜工艺的研究[J]. 轻工科技, 2014(9): 9-21.
- [4] 赵凯. 淀粉非化学改性技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2008.
- [5] 侯磊, 闫淑琴, 胡小松, 等. 高压处理对面条品质的影响[J]. 食品研究与开发, 2012, 33(5): 73-75.
- [6] NODA T, TOHNOOKA T, TAYA S, et al. Relationship between physico-chemical properties of starches and white salted noodle quality in Japanese wheat flours[J]. Cereal chemistry, 2001, 78(4): 395-399.
- [7] 程玉来, 吴丹. 复合营养膨化粉在面条中的应用[J]. 食品工业科技, 2010, 31(4): 302-304, 307.
- [8] YADAV B S, YADAV R B, KUMAR M. Suitability of pigeon pea and rice

2.6 样品测定 称取已制备的棉酚样品 0.2 g (准确至 0.000 1 g), 加入乙醇 10 mL, 超声提取 15 min, 3 000 r/min 离心 5 min, 将上清液转移至 25 mL 容量瓶中; 加入乙醇 5 mL, 超声 10 min, 离心, 重复提取 2 次。将 3 次提取的上清液全部转移至 25 mL 容量瓶中, 定容, 摇匀, 避光备用。按“1.4.4”液相色谱条件进行测定, 发现棉酚含量为 25~4 887 mg/kg。

3 结论与讨论

该研究建立了棉籽粕中游离棉酚的 HPLC 测定。样品用乙醇提取, 用 HPLC 进行检测。液相条件为 Agilent SB-C₁₈ (250 mm×4.6 mm, 5 μm); 流动相为甲醇:0.1% 磷酸=85:15, 检测波长 235 nm, 柱温 35 $^{\circ}\text{C}$, 流速 0.8 mL/min, 进样量 10 μL 。游离棉酚在 1.06~42.40 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 线性关系良好, 精密性、稳定性、重复性的 RSD<2%。该方法具有良好的稳定性、准确性、灵敏度和回收率, 可以适用于棉籽中游离棉酚的含量测定。

对全疆不同地区 25 个棉籽样品进行含量测定, 由于棉花品种及产地的不同, 棉酚含量为 25~4 887 mg/kg。棉酚含量较高, 存在潜在的隐患风险, 棉籽需要进行脱毒处理后, 才能安全使用。

参考文献

- [1] 沈峥. 棉酚与“橡皮蛋”[J]. 化学教学, 2009(12): 50-52.
- [2] 李梁, 刘育晨, 杨占君, 等. 低剂量醋酸棉酚联合十一酸睾酮、云氧孕烯和微量炔雌醇可逆抗雄性生育作用[J]. 解剖学杂志, 2017, 40(6): 659-664, 669.
- [3] 陈黄鸿, 吴勇. 棉酚及其衍生物抗肿瘤机制的研究进展[J]. 医学综述, 2017, 23(19): 3769-3773.
- [4] 李玲, 刘玉秀, 汪清民. 棉酚的结构衍生及构效关系研究进展[J]. 中国科技论文, 2015, 10(12): 1351-1357.
- [5] 刘慧, 季灵艳, 赵天伦, 等. 陆地棉色素腺体与不同棉酚旋光体含量之间的相关性研究[J]. 棉花学报, 2017, 29(5): 437-446.
- [6] 袁洁, 任丽君, 李东雨, 等. UPLC-MS/MS 法测定游离棉酚及其代谢产物棉酚酮在大鼠体内的组织分布[J]. 新疆医科大学学报, 2017, 40(11): 1458-1461.
- [7] 周卫东, 郑文新, 高维明, 等. 畜禽产品中游离棉酚风险评估研究进展[J]. 草食家畜, 2014, 35(5): 12-15.
- [8] 中华人民共和国技术监督局. 饲料中游离棉酚的测定方法: GB/T 13086—1991[S]. 北京: 中国标准出版社, 1991.
- [9] 沈静, 阳胜, 于红, 等. 高效薄层色谱法测定棉籽油中游离棉酚含量[J]. 光谱实验室, 2011, 28(1): 235-238.
- [10] 吴伟伟, 许贇荣. HPLC 法测定棉籽饼粕饲料中的游离棉酚[J]. 河北农业大学学报, 2009, 32(5): 105-107, 118.

starches and their blends for noodle making[J]. LWT—Food Science and Technology, 2011, 44(6): 1415-1421.

- [9] 马雨洁, 刘航, 许芳溢, 等. 淀粉组成对荞麦面条食用和烹调品质的影响[J]. 食品工业科技, 2012, 33(19): 49-52.
- [10] 李康, 胡宏海, 樊月, 等. 不同品种小麦粉对马铃薯面条食用品质的影响[J]. 现代食品科技, 2018, 34(3): 83-89.
- [11] 陆启玉. 小麦面粉中主要组对面条特性的研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2010.
- [12] 陈东升, KIRIBUCHI-OTOBE C, 徐兆华, 等. Waxy 蛋白缺失对小麦淀粉特性和中国鲜面条品质的影响[J]. 中国农业科学, 2005, 38(5): 865-873.
- [13] 孙彩玲, 田纪春, 邓志英, 等. 糯小麦与普通小麦面粉混配对面团及面条质构特性的影响[J]. 山东农业大学学报, 2008, 39(1): 1-6.
- [14] 王灵昭, 陆启玉, 袁传光. 用质构仪评价面条质地品质的研究[J]. 郑州工程学院学报, 2003, 24(3): 29-33, 49.