

海藻糖对水饺皮保水性及质构特性的改良

高文倩, 邢雪羽, 胡炎华, 陈翠玲

(廊坊梅花生物技术开发有限公司, 河北廊坊 065001)

摘要: 为解决实际生产中水饺皮易失水干裂, 导致水饺皮捏合性差等问题, 通过加入不同添加量海藻糖(0、1.0%、2.0%、3.0%、5.0%)对水饺皮品质进行优化。以面粉湿面筋含量、水饺皮失水率、煮制吸水率及质构特性为评价指标, 确定海藻糖的最适添加量。结果表明: 海藻糖添加量为2.0%时, 面粉湿面筋含量最大, 较空白组增加了15.49%。海藻糖的加入可以降低水饺皮的失水率, 当添加量 $\geq 1.0\%$ 时, 失水率较空白组显著降低, 当添加量达到5.0%时, 失水率最低为7.46%; 海藻糖的添加可以增强水饺皮的煮制吸水率, 当海藻糖的添加量为1.0%时, 水饺皮的吸水率最大为54.41%, 较空白组增加了13.85%。海藻糖的加入使水饺皮面团表现出良好的拉伸特性, 当添加量为1.0%时, 抗延伸阻力最大为83.73 g。海藻糖的添加可改善生水饺皮及熟水饺皮的TPA特性, 与空白组相比, 海藻糖的添加量 $\geq 3.0\%$ 时, 生水饺皮的粘着性显著增加, 使生水饺皮在包制过程中更易捏合, 2.0%海藻糖使熟水饺皮硬度增加了14.60%, 咀嚼性增加了11.66%。综合表明, 适量海藻糖的添加能够改善水饺皮的品质, 可考虑将其作为改良剂应用于水饺皮的生产中, 且海藻糖的最适添加量为2.0%。

关键词: 海藻糖; 水饺皮; 保水性; 质构特性

文章编号: 1673-9078(2020)07-235-241

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2020.7.1241

Improvement of Trehalose on Water Retention and Texture Properties of Dumpling Wrapper

GAO Wen-qian, XING Xue-yu, HU Yan-hua, CHEN Cui-ling

(Meihua Biotech (Langfang) Co., Ltd., Langfang 065001, China)

Abstract: In order to solve the problem of poor kneading of dumpling skin caused by water loss and cracking in actual production, different concentrations of trehalose (0, 1.0%, 2.0%, 3.0%, 5.0%) were added. Wet gluten content, water loss rate, water absorption and texture properties of dumpling wrapper were determined. The results showed that the wet gluten content of the flour was the largest when the trehalose content was 2.0%, compared with the blank group, it increased by 15.49%. The addition of trehalose could reduce the water loss rate of dumpling wrapper. When the amount of trehalose was more than 1.0%, the water loss rate was significantly decreased, compared with the blank group. When the amount was 5.0%, the water loss rate was 7.46%, which was the lowest. Meanwhile, it could improve the water holding capacity of dumpling wrapper. The water absorption rate was 54.41%, which was the largest and increased by 13.85%, compared with the blank group, when the amount of trehalose was 1.0%. With the addition of trehalose, the dough showed good tensile properties. The maximum resistance to extension was 83.73 g when the addition amount was 1.0%. Trehalose adding could improve the TPA characteristics of raw and cooked dumpling wrapper. Compared with the control group, when the content of trehalose was more than 3.0%, the adhesiveness of raw dumpling skin increased significantly, which made the raw dumpling skin easier to knead in the process of making. The hardness and chewing of dumpling wrapper were improved by 14.60% and 11.66%, respectively, with 2.0% of trehalose addition. As a result, the appropriate amount of trehalose could improve the quality of dumpling wrapper, and it could be considered as a modifier for the production of dumpling wrapper.

引文格式:

高文倩,邢雪羽,胡炎华,等.海藻糖对水饺皮保水性及质构特性的改良[J].现代食品科技,2020,36(7):235-241

GAO Wen-qian, XING Xue-yu, HU Yan-hua, et al. Improvement of trehalose on water retention and texture properties of dumpling wrapper [J]. Modern Food Science and Technology, 2020, 36(7): 235-241

收稿日期: 2019-12-17

基金项目: 河北省氨基酸工程技术研究中心创新平台建设资助项目(131000021)

作者简介: 高文倩(1993-),女,硕士,研究方向: 食品添加剂应用

通讯作者: 胡炎华(1984-),男,硕士,研究方向: 食品添加剂应用

and the optimal addition amount was 2.0%.

Key words: trehalose; dumpling wrapper; water-retaining property; texture property

水饺是中华民族的传统美食,也是享誉世界的特色食品。水饺在制作和蒸煮的过程中存在一系列的问题:成品表皮裂纹或脱落、表皮颜色加深、蒸煮时表皮破裂或表皮脱落、表皮出现起泡现象、水煮时汤汁混浊、口感粘烂、食用品质差等^[1,2]。影响水饺品质的因素很多,例如:面粉品质、加工工艺、添加剂使用、水饺陷品种、水饺馅与水饺皮的比例,等。水饺皮品质在影响水饺品质中占有极其重要的地位。因此改善水饺皮品质是解决以上问题的关键。目前大多数企业采用在面粉中添加添加剂的方法来改善面粉的品质,进而改善水饺的品质^[3,4]。因此,选择合适的添加剂对水饺品质的改良有重要作用。

海藻糖是一种双缩醛非还原性同型二糖,其中两个葡萄糖单元以 α -1,1-糖苷键连接(α -D-吡喃葡萄糖基- α -D-吡喃葡萄糖苷)。它广泛分布在低等植物,无脊椎动物和微生物中,当细胞遭受某些极端条件(例如冷冻,辐射或有毒试剂)的侵害时,可以大量合成。海藻糖是白色的无臭粉末,相对甜度是蔗糖的45%。海藻糖是天然双糖中最稳定的一类。所具有的非还原性决定了它对热和酸碱都具有非常好的稳定性。在与氨基酸、蛋白质共存时,即使加热也不会发生美拉德反应。海藻糖还具有低吸湿特性,相对于其他的双糖有较高的玻璃化转变温度,同时对生物大分子和生物体有非特异性保护作用^[5-8]。且海藻糖具有防止淀粉再变性以及稳定蛋白质和脂质的功能,并获得了FDA的GRAS认证,因此在食品工业中得到广泛的应用^[9]。

目前,海藻糖在面制品领域中的研究多集中在冷冻面团及其相关食品上,如,在冷冻面团中添加海藻糖可改善酵母活力以及产生CO₂的能力^[10,11]。Liu等^[12]研究发现添加2%海藻糖时,冷冻面条的品质最好,有很好的咀嚼性以及冻融稳定性。然而海藻糖本身有甜味,添加了海藻糖的面团会带有由芳杂环类和醛类化合物引起的独特风味^[13-15]。石媛媛^[16]等人研究发现添加冷冻保护剂海藻糖、转谷氨酰胺酶(TGase)和甘油的冷冻面团的发酵力、比容和质构特性有所改善,且当3种冷冻保护剂添加量分别为海藻糖1.8 g/kg, TGase 2.0 g/kg, 甘油4.0 g/kg时,冷冻面团的发酵活力,馒头的比容和质构表现最好;添加冷冻保护剂后,冷冻面团的水分分布情况变化不明显、失水率明显降低,其中海藻糖对于维持冷冻面团冻藏期间水分存在状态效果最显著。尽管海藻糖广泛用于冷冻面团中,但很少有人将海藻糖用于新鲜面团以及水饺皮中。因

此,用海藻糖解决生产上常见的水饺皮失水导致的捏合成功率低等问题的研究非常少。

本实验以海藻糖作为食品改良剂,将其应用到水饺皮加工中,测定不同添加量对水饺皮失水率、吸水率等物理特性的影响,并通过质构仪分别测定抗延伸阻力、延展性等拉伸特性以及水饺皮的硬度、黏聚性、咀嚼性等质构特性,明确海藻糖对水饺皮的改善效果,进而解决水饺皮易失水干裂等问题,从而为海藻糖在水饺皮中的推广和应用提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

小麦粉:市售,金龙鱼高筋雪花麦芯小麦粉;食品级海藻糖:市售,梅花生物科技集团股份有限公司。

1.2 仪器与设备

家用电动制面机,常州市墅乐厨具有限公司;面包机,广东东菱电器有限公司;多功能电磁炉,广东美的生活电器制造有限公司;MS1003TS/02 电子天平,梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司;DHG-9240A 鼓风干燥箱,上海一恒科学仪器有限公司;TA.XT Plus 质构仪,英国 STABLE MICROSYSTEM 公司。

1.3 方法

1.3.1 面团及水饺皮的制备

将不同添加量海藻糖(如表1)与面粉混匀、在200 g面粉中加入1%食盐和50%的水,在和面机上和面20 min,后醒发15 min,然后在轧面机的7档、5档、1档轧距上分别轧面3、3、2道,用直径60 mm或80 mm的圆筒切成若干张水饺皮(注:蒸煮时间及熟水饺皮TPA特性两个指标测定所用水饺皮直径为60 mm,其余为80 mm),备用。

表1 面粉、水、食盐与海藻糖添加比例

Table 1 Proportion of flour, water, salt and trehalose

面粉质量/g	海藻糖/%	水添加比/%	盐添加比/%
200	0	50	1
200	1	50	1
200	2	50	1
200	3	50	1
200	5	50	1

1.3.2 面粉湿面筋含量的测定

取 30 g 面团, 采用洗面筋法去除淀粉及其他可溶性物质。参考 ICC Standard No.137/1 (ICC 1999) 略有改动, 将面团采用 250 mL 5% 的 NaCl 溶液进行洗涤, 以去除面团中的淀粉和球蛋白。然后继续采用 250 mL 蒸馏水洗涤, 以去除 NaCl 和清蛋白。整个洗涤过程在 10 min 内完成, 洗涤完成后, 采用碘溶液进一步测定是否将淀粉去除完全, 测定不同组别湿面筋含量的变化。湿面筋含量按照公式 (1) 计算。

$$\text{湿面筋含量}/\% = \frac{m_1}{m} \times \frac{86}{100 - M} \times 100\% \quad (1)$$

其中: m_1 -湿面筋质量, g; m -试样质量, g; M -试样水分, %; 86-换算为 14% 基准水分试样的系数。

1.3.3 水饺皮失水率的测定

将制备好的水饺皮称重, 质量为 m_1 , 置于 105 °C 的烘箱内 15 min, 取出称重, 质量为 m_2 , 根据公式 (2) 计算水饺皮的失水率。

$$\text{饺子皮失水率}/\% = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\% \quad (2)$$

1.3.4 水饺皮拉伸特性的测定

取 10 g 制备好的面团用聚四氟乙烯材料板压制成 2 mm×60 mm 的面筋条, 静置 10 min。测定结果取 10 根面条的平均值。质构的探头为 A/KIE, 测定速度 3.3 mm/s。

1.3.5 水饺皮最佳蒸煮时间的确定

将含有不同添加量海藻糖的水饺皮各 12 个分别

放入 500 mL 沸腾蒸馏水中, 开始计时, 2 min 后每 20 s 左右捞出来 1 个, 放在玻璃板上, 用小刀沿直径方向切断, 在自然光下观察无白心时即已经煮熟, 记录蒸煮时间为最佳蒸煮时间。

1.3.6 吸水率的测定

称取水饺皮重量, 放入 500 mL 沸腾蒸馏水中, 煮至最佳蒸煮时间, 立即捞出用 50 mL 蒸馏水冲淋, 将水饺皮沥干 5 min, 准确称量水饺皮重量, 计算吸水率, 如公式 (3):

$$\text{饺子皮吸水率}/\% = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100\% \quad (3)$$

式中: W_1 -蒸煮前水饺皮的重量, g; W_2 -蒸煮后水饺皮的重量, g。

1.3.7 水饺皮 TPA 的测定

1.3.7.1 生水饺皮 TPA 的测定

将制备好的水饺皮放置于载物台上, 调整至质构仪探头正下方, 摆放平整避免褶皱, 测定水饺皮的 TPA 参数, 测定的参数包括硬度、弹性、黏聚性、胶着性、咀嚼性、回复性。

1.3.7.2 熟水饺皮 TPA 的测定

将直径为 60 mm 的水饺皮煮熟后, 放入 200 mL、25 °C 的蒸馏水中静置 30 s 后捞出, 沥干水饺皮表面的水分, 将水饺皮放置于载物台上, 调整至质构仪探头正下方, 摆放平整避免褶皱, 测定水饺皮的 TPA 参数, 测定的参数包括硬度、弹性、黏聚性、胶着性、咀嚼性、回复性。质构仪设定的相关参数见表 2。

表 2 质构仪设置参数

Table 2 Texture analyzer setting parameters

项目	探头	压缩比/%	测前速度/(mm/s)	测中速度/(mm/s)	测后速度/(mm/s)	触发力/g	间隔时间/s
生水饺皮	P36r	20	1	0.8	0.8	20	1
熟水饺皮	P36r	20	3	1	5	20	1

1.4 数据处理

实验数据全部采用 Excel 2010 和 SPSS 21.0 软件分析处理。

2 结果与分析

2.1 海藻糖对面粉湿面筋含量及水饺皮失水率的影响

由图 1 (a) 可以看出, 海藻糖的添加量在 1.0%~5.0% 范围内时, 面粉湿面筋含量较空白组显著增加 ($p < 0.05$), 当海藻糖的添加量为 2.0% 时, 面粉

湿面筋含量最大, 由空白组的 20.53% 升高至 23.71%, 较空白组增加了 15.49%。但海藻糖添加量超过 2.0% 时, 湿面筋含量开始出现降低的趋势。这说明在该范围内, 适量海藻糖的加入可以增强面筋的形成特性, 但过量海藻糖的加入对面筋蛋白的形成有弱化作用。分析其原因可能是: 少量海藻糖加入时, 海藻糖可能与蛋白质分子之间形成氢键, 参与到面筋网络结构的形成中, 使之形成较大的面筋网络结构, 从而增加湿面筋含量。但海藻糖遇水可形成糖膜附着在面筋蛋白表面, 且海藻糖为多羟基化合物, 能够与面团中的自由水结合, 使水分子的流动性降低, 这可能会影响面筋蛋白网络结构的形成和发展, 从而导致湿面筋含量随着海藻糖的增加而成下降趋势^[17]。

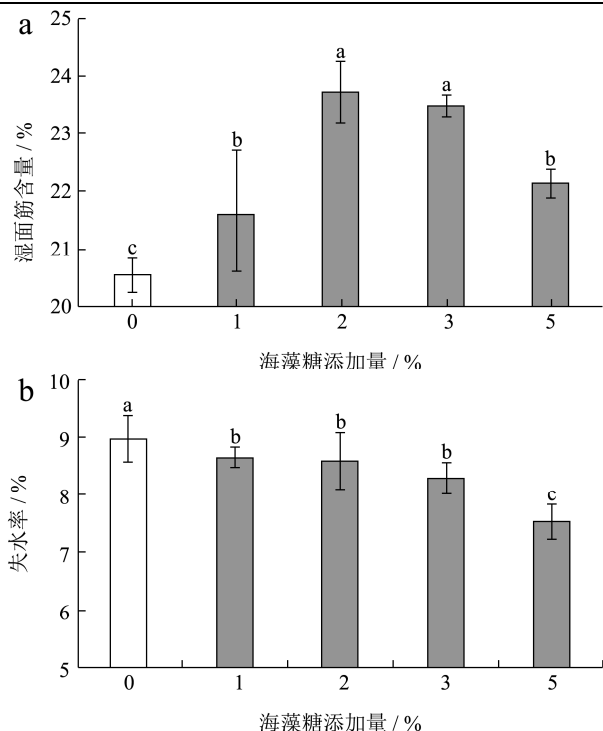


图1 海藻糖对面粉湿面筋含量及失水率的影响

Fig.1 Effect of trehalose on the Content of Wet Gluten in Flour and water loss rate of dumpling wrapper

注：不同字母标识代表两数均值之间存在显著性差异 ($p < 0.05$)，反之则不存在显著性差异。

2.2 海藻糖对水饺皮失水率的影响

水饺皮表面水分的流失，会影响水饺的捏合，若失水严重的话，会使水饺皮的质量急剧下降，从而使水饺出现开裂等现象，这不仅会减少水饺的成品率还会影响水饺的质量。图1(b)显示海藻糖对水饺皮失水率的影响结果，由图1(b)可以看出，海藻糖的添加量 $\geq 1.0\%$ 时，水饺皮的失水率显著降低 ($p < 0.05$)，当添加量达到5.0%时，失水率最低，为7.46%，较空

白组极显著降低 ($p < 0.01$)。这说明海藻糖的添加可以显著降低水饺皮的失水率，分析原因可能是：一方面，海藻糖小分子物质与面筋蛋白、淀粉分子间形成致密的结构，增大了其持水力，从而降低了水饺皮的失水率。另一方面，由于海藻糖的无水结晶物遇含水物质能够迅速吸收该物质的水分，并将自身转化为含水结晶物^[18]，这可以有效地锁住食品中大部分的结合水和少量自由水，从而降低水分子的流动性，有利于保持食品的水分，降低水饺皮的失水率。

2.3 海藻糖对水饺皮拉伸特性的影响

面团的拉伸特性较好的反应面团品质的优劣^[19]，以及其内部结构的稳定性。拉伸力越大、拉伸时间越长、拉伸曲线越稳定，则面团的抗拉伸性能和稳定性越好，内部结构也更为细腻^[20,21]。由表3可以看出，海藻糖的添加对面团延展性无显著性影响 ($p > 0.05$)。但随着海藻糖添加量的增加，面团的抗延伸阻力呈现先增加后减小的趋势，当海藻糖的添加量为1.0%时，抗延伸阻力最大为83.73 g，较空白组的抗延伸阻力增加了11.89 g，继续添加抗延伸阻力略有减小，当添加量达到3.0%时，抗延伸阻力与空白组相比无显著性差异 ($p > 0.05$)。这表明适量海藻糖的加入能提高水饺皮面团的拉伸特性，但是当海藻糖的添加量 $\geq 3.0\%$ 时，对水饺皮面团有弱化作用，原因可能是海藻糖的添加量过大时，增加了面团及面筋网络的不均匀性，从而弱化水饺皮面团的抗拉伸特性。王欣^[22]等的研究表明当海藻糖的添加量为1%~1.5%时，可明显增加面团的抗拉伸应力，但增加添加量时，面团的抗拉伸应力反而降低。刘建峰等人^[23]的研究结果也表明海藻糖对面团的拉伸强度有增强作用，但是随着添加量的增加，作用效果减小，这与本实验的研究结果均一致。

表3 海藻糖对水饺皮拉伸特性的影响

Table 3 Effect of trehalose on tensile properties of dumpling wrapper

海藻糖添加量/%	抗延伸阻力/g	延展性/mm
0	71.84 ± 8.01 ^c	-23.15 ± 2.61 ^{ab}
1.0	83.73 ± 8.73 ^a	-25.06 ± 1.70 ^b
2.0	79.27 ± 6.14 ^{ab}	-21.27 ± 0.75 ^a
3.0	73.20 ± 5.86 ^{bc}	-22.48 ± 1.95 ^a
5.0	70.55 ± 6.44 ^c	-24.89 ± 2.52 ^b

注：M±SD，同一栏中数字上不同字母标识代表两数均值之间存在显著性差异 ($P < 0.05$)，反之则不存在显著性差异，下表同。

2.4 海藻糖对水饺皮吸水率的影响

不同添加量海藻糖对水饺皮吸水率的影响如表4所示，由表4可知，海藻糖添加量在1.0%~5.0%范围

内时，水饺皮吸水率总体高于空白组，但随着海藻糖添加量的增加，水饺皮的吸水率呈现下降趋势。当海藻糖添加量为1.0%时，水饺皮的煮制吸水率最大，为54.41%，较空白组显著增加 ($p < 0.05$) 了13.85%。这

表明,海藻糖的加入可以增加水饺皮的吸水率,这可能是由于海藻糖的无水结晶物遇含水物质能迅速吸收该物质的水分,并将自身转化为含水结晶物^[18],从而有效地锁住食品中大部分的结合水和少量自由水,有利于保持食品的水分。但随着海藻糖添加量的增加,水饺皮的吸水率呈现下降趋势,这可能是由于大量的海藻糖遇水形成糖膜附着在面筋蛋白表面,从而阻碍了面筋蛋白、淀粉等组分的吸水。

表4 海藻糖对水饺皮吸水率的影响

Table 4 Effect of trehalose on water absorption of dumpling wrapper

wrapper	
海藻糖添加量/%	吸水率/%
0	47.79±1.57 ^b
1.0	54.41±4.32 ^a
2.0	51.87±4.31 ^{ab}
3.0	49.35±2.00 ^b
5.0	49.06±4.61 ^b

2.5 海藻糖对水饺皮 TPA 特性的影响

TPA 特性能够反映食品的组织结构特性。硬度表示水饺皮达到一定形变时所受的力,数值越大,说明水饺皮越硬,越有嚼劲。黏聚性也是反映水饺皮口感的指标之一。咀嚼性是质构仪模拟人咀嚼时的感受而得出的指标,指咀嚼固体样品所需要的能量,综合反映样品对咀嚼的持续抵抗能力,数值上用硬度、粘聚性和弹性的乘积表示^[24]。

表5表示海藻糖对生水饺皮 TPA 的影响,由表5可知,随着海藻糖添加量的增加,生水饺皮的硬度呈下降趋势。海藻糖的添加会使生水饺皮的粘性较空白

组增加,当添加量为3.0%时,粘性最大为2510.10 g,较空白组显著增加($p<0.05$)。这说明海藻糖的加入可以使生水饺皮的粘性增加,从而增强生水饺皮的粘合力,使生水饺皮在包制过程中更易捏合。海藻糖的添加对生水饺皮的回复性没有显著性影响。

表6为海藻糖对熟水饺皮质构特性的影响。由表6可以看出,海藻糖的添加会使熟水饺皮的硬度、黏聚性、咀嚼性较空白组增加,且随着海藻糖添加量的增加,硬度、黏聚性、咀嚼性均先升高后降低。海藻糖的添加量 $\geq 2.0\%$ 时,熟水饺皮的回复性较空白组显著降低。当海藻糖的添加量为2.0%时,硬度、黏聚性、咀嚼性均最大,分别为2208.20 g, 2099.60 g, 1922.70 g,与空白组相比,水饺皮硬度增加了14.60%,咀嚼性增加了11.66%。这说明少量海藻糖的添加可以增加熟水饺皮的硬度,原因可能是分子量较小的海藻糖填充了大分子物质之间的间隙,减小了孔洞,使结构更加致密坚实^[25],从而使水饺皮的硬度等增加。但随着海藻糖添加量的增加,水与海藻糖之间的相互作用变强,抑制了淀粉颗粒的粘滞和面筋的吸水率,从而影响了面筋网络的形成^[26]。因此少量海藻糖的添加可以改善熟水饺皮的硬度、咀嚼性等感官品质,使其口感更加筋道、不软烂,耐咀嚼。

结合表5和表6可知,水饺皮的硬度经过蒸煮后变小,但蒸煮过程对生熟水饺皮的硬度变化趋势影响较小,均呈现先增加后降低的趋势,由表5可知,海藻糖的添加对生水饺皮的回复性没有显著性影响,从表6可以看出海藻糖的添加量 $\geq 2.0\%$ 时,熟水饺皮的回复性较空白组显著降低,由表5与表6对比可知,蒸煮过程对水饺皮的回复性影响较大。

表5 海藻糖对生水饺皮 TPA 的影响

Table 5 Effect of trehalose on TPA of raw dumpling wrapper

海藻糖添加量/%	硬度/g	粘着性	回复性
0	3659.00±31.09 ^{ab}	-589.09±155.66 ^a	0.968±0.03 ^a
1.0	3780.00±163.24 ^a	-1962.20±752.11 ^{ab}	0.953±0.02 ^a
2.0	3727.40±43.54 ^a	-1674.00±687.58 ^{ab}	0.934±0.02 ^a
3.0	3660.90±167.74 ^{ab}	-2510.10±171.26 ^b	0.968±0.04 ^a
5.0	3450.50±91.68 ^b	-2185.30±1231.70 ^b	0.909±0.04 ^a

表6 海藻糖对熟水饺皮 TPA 的影响

Table 6 Effect of trehalose on TPA of cooked dumpling wrapper

海藻糖添加量/%	硬度/g	粘聚性	咀嚼性	回复性
0	1926.90±167.02 ^b	1849.30±167.44 ^b	1721.90±139.26 ^b	0.89±0.03 ^a
1.0	2058.90±155.65 ^{ab}	1965.80±139.37 ^{ab}	1840.90±128.33 ^{ab}	0.90±0.05 ^a
2.0	2208.20±166.99 ^a	2099.60±126.97 ^a	1922.70±113.93 ^a	0.81±0.02 ^b
3.0	2144.50±178.35 ^a	2029.10±163.28 ^a	1890.60±145.68 ^a	0.81±0.05 ^b
5.0	2076.66±182.68 ^{ab}	1968.62±185.95 ^{ab}	1866.62±152.47 ^{ab}	0.81±0.03 ^b

2.6 吸水率、失水率、湿面筋含量与水饺皮质

构指标的相关性

表 7 为 SPSS 对水饺皮吸水率、失水率、湿面筋含量与生水饺皮质构指标间的相关性分析结果。由表 7 可知,吸水率、湿面筋含量与生水饺皮质构指标均无显著相关性,说明吸水率、湿面筋含量不是影响生水饺皮质构特性的关键因素。而水饺皮的失水率与生水饺皮硬度呈显著正相关 ($p < 0.05$),因此水饺皮的失水率是影响生水饺皮质构特性的一个重要因素,此时水饺皮的失水率可由生水饺皮的硬度进行反映,即水饺皮失水率越高,生水饺皮的硬度越大。这与前文随着海藻糖添加量的增加,水饺皮的失水率呈下降趋势,生水饺皮的硬度也呈下降趋势的结果一致。

表 7 吸水率、失水率、湿面筋含量与生水饺皮质构指标之间的相关性

Table 7 Correlation between water absorption rate, water loss rate, wet gluten content and cortex texture index of raw dumpling wrapper

dumpling wrapper			
质构指标	吸水率	失水率	湿面筋含量
硬度	-0.100	0.515*	0.430
粘性	-0.317	0.298	-0.288
回复性	-0.191	0.364	-0.531
抗延伸阻力	-0.081	-0.237	-0.006
延展性	-0.346	0.132	-0.331

注: *表示在 0.05 水平(双侧)上显著相关, **表示在 0.01 水平(双侧)上显著相关。

表 8 吸水率、失水率、湿面筋含量与熟水饺皮 TPA 参数的相关性

Table 8 Correlation between water absorption rate, water loss rate, wet gluten content and TPA of cooked dumpling wrapper

TPA 参数	吸水率	失水率	湿面筋含量
硬度	0.192	-0.262	0.501
粘聚性	0.213	-0.283	0.539
咀嚼性	0.229	-0.234	0.441
回复性	-0.258	-0.153	0.036

注: *表示在 0.05 水平(双侧)上显著相关, **表示在 0.01 水平(双侧)上显著相关。

表 8 为 SPSS 对水饺皮吸水率、失水率、湿面筋含量与熟水饺皮 TPA 参数间的相关性分析结果。由表 8 可知,吸水率、失水率、湿面筋含量与熟水饺皮 TPA 参数均无显著相关性,说明吸水率、失水率、湿面筋含量不是影响熟水饺皮 TPA 特性的关键因素。

3 结论

3.1 本文研究了不同海藻糖添加量对面粉湿面筋含量、水饺皮保水性和质构性能的影响。结果表明,海藻糖能够提高水饺皮的品质,延长和改善水饺皮失水时间,增强吸水性及粘性,使之更易捏合,提高水饺皮面团的拉伸特性,并提升水饺皮的口感,使其更加筋道不软烂。与对照组相比,2.0%海藻糖使面粉湿面筋含量增加了 15.67%,水饺皮失水率降低了 4.46%,吸水率增加了 8.54%,熟水饺皮硬度增加了 14.60%,咀嚼性增加了 11.66%。且海藻糖的加入能够大大降低成本损失。综合考虑品质和成本因素,可将海藻糖应用于水饺皮的生产中,最适添加量为 2.0%。

3.2 本实验可为海藻糖应用于水饺皮及其制品工业化生产提供一定的理论依据,也可为其它类似面制品的应用提供参考,同时能够为海藻糖在速冻水饺中的进一步应用打下基础,因此具有很高的应用价值。

参考文献

- [1] 娄爱华,杨泌泉.添加剂对冷冻水饺品质的影响[J].食品工业科技,2004,25(8):73-74
LOU Ai-hua, YANG Mi-quan. Effects of additives on the quality of frozen dumplings [J]. Science and Technology of Food Industry, 2004, 25 (8): 73-74
- [2] 单晓红.影响速冻水饺皮品质的主要因素分析[J].肉类工业,2003,7:23-25
SHAN Xiao-hong. Analysis of main factors affecting the quality of quick-frozen dumpling skin [J]. Meat Industry, 2003, 7: 23-25
- [3] 李梦琴,张剑,冯志强.高档速冻饺子粉的研究[J].食品工业科技,2007,8:163-167
LI Meng-qin, ZHANG Jian, FENG Zhi-qiang. Study on high-grade frozen dumpling powder [J]. Science and Technology of Food Industry, 2007, 8: 163-167
- [4] 王维光,林俊,姜薇莉.复合型添加剂改良速冻饺子品质[J].粮油食品科技,1998,5:34-35
WANG Wei-guang, LIN Jin, JIANG Wei-li. Improving the quality of quick frozen dumplings with compound additives [J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 1998, 5: 34-35
- [5] Wiemken A. Trehalose in yeast, stress protectant rather than reserve carbohydrate [J]. Antonie van Leeuwenhoek, 1990, 58(3): 209-217
- [6] Eleutheria E C A, De Araujo P S, Panek A D. Role of the

- trehalose carrier in dehydration resistance of *Saccharomyces cerevisiae* [J]. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*, 1993, 1156(3): 263-266
- [7] Colaco C, Kampinga J, Roser B. Amorphous stability and trehalose [J]. *Science*, 1995, 268(5212): 788
- [8] 靳文斌,李克文,胥九兵,等.海藻糖的特性、功能及应用[J]. *精细与专用化学品*,2015,23(1):30-33
JIN Wen-bin, LI Ke-wen, XU Jiu-bing, et al. The character and function of trehalose and its application [J]. *Fine and Specialty Chemicals*, 2015, 23(1): 30-33
- [9] Richards A B, Krakowka S, Dexter L B, et al. Trehalose: a review of properties, history of use and human tolerance, and results of multiple safety studies [J]. *Food and Chemical Toxicology*, 2002, 40(7): 0-898
- [10] Huang W, Kim Y, Li X, et al. Rheofermentometer parameters and bread specific volume of frozen sweet dough influenced by ingredients and dough mixing temperature [J]. *Journal of Cereal Science*, 2008, 48(3): 639-646
- [11] Kim Y S, Huang W, Du G, et al. Effects of trehalose, transglutaminase, and gum on rheological, fermentation, and baking properties of frozen dough [J]. *Food Research International*, 2008, 41(9): 903-908
- [12] Liu W, Jin L, Xiangjin F U, et al. Effect of trehalose on freeze-thaw stability of frozen fish noodles [J]. *Food Science*, 2017, 38(1): 154-158
- [13] Halagarda M. Effects of trehalose and dough additives incorporating enzymes on physical characteristics and sensory properties of frozen savory Danish dough [J]. *LWT-Food Science and Technology*, 2017, 86: 603-610
- [14] 郭雪阳,贾春利.我国冷冻面团技术的应用和发展综述[J]. *中国食物与营养*,2013,19(2):41-44
GUO Xue-yang, JIA Chun-li. Application and development advancement of frozen dough technology in China [J]. *Food and Nutrition in China*, 2013, 19 (2): 41-44
- [15] 刘若诗,黄立群,张峦,等.冷冻面团发酵技术在中式食品中的应用 I.海藻糖影响包子类冷冻面团中挥发性风味物质的研究[J]. *食品科学*,2009,30(15):21-25
LIU Ruo-shi, HUANG Li-qun, ZHANG Luan, et al. Application of frozen dough fermentation in chinese traditional foods: effect of trehalose on volatile flavor compounds in filling-containing frozen dough products [J]. *Food Science*, 2009, 30(15): 21-25
- [16] 石媛媛,刘燕琪,李梦琴,等.冷冻保护剂对冷冻面团馒头品质及水分状态的影响[J]. *河南农业大学学报*,2017,51(6): 871-877,883
SHI Yuan-yuan, LIU Yan-qi, LI Meng-qin, et al. Effects of cryoprotectants on moisture status and quality of frozen dough [J]. *Journal of Henan Agricultural University*, 2017, 51(6): 871-877, 883
- [17] Ahmed J, Thomas L. Effect of β -D-glucan concentrate and water addition on extensional rheology of wheat flour dough [J]. *LWT-Food Science and Technology*, 2015, 63(1): 633-639
- [18] 高倩倩.海藻糖的功能及在食品中的应用[J]. *农村新技术*, 2010,18:24-26
GAO Qian-qian. Function of trehalose and its application in food [J]. *New Rural Technology*, 2010, 18: 24-26
- [19] Ktenioudaki A, Butler F, Gallagher E. Dough characteristics of Irish wheat varieties I. Rheological properties and prediction of baking volume [J]. *LWT-Food Science and Technology*, 2011, 44(3): 594-601
- [20] Steven P Wijaya, Paterson J. Modeling of physical properties of gelatin gel strength [J]. *Food Australia*, 1995, 47(4): 167-172
- [21] 王佳玮,李楠,张坤生,等.冷冻面团的组分配比对其拉伸性能的影响[J]. *食品研究与开发*,2004,25(6):48-51
WANG Jia-wei, LI Nan, ZHANG Kun-sheng, et al. Effect of various additives on the frozen dough's extensibility [J]. *Food Research and Development*, 2004, 25(6): 48-51
- [22] 王欣,刘宝林,苏朋,等.食品添加剂对面团流变学特性影响的初步实验研究[J]. *食品科学*,2006,10:171-173
WANG Xin, LIU Bao-lin, SU Peng, et al. Effect of food additive on the rheological properties of dough [J]. *Food Science*, 2006, 10: 171-173
- [23] 刘建峰,周新丽,苏鹏,等.水分含量及添加剂对面团流变学性能的影响[J]. *食品工业科技*,2008,11:86-89
LIU Jian-feng, ZHOU Xin-li, SU Peng, et al. Effect of water content and additives on rheological properties of dough [J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2008, 11: 86-89
- [24] 孙彩玲,田纪春,张永祥.TPA 质构分析模式在食品研究中的应用[J]. *实验科学与技术*,2007,2:1-4
SUN Cai-ling, TIAN Ji-chun, ZHANG Yong-xiang. Application of TPA test mode in the study of food [J]. *Experiment Science and Technology*, 2007, 2: 1-4

(下转第 281 页)