

冷冻非发酵面制品品质改良研究进展

叶晓枫, 何娜, 姜雯翔, 韩永斌*

(南京农业大学 农业部农畜产品加工与质量控制重点开放实验室, 江苏 南京 210095)

摘要: 针对冷冻非发酵面制品在加工生产中常见的质量问题, 本文主要从面粉组分、新型添加剂(酶制剂、天然物质与变性淀粉)及加工工艺等对其品质的影响进行综述分析, 并提出通过改善冷冻非发酵面制品的内部网络结构及抗冻性等途径来提高其品质, 以为冷冻非发酵面制品生产提供一定的指导。

关键词: 冷冻非发酵面制品; 品质改良; 研究进展

Research Progress in Quality Improvement of Frozen Non-fermented Flour Products

YE Xiao-feng, HE Na, JIANG Wen-xiang, HAN Yong-bin*

(Key Laboratory of Food Processing and Quality Control, Ministry of Agriculture, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract: As the appearance of common quality problems during production, the factors for affecting the quality of frozen non-fermented flour products were mainly analyzed in this paper, which included the components of raw flour, application of new food additives (enzyme, natural materials and modified starch), and process techniques, as well as the approaches to increase the quality of frozen non-fermented flour products were put forward to improve the structure of inner network and freezing resistance, which will expect to conduct practical production.

Key words: frozen non-fermented flour products; quality improvement; research progress

中图分类号: TS213.2

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2013)11-0369-06

doi:10.7506/spkx1002-6630-201311077

随着我国冷冻、冷藏技术日趋完善、普及以及人们生活节奏的加快, 速冻食品越来越受到消费者青睐, 它具有方便、安全、快捷、性价比高等优点。目前, 冷冻非发酵面制品作为速冻食品中最为普遍的一种, 是速冻食品中产量最大的一类, 其种类繁多, 譬如速冻水饺、汤包、烧卖和馄饨等^[1-2]。但是在实际生产中, 由于非发酵速冻面制品抗冻裂能力弱、蒸煮质量差等缺陷而出现裂口、蒸煮后口感差、汤汁外渗、褐变、微生物超标等主要质量问题, 这些问题严重制约着冷冻非发酵面制品的发展^[3-4]。本文就面粉组分、新型添加剂与生产工艺等对冷冻非发酵面制品品质影响研究进行综述分析, 并提出通过改善冷冻非发酵面制品的内部网络结构及抗冻性等途径来提高其品质, 以为冷冻非发酵面制品生产提供一定的指导。

1 面粉组分对冷冻非发酵面制品品质的影响

面粉是冷冻非发酵面制品的主要原料, 直接影响成

品质量。淀粉和蛋白质为面粉的主要组分, 其理化性质必然影响着冷冻非发酵面制品品质。

1.1 蛋白质

蛋白质是面粉的主要成分之一, 其数量和质量与面粉的加工品质密切相关。在1907年, Osborne^[5]根据蛋白质溶解性差异, 将面粉中蛋白质分为清蛋白(约占9%)、球蛋白(约占5%)、醇溶蛋白(约占40%)和谷蛋白(约占46%)四大类, 其中醇溶蛋白、谷蛋白为面筋蛋白, 其数量与质量对面团的品质特性直接影响。多数研究表明, 形成面筋网络的蛋白质数量和质量与冷冻非发酵面制品的品质密切相关, 蛋白质含量与湿面筋含量呈显著正相关^[6-7]。但关于蛋白质含量对冷冻非发酵面制品研究结论不尽相同。根据SB/T 10138—1993《饺子用小麦粉》^[8]对速冻水饺进行外观鉴定和品尝评分, 杨铭泽等^[6]指出, 蛋白质含量与速冻水饺的感官品质呈极显著正相关; 而李梦琴等^[9]则指出蛋白质含量对速冻水饺的感官品质影响并不显著。两者得出不同结论的原因可能在于面粉品种不同、选择的评价指标不同及感官评价受主观因素影响较大等。

收稿日期: 2012-03-05

基金项目: 2011年南京市工程技术研究中心建设项目(GCZX2011050)

作者简介: 叶晓枫(1989—), 女, 硕士研究生, 研究方向为食品科学。E-mail: 2011108019@njau.edu.cn

*通信作者: 韩永斌(1963—), 男, 教授, 博士, 研究方向为农产品加工与综合利用。E-mail: hanyongbin@njau.edu.cn

蛋白质质量是影响面食制品品质的重要因素,高质量的蛋白质形成面筋后,具有一定的延伸性和弹性,可在冻结过程中减轻因水分冻结、体积膨胀造成的对表皮的压力^[10]。面筋蛋白中醇溶蛋白通过氢键和疏水作用直接赋予面团黏性与延伸性;谷蛋白则通过分子间二硫键和次生键(如氢键和疏水作用)赋予面团弹性或抗延伸性^[11-12]。只有当这两种蛋白的比例达到最佳时才能形成理想的面团质量^[13]。研究表明,谷蛋白含量及谷蛋白/醇溶蛋白比例的提高可在一定程度上改善饺皮质地结构^[10]。此外,谷蛋白依其分子质量大小分为高分子质量谷蛋白亚基(HMW-GS, 95~159kD)和低分子质量谷蛋白亚基(LMW-GS, 30~51kD)两类蛋白^[12,14]。许多研究表明, HMW-GS的数量和组成与面团特性相关^[12,15]。Graveland等^[16]从谷蛋白中分离出一种谷蛋白大聚集体(GMP),它只有在SDS提取液加入还原剂或经生化处理后才能被溶解,是在物理和化学相互作用下形成的一种凝胶,其数量是衡量面粉质量的一个指标^[12,17-18]。一些研究^[19]已证实GMP在评估小麦质量和预测面团特性中的重要性。但是,目前关于面粉中蛋白质对面制品品质的作用机理还尚未完全清楚,如蛋白质哪些基团在何种分子间力的作用下对产品的性能产生影响等,还有待进一步探讨。

1.2 淀粉

淀粉所占比例最大,约占70%~80%。由直链淀粉和支链淀粉组成,前者占小麦淀粉总量约25%~28%,多集中于小麦淀粉颗粒的内部,具有优良的成膜性,膜强度高;后者占小麦淀粉总量的72%~75%,多集中于外部,具有优良的黏结性^[20]。两者含量及比例对面制品品质有重要影响^[21-22]。

Toyokawa等^[23]在1989年提出优良的面皮品质应具有合适的直/支链淀粉比例。史建芳^[24]提出,优质的水饺粉应有较低的直链淀粉含量和直/支链淀粉比值,直链淀粉含量的增加会使水饺皮最佳蒸煮时间延长、吸水率和蒸煮损失率减小,并得出优质水饺皮中直链淀粉含量应小于20%,直/支链淀粉比值小于0.4。

在制粉中破损淀粉是不可避免的,我国对破损淀粉没有明确规定,只有7%~12%的经验数值,且用吸水率或面团稳定时间为指标来反映淀粉损伤程度,其在面制品中的作用机理主要表现在:由于破损淀粉颗粒外露而具有较高的吸水率(大约相当于自身的100%)且易被淀粉酶水解而对面制品质量产生影响。目前,研究主要集中在破损淀粉对焙烤食品品质的影响,对蒸煮类食品的研究也有报道^[25]。杨铭泽等^[6]指出直链淀粉的含量与破损淀粉含量呈正相关。破损淀粉含量对面团流变学特性与面制品质量有比较复杂的影响。尹寿伟等^[26]指出随着破损淀粉的增加,面条品质有所劣变;破损淀粉值与干物质和蛋白质损失率呈高度显著正相关。杨艳虹等^[27]指出破

损淀粉的增加导致和面过程缩短,稳定时间降低;面团形成后,弹性降低,面团强度下降。适当含量的破损淀粉有利于提高面制品品质。郑家丰^[28]指出用低含量破损淀粉的面粉制成的面团含水量低,在冷冻过程中可防止大量冰晶生成,避免冻裂,以保证冷冻食品的质量。

实际上,蛋白质与淀粉作为面粉的主要成分对面制品品质的影响并不是孤立的,而是相互作用的。淀粉通过缓解面筋强度、填补蛋白质网络空隙等途径来增大面团延伸性、改善面制品品质。Pérez-Munuera等^[29]通过扫描电子显微镜观察到淀粉颗粒填充在蛋白质网络空隙中。目前,关于面粉中淀粉与蛋白质如何相互作用的研究已有很多,但其具体机理尚未清晰,还有待进一步探索。

1.3 其他成分

阿拉伯木聚糖在面粉中含量虽然很低(占面粉干基的1.5%~3%),但对面粉品质、面团流变性及焙烤制品品质等有显著影响,这与其高黏度与持水性及独特的氧化胶凝性质有关。大量研究表明^[30-31],天然存在于面粉中的水溶性阿拉伯木聚糖(WEAX)对面制品品质有一定的促进作用,而水不溶性阿拉伯木聚糖(WUAX)则有弱化作用;阿拉伯木聚糖与面筋蛋白的相互作用是通过阿魏酸连接的。但目前没有直接证据表明两者是共价连接的。

2 品质改良剂对冷冻非发酵面制品品质的影响

冷冻非发酵面制品往往因其在加工中面粉的品质问题和冻融过程的各种因素而影响成品质量。因此,选择合适的品质改良剂对提高品质有一定的帮助。目前,国内外研究者已进行大量研究并开发出多种面粉品质改良剂,它们大致主要有增白剂、乳化剂、增稠剂、氧化剂、酶制剂、变性淀粉与天然物质等,它们的作用机理不尽相同(表1)。鉴于安全、无害、改善面筋网络结构、提高面皮保水性与抗冻能力等优点,酶制剂、变性淀粉与天然物质已成为当前面粉工业研究的热点。

2.1 酶制剂

酶制剂具有加快发酵速率、为酵母提供营养物质、改善内部组织、防止淀粉老化等作用,可在一定程度上弥补或替代了传统品质改良剂的不足。目前,应用到面粉中的酶制剂种类不断增加(表1),其作用机理各异。

2.1.1 转谷氨酰胺酶

转谷氨酰胺酶(Transglutaminase EC.2.3.2.13,简称TGase)是一种良好的面筋改良剂。该酶通过在蛋白质间架桥生成 ϵ -(γ -谷氨酰基)赖氨酸异肽键,形成分子内与分子间的网状结构而起到增筋作用^[31]。面粉中的醇溶蛋白和谷蛋白都是TGase的良好底物,可使团粒结构变成网状结构,提高面制品弹性、黏性和持水能力等。Pérez-Munuera等^[29]指出TGase能够交联面筋蛋白,以增强面筋

表1 目前应用于面制品改良的添加剂
Table 1 Additives used in the modification of flour products

种类	有效成分	作用
增白剂	氯气、二氧化氯、二氧化氮、四氧化二氮、亚硝酸氯等	与面粉中天然色素(如叶黄素、叶黄素脂、黄酮等)发生反应,使之褪色 ^[32]
乳化剂	硬脂酰乳酸钙、硬脂酰乳酸钠、亲水性单甘酯、蔗糖酯、卵磷脂、双乙酰酒石酸单甘酯等	亲水基结合醇溶蛋白,亲油基结合谷蛋白,以增强面团弹性、韧性与持气性,改善内部结构等;可与淀粉作用形成不溶性复合物,防止淀粉再结晶而老化;可降低水的表面张力,冻结时形成更小的晶体,以免破坏面筋结构 ^[33-35]
水分保持剂	磷酸二钠、磷酸二钾、磷酸三钠、磷酸三钾、焦磷酸四钠、焦磷酸四钾、三聚磷酸钠、三聚磷酸钾及六偏磷酸钠及复合磷酸盐等	能强化面筋弹性,提高面团(坯)的光洁度和黏弹性等,主要有三方面作用,包括调节pH值、络合金属离子、水合作用 ^[36]
增稠剂	羧甲基纤维素(钠)、海藻酸钠、黄原胶、羧甲基淀粉(钠)、羟丙基淀粉和瓜尔豆胶等	含许多亲水基团而具有强吸水性,能改善面筋网络结构而增强面团筋力、弹性和韧性及稳定性,还可控制体系中冰晶的生长速度和冰晶大小 ^[37]
氧化剂	抗坏血酸、偶氮甲酰胺、过硫酸铁、二氧化氯、氯气、磷酸盐、过氧化钙等	将面筋蛋白中“—SH—”氧化成“—S—S—”,以增强面团弹性、韧性和持气性等 ^[32]
酶制剂	转谷氨酰胺酶、 α -淀粉酶、蛋白酶、戊聚糖酶、葡萄糖氧化酶、脂肪氧化酶等	通过蛋白质间架桥作用,或氧化面筋蛋白中“—SH—”形成“—S—S—”,或氧化凝胶反应,或酶解等改善其流变性 ^[30-32,38] ,还可提高其抗冻性 ^[39]
天然物质	马铃薯淀粉、谷朊粉、沙蒿(沙蒿胶)、大豆粉、玉米醇溶蛋白等	主要利用天然物质中的有效成分(如淀粉、蛋白质及胶类物质等)来改善面筋网络结构 ^[40-43]
变性淀粉	冷水可溶淀粉、酸性淀粉、交联淀粉、羟丙基淀粉、羧甲基淀粉及酯化淀粉等	可与淀粉、蛋白质等物质互作,改善面团黏弹性、面筋强度与内部结构,还使其具有较强的冻融稳定性 ^[44-47]

网络,且不会破坏淀粉与蛋白质间的相互作用。Rosell等^[48]认为TGase的添加能提高湿面筋的含量与面团弹性,降低延展性,TGase所催化聚合的主要是谷蛋白。Huang Weining等^[49]利用扫描电子显微镜指出TGase能增强新鲜面团的谷蛋白网络结构。TGase能够提高面制品的营养价值,Iwami等^[50]利用TGase成功将赖氨酸导入面筋中,使得赖氨酸含量增加了5.1倍。由于 ϵ -(γ -谷氨酰基)赖氨酸异肽键作用远远大于氢键和其他非共价键,所以可在一定程度上减小冰晶对面筋网络的破坏。

2.1.2 葡萄糖氧化酶

葡萄糖氧化酶(Glucose oxidase EC1.1.3.4,简称GOD),最先于1928年在黑曲霉和灰绿青霉中发现。国内外学者关于GOD在面团中的作用机理已作了大量研究,但说法不一。目前,最为广大学者认同的机理主要有两方面:一是GOD通过催化 α -D-葡萄糖氧化生成 α -D-葡萄糖酸内酯和 H_2O_2 , H_2O_2 进一步氧化面筋蛋白的巯基形成二硫键,增强面筋蛋白的三维空间网状结构,以增强面筋强度与弹性,提高面团抗拉伸性;二是生成的 H_2O_2 在过氧化物酶作用下产生自由基,催化WEAX中阿魏酸参与戊聚糖的氧化交联反应,促进WEAX氧化凝胶形成较大的网状结构,这种凝胶网络有助于增强面筋骨架,提高面团筋力和弹性^[31]。Vemulapalli等^[51]指出,GOD产生的 H_2O_2 作用于面粉或面团的水溶性部分,使之形成凝胶而改善面包品质。

2.1.3 戊聚糖酶

近年来,戊聚糖酶(pentosanase,简称PE)在面粉行业也得到了较为广泛的应用。PE可以提高面团对过度发酵的承受力,同时改善面制品的内部组织结构及柔软度,但其作用机理仍存在许多争议。现有的研究认为,PE在面团中可能产生两方面作用:一是PE使面粉中阿拉伯木聚糖降解,尤其是持水能力强的WUAX降解后释放

水分,导致吸水率下降;二是酶解得到的WEAX可与面团内蛋白质发生氧化凝胶,从而促进面团吸水,有利于提高面团筋力。通过这两方面的作用相互制衡,前者略占优势使得面团吸水率略有下降^[30-31]。添加过量GOD会造成面团筋力过强而变脆,使面制品表面塌陷或开裂;使用PE有时会使面团发黏。因此,在生产上常将PE和GOD组合使用来替代一些化学添加剂。王霞等^[52]报道同时添加GOD和PE时,对面包粉和中筋粉流变学性质的影响具有协同增效作用,GOD可解决PE所达不到的面筋强度,PE可补充GOD在延伸度方面的不足。

2.1.4 其他酶类

作为面制品改良剂,常见的酶制剂还有 α -淀粉酶、蛋白酶、脂肪酶等,其作用机理各异。 α -淀粉酶可提供面团发酵过程中酵母生长繁殖时所需能量来源,能将面粉中破损淀粉最终水解成麦芽糖和葡萄糖,以保证面团连续发酵;蛋白酶则专一地作用于蛋白质,弱化面筋网络,提高面团可塑性,同时多肽和氨基酸含量会增加而有利于改善面制品的香气;脂肪氧化酶则可氧化麦谷蛋白中的巯基形成分子内或分子间二硫键,增强面团筋力并改善面团结构等^[32,38]。

2.2 天然物质

天然物质作为面粉改良剂,具有天然、营养丰富、无毒、无害、无副作用并能改善面团内部组织等特点,因此备受人们青睐。目前,应用到面粉中的天然物质种类很多(表1),其作用机理各异。

2.2.1 谷朊粉

又称活性面筋,是小麦经水洗后而提取的未变形面筋蛋白质,由醇溶蛋白与谷蛋白以近似1:1的比例组成,是一种纯天然植物浓缩蛋白。谷朊粉吸水后形成网络结构,具有优良的黏弹性、延伸性、热凝固性、乳化性以及薄膜成型性^[40]。不同谷朊粉的添加量对面粉品质

的影响不同,烘焙或蒸煮的面粉制品品质也不同。班进福等^[40]指出谷朊粉对面团流变学特性与饺子粉品质具有明显的改善作用。当添加量为9%时,饺子品质比较好。

2.2.2 大豆粉

大豆粉品种繁多,主要有全脂大豆粉、脱脂大豆粉、低脂大豆粉、高脂大豆粉、添加卵磷脂大豆粉、活性大豆粉、大豆浓缩蛋白粉、分离蛋白粉和大豆组织蛋白粉。近年来,国内外一直有学者不断尝试将大豆粉加入以面粉为主要原料的食品中,以达到营养强化作用。大豆蛋白中赖氨酸含量高于其他谷类制品,因此将其添加至面制品中,不仅能提高其蛋白含量与质量,还可改善其品质。但目前关于大豆蛋白对冷冻非发酵面制品的影响的相关研究还少见报道。有研究^[41]表明,面粉中加入适量大豆分离蛋白,能显著提高面粉蛋白与湿面筋含量,改善面团流变学特性、耐揉性、筋力等。李向阳等^[53]指出,添加适量的大豆分离蛋白可使挂面蒸煮损失减少,韧性、硬度与弹性增强,且大豆分离蛋白的最佳添加量不宜超过6%。梁灵等^[54]研究发现添加适量大豆蛋白可改善冷冻水饺的质量,可能是由于大豆蛋白与面粉中的极性和非极性基团均可发生作用,亲水性极性侧链与水结合并保留水分,且相对来说大豆蛋白的水溶性较好、极性较大,使得水分在面团中均匀分布,则在冷冻贮藏中形成的冰晶较细小,从而降低冻裂率,改善其外观品质。

2.2.3 沙蒿胶

沙蒿胶是从多年生半灌木状植物沙蒿(*Artemisia sphaerocephala* Krasch.)种子表皮提取的一种亲水胶体,其含量约为20%,具有黏性大、吸水性强、乳化效果好等优点。因此,可代替果胶、阿拉伯胶、海藻酸丙二酯等用作增稠剂、稳定剂、乳化剂等。沙蒿胶在面制品中可产生以下两方面的作用:一方面因极强吸水力而与面筋蛋白质竞争水分,影响面筋的充分形成;另一方面因强黏着力而与面筋网络互相交联,以增强面筋的三维空间结构、面筋强度、面团吸水率、最大抗拉伸阻力等^[42]。刘敦华等^[55]指出,在面粉中添加0.3%~1.0%的沙蒿胶,面团的形成时间减少,稳定时间较长,弱化度适中,利于面包制作。高博等^[56]发现,经一段时间的冷冻贮藏,添加沙蒿胶的面团延伸性增加幅度最小;还指出沙蒿胶不仅可吸附面团中游离水分子,且控制水分子的能力比较稳定,使得面团重结晶程度变小、冰晶形成量少,进一步有利于面团在冷冻贮藏中的性质稳定。

2.2.4 薯类淀粉

在面制品中应用的天然物质还有很多,其中应用最多的是薯类淀粉,如马铃薯淀粉、甘薯淀粉等。有研究^[43]指出,添加适量甘薯淀粉可使面条中湿面筋网络能更好包容淀粉颗粒而具有良好弹性、口感筋道,从而改善面条品质。

2.3 变性淀粉

经物理、化学或酶法处理后的变性淀粉能获得许多原淀粉没有的特性,如吸水膨润速度快、糊化温度低、能保持稳定的黏性等。变性淀粉的加工安全可靠、生产量大、成本低廉,在食品中广泛应用于淀粉软糖、饮料、面制食品、肉制品及调味品等的生产中。常用的食品加工用变性淀粉见表1。

2.3.1 羧丙基淀粉

淀粉中引入羟丙基可阻碍淀粉分子链间氢键的形成,降低淀粉间的结合力,增加其亲水性,降低糊化温度,同时对抗老化性、黏度的稳定性和透明度等均有改善作用,可使面制品在低温条件下有良好的保水性,有效改善其冻裂情况。王韵等^[44]指出,添加羟丙基淀粉(羟丙基蜡质玉米淀粉、羟丙基马铃薯淀粉和羟丙基木薯淀粉)可明显提高速冻水饺在冷藏过程中的稳定性,并对速冻水饺的颜色、光泽和透明度有一定的改善作用。

2.3.2 乙酰化淀粉

林敏刚等^[45]研究证实适量的变性淀粉(乙酰化马铃薯淀粉和乙酰化小麦淀粉)在显著降低速冻水饺的冻裂率。分析认为可能由于变性淀粉易吸水,和面过程中水分不断重新分配,一些吸水不足或未吸水的面筋蛋白进一步扩展,而增强面筋网络;另外,变性淀粉与蛋白质共同作用将吸收的水分以较小的粒径均匀地分散在饺皮中,避免了水分的聚集,从而降低冻裂率^[46]。

2.3.3 醋酸酯化淀粉

醋酸酯化淀粉是利用淀粉分子中部分2,3,6-位的羟基与乙酰化剂进行取代反应而制得,通过乙酰化作用可改善淀粉与溶剂的亲合力,使其具有糊化温度较低、持水性好、凝沉性弱、贮存稳定的特性。张陈云等^[47]研究表明,适量的马铃薯酯化淀粉对速冻水饺的冻裂率、蒸煮损失率、颜色、光泽、透明度和口感有明显改善作用。

2.3.4 其他变性淀粉

对于冷冻非发酵面制品来说,大多数变性淀粉的低温稳定性可以使其在温度小幅波动的情况下具有良好的抗冻融性,从而提高其品质。如交联淀粉、氧化淀粉、预糊化淀粉等。

综上所述,各种改良添加剂的作用与效果有所不同。研究表明,单一添加剂不能彻底改善冷冻非发酵面制品的品质;改良剂复配使用会产生协同或互补增效作用能提高成品质量,因此,在实际生产中往往采用多种添加剂复合使用^[57-58]。目前,针对不同产品研究者已研究并开发出许多复配改良剂。

3 加工工艺对冷冻非发酵面制品品质的影响

冷冻非发酵面制品的工艺流程一般包括和面、制

皮、包制与速冻贮藏。完善的加工工艺有助于改善其成品品质,包括水分含量、放置时间、速冻贮藏等因素。

3.1 水分含量

在环境温度和面粉种类一定时,面团的含水量会直接影响到产品的质量^[59]。在速冻与冻藏中,面制品由于游离水的存在会产生冰晶或重结晶,这些都会对面筋蛋白造成物理破坏,使面筋蛋白的纤维束状结构变细或断裂^[60],从而破坏面筋网络,使面团持气能力与弹性均下降。含水量较大时,面团较软、黏手,不宜包制,易形成大的冰晶且冻裂率上升;但水分不足,面粉蛋白则无法吸水膨胀,形成面团较硬而不易成型,也会造成冻裂率上升^[61]。因此,要想控制冷冻非发酵面制品的冻裂问题,关键是要控制水分。杨留枝等^[61]指出,面团含水量为45%时,速冻水饺冻裂率最低,但随着水分含量的继续增加,冻裂率又有增加的趋势。

3.2 放置时间

产品在成型后应立即进行冷冻,若放置一段时间再入冻,会对其品质产生一定的影响。张锦丽等^[62]指出,水饺成型后未及时进行速冻,会使饺皮水分不断流失,同时馅内水分会渗透到饺皮内或流出饺皮外,从而影响到其冻裂率。杨留枝等^[61]指出,随着放置时间的延长,速冻水饺冻裂率呈“上升-下降-急剧上升”趋势,且长时间放置于空气中,水饺表面易引起强烈的氧化反应而变黄、变褐。

3.3 速冻贮藏

速冻贮藏一般要求在 -30°C 以下,以最快的速度通过最大冰晶区($-1\sim-5^{\circ}\text{C}$),并在较短的时间(一般为 $10\sim 30\text{min}$)内使食品中心温度达到 -18°C ,经过冷冻并维持在 -18°C 以下的条件下进行贮藏。速冻过程中相关的工艺参数会影响冷冻非发酵面制品的品质。翟爱华^[58]指出在贮藏过程中,温度的波动会使饺皮微细冰晶逐渐减少最后消失,大的冰晶逐渐生长,表皮冰晶升华导致表皮干燥,从而严重影响产品的外观与内在品质。侯会绒^[63]通过单因素和正交试验指出,工艺参数对速冻水饺冻裂率的影响依次为:深冻区温度 $>$ 预冻区温度 $>$ 预冻区风速 $>$ 深冻区风速;最佳工艺条件为:预冻区温度 -20°C 、预冻区风速 4m/s 、深冻区温度 -30°C 、深冻区风速 4m/s 。

4 结 语

为改善冷冻非发酵面制品品质,很多学者从面粉品质、生产工艺及添加改良剂等方面进行探索研究,从而在一定程度上改善其冻裂率、色泽与耐煮性等品质问题。目前相关报道已有很多,但总的来说,冷冻非发酵面制品品质的改良途径为:1)完善面筋网络形成,有利

于增强面皮(坯)强度,抵抗冰晶体积膨胀所造成的压力;2)提高面皮(坯)保水性,避免因表面水分流失所造成的表面干裂;3)较好的亲水性,使水分以细小颗粒状均匀分布,从而降低水分在冻结时造成的压力。

由于小麦面粉是一个以高分子为主要成分的复杂体系,其成分和分子结构必然对冷冻非发酵面制品品质有复杂的影响。目前,关于这方面研究已有很多,但尚存在一些不足:1)蛋白质和淀粉会对冷冻非发酵面制品品质产生影响已毋庸置疑,但其根本作用机理还需进一步研究与探讨。此外,关于提高其抗冻性与渗汁性等方面的相关研究还较少。2)目前仍有一些改良剂的机制尚不清楚,如天然物质(成分复杂)、酶制剂等对面团组分结构的影响机理,因此还有待进一步研究验证。3)加工工艺对面制品品质的影响研究还不成熟,如关于原料配比与后期冻藏条件对冷冻非发酵面制品品质影响的研究还相对较少,有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 李亮亮,郭顺堂.我国速冻食品产业发展及存在的问题[J].食品工业科技,2010(7):422-424.
- [2] 卞东旺.我国速冻食品行业发展的的问题与对策[J].中国商贸,2009(13):150-151.
- [3] 张秋叶,熊卫东.速冻水饺品质研究进展[J].农产品加工:学刊,2011(1):91-94.
- [4] 李昌文.添加剂对速冻水饺品质的影响[J].冷饮与速冻食品工业,2006(6):30-32.
- [5] OSBORNE T B. The proteins of the wheat kernel[M]. Washington: Carnegie Institution of Washington, 1907.
- [6] 杨铭泽,孙兆远.面粉品质性状与速冻水饺品质关系的研究[J].农产品加工:学刊,2006(5):4-7.
- [7] SONG Yihu, ZHENG Qiang. Dynamic rheological properties of wheat flour dough and proteins[J]. Trend in Food Science & Technology, 2007, 18(3): 132-138.
- [8] SB/T 10138—1993 饺子用小麦粉[S].北京:中国标准出版社,1993.
- [9] 李梦琴,张剑,冯志强.小麦品质特性与速冻饺子品质关系的研究[J].中国粮油学报,2006,21(3):217-220.
- [10] 孟宪刚,谢放,尚勋武.面筋蛋白与小麦品质关系的研究进展[J].中国粮油学报,2006,21(1):27-31.
- [11] 王亚平,安艳霞.小麦面筋蛋白组成、结构和功能特性[J].粮食与油脂,2011(1):1-4.
- [12] 张海华,周惠明.小麦面筋蛋白结构及其改性研究[J].粮食与油脂,2010(9):1-3.
- [13] 雷娜.蛋白组分对饺子专用粉品质的影响研究[D].郑州:河南农业大学,2008.
- [14] 杨曦,黄伟伟,汪越胜,等.小麦谷蛋白分子结构研究进展[J].生物技术,2009,19(1):89-93.
- [15] HOU G, YAMAMOTO H, NG P K W, et al. Relationships of quality of glutenin subunits of selected US soft wheat flours to rheological and baking properties[J]. Cereal Chemistry, 1996, 73(3): 358-363.
- [16] GRAVELAND A, BOSVELD P, LICHTENDONK W J, et al. Extraction and fractionation of wheat flour proteins[J]. Science of Food Agriculture, 1982, 33: 1117-1128.
- [17] DON C, LICHTENDONK W J, PLIJTER J J. Understanding the link between GMP and dough: from glutenin particles in flour towards

- developed dough[J]. Journal of Cereal Science, 2003, 38: 157-165.
- [18] WEEGELS P L, van de PIJPEKAMP A M, GRAVELAND A, et al. Depolymerisation and repolymerisation of wheat gluten during dough processing. I. Relationships between GMP content and quality parameters[J]. Journal of Cereal Science, 1996, 23: 103-111.
- [19] SAPIRSTEIN H D, SUCHY J. SDS protein gel test for prediction of bread loaf volume[J]. Cereal Chemistry, 1999, 76: 164-172.
- [20] van HUNG P, MAEDA T, MISKELLY D, et al. Physicochemical characteristics and fine structure of high-amylose wheat starches isolated from Australian wheat cultivars[J]. Carbohydrate Polymers, 2008, 71(4): 656-663.
- [21] ARAVIND N, SISSONS M, FELLOWS C. Can variation in durum wheat pasta protein and starch composition affect *in vitro* starch hydrolysis[J]. Food Chemistry, 2011, 124(3): 816-821.
- [22] ZHANG Shaobing, LU Qiyu, YANG Hongshun, et al. Effects of protein content, glutenin-to-gliadin ratio, amylose content, and starch damage on textural properties of Chinese fresh white noodles[J]. Cereal Chemistry, 2011, 88(3): 296-301.
- [23] TOYOKAWA H, RUBENTHALER G L, POWERS J R, et al. Japanese noodle qualities. I. Flour components[J]. Cereal Chemistry, 1989, 66(4): 382-386.
- [24] 史建芳. 面粉组分对水饺皮品质影响的研究[D]. 郑州: 河南工业大学, 2010.
- [25] SUN Lijuan, ZHOU Guiying, ZHI Guoan, et al. Effects of different milling methods on flour quality and performance in steamed breadmaking[J]. Journal of Cereal Science, 2007, 45: 18-23.
- [26] 尹寿伟, 陆启玉, 杨秀改. 破损淀粉对面条蒸煮品质的影响研究[J]. 食品科技, 2005(10): 68-71.
- [27] 杨艳虹, 王秀忠, 檀革宝, 等. 不同粒度小麦粉的理化特性研究[J]. 粮食加工, 2009, 34(2): 19-22.
- [28] 郑家丰. 面粉损伤淀粉及其测定[J]. 面粉通讯, 2003(3): 41-45.
- [29] PÉREZ-MUNUERA I, QUILES A, PUIG A, et al. Microstructural changes in dough treated by glucose oxidase (GOX) and transglutaminase (TG), studied by scanning electron microscopy (SEM)[C]//Proceedings of the EMC 2008 14th European Microscopy Congress, Aachen: Germany, 2008.
- [30] 李娟, 王莉, 李晓瑄, 等. 阿拉伯木聚糖对小麦面筋蛋白的作用机理研究[J]. 粮食与饲料工业, 2012(1): 39-41.
- [31] STEFFOLANI M E, RIBOTTA P D, PEREZ G T, et al. Effect of glucose oxidase, transglutaminase and pentosanase on wheat proteins relationship with dough properties and bread-making quality[J]. Journal of Cereal Science, 2010, 51: 366-373.
- [32] 班进福. 添加剂对饺子粉品质改良效果研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2008.
- [33] 毛羽扬, 高蓝洋, 朱在勤, 等. 单甘酯和硬脂酰乳酸钙/钠对扬麦16面粉理化品质特性影响的研究[J]. 食品科学, 2008, 29(11): 65-68.
- [34] 段素华, 李爱民, 王晓君. 乳化剂对速冻水饺品质影响[J]. 粮食与油脂, 2010(1): 19-22.
- [35] 岑涛. 乳化剂和酶制剂在发酵制品中的改良作用[J]. 粮食与食品工业, 2011, 18(1): 6-10.
- [36] 施迎春. 食品添加剂在速冻制品中的应用[J]. 中外食品, 2004(2): 52.
- [37] 栗丽萍, 王寿东. 增稠剂对速冻荞麦面条流变学特性的影响[J]. 粮食与饲料工业, 2011(6): 25-27.
- [38] 周惠明, 李曼, 朱科学, 等. 面粉品质与面条品质的关系探讨[J]. 粮食与食品工业, 2011, 18(6): 19-22.
- [39] STEFFOLANI M E, RIBOTTA P D, PEREZ G T, et al. Use of enzymes to minimize dough freezing damage[J]. Food and Bioprocess Technology, 2011, 5(6): 2242-2255.
- [40] 班进福, 魏益民, 郭进考, 等. 谷朊粉对饺子粉品质改良效果的研究[J]. 粮食与饲料工业, 2010(7): 20-22.
- [41] 何雅蕾, 白建民, 王凤成, 等. 大豆分离蛋白对面团流变学特性和馒头品质的影响研究[J]. 食品科技, 2010(3): 144-148.
- [42] 张守文, 李丹. 天然物质沙蒿和谷朊粉进行面粉品质改良基础研究[J]. 粮食与油脂, 2001(8): 2-5.
- [43] 尉新颖, 陆启玉. 添加甘薯淀粉对面条品质的影响[J]. 河南工业大学学报: 自然科学版, 2009, 30(1): 11-13.
- [44] 王韵, 张燕萍. 变性淀粉对速冻水饺质量的影响[J]. 食品与发酵工业, 2009, 35(3): 105-108.
- [45] 林敏刚, 丁琳, 赵红召. 变性淀粉对速冻水饺品质的影响[J]. 粮食与饲料工业, 2010(5): 18-21.
- [46] 林莹, 辛志平, 古碧, 等. 变性淀粉对面粉糊化特性及速冻饺子品质的影响[J]. 农业机械, 2011(5): 91-95.
- [47] 张陈云, 王娜, 任小青. 马铃薯酯化淀粉的制备及其在速冻水饺中应用研究[J]. 粮食与饲料工业, 2011(7): 29-31.
- [48] ROSELL C M, WANG J, AJA S, et al. Wheat flour protein as affected by transglutaminase and glucose oxidase[J]. Cereal Chemistry, 2003, 80(1): 52-55.
- [49] HUANG Weining, YUAN Yongli, KIM Y S, et al. Effects of transglutaminase on rheology, microstructure and baking properties of frozen dough[J]. Cereal Chemistry, 2008, 85(3): 301-306.
- [50] IWAMI K, YASUMOTO K. Amine-binding capacities of food proteins in transglutaminase reaction and digestibility of wheat gliadin with ϵ -attached lysine[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 1986, 37(5): 495-503.
- [51] VEMULAPALLI V, MILLER K A, HOSENEY R C. Glucose oxidase in breadmaking systems[J]. Cereal Chemistry, 1998, 75(4): 439-443.
- [52] 王霞, 朱科学, 钱海峰, 等. 葡萄糖氧化酶和戊聚糖酶对面团流变学性质的影响[J]. 中国粮油学报, 2009, 24(4): 17-22.
- [53] 李向阳, 刘传富, 刁恩杰, 等. 大豆分离蛋白对面团特性及挂面品质的影响研究[J]. 中国粮油学报, 2009, 24(9): 19-22.
- [54] 梁灵, 张正茂, 张艳东, 等. 大豆蛋白对速冻水饺质量的影响[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2006, 34(10): 153-158.
- [55] 刘敦华, 谷文英, 丁霄霖. 沙蒿胶对面团流变性质的影响及在面包加工中的应用[J]. 农业工程学报, 2009, 25(Suppl 1): 233-236.
- [56] 高博, 黄卫宁, 邹奇波, 等. 沙蒿胶提高冷冻面团抗冻性及其抗冻机理的探讨[J]. 食品科学, 2006, 27(12): 94-99.
- [57] 李杰平, 杨哪, 谢正军, 等. 品质改良剂对速冻汤包皮品质的影响[J]. 食品工业科技, 2012, 33(3): 297-301.
- [58] 翟爱华. 不同改良剂对速冻玉米饺子粉品质特性的影响研究[D]. 大庆: 黑龙江八一农垦大学, 2011.
- [59] 王仲礼, 赵晓红. 添加剂与速冻水饺质量的改良[J]. 面粉通讯, 2005(5): 33-36.
- [60] BAIER-SCHENK A, HANDSCHIN S, SCHONAU von M, et al. *in situ* observation of the freezing process in the wheat dough by confocal laser scanning microscopy (CLSM): formation of ice and changes in the gluten network[J]. Journal of Cereal Science, 2005, 42(2): 255-260.
- [61] 杨留枝, 李素云, 郭好薇, 等. 制作工艺对速冻水饺冻裂率及食用品质的影响[J]. 食品研究与开发, 2007, 28(8): 108-112.
- [62] 张锦丽, 侯汉学, 鲁墨森, 等. 改善速冻水饺品质的研究[J]. 食品工业科技, 2005, 26(5): 73-77.
- [63] 侯会绒. 速冻工艺对水饺冻痕率影响的研究[J]. 农产品加工: 学刊, 2007(9): 26-28.