

金征宇教授主持“粮油食品的可持续加工”特约专栏文章之二

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2023.03.002

林倩竹, 陈玥, 於湘, 等. 加工条件及关键组分对烘焙食品品质的影响[J]. 粮油食品科技, 2023, 31(3): 9-14.

LIN Q Z, CHEN Y, YU X, et al. Effects of processing conditions and key components on the quality of baked foods[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2023, 31(3): 9-14.

加工条件及关键组分对烘焙食品品质的影响

林倩竹¹, 陈玥¹, 於湘², 邱超¹✉

(1. 江南大学 食品学院, 江苏 无锡 214122;
2. 零合未来苏州食品科技有限公司, 江苏 苏州 215100)

摘要: 烘焙食品市场规模巨大且保持着高速增长的趋势。原料组成、加工条件等因素的变化都会对烘焙制品品质产生影响, 了解影响烘焙食品品质的因素, 对高品质烘焙食品的加工和生产具有重要意义。本文综述了发酵条件、加工工艺、原料组成对烘焙食品品质的影响, 其中涉及了对特殊营养成分添加或者低糖、无糖等功能型烘焙食品的研究, 这些新型烘焙食品更符合当下人们对营养健康饮食理念的追求, 以期为高品质烘焙食品的设计和和生产提供参考, 促进烘焙食品行业的发展和升级。

关键词: 烘焙食品; 发酵; 加工工艺; 感官品质; 质地

中图分类号: TS201.1; S-3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-7561(2023)03-0009-06

网络首发时间: 2023-04-27 09:12:14

网络首发地址: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3863.TS.20230426.1440.010.html>

Effects of Processing Conditions and Key Components on the Quality of Baked Foods

LIN Qian-zhu¹, CHEN Yue¹, YU Xiang², QIU Chao¹✉

(1. School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi, Jiangsu 214122, China;
2. Ling-He Future Food Technology Co., Ltd., Suzhou, Jiangsu 215100, China)

Abstract: Baked foods with a huge market scale play an important part in people's daily diet, and the market scale maintains a trend of rapid growth. The quality of baked foods is affected by many factors, such as raw material composition and processing conditions, so understanding the factors affecting the quality of baked foods is of great significance to process and produce high-quality baked foods. This paper reviewed the effects of fermentation conditions, processing conditions, and raw material composition on the quality of baked foods, and it also involved research on functional baked foods with the addition of special nutritional ingredients or low / no sugar content. These new types of baked foods are more in line with the current people's pursuit of the concept of nutritious and healthy diet. This paper could provide the reference for the

收稿日期: 2023-03-13

作者简介: 林倩竹, 女, 1994年出生, 在读博士生, 研究方向为粮油食品精深加工。E-mail: lqz20172208008@163.com.

通讯作者: 邱超, 男, 1989年出生, 博士, 副研究员, 研究方向为粮油食品精深加工。E-mail: phdqiuchao@jiangnan.edu.cn.

design and production of high-quality baked foods, and promote the development and upgrading of the baked food industry.

Key words: baked foods; fermentation; processing technology; sensory quality; texture

烘焙食品是深受人们喜爱的一类重要的基本食品之一,含有丰富的碳水化合物、蛋白质等营养物质,不仅可以作为主食为机体提供能量,也可以作为休闲食品满足人们对口感和风味的追求。烘焙食品形式多样,种类繁多,包括饼干、糕点、面包等。随着人们生活水平的提高和饮食结构的调整,消费者对健康的关注度增加,低糖、无糖的烘焙食品逐渐受到人们的青睐。由于改变了传统配方工艺,这类产品在质地和口感、风味等方面还存在巨大的提升空间。因此,了解烘焙食品各组分的功能及对产品品质的影响,明确高品质烘焙食品的生产加工条件,对于高品质烘焙食品的生产 and 开发甚至烘焙行业整体转型升级都具有重要的意义。

1 发酵对烘焙食品的影响

1.1 发酵方法

发酵是面团经过搅拌,放置在适宜的环境下,使酵母菌产生活性,生成一系列新的物质,并使面团发生膨胀的一个过程。搅拌使面团形成网状结构,发酵阶段是对面筋组织进行补充和加强的阶段。发酵一般分为三个阶段,基础发酵、中间发酵(松弛)、最终醒发。

常见的发酵方法有,快速发酵法、一次发酵法、二次发酵法、三次发酵法、过夜种子面团法等^[1]。一般来说,快速发酵法和一次发酵法生产周期短,效率高,发酵损失少,提高了出品率。但是由于发酵时间短,产品的体积小,质地纹理较差,容易老化,储存时间短。快速发酵由于时间短,所需的酵母添加量更多,还需另外添加面团改良剂等,提高了生产成本。二次发酵法和三次发酵法发酵次数多,烘焙产品的风味有所改善。发酵时间延长,产品体积增大,色值、质地、纹理较好,且不易老化,保鲜期延长。但是生产周期延长,生产效率下降。过夜种子面团法因夜间发酵时间长,面团面筋扩展充分,面包色泽、质

地、纹理较好,生产出的烘焙食品质量好,保鲜期长。并且夜间发酵节约白天工作时间,提高工作效率,缩短生产周期。

总的来说,发酵次数越多,发酵时间越长,烘焙食品品质越好。以面包为例,主要表现在面包体积更大、面包芯质地更加细腻柔软、面包芯纹理结构更好。但随着发酵次数增加和时间延长,面团的操作性变差^[2],成本增加,效率下降。

1.2 发酵条件

1.2.1 发酵剂

目前烘焙市场上普遍使用的,即发活性干酵母,微生物种群单一,在产生酸类和酯类等挥发性风味物质方面的能力较差,导致制作出的面包风味单一,口感不佳,且营养物质含量较低。此外,普通干酵母面包易于老化掉渣,霉菌生长较快,往往需要添加化学防腐剂^[3]来延长货架期。

Wu 等^[4]研究表明,采用前期筛选的优良酵母菌与乳酸菌菌群制备烘焙性能及储存特性稳定的天然复合发酵剂,发酵后能显著降低储藏期内面包芯硬度和老化焯,延缓面包老化。面包中挥发性风味物质的种类增加 11 种,相对含量提高 4.81%。天然复合发酵剂在 4 °C 储藏 90 d 后菌株存活率仍有 81.78%。此天然复合发酵剂具有活菌数高、发酵能力强、货架期长且能显著改善面包品质和风味的优点。实现了改善面包质构、增强面包风味、提高营养价值、化学防腐剂零添加等效能的健康面包生产,开辟了高端健康面包生产的新格局。Stavros^[5]报道了马氏酵母与保加利亚乳杆菌或瑞士乳杆菌混合发酵剂可成功用于优质面包生产。与传统的酵母面包相比,面包总体上具有更好的感官品质和更长的保质期,受到消费者的青睐。更重要的是,所有的微生物都是由奶酪乳清产生的,乳清被认为是奶酪工业的废物,奶酪乳清的利用可以有效地降低这些微生物的生长成本。

邹齐波等^[6]采用分离自酒曲的产胞外多糖食窦魏斯氏菌 T5 和马克斯克鲁维酵母 ATCC3653 为研究对象,探究发酵过程中酸面团的理化变化及其对面包品质的影响。在混菌发酵中,马克斯克鲁维酵母能够促进食窦魏斯氏菌的生长,二者具有共生关系。马克斯克鲁维酵母可以提高纤维素酶酶活,促进阿拉伯木聚糖的降解,有助于提高面筋结构的稳定性和面包品质;而食窦魏斯氏菌可以提高全麦酸面团中胞外多糖含量,改善面团持水性,使面包的比容和质构特性得到提升。另外,马克斯克鲁维酵母还可以改善面包的风味,提高感官特性。因此,相比单菌发酵,具有协同作用的混菌发酵更有利于改善全麦面包烘焙特性与风味特性。

1.2.2 发酵基质

为满足不同人群的特殊需求,烘焙食品的种类和功能也趋于多样化。以面包为例,除传统的小麦粉面团外,许多新的原料也被添加用于面包的制作。不同成分的基质对面包的品质有着显著的影响。王富^[7]采用旧金山乳杆菌进行发酵的酸面团,可以改善面包烘焙特性,提升感官体验,而且随着酸面团添加量的增加,面包的比容改善显著。从老化特性上看,小麦酸面团及麦麸酸面团面包皆可以改善面包老化特性,并且添加量越高,改善效果越明显。Jagelaviciute 等^[8]评估了乳杆菌发酵奇亚、大麻和藜麦粉生产无麸质面包的潜力。发酵基质(奇亚、大麻和藜麦)的种类对酵母和面包的特性有显著影响。与传统的对照面包相比,这些成分的添加减少了面包的特定体积和孔隙度。然而,由奇亚、大麻和藜麦粉经过发酵制成的酸面团面包与未发酵制成的面包相比,表现出更慢的陈腐率、更高的孔隙度和更高的酸度。

1.2.3 发酵时间和酵母添加量

酵母可利用面团中的养分来进行生长繁殖,并产生 CO₂ 气体,使面团体积膨胀,形成松软的蜂窝状结构。酵母是烘焙食品发酵的关键,发酵的时间决定着烘焙食品的品质优劣。烘焙食品的外形、色泽、气味、口感、组织状态会随着发酵时间和酵母添加量的变化而有所改变。在面团发酵过程中,当酵母发酵力相当时,如果酵母用量

过多,CO₂ 气体产量增多,导致面团内的气孔壁变薄,短时间内面团具有良好的持气性,但继续延长发酵时间,面团很快会成熟过度,持气性下降,面团软塌并产生强烈的酸味;而正常发酵得到的面团结构蓬松,呈现出大小均匀的蜂窝状,并且伴有面香味。所以在面团发酵时,可以通过调节酵母的添加量来改善烘焙食品品质。

2 焙烤对烘焙食品的影响

烘烤是制作面包的最后阶段,由发酵产生的二氧化碳充满于面团中,经加热而膨胀,面包体积随之膨大。烘烤的温度、时间对面包的品质有着各种各样的影响,所以要严格把控。

2.1 焙烤温度

焙烤温度不仅影响着烘焙食品的口感,还对产品的风味、营养、微生物等有着重要的影响。聂攀等^[9]研究发现,随着焙烤温度的升高,胺类、醇类、醛类、酮类和芳香族类等物质含量逐渐升高,引起不同样品间的气味差异。可能是因为随着焙烤温度的上升,脂质氧化速率和美拉德反应速率加快,这些挥发性成分的生成速率随之加快。邓攀等^[10]的研究中发现饼干胀发比与焙烤温度呈正相关,温度越高,胀发比越大,饼干口感越酥脆。另外,焙烤温度越高,饼干成品水分含量也越高,这是由于高温容易导致产品内外成熟不均匀,“外焦里不熟”的问题,不利于产品的长期保存。

对于一些添加特殊营养成分的烘焙食品,通常采用低温的烘烤方式来最大程度地保留原料的营养活性。杨从发等^[11]报道了一种低温烘焙桑葛无糖饼干的研究工艺。采用木糖醇代替传统糖,添加桑叶粉和葛根粉,上火 65 °C,底火 55 °C,烘烤 6 h,制得的桑葛无糖饼干口感细腻香酥,无裂纹杂质,色泽均匀并伴有特殊的桑叶清香。

2.2 焙烤时间

冯儒等^[12]研究结果表明,随着烘焙温度的升高或时间延长,饼干中的微生物量呈下降趋势。回归方程表明菌落总数、霉菌总数、大肠杆菌、需氧芽孢杆菌、蜡样芽孢杆菌与焙烤温度或时间存在极显著的一元线性关系。另外,随着烘烤时间延长,饼干表面棕黄色逐渐加深,这是由于美拉

德或者焦糖化反应程度加深导致的。总之，温度过低、时间过短，饼干未熟；温度过高、时间过长，饼干焦糊，无法食用。综合考虑饼干的安全和品质，焙烤温度及时间选择 185 °C 和 15 min 为宜。

2.3 焙烤方法

2.3.1 饼干的微波焙烤

刘红等^[13]研究发现，在微波焙烤方式下，随着微波功率的升高，焙烤时间的延长，饼干的水分活度随着微波功率的增大和微波时间的延长而降低，可能是因为极性水分子对微波具有强吸收能力，微波功率的增大，导致水分升温越快，水分散失越快，水分活度变小，这在焙烤过程中对褐变速度也会产生一定的影响。当微波功率增加到 520 W 时，红度值增加较快，黄度值增加，明度下降，褐变程度较大。随后，黄度值随着微波功率的增大和微波时间延长，呈现降低的趋势，红度值随着微波功率的增大和时间的延长而增加，饼干表面颜色不断加深。这可能是由于随着时间的延长，美拉德反应程度越高，产生了成色物质。

2.3.2 面包的恒温式、两段式和三段式焙烤

焙烤方法很大程度上会影响烘焙食品品质。易建华等^[14]分别采用恒温式、两段式和三段式烘烤方法制作糯玉米软质面包。恒温式（180 °C 烘烤 18~22 min）和两段式（220 °C 烘烤 8 min，160 °C 烘烤 10~12 min）面包表皮颜色深、弹性差，且易龟裂。这是由于在高温下，面包表层易形成硬壳，限制了面包的进一步膨胀，导致面包内部气压增大，挤压表层面包，使面包皮产生裂纹。而使用三段式焙烤（160~200 °C 烘烤 5~6 min，180~210 °C 烘烤 3~4 min，180~200 °C 烘烤 5~6 min）得到的面包内外品质均较好。

2.4 焙烤湿度

易建华等^[14]研究发现在不加湿条件下烤制的面包皮质较厚，表面色泽较深，且光泽差。加湿后烤制的面包表皮变薄，色泽改善，面包的弹性及疏松度增大。但如果加湿时间过长，面包皮质韧性增大，表面色泽变浅，同时面包在烤炉中长时间处于胀发状态，导致面筋网络过度拉伸，易破裂，因此面包内易形成大的孔洞，内部结构不

均匀。与加湿相比，不加湿烘烤出的面包的失重大，高度及直径较小，而面包皮厚度较大。

3 烘焙组分对烘焙食品的影响

3.1 蛋液

徐珍珍^[15]将蛋清蛋黄按照不同的比例进行混合后，得到复配蛋液，发现蛋液中蛋黄含量增加，蛋液溶解度与 pH 下降，而乳化性增加。起泡性、流变性与凝胶性则表现出不同的变化趋势。在低蛋黄含量时，泡沫性质与凝胶性对体系的影响较大。蛋黄比例超过 30% 时，泡沫性质得到恢复，乳化作用逐渐增强，样品的比容和质构得以改善。当蛋黄含量大于 70% 后，蛋液打发后形成非常粘稠的泡沫，类似乳化泡沫体系，此时变成以乳化作用为主，得到的烘焙产品口感比较厚重。搅打蛋液的过程中，包裹住大量空气，在烘焙过程中空气遇热膨胀，有助于面糊膨发。

3.2 黄油

黄油在烘焙食品加工过程中会对产品的理化性质、营养特性产生一定程度的改变。在乳脂面包制作时，需要添加黄油改善制品的口感、保证成品的品质、延长产品的保存期限，同时还能提高产品的营养，提升香味，改善产品色泽。

李明娟等^[16]研究了不同黄油用量对面团延展性、可塑性、色泽以及吸水率的影响。在饼干制作过程中，添加一定量的黄油可以提高面团的柔软性和可塑性，改善饼干的色泽和白度。添加量高于 40 g 时，饼干易成型，感官品质和营养特性均有所改善。黄油使用量越多，饼干的吸水率越高，亮度越低，饼干硬度也就越高，内聚性呈现先降低后升高的趋势，咀嚼性则持续越来越低，弹性变化无明显规律。王瑜^[17]研究黄油面包的生产过程中发现，以黄油替代 66.7% 的起酥油进行 1 h 发酵，在 170 °C 温度下烘烤 15 min，生产出的面包制品外形整齐，表皮呈褐色且无裂痕，口感柔软有弹性。产品室温下保质期可达 19 天，货架期较蛋糕房的新鲜高油面包有明显优势。

3.3 面粉

3.3.1 小麦粉

盛月波^[18]研究发现决定烘焙食品品质最关键

的因素是面筋性能。面筋主要由面筋蛋白质组成, 其余还有少量的非面筋蛋白质(清蛋白、球蛋白)。面筋蛋白质主要由麦胶蛋白及麦谷蛋白组成, 占总面筋含量 85% 左右。面团在调制过程中面筋蛋白质充分吸水膨胀, 随着水分的参与, 硫氢键与二硫键可以实现相互转化, 并且在机械搅拌作用下, 麦谷蛋白肽键伸展呈线状, 这些分子具有较大的分子量并且相互缠结, 构成网络骨架, 小分子量的麦胶蛋白填充到麦谷蛋白的骨架中, 面筋形成。面筋的品质与小麦粉中蛋白质含量、结构及组成有关。

小麦自身含有各种生物蛋白酶, 有胰蛋白酶、糜蛋白酶等。它们的含量直接影响到面筋的品质。蛋白酶能使蛋白质分解为多肽和氨基酸, 使蛋白质溶化, 弱化面筋使面筋失去筋力, 一般被人们称为散筋。正常的小麦中蛋白酶主要分布在胚及糊粉层内, 蛋白酶抑制物主要存在于胚乳内, 有极少量的分布在胚中, 所以它们的含量与面粉加工的精度等级有关。加工精度愈高, 则糊粉层混进愈少, 蛋白酶含量愈少。相反地胚乳中的蛋白酶抑制物起重要的作用, 从而提高面筋的质量。

3.3.2 大麦粉

大麦粉中面筋蛋白是影响烘焙食品品质的重要因素之一。大麦粉中总蛋白含量与小麦粉相近, 但谷蛋白含量高于小麦。不同的是, 小麦粉中的谷蛋白主要是以高分子量的为主, 而大麦粉中的谷蛋白分子量较低, 这也是大麦粉不能形成面筋蛋白网络的原因。李真^[19]研究发现, 大麦粉会弱化面团中的面筋网络结构。主要表现在添加了大麦粉的混合粉面团形成时间与稳定时间缩短、并且筋力变差、延伸性降低; 大麦粉的添加量与面团内部粗糙程度、气孔壁破裂、孔洞塌陷及面团紧实程度等呈正相关。当大麦粉添加量大于 30%, 其对面包烘烤品质的影响十分显著, 主要表现在面包比容和弹性显著下降、面包硬度明显增加、内部的纹理结构显著变差及感官品质劣化等, 致使面包失去其松软多孔的属性。

3.4 糖类

糖是烘焙食品中的重要组成成分, 能够对烘焙食品的口感、质地以及外形产生直接影响。糖

类除了能给烘焙制品提供甜味, 还可以发生一系列焦糖化反应和美拉德反应, 改善产品色泽。在发酵过程中, 糖类可以作为酵母的能量来源, 促进面团发酵。另外, 糖类物质具有吸水性和持水性, 能改变面团中面筋的润胀度, 改善产品组织状态。例如, 添加适量的糖可增加饼干的起发度, 使饼干质地疏松, 改善口感。但糖含量过高时, 糖的反水化作用增强, 面团的吸水率下降, 每增加 1% 的糖, 面团的吸水率下降 0.6%。因此, 高糖面团需减少水分含量或延长搅拌时间, 否则面团中的面筋会因搅拌不充分而无法充分扩展, 产品体积小, 质地坚硬。糖的高渗透压作用还具有防腐、抑菌的功效, 能够延长烘焙食品的货架期^[20]。

随着人们对健康越来越重视, 对饮食的要求也逐渐提高。目前, 低糖、无糖的烘焙食品受到了消费者的青睐。在降低或取代传统糖的添加下, 要保证产品的口感、质地、营养等品质不下降, 这就对烘焙工艺和条件提出了更高的要求。刘崇万等^[21]制备了含有菊粉的无糖酥性饼干。菊粉的添加不仅能够补充人体的膳食纤维, 还能够改善面团的流变性, 从而改善饼干的质地和感官品质。司波等^[22]在无蔗糖添加条件下, 以魔芋粉、谷朊粉、麦麸粉、玉米油及木糖醇为主要原料, 研制了一款无糖、低热量的饼干。经上火 160 °C、下火 140 °C, 烘烤 15 min 得到的饼干内聚性、弹性和咀嚼性适宜, 感官良好, 为糖尿病患者及减肥人士提供一种健康安全美味的休闲食品。

4 结论

本文介绍了烘焙食品制备过程中不同发酵方法的特点, 综述了加工工艺、原料组成对烘焙食品品质的影响。随着经济的发展和消费需求的变化, 人们对健康的关注度逐渐提升, 无糖、低糖等功能型烘焙食品将成为消费趋势。在不牺牲烘焙食品质地、口感、风味等品质的基础上, 还要提高产品的营养和功能性, 这对烘焙食品的工艺技术和产品升级提出了更高的要求。本文的信息为烘焙食品的品质升级和结构转型提供参考。

参考文献:

- [1] 刘少阳, 豆康宁, 岳晓研, 等. 发酵方法对面包烘焙品质的影

- 响[J]. 粮食与油脂, 2018, 31(2): 23-24.
- LIU S Y, DOU K N, YUE X Y. et al. Effects of fermentation methods on the baking quality of bread[J]. Cereals and Oils, 2018, 31(2): 23-24.
- [2] 张守文. 面包科学与加工工艺[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1996.
- ZHANG S W. Bread science and processing technology[M]. Beijing: China Light Industry Press, 1996.
- [3] 张薇. 葡果自然发酵酸面团菌群结构及发酵面包烘焙品质研究[D]. 无锡: 江南大学, 2015.
- ZHANG W. Studies on the microbial community structure of raisin and apple spontaneous fermentation sourdough and the baking quality of sourdough bread[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2015.
- [4] WU J J, ZHANG J, LI J H. Preparation and performance analysis of natural mixed stater for bread baking[J]. Food and Fermentation Industries, 2018, 44 (6): 43-50.
- [5] STAVROS P, ANN F, KATERINA K, et al. Application of *Kluyveromyces marxianus*, *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* and *L. helveticus* for sourdough bread making[J]. Food Chemistry, 2008 (106): 985-990.
- [6] 邹奇波, 程新, 陈诚, 等. 混菌发酵酸面团对全麦面包风味与烘焙特性的影响[J]. 食品与机械, 2020, 36(4): 32-39.
- ZOU Q B, CHENG X, CHEN C. et al. Effects on flavor and baking characteristics of whole wheat bread by fermented sourdough with the mixed culture[J]. Food and machinery, 2020, 36 (4): 32-39.
- [7] 王富. 不同发酵基质的酸面团对酵母母团体系面包烘焙及老化特性的影响[J]. 食品安全导刊, 2018: 118.
- WANG F. Effects of sourdough with different fermentation substrates on baking and aging characteristics of bread with yeast dough system[J]. China Food Safety Magazine, 2018: 118.
- [8] JAGELAVICIUTE J, CIZEIKIENE D. The influence of non-traditional sourdough made with quinoa, hemp and chia flour on the characteristics of gluten-free maize/rice bread[J]. LWT, 2021 (137): 110457.
- [9] 聂攀, 曾辉, 陆军, 等. 焙烤温度对藜麦理化特性的影响[J]. 食品研究与开发, 2022, 43(17): 108-110.
- NIE P, ZENG H, LU J. et al. Effects of baking temperature on the physicochemical properties of quinoa[J]. Food Research and Development, 2022, 43(17): 108-110.
- [10] 邓攀, 刘旭海, 张细和, 等. 烘焙参数对饼干品质的影响[J]. 食品工程, 2016, 2: 46-49.
- DENG P, LIU X H, ZHANG X H. et al. Research of baking parameters in biscuit quality[J]. Food engineering, 2016, 2: 46-49.
- [11] 杨从发. 邓翔. 李祥等. 低温烘焙桑葛无糖饼干的工艺研究[J]. 食品研究与开发. 2022: 84-88.
- YANG C F, DENG X, LI X. et al. Baking technology of mulberry leaf and kudzu vine root sugar-free biscuits at low temperature[J]. Food Research and Development, 2022: 84-88.
- [12] 冯儒, 吴萌萌, 周建新, 等. 温度和时间对饼干烘焙过程中微生物和感官品质的影响[J]. 粮食与食品工业, 2016, 23(2): 46-56.
- FENG R, WU M M, ZHOU J X. et al. Effect of temperature and time on microbes and sensory quality in the process of biscuit baking[J]. Cereal and food industry, 2016, 23(2): 46-56.
- [13] 刘红. 微波焙烤条件对饼干品质的影响及美拉德有害产物的控制研究[D]. 天津: 天津科技大学, 2017: 28-30.
- LIU H. Study on the effects microwave baking conditions on the quality of cookies and the control of hazardous products of Maillard reaction[D]. Tianjin: Tianjin University of Science and Technology, 2017: 28-30.
- [14] 易建华, 朱振宝, 董文宾. 焙烤工艺条件对糯玉米软质面包品质的影响[J]. 食品工业科技, 2007(1): 146-148.
- YI J H, ZHU Z B, DONG W B. Effect of baking process on the quality of waxy corn soft bread[J]. Science and Technology of Food Industry, 2007(1): 146-148.
- [15] 徐珍珍. 蛋清蛋黄复配液的功能性质及其应用研究[D]. 江苏: 江南大学, 2013.
- XU Z Z. Functional properties and applications of reconstituted liquid egg with egg white and yolk[D]. Jiangsu: Jiangnan University, 2013.
- [16] 李明娟, 张雅媛, 游向荣, 等. 香蕉饼干加工工艺[J]. 食品工业科技, 2015, 36(3): 204-208.
- LI M J, ZHANG Y Y, YOU X R. et al. Study on processing technology of bananas biscuits[J]. Science and Technology of Food Industry, 2015, 36(3): 204-208.
- [17] 王瑜. 黄油热稳定性及其在烘焙食品中应用的研究[D]. 黑龙江: 东北农业大学, 2020: 55-56.
- WANG Y. Study on the thermal stability of butter and its application in baked foods[D]. Heilongjiang: Northeast Agricultural University, 2020: 55-56.
- [18] 盛月波. 面粉的理化特性与烘焙品质[J]. 粮食与饲料工业. 1992 (2): 5-8.
- SHENG Y B. Physicochemical properties and baking qualities of flour[J]. Cereal and feed industry. 1992 (2): 5-8.
- [19] 李真. 大麦粉对面团特性与面包焙烤品质的影响及其改良剂研究[D]. 江苏: 江苏大学, 2014: 32-33+47-48.
- LI Z. Effect of barley flour on dough properties and bread quality and its improver study[D]. Jiangsu: Jiangsu University, 2014: 32-33+47-48.
- [20] 义峰. 糖在焙烤制品中的作用[J]. 农产品加工, 2008 (8): 13.
- YI F. The roles of sugar in baked foods[J]. Farm Products Processing, 2008 (8): 13.
- [21] 刘崇万, 刘世娟, 徐振秋. 菊粉对面团流变学特性及无糖酥性饼干烘焙品质的影响[J]. 食品工业, 2016, 7:11-15.
- LIU C W, LIU S J, XU Z Q. The effect of inulin on rheological properties and baking properties of sugar-free crisp biscuit[J]. Food Industry, 2016, 7:11-15.
- [22] 司波, 曹玉发, 陆洋, 等. 无糖低热量魔芋饼干的配方优化[J]. 食品科技. 2020, 7: 180-187.
- SI B, CAO Y F, LU Y. et al. Formula optimization of sugar-free and low-calorie konjac biscuits[J]. Food Science and Technology. 2020, 7: 180-187. ☞