

低 GI 谷物焙烤制品配方优化及品质特性研究

李莉楠¹, 谭礼浩¹, 朱国军², 徐巍²

1. 广州市技师学院, 广东 广州 510000

2. 中山市技师学院, 广东 中山 528400

DOI: 10.61369/SDME.2026080002

摘 要 : 大健康背景下, 低 GI (血糖生成指数) 健康食品已成为食品加工领域的研究热点。低 GI 谷物焙烤制品不仅能够产生饱腹感, 而且能够平稳血糖, 契合控糖人群、健康养生群体消费需求。本文围绕低 GI 谷物焙烤制品的原料体系构建、配方优化方法展开讨论, 分析全谷物添加对焙烤制品品质的影响, 为该类制品的研究与相关产业发展提供参考。

关 键 词 : 低 GI; 全谷物; 焙烤制品; 配方优化; 品质特性; 研究综述

Research on Formula Optimization and Quality Characteristics of Low-GI Grain Baked Products

Li Linan¹, Tan Lihao¹, Zhu Guojun², Xu Wei²

1. Guangzhou Technician College, Guangzhou, Guangdong 510000

2. Zhongshan Technician College, Zhongshan, Guangdong 528400

Abstract : Against the background of the great health era, low-GI (Glycemic Index) healthy food has become a research hotspot in the field of food processing. Low-GI grain baked products can not only generate a sense of satiety but also stabilize blood glucose, which meets the consumption needs of people with sugar control requirements and health-preserving groups. This paper focuses on the construction of raw material systems and formula optimization methods for low-GI grain baked products, analyzes the impact of whole grain addition on the quality of baked products, and provides references for the research of such products and the development of related industries.

Keywords : Low-GI; whole grains; baked products; formula optimization; quality characteristics; research review

引言

血糖生成指数 (Glycemic Index, GI) 是衡量食物引起餐后血糖应答程度的核心营养学指标。国际标准将 $GI \leq 55$ 的食品被划分为低 GI 食品, 此类食品食用后能够产生饱腹感, 且能够平缓餐后血糖波动、改善脂质代谢、降低肥胖及 2 型糖尿病发病风险, 对于大众尤其是控糖人群而言具有多方面健康优势。当前, 低 GI 食品已成为全球营养学与食品科学领域的研究焦点。低 GI 谷物焙烤制品作为低 GI 食品家族的重要成员, 在居民饮食结构中占据重要比例, 具有广阔市场前景^[1]。但是, 传统焙烤制品多以精制谷物粉为主要原料, 添加了大量蔗糖与油脂, 难以达到低 GI 要求, 实用后升糖速度较快。围绕低 GI 谷物焙烤制品的原料体系、配方优化策略、品质影响因素、研究瓶颈及发展趋势展开系统研究, 能够为食品行业发展与居民健康提供重要促进作用^[2]。

一、低 GI 谷物焙烤制品原料体系

(一) 主原料: 低 GI 全谷物的选择与复配

全谷物是决定焙烤制品低 GI 属性的核心条件, 且不同谷物种类在营养组成与功能特性上各具优势, 所以谷物的选择与复配十分重要。在低 GI 谷物原料中, 燕麦的研究与应用最为广泛, 其 β -葡聚糖含量高达 4% ~ 6%, 可在胃肠道内形成高黏度凝胶层, 有效阻滞淀粉酶与底物接触, 继而延缓淀粉水解与葡萄糖释放速度; 苦荞富含芦丁、槲皮素等黄酮类物质具有抗氧化功能且升糖指数低, GI 值仅约 54, 是开发低 GI 荞麦面包、荞麦饼干

的理想原料; 藜麦的蛋白质含量高达 12% ~ 16%、氨基酸组成接近 FAO 推荐模式、抗性淀粉含量丰富, 可以作为低 GI 焙烤制品的功能性辅料; 青稞的 β -葡聚糖与膳食纤维含量突出, GI 值约为 25 ~ 48, 在传统食品“糌粑”已经得到广泛应用; 糙米保留完整麸层, 膳食纤维含量约为精白米的 6 倍, GI 值约为 56, 能够替代精制大米粉。这些原材料如果单独应用到低 GI 谷物焙烤制品, 可能出现面筋蛋白不足、面团黏弹性差、加工性能不良、口感粗糙、风味突兀等问题, 行业与学界普遍采用多谷物复配策略, 即综合考虑不同谷物的流变特性、营养组成、风味特点, 对其进行合理搭配, 使产品在获得 GI 属性的基础上, 提升感官品质^[3]。比

如,燕麦与小麦粉复配策略,能够利用小麦面筋改善燕麦面团持气性不足问题;苦荞与米粉复配策略,能够利用米粉改善苦荞制品风味,减少其苦涩感^[4]。

（二）辅料体系：减糖、控脂与功能改良配料

低 GI 谷物焙烤制品配方优化的另一关键在于去除精制糖、控制快速升糖辅料用量。目前,赤藓糖醇、甜菊糖苷、罗汉果糖苷、木糖醇等天然代糖在此类焙烤制品中已经具备应用基础,可以完全或部分替代蔗糖^[5]。与蔗糖这一传统甜味剂相比,它们不参与人体血糖代谢,或者升糖效应极低,对产品 GI 值影响作用更小。其中,赤藓糖醇甜度为蔗糖的 60% ~ 70%,口感清凉接近蔗糖,且不会刺激肠胃,不会引起不适;甜菊糖苷甜度为蔗糖的 200 ~ 300 倍,能够以较少用量达到产品的甜度要求,但如果单用会使产品产生后苦味。在实际生产中,可以将两者联合使用,通过复配改善产品风味。在油脂控制方面,低 GI 谷物焙烤制品一般是用橄榄油、亚麻籽油等富含不饱和脂肪酸的植物源油脂替代部分氢化植物油或精炼油脂,如此能够兼顾风味与健康属性。此外,制品中还需要加入一些改良剂,如菊粉、抗性糊精、谷朊粉、食用胶体、改性淀粉等^[6-7]。它们的应用,能够改善全谷物面筋网络,以及面团发酵性能、成型性、质构、抗老化能力,让高比例谷物替代成为可能。

二、低 GI 谷物焙烤制品配方优化研究综述

（一）谷物粉替代比例优化

全谷物替代精制小麦粉的比例,是配方设计的关键变量。大量研究表明,该比例与产品 GI 值呈显著负相关——替代比例越高,意味着产品 GI 值越低、膳食纤维含量越高、营养价值越好。但当,随着该比例的提升,面筋网络被破坏,面团延展性、持气能力会降低。如果不将该比例控制在合适范围内,会导致产品硬度增大、弹性降低、内部组织粗糙、比容减小,难以满足大众对产品口感和外观的要求。因此,目前相关研究大多围绕不同低 GI 全谷物替代精制谷物粉的适宜比例范围展开^[8]。整理、分析相关研究成果发现:燕麦粉对精制小麦粉的替代比例控制在 20% ~ 40% 时,可较好地平衡低 GI 与良好口感要求;苦荞粉由于面筋蛋白极少,一般其对精制小麦粉的替代比例在 10% ~ 30%,该比例能够兼顾面团发酵性能和产品 GI 值控制需求;青稞粉、糙米粉对精制小麦粉的适宜替代比例为 20% ~ 35% 之间,该区间能够兼顾产品韧性、口感、低 GI 要求。在实际生产中,会根据产品的目标受众通过正交试验、响应面法(RSM)等统计优化方法,对谷物粉替代比例进行优化,使各种成分的配比达到最优,以确保产品 GI 值、感官评分、质构参数、膳食纤维含量均达到理性标准。此外,为了追求更好的产品口感、更能够获得大众认可的外观,实际生产中还会为低 GI 谷物焙烤工艺中融入原料超微粉碎、湿热处理、酶解预处理等改性手段。这些手段能够改变谷物原料的颗粒度、淀粉结晶结构,使全谷物替代精制小麦粉比例控制在较高水平的前提下,实现产品加工特性与感官品质的提升^[9]。

（二）甜味体系配方优化

蔗糖是传统焙烤制品的主要升糖来源。低 GI 谷物焙烤制品一般通过天然甜味剂复配替代蔗糖的方式优化配方,达到降低产品 GI 值的目的。目前,广泛应用的代糖主要有甜菊糖苷、赤藓糖醇、木糖醇,但是它们单一使用存在有后苦味、甜味不纯正、影响酵母发酵等问题。在实际生产中,需要采用复配甜味体系,宗和不同代糖的不良口感,并减少其对产品其他品质的影响,比如按 7:3 复配比例加入赤藓糖醇与甜菊糖苷,使产品达到低 GI 要求的同时,具备良好口感。整理、分析相关研究成果发现,当蔗糖被天然代糖替代 60% ~ 100% 时,产品 GI 值可降低 20% ~ 40%,且对焙烤制品的色泽、体积有一定影响,但是可以通过调整焙烤温度与时间降低这些影响,提升大众对产品外观与口感的接受度。

三、全谷物对焙烤制品品质特性的影响

全谷物对焙烤制品品质特性的影响,主要体现在营养品质、质构与加工品质、感官与风味品质、贮藏稳定性等四个方面。就产品的营养品质而言,可以通过添加全谷物,将其膳食纤维含量提升 2 ~ 5 倍,并使其粗蛋白、矿物质(铁、锌、镁)、多酚及 γ -氨基丁酸(GABA)等功能性活性成分显著增加,继而获得低 GI、高纤、低脂营养特征,与慢病人群、减脂人群的健康需求更加适配。从质构与加工品质来看,全谷物带来的影响是负面的,需要通过控制替代比例、添加其他原料减少这种影响,比如全谷物缺乏面筋蛋白,其替代比例较高时,会弱化面团黏弹性与持气能力。实际生产中可以通过添加谷朊粉改变产品硬度、通过添加黄原胶提升面团持水性与成品柔软度,减少全谷物对质构与加工品质带来的不利影响。从产品的感官与风味品质上来看,全谷物替代能够改善产品品质,提升大众接受度。全谷物自带杂粮特有的谷物香气,适度添加到产品中,能够丰富焙烤制品的风味层次,但是如果其添加比例过高,可能使产品出现苦涩味、糠味,导致产品原有的焙烤香气被掩盖。产品配方设计环节,需要综合考虑低 GI、营养、口感、风味要求,找到不同原料的最佳配比。就贮藏稳定而言,全谷物代替可能会显著降低产品品质。这是因为,全谷物脂肪及膳食纤维含量较高,相关成分更容易发生脂肪氧化、水分迁移、淀粉回生(老化)等现象,继而导致货架期内口感变硬、风味劣变、色泽加深。为改善这些问题,产品配方研究环节,需要调节天然抗氧化配料添加量;产品包装设计环节,可以选择阻隔性更强的复合包装材料、充氮工艺^[10]。

四、未来发展趋势

未来,低 GI 谷物焙烤制品配方优化主要方向有特色农产品融合开发、配方与工艺耦合升级、功能多元叠加等方向。在特色农产品融合开发方面,可以考虑加入合地方杂粮(如青稞、小米、高粱)、药食同源食材(如山药、薏苡仁、茯苓)、果蔬加工副产物(如苹果渣、柑橘皮粉)进行特色化低 GI 焙烤制品开发,以

提升农产品附加值，使其更好地满足当代大众健康需求。在配方与工艺耦合升级方面，可以考虑采用原料超微粉碎、酶解改性、生物发酵（如乳酸菌发酵）、智能焙烤（如精准控温控湿）等技术手段，解决全谷物替代比例高带来的产品口感粗糙、易老化、加工性差等问题，以平衡低 GI 要求与风味要求。功能多元叠加主要是指在低 GI 基础上叠加高纤、清洁标签、无添加、益生菌强化、高蛋白等属性，使产品更好地适配慢病管理、运动营养、儿童成长等细分市场，获得更强的市场竞争力。

五、结论

综上所述，低 GI 谷物焙烤制品契合健康消费升级、减糖低

脂、农产品深加工的需求，已然成为食品领域的研究热点方向。相关研究的核心逻辑是以全谷物复配替代、天然代糖配方调控、辅料协同改良为三大抓手，提升底 GI 值产品的营养价值、感官、贮藏稳定性，使其更好地满足大众对产品口感、外观，以及健康属性的追求。目前，行业发展已经取得一定成果，谷物粉替代比例与甜味体系配方优化措施，能够使产品品质得到显著提升，但是行业发展还面临原料改性技术突破、配方精准优化、多功能产品创新、标准化体系建设等方面难题。这些难题为食品科学领域的进一步探索提供了切入点，相关研究可以围绕这些难题展开，为产生开发与生产提供支持。

参考文献

[1] 武陈晨, 李祥, 吴鸣, 等. 超微粉碎对发芽-焙烤糙米营养与理化特性的影响 [J]. 食品工业科技, 2025, 46(22): 83-94.

[2] 赵康程, 李森, 谭斌, 等. 加工方式对谷物及豆类蛋白结构、功能特性的影响研究进展 [C]// 中国食品科学技术学会. 中国食品科学技术学会第二十一届年会论文摘要集. 上海理工大学健康科学与工程学院; 国家粮食和物资储备局科学研究院粮油加工研究所; , 2024: 419-420.

[3] 赵康程, 李森, 谭斌, 等. 不同加工方式对谷物及豆类蛋白结构、功能特性的影响研究进展 [J]. 中国粮油学报, 2024, 39(10): 198-206.

[4] 邓超群. 无麸质小米面包工艺研究及品质分析 [D]. 沈阳农业大学, 2024.

[5] 王琳. 热加工过程中紫玉米全粉品质特性的研究 [D]. 沈阳农业大学, 2024.

[6] 母志平. 一种新型杂粮高纤代餐粉的研制 [D]. 成都大学, 2024.

[7] 尚敏. 发芽薏米赤小豆压缩饼干的研制及品质分析 [D]. 沈阳农业大学, 2023.

[8] 杨舒婷. 高压蒸制联合焙烤对荞麦粉风味及其面条食味品质的影响 [D]. 河南工业大学, 2023.

[9] 许思楠. 富硒小麦全麦粉稳控技术及其对品质影响的研究 [D]. 河北农业大学, 2022.

[10] 朱慧雪. 富小麦糊粉层粉对面团及面包品质影响的研究 [D]. 河南工业大学, 2022.