啤酒麦糟饼干的工艺优化及其品质特性与体外功能评价

——基于响应面与 BP 神经网络的协同优化

详细流程

（草稿）

内部

2026 年 8 月

目录

一、 麦糟处理 1
二、 饼干制作工艺 1
三、 单因素实验 1
四、 响应面实验 1
五、 品质特性评价 1
六、 体外功能评价 2

说明：本文仅供参考，实际方案经论证后决定。

内部

一、麦糟处理

将新鲜湿麦糟（初始含水量 70%～80%）通过干燥箱（或烤箱）在（95±2）℃条件下进行热风干燥处理 1h，至物料呈均匀干燥状态，称量干燥前后质量，计算得率。之后用粉碎机反复粉碎得到麦糟粉，过 80 目筛，筛上物复粉碎。装入密封袋，标注日期，4℃冷藏备用（≤ 2 周）。

二、饼干制作工艺

以低筋面粉质量（100g）为基准，基础配方固定为：麦糟粉 20~30g（面粉的 20~30%），玉米油 25g（油量 1.5~3%按油脂计）、木糖醇 12g、全蛋液 20g、脱脂奶粉 4g、泡打粉 1.5g（或碳酸氢铵 0.3~0.4g + 碳酸氢钠 0.5~0.6g）、食盐 0.6g、单甘酯 0.3g，加水调至面团水分约 24%。搅拌均匀后揉成面团，加保鲜膜自然醒发 30min，后将面团擀成直径 3 cm，厚度 0.4cm 的薄圆饼，放入烤箱 160℃烤制 16 min 得到无糖麦糟饼干。

（说明：麦糟替代率 = 麦糟粉重 / 面粉重 ×100%）

单甘酯熔点 55~60℃、不溶于冷水，先将单甘酯加入玉米油中，加热 60~70℃搅拌至完全熔化，再一起倒入粉料。

三、单因素实验

采用单因素轮换法分别考察木糖醇添加量（0、5%、10%、15%、20%）、油脂添加量（15%、20%、25%、30%、35%）麦糟添加量（5%、15%、25%、35%、45%）、对无糖麦糟饼干感官评分的影响。

感官评定加权评分标准

评价项目	分值	评分要点
色泽	15	呈均匀浅棕褐、无焦糊、无白斑
香气	15	具麦香与谷物香，无酸败或异味
酥脆度	25	入口酥松、断面多孔、不硬不黏牙
风味	25	咸甜适中、无苦味、无生粉味
组织形态	10	外形完整、厚薄均匀、无破损
整体接受度	10	综合口感与购买意愿

四、响应面实验

结合单因素实验结果，选择中心点，以木糖醇添加量、油脂添加量、麦糟添加量做三因素响应面。得出最优配方，进行验证实验。

五、品质特性评价

质构特性采用质构仪进行 TPA 测试，探头 P/36R，测前速度 2.0mm/s、测中 1.0mm/s、测后 1.0mm/s，压缩比 40%，记录硬度、脆性、咀嚼性与弹性。色差采用色差计测定 L*（明度）、a*（红绿）、b*（黄蓝）值。理化指标按麦糟粉水分按 GB5009.3 测定，粗蛋白按 GB5009.5 凯氏定氮法测定，粗脂肪按 GB5009.6 索氏抽提法测定，灰分按灼烧法测定，总膳食纤维按 GB5009.88 酶重量法测定。国标方法测定水分、蛋白质、脂肪与膳食纤维，菌落总数按 GB4789.2 测定。

六、体外功能评价

总酚含量采用 Folin-Ciocalteu 法测定，以没食子酸当量（mgGAE/g）表示。抗氧化活性采用 DPPH 与 ABTS 自由基清除率法，样品经 70%乙醇提取后于 517nm（DPPH）与 734nm（ABTS）测定吸光度，计算清除率。估计血糖生成指数（eGI）参照 Heredia-Sandoval 等 2020 年的体外淀粉消化法，测定水解指数（HI），按 eGI=39.71+0.549HI 估算。每项测定设 3 次重复。

内部