

罗昕艳, 谭敏怡, 敬思群, 等. 塔尔米速冻熟制拉面研制及其辅助降糖、降血脂活性 [J]. 食品工业科技, 2022, 43(5): 217-223. doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2021070136

LUO Xinyan, TAN Minyi, JING Siqun, et al. Preparation of Quick-frozen Cooked Ramen Based on Talmi and Its Hypoglycemic and Hypolipidemic Activities[J]. Science and Technology of Food Industry, 2022, 43(5): 217-223. (in Chinese with English abstract). doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2021070136

· 工艺技术 ·

# 塔尔米速冻熟制拉面研制及其辅助降糖、 降血脂活性

罗昕艳<sup>1,2</sup>, 谭敏怡<sup>1</sup>, 敬思群<sup>1,\*</sup>, 张俊艳<sup>1</sup>, 王玉涛<sup>2</sup>, 王晓芸<sup>3</sup>

(1. 韶关学院英东食品科学与工程学院, 广东韶关 512005;

2. 喀什大学生命与地理科学学院, 新疆喀什 844006;

3. 新疆阿尔曼清真食品工业集团有限公司, 新疆乌鲁木齐 830000)

**摘要:** 研究塔尔米粉添加量对面团流变学特性及质构拉伸特性的影响, 确定塔尔米粉的最适添加量; 以感官特征和蒸煮损失率的综合评分为指标, 通过单因素和正交试验确定塔尔米速冻熟制拉面的最优和面工艺; 以果蝇为实验动物, 以总蛋白、甘油三酯、海藻糖含量为考察指标, 分析塔尔米速冻熟制拉面对果蝇 II 型糖尿病模型糖脂代谢的影响。结果表明: 塔尔米粉的最适添加量为 15%, 此时面团的韧性最好, 弹性最大; 塔尔米速冻熟制拉面最优和面工艺为: 和面温度 40 °C、静置时间 20 min、和面时间 3 min、加水量 54%, 在此条件下塔尔米速冻熟制拉面的综合得分 80.14, 其中感官评分 89, 蒸煮损失率 0.398; 塔尔米速冻熟制拉面能显著降低高糖高脂诱导的果蝇 II 型糖尿病模型的甘油三酯和海藻糖含量 ( $P < 0.05$ ), 塔尔米速冻熟制拉面有辅助降糖、降血脂功效。

**关键词:** 塔尔米速冻熟制拉面, 最适添加量, 和面工艺优化, 果蝇 II 型糖尿病模型, 降糖降血脂作用

中图分类号: TS213.2

文献标识码: B

文章编号: 1002-0306(2022)05-0217-07

DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2021070136



本文网刊:

## Preparation of Quick-frozen Cooked Ramen Based on Talmi and Its Hypoglycemic and Hypolipidemic Activities

LUO Xinyan<sup>1,2</sup>, TAN Minyi<sup>1</sup>, JING Siqun<sup>1,\*</sup>, ZHANG Junyan<sup>1</sup>, WANG Yutao<sup>2</sup>, WANG Xiaoyun<sup>3</sup>

(1. Henry Fok College of Food Science & Engineering, Shaoguan University, Shaoguan 512005, China;

2. College of Life and Geographic Sciences, Kashi University, Kashi 844006, China;

3. Xinjiang Arman Muslim Foods Industrial Group Co., Ltd., Urumqi 830000, China)

**Abstract:** The effects of different proportion of talmi flour added into whole wheat flour on the rheological properties and texture tensile properties of dough were studied, so as the optimal addition amount of talmi flour was determined. Based on the comprehensive evaluation of sensory characteristics and cooking loss rate as indexes, the optimal blending process of talmi quick-frozen cooked ramen was determined by single factor and orthogonal experiment; drosophila type 2 diabetes mellitus model induced by high glucose and high lipid was established in experimental animals, the effects of talmi quick-frozen cooked ramen on glucose and lipid metabolism of drosophila melanogaster model were analyzed with the contents of total protein, triglyceride and trehalose as the indexes. The results showed that the optimal addition amount of talmi flour was 15%, and the toughness of dough was the best and the elasticity was the maximum. The optimal processing formula of quick-frozen cooked talmi ramen was as follows: 40 °C temperature, 20 min standing time, 3 min blending time and 54% water, under these conditions, the comprehensive score was 80.14, the sensory score of talmi quick-frozen cooked ramen was 89 and the cooking loss rate was 0.398; talmi quick-frozen cooked ramen could significantly reduce the contents of

收稿日期: 2021-07-13

基金项目: 韶关学院教授科研启动经费 (433-99000611); 新疆维吾尔自治区重大科技专项项目 (No. 2016A01001-3)。

作者简介: 罗昕艳 (1996-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 食品科学, E-mail: xinyanyea@163.com。

\* 通信作者: 敬思群 (1966-), 女, 博士, 教授, 研究方向: 功能食品, E-mail: jingsiqun@163.com。

triglyceride and trehalose of *Drosophila* type II diabetes mellitus model induced by high sugar and high fat ( $P < 0.05$ ), indicating that talmi quick-frozen cooked ramen had the effect of assistant hypoglycemic and lipid lowering.

**Key words:** talmi quick-frozen cooked ramen; optimum addition amount; optimization of flour blending process; *Drosophila melanogaster* type 2 diabetes mellitus model; hypoglycemic and lipid-lowering effects

塔尔米又称糜子米,是新疆特色传统食品,具有较强的抗逆性,生长期短,产量较高,多年生长于干旱或半干旱地区,俗称“中米”或“小黄米”,其主要含有蛋白质、氨基酸、多糖、矿物元素等有效成分,人们认为其具有预防高血脂、糖尿病等功效,是新疆地区哈萨克族和蒙古族等少数民族传统生活食品酥油茶必放的食料<sup>[1-2]</sup>。

塔尔米拉面经和面、静置、轧片、切条、蒸制、烘干、速冻等工艺制成,具有丰富的营养价值。近年来糖尿病和高血脂症患者人数呈现爆发式增长态势<sup>[3]</sup>,对于具有降糖降脂功效的杂粮和果蔬面条的研发成为研究热点<sup>[4]</sup>,高糖高脂食物诱导的果蝇模型被作为人类研究 II 型糖尿病等代谢疾病的有用模型<sup>[5-6]</sup>。吴飞虎等<sup>[7]</sup>以小麦粉为主要原料,添加一定量的微胶囊化番茄粉、塔尔米粉和红枣多糖制作了具有降糖作用的杂粮果蔬复合鲜面条。WANG 等<sup>[8]</sup>以葡萄糖代谢为指标,以三种不同工艺制作具有预防糖尿病的燕麦面条。赵芳芳等<sup>[9]</sup>以力学特性、蒸煮品质为指标,以苦荞混合粉和小麦粉为主要原料研制了一款具有辅助降血糖的苦荞面条。马文武<sup>[10]</sup>以小麦粉为主要原料,添加一定量的冻干葡萄粉、莴笋叶粉、秋葵粉等制作了具有降血脂作用的果蔬面条。然而对于塔尔米无论是从植物学还是营养学都鲜有研究<sup>[11]</sup>。

本文旨在以添加营养健康的塔尔米代替小麦粉研发具有辅助降糖降脂功效的拉面,分析了不同比例塔尔米粉对混合粉流变学特性及拉面质构拉伸特性的影响,考察了加水量、和面时间、静置时间、和面温度对塔尔米速冻熟制拉面感官特性和蒸煮损失率的影响;同时以 II 型糖尿病果蝇为动物实验模型,考察塔尔米速冻熟制拉面的降糖降脂作用,赋予传统拉面更多的营养价值和食疗作用,为糖尿病患者提供了一种来源广、成本低、无毒副作用的新型保健主食,同时又有效增加了塔尔米资源的附加值,对新疆特色农产品的开发利用具有重要意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

小麦粉(特一粉) 新疆天山面粉集团有限责任公司;塔尔米粉(实验室自制) 托里县达尔汗农产品购销农民专业合作社提供;甘油三酯、海藻糖测定试剂盒 河南世辉医疗器械厂;总蛋白定量测试盒 杭州生物科技有限公司;蔗糖、琼脂、玉米粉、酵母粉、棕榈酸 均购买于市场;对羟基苯甲酸甲酯、无水乙醇、苯甲酸钠、丙酸 上海原野生物科技有限公司;黑檀体果蝇(*Ebony Flies*) 中山大学分子生物学与遗传学实验室提供。

TA-XT2i 质构仪 英国 Stable Micro System 公司;Farinograph-AT 型自动型粉质仪 德国布拉班德 Brabender 公司;T6 紫外分光光度计 新世纪仪器制造公司;SHE-3000G 酶标分析仪 深圳市一六八医疗器械厂;GZ-250-G 智能光照培养箱 韶关市广智科技设备有限公司;XTL 解剖镜 苏州景通仪器有限公司;JSM280G 手提式高压杀菌锅 宁波久兴医疗设备有限公司;无菌工作台 苏州苏信科技有限公司;DHG-9076A 电热恒温鼓风干燥箱 金坛市大地自动化仪器厂;CH-2122F 电磁炉 格兰仕电器有限公司;FKM-200 压面机 浙江俊媳妇厨具有限公司。

### 1.2 实验方法

1.2.1 速冻熟制拉面的制备 工艺流程<sup>[12]</sup>:小麦粉、塔尔米粉、水、盐→和面→静置→轧片→静置→切条→蒸制→烘干→冷却→速冻→冻藏→包装。

操作要点:

和面:将塔尔米粉以 0%、5%、10%、15%、20%、25% 的比例与小麦粉及辅料盐 1%、菊粉 0.1%、高酰基结冷胶 0.15%、海藻糖 4%、亚麻籽胶 1.2%、亚麻籽粉 3% 等混合均匀,将浓度约为 2% 的食盐水加入混合粉中在一定的温度下开始和面,使料坯手握成团,轻揉有松散面絮即可。

静置:将面团在 30 °C 下静置一定时间,使水分平衡,面筋伸展。

轧片:复合压延,3.5、3、2、1.5、1 mm 各两道。

切条:面条直径 2.5 mm,长 30 cm。

蒸制:将面条于微沸水(90~100 °C)中蒸 1 min,煮 3 min。

烘干:80 °C 下烘干 3 min。

速冻冻藏:-30 °C 超低温冰箱速冻 30 min 后转移至-18 °C 冰箱冻藏。

1.2.2 塔尔米粉添加量对混合粉流变学特性的影响

参照 GB/T 14614-2006/ISO 5530-1:1997 小麦粉面团的物理特性 吸水性和流变学特性的测定 粉质仪法,采用 Farinograph-AT 型自动型粉质仪测定混合粉的吸水量、面团形成时间、稳定时间、弱化度以及粉质质量指数等参数,每个样品做三次重复实验,每次重复实验需做三个平行。

1.2.3 塔尔米粉添加量对拉面质构拉伸特性的影响

参照叶晓枫等<sup>[13]</sup>的方法并略作修改,用 P/50 铝制圆柱形探头进行全质构分析(texture profile analysis, TPA),测试前速度、测试速度、测试后速度均为 3.0 mm/s、压缩率 50%、感应力 5.0 g,两次压缩之间的时间间隔 3 s。每个样品做六次平行实验。

1.2.4 塔尔米速冻熟制拉面和面工艺单因素实验  
按照工艺 1.2.1 制备塔尔米速冻熟制拉面, 在塔尔米添加量 15%, 和面温度为 40 ℃、和面时间 3 min、静置时间 20 min、加水量为 54% 的条件下分别考察加水量(48%、50%、52%、54%、56%)、和面时间(1、2、3、4、5 min)、静置时间(15、20、25、30、35 min)、和面温度(25、30、35、40、45 ℃)等因素对塔尔米速冻熟制拉面品质的影响, 以蒸煮损失率及感官品质为考察指标, 采用综合评分法判定实验结果, 确定最优和面工艺。

1.2.5 塔尔米速冻熟制拉面和面工艺正交优化试验  
以蒸煮损失率及感官品质为考察指标, 根据单因素实验结果, 做  $L_9(3^4)$  正交优化试验, 因素水平设计见表 1。

表 1 正交试验因素水平设计  
Table 1 Factors and levels design of orthogonal test

水平	因素			
	A加水量 (%)	B和面温度 (℃)	C和面时间 (min)	D静置时间 (min)
1	52	35	2	15
2	54	40	3	20
3	56	45	4	25

1.2.6 指标测定 蒸煮损失率: 参照阿瓦古丽等<sup>[14]</sup>方法并略作修改, 称取 20 g 生拉面, 量取 160 mL 蒸馏水, 待水沸腾的时候, 放入水中 2 min 后捞出, 取拉面的清汤, 测其 460 nm 处的吸光度, 以面条的吸光度表示面条的蒸煮损失率。

拉面的感官评价: 参照 GB/T 20981-2007 面包和 GB/T 16860-1997/ISO 11036:1994 感官分析方法质地剖面检验, 确定塔尔米速冻熟制拉面的感官评定评分标准, 见表 2。感官评估团队由 10 名接受过食品专业知识培训的不同年龄和性别的人组成。

综合评分法: 参考吴港城等<sup>[15-16]</sup>方法并略作修改, 两个指标的权重系数  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$  分别为 0.1、0.9,  $\lambda_1 + \lambda_2 = 1$ 。综合评分 =  $0.1 \times$  蒸煮损失率 +  $0.9 \times$  感官评分。

1.2.7 塔尔米速冻熟制拉面对果蝇 II 型糖尿病模型糖脂代谢的影响

1.2.7.1 高糖、高脂诱导的果蝇 II 型糖尿病模型的建立 参照周意等<sup>[17-18]</sup>的方法配置普通培养基, 高糖高脂培养基是在普通培养基的基础上分别提高 20% 蔗糖和 20% 棕榈酸。取 6~8 h 基础培养基羽化未交配的雄果蝇。每晚十点前清空培养管中的果蝇, 次日上午对新羽化的果蝇进行挑选(1 日龄), 收集羽化未交配的雄性果蝇, 乙醚麻醉后转入新鲜培养基中培养, 雌雄分开培养, 搜集 3 日龄雄果蝇, 随机分为正常组和实验组共 6 组, 每组 3 管, 每管 30 只。正常组用普通培养基, 其余果蝇用高糖或高脂培养基连续喂养一周后, 再随机分为模型组和给药组喂养 1 周。

1.2.7.2 实验分组 参照刘冀婕等<sup>[19-20]</sup>方法, 实验分组见表 3。阳性对照组、速冻熟制拉面(简称基础拉

表 2 速冻拉面面条的感官评定项目和评分标准

Table 2 Sensory evaluation items and scoring criteria of quick-frozen ramen noodles

评价项目	满分(分)	评分标准(分)	感官描述
色泽	10	9~10	面条的颜色和亮度、面条光泽较好
		6~8	亮度一般
		1~5	色为深灰色则亮度差
		8.5~10	面条的表观光滑、胀的程度不严重、细腻光滑
外观形态	10	7.0~8.4	中间
		1~6	表面粗糙、膨胀、变形严重
		17~20	咬断面条需要的力度中等
		13~16	稍硬或软
适口性	20	1~12	太硬或太软
		20~25	咀嚼面条时咬合和弹性的大小、咬合和弹性很好
		15~19	一般
		1~14	咬合较差且弹性不足
韧性	25	22~25	吃起来时清爽、不粘牙齿
		17~21	较清爽、牙齿稍粘
		1~16	不清爽、粘牙
		9~10	即味道, 具有清香味
风味	10	6.5~8.9	基本没有
		1~6	有异味

面)组、塔尔米速冻熟制拉面(简称塔尔米拉面)组培养基配方按照表 3 加入对应重量的样品。

表 3 果蝇实验分组  
Table 3 Experimental grouping of *Drosophila*

序号	组别	数量(只)	组分含量
A	正常对照组	30	普通培养基
B	模型对照组	30	高糖/高脂培养基
C	阳性对照组	30	0.1%二甲双胍+高糖/高脂培养基
D	基础拉面组	30	6%的基础拉面+高糖/高脂培养基
E	塔尔米低剂量组	30	2%塔尔米拉面+高糖/高脂培养基
F	塔尔米高剂量组	30	6%塔尔米拉面+高糖/高脂培养基

不同实验组配方如下: 基础拉面组: 全小麦粉、水、辅料(盐 1%、菊粉 0.1%、高酰基结冷胶为 0.15%、海藻糖为 4%、亚麻籽胶 1.2%、亚麻籽粉为 3%); 塔尔米拉面组: 小麦粉、15% 塔尔米粉、水、辅料(同基础拉面组)。

1.2.7.3 指标测定 参照海藻糖检测试剂盒、微量 BCA 蛋白质定量试剂盒、甘油三酯(TG)测试盒说明书方法, 按其公式及微孔板吸光值浓度测定法测定海藻糖、甘油三酯、总蛋白含量。

$$\text{海藻糖含量(mg/mL)} = \frac{\text{OD}_{\text{测定管}} - \text{OD}_{\text{空白管}}}{\text{OD}_{\text{标准管}} - \text{OD}_{\text{空白管}}} \times C \times V_1 / V_2 \times D$$

式中: C 表示标准液浓度, mg/mL;  $V_1$  表示提取液体积, mL;  $V_2$  表示血清体积, mL; D 表示上清液稀释倍数。

$$\text{甘油三酯含量}(\mu\text{g/mL}) = \frac{\frac{A_{\text{样本孔}} - A_{\text{空白孔}}}{A_{\text{标准孔}} - A_{\text{空白孔}}} \times C_{\text{标准}} \times V_{\text{提取液}}}{W}$$

式中: W 表示组织前处理时称取的组织重量, g;  $V_{\text{提取液}}$  表示组织前处理时加入的提取液的总体积, L。

### 1.3 数据统计与处理

采用 SPSS 22.0 进行实验数据统计学分析, 结果以均数±标准差 ( $\bar{x}\pm s$ ) 形式表示。多重比较采用 Duncan 法, 在  $P<0.05$  的水平对数据进行显著性检验, 用 Prism 5 和 Origin9.0 软件绘图。

## 2 结果与分析

### 2.1 塔尔米粉添加量对混合粉流变学特性的影响

由表 4 可知, 随着塔尔米粉添加量的提高, 吸水量、形成时间逐渐降低, 稳定时间、弱化度呈先增加后减少的趋势, 可能是因为随着塔尔米粉含量的增加, 混合粉中面筋含量降低, 淀粉含量增加, 蛋白质含量被弱化, 从而导致吸水量和形成时间降低。这与陈芳芳等<sup>[21]</sup>的研究结果一致。稳定时间和弱化度的增加可能是因为塔尔米粉含有较多的纤维素, 塔尔米粉弱化小麦粉中的蛋白质和面筋结构, 这与周小理等<sup>[22]</sup>的研究结果一致。塔尔米粉添加量为 15% 时, 面团的稳定时间较长, 粉质质量指数较优, 此时的面团抗剪切能力大, 面团品质佳。

表 4 塔尔米粉添加量对混合粉流变学特性的影响

Table 4 Effect of the amount of talmi powder on rheological properties of mixed flours

塔尔米量 (%)	吸水量 (mL/100 g)	形成时间 (min)	稳定时间 (min)	弱化度 (BU)	粉质质量指数
0	63.20±0.7 <sup>a</sup>	4.0±0.3 <sup>a</sup>	5.4±0.9 <sup>bc</sup>	54±3 <sup>b</sup>	68±3 <sup>a</sup>
5	61.80±0.5 <sup>b</sup>	3.5±0.5 <sup>a</sup>	5.1±0.6 <sup>bc</sup>	63±4 <sup>a</sup>	65±3 <sup>a</sup>
10	59.4±0.6 <sup>c</sup>	2.8±0.3 <sup>b</sup>	13.3±0.6 <sup>a</sup>	65±2 <sup>a</sup>	37±3 <sup>c</sup>
15	58.50±0.2 <sup>c</sup>	2.3±0.3 <sup>bc</sup>	6.3±0.4 <sup>b</sup>	70±6 <sup>a</sup>	64±3 <sup>a</sup>
20	58.9±0.5 <sup>c</sup>	1.9±0.2 <sup>cd</sup>	5.7±1.2 <sup>bc</sup>	65±5 <sup>a</sup>	65±6 <sup>a</sup>
25	55.90±0.3 <sup>d</sup>	1.5±0.3 <sup>d</sup>	4.6±0.9 <sup>c</sup>	67±3 <sup>a</sup>	50±3 <sup>b</sup>

注: 同列不同字母代表差异显著 ( $P<0.05$ ); 表 5 同。

### 2.2 塔尔米粉添加量对速冻熟制拉面质构拉伸特性的影响

由表 5 可见, 塔尔米的添加量对速冻熟制拉面的硬度、咀嚼性、拉断力和拉伸距离均有显著性影响 ( $P<0.05$ ), 对弹性无显著影响 ( $P>0.05$ ), 且弹性、拉断力、拉伸距离与拉面品质呈显著正相关<sup>[23]</sup>, 在试验范围内, 当塔尔米比例加大时, 弹性、咀嚼性、拉断力、拉伸距离先升高后降低, 峰值对应的塔尔米粉添加量均为 15%。综上实验, 塔尔米添加量确定为 15%。

### 2.3 和面工艺单因素实验结果

由图 1 可知, 随着加水量、和面时间、静置时

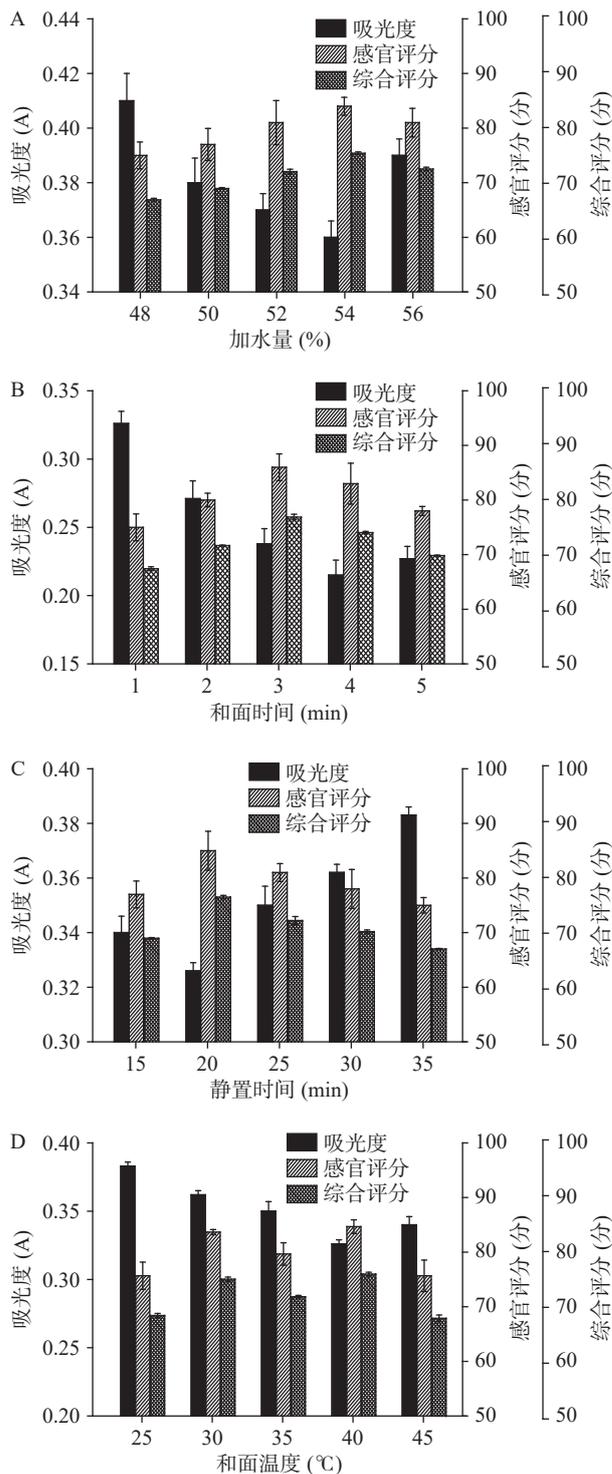


图 1 不同和面工艺对塔尔米速冻熟制拉面品质的影响

Fig.1 Effect of different mixing process on the quality of quick-frozen cooked talmi ramen

注: A: 加水量; B: 和面时间; C: 静置时间; D: 和面温度。

表 5 塔尔米粉添加量对速冻熟制拉面质构拉伸特性的影响

Table 5 Effect of the amount of talmi powder on texture and tensile characteristics of quick-frozen cooked ramen

塔尔米量 (%)	硬度 (g)	弹性	咀嚼性	拉断力 (g)	拉伸距离 (mm)
5	4100±102 <sup>a</sup>	0.761±0.02 <sup>a</sup>	3400±111 <sup>b</sup>	35.5±0.8 <sup>ab</sup>	9.0±1.1 <sup>b</sup>
10	3970±125 <sup>ab</sup>	0.773±0.01 <sup>a</sup>	3580±102 <sup>ab</sup>	36.2±0.8 <sup>ab</sup>	11.3±2.1 <sup>ab</sup>
15	3840±52 <sup>bc</sup>	0.786±0.02 <sup>a</sup>	3740±106 <sup>a</sup>	37.5±1.5 <sup>a</sup>	14.2±3.4 <sup>a</sup>
20	3770±117 <sup>cd</sup>	0.778±0.01 <sup>a</sup>	3600±120 <sup>ab</sup>	34.7±1.0 <sup>bc</sup>	10.2±2.4 <sup>ab</sup>
25	3640±87 <sup>d</sup>	0.765±0.01 <sup>a</sup>	3500±100 <sup>b</sup>	32.4±1.9 <sup>c</sup>	8.9±0.8 <sup>b</sup>

间、和面温度的增加, 塔尔米速冻熟制拉面的蒸煮损失率先减少后增加, 感官评分呈先增加后减少的趋势。加水量过低面团难以形成面筋结构, 加水量过高拉面的柔软性和可咀嚼性降低<sup>[24]</sup>; 和面时间过短, 容易出现白色条纹, 和面时间过长, 容易对面团造成撕裂<sup>[25]</sup>; 静置时间过长, 面团易散失水分, 静置时间过短, 则网络结构形成不足; 和面温度过高, 蛋白质和淀粉易发生变性。单因素实验结果表明最适的加水量为 54%、和面时间为 3 min、静置时间为 20 min、和面温度为 40 ℃。

### 2.4 和面工艺正交试验结果

和面工艺的正交优化试验结果见表 6, 方差分析结果见表 7。由表 7 知, 和面温度对塔尔米速冻熟制拉面的综合评分影响最大, 其次是静置时间, 和面时间次之, 最后是加水量, 此结果与正交试验极差分析结果相同。最优组合为 A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>D<sub>2</sub>, 即和面温度为 40 ℃、静置时间 20 min、和面时间 3 min、加水量为 54%。

表 6 L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>)正交优化试验结果表

Table 6 Table of L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>) orthogonal optimization test results

水平	A加水量 (%)	B和面温度 (℃)	C和面时间 (min)	D静置时间 (min)	综合评分 (分)
1	1(52)	1(35)	1(2)	1(15)	71.58
2	1	2	2	2	75.86
3	1	3	3	3	72.26
4	2(54)	1	2(3)	3(25)	74.51
5	2	2(40)	3	1	74.06
6	2	3	1	2	72.91
7	3(56)	1	3(4)	2(20)	74.06
8	3	2	1	3	73.61
9	3	3(45)	2	1	72.03
K <sub>1</sub>	219.70	220.15	218.10	217.67	
K <sub>2</sub>	221.48	223.53	222.40	222.83	
K <sub>3</sub>	219.70	217.20	220.38	220.38	
R	1.78	6.33	4.30	5.16	
因素顺序	B>D>C>A				
最优组合	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub> D <sub>2</sub>				

表 7 方差分析结果

Table 7 Analysis of variance results

因素	偏差平方和	自由度	F比	F临界值
A	0.704	2	0.189	4.460
B	6.688	2	1.793	4.460
C	3.085	2	0.827	4.460
D	4.441	2	1.191	4.460
总差	14.919	8		

验证实验得, 在最优工艺条件下制得速冻熟制拉面的感官评分为 (89±1.75), 蒸煮损失率为 (0.398±0.003), 综合得分为 80.14, 因此所选最优工艺组合合理。

### 2.5 速冻熟制拉面对高糖高脂诱导的果蝇 II 型糖尿病模型糖脂代谢的影响

CHEN 等<sup>[26]</sup>研究表明南瓜多糖和葛根素通过降低总胆固醇、甘油三酯和低密度脂蛋白水平以及提

高高密度脂蛋白水平显示其降脂活性。OKOYE 等<sup>[27]</sup>将西番莲叶乙醇提取物处理糖尿病果蝇模型, 通过测定葡萄糖含量、繁殖力和过氧化氢酶活性判断出其具有降血糖和抗氧化特性。海藻糖是果蝇血淋巴糖循环中的主要物质, 测定海藻糖含量能有效地反映果蝇血糖水平<sup>[28]</sup>, 甘油三酯是高脂血症的重要预测因子<sup>[29]</sup>。由图 2 可知: 与正常组相比较, 模型组的总蛋白含量无显著变化( $P>0.05$ ), 说明高糖诱导对果蝇的生长无显著影响; 甘油三酯和海藻糖含量均极显著上升( $P<0.01$ ), 说明建模成功。与模型组相比较, 基础拉面组对甘油三酯和海藻糖含量无显著性降低( $P>0.05$ ), 高剂量塔尔米拉面组能极显著降低甘油三酯及海藻糖含量( $P<0.01$ )。高剂量塔尔米拉面组降低海藻糖含量的能力与阳性对照组无显著性差异( $P>0.05$ )。与基础拉面组相比较, 塔尔米拉面组能显著降低甘油三酯和海藻糖含量( $P<0.05$ )。与低剂量塔尔米拉面组相比较, 高剂量塔尔米拉面能极显著地降低海藻糖含量( $P<0.01$ )。其可能原因是塔尔米含有降血脂作用的多糖、黄酮类有效活性成分, 通过抑制脂肪酸合成酶的表达, 加快甘油三酯代谢速度, 并能促进葡萄糖消耗, 具有降糖降脂功效<sup>[30]</sup>。

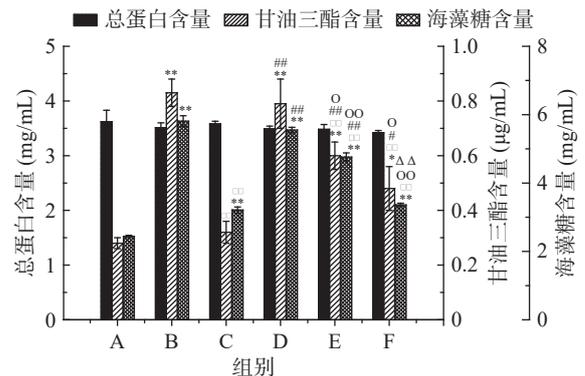


图 2 速冻熟制拉面对高糖诱导的果蝇 II 型糖尿病模型糖脂代谢的影响

Fig.2 Effect of quick-frozen cooked ramen on glucose and lipid metabolism in *Drosophila* type 2 diabetes mellitus induced by high glucose

注: A-正常组; B-高糖模型组; C-阳性对照组; D-基础拉面组; E-塔尔米拉面低剂量组; F-塔尔米拉面高剂量组; 与正常组相比, “\*”表示差异显著  $P<0.05$ ; “\*\*”表示差异极显著  $P<0.01$ ; 与模型组相比较, “□”表示差异显著  $P<0.05$ ; “□□”表示差异极显著  $P<0.01$ ; 与阳性对照组相比较, “#”表示差异显著  $P<0.05$ ; “##”表示差异极显著  $P<0.01$ ; 与基础拉面组相比较, “O”表示差异显著  $P<0.05$ ; “OO”表示差异极显著  $P<0.01$ ; 与塔尔米低剂量拉面相比较, “Δ”表示差异显著  $P<0.05$ , “ΔΔ”表示差异极显著  $P<0.01$ ; 图 3 同。

由图 3 可知: 与正常组相比较, 模型组的总蛋白含量无显著变化( $P>0.05$ ), 说明高脂诱导对果蝇的生长无显著影响; 甘油三酯和海藻糖含量均极显著上升( $P<0.01$ ), 说明建模成功。与模型组相比较, 基础拉面组对甘油三酯和海藻糖含量无显著性降低( $P>0.05$ ), 高剂量塔尔米拉面组能极显著降低甘油三酯及海藻糖含量( $P<0.01$ )。高剂量塔尔米拉面组降低

甘油三酯含量的能力与阳性对照组无显著性差异( $P>0.05$ )。与基础拉面组相比较,高剂量塔尔米拉面组能极显著降低甘油三酯和海藻糖含量( $P<0.01$ )。与低剂量塔尔米拉面组相比较,高剂量塔尔米拉面能极显著地降低海藻糖含量( $P<0.01$ )。

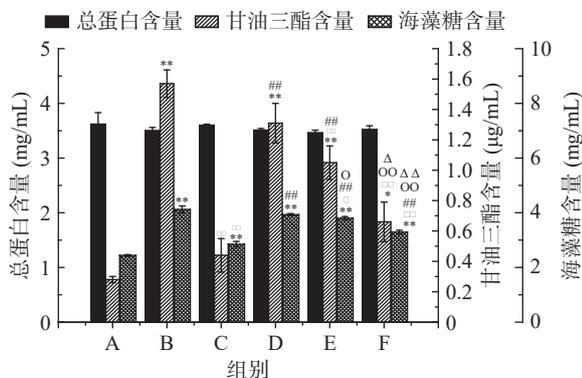


图3 速冻熟制拉面对高脂诱导的果蝇Ⅱ型糖尿病模型糖脂代谢的影响

Fig.3 Effect of quick-frozen cooked ramen on glucose and lipid metabolism in *Drosophila* type 2 diabetes mellitus induced by high fat diet

许子杨等<sup>[31]</sup>通过研究石斛、粉葛咀嚼片喂养果蝇测定总蛋白、甘油三酯、海藻糖含量表明石斛与粉葛具有协同辅助降糖降脂作用。孙伊琳<sup>[32]</sup>将燕麦挂面对糖脂代谢综合征患者进行随机膳食干预实验,通过测定受试者干预前后血糖、胰岛素、甘油三酯、总胆固醇等指标表明燕麦挂面具有辅助调节糖脂代谢作用。综上所述:塔尔米拉面能显著降低高糖、高脂诱导的果蝇Ⅱ型糖尿病模型的甘油三酯及海藻糖含量( $P<0.05$ ),但对总蛋白含量无显著影响( $P>0.05$ )。

### 3 结论

糖尿病是严重威胁人类健康的慢性基础疾病,Ⅱ型糖尿病是糖尿病中最常见的类型,目前治疗糖尿病的主要药物仍然是西药,但其价格昂贵,毒副作用大,从天然产物中筛选降糖成分成为研究热点<sup>[33]</sup>。塔尔米是一种营养丰富的杂粮类作物,纤维素和粗蛋白含量较高,含有大量的多不饱和脂肪酸以及高于其他粮食作物很多倍的铁、锌、锰、铜、硒等矿物元素,并具有一定的抗氧化活性,且含有如氨基酸、多肽、多糖、有机酸、皂苷、黄酮等多种功能性成分<sup>[34]</sup>。然而目前对于塔尔米的开发应用研究较少。

塔尔米速冻熟制拉面最优和面工艺为:塔尔米粉的添加量为15%、加水量54%、和面时间3 min、静置时间20 min、和面温度40℃,此时产品的感官评价和蒸煮损失率的综合评分最高。在此配方下制得的塔尔米速冻熟制拉面感官和质构评价优良,为进一步塔尔米速冻熟制拉面的规范化生产提供理论依据。塔尔米速冻熟制拉面对高糖高脂诱导的果蝇Ⅱ型糖尿病模型的甘油三酯、海藻糖含量都有显著性降低作用( $P<0.05$ ),塔尔米速冻熟制拉面具有辅助降糖降血脂的功效,这可能是由于塔尔米中含有多

糖、黄酮、萜类等活性成分对糖苷酶活性的抑制,进而起到降血糖降血脂的作用<sup>[35]</sup>。

塔尔米的降糖降脂作用机制尚不十分清楚,需要进一步研究。塔尔米的辅助降糖降脂功效对塔尔米资源开发和提高边远地区农牧民生活水平以及对糖尿病预防干预有现实意义。并且塔尔米原材料价格实惠,物料丰富,具有广阔的开发应用前景。

### 参考文献

- [1] 敬思群,王德萍,苏乐萍,等. 塔尔米有效成分及脂肪酸组成分析[J]. 食品工业, 2019, 40(8): 300-303. [JING Siqun, WANG Deping, SU Leping, et al. Analysis of active components and fatty acid composition of talmi[J]. The Food Industry, 2019, 40(8): 300-303.]
- [2] 余红梅,沙吾列·阿合买提,赛力汗·赛. 塔尔米丰产栽培技术[J]. 农村科技, 2014(7): 11-12. [YU Hongmei, SHAWULIE Ahemaiti, SAILIHAN Sai. Cultivation techniques for high yield in talmi[J]. Rural Science & Technology, 2014(7): 11-12.]
- [3] YU Wei, SHI Ruizhi, LI Jim, et al. Need for hyperlipidemia management policy reform in China: Learning from the global experience[J]. Current Medical Research and Opinion, 2018, 34(2): 197-207.
- [4] YONG T K, ZONG D J, HUNG M P, et al. Manufacture of the functional noodle and its effects on postprandial 2h-blood glucose and serum lipid levels of subjects with IGT[J]. Current Nutrition & Food Science, 2020, 16(4): 625-630.
- [5] PALANKER M M L, FINK J L, NARZINSKI K, et al. A high-sugar diet produces obesity and insulin resistance in wild-type drosophila[J]. Dis Model Mech, 2011(4): 842-849.
- [6] PASCO M Y, LÉOPOLD P. High sugar-induced insulin resistance in drosophila relies on the lipocalin neural lazarrillo[J]. PLoS One, 2012(5): 1-8.
- [7] 吴飞虎,敬思群,王晓芸,等. 杂粮果蔬复合鲜面条的配方优化及其对α-葡萄糖苷酶的抑制活性[J]. 食品工业科技, 2020, 41(24): 125-130, 136. [WU Feihu, JING Siqun, WANG Xiaoyun, et al. Formulation optimization and inhibitory effect on α-glucosidase activity of fresh noodles prepared by combination with grain, fruit and vegetable[J]. Science and Technology of Food Industry, 2020, 41(24): 125-130, 136.]
- [8] WANG Lijuan, WANG Lili, ZHANG Nachuan, et al. Glucose metabolic effects of oat noodles with different processing in type 2 diabetic mice[J]. Journal of Cereal Science, 2019, 88: 125-131.
- [9] 赵芳芳. 高添加苦荞挂面加工技术研究及其降血糖功能评价[D]. 镇江: 江苏大学, 2018. [ZHAO Fangfang. Study on processing property of high content tartary buckwheat noodles and functional evaluation of its hypoglycemic effect[D]. Zhenjiang: Jiangsu University, 2018.]
- [10] 马文武. 一种降血压降血脂葡萄面条的制作方法[P]. 安徽: CN108077749A, 2018-05-29. [MA Wenwu. A method of making grape noodles with blood pressure and blood lipid lowering[P]. Anhui: CN108077749A, 2018-05-29.]
- [11] 刘玉梅,曹军,王莹. 新疆哈萨克传统食品塔尔米营养成分研究[J]. 食品工业科技, 2009, 30(3): 310-312. [LIU Yumei, CAO Jun, WANG Xuan. Study on nutritional components of ta-er-mi from a traditional food of kazakh in xinjiang[J]. Science and Technology of Food Industry, 2009, 30(3): 310-312.]
- [12] 韩金玉. 生鲜拉面的保鲜储藏技术研究[D]. 郑州: 河南工

- 业大学, 2015. [ HAN Jinyu. Development on the preservation and storage technology of fresh pulled noodle[D]. Zhengzhou: Henan University of Technology, 2015. ]
- [ 13 ] 叶晓枫, 赵黎平, 曹蓉, 等. 冷冻非发酵面团冻藏过程中化学成分及物理特性的变化[J]. *食品科学*, 2014, 35(6): 219-223. [ YE Xiaofeng, ZHAO Liping, CAO Rong, et al. Changes in chemical composition and physical characteristics of frozen non-fermented dough during frozen storage[J]. *Food Science*, 2014, 35(6): 219-223. ]
- [ 14 ] 阿瓦古丽·买提克, 王晓芸, 敬思群, 等. 高酰基结冷胶对速冻熟制拉面品质特性的影响[J]. *食品工业*, 2018, 39(9): 138-140. [ AWAGULI Maitike, WANG Xiaoyun, JING Siqun, et al. Effect of high acyl gellan gum on quality characteristics of quick frozen cooked hand-extended noodle[J]. *The Food Industry*, 2018, 39(9): 138-140. ]
- [ 15 ] 吴港城, 张慈, 王玉川, 等. 高品质面条工艺配方优化[J]. *食品与生物技术学报*, 2015, 34(2): 215-223. [ WU Gangcheng, ZHANG Min, WANG Yuchuan, et al. Formula optimization for producing high quality noodle[J]. *Journal of Food Science and Biotechnology*, 2015, 34(2): 215-223. ]
- [ 16 ] YIN Shenggao, TANG Hongzhen, LI Jinlian, et al. Optimization of preparation and brewing process of radix polygonum multiflorum preparata-herba taxilli tea bag by orthogonal test combined with comprehensive weighted score analysis[J]. *Medicinal Plant*, 2019, 10(5): 60-63, 68.
- [ 17 ] 周意, 梁洁, 刘玉香, 等. 玛咖多糖对果蝇抗衰老作用的研究[J]. *长沙医学院学报*, 2018, 16(2): 23-27. [ ZHOU Yi, LUAN Jie, LIU Yuxiang, et al. Effect of maca polysaccharide on life span and antioxidative ability of drosophila melanogaster[J]. *Journal of Changsha Medical University*, 2018, 16(2): 23-27. ]
- [ 18 ] LOPEZ T, SCHNINER S E, OKORO M, et al. Green tea polyphenols extend the lifespan of male drosophila melanogaster while impairing reproductive fitness[J]. *Journal of Medicinal Food*, 2014, 17(12).
- [ 19 ] ZHANG Jingjing, LIU Xuan, PAN Jiahui, et al. Anti-aging effect of brown black wolfberry on drosophila melanogaster and dgalactose-induced aging mice[J]. *Journal of Functional Foods*, 2020, 65(C): 103724-1303724.
- [ 20 ] LOUIS M, DE P G. Collective behavior: Social digging in drosophila larvae[J]. *Current Biology Cb*, 2017, 27(18): R1010.
- [ 21 ] 陈芳芳, 于文滔, 刘少伟, 等. 紫薯粉对面团粉质特性和质构特性的影响[J]. *食品工业*, 2014, 35(5): 170-174. [ CHEN Fangfang, YU Wentao, LIU Shaowei, et al. Influence of purple potato powder on the farinograph and texture properties of dough [J]. *The Food Industry*, 2014, 35(5): 170-174. ]
- [ 22 ] 周小理, 马思佳, 朱思怡, 等. 苦荞-小麦混合粉面团特性及其鲜湿面条的研制 [J/OL]. *现代食品科技*: 1-8 [2021-06-01]. <https://doi.org/10.13982/j.mfst.1673-9078.2021.8.1132>. [ ZHOU Xiaoli, MA Sijia, ZHU Siyi, et al. Characteristics of tartary buckwheat flour dough and development of fresh and wet noodles[J/OL]. *Modern Food Science and Technology*: 1-8 [2021-06-01]. <https://doi.org/10.13982/j.mfst.1673-9078.2021.8.1132>. ]
- [ 23 ] 李卓瓦, 王春, 陈洁. 质构仪拉伸试验在面粉品质评价中的应用[J]. *粮食加工*, 2006(4): 90-91. [ LI Zhuowa, WANG Chun, CHEN Jie. Application of tensile test with texture instrument in flour quality evaluation[J]. *Grain Processing*, 2006(4): 90-91. ]
- [ 24 ] 王录通. 和面工艺对面团及馒头品质的影响研究[D]. 郑州: 河南工业大学, 2018. [ WANG Lutong. Study on the effect of mixing dough's process to steamed bread quality and dough[D]. Zhengzhou: Henan University of Technology, 2018. ]
- [ 25 ] 董轩. 冷冻熟制型兰州拉面制面工艺研究[D]. 扬州: 扬州大学, 2019. [ DONG Xuan. Study on the processing technology of frozen cooked lanzhou ramen[D]. Yangzhou: Journal of Yangzhou University, 2019. ]
- [ 26 ] CHEN Xue, QIAN Lei, WANG Bujiang, et al. Synergistic hypoglycemic effects of pumpkin polysaccharides and puerarin on type II diabetes mellitus mice[J]. *Molecules*, 2019, 24(5): 955.
- [ 27 ] OKOYE C T, OGBONNA A, ETUHU M A, et al. The phytochemical constituents, hypoglycemic, and antioxidant activities of *Senna occidentalis* (L.) ethanolic leaf extract in high sucrose diet fed drosophila melanogaster[J]. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*, 2021, 19(2): 48-63.
- [ 28 ] UGRANKAR R, BERGLUND E, AKDEMIR F, et al. Drosophila glucone screening identifies ck1alpha as a regulator of mammalian glucose metabolism[J]. *Nature Communications*, 2015, 6: 7102.
- [ 29 ] SIGNE S M, KJELD S, KATHRINE G, et al. Hyperlipidemia is a risk factor for osteonecrosis in children and young adults with acute lymphoblastic leukemia[J]. *Haematologica*, 2017, 102(5): 175-178.
- [ 30 ] 张祺嘉钰, 赵佩媛, 孙静, 等. 山楂的化学成分及药理作用研究进展[J]. *西北药学杂志*, 2021, 36(3): 521-523. [ ZAHNG Qijiaiyu, ZHAO Peiyuan, SUN Jing, et al. Research progress on chemical constituents and pharmacological action of hawthorn[J]. *Northwest Pharmaceutical Journal*, 2021, 36(3): 521-523. ]
- [ 31 ] 许子杨, 敬思群, 林映君, 等. 石斛与粉葛体外体内降糖降脂协同作用研究[J]. *食品与机械*, 2020, 36(1): 181-185. [ XU Ziyang, JING Siqun, LIN Yingjun, et al. Synergistic effects of dendrobium and pueraria thomsonii on hyperglycemic and lipid-lowering between *in vitro* and *in vivo* [J]. *Food & Machinery*, 2020, 36(1): 181-185. ]
- [ 32 ] 孙伊琳. 高添加燕麦挂面加工技术研究及其调脂降糖功能评价[D]. 镇江: 江苏大学, 2019. [ SUN Yilin. Study on the processing property of oat noodles and the functional evaluation of its hypolipidemic and hypoglycemic effect[D]. Zhenjiang: Jiangsu University, 2019. ]
- [ 33 ] 马新华, 岳军. 地黄寡糖对 2 型糖尿病大鼠降脂作用研究[J]. *陕西医学杂志*, 2009, 38(7): 802-804. [ MA Xinhua, YUE Jun. The lowered lipids efficiency of *Rehmannia glutinosa* oligo saccharide in fat-fed, streptozocin-treated rats[J]. *Shaanxi Medical Journal*, 2009, 38(7): 802-804. ]
- [ 34 ] 赵正梅, 拉升·再尼西, 敬思群, 等. 塔尔米的抗氧化性及其在苏打饼干中的应用[J]. *食品与发酵工业*, 2017, 43(9): 170-174. [ ZHAO Zhengmei, LASHENG Zainixi, JING Siqun, et al. Antioxidant effect of taermi and its application in soda biscuit[J]. *Food and Fermentation Industries*, 2017, 43(9): 170-174. ]
- [ 35 ] 冯滢熠, 刘莹莹, 李颖慧, 等. 桑叶黄酮降糖、降脂作用与机制及其在动物生产中的应用[J]. *动物营养学报*, 2020, 32(1): 48-53. [ FENG Ganyi, LIU Tangtang, LI Yinghui, et al. Hypoglycemic and hypolipidemic effects and mechanisms of flavonoids from mulberry leaves and its application in animal production[J]. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2020, 32(1): 48-53. ]