

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2021.01.016

高如意, 曹苗苗, 郭小莉, 等. 麦芽咀嚼片配方工艺及促消化功能研究[J]. 粮油食品科技, 2021, 29(1): 116-121.

GAO R Y, CAO M M, GUO X L, et al. Research on the formulation process of maiya chewable tablets and its digestion promoting function[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2021, 29(1): 116-121.

# 麦芽咀嚼片配方工艺及 促消化功能研究

高如意, 曹苗苗, 郭小莉, 邓辰辰, 胡宝玲, 刘文英, 许明君

(江苏康缘药业股份有限公司, 中药制药过程新技术国家重点实验室, 江苏 连云港 222001)

**摘要:** 采用正交实验和模糊评价法相结合的方法研究麦芽咀嚼片的制备工艺; 以小鼠小肠墨汁推进率、大鼠胃蛋白酶排出以及对动物体重的影响为指标, 研究促进消化动物功能实验。结果表明: 麦芽咀嚼片最佳配方为: 柠檬酸的添加量为 2%, 甜菊糖苷的添加量为 0.1%, 微晶纤维素添加量为 40%, 硬脂酸镁添加量为 1%。2.67 g/kg BW (body weight) 组能提高小鼠小肠运动实验墨汁推进率 ( $P < 0.001$ ), 并且该受试物对大鼠体重增长、摄食量、食物利用率无不良影响。

**关键词:** 麦芽咀嚼片; 配方; 制作工艺; 消化功能; 动物实验

中图分类号: TS201.1 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2021)01-0116-06

## Research on the Formulation Process of Malt Chewable Tablets and Its Digestion Promoting Function

GAO Ru-yi, CAO Miao-miao, GUO Xiao-li, DENG Chen-chen,  
HU Bao-ling, LIU Wen-ying, XU Ming-jun

(Jiangsu Kanion Pharmaceutical Co., Ltd., State Key Laboratory of  
New-tech for Chinese Medicine Pharmaceutical, Lianyungang, Jiangsu 222001, China)

**Abstract:** Study on the formulation process of malt chewable tablets and its digestion promoting function. Using a method combining orthogonal experiment and fuzzy comprehensive evaluation to study the formulation process of malt chewable tablets; using small intestine ink advance rate of mice, pepsin excretion of rats, and animal weight change as indicators to study the digestion promoting function of malt chewable tablets. The best formulas are as follows: citric acid is 2%, stevioside is 1%, microcrystalline cellulose is 40%, and magnesium stearate is 1%. 2.67 g/kg BW (body weight) of malt chewable tablets can improve the ink advancing rate of the small bowel movement experiment in mice ( $P < 0.001$ ), and the chewable tablets had no adverse effects on rat weight gain, food intake, and food utilization. Malt chewable tablets preparation process is stable and reliable, and the animal function experiments show that it has the function of promoting digestion.

**Key words:** malt chewable tablets; formulat; preparation process; digestive function; animal experiment

大麦是我国重要的经济作物, 具有药用、食用、饲用、酿造等多种用途, 经过泡发后烘干,

可以制得麦芽。麦芽能够药食两用, 用为食物原料时, 可以制成麦芽粉, 酿酒、烘焙等食品; 麦芽也可入药, 具有消食、健脾、回乳等功效, 麦芽<sup>[1-4]</sup>具有很好的促进消化功能, 麦芽咀嚼片以麦芽、白术等为原料制成<sup>[5-6]</sup>, 经提取、浓缩、干燥

收稿日期: 2020-03-17

作者简介: 高如意, 男, 1990 年出生, 助理工程师, 研究方向为功能性保健食品研究与开发。E-mail: gry1301@126.com.

后制得的干膏粉滋味苦涩<sup>[7-8]</sup>，难以下咽。本研究主要采用模糊评价<sup>[9-10]</sup>结合正交实验<sup>[11-12]</sup>的方法研究麦芽咀嚼片配方工艺，并研究麦芽咀嚼片对动物的促消化功能实验。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

麦芽、白术、微晶纤维素、淀粉、糊精、柠檬酸等：购于市场。

实验动物，SPF 级雄性 KM 小鼠和 SD 大鼠，成年小鼠 60 只，成年大鼠 48 只，均为 6 周龄：北京华阜康生物科技股份有限公司繁殖。

仪器试剂：加热套：巩义市予华仪器有限公司；鼓风干燥箱：上海一恒科学仪器有限公司；分析天平：BSA 224S-CW Sartorius；灌胃针、活性炭活性炭：上海化学试剂厂生产；阿拉伯胶：山东德佳生物科技有限公司。

### 1.2 工艺流程

麦芽等经提取→浓缩→喷干→总混→制粒→整粒→压片制得。

### 1.3 实验方法

#### 1.3.1 单因素实验设计

以压片效果和口感为指标，筛选稀释剂、矫味剂、润滑剂等辅料。

1.3.1.1 稀释剂选择 主要考察微晶纤维素、淀粉、糊精、糖粉、乳糖等辅料对制粒和压片效果

的影响，添加量均为 30%。

1.3.1.2 矫味剂筛选 主要筛选不同的甜味剂和酸味剂对咀嚼片口感的影响。

1.3.1.3 润滑剂筛选 在制粒后的颗粒中加入适量的润滑剂，可使咀嚼片的外观光滑、完整，主要筛选滑石粉、硬脂酸镁、二氧化硅。

#### 1.3.2 正交实验设计

在单因素实验筛选基础上，分别考察甜菊糖苷、柠檬酸、微晶纤维素和硬脂酸镁相对于干膏粉的添加量对咀嚼片感官评价影响，各因素水平见表 1。

表 1 正交实验因素水平表

水平	因素			
	柠檬酸 添加量 (A)	甜菊糖苷 添加量 (B)	微晶纤维素 添加量 (C)	硬脂酸镁 添加量 (D)
1	1	0.05	20	0.5
2	2	0.10	30	1.0
3	3	0.15	40	1.5

#### 1.3.3 建立评价方法和模糊数学模型

1.3.3.1 评定人员的选择、评价标准和评价方法确定 选择 10 名食品类专业技术人员，男女各 5 人，小组成员身体健康，无嗜酒嗜烟等不良嗜好，能对咀嚼片的感官指标进行独立评价分析。结合相关文献<sup>[13-14]</sup>和本产品特点，确定产品感官评价标准由色泽、组织形态、口感、咀嚼性四个因素构成，参考的感官评价标准见表 2。

表 2 感官评价标准

Table 2 The reference standard of sensory

评价标准	色泽	组织形态	口感	咀嚼性
优	浅黄色，色泽均匀，无麻点	外形完整，表面光滑，边缘整齐，薄厚均一	入口细腻、顺滑，味微酸、甜	食用时用力适中，不会给食用者带来疲劳感觉，无粉粒感、咀嚼性好
良	浅黄色，色泽均匀，有些许麻点	外形较完整，表面较光滑，边缘较整齐，薄厚均一	入口较细腻、较顺滑、稍有粉粒感，酸甜适中	需要稍微用力，不太符合食用者的需求，咀嚼性较好
中	深黄色，色泽较为均匀，麻点较多	外形不完整，断面组织松散，有龟裂与碎片，表面很粗糙	入口不够细腻、较粗糙、稍有粉粒感，酸甜不足或过大	食用时用力稍大，口感粗糙
差	色泽不均，麻点较多	外形不完整，表面不光滑，边缘不整齐，有大量多余粉末	味苦，颗粒感重，酸味或甜味不足	需长时间用力咀嚼，不符食用者要求

感官评价标准由色泽、组织形态、口感、咀嚼性四个因素构成，还需对其权重进行分配，权重分配方案目的是反应四个因素的重要性反应程度，在对麦芽咀嚼片进行感官评定时，参考姬长英、余疾风<sup>[15-16]</sup>的强制决定法及二元比对决定法，

确定色泽、形态、组织结构和滋味气味的权重，对麦芽咀嚼片参加评价的因素一一进行对比，重要因素得 1 分，次要得 0 分，自身比较得 1 分，结果见表 3。

表 3 感官评价指标权重分布  
 Table 3 The reference standard of sensory

评价因素	1:1 比较结果				得分	权重
	色泽	组织形态	口感	咀嚼性		
色泽	10	0	3	3	16	0.15
组织形态	2	10	4	4	20	0.20
口感	9	8	10	8	35	0.35
咀嚼性	7	6	7	10	30	0.30

10 名成员的总分为 100, 四个评价因素与总分的比重即为权重, 以字母  $K$  表示各因素的权重, 经计算得  $K = (K_1, K_2, K_3, K_4) = (0.15, 0.20, 0.35, 0.30)$

1.3.3.2 建立模糊综合评价数学模型 根据正交实验表  $L_9(3^4)$  中组合进行实验制得 9 组咀嚼片样品, 由 10 名小组成员对咀嚼片的色泽、组织形态、口感和咀嚼性分别进行评分, 根据评分建立模糊综合评价数学模型。

#### 1.3.4 动物功能实验方法

按最佳配方工艺制备的中试样品, 人体推荐用量: 每日 5.34 g/60 kg BW。实验动物: 选用小鼠 60 只, 按体重分为 5 组, 每组 12 只, 作为实验一批, 进行小肠运动实验; 大鼠 48 只, 按体重分为 4 组, 每组 12 只, 进行大鼠体重、体重增重、摄食量、食物利用率实验和消化酶的测定<sup>[17]</sup>。剂量: 小鼠设置低中高剂量组, 即每日 0.44、0.89、2.67 g/kg BW, 加无菌水溶解至 100 mL, 受试物每日一次经口给予, 连续灌胃 12 d 后进行小肠运动实验, 小鼠灌胃体积为 10 mL/kg BW, 同时设一空白对照组和一模型对照组, 以无菌水代替受试物, 每日灌胃体积与受试物相同。大鼠实验设置低中高剂量组, 即每日 0.22、0.44、1.34 g/kg BW, 以无菌水溶解, 受试物每日一次经口给予, 连续灌胃 12 d 后进行小肠运动实验。小鼠灌胃体积为 5 mL/kg BW。同时设一空白对照组和一模型对照组, 以无菌水代替受试物, 每日灌胃体积与受试物相同。

体重、体重增重、摄食量、食物利用率, 小肠运动实验和消化酶测定三方面任二方面实验结果阳性, 可判定该受试样品促进消化功能动物实验结果阳性。

1.3.4.1 小鼠小肠运动实验 连续给予受试物 12 d 后, 各组小鼠禁食不禁水 16 h。模型对照组和各

剂量组给予复方地芬诺酯 (5 mg/kg BW), 空白对照组给予无菌水。30 min 后各剂量组分别给予含相应受试物的墨汁 (含 5% 的活性炭、10% 阿拉伯树胶), 空白对照组和模型对照组给墨汁灌胃。25 min 后立即脱颈椎处死动物, 打开腹腔分离肠系膜, 剪取上端自幽门、下端至回盲部的肠管, 置于托盘上, 轻轻将小肠拉成直线, 测量肠管长度为“小肠总长度”, 从幽门至墨汁前沿为“墨汁推进长度”。按下式计算墨汁推进率。

$$\text{墨汁推进率}(\%) = \frac{\text{墨汁推进率}(\text{cm})}{\text{小肠总长度}(\text{cm})} \times 100\%$$

1.3.4.2 大鼠消化酶的测定 实验开始时动物体重的差异应不超过平均体重的 10%。经口给予受试样品。实验结束前各组动物禁食不禁水 24 h, 麻醉大鼠幽门结扎法收集 4 h 内排出的胃液, 测定每小时内胃液量。取胃液 1.0 mL 放入 50 mL 的三角瓶中, 加入 0.05 mol/L 盐酸溶液 15.0 mL 摇匀, 放入新鲜制作的蛋白管 2 根。塞好瓶口, 在 37 °C 恒温箱中孵育 24 h, 取出蛋白管, 用游标卡尺测量蛋白管两端透明部分的长度 (mm), 以四端之值求平均值。计算胃蛋白酶活性和排出量。胃蛋白酶蛋白酶( $\mu\text{h}$ ) = 胃蛋白酶活性  $\times$  每小时胃液量

1.3.4.3 大鼠体重、体重增重、摄食量和食物利用率实验 实验开始时动物体重的差异应不超过平均体重的 10%。经口给予受试样品, 每周测 2 次体重和食物摄入量。实验结束时计算体重、体重增重和食物利用率。

$$\text{食物利用率}(\%) = \frac{\text{大鼠实验期间体重}}{\text{大鼠实验期间摄食量}} \times 100\%$$

得出的食物利用率再按下列进行数据转换,  $X = \sin^{-1} \sqrt{P}$ , 式中  $P$  为食物利用率, 用小数表示。所得数据为计算资料, 受试样品组与空白对照组比较, 体重、体重增重、摄食量三项指标中任一指标增长, 经统计处理差异有显著性, 且食物利用率与空白对照组比较不明显降低, 即可判定该项实验结果阳性。

## 2 结果与分析

### 2.1 单因素实验结果

#### 2.1.1 稀释剂筛选结果

通过表 4 的稀释剂筛选结果, 并结合咀嚼片

的组织形态,微晶纤维素的制粒和压片效果最好。

表 4 稀释剂筛选  
Table 4 The screening of diluent

辅料	制粒效果	压片效果
微晶纤维素	制粒容易, 颗粒多	易成型, 表面完整、光洁
淀粉	制粒容易, 细粉较多	较易成型, 表面完整, 不光洁
糊精	易结团, 颗粒不成型	不易成型, 表面完整不光洁
糖粉	制粒困难, 不易成团	易成型, 较硬, 表面不够光洁
乳糖	制粒容易, 细粉较多	不易成型, 表面粗糙, 且有松片现象

### 2.1.2 矫味剂筛选结果

由表 5 可知, 口感最佳的酸味剂是柠檬酸、甜味剂是甜菊糖苷。

表 5 矫味剂筛选  
Table 5 The screening of flavors

矫味剂	添加量 (0.1%)	口感
酸味剂	苹果酸	酸度适中, 能够掩饰部分苦味
	柠檬酸	酸度适中, 能够掩饰大部分苦味
	酒石酸	较酸, 苦味较大, 微涩
甜味剂	阿斯巴甜	甜味不足, 微苦
	甜菊糖苷	较好, 味甜, 微苦
	三氯蔗糖	过甜, 味苦

### 2.1.3 润滑剂筛选

经筛选, 硬脂酸镁的润滑效果最佳。

## 2.2 正交实验结果

将 9 组实验数据 (见表 6) 分别除以品评总人数 10 人, 得到 9 个模糊评判矩阵, 分别对应

表 6 感官评价结果

Table 6 The experimental results of sensory quality evaluation

编号	色泽				组织形态				口感				咀嚼性			
	优	良	中	差	优	良	中	差	优	良	中	差	优	良	中	差
1	1	2	3	4	1	2	4	3	1	2	4	3	2	0	3	3
2	4	4	2	0	3	4	3	0	3	2	3	2	5	4	1	0
3	2	3	2	3	4	1	3	2	2	2	2	4	2	3	2	3
4	5	2	3	0	3	4	3	0	6	2	2	0	5	3	2	0
5	6	3	1	0	8	1	1	0	7	2	1	0	6	3	1	0
6	3	4	3	0	3	2	5	0	2	3	5	0	3	3	3	1
7	4	2	3	1	3	3	4	0	3	3	2	2	2	4	4	0
8	3	3	3	1	2	4	3	1	3	3	4	0	4	2	3	1
9	1	1	4	4	3	2	4	1	2	3	2	3	1	2	4	3
权重	0.15				0.20				0.35				0.3			

1~9 号实验, 例如 1 号样品模糊矩阵如下:

$$R_1 = \begin{bmatrix} 0.1 & 0.2 & 0.3 & 0.4 \\ 0.1 & 0.2 & 0.4 & 0.3 \\ 0.1 & 0.2 & 0.4 & 0.3 \\ 0.2 & 0 & 0.3 & 0.3 \end{bmatrix}, \text{ 同理可得:}$$

$$R_2 = \begin{bmatrix} 0.4 & 0.4 & 0.2 & 0 \\ 0.3 & 0.4 & 0.3 & 0 \\ 0.3 & 0.2 & 0.3 & 0.2 \\ 0.5 & 0.4 & 0.1 & 0 \end{bmatrix}, R_3 = \begin{bmatrix} 0.2 & 0.3 & 0.2 & 0.3 \\ 0.4 & 0.1 & 0.3 & 0.2 \\ 0.2 & 0.2 & 0.2 & 0.4 \\ 0.2 & 0.3 & 0.2 & 0.3 \end{bmatrix},$$

$$R_4 = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.2 & 0.3 & 0 \\ 0.3 & 0.4 & 0.3 & 0 \\ 0.6 & 0.2 & 0.2 & 0 \\ 0.5 & 0.3 & 0.2 & 0 \end{bmatrix}, R_5 = \begin{bmatrix} 0.6 & 0.3 & 0.1 & 0 \\ 0.8 & 0.1 & 0.1 & 0 \\ 0.7 & 0.2 & 0.1 & 0 \\ 0.6 & 0.3 & 0.1 & 0 \end{bmatrix},$$

$$R_6 = \begin{bmatrix} 0.3 & 0.4 & 0.3 & 0 \\ 0.3 & 0.2 & 0.5 & 0 \\ 0.2 & 0.3 & 0.5 & 0 \\ 0.3 & 0.3 & 0.3 & 0.1 \end{bmatrix}, R_7 = \begin{bmatrix} 0.4 & 0.2 & 0.3 & 0.1 \\ 0.3 & 0.3 & 0.4 & 0 \\ 0.3 & 0.3 & 0.2 & 0.2 \\ 0.3 & 0.4 & 0.4 & 0 \end{bmatrix},$$

$$R_8 = \begin{bmatrix} 0.3 & 0.3 & 0.3 & 0.1 \\ 0.2 & 0.4 & 0.3 & 0.1 \\ 0.3 & 0.3 & 0.4 & 0 \\ 0.4 & 0.2 & 0.3 & 0.1 \end{bmatrix}, R_9 = \begin{bmatrix} 0.1 & 0.1 & 0.4 & 0.4 \\ 0.3 & 0.2 & 0.4 & 0.1 \\ 0.2 & 0.3 & 0.2 & 0.3 \\ 0.1 & 0.2 & 0.4 & 0.3 \end{bmatrix}。$$

根据模糊变化原理, 用隶属函数对矩阵中的数据进行模糊计算, 计算各样品对评价因素的综合隶属度  $Y=K \times R$ , 如

$$Y_1 = (0.15, 0.20, 0.35, 0.30)$$

$$* R_1 = \begin{bmatrix} 0.1 & 0.2 & 0.3 & 0.4 \\ 0.1 & 0.2 & 0.4 & 0.3 \\ 0.1 & 0.2 & 0.4 & 0.3 \\ 0.2 & 0 & 0.3 & 0.3 \end{bmatrix} = (0.130, 0.140, 0.385,$$

0.345), 同理可得:

$$Y_2 = (0.375, 0.330, 0.225, 0.070), Y_3 = (0.240, 0.225, 0.220, 0.315),$$

$$Y_4 = (0.495, 0.270, 0.235, 0), Y_5 = (0.675, 0.225, 0.100, 0),$$

$$Y_6 = (0.265, 0.295, 0.410, 0.030); Y_7 = (0.285, 0.315, 0.315, 0.085)$$

$$Y_8 = (0.310, 0.290, 0.335, 0.065), Y_9 = (0.175, 0.220, 0.330, 0.275)。$$

模糊评价总分计算: 每个因素的优、良、中、差四个评价等级对应分数为 90、80、70、60。将综合评价结果分别乘以相应的分值并进行加和, 最后可得出每个样品最后总得分, 结果见表 7。

表 7 正交试验综合评价结果  
 Table 7 Results of orthogonal evaluation

序号	因素				综合评分
	A	B	C	D	
1	1	1	1	1	70.55
2	1	2	2	2	80.10
3	1	3	3	3	73.90
4	2	1	2	3	82.60
5	2	2	3	1	85.75
6	2	3	1	2	77.95
7	3	1	3	2	78.00
8	3	2	1	3	78.45
9	3	3	2	1	72.95
$K_1$	74.850	77.050	75.650	76.417	
$K_2$	82.100	81.433	78.550	78.683	
$K_3$	76.467	74.933	79.217	78.317	
R	7.250	6.500	3.567	2.266	

本实验采用极差分析法,极差大小反应每个因素对咀嚼片感官评价的影响程度,从表 7 中可以看出,影响因素大小顺序为柠檬酸>甜菊糖苷>微晶纤维素>硬脂酸镁,最优组合为  $A_2B_2C_3D_2$ ,即添加 2%柠檬酸、0.1%甜菊糖苷、40%微晶纤维素、1%硬脂酸镁。

## 2.3 动物功能实验结果

### 2.3.1 对小肠运动实验墨汁推进率的影响

由表 8 可知,经口给予小鼠不同剂量的受试物 12 d 后,模型对照组与空白对照组比较,墨汁推进率降低, $P$  值显示有显著性差异,表明模型建立成功。与模型对照组比较,0.89 g/kg BW 组和 2.67 g/kg BW 组墨汁推进率提高, $P$  值显示有显著性差异。

表 8 受试物对墨汁推进率的影响 ( $\bar{x} \pm SD$ )

Table 8 The influence of test substance on ink advancing rate ( $\bar{x} \pm SD$ )

组别	动物数/只	墨汁推进率/%	墨汁推进率平方根反正弦数值	$P$ 值
空白对照	12	76.4±6.4	1.07±0.08	—
模型对照	12	33.6±6.2#	0.62±0.07#	0.000
0.44 g/kg BW	12	37.2±11.2	0.65±0.12	0.751
0.89 g/kg BW	12	45.1±11.9*	0.73±0.12*	0.032
2.67 g/kg BW	12	60.7±11.8*	0.90±0.13*	0.000

注: #: 与空白对照组比较有显著差异; \*: 与模型对照组比较有显著差异。

### 2.3.2 对大鼠胃蛋白酶排出量的影响

由表 9 可知,经口给予大鼠不同剂量的受试

物 32 d 后,与空白对照组间比较,1.34 g/kg BW 组胃蛋白酶排出量提高, $P$  值显示有显著性差异。

表 9 受试物对大鼠胃蛋白酶排出量的影响 ( $\bar{x} \pm SD$ )

Table 9 Influence of test substance on pepsin excretion in rats ( $\bar{x} \pm SD$ )

剂量	动物数	胃蛋白酶排出量/( $\mu$ /h)	$P$ 值
空白对照组	12	384±146	—
0.22 g/kg BW	12	411±143	0.948
0.44 g/kg BW	12	464±178	0.427
1.34 g/kg BW	12	637±132*	0.000

注: \*: 与空白对照组比较有显著差异。

### 2.3.3 大鼠体重、体重增重、摄食量和食物利用率实验

由表 10 可知,大鼠的初始体重在各剂量组与空白对照组比较, $P$  值显示差异均无显著性。经口给予大鼠不同剂量的受试物 32 d 后,大鼠的体重在高剂量组与空白对照组间比较, $P$  值显示差异均无显著性。

表 10 受试物对大鼠体重的影响 ( $\bar{x} \pm SD$ )

Table 10 The influence of test substance on rat body weight ( $\bar{x} \pm SD$ )

组别	动物数/只	实验前		实验后	
		体重/g	$P$ 值	体重/g	$P$ 值
空白对照	12	153.4±4.8	—	382.3±15.3	—
0.22 g/kg BW	12	153.4±4.7	1.000	384.2±13.6	0.986
0.44 g/kg BW	12	154.1±4.0	0.953	393.2±16.6	0.294
1.34 g/kg BW	12	153.2±4.1	1.000	386.9±22.4	0.849

由表 11 可知,经口给予大鼠不同剂量的受试物 32 d 后,大鼠摄食量在各剂量组与空白对照组间比较, $P$  值显示差异无显著性。

表 11 受试物对大鼠摄食量的影响 ( $\bar{x} \pm SD$ )

Table 11 The influence of test substance on rat food intake ( $\bar{x} \pm SD$ )

组别	动物数/只	摄食量/g	$P$ 值
空白对照组	12	834.9±60.5	—
0.22 g/kg BW	12	848.2±39.7	0.845
0.44 g/kg BW	12	862.7±50.3	0.377
1.34 g/kg BW	12	846.6±43.2	0.887

由表 12 可知,经口给予大鼠不同剂量的受试物 32 d 后,大鼠食物利用率在各剂量组与空白对照组间比较, $P$  值显示差异均无显著性。

表 12 受试物对大鼠食物利用率的影响 ( $\bar{x} \pm SD$ )Table 12 The influence of test substance on rat food utilization ( $\bar{x} \pm SD$ )

组别	动物数/只	食物利用率/%	食物利用率平方根反正弦数值	P 值
空白对照组	12	27.5±1.4	0.55±0.02	-
0.22 g/kg BW	12	27.2±1.0	0.55±0.01	0.970
0.44 g/kg BW	12	27.7±1.7	0.55±0.02	0.955
1.34 g/kg BW	12	27.6±2.1	0.55±0.02	0.999

### 3 结论

通过模糊评价与正交实验设计方法<sup>[18-19]</sup>的综合运用,对组织形态、口感、气味、咀嚼性等主观性指标进行评分,最终筛选出最佳工艺和配方:添加2%柠檬酸、0.1%甜菊糖苷、40%微晶纤维素、1%硬脂酸镁。动物实验表明,0.89 g/kg BW与2.67 g/kg BW组均能提高小鼠小肠运动实验墨汁推进率,但差异性不同( $P<0.05$ 与 $P<0.001$ ),1.34 g/kg BW组能提高大鼠胃蛋白酶排出量( $P<0.001$ ),并且对大鼠体重增长、摄食量、食物利用率无不良影响,根据《保健食品检验与评价技术规范》(2003年版)对促进消化保健功能食品的判定标准可知,麦芽咀嚼片具有促进消化的功能。本实验进一步研究麦芽产品的制备工艺以及促消化的保健功能,也为麦芽的深入开发和应用提供参考。

### 参考文献:

- 田秀娥, 万美娇, 王永军, 等. 水煮和提取处理对中草药干物质消化率和小肠可消化蛋白质的影响[J]. 草业学报, 2019, 28(2): 207-215.  
TIAN X E, WAN M J, WANG Y J, et al. Effect of boiling and extraction on dry matter digestibility and intestine-digestible crude protein levels in plant residue following Chinese medicinal herb preparation[J]. Acta Prataculturae Sinica, 2019, 28(2): 207-215.
- 魏晴, 王蒙, 匡海学, 等. 麦芽及不同炮制品对小肠推进和胃排空的影响[J]. 中国药师, 2016, 19(12): 2206-2208.  
WEI Q, WANG M, KUANG X H, et al. Influence of hordeum vulgare L and its various processed products on small intestine propulsion and gastric emptying[J]. China Pharmacist, 2016, 19(12): 2206-2208.
- 陈莉, 吉莉. 山楂麦芽片促进消化功能的动物试验研究[J]. 海峡药学, 2015, 27(10): 13-15.  
CHEN L, JI L. Effect of shanzha-maiya tablets in improving functional dyspepsia[J]. Strait Pharmaceutical Journal, 2015, 27(10): 13-15.
- 林大都, 陈金梅, 彭丽华, 等. 山楂麦芽颗粒治疗儿童消化不良的临床研究[J]. 今日药学, 2012, 22(8): 493-495.  
LIN D D, CHEN J H, PENG L H, et al. Clinical study of shanzhamaiya granules on treating indigestion of children[J]. Pharmacy Today, 2012, 22(8): 493-495.
- 邱新建, 代龙, 贺文彦, 等. 中药咀嚼片研究进展[J]. 齐鲁药事, 2006(11): 679-680.  
QIU X J, DAI L, HE W Y, et al. Development of chewable tablets of Chinese traditional medicine[J]. Qilu Pharmaceutical Affairs, 2006(11): 679-680.
- 许牡丹, 曹晴, 毛跟年, 等. 猕猴桃营养咀嚼片制备工艺优化与质量评价[J]. 食品与机械, 2016, 32(8): 188-191.  
XU M D, CAO Q, MAO G N, et al. Optimization of preparation technology and quality evaluation of nutrition of kiwifruit[J]. Food & Machinery, 2016, 32(8): 188-191.
- 张莉, 裴栋, 魏鉴腾, 等. 锁阳黄酮咀嚼片制剂工艺研究[J]. 时珍国医国药, 2016, 27(7): 1631-1633.
- 杨春梅, 吴金鸿, 包萨日娜, 等. 紫苏咀嚼片制备工艺的研究[J]. 食品与药品, 2012, 14(7): 241-245.  
YANG C M, WU J H, BAO S R N, et al. Research on preparation technology of perilla chewable tablets[J]. Food and Drug, 2012, 14(7): 241-245.
- 李小进. 芪归杞咀嚼片工艺研究[J]. 山西医药杂志, 2017, 46(17): 2128-2129.
- 井凤, 付元真, 刘峰, 等. 木瓜咀嚼片的制备工艺研究[J]. 保鲜与加工, 2016, 16(5): 49-54.  
JING F, FU Y Z, LIU F, et al. Preparation technology of chaenomeles speciosa chewable tablets[J]. Storage and Process, 2016, 16(5): 49-54.
- 牟婵, 周若鹏, 邓晓君, 等. 复方淫羊藿咀嚼片成型工艺研究[J]. 亚太传统医药, 2016, 12(6): 37-39.
- 陈琼玲, 赵永娟, 孙亚莉, 等. 模糊数学感官评价法优化花生酥加工[J]. 粮食与油脂, 2018, 31(9): 59-62.  
CHEN Q L, ZHAO Y J, SUN Y L, et al. Optimization of peanut crisp processing technology by fuzzy mathematics sensory evaluation method[J]. Cereals & Oils, 2018, 31(9): 59-62.
- 孙莹, 苗榕芯. 基于模糊数学综合感官评价的甘薯淀粉面包的工艺优化[J]. 食品工业科技, 2018, 39(17): 180-185.  
SUN Y, MIAO R X. Optimization of the production process of sweet potato starch bread based on fuzzy synthetical evaluation [J]. Science and Technology of Food Industry, 2018, 39(17): 180-185.
- 张哲, 王亚静, 周浩, 等. 模糊综合评价法在蒲公英凝胶处方优化中的应用[J]. 天津中医药大学学报, 2018, 37(2): 145-148.  
ZHANG Z, WANG Y J, ZHOU J, et al. Application of fuzzy comprehensive evaluation method in optimization of dandelion gelatin prescription[J]. Journal of Tianjin University of Traditional Chinese Medicine, 2018, 37(2): 145-148.
- 姬长英. 感官模糊综合评价中权重分配的正确制定[J]. 食品科学, 1991(3): 9-11.
- 余疾风. 在食品感官质量的模糊综合评价中如何正确的制定权重分配方案[J]. 食品科学, 1990(1): 15-16.
- 保健食品检验与评价技术规范, 中华人民共和国卫生部, 2003: 154-158.
- 王文津, 王亚静, 方晓玉, 等. 模糊综合评价法在清降口腔崩解片处方优化中的应用[J]. 中国实验方剂学杂志, 2016, 22(14): 1-5.  
WANG W J, WANG Y J, FANG X Y, et al. Application of fuzzy comprehensive evaluation method in formulation optimization of qingjiang orally disintegrating tablet[J]. Chinese Journal of Experimental Traditional Medical Formulae 2016, 22(14): 1-5.
- 李龙龙, 郝鹏彬, 王文鹏, 等. 模糊综合评价法在处方筛选中的应用研究[J]. 中国药房, 2015, 26(28): 3957-3960.  
LI L L, HAO P Z, WANG W P, et al. Application of fuzzy comprehensive evaluation in formulation screening[J]. China Pharmacy, 2015, 26(28): 3957-3960. ☉