

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2021.03.018

罗霜霜, 张星灿, 杨健, 等. 鲜湿方便米饭制备工艺[J]. 粮油食品科技, 2021, 29(3): 134-140.

LUO S S, ZHANG X C, YANG J, et al. Preparation technology of fresh and wet convenient rice[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2021, 29(3): 134-140.

# 鲜湿方便米饭制备工艺

罗霜霜<sup>1</sup>, 张星灿<sup>1,2</sup>✉, 杨健<sup>1</sup>, 周泽林<sup>1,2</sup>, 刘建<sup>1</sup>

(1. 四川东方主食产业技术研究院, 成都 温江 611130;

2. 四川省食品发酵工业研究设计院, 成都 温江 611130)

**摘要:** 以市场上常见的大米为原料制作鲜湿方便米饭, 研究了浸泡时间、浸泡温度、蒸煮温度、蒸煮时间、蒸煮压力对鲜湿方便米饭食味品质的影响, 以及不同添加量的低聚果糖对鲜湿方便米饭质构、感官评分的影响以及不同储存时间下不同添加量的低聚果糖对米饭硬度、粘性、感官评分和回生焓的影响。试验结果表明, 鲜湿方便米饭的最适浸泡温度为 45 °C, 浸泡时间为 60 min; 蒸煮工艺蒸煮压力为 0.25 Mpa、蒸煮时间 30 min、蒸煮米水比 1 : 0.9; 在鲜湿方便米饭中添加 1.5% 低聚果糖时, 有明显抗老化效果, 鲜湿方便米饭的感官评分最高。

**关键词:** 鲜湿方便米饭; 制备; 工艺条件; 品质; 抗老化

中图分类号: TS212 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2021)03-0134-07

## Preparation Technology of Fresh and Wet Convenient Rice

LUO Shuang-shuang<sup>1</sup>, ZHANG Xing-can<sup>1,2</sup>✉, YANG Jian<sup>1</sup>, ZHOU Ze-lin<sup>1,2</sup>, LIU Jian<sup>1</sup>

(1. Sichuan Oriental Staple Food Industry Technology Research Institute, Chengdu, Sichuan 611130, China;

2. Sichuan Food and Fermentation Industry Research & Design Institute, Chengdu, Sichuan 611130, China)

**Abstract:** The market common rice was used to make fresh and wet convenient rice in this study. The effects of soaking time, soaking temperature, cooking temperature, cooking time and cooking pressure on the quality of fresh and wet convenient rice were studied. Moreover, the effects of different concentration of fructo-oligosaccharides on texture and sensory score were studied on the fresh and wet convenient rice. And the effects of different amounts of fructo oligosaccharides on hardness, viscosity, sensory score and enthalpy on fresh and wet convenient rice were also studied under different storage time. The results showed that the optimum soaking temperature was 45 °C and the soaking time was 60 min. Through orthogonal test, the optimum cooking process of fresh and wet convenient rice was determined as follows: the cooking pressure was 0.25 Mpa, the cooking time was 30 min, and the water ratio of cooking rice was 1 : 0.9. When oligosaccharides was added to 1.5% of fresh and wet convenient rice, it had obvious anti-aging effect and the highest sensory score.

收稿日期: 2020-07-27

基金项目: 四川省重点研发项目 (2017NZ0062; 2019YFN0171)

Supported by: The Key Research and Development Projects of Sichuan Province (No.2017NZ0062; No.2019YFN0171)

作者简介: 罗霜霜, 女, 1993 年出生, 硕士, 工程师, 研究方向为粮油加工技术。E-mail: 2438487027@qq.com.

通讯作者: 张星灿, 男, 1990 年出生, 硕士, 高级工程师, 研究方向为食品加工及设计。E-mail: 772892913@qq.com.

**Key words:** convenient rice; high-resistant starch rice; glycemic index; anti-aging fresh and wet convenient rice; preparation; technological condition; quality; anti-aging

随着人们生活水平的提高、工作节奏的加快、消费理念的逐步升级,鲜湿方便米饭凭借方便营养的优势,受到越来越多消费者的关注。鲜湿方便米饭是一种通过自加热装置快速加热即可食用的,感官品质与新鲜米饭基本一致的主食产品<sup>[1]</sup>。目前国内对鲜湿方便米饭的研究主要围绕原料特性、加工工艺、添加剂等方面<sup>[2-3]</sup>。在原料特性研究方面,杨航等利用市场上常见的 4 种大米制作鲜湿方便米饭,发现米饭的食味品质与直链淀粉含量、蛋白质含量、脂肪含量呈一定负相关,与总淀粉含量呈一定的正相关<sup>[4]</sup>。在加工工艺研究方面,鲜湿方便米饭一般使用常温常压灭菌技术和高温高压灭菌技术。常温常压灭菌技术通常会使用 pH 调整剂和脱氧剂,导致米饭产生酸感<sup>[5]</sup>。而使用高温高压灭菌技术,则可以提高米饭的糊化度,增加柔软度、黏弹性和风味,改善米饭的食用品质,但米饭老化速度较快<sup>[6-7]</sup>。在添加剂研究方面,国内外通常在鲜湿方便米饭中加入酶制剂、乳化剂、亲水胶体等抗老化剂延缓米饭老化,改善品质。杨航等研究发现 $\alpha$ -淀粉酶与 $\beta$ -环糊精之间在提高鲜湿方便米饭品质方面存在协同增效作用<sup>[8]</sup>。近年来,有研究表明功能性甜味剂低聚果糖能够有效抑制淀粉老化,延缓直链淀粉的重排,改善米饭的蒸煮品质。Park 等研究发现在冷冻贮藏中的面包添加低聚果糖能够有效延缓面团中直链淀粉的重排,抑制面包的老化<sup>[9]</sup>。裴斐等研究发现在大米中加入低聚果糖后显著增加抗回生性,提高了米饭的感官品质<sup>[10]</sup>。低聚果糖相较于常见的抗老化剂不仅不会影响大米本身的味道,还可以改善肠道功能、促进脂质代谢和矿物质吸收、增强免疫力等作用,具有耐高温性、耐碱性和稳定性<sup>[11]</sup>。

目前通过高温高压灭菌技术和低聚果糖协同优化鲜湿方便米饭的食用品质和改善老化情况的相关研究鲜见报道。本试验采用高温高压灭菌技术,优化了鲜湿方便米饭的加工过程中蒸煮工艺,研究得出最适的浸泡时间、浸泡温度、蒸煮温度、

蒸煮压力,大大地提高鲜湿方便米饭食味品质。研究得出低聚果糖的最适添加量,显著改善了米饭贮存过程中易出现的老化回生状况,提高了鲜湿方便米饭的感官品质。本试验为鲜湿方便米饭产品开发与大米精深加工提供依据。

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 试验材料

汉中大米:市购,中储粮食金堂米业有限公司;双盛大米:市购,黑龙江省建三江农垦双盛米业有限责任公司;秋溢大米:市购,黑龙江江秋然米业有限公司;东北长粒香大米:市购,五常市鸿源米业有限公司;低聚果糖:江苏百味佳科技有限公司。

### 1.2 仪器与设备

水:生活饮用水;PP 米饭托盒和高阻隔盖膜:青岛日之容塑料制品有限公司提供;反压高温蒸煮锅:博远涂装设备有限公司;方便米饭充填封口机:温州齐力机械有限公司;电子天平:福州华志科学仪器有限公司;质构仪:上海腾拔仪器科技有限公司。

### 1.3 试验方法

#### 1.3.1 鲜湿方便米饭生产工艺流程

原料→清洗→浸泡→定量充填→封口→高温高压杀菌→冷却→成品

具体操作如下所示:将原料大米用流动水反复冲洗,在水中浸泡大米后,放入两级筛去除多余的流动水。将合适米水比的大米与水放入在 PP 米饭托盒拌匀分装,封口机封口。再将密封好的米饭样品置于反压高温蒸煮锅,进行高温高压灭菌后取出,擦干产品盒外表面水分,组合包装形成鲜湿方便米饭成品,储藏于常温条件下。

#### 1.3.2 大米理化指标的测定

大米水分含量按照 GB 5009.3—2016 的方法进行测定:采用直接干燥法。

大米蛋白质含量按照 GB 5009.5—2016 的方法进行测定:凯氏定氮法。

大米直链淀粉含量按照 GB/T 15683—2008 的方法进行测定。

### 1.3.3 不同浸泡温度和时间大米吸水率测定

将原料大米淘洗 2 次,用筛子沥干大米水分,在 50 mL 试管中加入 30 mL 去离子水,称取 10 g,称重并精确到小数点后四位,大米放置于试管中,置于不同温度下(5、15、25、35、45 °C)水浴锅中恒温,分别浸泡 20、40、80、100、120 min 后取出米粒,在不同温度下浸泡到规定时间,用吸水纸吸干表面水分后,称取大米重量<sup>[12]</sup>。大米吸水率按下式计算:

$$\text{大米吸水率}(\%) = \frac{\text{吸水后的重量} - \text{吸水前的重量}}{\text{吸水前的重量}} \times 100\%$$

### 1.3.4 鲜湿方便米饭质构特性的测定

使用质构分析仪,采用 TPA 模式,随机选择三粒蒸煮后完整饱满的饭粒,以放射线状平放于质构仪载物台上。质构仪参数的设定:P/36R 探头,测前速率 5 mm/s,测定速率 0.5 mm/s,测后速率 5 mm/s,触发力 5 g,2 次压缩间隔时间 5 s,压缩程度 50%。每次取三粒米饭,平行测试 5 次,结果取平均值<sup>[13]</sup>。

### 1.3.5 米饭回生焓值的测定方法

使用差示扫描量热法测定米饭回生焓值,用标准钢对仪器进行校正。选择不同低聚果糖添加量处理过的饭粒的中间部分约 10 mg 放入坩埚,以 10 °C/min 的速度从 30 °C 加热到 90 °C 保温 5 min,以空坩埚作参比,载气为氮气,流速 20 mL/min。记录淀粉晶体熔化热流变化,并根据峰面积计算回生焓值,平行样个数至少 3 个<sup>[14]</sup>。

### 1.3.6 感官评分方法

评定标准依据夏青等研究得出的感官评分标准进行修改后对米饭进行赋分<sup>[14]</sup>。将鲜湿方便米饭样品用加热包加热 8 min,随机选取 10 名专业人员对样品的色泽、气味、形态、粘性、弹性、软硬度 6 个指标进行综合评分<sup>[15]</sup>,具体评分规则如表 1 所示。

### 1.3.7 鲜湿方便米饭蒸煮工艺参数的优化

以蒸煮米水比、蒸煮压力及蒸煮时间为因素做正交试验,如表 2 所示。并以鲜湿方便米饭感官评分为考核指标,进行综合分析。

表 1 鲜湿方便米饭感官评分标准

Table 1 Sensory scoring criteria for fresh and wet convenient rice

指标	评分标准	分数/分
色泽 (20 分)	色泽诱人,有光泽	13~20
	色泽不均匀,无光泽	7~12
	色泽偏暗,光泽较差	0~6
气味 (20 分)	米饭具有天然香气	13~20
	米饭无香味也无异味	7~12
	米饭有异味	0~6
形态 (15 分)	饭粒完整,结构紧密	10~15
	大部分饭粒结构完整	5~9
	饭粒不完整,出现爆花	0~4
粘性 (15 分)	爽滑,有粘性,不粘牙	10~15
	有粘性,基本不粘牙	5~9
	粘性过大或无粘性	0~4
弹性 (15 分)	弹性好,有嚼劲	10~15
	弹性较好,较有嚼劲	5~9
	米饭疏松、发硬,弹性差	0~4
软硬度 (15 分)	软硬适中,不软烂,不过硬	10~15
	较软或较硬	5~9
	太软或太硬	0~4

表 2 正交因素水平表

Table 2 Horizontal table of orthogonal factors

水平	因素		
	A 蒸煮米水比	B 蒸煮压力/MPa	C 蒸煮时间/min
1	1 : 0.9	0.10	10
2	1 : 1.1	0.15	15
3	1 : 1.3	0.20	20
4	1 : 1.5	0.25	30

## 1.4 数据处理与结果分析

采用利用 SPSS 13.0 和 Origin Pro 8.5 软件进行相关数据分析及统计。

## 2 结果与分析

### 2.1 原料大米基本成分

原料大米品种的直链淀粉含量、蛋白质含量不同,鲜湿方便米饭的口感也随之不同<sup>[15]</sup>。直链淀粉含量在 12%~19% 之间的大米口感软弹,适合制作方便米饭<sup>[16]</sup>。陈正行等研究发现直链淀粉及蛋白质含量低的方便米饭的食味品质更好<sup>[17]</sup>。王佳等研究得出水分含量过高的大米容易变质,大米水分含量应该控制在 14% 以下<sup>[18]</sup>。市售 4 种原料大米基本成分如表 3 所示。试验测得四种原料大米直链淀粉都小于 19%,东北长粒香的直链淀粉含量和蛋白质含量分别为 12.23% 和 5.75%,在四种市售大米品种中相对最低。综合考虑,长粒香最适作为本试验鲜湿方便米饭的大米原料。

表 3 原料大米基本成分  
Table 3 Basic ingredient of rice %

名称	水分含量	直链淀粉	蛋白质
汉中	11.99	13.26	5.89
双盛	11.34	15.85	6.43
秋溢	12.65	15.98	6.82
长粒香	12.28	12.23	5.75

### 2.2 不同浸泡温度和浸泡时间下大米吸水率变化

不同浸泡温度和浸泡时间下，大米吸水率的变化不同。一方面大米浸泡后进行蒸煮，有利于缩小大米蒸煮过程中内部淀粉和外部淀粉糊化的时间差，缩短蒸煮时间，提高米饭的感官品质；另一方面适当浸泡可以减少大米中的植酸和人体微量元素的结合，形成不溶性化合物，促进人体对微量元素吸收<sup>[19]</sup>。大米在不同温度下和时间下大米的吸水率变化情况，如图 1 所示。随着温度的升高，大米的吸水率也随之升高。浸泡时间在 0~60 min 内，大米水分含量显著上升，在浸泡 60 min 后吸水率变化趋于平缓。这是因为随着浸泡时间的延长，大米中的水溶性营养成分流向水中，造成水中的浓度升高，降低了大米的吸水性。当浸泡温度为 45 °C，吸水率明显高于同一浸泡时间其它温度下（5、15、25 和 35 °C）的吸水率。大米中的植酸酶在 40~60 °C 下酶活性最高，可减少植酸与蛋白质和微量元素的结合，提高消化吸收率<sup>[19]</sup>。此外，浸泡时间过长会造成大米中水溶性营养成分大量流失和加深大米的颜色，因此综合考虑本试验中大米的最适合浸泡温度为 45 °C，浸泡时间为 60 min。

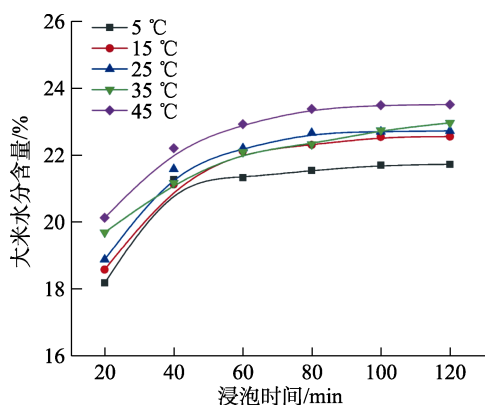


图 1 不同浸泡温度和浸泡时间下大米的吸水率变化  
Fig. 1 Change of water absorption of rice under different soaking temperature and time

### 2.3 鲜湿方便米饭蒸煮条件对米饭品质的影响

为了确定鲜湿方便米饭的最佳蒸煮工艺，根据杨航等研究的蒸煮条件正交试验表进行修改进行实验<sup>[2]</sup>，在大米浸泡时间 60 min，浸泡温度 25 °C 条件下，以米水比、蒸煮时间及蒸煮压力为因素，感官评价分值为指标，设计正交试验。结果如表 4 所示。由极差分析可知，各因素对鲜湿方便米饭感官评价分值影响的顺序为：蒸煮压力>蒸煮时间>蒸煮米水比，即蒸煮压力影响最大，蒸煮米水比影响最小。由  $k$  值大小可知，优化工艺组合为  $A_1B_2C_3$ ，而正交试验感官评价分值最高组合为  $A_1B_4C_4$ ，故将两组合分别进行验证试验，每组试验重复三次，试验结果见表 5。

表 4 蒸煮工艺参数正交试验结果及极差分析  
Table 4 Orthogonal test results and range analysis of cooking process parameter

试验序号	A	B	C	感官评分/分
1	1	1	1	81.60
2	1	2	2	78.50
3	1	3	3	79.80
4	1	4	4	91.60
5	2	1	2	75.10
6	2	2	1	78.60
7	2	3	4	79.40
8	2	4	3	84.10
9	3	1	3	85.60
10	3	2	4	88.50
11	3	3	1	83.70
12	3	4	2	72.70
13	4	1	4	74.20
14	4	2	3	86.90
15	4	3	2	82.10
16	4	4	1	82.70
$k_1$	82.88	79.13	81.65	
$k_2$	79.30	83.13	77.10	
$k_3$	82.63	81.25	84.10	
$k_4$	81.48	82.78	83.43	
R	3.58	4.00	7.00	

表 5 验证试验结果  
Table 5 Verify the test results

工艺组合	硬度/g	黏性 /g·s <sup>-1</sup>	弹性	咀嚼性	回复性	感官评分/分
$A_1B_2C_3$	366.35	8.88	0.61	193.97	1.80	93.40
$A_1B_4C_4$	437.36	14.62	0.75	249.74	0.92	91.60

验证试验结果可知,  $A_1B_2C_3$  硬度、黏着性、弹性、咀嚼性均小于  $A_1B_4C_4$ , 回复性大于  $A_1B_4C_4$ , 感官评分大于正交试验感官评价分值最高组合  $A_1B_4C_4$ , 所以鲜湿方便米饭蒸煮的最佳工艺组合为  $A_1B_2C_3$ , 即蒸煮米水比为 1 : 0.9, 蒸煮压力为 0.25 Mpa, 蒸煮时间为 30 min。

## 2.4 低聚果糖对米饭品质的影响

为了研究不同低聚果糖添加量对鲜湿方便米饭质构和感官品质的影响, 并将结果与不加入低聚果糖的米饭进行对照。如表 6 所示, 为研究不

同低聚果糖添加量对鲜湿方便米饭硬度的影响, 当低聚果糖添加量为 0.5% 时, 硬度与对照组相比无明显变化。当低聚果糖添加量超过 0.5%, 随着低聚果糖添加量逐渐增加, 回复性明显低于对照组。当低聚果糖添加量为 1.5%, 鲜湿方便米饭硬度相比于对照组明显降低 22.26%, 粘性明显高于对照组增加了 35.05%, 感官评分最高。采用 Duncan 进行多重比较分析, 同一列不同小写字母表示差异有高度统计学意义 ( $P < 0.01$ ,  $n = 3$ ), 同一列相同小写字母表示差异无统计学意义 ( $P > 0.01$ ,  $n = 3$ )。

表 6 低聚果糖添加量与鲜湿方便米饭品质之间的关系

Table 6 The relationship between the amount of fructo-oligosaccharides and the quality of fresh and wet rice

低聚果糖添加量/%	质构分析					感官综合评分/分
	硬度/g	粘性/ $g \cdot s^{-1}$	弹性	咀嚼性	回复性	
0.5	366.35±110.23a	8.87±0.76b	0.60±0.01ab	193.96±12.11c	1.80±0.12b	93.50±1.50ab
1.0	349.15±154.41a	6.95±1.12a	0.62±0.01bc	150.35±16.34ab	0.64±0.17a	92.30±1.20a
1.5	283.47±151.11a	11.25±0.82c	0.65±0.01d	128.28±21.56a	0.70±0.15a	94.50±0.80b
2.0	335.89±167.89a	8.40±0.59ab	0.58±0.00a	129.39±13.17a	0.83±0.21a	93.70±1.00ab
对照组	364.66±186.12a	8.33±1.02ab	0.63±0.02cd	164.93±19.43bc	1.62±0.09b	93.40±0.50ab

试验对比了添加不同质量分数 0.5%、1.0%、1.5%、2.0% 低聚果糖的鲜湿方便米饭在不同贮存天数 0、3、6、9、12 d 的硬度、粘性和感官品质, 结果分别如图 2~4 所示。米饭硬度是反映米饭品质最直观的数据。淀粉糊化后, 米饭的淀粉在储存期间极易发生老化作用, 米饭硬度随之增加。随着米饭储存天数的增加, 鲜湿方便米饭的硬度随之增加, 而粘性随之减少; 经低聚果糖处理后的米饭与对照组相比, 其硬度增加缓慢, 粘性缓慢降低; 随着低聚果糖添加量的逐渐增加至 1.5%, 其硬度显著降低, 粘性高于对照组; 当低聚果糖添加量为 1.5% 时, 粘性显著高于其它组, 硬度显著低于其他组。当低聚果糖质量分数为 1.5% 时, 鲜湿方便米饭储存不同天数的感官评分明显高于 0.5%、1.0%、2.0% 的感官评分。当鲜湿方便米饭贮存 12 d 后, 添加 1.5% 低聚果糖的感官评分最高。此外, 试验研究了在 0、3、6、9、12 d 不同的储存天数下, 低聚果糖添加量 (0.5%、1.0%、1.5%、2.0%) 对鲜湿方便米饭回生焓的影响, 如图 5 所示。随着储存时间的增加, 米饭的

回生焓不断增加。在同样的储存时间下, 加入低聚果糖米饭的回生焓都低于未加低聚果糖的米饭的回生焓。随着低聚果糖添加量的增加, 米饭的回生焓逐渐降低。同一储存时间下, 当低聚果糖添加量为 1.5% 时, 米饭回生焓最低。当低聚果糖添加量为 2.0% 时, 米饭回生焓高于同一储存时间下低聚果糖添加量为 1.5% 的米饭回生焓。所以低聚果糖添加量为 1.5%, 鲜湿方便米饭的抗老化效果最好, 蒸煮品质最高。

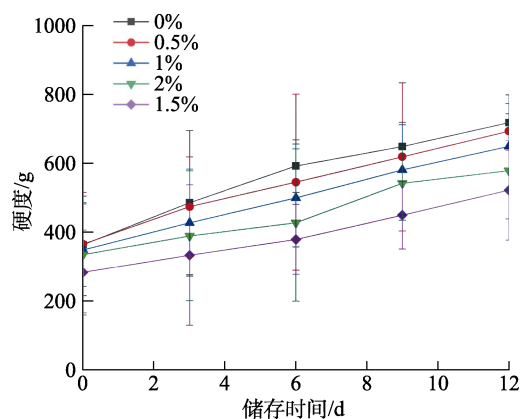


图 2 不同低聚果糖添加量对鲜湿方便米饭硬度的影响  
 Fig. 2 Influence of different fructooligosaccharides amount on the hardness of fresh and wet convenient rice

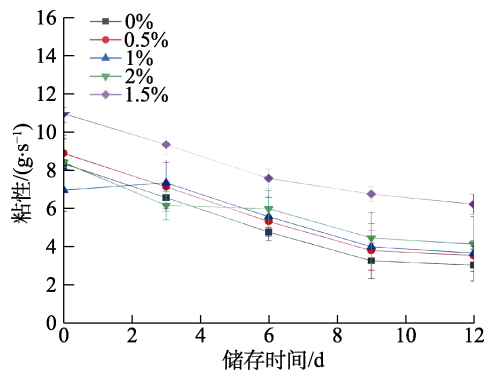


图 3 不同低聚果糖添加量对鲜湿方便米饭粘性的影响

Fig. 3 Influence of different fructo-oligosaccharides amount on the viscosity of fresh and wet convenient rice

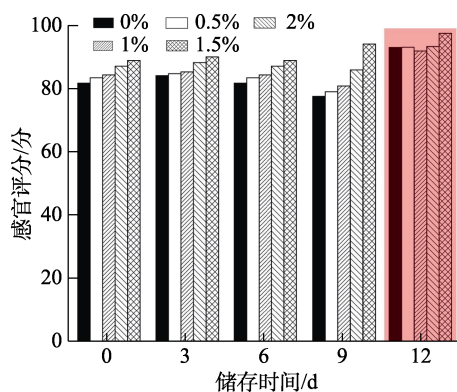


图 4 不同低聚果糖添加量对鲜湿方便米饭感官评分的影响

Fig. 4 Influence of different fructo oligosaccharides on sensory score of fresh and wet convenient rice

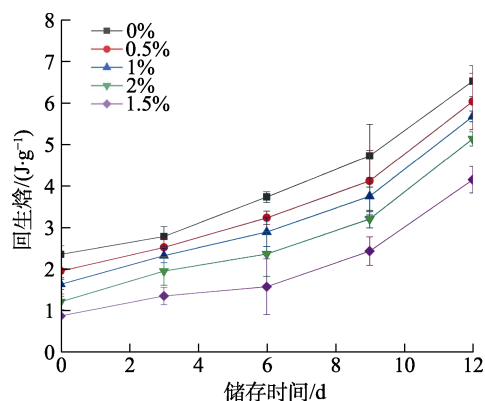


图 5 不同低聚果糖添加量对鲜湿方便米饭回生焓的影响

Fig. 5 Effect of different fructo-oligosaccharides addition on the reflux enthalpy of fresh and wet instant rice

### 3 结论

本试验以市场上常见的大米为原料制作鲜湿方便米饭,研究了浸泡时间、浸泡温度、蒸煮温度、蒸煮时间、蒸煮压力对鲜湿方便米饭食味品质的影响,以及不同添加量的低聚果糖对鲜湿方便米饭质构、感官评分的影响以及不同储存时间

下不同添加量的低聚果糖对鲜湿方便米饭硬度、粘性、感官评分和回生焓的影响。试验结果表明,确定鲜湿方便米饭的最适浸泡温度为 45 °C,浸泡时间为 60 min;通过正交试验确定鲜湿方便米饭的最适蒸煮工艺蒸煮压力为 0.25 Mpa、蒸煮时间 30 min、蒸煮米水比 1 : 0.9;在鲜湿方便米饭中添加 1.5%低聚果糖时,有明显抗老化效果,鲜湿方便米饭的感官评分最高。

### 参考文献:

- [1] 徐秀义, 何余堂, 马玉芯, 等. 自热方便米饭的产业现状与发展对策[J]. 食品与发酵科技, 2018, 54(5): 71-74.  
XU X Y, HE Y T, MA Y X, et al. Industrial status and development countermeasures of self-heating convenient rice[J]. Food and Fermentation Technology, 2018, 54(5): 71-74.
- [2] 赵萌, 张磊, 朱洁, 等. 预制条件及干燥方式对鲜湿方便米饭品质的影响[J]. 食品工业科技, 2020, 41(3): 16-21.  
ZHAO M, ZHANG L, ZHU J, et al. Effect of prefabrication conditions and drying methods on the quality of fresh and wet convenient rice[J]. Science and technology of food industry, 2020, 41(3): 16-21.
- [3] 李永富, 黄思雨, 史锋, 等. 配米技术提升鲜湿方便米饭淀粉抗回生效果[J]. 中国粮油学报, 2020, 35(3): 1-7.  
LI Y F, HUANG S Y, SHI F, et al. Anti-retrogradation effect of fresh and wet convenient rice starch by rice mixing technique[J]. Chinese journal of cereals and oils, 2020, 35(3): 1-7.
- [4] 杨航, 魏春磊, 丁文平, 等. 鲜湿方便米饭原料选择及蒸煮工艺研究[J]. 食品科技, 2018, 43(9): 209-214.  
YANG H, WEI C L, DING W P, et al. Study on raw material selection and cooking technology of fresh and wet convenient rice[J]. Food Science and Technology, 2018, 43(9): 209-214.
- [5] 陈慧, 陆娅, 邓莉琼, 等. 降低方便米饭酸感影响研究[J]. 粮食与油脂, 2013, 26(5): 9-11.  
CHEN H, LU Y, DENG L Q, et al. Research on the effect of reducing the sour taste of convenient rice[J]. Grain and fat, 2013, 26(5): 9-11.
- [6] 亓盛敏, 谢天, 鞠栋, 等. 不同杀菌条件对无菌方便米饭挥发性风味物质的影响[J]. 粮食与饲料工业, 2019(8): 9-12+17.  
QI C M, XIE D, JU D, et al. Effect of different bactericidal conditions on volatile flavor of sterile rice[J]. Grain and Feed Industry, 2019(8): 9-12+17.
- [7] 詹耀. 超高压处理对糙米物性品质的影响研究[D]. 浙江大学, 2014.  
ZHAN Y. Effect of ultra-high pressure treatment on physical quality of brown rice[D]. Zhejiang University, 2014.
- [8] 杨航, 张晨, 李心悦, 等. 添加剂对鲜湿方便米饭品质的影响[J]. 食品科技, 2018, 43(11): 185-189.  
YANG H, ZHANG C, LI X Y, et al. Effect of additives on

- quality of fresh and wet convenient rice[J]. Food Science and Technology, 2008, 43(11): 185-189.
- [9] PARK E Y, JANGS B, LIM S T. Effect of fructo-oligosaccharide and isomalto-oligosaccharide addition on baking quality of frozen dough[J]. Food Chemistry, 2016, 213: 157-162.
- [10] 裴斐, 倪晓蕾, 仲磊, 等. 3种功能性甜味剂对大米蒸煮品质和消化特性的影响[J]. 食品科学, 2019, 40(24): 66-72.
- PEI F, NI X L, ZHONG L, et al. Effects of three functional sweeteners on rice cooking quality and digestive characteristics[J]. Food science, 2019, 40(24): 66-72.
- [11] 王金海, 冯珊, 朱宏阳, 等. 低聚果糖生理作用及应用研究进展[J]. 海峡药学, 2015, 27(7): 7-9.
- WANG J H, FENG S, ZHU H Y, et al. Progress in studies on physiological effects and applications of fructooligosaccharides[J]. Chinese journal of pharmacy, 2015, 27(7): 7-9.
- [12] 龙杰, 尚微微, 吴凤凤, 等. 纤维素酶处理对发芽糙米复配方便米饭食用品质的影响[J]. 粮食与食品工业, 2018, 25(1): 32-37+40.
- LONG J, SHANG W W, WU F F, et al. Effect of cellulase treatment on the quality of germinated brown rice mixed with convenient rice[J]. Grain and Food Industry, 2012, 25(1): 32-37+40.
- [13] 龙杰, 吴凤凤, 金征宇, 等. 预处理和干燥方式对方便米饭品质的影响[J]. 中国粮油学报, 2018, 33(9): 1-6+12.
- LONG J, WU F F, JIN Z Y, et al. Effect of pretreatment and drying on quality of convenient rice[J]. Chinese Journal of Cereals and Oils, 2016, 33(9): 1-6+12.
- [14] 夏青, 曹磊, 宋玉, 等. 不同抗氧化剂对方便米饭回生及品质影响的研究[J]. 食品工业, 2018, 39(7): 28-31.
- XIA Q, CAO L, SONG Y, et al. Effects of different anti-aging agents on the backgrowth and quality of convenient rice[J]. Food Industry, 2008, 39(7): 28-31.
- [15] MESTRES C, RIBEYRE F, PONS B, et al. Sensory texture of cooked rice is rather linked to chemical than to physical characteristics of raw grain[J]. Journal of Cereal science, 2011, 53(1): 81.
- [16] 周薇, 邢明, 李远志. 响应面法优化方便米饭蒸煮工艺[J]. 食品工业科技, 2014, 35(12): 287-290.
- ZHOU W, XING M, LI Y Z. Optimization of convenient rice cooking process by response surface method[J]. Science and technology of food industry, 2014, 35(12): 287-290.
- [17] 陈正行, 王莉, 王韧, 等. 方便米饭感官品质与稻米的理化性质和质构性质研究[C]. Icc Cereal & Bread Congress & Forum on Fats & Oils. 2012: 104-105.
- CHEN Z X, WANG L, WANG R, et al. Research on sensory quality of convenient rice and physicochemical and structural properties of rice[C]. Icc Quaker Oat & Bread Congress & Forum on Fats & Oils. 2012: 104-105.
- [18] 王佳, 林亲录, 吴跃, 等. 脱水方便米饭的稻米品种筛选[J]. 食品科学, 2013, 34(3): 16-20.
- WANG J, LIN Q L, WU Y, et al. Rice variety selection of dehydrated convenient rice[J]. Food science, 2013, 34(3): 16-20.
- [19] 郑轶恒. 方便米饭的生产工艺研究与设计[D]. 华南理工大学, 2012.
- ZHENG Y H. Research and design of convenient rice production process[D]. South China University of Technology, 2012. 学位论文
- 备注: 本文的彩色图表可从本刊官网 (<http://lspkj.ijournal.cn/ch/index.aspx>)、中国知网、万方、维普、超星等数据库下载获取。