

文章编号:2095-7386(2020)02-0011-05

DOI:10.3969/j.issn.2095-7386.2020.02.003

米糠饮料的加工工艺优化

李祥慧¹, 黄晓芸¹, 詹万辉¹, 闵婷^{1,2}, 易阳^{1,2}

(1. 武汉轻工大学 食品科学与工程学院, 湖北 武汉 430023; 2. 湖北省农产品加工与转化重点实验室, 湖北 武汉 430023)

摘要:以产品稳定性为评价指标优化米糠饮料的加工工艺。考察均质转速、均质时间、木瓜蛋白酶添加量、酶解时间、稳定剂(海藻酸钠与明胶)添加量及复合配比对米糠饮料稳定性的影响,并选择均质转速、均质时间和木瓜蛋白酶添加量,进行正交试验优化工艺参数。结果表明,米糠饮料的适宜加工工艺参数为:均质转速 18000 r/min、均质时间 8 min、木瓜蛋白酶添加量比 0.06%、酶解时间 20 min、稳定剂添加量比 0.25%、海藻酸钠与明胶质量比为 2:1,在此条件下所得米糠饮料具有较好的稳定性。研究结果可为米糠饮料的开发提供参考。

关键词:米糠; 饮料; 稳定性

中图分类号:TS 251.6

文献标识码:A

Optimization of processing technology of rice bran beverage

LI Xiang-hui¹, HUANG Xiao-yun¹, ZHAN Wan-hui¹, MIN Ting^{1,2}, YI Yang^{1,2}

(1. School of Food Science and Engineering, Wuhan Polytechnic University, WuHan 430023, China;

(2. Hubei Provincial Key Laboratory for Agricultural Products Processing and Conversion, WuHan 430023, China)

Abstract: The processing technology of rice bran beverage was optimized by using product stability as evaluation index. The effects of experimental factors including mixing speed, homogenization time, papain dosage, enzymolysis time, the amount of stabilizer (sodium alginate and gelatin) and compounding ratio on the stability of rice bran beverage were investigated. Further, homogenization speed, homogenization time and papain addition were chosen to establish an orthogonal experimental to optimize the technological parameters. The results showed that the suitable technological parameters of rice bran beverage were as follows: homogenization speed 18000 r/min, homogenization time 8 min, papain addition 0.06%, hydrolysis time 20 min, stabilizer addition 0.25%, sodium alginate and Gelatin mass ratio of 2:1, and in this condition, rice bran beverage has good stability. This work provides a reference for the development of rice bran beverage.

Key words: rice bran; beverage; stability

1 引言

米糠(Rice bran)是稻谷加工的副产品,是稻谷

脱壳后碾除的糙米表层,含有糖类、油脂、蛋白质、维生素和矿物质等多种营养物质^[1]。目前,国内米糠大部分都被用作畜禽饲料,只有 10%~15% 的米糠

收稿日期:2020-02-21.

作者简介:李祥慧(1994-),女,硕士研究生,E-mail:1227982434@qq.com.

通信作者:易阳(1986-),男,副教授,主要研究方向-食品营养.E-mail:yiy86@whpu.edu.cn.

基金项目:湖北省科技支撑计划项目(2015BBA203).

被用来榨油或提取植酸钙、肌醇、谷维素等价值较高的产品^[2],米糠资源综合利用有待进一步提升。

随着人们健康意识的增强,营养功能型饮料受到广泛的青睐。米糠中富含活性成分^[3,4],是作为功能饮料开发的优质原料。目前,米糠饮料的研发主要以发酵型和混合型为主,例如:将灵芝菌接种到米糠液中发酵培养,开发灵芝米糠饮料^[5];利用乳酸菌发酵开发米糠乳酸饮料^[6];将茶粉与米糠混合后添加乳化剂等其他配料,制成米糠茶饮料^[7];以米糠多糖提取液为原料,添加柠檬酸等制得米糠多糖饮料^[8]。蛋白质和多糖作为米糠饮料中的主要功效成分,易聚沉,导致产品稳定性差^[9]。然而,米糠饮料的稳定性在产品研究研发中尚未得到足够重视。

为开发品质稳定且富含活性成分的米糠饮料产品,本文以脱脂米糠为原料制备饮料,考察加工工艺以及产品配方对饮料稳定性的影响,并通过正交实验优化工艺参数,以期对米糠饮料的研发提供参考。

2 材料与方法

2.1 材料与试剂

脱脂米糠由湖北天星粮油科技有限公司提供,粒度为 50~100 目。

海藻酸钠、明胶和木瓜蛋白酶为食品添加剂,盐酸、氢氧化钠等为分析纯试剂,均购于国药集团。

2.2 仪器与设备

XHF-D 高速分散器内切式匀浆机,宁波新芝生物科技股份有限公司;TGLL-16A 台式高速冷冻离心机,长沙平凡仪器仪表有限公司;电子天平,梅特勒-托利多仪器上海有限公司。

2.3 实验方法

2.3.1 米糠饮料加工工艺

称取新鲜米糠 45 g,加 675 mL 纯净水,在适宜转速下将均质处理后加入适量木瓜蛋白酶于 60 ℃ 水浴中酶解。酶解结束后,采用 90 ℃ 水浴处理 15 min 灭酶。采用 200 目滤布过滤,滤液加入含有适量稳定剂(海藻酸钠和明胶)、香精、抗坏血酸和蔗糖的添加剂混合液 225 mL,采用 10000 r/min 均质 5 min,再于 121 ℃ 高温灭菌 15 min,待自然冷却后得到米糠饮料供试产品。

2.3.2 米糠饮料稳定性的测定

分别取 3 份米糠饮料样品(每份 50 mL)至 105 ℃ 恒重的离心管(m1,mg)中,3 000 r/min 离心 10 min 后,去除上清液,并在 105 ℃ 下烘干至恒重(m2,mg),米糠饮料的稳定性以沉淀物质量(m,mg)表示,按下式计算: $m = m_2 - m_1$ 。

2.3.3 单因素实验设计

(1)均质转速:选择均质转速分别为 6 000、9 000、12 000、15 000、18 000 r/min,在均质时间 6 min、木瓜蛋白酶添加量 0.09%、酶解时间 60 min、稳定剂添加量 0.20% 和海藻酸钠与明胶质量比 1:1 的条件下,考察均质转速对米糠饮料稳定性的影响。

(2)均质时间:选择均质时间分别为 2、4、6、8、10 min,在均质转速 12 000 r/min、木瓜蛋白酶添加量 0.09%、酶解时间 60 min、海藻酸钠与明胶总量 0.20% 和海藻酸钠与明胶质量比 1:1 的条件下,考察均质时间对米糠饮料稳定性的影响。

(3)木瓜蛋白酶添加量:选择木瓜蛋白酶添加量分别为 0.03%、0.06%、0.09%、0.12%、0.15%,在均质转速 12 000 r/min、均质时间 6 min、酶解时间 60 min、海藻酸钠与明胶总量 0.20% 和海藻酸钠与明胶之比 1:1 的条件下,考察木瓜蛋白酶添加量对米糠饮料稳定性的影响。

(4)酶解时间:选择酶解时间分别为 20、40、60、80、100 min,在均质转速 12 000 r/min、均质时间 6 min、木瓜蛋白酶添加量 0.09%、海藻酸钠与明胶总量 0.20% 和海藻酸钠与明胶之比 1:1 的条件下,考察酶解时间对米糠饮料稳定性的影响。

(5)稳定剂总量:选择海藻酸钠与明胶总量分别为 0.10%、0.15%、0.20%、0.25%、0.30%,在均质转速 12 000 r/min、均质时间 6 min、木瓜蛋白酶添加量 0.09%、酶解时间 60 min 和海藻酸钠与明胶之比 1:1 的条件下,考察海藻酸钠与明胶总量对米糠饮料稳定性的影响。

(6)海藻酸钠和明胶的配比:选择海藻酸钠与明胶之比分别为 1:3、1:2、1:1、2:1、3:1,在均质转速 12 000 r/min、均质时间 6 min、木瓜蛋白酶添加量 0.09%、酶解时间 60 min 和海藻酸钠与明胶总量 0.20% 的条件下,考察海藻酸钠与明胶之比对米糠饮料稳定性的影响。

2.3.4 正交试验设计

在单因素试验的基础上,选择均质转速(A)、均质时间(B)和木瓜蛋白酶添加量(C)进行 L₉(3³) 正交实验,因素水平表如表 1。

表 1 正交试验因素水平

因素水平	实验因素		
	均质转速(r/min)	均质时间(min)	木瓜蛋白酶添加量(%)
1	12 000	4	0.06
2	15 000	6	0.09
3	18 000	8	0.12

2.4 数据分析

实验结果均以平均值 $\pm$ 标准偏差 ($n=3$) 表示。通过 SPSS19.0 软件进行单因素方差分析,组间数据的显著性差异 ($P<0.05$) 采用 S-N-K 检验。

3 结果与分析

3.1 单因素试验结果

3.1.1 均质转速对米糠饮料稳定性的影响

由图 1 可见,沉淀质量随着均质转速的增大而减小,即稳定性逐渐增加。均质转速在 6000 r/min 和 9000 r/min 时,沉淀质量无显著差异 ($P>0.05$)。但随着转速进一步增大,沉淀质量显著减少 ($P<0.05$),至 15 000 r/min 后无显著变化 ($P>0.05$)。粒子直径较大导致沉降速度较大^[10],均质转速越高,物质颗粒破碎越细小,有利于饮料的稳定性。但较高转速也相应产生高的能耗和设备损耗,故选择均质转速 15 000 r/min 为宜。

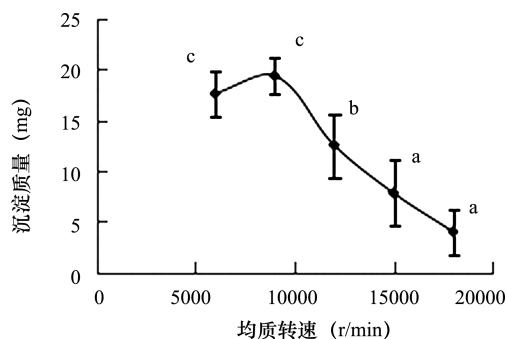


图 1 均质转速对米糠饮料稳定性的影响

注:不同的小写字母标注组间数据存在 0.05 水平的显著性差异。

3.1.2 均质时间对米糠饮料稳定性的影响

由图 2 可见,均质时间为 4 min 时,沉淀平均质量最小,但不同均质时间下的沉淀质量无显著差异 ($P>0.05$)。均质时间过短时,剪切作用不够充分,导致固形物不够细碎,影响口感;当均质时间过长时会对营养成分造成破坏^[11]。所以选择适宜的均质时间为 6 min 左右。

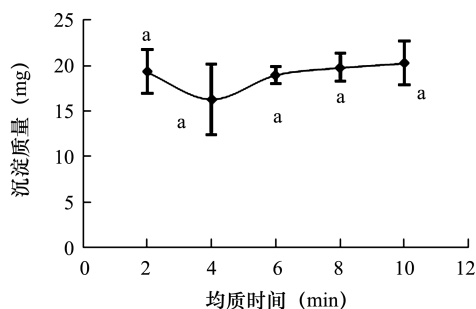


图 2 均质时间对米糠饮料稳定性的影响

注:相同的小写字母标注组间数据不存在 0.05 水平的显著性差异。

3.1.3 木瓜蛋白酶添加量对米糠饮料稳定性的影响

由图 3 可见,当木瓜蛋白酶添加量从 0.03% 增加到 0.05% 时,酶浓度增大,水解米糠效果越好,饮料稳定性增强。添加量超过 0.05% 后,沉淀质量先增加后减少,但均高于 0.05%。酶浓度低时,水解不完全。而酶浓度过高后,酶蛋白的水解过强超过凝胶形成作用^[12],稳定性变差。所以选择木瓜蛋白酶添加量为 0.05%。

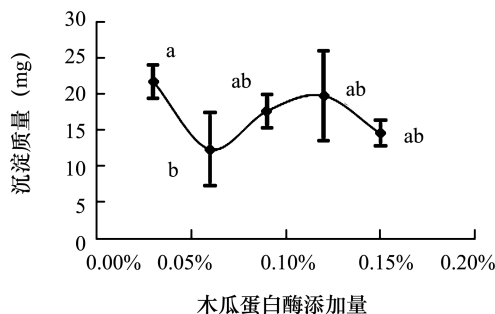


图 3 木瓜蛋白酶添加量对米糠饮料稳定性的影响

注:不同的小写字母标注组间数据存在 0.05 水平的显著性差异。

3.1.4 酶解时间对米糠饮料稳定性的影响

由图 4 可见,随着酶解时间的延长,沉淀质量先增加后减少,在 60 min 时达到最低值。80 min 后沉淀质量变化较小。酶解时间对饮料的稳定性影响不显著 ($P>0.05$)。而考虑到工艺的实际性,应该尽可能的提高工艺效率,所以最终选择适宜的酶解时间为 20 min。

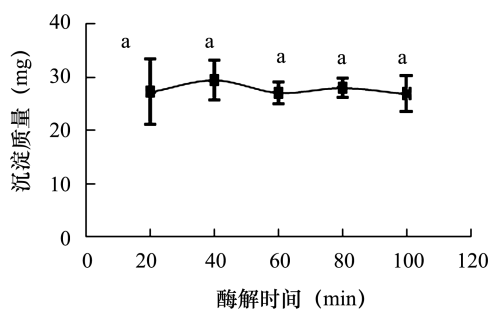


图 4 酶解时间对米糠饮料稳定性的影响

注:相同的小写字母标注组间数据不存在 0.05 水平的显著性差异。

3.1.5 稳定剂总量对米糠饮料稳定性的影响

由图 5 可见,随着稳定剂量的添加量从 0.1% 到 0.25%,沉淀质量先增加后减少。并在 0.25% 时,沉淀质量降到最低。继续添加后沉淀质量反而增长,饮料稳定性变差。应该是当稳定剂的量过少时米糠饮料的稳定性不够,所以沉淀会多;而当稳定剂的量过多时,则会让米糠饮料的水溶性下降,从而使胶粘自身直径过大,容易在重力作用下沉^[13],产生沉淀导致米糠饮料的稳定性变差。所以选择稳

定剂的总量为 0.25%。

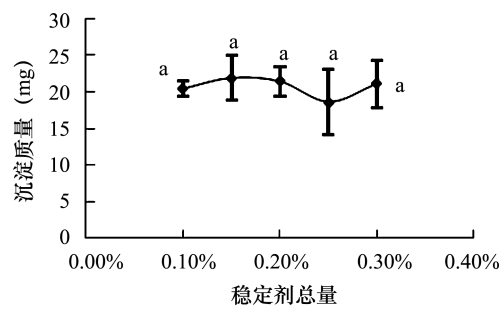


图5 稳定剂总量对米糠饮料稳定性的影响
注:相同的小写字母 a 代表添加不同的稳定剂总量的米糠
沉淀质量没有显著性差异, $P>0.05$ 。

3.1.6 海藻酸钠与明胶的配比对米糠饮料稳定性的影响

由图 6 可见,海藻酸钠与明胶之比从 3: 1 到 1: 1 时,沉淀质量先减少后增加。1: 1 之后,沉淀

质量有所减少但均高于 2: 1 时的沉淀质量。海藻酸钠与明胶之比在 2: 1 时,沉淀质量最低,饮料稳定性最好,所以选择 2: 1 的比例。

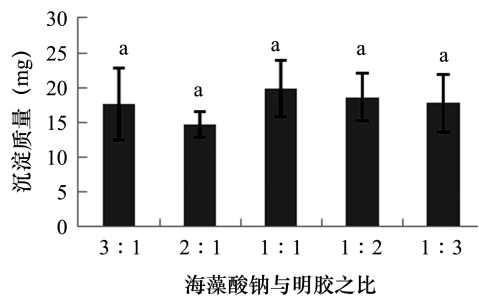


图6 海藻酸钠与明胶之比对米糠饮料稳定性的影响
注:相同的小写字母 a 代表不同海藻酸钠与明胶比的米糠
沉淀质量没有显著性差异, $P>0.05$ 。

3.2 木瓜蛋白酶制备米糠饮料正交实验

表 2 正交试验方案

试验号	均质转速 (r/min)	空列	均质时间 (min)	木瓜蛋白酶添加量 (%)	试验方案
1	12 000		4	0.06	A1B1C1
2	12 000		6	0.09	A1B2C2
3	12 000		8	A1B3C3	
4	15 000		4	0.12	A2B1C3
5	15 000		6	0.09	A2B2C1
6	15 000		8	0.06	A2B3C2
7	18 000		4	0.09	A3B1C2
8	18 000		6	0.12	A3B2C3
9	18 000		8	0.06	A3B3C1
K1	0.0 194	0.0 224	0.0 203	0.0 245	
K2	0.0 366	0.0 325	0.0 377	0.0 345	
K3	0.0 216	0.0 227	0.0 196	0.0 186	
k1	0.0 065	0.0 074	0.0 068	0.0 082	
k2	0.0 122	0.0 108	0.0 126	0.0 115	
k3	0.0 072	0.0 076	0.0 068	0.0 062	
极差 R	0.0 172	0.0 098	0.0 181	0.0 159	

表 3 正交试验方差分析

方差来源	SS	df	MS	F 值	P 值
均质转速	0.00 000 090	2	0.00 000 045	0.56	<0.05
均质时间	0.00 000 170	2	0.00 000 085	0.08	<0.10
木瓜蛋白酶添加量	0.00 000 860	2	0.00 000 430	1.5	<0.01
误差	0.00 000 150	2	0.00 000 075		

由表2正交试验结果可见,影响米糠饮料稳定性的反应条件中各因素依次为:木瓜蛋白酶添加量>均质转速>均质时间。最优的提取工艺为A3B3C1,将其转化为试验条件即是:均质转速为18 000 r/min,均质时间为8 min,木瓜蛋白酶添加量为0.06%。其他工艺参数包括:酶解时间为20 min,稳定剂添加量为0.25%,海藻酸钠和明胶复合比为2:1。在此工艺条件下,米糠饮料的稳定性最好。

4 结论

通过单因素实验和正交实验,对米糠饮料的加工工艺进行优化。结果表明:在均质转速18 000 r/min、均质时间8 min、木瓜蛋白酶添加量为0.06%、酶解时间为20 min、海藻酸钠和明胶的总量为0.25%、海藻酸钠与明胶之比为2:1的工艺条件下,米糠饮料的稳定性较好,且保留了米糠中部分营养功能物质,但产品的营养价值和贮藏稳定性还有待于进一步分析评价,研究可为米糠饮料的开发提供参考。

参考文献:

- [1] 陈清禅,王劲松.米糠饮料的研发与进展[J].食品科技,2012,09(4):156-159.
- [2] 杨锁华,刘伟明,杨小明等.米糠应用研究进展[J].粮油加工,2006,04(3):70-75.
- [3] Yadav R B, Yadav B S, Chaudhary D. Extraction, characterization and utilization of rice bran protein concentrate for biscuit making [J]. British Food Journal, 2011, 113(9): 1173-1182.
- [4] 聂莹,罗非君,曾晓楠.米糠多糖生理功能研究及应用新进展[J].粮食与油脂,2015(11):10-13.
- [5] 顾颖娟,张磊,解春艳等.以米糠为主要原料的灵芝菌丝体液体深层发酵技术[J].南京农业大学学报,2009(3):172-175.
- [6] 毛丽萍,李凤翔.米糠乳酸饮料的制作[J].食品科技,1998(1):35-36.
- [7] 王烈喜,陈琼,陈黎斌等.米糠茶饮料加工工艺研究[J].安徽农业科学,2014,42(2):568-570.
- [8] 肖云,鞠守勇.米糠多糖饮料的研制[J].湖北农业科学,2013,52(24):6140-6141.
- [9] 张哲,付柯,何舜.饮料稳定剂的研究现状及发展[J].杭州化工,2015,45(1):11-13.
- [10] 孟宇竹,安哥若李.杏仁复合蛋白饮料的加工工艺研究[D].西安:陕西师范大学,2007.
- [11] Galvez F C F, Resurreccion A V A, Koehler P E. Optimization of processing of peanut beverage [J]. Journal of Sensory Studies, 2010, 5(1):1-17.
- [12] 徐辉艳.不同木瓜蛋白酶添加量对Mozzarella干酪凝胶品质的影响[J].应用化工,2017,46(7):1348-1349.
- [13] 陈奇.防止酸性蛋白饮料沉淀的方法[J].食品工业科技,2001,22(01):48-49.