

文章编号 :1673-2383(2017)06-0056-06

网络出版网址 <http://kns.cnki.net/kcms/detail/41.1378.N.20171226.1723.020.html>

网络出版时间 2017-12-26 17:24:10

糙米饮料稳定性的研究

张 勤¹,左秀凤²,崔三凯³,安红周^{1*}

(1. 河南工业大学 粮油食品学院,河南 郑州 450001;

2. 河南医学高等专科学校,河南 郑州 451191;3.河南省南街村(集团)有限公司,河南 临颖 462600)

摘要:以糙米为原料,经挤压、酶解、调配、均质等工艺生产糙米饮料。经过增稠剂、乳化剂正交试验以及均质试验,研究增稠剂、乳化剂和均质方式对糙米饮料稳定性的影响。正交试验结果表明,复合增稠-乳化剂最佳添加量为黄原胶 0.15%,海藻酸钠 0.05%,单甘酯 0.15%,蔗糖酯 0.15%。对 3 种均质工艺进行比较,发现经高压均质(30 MPa,两次)处理后饮料的稳定性最佳。经该工艺生产的糙米饮料口感细腻,具有良好的稳定性。

关键词:糙米饮料;增稠剂;乳化剂;稳定剂;均质

中图分类号:TS201.2 **文献标志码**:B

0 引言

糙米含有丰富的营养物质,包括脂肪、蛋白质、维生素、膳食纤维及许多生物活性成分,如谷胱甘肽、谷维素、 γ -氨基丁酸、米糠脂多糖等,具有较高的营养价值^[1]。虽然糙米的营养价值较高,但它的外层被高密度的糠蜡和纤维类物质包围,直接食用不但口感粗糙且不易被人体消化吸收^[2]。因此,如何解决糙米的这些缺陷,充分提高其营养价值,实现产品产业化,已成为国内外亟需解决的问题。我国在糙米食品方面的研究也取得了一定的进展,如糙米挤压膨化后可形成多孔的速食糙米粉,糙米经粉碎、磨浆、调配及均质后可得到糙米饮料等。

谷物饮料指以谷物为原料经调制配成的饮料。而今,谷物饮料产业已被列入中国饮料工业协会饮料行业的振兴规划纲要中,是国家鼓励发展的产业^[3]。我国在 20 世纪 90 年代初期即开展了谷物饮料的相关研究。1995 年金增辉^[4]利用酶解法制备速溶糙米粉,随后许多学者对谷物饮料进行大量的

研究。目前,日本、韩国等国家谷物饮料制备技术较为成熟,但仅有少量专利报道^[3]。在谷物饮料的研制过程中出现的不稳定、易分层及淀粉老化问题是制约液态谷物饮料产业化的瓶颈。

糙米饮料是由多种物质包括糖类、脂肪、蛋白质及纤维素等组成的一类复杂的乳状液体系,在储藏的过程中,由于重力作用或者小分子的缔合作用导致沉淀物的形成,从而影响产品的口感和保质期。作者对糙米饮料的稳定性进行研究,以期通过添加能够提高产品稳定性的增稠剂、乳化剂及应用均质技术,改善糙米饮料的稳定性。

1 材料与方法

1.1 试验材料

糙米:新原米业加工厂; α -淀粉酶(3 700 U/g)、糖化酶(100 000 U/g):北京奥博星生物技术有限责任公司;纤维素酶(30 000 U/g):北京索莱宝科技有限公司;蔗糖酯、海藻酸钠、单甘酯、黄原胶、柠檬酸、柠檬酸钠:郑州华源食品添加剂有限公司。

1.2 仪器与设备

DS32 型双螺杆挤压机:济南赛信膨化机械有限公司;BSA224S 型电子分析天平:北京赛多利思科技有限公司;101A-3E 型电热鼓风干燥箱:上海实验仪器厂有限公司;RRH-250 型万能粉碎机:欧

收稿日期:2017-03-31

基金项目:国家重点研发计划课题(2017YFD0401101);国家粮食局粮食行业关键急需重大科研项目(2016-X);南昌市洪城计划项目(2015002);国家粮食局粮油食品工程技术研究中心开发课题(24400041)

作者简介:张勤(1991—),女,河南洛阳人,硕士研究生,研究方向为谷物食品加工理论与应用。

* 通信作者

凯莱芙(香港)实业公司;离心沉淀机:江苏天力医疗器械有限公司;高压蒸汽灭菌锅:上海申安医疗器械厂;752N型紫外可见分光光度计:上海仪电分析仪器有限公司;PB-10型pH计:德国赛多利斯集团;NANOJH10型剪切乳化分散机、NanoGenizer实验型高压均质机:苏州微流纳米生物技术有限公司;VFMB-20型立式食品搅拌机:郑州通力食品机械有限公司;JY92-IIN型超声波细胞粉碎机:宁波新芝生物科技股份有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 工艺流程

糙米→粉碎(粉碎后过60目筛)→挤压膨化→烘干→粉碎(粉碎4~5遍,过80目筛)→ α -淀粉酶液化、糖化酶糖化(用柠檬酸和柠檬酸钠调pH值为5.5, α -淀粉酶用量20 U/g,糖化酶用量150 U/g,控制液料比为13:1,60℃酶解120 min)→水浴灭酶(沸水浴10 min)→纤维素酶酶解(pH 5.0,纤维素酶用量0.12%,50℃下酶解120 min)→水浴灭酶(沸水浴10 min)→回调pH(至中性)→过滤(滤液备用)→调配(先加入1%的植脂末和1%的蔗糖,再加入适量的增稠剂与乳化剂)→均质→灭菌(110℃,10 min)→冷却→成品。

1.3.2 增稠剂和乳化剂单因素试验

向按照1.3.1工艺流程制作的糙米饮料中加入黄原胶、海藻酸钠、单甘酯、蔗糖酯,在黄原胶、海藻酸钠、单甘酯、蔗糖酯中分别固定3种添加剂的用量,改变剩余的一种添加剂的用量,以稳定系数 R 为考察指标,做单因素试验。

1.3.3 增稠剂和乳化剂的正交试验

以稳定系数为评价指标,对4个因素设计 $L_9(3^4)$ 正交试验,以确定增稠剂和乳化剂的最佳添加量。

1.3.4 糙米饮料均质试验

考察3种均质方式对糙米饮料稳定性的影响,即分别通过剪切分散乳化机(16 000 r/min,120 s)、高压均质机(30 MPa,两次均质)或者超声波均质机(功率密度45%)进行均质,均质10 min所制作的糙米饮料置于室温(25℃)和冷藏(4℃)条件下放置一个月,观察放置期间的外观变化并测定离心沉淀率,从而得到最佳的均质工艺条件。

1.3.5 糙米饮料稳定系数(R)的测定^[5]

将待测料液用蒸馏水稀释10倍,用分光光度计测定其在785 nm处的吸光度值 $A_{前}$,在3 000 r/min的转速下离心10 min,再次用分光光度计测定离心后的上清液在785 nm处的吸光度值 $A_{后}$ 。稳定系数 $R=A_{后}/A_{前}$ 。稳定系数 R 越大,表示所测定的料液越稳定。

1.3.6 离心沉淀率(SR)的测定^[6]

准备带有刻度的离心管,称质量记为 m_0 。加入适量的待测定的料液,称质量记为 m_1 ,然后放入离心机中于3 500 r/min的转速下离心20 min,弃去离心管中的溶液,再次准确称质量记为 m_2 。 SR 值越小,料液越稳定。

$$SR = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \times 100, \quad (1)$$

式中: SR 为离心沉淀率,%; m_0 为离心管的质量,g; m_1 为离心管和原溶液的总质量,g; m_2 为离心管和沉淀的总质量,g。

1.3.7 外观观察

外观观察分为均质时外观观察和静置后外观观察。均质时外观观察就是在均质过程中观察糙米乳的外观,如果均质力度不够,两相就会直接表现为不互溶,有沉淀或分层。静置后外观观察是将准备好的产品经过110℃,10 min灭菌后放入冰箱冷藏(4℃),放置72 h后观察其外观状况,看有无分层、有无沉淀。

2 结果与分析

2.1 增稠剂和乳化剂单因素试验

糙米饮料中需要加入一些调节风味的调味剂。本试验根据预试验的试验结果,加入1%的植脂末^[7]和1%的蔗糖,并添加适量的增稠剂和乳化剂,增稠剂选取黄原胶和海藻酸钠,乳化剂选择单甘酯与蔗糖酯进行试验。

增稠剂是一类改善食品体系结构的食品添加剂,含有多种亲水基团的亲水性物质,溶于水后能提高乳状液的黏度及缩小水油两相的密度差或者形成凝胶,从而起到稳定乳浊液体系的作用^[8]。从图1可以看出,饮料的稳定系数 R 随着黄原胶用量的增大呈现先增加后降低的趋势,在黄原胶用量为0.2%时达到最大值。经研究发现,黄原胶的剂量要达到一定浓度后,才可达到预定的稳定效果^[9],且在低浓度下也具有较高的黏度,经过剪切作用后,黏度会快速降低,但是只要剪切作用被撤除,黄原胶产生的黏度就会恢复^[10-12]。从图2可以看出,稳定系数 R 随着海藻酸钠用量的增加呈现上升的趋势,但海藻酸钠的用量达到0.11%后上升缓慢。海藻酸钠的浓度越高,凝胶特性越显著^[13],且将其加入乳制品中,会产生较好的口感,不会产生黏稠感和僵硬感,和膳食纤维一样具有促进肠胃蠕动的功效^[14],需要根据实际情况选择合适的浓度值。

糙米乳是一种水包油型的乳状液,使用乳化剂,可以使原先互不相溶的物质相互混合,保持稳

定。乳化剂能与碳水化合物、蛋白质等食品成分发生特殊的相互作用,如同氨基酸侧链络合,形成稳定的化合物脂蛋白;可以和淀粉相互作用,减缓淀粉的老化等。糙米饮料是蛋白质和淀粉含量较高的食品,所以向糙米饮料中添加适量的乳化剂有利于体系的稳定。图 3 表明,单甘酯用量的增加会导致稳定系数 R 的增大,当单甘酯的用量达到 0.20% 后, R 增大的趋势不明显。在食品行业中,单甘酯的总量占据食品乳化剂应用总量的 2/3,具有较好的乳化作用,而且还可以抑制泡沫的产生^[15]。图 4 中蔗糖酯的变化曲线与单甘酯相似,临界点蔗糖

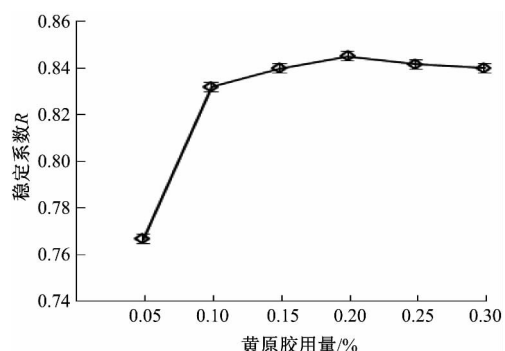


图 1 黄原胶用量对稳定系数的影响

Fig.1 Effect of xanthan gum amount on the stability coefficient

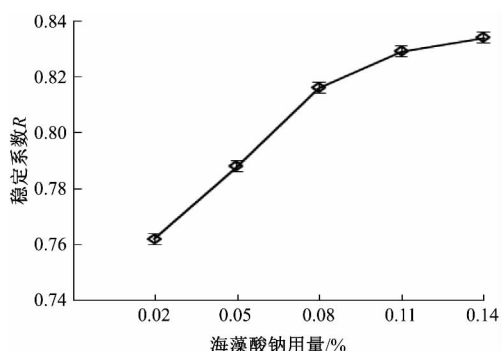


图 2 海藻酸钠用量对稳定系数的影响

Fig.2 Effect of sodium alginate amount on the stability coefficient

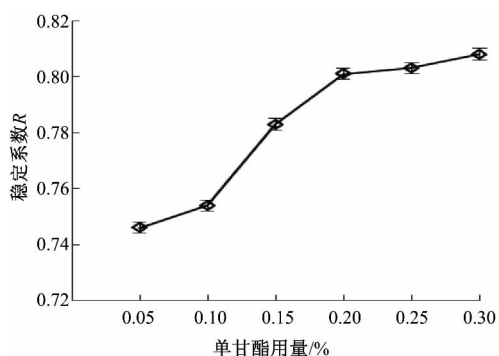


图 3 单甘酯用量对稳定系数的影响

Fig.3 Effect of monoglyceride amount on the stability coefficient

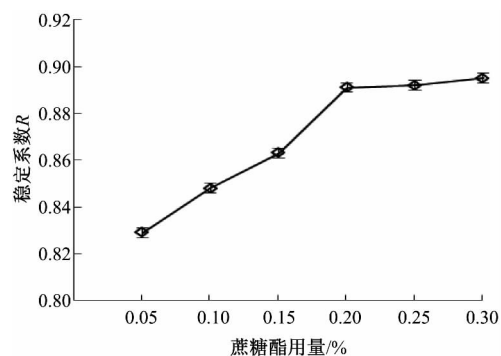


图 4 蔗糖酯用量对稳定系数的影响

Fig.4 Effect of sucrose ester amount on the stability coefficient

酯的用量为 0.20%。蔗糖酯适用于水包油型乳化液,可以有效地降低水的表面张力,拥有较好的乳化能力^[16],且在人体内分解产物是蔗糖和脂肪酸,比较安全。当蔗糖酯的用量较小时,不能阻止脂肪球的聚集,但是用量较大时,又很容易形成胶束,造成蛋白质分子的不稳定^[17]。

2.2 增稠剂和乳化剂的正交试验

由单因素试验可知,黄原胶、海藻酸钠、单甘酯、蔗糖酯的添加对稳定系数均有重要影响。选择黄原胶用量(A)、海藻酸钠用量(B)、单甘酯用量(C)、蔗糖酯用量(D)为考察因素,每个因素取 3 个水平,稳定系数为考察指标,选用 $L_9(3^4)$ 正交表进行试验,如表 1 和表 2 所示。

表 1 正交试验因素与水平

Table 1 Factors and levels of orthogonal test

水平	A 黄原胶用量/%	B 海藻酸钠用量/%	C 单甘酯用量/%	D 蔗糖酯用量/%
1	0.10	0.05	0.15	0.15
2	0.15	0.08	0.20	0.20
3	0.20	0.11	0.25	0.25

表 2 正交试验结果

Table 2 Results of orthogonal test

序号	A	B	C	D	稳定系数
1	1	1	1	1	0.909
2	1	2	2	2	0.719
3	1	3	3	3	0.751
4	2	1	2	3	0.858
5	2	2	3	1	0.832
6	2	3	1	2	0.913
7	3	1	3	2	0.738
8	3	2	1	3	0.892
9	3	3	2	1	0.767
k_1	0.793	0.835	0.905	0.836	
k_2	0.868	0.814	0.781	0.790	
k_3	0.799	0.810	0.774	0.834	
R	0.075	0.025	0.131	0.046	

由表2可知,第6号试验的稳定系数最大,它的参数是 $A_2B_3C_1D_2$ 。由表2和图5极差分析可得,影响稳定系数的因素主次顺序是:单甘酯的用量>黄原胶的用量>蔗糖酯的用量>海藻酸钠的用量,即单甘酯的用量对结果影响最大,得到的最佳参数是 $A_2B_1C_1D_1$,这与直观分析的结果不一致,需要进行验证试验。分别对两种参数进行试验,得到的稳定系数平均值为0.920和0.910,差别不大,原因是单甘酯和其他因素相对试验结果的影响最显著。本着添加剂能少用尽量少用的原则,选择参数 $A_2B_1C_1D_1$,即最佳添加剂用量为黄原胶0.15%,海藻酸钠0.05%,单甘酯0.15%,蔗糖酯0.15%。在最佳添加条件下,对另一批样品进行试验,稳定系数为0.915,证明该添加条件稳定。

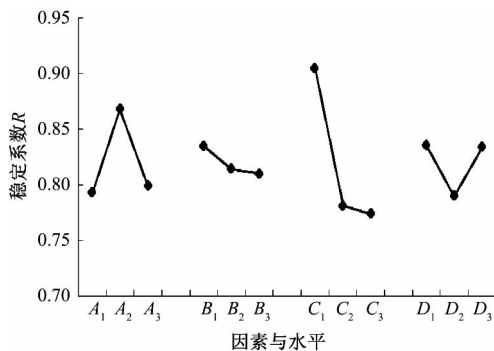


图5 以R为指标的极差分析

Fig.5 Range analysis with stability coefficient R as the index

2.3 糙米饮料均质稳定性研究

均质具有粉碎和混合的双重效果。在预试验的基础上,分别采用剪切分散乳化机(16 000 r/min, 120 s)、高压均质机(30 MPa,两次均质)和超声波均质机(功率密度45%,均质10 min)对糙米饮料进行均质处理,且将所制作的糙米饮料置于室温(25℃)和冷藏(4℃)条件下放置1个月,观察外观变化并测定离心沉淀率。

由图6—图8可以看出,无论是冷藏(4℃)还是室温(25℃),离心沉淀率都随着贮存时间的延长而升高。原因可能是,随着贮存时间的延长,由于重力或者外部条件的影响,糙米乳饮料的稳定体系在慢慢变弱,同时,饮料体系中的粒子彼此碰撞和聚集的几率增大,较易形成上浮或沉淀。当贮存时间相同时,温度增大,离心沉淀率也会变大。原因可能是,温度升高时,饮料中的乳化剂和增稠剂会发生降解,乳化稳定作用降低,体系不稳定;同时,温度升高,粒子运动加快,粒子之间也更容易发生碰撞和聚集。同理,压力均质的饮料在一个月

贮藏期内离心沉淀率相比剪切均质效果更好。但剪切均质和压力均质的糙米乳,在放置1个月后,顶部会略有清液出现,但无沉淀发生,只在室温贮藏时,会有类似轻微褐变的现象产生。究其原因可能是糙米乳饮料中含有大量还原糖,在室温下贮藏,随着时间的延长,氨基化合物渐渐与还原糖发生反应,生成褐色聚合物,说明体系的稳定性还不够,有待进一步加强。但是,超声波均质的饮料在4℃贮藏一个月后离心沉淀率升高约1.9%,在25℃贮藏一个月离心沉淀率升高约3.1%,饮料在贮藏期内稳定性有较大变化,说明饮料并没有形成一个很好的稳定体系,在贮藏14 d时已经形成分层,再往后,随着时间的延长,分层更加剧,可能原因是糙米含一定量膳食纤维,具有一定的弹性,不易被超声波微粒化。

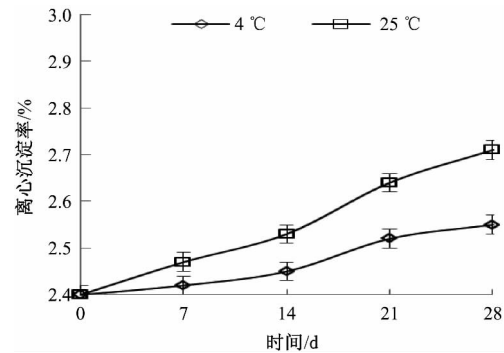


图6 高压均质后放置一个月期间糙米饮料离心沉淀率变化

Fig.6 The changes of centrifugal sedimentation rate of the brown rice beverage treated by high pressure homogenization within one month

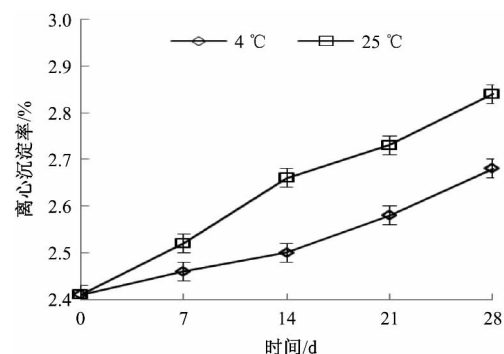


图7 剪切均质后放置一个月期间糙米饮料离心沉淀率变化

Fig.7 The changes of centrifugal sedimentation rate of the brown rice beverage treated by shearing homogenization within one month

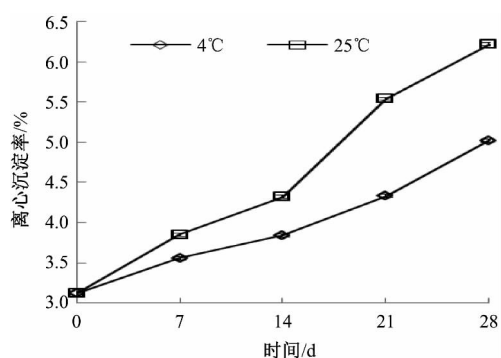


图 8 超声波均质后放置一个月期间糙米饮料离心沉淀率变化

Fig.8 The changes of centrifugal sedimentation rate of the brown rice beverage treated by ultrasonic homogenization within one month

3 结论

糙米饮料制作过程中乳化稳定体系的建立是衡量饮料质量的一项重要指标,同时也是影响产品货架期内稳定性的关键因素^[18-19]。本试验旨在解决糙米饮料的分层沉淀问题,对糙米饮料的生产和产品稳定性具有一定的指导意义。通过正交试验确定了复合增稠-乳化剂最佳添加量:黄原胶 0.15%,海藻酸钠 0.05%,单甘酯 0.15%,蔗糖酯 0.15%。3 种均质工艺比较发现,经过剪切均质或高压均质的饮料离心沉淀率没有发生明显变化,其中高压均质(30 MPa,两次)对稳定性的效果更佳,而经过超声均质的饮料离心沉淀率则较大幅度升高。本试验并未对其乳化稳定体系的稳定机理进行深入探讨,对最佳均质条件的优化还有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 汪阿虎,林亲录,吴跃,等.糙米的应用研究与发展前景[J].农产品加工(学刊),2011(2):4-7.
- [2] MARSHALL W E. Effect of degree of milling of brown rice and particle size of milled rice on starch gelatinization [J].Cereal Chemistry, 1992,69(6):632-636.
- [3] 侯占群,文剑,吴逸民,等.谷物饮料关键制备技术及其稳定性研究进展[J].食品与发酵工业,2012,38(10):146-150.
- [4] 金增辉.生化法加工纯天然速食糙米粉[J].粮食与油脂,1995(2):1-7.
- [5] 潘伯良,胡晓溪,吴晖,等.碎米米乳饮料的研制[J].现代食品科技,2012,28(2):187-190.
- [6] 高云,郑丰杰,贺娜,等.无糖功能米乳饮料的研制[J].食品科技,2012,37(8):143-147.
- [7] 蔡云升,张顾仁.咖啡伴侣(植脂末)的研究与生产[J].中国粮油学报,1994,9(1):43-48.
- [8] LOTONG V, CHUN S S, CHAMBERS E I, et al. Texture and flavor characteristics of beverages containing commercial thickening agents for dysphagia diets [J].Journal of Food Science, 2003,68(4):1537-1541.
- [9] 麻建国, DICKINSON E.黄原胶体系的流变性及其糖和盐对体系的影响[J].无锡轻工大学学报,1998,17(1):1-7.
- [10] 赖富饶,吴晖,牛晨艳,等.黄原胶的流变特性及其在食品工业中的应用[J].现代食品科技,2006,90(4):274-276.
- [11] GARCIA-OCHOA F, SANTOS V E, CASAS J A, et al.Xanthan gum: production, recovery, and properties [J]. Biotechnology Advances, 2000,18(7):549-579.
- [12] MOORHOUSE R, WALKINSHAW M D, ARNOTT S. Xanthan Gum -molecular conformation and interactions [J].Acs Symposium,1977,45(8):90-102.
- [13] 王秀娟,张坤生,任云霞,等.海藻酸钠凝胶特性的研究 [J].食品工业科技,2008,29(2):259-262.
- [14] 詹现璞,吴广辉.海藻酸钠的特性及其在食品中的应用[J].食品工程,2011(1):7-9.
- [15] 袁立志,严达球.单甘酯食品乳化剂的应用 [J].武汉食品工业学院学报,1998(1):29-31.
- [16] 赵衡.蔗糖脂肪酸酯在含乳饮料中的乳化及抑菌作用[J].中国乳品工业,2007,35(7):60-61.
- [17] 刘强,张可,李凤舞,等.蔗糖酯对乳体系影响的研究[J].现代食品科技,2010,26(11):1234-1236.
- [18] 傅亮,田利春.均质条件与大米饮料乳化稳定性关系研究 [J].食品与机械,2006,22(3):20-21.
- [19] DURAND A, FRANKS G V, HOSKEN R W. Particle sizes and stability of UHT bovine, cereal and grain milks[J].Food Hydrocolloids, 2003,17(5):671-678.

STUDY ON THE STABILITY OF BROWN RICE BEVERAGE

ZHANG Qin¹, ZUO Xiufeng², CUI Sankai³, AN Hongzhou¹

(1.School of Food Science and Technology, Henan University of Technology, Zhengzhou 450001, China;

2.Henan Medical College, Zhengzhou 451191, China;

3.Henna nanjiecun (Group) Co., Ltd., Linying 462600, China)

Abstract: Brown rice contains rich nutrients, including lipids, protein, vitamins, dietary fiber and many bioactive components, such as glutathione, oryzanol, γ -aminobutyric acid, etc. The present study was to improve the stability of the brown rice beverage using brown rice as raw material, which was treated by extrusion, enzyme hydrolysis and homogenization and so on. The effects of thickening agent and emulsifier on the stability of brown rice beverage were analyzed through orthogonal test. The results showed that the optimum process conditions were as follows: xanthan gum of 0.15%, sodium alginate of 0.05%, monoglyceride of 0.15% and sucrose ester of 0.15%. Compared the three homogenization processes, the optimum homogenization condition was high pressure homogenization (30 MPa, twice), and the afforded brown rice beverage had the best stability and delicate taste.

Key words: brown rice beverage; thickener; emulsifier; stabilizer; homogenization

(上接第 20 页)

to improve the stability and practicability of cold pressed sesame oil, microcapsule was prepared by gelatin and Arabic gum as wall material and cold pressed sesame oil as core material using complex coacervation method. The influence of wall material mass fraction, core to wall ratio, pH, stirring speed, coacervation time and transglutaminase amount on the embedding effect were evaluated by single factor experiments, while the morphology, embedding rate, production rate and loads of microcapsule was as evaluation indexes. On this basis, the optimum parameters for the preparation of microcapsule cold pressed sesame oil with complex coacervation method were established, which were shown as follows: wall material mass fraction of 0.76%, wall to core ratio of 2.24:1, pH of 3.99, stirring speed of 400 r/min, coacervation time of 20 min and transglutaminase amount of 15 U/g. Under these conditions, the embedding rate of the microcapsule was higher than 91%. It was concluded that coacervation method was a good method for the microcapsulation of cold pressed sesame oil.

Key words: cold pressed sesame oil; microcapsule; complex coacervation method; preparation