

黑米黑豆黑芝麻复合饮料的研制

孙月娥^{1,2}, 刘彬倩¹, 王卫东^{1,2}

(1.徐州工程学院食品学院, 江苏 徐州 221111; 2.江苏省食品生物加工工程技术研究中心, 江苏 徐州 221111)

摘 要: 黑米、黑豆和黑芝麻均具有较高的营养及保健价值, 通过单因素和正交试验对三者复合饮料的加工工艺进行研究。结果确定黑米的烘烤条件为 150℃ 烘烤 10min, 黑米乳的糊化条件为 90℃ 糊化 20min; 黑米乳的最佳酶解工艺参数为先采用 0.3% 高温淀粉酶在 80℃ 酶解 60min, 然后采用 0.2% 碱性蛋白酶在 60℃ 酶解 50min; 通过风味调配试验确定饮料的最佳配方是黑米乳:黑豆乳:黑芝麻乳 = 5:2:3, 加水量为原料的 2 倍, 蔗糖添加量 6%; 添加 0.1% 羧甲基纤维素钠、0.5% 海藻酸钠、0.12% 黄原胶组成的复合稳定剂, 以及 0.02% 蔗糖酯、0.06% 三聚甘油单硬脂酸酯、0.16% 聚甘油脂肪酸酯组成的复合乳化剂, 并且经过 60℃、25MPa、二次均质, 110℃ 杀菌 30min, 制备出的复合饮料口感细腻、营养丰富、稳定性较好。

关键词: 黑米; 黑豆; 黑芝麻; 复合饮料

Development of a Composite Beverage of Black Rice, Black Beans and Black Sesame

SUN Yue-e^{1,2}, LIU Bin-qian¹, WANG Wei-dong^{1,2}

(1. College of Food Engineering, Xuzhou Institute of Technology, Xuzhou 221111, China;

2. Jiangsu Engineering Research Center for Food Biology Processing, Xuzhou 221111, China)

Abstract: All black rice, black beans and black sesame are of high nutrition and health value. In the present study, black rice, black beans and black sesame were used to develop a composite beverage. One-factor-at-a-time and orthogonal array design methods were employed to optimize the manufacturing process. Baking at 150 °C for 10 min was found optimal for black rice. The optimal gelatinization condition for black rice slurry was cooking at 90 °C for 20 min. The optimal hydrolysis parameters for black rice slurry were hydrolysis at 80 °C for 60 min with 0.3% high-temperature amylase followed by with 0.2% alkaline proteinase for another 50 min at 60 °C. The best composite beverage with delicate taste, rich nutrition and good stability was obtained using the process: black rice, black beans and black sesame slurries were mixed at a ratio of 5:2:3, diluted with a 2-fold volume of water, added with 6% sucrose, a composite stabilizer consisting of 0.1% CMC, 0.5% sodium alginate and 0.12% xanthan gum, and a composite emulsion composed of 0.02% sucrose ester, 0.06% trimeric ester and 0.16% polymannuronic acid, double-homogenized at 60 °C and 25 MPa, and finally sterilized at 110 °C for 30 min.

Key words: black rice; black beans; black sesame; compound beverage

中图分类号: TS201.1

文献标识码: B

文章编号: 1002-6630(2012)14-0312-06

谷物饮料作为一种健康饮料, 已成为国内外研究热点^[1-3]。随着人们消费观念向“食以黑为补”的转变, 黑色饮料应运而生^[4-6]。明代李时珍在《本草纲目》中记载黑米具有“滋阴补肾、健脾暖肝、明目活血”等功效, 在民间, 黑米也有“珍贡米”、“药米”之誉^[7]。黑米中富含类黄酮类化合物, 膳食纤维, 铁、锌、硒等微量元素, 必需氨基酸比例高, 水溶性和脂溶性维生素均较丰富, 此外, 还含有强心苷、生物碱等具有独特生物活性的物质, 因此具有清除自由基、延

缓衰老, 改善营养性贫血、抗动脉粥样硬化、抗应激反应、镇静和改善睡眠等功能^[8]。

黑豆是黑色食品中的佼佼者, 蛋白质含量 48% 以上, 居豆类之首; 脂肪含量高达 12%, 以不饱和脂肪酸为主, 还含有 1.64% 磷脂^[9]。据测定, 黑豆所含黄酮及类黄酮化合物的量高于普通大豆 5~7 倍; 膳食纤维 12.26%, 高出黑大米 1 倍; 必需氨基酸含量是其他黑色谷物不能比拟的^[10], 具有预防动脉硬化、抗老防衰、预防便秘、改善肠内菌群环境, 防止大脑老化迟钝、

收稿日期: 2011-06-01

基金项目: 徐州市科技计划项目(XC10B052); 徐州工程学院大学生实践训练计划项目(2009 年)

作者简介: 孙月娥(1973—), 女, 讲师, 博士, 研究方向为功能性食品。E-mail: sunyuee416@yahoo.com.cn

健脑益智等功能。黑豆中含有的丰富 VB、VE、泛酸,对养发、乌发也有助益^[11-12]。黑芝麻中含有的大量不饱和脂肪酸、蛋白质、糖类、VA、VE、卵磷脂、钙、铁、镁等营养成分有调节胆固醇、防止过氧化脂质对皮肤危害,养血、令皮肤细腻光滑、红润光泽等功效^[13]。本实验利用黑米、黑豆和和黑芝麻研制一种兼具三种保健食品的新型复合保健饮料。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

黑米、黑豆、黑芝麻 市售; 高温 α -淀粉酶(4000U/g) 北京双旋微生物培养基制品厂; 中温淀粉酶(2000U/g) 北京东华强盛生物技术有限公司; 碱性蛋白酶(200000U/g) 北京索莱宝生物有限公司; 中性蛋白酶(50000U/g) 山东安克生物工程有限公司; SE-11 蔗糖脂肪酸酯 杭州金鹤来食品添加剂有限公司; 三聚甘油单硬脂酸酯 山西颐泰恒精细化学有限公司; 聚甘油脂肪酸酯 浙江金华市南山食品添加剂有限公司; 黄原胶 淄博顺达生物科技有限公司; 羧甲基纤维素钠 新乡市顺达实业有限公司; 海藻酸钠 青岛明月海藻集团有限公司; 其他试剂均为分析纯。

50-6S 型高压均质机 上海东华高压均质机厂; PC-1000 型数显式电热恒温水浴锅 上海跃进医疗器械厂; 723C 型可见分光光度计 上海欣茂仪器有限公司制造; 阿贝折光仪 上海精密科学仪器有限公司; SHA-B 型恒温振荡器 常州国华电器有限公司。

1.2 复合饮料生产工艺及操作要点

1.2.1 工艺流程

黑米、黑豆、黑芝麻复合饮料的生产工艺流程见图 1。

黑米→精选→烘烤→浸泡→打浆→糊化→酶解→灭酶→离心→黑米乳→混合调配→均质→脱气→灌装→灭菌→检验→成品

└─ 黑米乳←筛选←清洗←浸泡←磨浆←离心←黑豆
└─ 黑芝麻乳←离心←磨浆←浸泡←清洗←筛选←黑芝麻

图 1 复合饮料生产工艺流程

Fig.1 Flow chart of composite beverage preparation process

1.2.2 操作要点

1.2.2.1 黑米乳制备

筛选: 选用籽粒饱满、粒度整齐、裂纹粒少的黑米, 去除石子等杂质与瘪粒。烘烤: 将黑米置于 150℃ 烤箱, 烘烤时间 10min, 使其散发出浓郁的米香味。浸泡: 将烘烤后的黑米于 60℃ 水中浸泡 1h, 至组织软

化, 浸泡时料水比 1:4。打浆: 将浸泡至组织软化的黑米进行打浆, 料水比 1:6。糊化: 将制得的黑米乳液置于 90℃ 恒温水浴锅中糊化 20min, 糊化时加水量为原料质量的 12 倍。酶处理: 糊化完毕后, 冷却, 加入 α -淀粉酶和蛋白酶, 在一定温度和时间下进行酶解, 以黑米乳得率、可溶性固形物含量、悬浮稳定性为指标, 分别对酶制剂的种类、酶解温度、酶解时间、加酶量进行单因素试验, 以确定各因素的影响效果。在单因素试验的基础上, 采用 $L_{16}(3^6)$ 正交试验设计, 以淀粉酶用量、蛋白酶用量、淀粉酶酶解温度、蛋白酶酶解温度、淀粉酶酶解时间、蛋白酶酶解时间为考察因素, 以悬浮稳定性和可溶性固形物含量为指标, 优化酶解工艺参数, 从中筛选最优的工艺条件和技术参数。灭酶: 将酶解后的黑米乳升温至 95℃, 加热 15min, 使酶钝化。离心: 灭酶后的黑米乳 4000r/min、离心 15min, 装瓶待用。

1.2.2.2 黑豆乳制备

选用籽粒饱满、无虫害、无霉变、颜色正常的黑豆, 剔除石块等杂质, 用水清洗除去表面灰尘, 加入黑豆质量 2.5~3.0 倍的水浸泡 12h, 然后将浸泡好的黑豆, 采用 8 倍原料质量、85℃ 的热水进行磨浆以去除豆腥味, 过滤除去豆皮, 磨至均一乳液, 无明显颗粒。将磨浆所得乳液置于大容量离心机中进行离心, 转速 4000r/min, 离心 15min, 得澄清黑豆乳液, 装瓶待用。

1.2.2.3 黑芝麻乳的制备

选用籽粒饱满的黑芝麻, 去除杂质, 置于 150℃ 烤箱烘烤 10min 使其发出熟芝麻香味。加入黑芝麻质量 2.5~3.0 倍、15~20℃ 水中浸泡 6~8h。随后采用 8 倍原料质量的水磨浆。将磨浆所得乳液以 4000r/min 离心 15min 得到均匀黑芝麻乳液, 装瓶待用。

1.2.2.4 复合饮料调配

以可溶性固形物含量、悬浮稳定性和感官评分作为评价指标, 将黑米乳、黑豆乳和黑芝麻乳按照一定比例混合(主料黑米乳 $\geq 50\%$), 加入水、蔗糖、复合稳定剂(黄原胶、羧甲基纤维素钠、海藻酸钠)以及复合乳化剂(蔗糖酯、三聚甘油单硬脂酸酯、聚甘油脂肪酸酯)进行调配, 以确定复合饮料的最佳配方。

1.2.2.5 均质

将料液在 60℃、25MPa 条件下进行二次均质处理。均质处理后立即脱气。

1.2.2.6 灌装、灭菌

均质后的饮料采用容积为 100mL 的玻璃瓶灌装后, 立即在 110℃ 杀菌 30min。

1.3 测定方法

$$\text{黑米酶解得率} / \% = \frac{\text{饮料总固形物含量}}{\text{酶解浆料总固形物含量}} \times 100$$

可溶性固形物含量测定: 阿贝折光仪法^[14]。

悬浮稳定性: 采用比色法^[15], 将浆液在 $4200 \times g$ 离心 10min, 将未离心的浆液以及所得上清液在波长 660nm 处测 OD 值, 分别记为 T_0 、 T_s , 两者的相对比值 $T_{rel} = T_s/T_0$ 表示的饮料悬浮稳定性的大小, 其值越大越稳定, 空白为水。

1.4 感官评价方法

按照表 1 对饮料进行感官评定。

表 1 感官评定标准

Table 1 Criteria for sensory evaluation of composite beverage

得分	感官评分
10	口感柔和滑爽, 甜度适中, 香味柔和、协调
7~9	口感较好, 甜度较适中, 香味较柔和, 稍浓或稍淡
4~6	口味不正, 甜度失调, 气味过浓或过淡
≤3	口感很差, 有异味

2 结果与分析

2.1 黑米、黑芝麻烘烤条件

高温烘烤不仅使黑米产生大量的香味化合物, 使得黑米饮料具有浓郁的烘焙香味, 还可以使黑米达到一定的糊化度, 有利于淀粉酶作用, 增加黑米淀粉的可降解性。由表 2 可见, 烘烤温度太低, 产生的香味不浓; 烘烤温度太高, 容易产生焦糊的味道, 而在 150°C 、烘烤 10min 时感官评价最好, 所以确定黑米的最佳烘烤条件为 150°C 、10min。采用相同方法得到黑芝麻的最佳烘烤条件也为 150°C 、10min。

表 2 烘烤条件对黑米感官评价的影响

Table 2 Effect of baking conditions on sensory evaluation of black rice

烘烤温度/ $^\circ\text{C}$	时间/min		
	5	10	15
130	香气较弱	香气弱	香气不突出
150	香气一般	香气浓郁	香气浓, 略有焦味
170	香气浓, 略有焦味	香气浓, 有焦味	表皮脱落, 香味浓, 有焦味
180	有焦味	黑色表皮脱落, 有焦味	表皮脱落, 有焦味

2.2 黑米糊化条件

2.2.1 温度对糊化效果的影响

当黑米糊化时间为 20min 时, 在不同温度(80、85、90、95 $^\circ\text{C}$)条件下进行糊化, 研究温度对糊化效果的影响。由图 2 可见, 90°C 时, 可溶性固形物含量最大, 悬浮稳定性最好, 糊化效果最好, 所以确定黑米的糊化温度 90°C 。

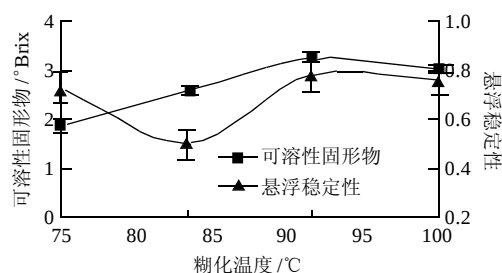


图 2 糊化温度对糊化效果的影响

Fig.2 Effect of temperature on the gelatinization of black rice slurry

2.2.2 糊化时间对糊化效果的影响

当黑米的糊化温度为 90°C 时, 在不同时间(10、20、30、40min)条件下进行糊化, 研究时间对糊化效果的影响。由图 3 可见, 糊化 20min 时, 可溶性固形物含量最大, 悬浮稳定性最好, 糊化效果最好, 所以确定黑米的糊化时间为 20min。

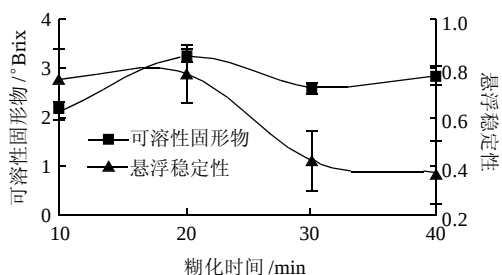


图 3 糊化时间对糊化效果的影响

Fig.3 Effect of cooking time on the gelatinization of black rice slurry

2.3 黑米的酶解条件

2.3.1 酶制剂的影响

在淀粉酶(H 为高温淀粉酶、M 为中温淀粉酶)最适温度条件下水解 40min, 然后在蛋白酶(J 为碱性蛋白酶、Z 为中性蛋白酶)最适温度下水解 40min, 结果见表 3。由表 3 可见, 综合得率、可溶性固形物以及悬浮稳定性 3 个指标, 最佳酶制剂(组合)是 H+J, 即高温淀粉酶 + 碱性蛋白酶。

表 3 酶制剂对酶解的影响

Table 3 Effect of enzyme type on the hydrolysis of black rice slurry

酶制剂	H	M	H+J	H+Z	M+J	M+Z
黑米乳得率/%	41.6	70.9	65.9	43.3	60.3	70.7
可溶性固形物含量/ $^\circ\text{Brix}$	10.32	6.52	8.01	10.76	8.11	7.35
悬浮稳定性	0.639	0.231	0.635	0.691	0.428	0.334

2.3.2 酶解温度的影响

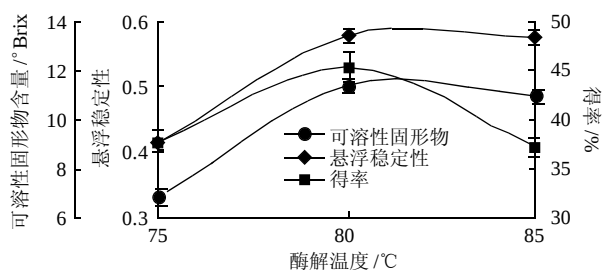


图4 淀粉酶酶解温度对可溶性固形物含量、得率、悬浮稳定性的影响

Fig.4 Effect of temperature on the hydrolysis of black rice slurry by amylase

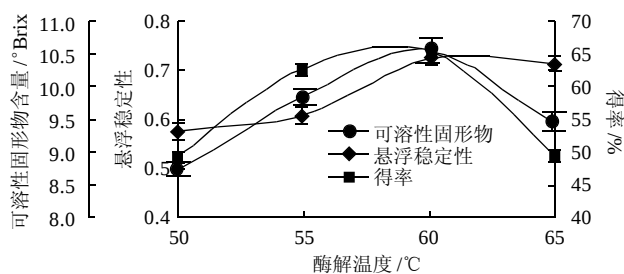


图5 碱性蛋白酶酶解温度对可溶性固形物含量、得率、悬浮稳定性的影响

Fig.5 Effect of temperature on the hydrolysis of black rice slurry by alkaline protease

用筛选出的最佳酶组合,采用两步法进行酶解,①设定高温淀粉酶添加量0.3%,在不同温度(75、80、85℃)条件下酶解40min,由图4可见,当酶解温度80℃时,黑米乳的可溶性固形物、悬浮稳定性和得率都最大,因此确定淀粉酶酶解黑米乳的最佳温度80℃。②在步骤①的基础上,设定碱性蛋白酶添加量0.3%,在不同温度(50、55、60、65℃)条件下酶解40min,由图5可以看出碱性蛋白酶酶解黑米乳的最佳温度为60℃,此时,此时黑米乳的可溶性固形物含量、悬浮稳定性和得率都达到最大值。

2.3.3 酶解时间的影响

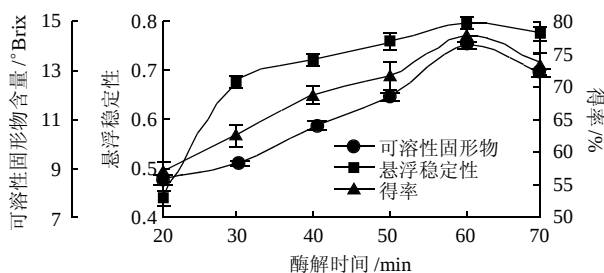


图6 酶解时间对可溶性固形物含量、得率、悬浮稳定性的影响

Fig.6 Effect of hydrolysis time on the hydrolysis of black rice slurry by amylase

以0.3%加酶量、高温淀粉酶酶解温度80℃、碱性蛋白酶酶解温度60℃,考察高温淀粉酶酶解时间对黑米乳酶解效果的影响。由图6可以看出,酶解时间60min时,黑米乳的可溶性固形物含量、悬浮稳定性和得率均最大,酶解效果最好,所以确定酶解时间60min。

2.3.4 加酶量的影响

先采用高温淀粉酶80℃酶解60min,随后用碱性蛋白酶60℃酶解60min,考察高温淀粉酶不同加酶量对黑米乳酶解效果的影响。由图7可见,加酶量0.3%时,黑米乳的可溶性固形物含量、悬浮稳定性和得率均最大,酶解效果最好,所以确定加酶量0.3%。

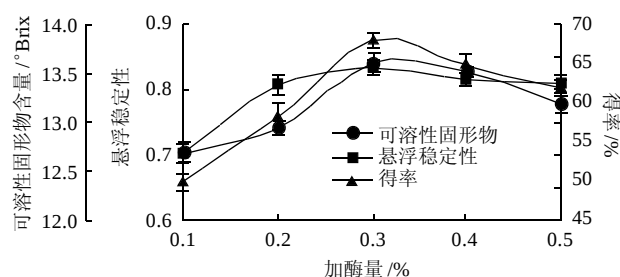


图7 加酶量对可溶性固形物含量、得率、悬浮稳定性的影响

Fig.7 Effect of amylase concentration on the hydrolysis of black rice slurry

2.3.5 正交试验确定黑米酶解最佳工艺参数

考虑到黑米酶解过程中各因素之间的相互影响,在前期单因素试验的基础上,以淀粉酶用量、蛋白酶用量、淀粉酶酶解温度、蛋白酶酶解温度、淀粉酶酶解时间、蛋白酶酶解时间为因素,以饮料的浮稳定性、可溶性固形物含量为指标,采用 $L_{18}(3^6)$ 正交表优化黑米乳酶解的最优工艺参数。酶解采用两步法,先用高温淀粉酶进行水解,随后采用碱性蛋白酶进行水解。表4是因素水平表,试验结果见表5。

表4 黑米酶解条件优化正交试验因素水平表

Table 4 Factors and levels of orthogonal array design for enzymatic hydrolysis of black rice slurry

水平	A 淀粉酶 用量/%	B 蛋白酶 用量/%	C 淀粉酶酶 解温度/℃	D 蛋白酶酶 解温度/℃	E 淀粉酶酶 解时间/min	F 蛋白酶酶 解时间/min
1	0.25	0.20	75	55	50	50
2	0.30	0.30	80	60	60	60
3	0.35	0.40	85	65	70	70

由表5可以看出,以悬浮稳定性为指标时,因素主次顺序是 $B > A > F > C > D > E$,最佳方案是 $A_2B_1C_2D_2E_2F_1$,以可溶性固形物为指标时,因素主次顺序是 $B > A > E > D > C > F$,最佳方案是 $A_2B_1C_2D_3E_3F_1$,

综合考虑, 选取 $A_2B_1C_2D_2E_2F_1$ 作为最佳方案, 即先用 0.3% 高温淀粉酶在 80℃ 酶解 60min, 随后用 0.2% 碱性蛋白酶在 60℃ 酶解 50min。在此条件下做验证实验, 测得酶解液的悬浮稳定性指数为 0.851、可溶性固形物含量为 16.34°Brix, 将其与正交试验中各方案所得实验值相比较, 知最佳方案的酶解效果最好。

表 5 黑米乳酶解条件优化正交试验设计及结果
Table 5 Orthogonal array design and experimental results for enzymatic hydrolysis of black rice slurry

试验号	A	B	C	D	E	F	悬浮稳定性	可溶性固形物含量/°Brix
1	1	1	1	1	1	1	0.825	12.78
2	1	2	2	2	2	2	0.845	13.78
3	1	3	3	3	3	3	0.497	12.22
4	2	1	1	2	2	3	0.776	14.71
5	2	2	2	3	3	1	0.799	16.22
6	2	3	3	1	1	2	0.675	12.78
7	3	1	2	1	3	2	0.749	15.62
8	3	2	3	2	1	3	0.578	14.44
9	3	3	1	3	2	1	0.573	13.52
10	1	1	3	3	2	2	0.636	15.13
11	1	2	1	1	3	3	0.566	14.78
12	1	3	2	2	1	1	0.650	12.44
13	2	1	2	3	1	3	0.675	15.26
14	2	2	3	1	2	1	0.734	14.29
15	2	3	1	2	3	2	0.649	12.13
16	3	1	3	2	3	1	0.619	13.26
17	3	2	1	3	1	2	0.574	12.19
18	3	3	2	1	2	3	0.524	10.22
悬浮稳定性	k_1	4.017	4.279	3.962	4.074	3.976	4.199	
	k_2	4.307	4.096	4.241	4.116	4.088	4.127	
	k_3	3.617	3.567	3.738	3.752	3.878	3.616	
	R	0.69	0.712	0.503	0.364	0.21	0.582	
可溶性固形物	k_1	81.10	86.74	80.10	80.44	79.86	82.49	
	k_2	85.37	85.67	83.51	81.64	81.64	81.60	
	k_3	79.23	73.29	82.09	84.52	84.20	81.61	
	R	6.14	13.45	3.41	4.08	4.34	0.89	

2.4 饮料风味的调配

2.4.1 黑米乳、黑豆乳和黑芝麻乳的配比

表 6 饮料配比对饮料的影响

Table 6 Effect of mixing ratio on sensory evaluation and stability of black rice to black beans to black sesame slurries

试验号	黑米乳用量/%	黑豆乳用量/%	黑芝麻乳用量/%	可溶性固形物含量/°Brix	悬浮稳定性	感官评分
1	80	10	10	6.51	0.581	5
2	70	20	10	5.25	0.617	5
3	70	10	20	6.01	0.580	6
4	60	30	10	4.75	0.439	8
5	60	20	20	5.52	0.557	4
6	60	10	30	5.03	0.647	6
7	50	40	10	5.13	0.343	4
8	50	30	20	4.98	0.522	8
9	50	25	25	4.53	0.570	7
10	50	20	30	5.34	0.708	9
11	50	10	40	4.76	0.701	9

按照上述工艺生产一批黑米乳、黑豆乳和黑芝麻乳, 将三者按不同比例混合, 按照表 1 对其进行感官评定以确定最佳配比, 由表 6 可见, 最佳配比为试验号 10, 即黑米乳:黑豆乳:黑芝麻乳 = 5:2:3。

2.4.2 加水量的确定

按照黑米乳:黑豆乳:黑芝麻乳 = 5:2:3 配比, 做单因素试验确定饮料加水量对饮料悬浮稳定性和感官评分的影响, 由图 8 确定加水量为饮料主剂的 2 倍。

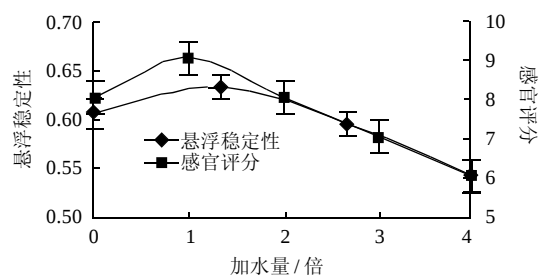


图 8 加水量对对悬浮稳定性和感官评价的影响

Fig.8 Effect of amount of added water on the stability and sensory evaluation of mixed black rice, black beans and black sesame slurries

2.4.3 加糖量的确定

按照黑米乳:黑豆乳:黑芝麻乳 = 5:2:3 配比, 2 倍的加水量, 做单因素试验确定饮料加糖量对饮料悬浮稳定性和感官评分的影响, 由图 9 确定加糖量 6%。

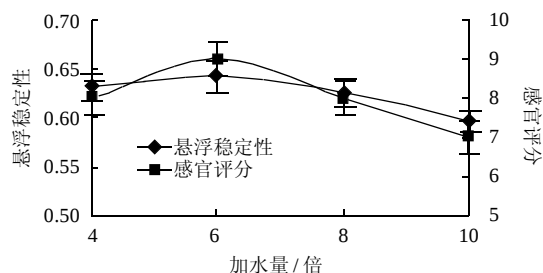


图 9 加糖量对悬浮稳定性和感官评价的影响

Fig.9 Effect of amount of added sugar on the stability and sensory evaluation of mixed black rice, black beans and black sesame slurries

2.5 饮料稳定性实验

在单因素和正交试验的基础上采用 0.1% CMC-Na、0.5% 海藻酸钠、0.12% 黄原胶作为复合稳定剂, 0.02% 蔗糖酯、0.06% 三聚甘油单硬脂酸酯、0.16% 聚甘油酯作为复合乳化剂, 在 60℃、25MPa 条件下进行二次均质, 110℃ 杀菌 30min, 贮存 3 个月无沉淀出现, 说明其稳定性较好。

3 结论

通过单因素和正交试验, 对黑米的烘烤、糊化和

酶解工艺进行优化,得到黑米乳,其最佳生产配方和工艺条件。黑米烘烤条件 150℃、10min;糊化条件为 90℃、20min、加 12 倍水量。酶解分两个步骤:先用 0.3% 高温淀粉 80℃酶解 60min,再用 0.2% 碱性蛋白酶 60℃酶解 50min。将得到的黑米乳与制备的黑豆乳和黑芝麻乳按照 5:2:3 比例进行调配,并加入 2 倍水量、6% 蔗糖得到风味独特的复合饮料。随后采用 0.1% CMC-Na、0.5% 海藻酸钠、0.12% 黄原胶作为复合稳定剂,0.02% 蔗糖酯、0.06% 三聚甘油单硬脂酸酯、0.16% 聚甘油酯作为复合乳化剂,在 60℃、25MPa 条件下进行二次均质,110℃杀菌 30min,得到一种口感细腻、风味独特、营养丰富,具有较好稳定性的新型复合保健饮料。

参考文献:

- [1] MIKI A, ISOGAI A, UTSUNOMIYA H, et al. Identification of 2,4,6-trichloroanisole (TCA) causing a musty/muddy off-flavor in sake and its production in rice koji and moromi mash[J]. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 2005, 100(2): 178-183.
- [2] APETTI A, PRUZZO C, DAGLIA M, et al. Effect of barley coffee on the adhesive properties of oral streptococci[J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2007, 55(2): 278-284.
- [3] DREWNOWSKI A, BELLISLE F. Liquid calories, sugar, and body weight[J]. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 2007, 85(3): 651-661.
- [4] 詹晓珠, 杨长桃, 陈上海. 黑米饮料的研制[J]. *福建农业科技*, 2001 (2): 33-34.
- [5] 张志健, 李新生. 黑米皮质饮料加工技术研究[J]. *食品工业*, 2009(5): 56-57.
- [6] 郑广军, 陈建军. 黑米饮料沉淀问题的解决[J]. *现代化农业*, 1997(12): 33-33.
- [7] 赖来展. 黑色食品开拓[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 21-24.
- [8] 马晓佩, 张晖, 王立, 等. 黑米饮料工艺的研究[J]. *食品工业科技*, 2008, 29(9): 209-211.
- [9] 曹树稳. “五黑营养液”的研制[J]. *粮食与油脂*, 1994(3): 18.
- [10] 许姜泽. 黑豆的医药用途[J]. *粮油食品科技*, 1984(1): 49.
- [11] 陈霞. 黑豆口服液的研制[J]. *食品工业科技*, 1996(1): 38.
- [12] 王敏, 李丹, 李荣和, 等. 黑豆营养价值及功能特性应用的研究与进展[J]. *长春大学学报*, 2008, 18(1): 104-107.
- [13] 单良, 徐利萍, 金青哲, 等. 黑芝麻黑色素的稳定性及自由基清除活性[J]. *安徽农业科学*, 2008, 36(26): 11527-11531.
- [14] 郑艺梅, 李群, 华平, 等. 发芽糙米蛋白质营养价值评价[J]. *食品科学*, 2006, 27(10): 21-22.
- [15] SIMS C A, BALABAN M O, MATTHEWS R F. Optimization of carrot juice color and cloud stability[J]. *Journal of Food Science*, 1993, 58(5): 1129-1131.