

## 大米蛋白乳饮料的工艺优化

苗文娟<sup>1</sup>, 陈志宏<sup>1</sup>, 张余<sup>1</sup>, 孙艳辉<sup>1</sup>, 张榆敏<sup>2</sup>

(1. 滁州学院生物与食品工程学院, 安徽滁州 239000; 2. 安徽顺鑫盛源生物食品有限公司, 安徽滁州 239000)

**摘要** 为优化大米蛋白乳饮料生产工艺, 以大米蛋白、乳清蛋白为主料, 采用单因素及正交试验优化确定产品最终配方。氨基酸分析结果表明, 大米蛋白和乳清蛋白以 3:2 比例复配后的蛋白粉氨基酸组成合理; 稳定性单因素试验结果表明, 大米淀粉、卡拉胶和结冷胶对大米蛋白乳饮料具有较好的稳定性, 黄原胶效果不佳; 通过正交试验确定复配稳定剂添加量为卡拉胶 0.040%、结冷胶 0.035%、大米淀粉 0.60%; 风味调配结果表明复配蛋白粉添加量 6.0%、蔗糖 5.0%、柠檬酸 0.04%、炒米香精 0.08%, 在此工艺下制得的大米蛋白乳饮料氨基酸组成合理, 产品稳定性良好, 风味佳。

**关键词** 大米蛋白; 饮料; 稳定性; 工艺优化

**中图分类号** TS 275.4 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2019)24-0170-04

**doi**: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.24.051



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Optimization of Rice Protein Beverage Technology

MIAO Wen-juan, CHEN Zhi-hong, ZHANG Cuan et al (College of Biology and Food Engineering, Chuzhou University, Chuzhou, Anhui 239000)

**Abstract** In order to optimize the production process of rice protein beverage, rice protein and whey protein were used as the main materials, and the final formula of rice protein beverage was optimized by single factor test and orthogonal experiment. The results of amino acid analysis showed that the amino acid composition of the compound protein powder was reasonable when the ratio of rice protein to whey protein was 3:2. The results of stability single factor test showed that rice starch, carrageenan and gelatin gum had good stability for rice protein beverage, but xanthan gum had poor effect. Orthogonal test results showed that the addition of compound stabilizer was 0.040% carrageenan, 0.035% gellan gum and 0.60% rice starch. The results of flavor blending showed that the compound protein powder was 6.0%, sucrose 5.0%, citric acid 0.04%, and fried rice flavor 0.08%. The rice protein beverage prepared by this process has reasonable amino acid composition, good stability and good flavor.

**Key words** Rice protein; Beverage; Stability; Process optimization

大米蛋白是淀粉、糖、味精和有机酸等大米精深加工行业的副产物<sup>[1]</sup>, 大米蛋白主要由 75%~90% 谷蛋白、2%~5% 清蛋白、2%~10% 球蛋白和 1%~5% 醇溶蛋白构成<sup>[2]</sup>, 大米蛋白的氨基酸配比合理, 接近 FAO/WHO 推荐理想模式, 蛋白质效用比率 (PER) 和生物价 (BV) 较高<sup>[3]</sup>, 是理想的植物蛋白来源。随着现代食品工业的迅猛发展, 人们对于健康食品的需求也在逐年增加, 在此基础上开发一款富含大米蛋白的健康型乳饮料显得尤为必要。由于大米蛋白中 75% 以上是水不溶性的谷蛋白, 因此大米蛋白的溶解性差, 限制了大米蛋白在食品工业中的应用。为提高大米蛋白的综合利用程度, 该研究通过单因素及正交试验对提高大米蛋白悬浮稳定性的几种稳定剂进行筛选, 并在此基础上对饮料的口感进行合理调配, 开发出一款口感好、悬浮稳定性高的大米蛋白乳饮料, 为提高大米蛋白的综合利用提供一条新途径。

## 1 材料与与方法

**1.1 材料** 大米蛋白粉 (300 目, 蛋白含量 82.54%)、大米淀粉粉 (100 目) 均来自于安徽顺鑫盛源生物食品有限公司; 乳清粉 (食品级), 戴维林国际贸易 (上海) 有限公司; 白砂糖、柠

檬酸、炒米香精、卡拉胶、结冷胶、黄原胶均为食品级, 市售。

**1.2 仪器与设备** S433D 全自动氨基酸分析仪 (德国 Sykam); DHR-2 流变仪 (美国 TA 公司); BSA124S-CW 电子天平 (赛多利斯科学仪器有限公司); DF-101S 型磁力搅拌器 (巩义予华仪器有限责任公司); L550 低速离心机 (湖南湘仪离心机仪器有限公司); FJ300-SH 数显高速分散均质机 (上海标本模型厂); BPG-9140A 精密鼓风干燥箱 (上海一恒科学仪器有限公司)。

## 1.3 试验设计

**1.3.1 大米蛋白乳饮料的制作工艺流程。** 工艺流程见图 1。

原料筛选→复配蛋白粉比例确定→稳定剂筛选→风味调配  
→均质→脱气→灌装→杀菌→冷却→检验→成品

图 1 大米蛋白乳饮料制作工艺

Fig.1 Rice protein beverage technology

**1.3.2 蛋白粉蛋白配比的确定。** 主料配方中蛋白配比根据氨基酸评分 (amino acid score, AAS) 及互补原则确定, AAS 为待测蛋白质中某一必需氨基酸占 FAO/WHO 评分模式中相应氨基酸含量的百分比<sup>[4-5]</sup>。

**1.3.3 大米蛋白乳饮料稳定性优化单因素试验。** 在稳定性优化单因素试验中, 取大米蛋白粉 15 g, 乳清粉 10 g, 加入 80 ℃ 水至 500 mL, 并分别加入大米淀粉 (0.2%、0.4%、0.6%、0.8%、1.0%)、卡拉胶 (0.02%、0.03%、0.04%、0.05%、0.06%)、黄原胶 (0.01%、0.02%、0.03%、0.04%、0.05%)、结冷胶 (0.01%、0.02%、0.03%、0.04%、0.05%), 采用恒温水浴磁力搅

**基金项目** 滁州市农业与社会发展类科技计划项目“大米渣蛋白酶法增溶改性及其产业化关键技术研究”(201709); 滁州市工程技术中心(滁州市大米深加工工程技术研究中心)项目; 安徽省特派员工作站(安徽大米深加工科技特派员工作站)项目(201804); 滁州学院食品酶法加工科技创新团队(00001702)。

**作者简介** 苗文娟(1987—), 女, 江苏连云港人, 讲师, 硕士, 从事食品加工技术研究。

**收稿日期** 2019-06-26; **修回日期** 2019-07-15

拌器搅拌 15 min 至溶液混合均匀,采用高速匀浆机 11 000 r/min 均质 2 min,以溶液黏度和离心沉淀率为指标,考察大米淀粉、卡拉胶、黄原胶以及结冷胶添加量对溶液稳定性的影响,每组试验重复 3 次。

**1.3.4 大米蛋白乳饮料稳定性正交试验。**在单因素试验基础上,以卡拉胶添加量、结冷胶添加量、大米淀粉添加量为考察对象,以离心沉淀率为考察指标,采用  $L_9(3^4)$  正交试验优化大米蛋白乳饮料稳定剂用量,因素水平见表 1。

表 1 稳定剂优化正交试验设计

Table 1 Orthogonal experimental design for stabilizer optimization %

水平 Level	因素 Factor		
	A 卡拉 胶添加量 Carrageenan dosage	B 结冷 胶添加量 Gellan gum dosage	C 大米淀 粉添加量 Rice starch dosage
1	0.035	0.025	0.55
2	0.040	0.030	0.60
3	0.045	0.035	0.65

**1.3.5 风味调配试验。**风味调配试验是在单因素试验基础上进行  $L_9(3^4)$  正交试验,采用感官评价方法确定复配蛋白粉、蔗糖、柠檬酸和食用香精的最适添加量,优选出最优组合。正交试验设计因素水平见表 2。

表 2 风味调配正交试验设计

Table 2 Orthogonal experimental design for flavor blending %

水平 Level	因素 Factor			
	A 蔗糖 Sucrose	B 复配蛋白粉 Compound protein powder	C 柠檬酸 Citric acid	D 炒米香精 Fried rice flavor
1	4.0	5.0	0.02	0.08
2	5.0	6.0	0.03	0.10
3	6.0	7.0	0.04	0.12

**1.3.6 指标测定方法。**

**1.3.6.1 蛋白粉氨基酸组成测定。**氨基酸组成分析参考 GB/T 5009.124—2016《食品安全国家标准 食品中氨基酸的测定》,采用盐酸水解法对样品进行预处理,在 570 nm 和 440 nm 下进行检测。

**1.3.6.2 黏度测定。**采用 DHR-2 流变仪测定样品的黏度,选用 40 mm 平板夹具,温度 25 ℃,剪切速率 100 r/min,跑样时间 2 000 s,间隙 52 μm。

**1.3.6.3 离心沉淀率(sedimentation rate,SR)测定。**离心沉淀率的测定参考张涛<sup>[6]</sup>方法并稍作修改,取混合均匀的样品于离心管中,以 3 000 r/min 离心 10 min,倒出离心后的上清液,称量剩余沉淀的质量,计算离心沉淀率 SR,平行测试 3 次,取平均值为最终稳定性评价指标,SR 越小,稳定性越好。

$$SR = (M_1/M_2) \times 100\%$$

其中  $M_1$ 、 $M_2$  分别表示样品溶液离心后沉淀物总质量与离心前样品溶液质量(g)。

**1.3.6.4 风味调配感官评价。**风味调配采用百分制感官评分方法,由 10 名评定人员组成评价小组,分别从色泽、香味、口感滋味、稳定性四个方面对大米蛋白乳饮料的感官品质进

行评分,具体评定标准见表 3。

表 3 大米蛋白乳饮料感官评价标准

Table 3 Sensory evaluation table of rice protein milk beverage

项目 Item	评分 Score	标准 Standard
色泽 Color and lustre (20 分)	0~6 7~12 13~20	暗棕色 浅棕色 淡黄色至乳白色,色泽宜人
香味 Aroma (30 分)	0~10 11~20 21~30	炒米香味刺鼻,或无炒米香味 炒米香味过浓或过淡 具有米、乳清混合香气,香味宜人
口感滋味 Taste (20 分)	0~10 11~20	酸甜比不合理 酸甜比合理
稳定性 Stability (30 分)	0~10 11~20 20~30	浑浊,沉淀较多 乳化均匀,少量沉淀 乳化均匀,无沉淀

**1.4 数据处理** 采用 Microsoft Office Excel 2007 进行数据统计与分析,Origin 8.0 绘图。

## 2 结果与分析

**2.1 主料和辅料比例的确定** AAS 值越接近 100,表示待评价物与模式氨基酸组成越接近,蛋白质营养价值就越高<sup>[4]</sup>。由表 4 可知,试验所用大米蛋白粉中赖氨酸 AAS 评分仅 69 分,为第一限制性氨基酸,异亮氨酸、苏氨酸、甲硫氨酸+胱氨酸的含量低于推荐模式值;亮氨酸和缬氨酸含量与推荐值相接近。而比较乳清蛋白各必需氨基酸 AAS 值发现其氨基酸含量均高于推荐含量,其中赖氨酸含量最为丰富。可以利用乳清蛋白粉和 大米蛋白粉在必需氨基酸上存在的互补关系来进行复配,开发出营养更加全面的复合型蛋白粉。

以大米蛋白中第一限制性氨基酸赖氨酸为指标,最终确定大米蛋白和乳清蛋白的比例为 3:2,由表 4 可知复配后的蛋白粉 AAS 评分接近推荐模式,大米蛋白的限制性氨基酸赖氨酸评分经复配后提高到 109。

## 2.2 大米蛋白乳饮料稳定性优化单因素试验结果

**2.2.1 大米淀粉添加量对饮料稳定性的影响。**大米淀粉颗粒粒径小<sup>[7]</sup>,比表面积大,具有与脂肪相似的滑润细腻的口感,可作为增稠剂用于羹汤、沙司和方便米饭中,并能很好地改善食品的口感<sup>[8-9]</sup>,因此在这里将大米淀粉添加进大米蛋白乳饮料中,考察其对饮料悬浮稳定性的影响。从图 2 可以看出,大米蛋白乳饮料溶液体系的表观黏度随着大米淀粉添加量的增加而升高,溶液的离心沉淀率随着大米淀粉添加量的增加而降低,即溶液体系的稳定性随着大米淀粉添加量的增加而提高。当大米淀粉的添加量为 0.6% 时,大米蛋白乳饮料的离心沉淀率下降趋势变缓,继续提高大米淀粉的添加量,溶液体系的黏度增加较大,但离心沉降率反而趋于平缓甚至下降趋势,由此可见大米蛋白乳饮料溶液体系的稳定性与大米淀粉的添加量不完全成正比,同时黏度也不是决定溶液体系稳定性的唯一因素。综上所述,添加大米淀粉对保持大米蛋白乳饮料溶液体系稳定性效果较好,最适添加量在 0.6% 左右。

表4 大米蛋白和乳清蛋白必需氨基酸组成及氨基酸评分

Table 4 Essential amino acids composition and amino acids score of rice protein and whey protein

必需氨基酸 Essential amino acid	FAO/WHO 推荐模式 FAO/WHO Recommendation model mg/g	大米蛋白 氨基酸含量 Amino acid content of rice protein mg/g	大米蛋白 AAS AAS of rice protein	乳清蛋白 氨基酸含量 Amino acid content of whey protein//mg/g	乳清蛋白 AAS AAS of whey protein	复配蛋白粉 氨基酸含量 Amino acid content in compound protein powder//mg/g	复配蛋 白粉 AAS AAS of compo- und protein powder
亮氨酸 Leucine	70	71.95	103	107.39	153	86.13	123
异亮氨酸 Isoleucine	40	37.41	94	50.57	126	42.67	107
赖氨酸 Lysine	55	38.16	69	92.38	168	59.85	109
缬氨酸 Valine	50	53.35	107	51.53	103	52.62	105
苏氨酸 Threonine	40	29.02	73	57.94	145	40.59	101
甲硫氨酸+胱氨酸 Methionine + Cystine	35	27.21	78	35.62	102	30.57	87
苯丙氨酸+酪氨酸 Phenylalanine + Tyrosine	60	90.47	151	98.41	164	93.65	156

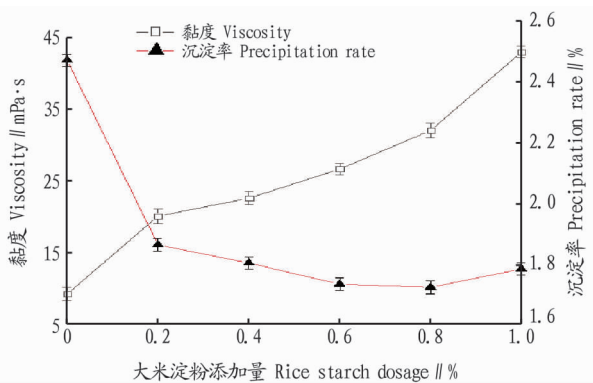


图2 大米淀粉添加量对大米蛋白乳饮料稳定性的影响

Fig.2 Effect of rice starch addition on stability of rice protein beverage

**2.2.2 卡拉胶添加量对饮料稳定性的影响。**依次添加0.02%~0.06%卡拉胶,通过测定样品黏度、离心沉淀率等综合分析卡拉胶对大米蛋白乳饮料溶液体系稳定性的影响。从图3可以看出,随着卡拉胶用量的增加,大米蛋白乳饮料溶液体系沉淀率不断下降,体系稳定性提高,黏度逐渐增加。同时也可看出卡拉胶具有低浓度高黏性的特点,在用量达0.04%时,体系黏度增加速率较大,而体系的沉淀率变化没有黏度变化趋势明显,继续增加卡拉胶用量对溶液体系稳定性作用不大,体系浓度过大反而影响成品感官品质。综合分析卡拉胶浓度达0.04%之后不再适合作为大米蛋白乳饮料溶液体系的稳定剂,因此卡拉胶添加量最适浓度在0.04%左右。

**2.2.3 黄原胶添加量对饮料稳定性的影响。**为了解不同浓度黄原胶对大米蛋白乳饮料溶液体系稳定性的影响,依次添加0.01%~0.05%黄原胶。从图4可以看出,随着黄原胶浓度的增大溶液体系黏度不断增大,溶液的离心沉淀率也显著降低,当添加0.01%的黄原胶时,就可以保证蛋白粉的沉淀率趋于稳定,但在该试验中发现黄原胶添加量过大,会使得饮料的溶液流动性差,不符合饮品的感官特性,综合分析确定不采用黄原胶作为大米蛋白乳饮料溶液稳定剂。

**2.2.4 结冷胶添加量对饮料稳定性的影响。**结冷胶具有良

好的稳定性,耐酸、耐高温、热可逆以及用量少<sup>[10]</sup>,一定添加量范围内的结冷胶对大米蛋白乳饮料溶液体系稳定性有一定的效果,从图5可以看出,随着结冷胶添加量的递增,大米蛋白乳饮料溶液体系黏度不断上升,离心沉淀率逐渐下降,溶液体系稳定性不断提高。但当结冷胶浓度达0.03%之后,溶液体系表现出黏稠特点,影响感官品质,结冷胶最适用量控制在0.03%左右。

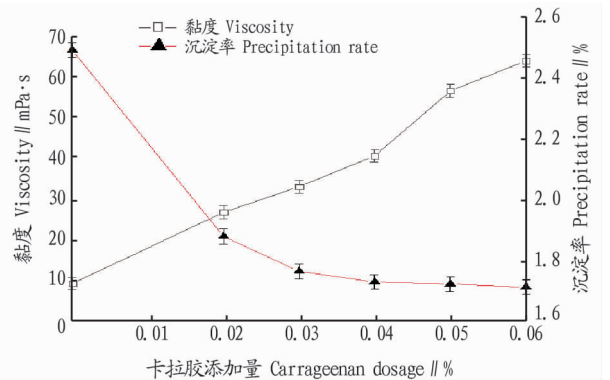


图3 卡拉胶添加量对大米蛋白乳饮料稳定性的影响

Fig.3 Effect of carrageenan addition on stability of rice protein beverage

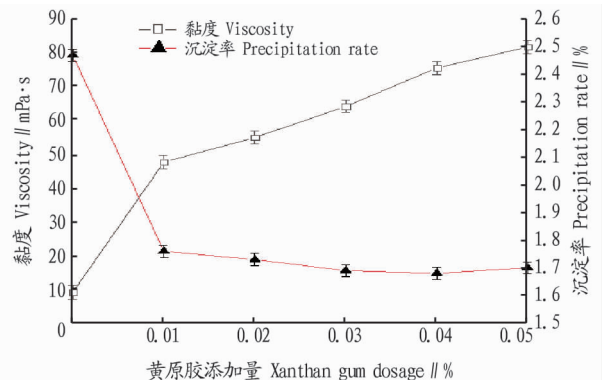


图4 黄原胶添加量对大米蛋白乳饮料稳定性的影响

Fig.4 Effect of xanthan gum on stability of rice protein beverage

**2.3 大米蛋白乳饮料稳定性优化正交试验结果** 根据单因素试验结果,选取对大米蛋白乳饮料稳定性影响较大的3个

因素:卡拉胶添加量(A)、结冷胶添加量(B)、大米淀粉添加量(C),做 $L_9(3^4)$ 正交试验。以离心沉淀率为稳定性评价指标,选取最优解作为稳定剂复配用量。

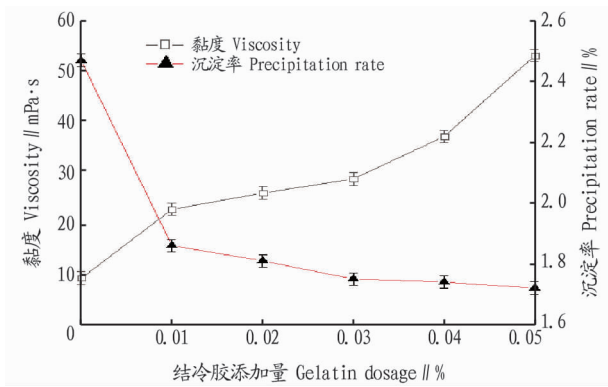


图5 结冷胶添加量对大米蛋白乳饮料稳定性的影响

Fig.5 Effect of gelatin dosage on stability of rice protein beverage

从表5极差分析看出, $R_A > R_B > R_C$ ,即3个因素对大米蛋白乳饮料溶液体系稳定性影响大小为卡拉胶添加量(A) > 结冷胶添加量(B) > 大米淀粉添加量(C),优化得到最优因素水平组合为 $A_2B_3C_2$ ,即最优组合配方为卡拉胶0.040%、结冷胶0.035%、大米淀粉0.60%。按照 $A_2B_3C_2$ 试验条件进行3次平行验证试验,得出3组平均沉淀率1.16%,优于正交试验的每组试验结果,故 $A_2B_3C_2$ 为试验最优组合,此时制得的大米蛋白乳饮料口感丝滑细腻,不黏稠,成品稳定性效果好,饮用时间内无明显沉淀物。

**2.4 风味调配结果** 依据上述条件制备出的大米蛋白乳饮料营养比例恰当,溶液稳定性较好,但风味较差,在此部分以甜度、酸度、黏稠度、香气及整体喜好等感官指标为依据采用正交试验进行风味优化。由表6可知,4个因素对大米蛋白乳饮料风味影响强弱关系为复配蛋白粉(B) > 蔗糖(A) > 柠

檬酸(C) > 炒米香精(D),优化得到最优因素水平组合为 $A_2B_2C_3D_1$ ,即蛋白粉6.0%、蔗糖5.0%、柠檬酸0.04%、炒米香精0.08%。按照 $A_2B_2C_3D_1$ 试验条件进行3次重复验证试验,验证组结果与正交试验结果相符,故 $A_2B_2C_3D_1$ 即为试验最优组合。在此配方条件下制得的大米蛋白乳饮料色泽明亮,呈现特有的米黄色,口感细腻,酸甜适中,具有炒米、乳清混合香气,浑浊度均匀一致。

表5 正交试验结果与分析

Table 5 Orthogonal test results and analysis

序号 No.	因素 Factor			沉淀率 Precipitation rate / %
	A 卡拉胶添加量 Carrageenan dosage	B 结冷胶添加量 Gelatin dosage	C 大米淀粉添加量 Rice starch dosage	
1	1(0.035)	1(0.025)	1(0.550)	1.42
2	1	2(0.030)	2(0.600)	1.37
3	1	3(0.035)	3(0.650)	1.32
4	2(0.040)	1	2	1.21
5	2	2	3	1.23
6	2	3	1	1.17
7	3(0.045)	1	3	1.29
8	3	2	1	1.25
9	3	3	2	1.24
$k_1$	1.370	1.307	1.280	
$k_2$	1.203	1.283	1.273	
$k_3$	1.260	1.243	1.280	
R	0.167	0.064	0.007	
因素主次 The order of factors	A>B>C			
最优组合 Optimal combination	$A_2B_3C_2$			

表6 风味调配正交试验优化结果

Table 6 Optimum results of orthogonal experiment for flavor blending

序号 No.	因素 Factor				评分 Score
	A 蔗糖 Sucrose	B 复配蛋白粉 Compound protein powder	C 柠檬酸 Citric acid	D 炒米香精 Fried rice flavor	
1	1(4.0)	1(5.0)	1(0.02)	1(0.08)	68.6
2	1	2(6.0)	2(0.03)	2(0.10)	79.8
3	1	3(7.0)	3(0.04)	3(0.12)	77.2
4	2(5.0)	1	2	3	73.6
5	2	2	3	1	89.2
6	2	3	1	2	85.1
7	3(6.0)	1	3	2	71.4
8	3	2	1	3	82.2
9	3	3	2	1	78.5
$k_1$	75.2	71.2	78.6	78.8	
$k_2$	82.6	83.7	77.3	78.8	
$k_3$	77.4	80.3	79.3	77.7	
R	7.4	12.5	2.0	1.1	
因素主次 The order of factors	B>A>C>D				
最优组合 Optimal combination	$A_2B_2C_3D_1$				

要加大扶持力度,完善相关法律法规,出台配套政策措施,努力构建共享农业经营体系良好外部环境。其次,在资金方面给予补贴扶持,提供财政、贷款担保等金融服务,完善农村信贷政策,精简信贷手续。最后,在技术方面实施人才培养计划,鼓励农技推广人员、农业科技特派员进行技术推广和教育宣传,为广大农民提供农业技术服务。让各经营主体、服务机构之间的农业生产技术互通,鼓励农业科技创新。

### 参考文献

- [1] 王定祥,谭进鹏.论现代农业特征与新型农业经营体系构建[J].农村经济,2015(9):23-28.
- [2] 西奥多·W·舒尔茨.改造传统农业[M].梁小民,译.北京:商务印书馆,2006.
- [3] FULTON M. The future of canadian agricultural cooperatives; A property rights approach[J]. American journal of agricultural economics, 1995, 77(5): 1144-1152.
- [4] COOK M L. The Future of U.S. agriculture co-operatives; A Neo-Institutional approach[J]. American journal of agricultural Economics, 1995, 77(5): 1153-1159.
- [5] 速水佑次郎.农业经济论[M].北京:中国农业出版社,2003.
- [6] 辛岭,高睿璞.我国新型农业经营体系发展水平评价[J].经济学家,2017(9):73-80.
- [7] 王征兵.论新型农业经营体系[J].理论探索,2016(1):96-102.
- [8] 黎明.新型农业经营体系的建构实证研究:以苏州市现代农业园区为例[J].中国农业资源与区划,2017,38(7):89-93.
- [9] 郝志瑞.我国新型农业经营主体培育金融支撑体制创新研究[J].农业经济,2016(12):121-123.
- [10] 胡永盛,费汉华.农业共享经济发展探讨[J].天津农业科学,2019,25

(1):53-57.

- [11] 赵军洁,徐田华.新型农业经营体系的创新实践和改革思考[J].现代经济探讨,2019(3):93-100.
- [12] 刘刚.改革开放40年土地承包权制度演化:历程、特征、趋势[J/OL].农业经济问题[2019-04-11].https://doi.org/10.13246/j.cnki.iae.20180816.001,2018(8):1-12.
- [13] 蔡海生,陈拾娇,金伟,等.农村土地流转管理服务体系建设现状与对策:基于江西省7县农村调研分析[J].江苏农业科学,2017,45(19):306-311.
- [14] 刘依杭.农业供给侧结构性改革下构建我国现代农业市场体系的路径选择[J].农村经济与科技,2017,28(17):153-156.
- [15] 王红阳,牡丹.和谐社会背景下农业生产资料服务体系建设与发展[J].农业经济,2012(9):30-32.
- [16] FELSON M, SPAETH J L. Community structure and collaborative consumption[J]. American behavioral scientist, 1978, 21(4):614-624.
- [17] 崔正植.以创新机制培育新型农业经营主体的思考:以辽宁省东港市为例[J].辽东学院学报(社会科学版),2017,19(4):34-37.
- [18] 任晓琨,刘进宝,李洁,等.新型农业经营主体与体系问题研究:以河北省平山县为例[J].河北农业科学,2017,21(4):87-91.
- [19] 彭万勇.农业供给侧结构性调整内生动能培育研究:基于共享农业的视角[J].江苏农业科学,2018,46(23):408-412.
- [20] 陈拾娇,蔡海生,张盟,等.不同类型农户土地承包经营权流转行为分析:以江西赣州市201户农户为例[J].广东农业科学,2015(20):164-169.
- [21] 孔祥智,徐珍源,史冰清.当前我国农业社会化服务体系的现状、问题和对策研究[J].江汉论坛,2009(5):13-18.
- [22] 杨凤书,高玉兰,卢小磊,等.中国农业社会化服务体系发展中存在的问题及对策分析[J].经济研究导刊,2011(21):46-47.
- [23] 蔡海生.农村土地流转与区域农业经济的特征及其关联分析:基于江西省及南昌市农村经济调研[J].中国农业资源与区划,2016,37(5):102-111.

(上接第173页)

### 3 结论

该试验确定了大米蛋白乳饮料最佳工艺配方,即复配蛋白粉(大米蛋白与乳清蛋白3:2)添加量6.0%、蔗糖5.0%、柠檬酸0.04%、炒米香精0.08%、卡拉胶0.040%、结冷胶0.035%、大米淀粉0.60%。按照此工艺制备的大米蛋白乳饮料溶液最终离心沉淀率为1.16%,酸甜适中,口感细腻,稳定性良好,能够满足消费者的营养需求。

### 参考文献

- [1] 朱小燕.TG酶与糖基化交联作用对米渣蛋白的结构、功能及流变学特性的影响研究[D].南昌:南昌大学,2016.
- [2] 陈媛,张志国.大米蛋白研究进展[J].粮食与油脂,2017,30(7):13-16.

- [3] 张群.大米蛋白改性关键技术研究[J].食品与生物技术学报,2018,37(7):784.
- [4] 王立,邹焯,张新笑,等.高稳定性鸭肝多肽饮品的配方优化及其抗氧化性能[J].食品科学,2018,39(18):255-261.
- [5] 郭琳仪,孙慧阳,马洁,等.新疆、内蒙古地区马乳及发酵酸马乳中氨基酸分析与营养评价[J].乳业科学与技术,2019(2):1-6.
- [6] 张涛.以离心沉淀率为指标优化胡萝卜草莓乳复合饮料的稳定性[J].食品工业,2015,36(12):34-37.
- [7] 于秋生.大米淀粉发展前景诱人[J].农产品加工,2009(3):10-11.
- [8] 李玥.大米淀粉的制备方法及物理化学特性研究[D].无锡:江南大学,2008.
- [9] 武春卉.基于铂电极的糊化米粉分散体电特性研究[D].长春:吉林大学,2017.
- [10] 朱桂兰,陶思远,童群义.结冷胶与黄原胶复配体系流变与凝胶特性[J].食品与发酵工业,2013,39(3):56-60.