

五谷酸奶的研制及其清除自由基的能力

Studies on development and free radical scavenging activity of grain yogurt

陈晓华 李建周 王冬平

CHEN Xiao-hua LI Jian-zhou WANG Dong-ping

(衡阳师范学院生命科学与环境学院, 湖南 衡阳 421008)

(College of Life Science and Enviroment, Hengyang Normal University, Hengyang, Hunan 421008, China)

摘要:根据动植物蛋白营养平衡互补的原理,以黑芝麻、黑豆、玉米为主要原料,研制新型五谷酸奶。通过单因素和正交试验确定五谷酸奶的最佳制作工艺为黑芝麻汁添加量 10 mL/100 mL、黑豆汁添加量 13.3 mL/100 mL、玉米汁添加量 13.3 mL/100 mL、奶粉添加量 7.9 g/100 mL、白砂糖添加量 5 g/100 mL、接种量 3 mL/100 mL、发酵时间 7 h、发酵温度 42 ℃。该条件下制得五谷酸奶酸甜可口,质地细腻。通过研究五谷酸奶、五谷汁原液和市售某品牌酸奶的 DPPH 自由基和羟基自由基清除能力,结果表明:五谷酸奶对 DPPH 自由基、羟自由基的清除率均随其浓度的增加而增强。当其浓度为 50 mg/mL 时,五谷酸奶对 DPPH 自由基清除率为 $(84.9 \pm 0.10)\%$,羟基自由基的清除率为 $(55.6 \pm 0.12)\%$,且在相同浓度时,五谷酸奶的自由基清除率高于市售某品牌酸奶。

关键词:五谷;酸奶;自由基;清除率

Abstract: According to the principle of dynamic balance of plant and animal protein nutrition, the new grain yogurt was fermented by the black sesame, black bean and corn, and free radical scavenging activities of grain yogurt were detected by the method of scavenging activities of α , α -diphenyl- β -picrylhydrazyl (DPPH) radicals and hydroxyl radicals, which commercial yogurt and unfermented grain juice were used to be compared groups. The results showed that the optimum manufacturing process of the grain yogurt was 10 mL/100 mL black sesame juice, 13.3 mL/100 mL black bean juice, 13.3 mL/100 mL corn juice, 7.9 g/100 mL milk powder, 5 g/100 mL sugar, 3 mL/100 mL inoculation density, 7 hours fermentation time, and 42 ℃ fermentation temperature. The product made by this condition was delicious and delicate texture with flavor of sweet and sour. The

results of the free radical scavenging activities of grain yogurt were that the trend of increasing of the free radical scavenging activities of grain yogurt was with the increasing of the yogurt concentration. When the concentration of grain yogurt was 50 mg/mL, the scavenging rates of DPPH and hydroxyl radicals were $(84.9 \pm 0.10)\%$ and $(55.6 \pm 0.12)\%$, respectively. When the yoyurt was in the same concentration, the free radical scavenging activity of grain yogurt was higher than that of commercial yogurt.

Keywords: grain; yoghurt; the free radical; scavenging activity

黑芝麻富含多种人体必需氨基酸、卵磷脂和不饱和脂肪酸、 V_E 等营养物质^[1-2]。黑豆属于“黑五类”中的豆类食品,不仅富含蛋白质、必需氨基酸、维生素、矿物质等^[3],其所含的脂肪酸对预防高血压和心血管病有重要作用。玉米,是世界三大粮食作物之一,其不仅含有蛋白质、卵磷脂、谷固醇、 V_E 等营养素^[4-5],还含有谷胱甘肽,可防止致癌物质在体内形成。

近年来,随着消费者营养健康意识的不断提高,酸奶的需求量增大,同时酸奶由单一特殊风味的饮料向功能性饮料发展。五谷酸奶充分利用动植物蛋白营养平衡互补的原理,一方面添加五谷原料,降低成本,减少了牛乳的添加量,弥补牛乳不足的现状。另一方面五谷原料中各蛋白质优势互补,结合营养丰富的动物蛋白(牛乳)既提升了营养质量^[6],又满足了膳食的营养均衡,具有良好的社会效益和经济效益。本研究以玉米、黑芝麻、黑豆这 3 种谷源性食品发酵酸奶,通过评价五谷酸奶的自由基清除力,分析五谷酸奶产品潜在的功能性,以期乳品企业开发相关新产品提供新思路。

1 材料与方法

1.1 原料

黑芝麻、黑豆、玉米:产地湖南衡阳;
雀巢全脂奶粉、白砂糖:市售;
保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌:丹尼斯克公司。

1.2 主要仪器设备

净化工作台:JB-CJ-LFD 型,苏州佳宝进化工程设备有

基金项目:湖南省教育厅科学科研项目(编号:150B34);湖南省自然科学基金(编号:2015JJ6012);衡阳市科技计划项目(编号:2014KN54);粮油深加工与品质控制湖南省 2011 协同创新项目资助

作者简介:陈晓华(1981—),女,衡阳师范学院讲师,博士。

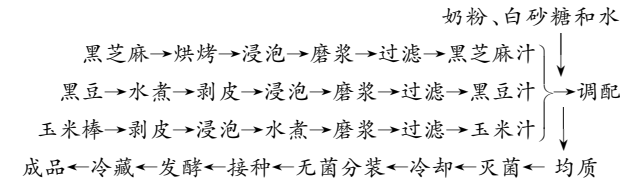
E-mail: chxh0217@163.com

收稿日期:2015—11—01

限公司；
培养箱:SPX-250B-G 型,上海博讯实业有限公司；
电子天平:AN-168 型,上海民桥精密科学仪器；
立式压力蒸汽灭菌器:RBXM-30 型,上海博讯有限公司
医疗设备厂；
数显恒温水浴锅:HH-(S)6 型,金坛市安普实验仪器
厂；
电热鼓风干燥箱:DHG-9240 型,金坛市普安实验仪器
厂；
可见分光光度计:722S 型,上海精密仪器仪表有限
公司；
高压均质机:GYB60-6S 型,上海东华高压均质机厂；
磨浆机:sz-100 型,广州旭众食品机械有限公司。

1.3 方法

1.3.1 五谷酸奶工艺流程



1.3.2 五谷酸奶工艺操作要点

(1) 黑芝麻汁的制备:根据孙月娥等^[7]研究方法进行适当修改,具体如下:选择籽粒饱满的优质黑芝麻,置于 150 ℃ 电热鼓风干燥机烘烤 10 min,使之产生浓郁黑芝麻香味,再加入黑芝麻质量 3 倍、15~20 ℃ 水中浸泡 4 h,随后洗净并采用黑芝麻重量 1 倍的水磨浆。将磨浆后的黑芝麻乳用 4 层纱布过滤后,再用 200 目标标准筛过滤。最后将滤液置于 80 ℃ 恒温水浴锅灭菌 20 min 即得。

(2) 黑豆汁的制备:根据孙月娥等^[7]研究方法进行适当修改,具体如下:选择籽粒饱满、无虫害的黑豆,置于沸水中煮 40 min,随后剥皮,再加入 3 倍黑豆质量的 0.5% 的 NaHCO₃ 沸溶液浸泡 30 min,然后漂洗,磨浆(磨浆加水量为黑豆重量的 2 倍)。将磨浆后的黑豆乳先用 4 层纱布过滤,再用 200 目标标准筛过滤。最后将滤液置于 80 ℃ 恒温水浴锅中灭菌 20 min 即得。

(3) 玉米汁的制备:选择优质的新鲜玉米棒,剥粒,置于 100 ℃ 水中煮 25 min,再于玉米质量 3 倍、15~20 ℃ 水中浸泡 4 h,洗净后磨浆,磨浆加水量为玉米质量的 2 倍,将磨好的玉米浆先用 4 层纱布过滤,再用 200 目标标准筛过滤。最后将滤液置于 80 ℃ 恒温水浴锅中灭菌 20 min 即得。

(4) 混合调配:以感官评分作为评价指标,将黑豆汁、黑芝麻汁、玉米汁、牛乳汁按照一定比例混合,加入水、白砂糖进行调配,以确定复合饮料的最佳配方。

(5) 均质:将料液在 60 ℃、25 MPa 条件下进行 2 次均质处理。

(6) 灭菌、灌装、接种、发酵:均质后的饮料采用容积为 100 mL 的玻璃瓶灌装后,立即于 110 ℃ 杀菌 30 min。冷却后,按比例接入保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌,发酵 6~8 h,发酵完成后于 4 ℃ 贮存。

1.3.3 五谷酸奶配方确定 通过预试验确定奶粉:水为 1:7(g/mL),以黑芝麻汁、黑豆汁、玉米汁添加量为配方因子水平,采用 L₉(3)⁴ 正交试验,在接种量为 5 mL/100 mL,白砂糖添加量为 4 g/100 mL,发酵温度为 37 ℃,发酵时间为 8 h 的条件下,以感官评分和滴定酸度值作为评定标准,确定配方。

1.3.4 五谷酸奶发酵工艺研究

(1) 发酵时间对感官品质影响:按照 1.3.1 工艺流程及 1.3.2 操作要点制作酸奶,按照 1.3.3 确定的配方,接种量 5 mL/100 mL,发酵温度 37 ℃,白砂糖添加量 4 g/100 mL,研究发酵时间(5,6,7,8,9,10 h)对感官品质的影响。

(2) 接种量对感官品质影响:按照 1.3.1 工艺流程及 1.3.2 操作要点制作酸奶,按照 1.3.3 确定的配方,根据上述试验确定的发酵时间,发酵温度 37 ℃,白砂糖添加量 4 g/100 mL,研究接种量(1,2,3,4,5 mL/100 mL)对感官品质的影响。

(3) 白砂糖添加量对感官品质影响:按照 1.3.1 工艺流程及 1.3.2 操作要点制作酸奶,按照 1.3.3 确定的配方,根据上述试验确定的发酵时间、接种量,发酵温度 37 ℃,研究白砂糖添加量(3,4,5,6 g/100 mL)对感官品质的影响。

(4) 发酵温度对感官品质影响:按照 1.3.1 工艺流程及 1.3.2 操作要点制作酸奶,按照 1.3.3 确定的配方,根据上述试验确定的发酵时间、接种量、白砂糖添加量,研究发酵温度(38,40,42,44,46 ℃)对感官品质的影响。

1.3.5 五谷酸奶感官评价 参照 GB 19302—2010 中凝固型酸乳感官检验方法。感官鉴评小组由 10 人组成,年龄在 19~23 岁。具体评分标准见表 1。

1.3.6 五谷酸奶理化指标测定

(1) 酸度的测定:按 GB 5413.34—2010 中的酸度滴定法执行。

表 1 五谷酸奶感官评定标准

Table 1 The standard and index of sensory evaluation in grain yoghurt		
评定指标	评分标准	分值
表观(20 分)	无乳清析出、凝乳紧密、稳定、均匀一致	16~20 分
	有少许乳清析出、凝乳较疏松、不均匀	11~15 分
	有明显乳清析出、凝乳粗糙或柔软不紧密	0~10 分
气味(30 分)	无酸臭味、焦糊味、具有浓郁的奶香味	24~30 分
	酸臭味、焦糊味较淡、奶香味适中	15~23 分
	酸臭味、焦糊味较浓、无奶香味	0~14 分
风味(30 分)	具有浓郁的谷香味、酸度、甜度适中、无涩味	24~30 分
	谷香味适中、酸味、甜味过浓、涩味较淡	15~23 分
	谷香味太淡或太浓、无酸味或酸味过淡	0~14 分
质地(20 分)	硬度、稠度、油腻性适中、无砂粒感	16~20 分
	偏软或偏硬、较油、有轻微砂粒感	11~15 分
	过稠或过稀、非常油腻、有较严重的砂粒感	0~10 分

- (2) 总糖含量的测定:采用蒽酮比色法^[8]。
- (3) 蛋白质含量的测定:采用考马斯亮蓝法^[9]。
- (4) 乳酸菌总数的测定:按 GB 4789.35—2010 中的乳酸菌平板计数法执行。
- 1.3.7 五谷酸奶自由基清除率测定
- (1) DPPH 自由基清除率的测定:参照文献[10]。
- (2) 羟基自由基清除率的测定:参照文献[11]。

2 结果与讨论

2.1 五谷酸奶配方确定

根据预试验结果设计五谷酸奶配方因素水平(见表 2),并采用 $L_9(3)^4$ 正交试验优化五谷酸奶配方。五谷酸奶发酵总体积控制为 750 mL,按照因素水平表配方配制,不足体积用牛乳汁补齐。

由表 3 可知:从极差来看,3 个因素对 2 个指标影响的主次顺序是一致的,同为 $C>A>B$,即影响五谷酸奶质量的主次因素依次为 C(玉米汁添加量)、A(黑芝麻汁添加量)、B(黑豆汁添加量),但在不同的水平上有些差异。以滴定酸度为评价指标的最优配方为 $A_1B_2(B_3)C_2$,以感官评分为评价指标的最优配方为 $A_2B_1C_2$, $A_2B_1C_2$ 的感官评分值比 $A_1B_2C_2$ 稍高,但由于黑芝麻价格远高于黑豆,考虑到成本,两者相比

表 2 五谷酸奶配方因素水平

Table 2 Factors and levels of grain yoghurt formulation

水平	A 黑芝麻汁/mL	B 黑豆汁/mL	C 玉米汁/mL
1	75	125	125
2	100	100	100
3	125	75	75

表 3 五谷酸奶配方正交试验结果

Table 3 The results of orthogonal test of grain yoghurt formulation

序号	A	B	C	滴定酸度/°T	感官评分
1	1	1	1	79.3	66.0
2	1	2	2	88.5	70.1
3	1	3	3	89.0	66.8
4	2	1	2	85.8	74.8
5	2	2	3	81.8	67.5
6	2	3	1	82.5	65.9
7	3	1	3	85.6	66.4
8	3	2	1	84.3	64.6
9	3	3	2	83.3	64.5
滴 定 酸 度	k_1	85.6	83.6	82.0	
	k_2	83.4	84.9	85.9	
	k_3	84.4	84.9	85.5	
	R_1	2.2	1.3	3.9	
感 官 评 分	t_1	67.6	69.1	65.5	
	t_2	69.4	67.4	69.8	
	t_3	65.2	65.7	66.9	
	R_2	4.2	3.3	4.3	

选择配方 $A_1B_2C_2$ 。进一步对配方 $A_1B_2C_2$ 和 $A_1B_3C_2$ 做验证实验,感官评分分别为 71.6,68.2 分,滴定酸度分别为 86.3,88.4 °T。配方 $A_1B_2C_2$ 制作的酸奶五谷味更浓郁,组织状态更细腻,因此最后确定五谷酸奶的配方为 $A_1B_2C_2$,即:黑芝麻汁添加量为 10 mL/100 mL、黑豆汁添加量为 13.3 mL/100 mL、玉米汁添加量为 13.3 mL/100 mL 和牛乳汁添加量 63.4 mL/100 mL(乳粉的含量为 7.9 g/100 mL)。

2.2 发酵时间对五谷酸奶感官品质的影响

由表 4 可知,五谷酸奶的滴定酸度与发酵时间正相关,发酵时间越长,滴定酸度越高;而感官评分随着发酵时间的延长先升后降,发酵时间为 7 h 时,感官评分最高。通过感官评定发现发酵时间低于 6 h 时,酸奶酸味偏淡,风味欠佳,同时凝乳疏松、无弹性;发酵时间高于 9 h 时,发酵过度,酸味过重,且有涩味,风味不协调。而发酵时间为 8 h 时,产品的组织状态适中,但产生较多的乳清,同时口感偏酸,奶香味淡,风味不协调,故后续试验发酵时间确定为 7 h。

表 4 发酵时间对五谷酸奶感官品质的影响

Table 4 Sensory evaluation in grain yoghurt with different fermented times

发酵时间/h	感官评分	滴定酸度/°T
5	62.0±2.0	85.5±1.5
6	60.3±1.5	93.3±1.8
7	78.0±2.0	101.4±2.1
8	68.3±1.2	114.1±1.1
9	62.7±1.5	128.1±1.3
10	61.0±1.7	134.5±2.3

2.3 接种量对五谷酸奶感官品质的影响

接种量直接影响菌种的产酸速度,进而影响酸奶的组织状态、风味和口感^[12]。由表 5 可知,在接种量为 3 mL/100 mL 的条件下发酵时,五谷酸奶的感官评分最高,产品质地均匀,色泽均一,口感细腻。而在接种量为 5 mL/100 mL 的条件下发酵,制得的酸奶较粘稠,酸味过重,有乳清析出现象,可能是乳酸菌大量繁殖,产酸过快,导致凝乳中蛋白质发生脱水收缩现象,使乳清析出较多。接种量低于 3 mL/100 mL 时,制得的酸奶组织状态较稀,口感偏淡,可能是接种量小,菌种繁殖能力有限,不能充分发酵,导致发酵不完全,而造成酸奶凝固性降低。故后续试验接种量确定为 3 mL/100 mL。

表 5 接种量对五谷酸奶感官品质的影响

Table 5 Sensory evaluation in grain yoghurt with different inoculation concentration

接种量/ (10 ⁻² mL·mL ⁻¹)	感官评分	滴定酸度/°T
1	67.7±0.6	97.1±1.3
2	61.3±3.5	99.1±2.3
3	76.3±1.2	102.1±2.1
4	72.7±1.2	101.2±1.1
5	61.3±3.1	111.3±1.6

2.4 白砂糖添加量对五谷酸奶感官品质的影响

由表 6 可知,当白砂糖的添加量为 5 g/100 mL 时,五谷酸奶的感官评分最高,此时产品酸甜适中,口感较好。当白砂糖的添加量为 3 g/100 mL 时,产品甜味较淡,酸味较重,口感较差。而当白砂糖的添加量为 6 g/100 mL 时,产品奶味,五谷味均较淡,口感较差。故后续试验白砂糖添加量确定为 5 g/100 mL。

表 6 白砂糖添加量对五谷酸奶感官品质的影响

Table 6 Sensory evaluation in grain yoghurt with different sugar concentration

白砂糖添加量/ (10 ⁻² g · mL ⁻¹)	感官评分	滴定酸度/°T
3	61.7±3.2	129.2±1.7
4	69.7±0.6	123.0±1.4
5	80.0±1.0	111.0±2.1
6	70.3±1.2	98.0±1.1

2.5 发酵温度对五谷酸奶感官品质的影响

温度是影响发酵微生物生长的重要因素。嗜热链球菌的适宜生长温度为 40~45 ℃,保加利亚乳杆菌则为 45~50 ℃。然而,发酵温度过高或过低,均会导致菌种中各种菌株比例的变化,从而影响酸奶正常产酸、增稠,并会使乳清析出^[13]。由表 7 可知,当发酵温度为 42 ℃时五谷酸奶的感官评分最高,此时产品风味协调,酸甜味和口感适中,凝固状态好。故后续试验发酵温度确定为 42 ℃。

表 7 发酵温度对五谷酸奶感官品质的影响

Table 7 Sensory evaluation in grain yoghurt with different fermented temperatures

发酵温度/℃	感官评分	滴定酸度/°T
38	64.3±2.9	98.0±0.8
40	69.7±4.0	106.2±1.3
42	81.3±1.2	100.6±1.4
44	67.7±2.9	110.0±0.9
46	62.0±3.6	120.0±1.2

2.6 优化后五谷酸奶产品质量评价

利用优化后的配方即黑芝麻汁添加量 10 mL/100 mL、黑豆汁添加量 13.3 mL/100 mL、玉米汁添加量 13.3 mL/100 mL 和奶粉添加量 7.9 g/100 mL,接种量 3 mL/100 mL,发酵时间 7 h、温度 42 ℃,白砂糖用量 5 g/100 mL,发酵制成五谷酸奶,并对五谷酸奶的感官和理化指标进行评价。

2.6.1 感官评价 色泽:呈灰白色,色泽均匀一致,光泽度好;口感:酸甜适口,无异味,细腻爽口,滑润稠厚;风味:风味协调,具有五谷特有的风味和纯乳酸发酵的奶香味,余味悠长;组织状态:呈现均匀细腻的凝乳状态,无沙粒感,无气泡,无乳清析出,无沉淀。

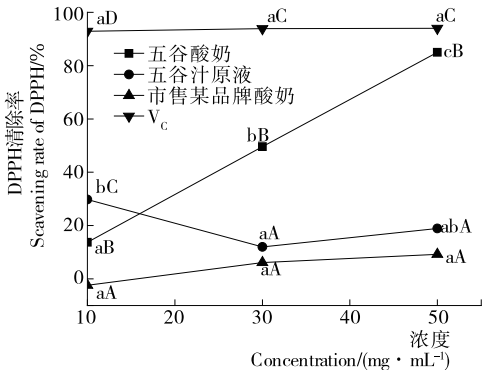
2.6.2 理化指标 蛋白质:(2.50±0.23) g/ 100 g;滴定酸度:(89.2±1.5) °T;总糖:(9.30±0.62) g/ 100 g。

2.6.3 乳酸菌指标 活菌数:(8.32±0.24) lg(CFU/g)。

2.7 优化后五谷酸奶产品抗氧化性评价

2.7.1 对 DPPH 自由基的清除效果 比较五谷酸奶、五谷汁原液和市售某品牌酸奶对 DPPH 自由基的清除率,并以 V_c作为阳性对照,结果见图 1。由图 1 可知,V_c具有很强的清除 DPPH 自由基的能力,在同一浓度时,五谷酸奶对 DPPH 自由基的清除能力高于市售某品牌酸奶和原液,随着酸奶浓度的增加,DPPH 的清除率呈增强趋势,50 mg/mL 的五谷酸奶对 DPPH 自由基的清除率达到 84.9%,而此时原液仅为 18%。据报道^[14]发酵酸奶中乳杆菌具有清除自由基的能力,此外还有报道^[15]表明酸奶中的游离氨基酸如组氨酸、酪氨酸、苏氨酸也具有抗氧化性,五谷酸奶对 DPPH 自由基的清除能力高于市售某品牌酸奶和未发酵的五谷汁,可能与五谷酸奶经发酵后产生的氨基酸成分及乳酸菌的抗氧化作用有关。

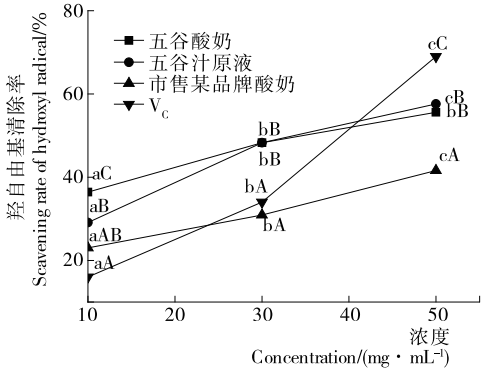
2.7.2 对羟自由基的清除效果 羟基自由基是一种活性极强的自由基,在人体生物条件下可与非选择性化合物的生物膜发生反应^[16]。比较五谷酸奶、五谷汁原液、市售某品牌酸奶对羟自由基的清除率,并以 V_c作为阳性对照。由图 2 可



不同小写字母表示横向比较差异显著(P<0.05),不同大写字母表示纵向比较差异显著(P<0.05)

图 1 各种酸奶 DPPH 清除力

Figure 1 Scavenging rates of DPPH of different kinds of yoghurt



不同小写字母表示横向比较差异显著(P<0.05),不同大写字母表示纵向比较差异显著(P<0.05)

图 2 各种酸奶羟自由基清除力

Figure 2 Scavenging rates of hydroxyl radical of different kinds of yoghurt

知,五谷酸奶、五谷汁原液、V_C和市售某品牌酸奶均具有较强的清除羟基自由基的能力。随着浓度的升高,几种酸奶对羟基自由基的清除能力均有增强的趋势。五谷酸奶与五谷汁原液清除羟基自由基的能力无显著性差异,但较市售某品牌酸奶强。

3 结论

本研究采用正交试验确定了五谷酸奶的最佳配方及其制作工艺,结果表明:五谷酸奶的制作工艺为以丹尼斯克的嗜热性链球菌和保加利亚杆菌混合菌种为发酵剂,黑芝麻汁添加量 10 mL/100 mL,黑豆汁添加量 13.3 mL/100 mL,玉米汁添加量 13.3 mL/100 mL,奶粉添加量 7.9 g/100 mL,接种量 3 mL/100 mL,白砂糖量 5 g/100 mL,发酵温度 42 ℃,发酵时间 7 h。此条件下制作的五谷酸奶组织状态细腻,呈灰白色,兼有玉米香味及黑芝麻香味。通过比较五谷酸奶、五谷汁原液、市售某品牌酸奶对 DPPH 自由基和羟基自由基的清除效果可知:五谷酸奶的自由基清除率均随着酸奶质量浓度的增强而增强,浓度为 50 mg/mL 时 DPPH 自由基和羟基自由基的清除率分别为:(84.9±0.10)%和(55.6±0.12)%;且在相同浓度时,五谷酸奶高于市售某品牌酸奶。但本试验对五谷酸奶清除自由基能力的研究仅限于体外研究,其实际清除效果还需通过动物试验进一步验证。

参考文献

[1] Kim J H, Seo W D, Lee S K, et al. Comparative assessment of compositional components, antioxidant effects, and lignan extractions from Korean white and black sesame (Sesamum indicum L.) seeds for different crop years[J]. Journal of Functional Foods, 2014, 7(2): 495-505.

[2] 芦鑫,孙强,张丽霞,等.国内外芝麻食品研究现状与展望[J].食品与机械,2013,29(3):269-272.

[3] 陈华絮,杨素娇.果味黑豆酸奶的研制[J].食品与机械,2006,

22(3):123-125.

[4] 杨国浩.玉米风味酸奶的研制[J].食品研究与开发,2007,28(11):95-98.

[5] 金杜欣,刘晓兰,郑喜群. Alcalase 和 Flavourzyme 协同修饰玉米蛋白制备抗氧化活性蛋白水解物[J].食品与机械,2015,31(2):25-31.

[6] 张引平,曹景珍,高林霞.玉米加工利用现状与发展趋势[J].农业技术与装备,2010(16):9-10.

[7] 孙月娥,刘彬倩,王卫东.黑米黑豆黑芝麻复合饮料的研制[J].食品科学,2012,33(14):312-317.

[8] 亓树艳,王荔,莫晓燕.大枣多糖的提取工艺及抗氧化作用研究[J].食品与机械,2012,28(4):117-120.

[9] 张志涛,刘金生,许强,等. Bradford 法测定牛奶中蛋白质含量[J].食品与机械,2011,27(5):128-130.

[10] Unal G, El S, Akalin A, et al. Antioxidant activity of probiotic yoghurt fortified with milk protein based ingredients[J]. Italian Journal of Food Science, 2013, 25(1):63-69.

[11] 何书美,刘敬兰,郝迎霞.利用 Fenton 体系对西藏灵菇酸奶的抗氧化活性的评价[J].分析科学学报,2011,27(1):122-124.

[12] 吕小义,彭辉,尹佳,等.小麦胚芽乳酸发酵饮料的工艺研究[J].中国酿造,2015,34(6):157-160.

[13] 鞠印凤,崔立雪.搅拌型酸奶生产中易出现的质量缺陷及控制[J].中国乳业,2013(4):52-54.

[14] 刘洋,郭宇星,潘道东.4种乳酸菌体外抗氧化能力的比较研究[J].食品科学,2012,33(11):25-29.

[15] Farvin K S, Baron C P, Nielsen N S, et al. Antioxidant activity of yoghurt peptides: Part 2-Characterisation of peptide fractions[J]. Food chemistry, 2010, 123(4):1 090-1 097.

[16] Bouatef A, Hajji M, Balti R, et al. Antioxidant and free radical-scavenging activities of smooth hound (Mustelus mustelus) muscle protein hydrolysates obtained by gastrointestinal proteases[J]. Food Chemistry, 2009, 114(4):1 198-1 205.

(上接第 109 页)

的辅联设备配套输送,设备多,成本高,占用的空间大,对于在线就地改造而言,困难较多,不易实现。按国家烟草专卖局印发的烟草专用机械产品指导价格目录计算,购买 a、b 组柜子共计 131.4 万元,c、d 组柜子共计 110.06 万元,总计 241.46 万元。传统的 10 台单头出料贮柜需要 27.98×10=279.8 万元。因此利用本多头出料方案单购买贮柜可以节省 38.34 万元,贮柜数量减少 20%。

此外,提出的新型的贮柜设计模式,解决了传统单头出料生产灵活性受限的问题。新型贮柜一般存量为 10 t,传统的单头出料,只能为一生产线供料,其他生产线需要供料只能消极等待,使大量的生产资源处于闲置状态。而且,目前市场对卷烟生产品种的需求越来越大,常常是多个品牌同时进行生产,新型贮柜多头出料功能的实现,使生产的灵活性大大提高,日常生产计划的可调性大大增强,并能极大地节约生产资源,满足了公司提出的柔性化生产目标。

4 结论

烟草制丝传统贮柜由于贮柜数量较多,投资成本较大;此外,由于只能实现单头向一条生产线出料,其他贮柜如果想要向其他生产线供料时,只能等待合适的时间,其加工效

率低,柔性化生产低。龙岩烟草工业有限责任公司在实施生产线技术改造时对贮柜进行了优化设计,实现了多头出料功能,不但提高了生产效率,整个生产组织更加灵活,柔性化生产提高,而且由于减少了设备的数量,节约了设备的投资。

参考文献

[1] 张本甫,金忠理,秦前浩,等.卷烟工艺规范[S].北京:中央文献出版社,2003:15-16.

[2] 康金岭,黄贤飞,刘远涛,等.预处理工艺对烟梗回透率的影响[J].食品与机械,2012,28(6):205-208.

[3] 苏福彬,张伟. RC-80 叶丝回潮系统的优化改进[J].食品与机械,2015,31(5):146-148.

[4] 董军,贺小海,卓宇坤.带有双仓的烟草物料贮存柜的改造[J].科技情报开发与经济,2010(36):152-153.

[5] 伍建忠.烟草企业成品烟丝贮柜的设计建模及应用研究[J].科园月刊,2008(3):224-226.

[6] 杨煜文,赵宏洲.制丝线烟丝贮存与送配置的改造[J].科园月刊,2008(3):224-226.

[7] 杨明.贮柜铺料控制方式的改进[J].烟草科技,2002(1):27-28.

[8] 张忠群.贮柜类设备工作原理及电控系统设计[J].安徽烟草科技,1991(2):39-42,19.