

果蔬复合重组肉干的加工工艺研究

李淑慧, 王艳, 师文添*

(江苏食品药品职业技术学院, 江苏食品加工工程技术研究开发中心, 江苏 淮安 223003)

摘要: 对猪肉牛肉果蔬复合重组肉干配方和工艺进行了研究, 经试验确定猪肉牛肉果蔬复合重组肉干的最佳配方为猪碎肉 35%, 牛碎肉 25%, 紫薯泥 9%, 山药泥 9%, 五香粉 0.5%; 最佳工艺为: TG 酶 150 U/g, 酶解温度 40 °C, 酶解时间 60 min, 烘烤温度 95 °C, 烘烤时间 20 min。

关键词: 果蔬; 重组; 肉干; 配方; 工艺

Study on the Processing Technology of Fruit and Vegetable Restructured Jerky

LI Shu-hui, WANG Yan, SHI Wen-tian*

(Jiangsu Food & Pharmaceutical Science College, Jiangsu Engineering Research & Department Center for Food Processing, Huai'an 223003, Jiangsu, China)

Abstract: A kind of fruit and vegetable restructured pork and beef jerky was studied, and the optimal formula and technology which were ascertained by experiments were as follows: pig meat 35%, bovine meat 25%, purple sweet potato mud 9%, yam mud 9%, five spice powder 0.5%; enzymatic hydrolysis 60 min in 40 °C with 150 U/g TG enzyme, baking 20 min in 95 °C.

Key words: fruits and vegetables; restructure; jerky; formula; technology

重组肉是指借助于机械和添加辅料(食盐、磷酸盐、大豆蛋白、淀粉、卡拉胶等)以提取肌肉纤维中基质蛋白和利用添加剂的粘合作用,使肉颗粒或肉块重新组合,经冷冻后直接出售或者经预热处理保留和完善其组织结构的肉制品^[1]。传统肉干加工是以大块原料

肉经整理、预煮、成型、卤煮,再干燥脱水而成,产品不足之处是质地干硬、色泽深褐、营养不丰富,难以满足人们日益增长的消费需求^[2]。紫薯营养丰富,富含硒、花青素、糖蛋白、脂多糖、脱氢表雄酮以及矿物质、维生素、膳食纤维等多种营养成分^[3]。紫薯中的紫色素有较强的脱除氧自由基的功能,能延缓衰老,其中的硒元素易被人体吸收,能有效地留在血液中增强机体抵抗力,清除体内产生癌症的自由基,预防癌症的发生。花青素为天然紫色素,是一种天然强效自由基清除剂,具有抗癌、预防心血管疾病、糖尿病等保健功能^[4]。山

基金项目:江苏省大学生实践创新项目(3022014224)

作者简介:李淑慧(1994—),女(汉),本科在读,研究方向:功能性食品。

*通信作者:师文添(1981—),男(汉),讲师,硕士,研究方向:肉制品加工、功能性食品。

- Chemical, Physico-Chemical, Technological, Antibacterial and Antioxidant Properties of Dietary Fiber Powder Obtained from Yellow Passion Fruit (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) Co-products[J]. Food Research International, 2013,51(2):756-763
- [9] Ou S, Kwok K C, Li Y, et al. In Vitro Study of Possible Role of Dietary Fiber in Lowering Postprandial Serum Glucose[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2001,49(2):1026-1029
- [10] J M Fuentes-Alventosa, G Rodriguez-Gutierrez, S Jaramillo-Carmona, et al. Effect of Extraction Method on Chemical Composition and Characteristics of High Dietary Fibre Powders Obtained from

- Asparagus by-products[J]. Food Chemistry, 2009,113(2):665-671
- [11] 高荫榆, 晁红娟, 丁红秀, 等. 毛竹叶特种膳食纤维制备及特性的研究[J]. 食品科学, 2007, 28(12):200-204
- [12] 黄冬云, 钱海峰, 苑华宁, 等. 木聚糖酶制取米糠膳食纤维的功能性质[J]. 食品与发酵工业, 2013, 39(12):30-34
- [13] Chi-Fai Chau, Chien-Hung Chen, Ching-Yi Lin. Insoluble Fiber-Rich Fractions Derived from Averrhoa Carambola: Hypoglycemic Effects Determined by in Vitro Methods[J]. Lebensmittel-Technologie, 2004, 37(3):331-335

收稿日期: 2015-01-29

药具有提高免疫功能、改善消化功能、降血糖、降血脂、抗氧化、延缓衰老、抗肿瘤、抗突变、促进肾脏再生修复、调节酸碱平衡等药理作用^[5]。本试验以加工中用到的碎肉以及边角料肉为原料,添加紫薯、山药、大豆蛋白等营养物质,经谷氨酰胺转氨酶粘合交联重组研制开发果蔬复合重组休闲肉干制品,既能将加工边角料综合利用,改变传统休闲肉制品高脂肪、低膳食纤维的不足,满足现代人追求健康的消费需求,又能提高休闲肉制品的营养价值,改善其外观形态及色泽,呈现出更美味的口感,必将受到广大消费者的喜爱和青睐。

1 材料与方法

1.1 试验材料

猪碎肉、牛碎肉:淮安幸福阳光生态农业有限公司;食盐:山东肥城精盐厂;蔗糖:淮安白玫瑰糖厂;味精:太湖味精股份有限公司;玉米变性淀粉:通化益鹏有限责任公司;大豆分离蛋白:哈高科大豆食品有限责任公司;卡拉胶、复合磷酸盐:徐州天嘉食用化工有限公司;亚硝酸钠:上海天顺食品有限公司;100 U/g 转谷氨酰胺酶(TGase):无锡泰兴酶制剂有限公司;猪肉香精:青岛华帝食品配料有限公司;五香粉:山东胜创实业有限公司;酱油:青岛味鲜美酿造食品有限公司;紫薯、山药:淮安城南市场。

1.2 主要试验设备

WW200 型绞肉机:奥地利 Laska 公司;ZB40 斩拌机:石家庄晓进机械制造科技有限公司;VF200 型真空灌装机:德国 Handtmann 公司;熏蒸炉:德国 Fessmann 公司;DZ-500-2SB 双室真空包装机:南京星火机械制造有限公司。

1.3 基础配方(总量 1 000 g 计)

猪瘦碎肉 40%、牛碎肉 30%、紫薯泥 5%、山药泥 5%、食盐 1.4%、白糖 0.6%、味精 0.15%、玉米变性淀粉 1%、大豆分离蛋白 1%、卡拉胶 0.3%、复合磷酸盐 0.4%、亚硝酸钠 0.000 1%、猪肉香精 0.2%、酱油 0.5%、五香粉 0.3%、水适量。

1.4 工艺流程

猪肉牛肉→解冻→自检→分割→绞制→斩拌→成型→烘烤→冷却→包装→成品

1.5 操作要点

1.5.1 解冻

选择新鲜猪肉、牛肉,在低于 15℃条件下解冻,解冻后肉温不超过 7℃。

1.5.2 自检

挑去原料肉中毛、发、塑料、金属、等杂质。

1.5.3 分割

要求无粗组织膜、无油污、无碎骨、无伤肉、无淤血、无淋巴、无毛及其它杂质等,修整后肉温 $\leq 8^{\circ}\text{C}$,原料在 0℃~4℃的温度下存放时间限制在 10 h~12 h。

1.5.4 绞制

用 6 mm 的孔板绞制,绞后肉温 $\leq 8^{\circ}\text{C}$ 。

1.5.5 紫薯的预处理^[6]

选择无霉变、无虫蛀、无发芽、无腐烂、成熟、新鲜的紫薯,剔除其中色泽不良、有伤疤、有虫穴的不能食用的紫薯。用清水浸泡去污,然后再用清水冲洗干净。将紫薯皮削除,切成 1 cm³ 小块。用 0.2% 抗坏血酸护色并加热到 75℃,10 min,软化以及钝化酶的活性。

1.5.6 山药的预处理^[7]

山药经清洗去皮后,用 0.3% 柠檬酸、0.1% D-异抗坏血酸钠溶液浸泡 45 min 护色,95℃热烫 1 min 后切成 1 cm³ 的山药块。

1.5.7 斩拌

将绞制好的猪碎肉、牛碎肉投入斩拌机中,加入大豆分离蛋白、卡拉胶、1/3 冰水高速斩拌 5 圈~8 圈,加入紫薯块、山药块、1/3 冰水继续斩碎至无可见颗粒状态,加入变性淀粉及剩余所有辅料和 1/3 冰水高速斩拌均匀,温度控制在 10℃以下。

1.5.8 成型

将肉馅用 8 mm 直径灌装管灌装成 15 cm 长条状。

1.5.9 烘烤

50℃干燥 30 min,90℃烘烤 40 min。

1.5.10 冷却

将产品拉至散热间冷却至中心温度 $\leq 8^{\circ}\text{C}$ 。

1.5.11 切条、包装

连续真空包装机定量包装,定量 10 根 1 袋。

1.5.12 杀菌、冷却

(95 \pm 1)℃,20 min,产品杀菌后采用自来水散热至中心温度低于 25℃。

1.6 检验方法

1.6.1 感官检验

选择受过感官评定训练的 10 位评价人员组成评定小组,对果蔬复合重组肉干的气味、色泽、弹性进行评分,标准见表 1。

表 1 肉干感官评分标准

项目	评分标准	评分(总分 100)
色泽	呈褐色,颜色分布均匀	20
口感	口感嫩脆,不发渣,无粉感,咸甜适中	20
风味	有肉香味,味感协调,呈淡淡的五香味	30
组织状态	切面光滑,肉感足,组织紧密,无气孔,弹性好,无可见外来杂质	30

根据评分小组对其敏感程度,确定每项权重分别为0.2、0.2、0.3、0.3,计算加权平均分^[8]。

1.6.2 理化微生物指标的测定

各项理化微生物指标参照 GB2726-2005《熟肉制品卫生标准》;水分按照 GB/T 5009.3-2010《食品安全国家标准 食品中水分的测定》检测;复合磷酸盐按照 GB/T 5009.87-2003《食品中磷的测定》检测;铅按照 GB/T 5009.12-2010《食品安全国家标准 食品中铅的测定》检测;无机砷按照 GB/T 5009.11-2003《食品中总砷及无机砷的测定》检测;镉按照 GB/T 5009.15-2003《食品中镉的测定》检测;总汞按照 GB/T 5009.17-2003《食品中总汞及有机汞的测定》检测;菌落总数按照 GB 4789.2-2010《食品微生物学检验》检测;大肠菌群按照 GB/T 4789.3-2003《食品卫生微生物学检验 大肠菌群测定》检测;沙门氏菌按照 GB 4789.4-2010《食品安全国家标准 食品微生物学检验 沙门氏菌检验》检测;单核细胞增生李斯特氏菌按照 GB 4789.30-2010《食品安全国家标准 食品微生物学检验 单核细胞增生李斯特氏菌检验》检测;金黄色葡萄球菌按照 GB 4789.10-2010《食品安全国家标准 食品微生物学检验 金黄色葡萄球菌检验》第二法检测;大肠埃希氏菌 O157:H7 按照 GB/T 4789.36-2008《食品微生物学检验 大肠埃希氏菌 O157:H7/NM 检验》检测。

2 结果与分析

2.1 果蔬复合重组肉干最佳配方正交试验

在预试验及单因素试验结果的基础上,考虑影响果蔬复合重组肉干品质的5个因素(猪碎肉添加量、牛碎肉添加量、紫薯泥添加量、山药泥添加量、五香粉添加量),并考虑到这5个因素对产品的综合影响,选定每1个因素的最佳添加范围的4个水平,见表2。

表2 配方的L₁₆(4⁵)正交试验因素与水平

Table 2 The factors and levels of L₁₆(4⁵) orthogonal test of formula

水平	因素				
	A 猪碎肉/%	B 牛碎肉/%	C 紫薯泥/%	D 山药泥/%	E 五香粉/%
1	25	15	0	0	0.2
2	30	20	3	3	0.3
3	35	25	6	6	0.4
4	40	30	9	9	0.5

固定其他条件,设计了L₁₆(4⁵)正交试验,通过对产品的感官评定和正交分析,见表3,确定各因素对试验结果影响的强弱次序和产品的最佳配方。

表3 配方的L₁₆(4⁵)正交试验结果

Table 3 Results of L₁₆(4⁵) orthogonal test of formula

序号	因素					感官评分
	A 猪碎肉	B 牛碎肉	C 紫薯泥	D 山药泥	E 五香粉	
1	1	1	1	1	1	70
2	1	2	2	2	2	75
3	1	3	3	3	3	83
4	1	4	4	4	4	89
5	2	1	2	3	4	80
6	2	2	1	4	3	83
7	2	3	4	1	2	91
8	2	4	3	2	1	86
9	3	1	3	4	2	92
10	3	2	4	3	1	94
11	3	3	1	2	4	89
12	3	4	2	1	3	77
13	4	1	4	2	3	84
14	4	2	3	1	4	72
15	4	3	2	4	1	82
16	4	4	1	3	2	71
k ₁	79.250	81.500	78.250	77.500	82.000	
k ₂	85.000	80.000	78.500	83.500	82.250	
k ₃	87.000	86.250	83.250	81.000	81.750	
k ₄	77.250	80.750	88.500	86.500	82.500	
R	9.750	5.500	10.250	9.000	0.750	

表4 配方的正交试验结果的方差分析

Table 4 Analysis of variance of orthogonal experiment results of formula

变异来源	平方和	自由度	均方	F值	显著性
A	256.250	3	205.000	9.280	*
B	95.250	3	76.200	9.280	*
C	280.250	3	224.200	9.280	*
D	174.750	3	139.800	9.280	*
E	1.250	3	1.000	9.280	
误差	1.25	3			

注:*表示显著。

由表3及表4可知,因素A、B、C、D影响均显著,影响产品配方的各因素主次关系为C>A>D>B>E,最优配方组合为A₃B₃C₄D₄E₄,即猪碎肉35%,牛碎肉25%,紫薯泥9%,山药泥9%,五香粉0.5%。按最佳组合做3组平行试验,得出产品平均得分为95。

2.2 猪肉牛肉果蔬复合重组肉干最佳工艺正交试验

在预试验及单因素试验结果的基础上,考虑影响猪肉牛肉果蔬复合重组肉干品质的5个因素(TG酶添加量、酶解温度、酶解时间、烘烤温度、烘烤时间),并考虑到这5个因素对产品的综合影响,选定每一个因素的最佳添加范围的4个水平,见表5。固定其他条件,

表5 工艺条件的 $L_{16}(4^5)$ 正交试验因素与水平Table 5 The factors and levels of $L_{16}(4^5)$ orthogonal test of technology

水平	因素				
	A TG酶/(U/g)	B 酶解温度/℃	C 酶解时间/min	D 烘烤温度/℃	E 烘烤时间/min
1	50	20	20	80	10
2	100	30	40	85	20
3	150	40	60	90	30
4	200	50	80	95	40

表6 工艺条件的 $L_{16}(4^5)$ 正交试验结果Table 6 Results of $L_{16}(4^5)$ orthogonal test of technology

序号	因素					感官评分
	A TG酶	B 酶解温度	C 酶解时间	D 烘烤温度	E 烘烤时间	
1	1	1	1	1	1	72
2	1	2	2	2	2	75
3	1	3	3	3	3	80
4	1	4	4	4	4	84
5	2	1	2	3	4	79
6	2	2	1	4	3	82
7	2	3	4	1	2	91
8	2	4	3	2	1	90
9	3	1	3	4	2	92
10	3	2	4	3	1	78
11	3	3	1	2	4	85
12	3	4	2	1	3	91
13	4	1	4	2	3	77
14	4	2	3	1	4	83
15	4	3	2	4	1	85
16	4	4	1	3	2	76
k_1	77.750	80.000	78.750	84.250	81.250	
k_2	85.500	79.500	82.500	81.750	83.500	
k_3	86.500	85.250	86.250	78.250	82.500	
k_4	80.250	85.250	82.500	85.750	82.750	
R	8.750	5.750	7.500	7.500	2.250	

表7 工艺条件的正交试验结果的方差分析

Table 7 Analysis of variance of orthogonal experiment results of technology

变异来源	平方和	自由度	均方	F值	显著性
A	210.500	3	20.048	9.280	*
B	121.500	3	11.571	9.280	*
C	112.500	3	10.714	9.280	*
D	129.000	3	12.286	9.280	*
E	10.500	3	1.000	9.280	
误差	10.50	3			

注:*表示显著。

设计了 $L_{16}(4^5)$ 正交试验,通过对产品的感官评定和正交分析,见表6,确定各因素对试验结果影响的强弱次序和产品的最佳工艺参数。

由表6及表7可知,因素A、B、C、D影响均显著,影响产品质量的各工艺参数主次关系为A>C=D>B>E,最优工艺组合为 $A_3B_3C_3D_4E_2$,即TG酶150 U/g,酶解温度40℃,酶解时间60 min,烘烤温度95℃,烘烤时间20 min。按最佳组合做3组平行试验,得出产品平均得分为93。

2.3 产品配方工艺验证试验

在上述试验基础上,选择最佳配方工艺组合,平行试验3次,取感官评分平均值,得93分。

2.4 产品质量检验

2.4.1 感官检验

猪肉牛肉果蔬复合重组肉干呈褐色,颜色分布均匀,口感酥脆,咸甜适中,味感协调,呈淡淡的五香味,肉感足,组织紧密,弹性好。

2.4.2 理化及微生物检验

猪肉牛肉果蔬复合重组肉干的理化及微生物指标见表8及表9。

表8 产品理化及微生物指标(致病菌除外)

Table 8 Results of physical & microorganism indicators of the product(except pathogenic bacteria)

项目	标准	检验结果
水分/%	≤20	16.5
复合磷酸盐(以 PO_4^{3-} 计)/(g/kg)	≤5	3.1
铅/(mg/kg)	≤0.5	0.1
无机砷/(mg/kg)	≤0.05	0.02
镉(Cd)/(mg/kg)	≤0.1	0.01
总汞(以Hg计)/(mg/kg)	≤0.05	0.01
菌落总数/(cfu/g)	≤10 000	6 740
大肠菌群/(MPN/100 g)	<30	<30

表9 产品致病菌指标

Table 9 Results of pathogenic bacteria indicators of the product

致病菌指标	采样方案及限量(若非指定,均以/25 g或/25 mL表示)			
	n	c	m	M
沙门氏菌	5	0	0	-
单核细胞增生李斯特氏菌	5	0	0	-
金黄色葡萄球菌	5	1	100 cfu/g	1 000 cfu/g
大肠埃希氏菌 O157:H7	5	0	0	-

注:n为同一批次产品应采集的样件数;c为最大可允许超出m值的样品数;m为致病菌指标可接受水平的限量值;M为致病菌指标的最高安全限量值;-表示不得检出。

3 结论

本文通过试验确定了猪肉牛肉果蔬复合重组肉干的最佳配方为猪碎肉35%,牛碎肉25%,紫薯泥9%,山药泥9%,五香粉0.5%;最佳工艺为: TG酶(下转第110页)

评定小组的口感评定,苦味和焦涩味微弱,但有一定的腥味;对其分子量进行测定,发现该胶原蛋白多肽的分子量分布较好,分子量小于5 kD的占到了99.5%,分子量小于3 kD的占到了97.39%,分子量小于1 kD的占到了80.58%,根据日本德国的研究,分子量小于5 kD的胶原蛋白多肽能够被人体很好的吸收和利用,因此能作为功能因子广泛应用于保健食品、化妆品、医药等各个行业当中。

参考文献:

[1] 陈胜军,曾名勇,董士远,等.水产胶原蛋白及其活性肽的研究进展[J].水产科学,2004,23(6):44-46
 [2] You-Jin Jeon. Improvement of functional properties of cod frame protein hydrolysates using ultrafiltration membranes [J]. Process Biochemistry,1999,35(5):471-478
 [3] Hee-Guk Byun. Purification and characterization of angiotensin I converting enzyme (ACE)inhibitory peptides from Alaska Pollack skin[J]. Process Biochemistry,2001,36(12):1155-1162
 [4] Morvan-Dubois G, Haftek Z, Crozet C, et al. and leguellet D. Structure and spatio-temporal expression of the full length DNA complementary to RNA coding for $\alpha 2$ type I collagen of zebrafish[J]. Gene, 2002,294(1):56-65
 [5] Touhata K,Tanaka H,Yokoyama Y,et al. Structure of a full-length CDNA clone for the pro-X(V/V)collagen chain of red seabream[J]. Biochimica et Biophysica Acta ,2001,1517(2):323-326
 [6] 苑艳辉.水产品下脚料综合利用研究之进展[J].水产科技情报, 2004, 31(1):19

[7] 贾德君,赵莹. 胶原钙维素的研制及其动物应用试验的研究[J].大连轻工业学院学报,1997,9(3):22-26
 [8] 蒋挺大,张春萍. 胶原蛋白[M]. 北京:化学工业出版社,2001:133-134
 [9] 李彦春,靳立强,危东发,等. 酶法提取牛皮胶原蛋白的研究[J]. 中国皮革,2002,31(23):6-9
 [10] 李建武,陈丽容,陈来同,等. 生物化学实验原理和方法[M]. 北京:北京大学出版社,1997:124-156
 [11] ILOAK, KRZYSZTOF K, BARBARA P, et al. Modification of the properties of gelatin from skins of Baltic cod (*Gadus morhua*)with transglutaminase[J]. Food Chem,2004,68(2):203-209
 [12] 郭恒斌,曾庆祝. 分光光度法测定鱼皮中羟脯氨酸含量[J]. 现代食品科技,2007,23(7):81-83
 [13] Guerand F,Guimas L,Binet A. Production of tuna waste hydrolysates by a commercial neutral protease preparation[J]. Journal of Molecular Catalysis B:Enzymatic,2002,19(20):489-498
 [14] 候清娥. 基于神经网络的牡蛎呈味肽制备及呈味特性研究[D]. 湛江:广东海洋大学,2011:302
 [15] 东方忠, 闫鸣艳. 安康鱼鱼皮胶原蛋白多肽酶法制备工艺研究[J]. 食品工业,2013,34(3):90-97
 [16] Hou H, Li B, Hao X, et al. Optimization of enzymatic hydrolysis of Alaska Pollock frame for preparation protein hydrolysis with low-bitterness[J]. LWT-Food Science and Technology, 2011(44):421-428
 [17] 史刘辉. 鳕鱼皮胶原及其低聚肽的制备及特性研究[D]. 无锡:江南大学,2012:45-46
 [18] 闫鸣艳. 狭鳕鱼皮胶原蛋白结构和物理特性的研究[D]. 青岛:中国海洋大学,2009:37-38

收稿日期:2015-09-09

(上接第104页)

150 U/g, 酶解温度 40 ℃, 酶解时间 60 min, 烘烤温度 95 ℃, 烘烤时间 20 min。

本试验产品肉干口感嫩脆,咸甜适中,呈淡淡的五香味,味感协调,肉感足,具有广阔的市场前景。

参考文献:

[1] 尚祖萍.重组肉制品的研究进展[J].肉类研究,2010(1):23-25
 [2] 曾庆培, 王志江,蒋爱民,等.新型肉干加工工艺及质量控制方法研究[J].农产品加工·学刊,2007,94(3):55-60
 [3] 丁立庆.紫薯中化学成分及其抗氧化活性的研究[D].杭州:浙江

工商大学,2011:1-4
 [4] 温桃勇,刘小强.紫色甘薯营养成分和药用价值研究进展[J].安徽农业科学,2009,37(5):1954-1956
 [5] 孙晓生,谢波.山药药理作用的研究进展[J].中药新药与临床药理,2011,22(3):353-354
 [6] 师文添.紫薯酸奶的研制[J].食品工业科技,2014(6):273-276
 [7] 刘海滨,赵红燕,王宁,等.山药加工过程中护色方法的研究[J].中国农学通报,2009,25(4):62-64
 [8] 师文添.大豆拉丝蛋白仿真烟熏火腿的研制[J].食品研究与开发, 2012,33(12):98-100

收稿日期:2015-01-19