

# 发芽大豆饮料微波脱腥工艺的研究

李笑梅, 李 杨

(哈尔滨商业大学食品工程学院, 黑龙江哈尔滨 150076)

**摘要:**以发芽大豆为原料制备饮料,并以脂肪氧化酶活力为豆腥味的评价指标,通过对碱浸法、热浸法和微波法的对比实验,确定采用微波法脱腥。进而在单因素实验的基础上进行正交实验,确定微波脱腥的最佳工艺参数为:物料量 200g、微波温度 80℃、微波时间 4min。

**关键词:**发芽大豆, 饮料, 脂肪氧化酶活力, 微波脱腥

## Microwave deodorization process technology of beverage of soybean germination

LI Xiao-mei, LI Yang

(College of Food Engineering, Harbin University of Commerce, Harbin 150076, China)

**Abstract:** Germination of soybean as raw material to produce beverage, and the fat oxidation enzyme activity was determined as the evaluation index of beany flavor. By alkaline leaching method, hot-dip method and microwave method of comparative experiments, the microwave method deodorization was determined. Then based on single factor experiments, the orthogonal experiments fixed the optimum parameters of microwave method: material amount of 200g, microwave temperature of 80℃, microwave time of 4min.

**Key words:** soybean germination; beverage; lipoxigenase activity; microwave deodorization

中图分类号: TS214.9

文献标识码: B

文章编号: 1002-0306(2010)08-0236-03

豆腥味(Beany flavor)是大豆具有的特殊气味,是青草味、腥味、苦味、臭味的综合反应。豆腥味的形成极为复杂,主要有以下几个方面:大豆本身含有的挥发性呈味物质醛类、酮类、醇类、胺类、硫化氢以及氢过氧化物等,不挥发性物质主要是酚酸、绿原酸和大豆磷脂酰胆碱<sup>[1-2]</sup>。此外大豆脂肪的酶促氧化反应、氨基酸与糖的反应、大豆蛋白质的水解。其中加工过程中产生的豆腥味主要由于当大豆的细胞壁破碎后,在少量水分存在下,大豆中所含的脂肪氧化酶以具有顺1,4-戊二烯结构的不饱和脂肪酸亚油酸和亚麻酸为底物,发生氧化降解反应,产生氢过氧化物(具有共轭二烯结构,在234nm有特征吸收),并最终产生低分子醇、醛、酚和酸等挥发物质而形成豆腥味<sup>[3]</sup>。去除腥味的过程,称为脱腥。大豆脱腥的方法很多,主要有物理法、化学法、遮掩法、酶法以及离子交换法、生物工程法等<sup>[4]</sup>。根据前期工作,在温度24℃、湿度85%、萌发96h得到的发芽大豆与大豆比较,其维生素C、大豆异黄酮、氨基酸态氮、膳食纤维含量增高,脂肪氧化酶含量下降、豆腥味变淡,所以选用发芽大豆为制备饮料的原料,同时再采用微波技术进行脱腥处理,可以使制备的产品营养丰富,风味纯正<sup>[5]</sup>。这不仅为大豆制品添加新的品种,也对发

芽大豆饮料的工业化生产具有一定的指导意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

大豆 品种垦丰16,购于黑龙江省农业科学院大豆研究所;亚油酸、吐温20、乙醚、乙醇等其余试剂均为分析纯。

TU-1900型双光束紫外可见分光光度计 昆山市超声仪器有限公司;LHS-80HC-I恒温恒湿培养箱 上海一恒科学仪器有限公司;JM-F96S胶体磨 温州市七星乳品设备厂;GYB60-6S高压均质机 上海东华均质机厂;LG-WD900(MG-5562SD)微波炉 东金电子天津电器有限公司。

### 1.2 实验方法

1.2.1 发芽大豆饮料制备流程 选择在温度24℃、湿度85%、萌发至一定时间的发芽大豆,清洗去皮,经脱腥处理,按1:4料水比加水,胶体磨两次磨浆2800r/min,过滤,添加甜味剂、酸味剂调配,在压力为22~25MPa下均质,罐瓶,加热至100℃保持2min脱气,杀菌121℃,15min,得到成品。

#### 1.2.2 脂肪氧化酶活力测定

1.2.2.1 样品试液的制备 称取一定量的样品,经乙醚脱脂后,以0.01mol/L pH 7.0磷酸缓冲液定容,室温下浸泡1h,间断性缓慢振摇。过滤,滤液在4000r/min下离心15min,上清液作为试液备用。

1.2.2.2 底物的配制 将0.25mL吐温20分散于10mL pH9.0的0.2mol/L的硼酸缓冲液中,振摇下逐

收稿日期:2009-10-09

作者简介:李笑梅(1960-),女,副教授,研究方向:食品科学。

基金项目:黑龙江省科技厅攻关项目(GA06B402-08-5)。

滴加入 0.27mL 的亚油酸,充分混匀后,加入氢氧化钠溶液 1.0mL,摇动使体系成为清澈透明的溶液,用浓盐酸调 pH 至 9.0,然后用上述 pH9.0 硼酸缓冲液稀释定容到 500mL。此溶液含亚油酸  $2.24 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ ,吐温 20 浓度为  $0.5 \mu\text{L/mL}$ 。

1.2.2.3 样品脂肪氧化酶活力的测定 吸取 1.2.2.1 制备的样品试液 1mL 加入到已预温至 20℃ 的 4mL 底物中,混匀后于 25℃ 保温 4min(用秒表计时),用 2mL 无水乙醇终止反应,再加入 2mL 蒸馏水混匀后于 234nm 下测定吸光值 A。以 2mL 无水乙醇作参比溶液。A 与脂肪氧化酶活力成正比。

1.2.3 大豆萌发时间对豆腥味的的影响 将大豆浸泡 12h 后,在常压、24℃ 下进行萌发,时间分别为 24、48、72、96、120h,考察不同萌发时间脂肪氧化酶活力的变化,评价对豆腥味的的影响。

1.2.4 脱腥方法的比较 分别采用 0.25% 的  $\text{NaHCO}_3$  碱液浸泡 10min、80℃ 热水浸泡 10min 和微波技术三种脱腥方法,对 200g 的发芽大豆进行处理,以脂肪氧化酶活力为指标,比较脱腥效果。

1.2.5 微波脱腥单因素实验 以脂肪氧化酶活力为评价指标,以微波技术处理发芽大豆,选用微波时间、微波温度、物料量 3 个因素进行单因素实验,以确定各因素最适水平范围。

1.2.6 微波脱腥正交实验 根据单因素实验结果,按表 1 进行  $L_9(3^4)$  正交实验。

表 1 正交实验因素水平表

水平	因素		
	A 微波温度 (℃)	B 微波时间 (min)	C 物料量 (g)
1	40	3.5	200
2	60	4.0	300
3	80	4.5	400

## 2 结果与分析

### 2.1 不同萌发时间对豆腥味的的影响结果

结果见图 1,随着发芽时间的变化,豆芽中的脂肪氧化酶活力也随之降低。发芽时间 96h 后,虽然脂肪氧化酶活力达到最低,无豆腥味,但侧根生长迅速,营养成分继续消耗,对产品的风味和质地不利,确定采用萌发至 96h 的发芽大豆制备饮料。

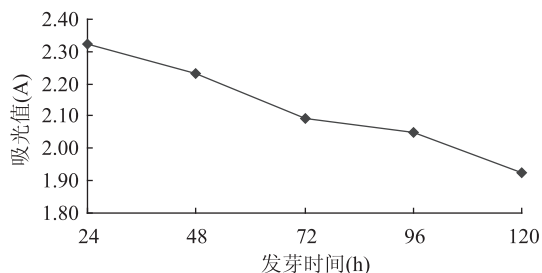


图 1 不同发芽时间脂肪氧化酶活力的变化

### 2.2 脱腥方法的确定

由图 2 可见,与未经脱腥处理的比较,三种不同处理方法都有减小豆腥味的效果,其中碱液浸泡和热水浸泡的脱腥效果相近,但效果均小于微波,微波处理获得极好的脱腥效果,感官评价具有纯正的豆香味而无豆腥味。采用微波获得良好脱腥效果的原

因是微波瞬间穿透力强<sup>[7]</sup>,钝化脂肪氧化酶的活性,使其丧失了催化不饱和脂肪酸被氧化的能力,减少豆腥味物质的产生,同时短时加热还能最大限度地保存原料中的营养成分,所以确定采用微波处理发芽大豆进行脱腥。

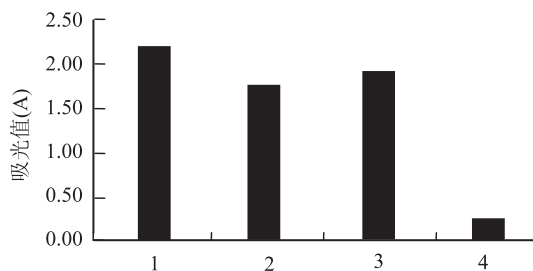


图 2 不同脱腥方法脂肪氧化酶活力的变化

注:1-未经处理;2-碱液浸泡;3-热水浸泡;4-微波。

### 2.3 微波脱腥技术的单因素效果分析

2.3.1 不同微波温度对脱腥效果的影响 分别以温度 20、40、60、80、100℃ 对发芽大豆进行微波加热处理,考察不同微波温度对脱腥效果的影响,结果见图 3。随着温度的增加脂肪氧化酶活力在 20~40℃ 急剧下降,从 40~100℃ 之间趋于平缓,考虑多数活性物质对高温不稳定,所以选择 40、60、80℃ 作为正交实验的 3 个水平。

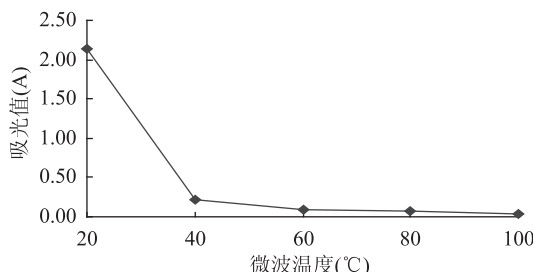


图 3 不同微波温度对脱腥效果的影响

2.3.2 不同微波时间对脱腥效果的影响 微波时间的长短对豆芽脱腥效果的影响结果见图 4。随着时间的增加,脂肪氧化酶活力也随之降低并且变化较明显,但时间过长会影响豆芽中的营养成分和活性成分,所以选 3.5、4、4.5min 作为正交实验的 3 个水平因素。

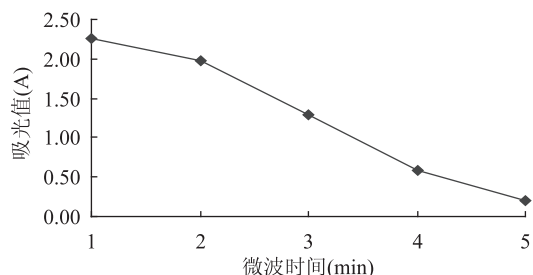


图 4 不同微波时间对脱腥效果的影响

2.3.3 不同物料量对脱腥效果的影响 物料量在生产实践中占有重要作用,分别取 100、200、300、400、500g 发芽大豆进行微波脱腥处理,由图 5 可见,随着物料量从 100g 增加 400g 之间脂肪氧化酶活力增高幅度较小,400g 后急剧增高,豆腥味明显增大,选择 200、300、400g 做正交实验。

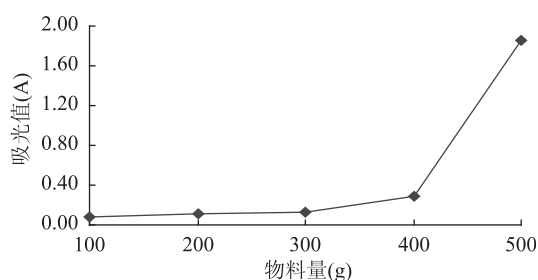


图5 不同物料量对脱腥效果的影响

## 2.4 正交实验结果与分析

正交实验结果见表2。

表2  $L_9(3^4)$  正交实验结果

实验号	A	B	C	D	吸光值(A)
1	1	1	1	1	0.162
2	1	2	2	2	0.164
3	1	3	3	3	0.421
4	2	1	3	2	0.227
5	2	2	1	3	0.118
6	2	3	2	1	0.149
7	3	1	2	3	0.121
8	3	2	3	1	0.144
9	3	3	1	2	0.112
$K_1$	0.747	0.510	0.455	0.393	
$K_2$	0.494	0.426	0.503	0.435	
$K_3$	0.377	0.682	0.660	0.792	
$k_1$	0.249	0.170	0.152	0.131	
$k_2$	0.165	0.142	0.168	0.145	
$k_3$	0.126	0.227	0.220	0.264	
R	0.123	0.085	0.068	0.133	
最优水平	$A_3$	$B_2$	$C_1$		

极差分析结果显示,各因素影响的主次地位为  $A > B > C$ ,即微波温度最明显,其次是微波时间、物

料克数;最优水平为  $A_3B_2C_1$ ,即微波温度  $80^\circ\text{C}$ 、微波时间  $4\text{min}$ 、物料量  $200\text{g}$ 。通过正交实验的各组结果可看出,第九组的吸光值最低,为  $0.112$ ,其最优水平为  $A_3B_2C_1$ 。

按理论得出的最优水平和实验得到的最优水平进行验证实验( $n=3$ ),吸光值分别为  $0.110$  和  $0.113$ ,其结果无显著差异( $p > 0.05$ ),出于节省能源考虑确定微波时间为  $4\text{min}$ 。

## 3 结论

本实验以在常压、 $24^\circ\text{C}$  下进行萌发  $96\text{h}$  的发芽大豆为原料,制备发芽大豆饮料。通过三种脱腥方法的比较,确定微波法的脱腥效果最好,并在单因素实验的基础上进行正交实验,确定了微波脱腥工艺的优水平为微波温度  $80^\circ\text{C}$ 、微波时间  $4\text{min}$ 、物料量  $200\text{g}$ ,在此条件下处理的发芽大豆经胶体磨两次磨浆后,豆香味饱满,无豆腥味,以此原料制备的发芽大豆饮料风味纯正。

### 参考文献

- [1] 石彦国.大豆制品工艺学[M].中国轻工业出版社,2005.
- [2] Huang R, Choe E, Min D B. Effects of riboflavin photosensitized oxidation on the volatile compounds of soy milk [J]. Journal of Food Science, 2004, 69(9): 733-738.
- [3] 田其英,尹贵中.大豆脂肪氧合酶同工酶活性的影响因素研究[J].食品工业科技,2008(1):156-159.
- [4] 张秀廷,王爱平.大豆饮料的去腥方法[J].广州食品工业科技,2003,74(1):90,101.
- [5] 冯霖,刘芳竹.微波脱腥技术在大豆粉生产中的应用研究[J].食品工业科技,2006(10):196-198.
- [6] 陈振国.微波技术基础[M].北京邮电大学出版社,1987:24-171.

(上接第235页)

## 3 结论

3.1 本文研究了从猴头菇中提取 SOD 的最佳破壁方法,通过均匀实验获得了最佳破壁条件并确定最佳提取条件为:  $1\text{g}$  猴头菇中,加入浓度为  $0.15\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{NaHCO}_3$   $5\text{mL}$  和乙醇-氯仿 ( $2:1, \text{v/v}$ ) 溶液  $6\text{mL}$ ,在  $30^\circ\text{C}$  下提取  $3.5\text{h}$ ,所得粗酶液的酶活力为  $321.26\text{U}$ 。

3.2 采用丙酮法对粗酶液进行纯化,根据杂蛋白和 SOD 等电点不同进行二级纯化,并得出最优纯化条件。一次纯化最佳条件为丙酮:粗酶液 ( $\text{v/v}$ ) =  $3:5$ ,二次纯化最佳条件为丙酮:SOD 清液 ( $\text{v/v}$ ) =  $7:10$ ,经过二级纯化后的 SOD 在保持较高活性的前提下取得较高纯度,二级纯化后酶比活为  $95.58\text{U}/\text{mg}$ 。

### 参考文献

- [1] 张涛.牛肾中具有 SOD 活力物质的研究[D].长春:吉林大学,2004.
- [2] 袁勤生.SOD 在医药、食品和日化工业上的应用[J].中国生化药物杂志,1994,15(4):289-293.
- [3] 吴思芳,方尚玲,童振球.啤酒废酵母提取 SOD 研究[J].食品科学,2000,21(3):22-24.
- [4] 杨明琰,张晓琦,沈俭,等.有机溶剂二次沉淀法提取纯化酵母菌超氧化物歧化酶的研究[J].食品科学,2005,26(2):159-161.

- [5] 江萍,谭爱娟,余昌,等.蜡状芽胞中超氧化物歧化酶的提取[J].山地农业生物学报,1997,16(3):48-50.
- [6] 高建华,郭艳翔,刘佳宾,等.杏鲍菇菌丝体中 SOD 提取方法研究[J].食用菌,2007(2):50-51.
- [7] 彭志英.食品酶学导论[M].北京:中国轻工业出版社,2007:64-67.
- [8] 许雅娟,赵艳景,胡虹.邻苯三酚自氧化法测定超氧化物歧化酶活性的研究[J].西南民族大学学报:自然科学版,2006,32(6):1207-1212.
- [9] 杨林莎.蔬菜中超氧化物歧化酶的提取及活性测定[J].河南化工,1995(7):8-9.
- [10] 李春娟,孙长华,李东刚,等.微量邻苯三酚自氧化法测定蔬菜和花卉中 SOD 的活性[J].化学工程师,2006(9):28-30.
- [11] 廖湘萍,徐功瑾,付三乔.利用啤酒酵母生产 SOD 的提取条件研究[J].酿酒科技,2007(5):89-91.
- [12] 周艳利,李建科,罗生明.中华蛭超氧化物歧化酶的提取纯化研究[J].陕西农业科学,2007(2):39-41.
- [13] 乳与乳制品中蛋白质的测定双缩脲比色法[S].中华人民共和国农业行业标准, NY/T 1678-2008.
- [14] 王岁楼,张平之,张鑫,等.从活性干酵母中直接提取 SOD 的研究[J].郑州粮食学院学报,2000,21(2):66-68.