

加工工艺条件对脂肪氧化酶缺失类型不同的大豆制品腥味影响的研究^{*}

刘燕 江连洲^{**} 朱秀清 郑福贵 刘晓洁 张平 许慧 陈昊

(国家大豆工程技术研究中心, 哈尔滨 150050)

摘要 利用不同类型的大豆脂肪氧化酶缺失材料, 分析了影响大豆腥味(以总醛计)的主要因子, 如磨浆温度、pH 值、离子强度, 并通过试验研究了大豆腥味与各因子之间的关系, 确定温度在 65—80℃, pH 在 6—9、离子强度为 0.01M 时, 不同类型品种的豆浆不仅豆腥味较小, 而且蛋白含量相对较高。进一步做正交实验, 方差分析表明: 影响脱腥效果最显著的因素是品种, 其次是温度。影响程度依次为 D>A>C>B(总醛含量), 极差分析表明, 各因素选取的最佳水平为 A4B2C3D3 即脱腥最佳工艺条件为: 品种——五星一号, 温度 80℃, pH7.0 及 0.01M 的 Ca^{2+} 。

关键词 大豆; 脂肪氧化酶缺失体; 豆腥味; 总醛

中图分类号 S 565.1 **文献标识码** A **文章编号** 1000—9841(2004)03—0209—06

0 前言

在大豆制品加工过程中, 抑制腥味物质形成的最常用的方法是加热, 加热可使蛋白质发生适度热变性, 导致脂肪氧化酶失活, 从而抑制加工过程中腥味物质的产生, 同时加热可以破坏胰蛋白酶抑制素和血球凝聚素等有害因子, 提高大豆蛋白营养价值^[1—2]; 但温度不能太高, 否则会使蛋白质变性, 氨基酸被破坏, 氮溶解指数(NSI)降低。同时, 依据 pH 值对脂肪氧化酶活性的影响, 通过酸或碱的加入, 调整溶液 pH 值, 使其偏离脂肪氧化酶最适 pH 值, 可达到抑制脂肪氧化酶活性, 减少异味物质的目的^[3]。

本文通过对大豆脱腥效果和影响因素的研究, 确定脱腥最佳工艺条件, 为黑龙江省大豆制品加工行业提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

1.1.1 材料

合丰 25(正常)、五星一号(缺 LOX2, 3)、冀豆 10(缺 LOX2, 3)、绥无腥味一号(缺 LOX2)。

1.1.2 试剂

0.05N 硫代硫酸钠标准溶液, 0.05N 亚硫酸氢钠标准溶液, 0.1N 碘标准溶液, 1%淀粉指示剂(需新鲜配制)。

1.1.3 主要仪器设备

凯氏定氮仪——1030

高速组织捣碎机——上海标本模型厂制造

1.2 实验方法

1.2.1 称取一定量的合丰 25(正常)、绥无腥味一号(缺 LOX2)、五星一号(缺 LOX2, 3)、冀豆 10(缺 LOX2, 3)浸泡, 按 1:8 豆水比进行相应的磨浆, 然后分别测其豆浆中的总醛含量(以己醛计)、蛋白质含量。

1.2.2 总醛含量(以己醛计)的测定: 称取一定量的豆浆注入碘量瓶中, 准确加入 0.05N 的亚硫酸氢钠 25ml, 放置暗处 30min。然后准确加入一定量的碘标准溶液, 混匀后立即用 0.05N 的硫代硫酸钠标准溶液滴定, 至终点时记下所耗用的硫代硫酸

^{*} 收稿日期: 2004—02—23

基金项目: 国家“十五”科技攻关重大专项“大豆深加工关键技术及设备研究与开发”

^{**} 通讯作者: 江连洲 Tel. 13304652669

作者简介: 刘燕(1969—), 女, 助理研究员, 从事大豆加工科研和产品开发工作, 电话: 82553108。

钠的毫升数,以空白为对照。

计算公式: 总醛(以己醛计)(g/100ml) =
$$\frac{(V_1 - V_2) \times 0.0025(\text{系数})}{50 \times (1 - \text{固形物})} \times 100\%$$

式中: V₁—样品所耗用的硫代硫酸钠标准溶液的体积(ml)

V₂—空白试验所耗用的硫代硫酸钠标准溶液的体积(ml)

0.0025—0.05N 硫代硫酸钠标准溶液 1ml 相当于己醛的 g 数

1.2.3 蛋白质含量的测定: 采用 GB5511—85。

2 结果与分析

2.1 磨浆温度对大豆腥味(以总醛计)的影响

从图 1、图 2 中可以看出:

2.1.1 不同类型的品种, 总醛(以己醛计)含量存在明显差异, 即合丰 25(正常) > 绥无腥味一号(缺 LOX2) > 冀豆 10(缺 LOX2, 3) > 五星一号(缺 LOX2, 3)(按总醛由大至小的顺序排列)。

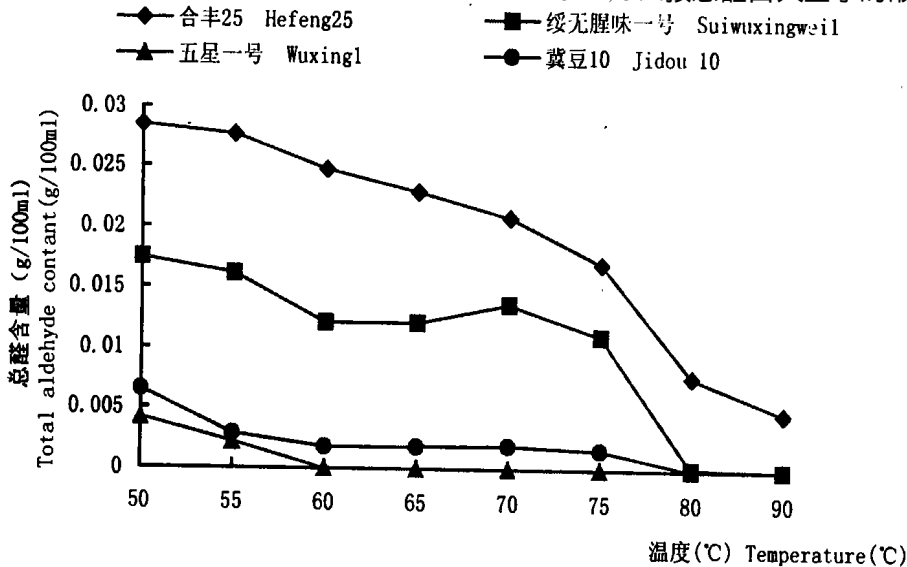


图 1 温度对大豆腥味(以总醛计)的影响

Fig. 1 The effect of temperature on soybean odor

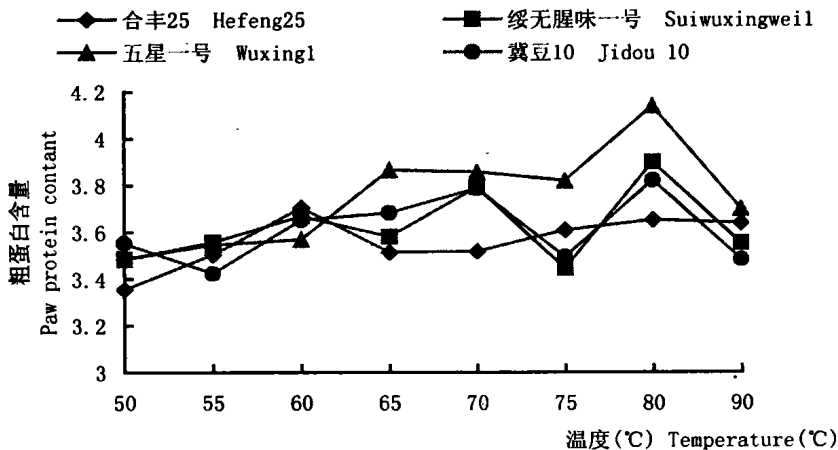


图 2 温度对大豆蛋白质的影响

Fig. 2 The effect of temperature on soybean protein

2.1.2 同一品种大豆, 随着磨浆温度的升高, 总醛含量(以己醛计)逐渐减少, 当温度达到 80 °C 时, 脂肪氧化酶缺失型大豆, 其豆浆中的总醛含量达到 0, 而合丰 25 正常大豆还有一定的豆腥味, 但不影响口感。

2.1.3 温度在 65 °C—80 °C 之间时, 不同品种的大豆总醛含量大幅度降低, 而蛋白质含量逐步增大; 达到 80 °C 时, 蛋白质含量出现最高峰。故减少制品中豆腥味的适宜温度在 65 °C—80 °C 之间。

2.2 pH 对大豆腥味(以总醛计)的影响

从图 3、图 4 中可以看出:

2.2.1 不同类型的品种, 总醛(以己醛计)含量存在明显差异。即合丰 25(正常)> 绥无腥味一号(缺 LOX2)> 冀豆 10(缺 LOX2, 3)> 五星一号(缺 LOX2, 3)(按总醛含量由大至小的顺序排列)。

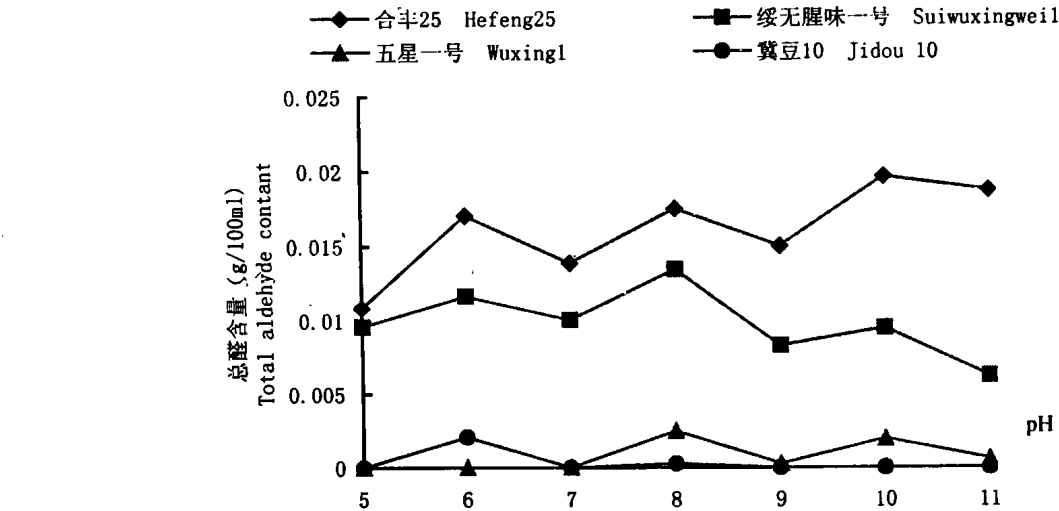


图 3 pH 对大豆腥味(以总醛计)的影响

Fig. 3 The effect of pH on soybean odor

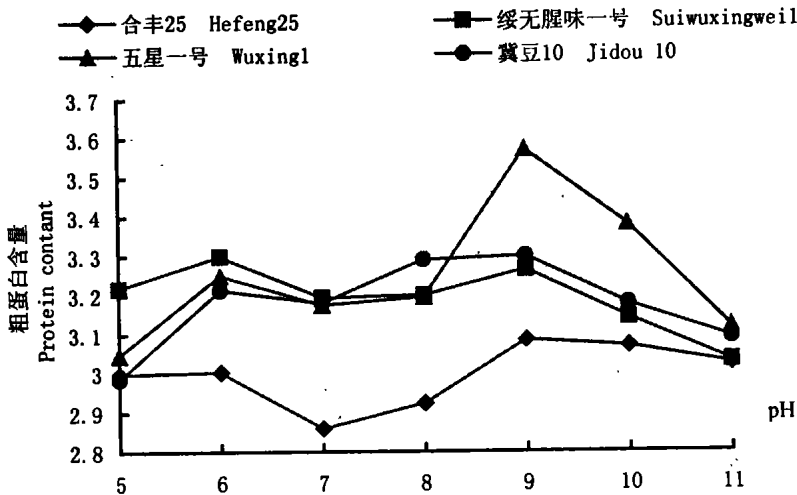


图 4 pH 对大豆蛋白质的影响

Fig. 4 The effect of pH on soybean protein

2.2.2 同一品种, pH 值对总醛含量的影响不显著, 上、下波动。但结合蛋白质含量来看, pH 值在 6 和 pH 值在 9 两个点上出现了峰值, pH9 以后蛋白质含量降低, 故选取 pH6-9 为较适宜的 pH 值。

2.3 离子强度对大豆腥味(以总醛计)的影响

用 0.01M、0.05M、0.1M、0.5M 的 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 溶液分别处理合丰 25、绥无腥味一号、五星一号、冀豆 10, 可以看出:

2.3.1 用不同浓度的 KCl 溶液磨浆, 合丰 25(正常)、绥无腥味一号(缺脂肪氧化酶-2)的豆浆中总醛含量随离子浓度的增大而增加, 而五星一号、冀豆 10(缺失脂肪氧化酶-2, 3)的豆浆, 其总醛含量仍然为 0, 这说明 K^+ 对脂肪氧化酶有一定程度的激活作

用。

2.3.2 不同浓度的 Ca^{2+} 对五星一号(缺脂肪氧化酶-2, 3)、冀豆 10(缺脂肪氧化酶-2, 3)都无激活作用, 其总醛含量同 CK 一样, 仍然为 0, 即 Ca^{2+} 对 LOX1 无激活作用; 对绥无腥味一号(缺脂肪氧化酶-2)具有抑制作用; 对合丰 25(正常)有较强的激活作用, 这说明不同浓度的 Ca^{2+} 对脂肪氧化酶-3 有较强的激活作用。

2.3.3 用不同浓度的 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 溶液处理大豆, 不仅其总醛含量小, 而且蛋白含量较高, 故 0.01M 是脱腥较适宜的离子强度。

2.4 大豆脱腥的多因素正交试验

大豆脱腥的效果主要从豆浆的豆腥味程度(总

表 1 豆浆脱腥处理正交表 $L_{16}(4^5)$

Table 1 Orthogonal table of deodorant treatment on soybean milk

试验号 No	A (温度/℃) Temperature	B (pH)	C (离子强度) Ionic strength	D (品种) Variety	口感评价 Evaluation	口感嗜好 综合评分 Cent
1	1(60℃)	1(6)	1(Na^+ , 0.01M)	1(合丰25)	有豆腥味, 略涩 odor, slightly harsh flavour	6.5
2	1	2(7)	2(K^+ , 0.01M)	2 绥无腥味一号	无豆腥味, 无涩 no odor, no harsh flavour	9.3
3	1	3(8)	3(Ca^{2+} , 0.01M)	3(五星一号)	无豆腥味, 略涩 no odor, slightly harsh flavour	9.0
4	1	4(9)	4(Mg^{2+} , 0.01M)	4(冀豆10)	略有豆腥味, 涩重 slightly odor, heavy harsh flavour	8.0
5	2(65℃)	1	2	3	无豆腥味, 略涩 no odor, slightly harsh flavour	8.8
6	2	2	1	4	略有豆腥味, 无涩 slightly odor, no harsh flavour	8.2
7	2	3	4	1	豆腥味严重, 有涩 heavy odor, harsh flavour	5.0
8	2	4	3	2	略有豆腥味, 略涩 slightly odor, slightly harsh flavour	8.5
9	3(70℃)	1	3	4	略有豆腥味, 略涩 slightly odor, slightly harsh flavour	8.5
10	3	2	4	3	无豆腥味, 略涩 no odor, slightly harsh flavour	9.7
11	3	3	1	2	无豆腥味, 略涩 no odor, slightly harsh flavour	9.7
12	3	4	2	1	豆腥味严重, 涩重 heavy odor, heavy harsh flavour	5.5
13	4(80℃)	1	4	2	无豆腥味, 无涩 no odor, no harsh flavour	9.7
14	4	2	3	1	有豆腥味, 略涩 odor, slightly harsh flavour	7.0
15	4	3	2	4	无豆腥味, 无涩 no odor, no harsh flavour	9.7
16	4	4	1	3	无豆腥味, 无涩 no odor, no harsh flavour	10.0
K_1	0.03668 14.2667	0.03138 14.7299	0.03031 14.4671	0.06281 14.6684		
K_2	0.01497 14.0505	0.01352 14.0956	0.01583 14.4454	0.01086 14.2792		
K_3	0.01380 14.1298	0.01453 14.2870	0.01193 14.1493	0 14.3633		
K_4	0.01256 15.1062	0.01858 14.4407	0.01994 14.4914	0.00434 14.2423		
k_1	0.00917 3.56668	0.00784 3.68248	0.00758 3.61678	0.01570 3.66710		
K_2	0.00374 3.51262	0.00338 3.52390	0.00396 3.61135	0.00272 3.56980		
K_3	0.00345 3.53245	0.00363 3.57175	0.00298 3.53732	0 3.59082		
k_4	0.00314 3.77655	0.00464 3.61018	0.00498 3.62285	0.00108 3.56058		
R	0.00603 0.26393	0.00446 0.15858	0.00460 0.08553	0.0157 0.10652		

醛含量与适口性)、豆浆蛋白质两个指标考察, 如何使指标最佳则取决于品种、温度、pH、离子强度四个

©1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

方面。根据上述单因素试验结果可知, 加热、酸碱处理法及离子强度单独使用效果不够理想, 故根据以上确定的四因素四水平——温度(60—80℃)、pH(6、7、8、9), 离子强度(0.01M Na⁺, 0.01M K⁺、0.01M

Ca²⁺, 0.01M Mg²⁺), 品种(合丰 25、绥无腥味一号、五星一号、冀豆 10)依正交表 L₁₆(4⁵)进行正交试验, 以确定最佳工艺参数, 实验方案见表 1。

表 2 方差分析表
Table 2 Variance analysis

方差来源	S(平方和)		f	V(均方)		F 值		F'		显著性		最佳水平	
Source	总醛 TA	Pr	(自由度)	总醛 TA	Pr	总醛 TA	Pr	总醛 TA	Pr	总醛 TA	Pr	总醛 TA	Pr
A	0.000099	0.177774	3	0.000033	0.059258	2.36	6.40	1.65	2.55		*	A4	A4
B	0.000051	0.053843	3	0.000017	0.017948	0.85	1.94	0.85	0.77			B2	B1
C	0.000047	0.019305	3	0.000016	0.006435	1.14	0.69	0.80	0.28			C3	C4
D	0.00064	0.028075	3	0.000213	0.009358	15.21	1.01	10.65	0.40		* *	D3	D1
误差 e	0.000043	0.027794	3	0.000014	0.009625								
误差 e'	0.000240	0.278716	12	0.00002	0.023226								
总和 Σ	0.000088	0.306791	15										
F _{0.05} (3, 3)= 9.28			F _{0.05} (3, 12)= 3.49		TA: 总醛								
F _{0.01} (3, 3)= 29.46			F _{0.05} (3, 12)= 5.95		TA= Total aldehyde								

对表 1 数据进行方差分析, 结果见表 2。由表 1 可以看出, 脱腥效果最显著的是品种, 其次是温度, 影响程度依次为 D>A>C>B(总醛含量)。进一步做极差分析得出, 各因素选取的最佳水平为 A₄B₂C₃D₃, 即温度为 80℃, pH 值为 7, 离子为 Ca²⁺ 0.01M, 品种为“五星一号”。虽然 pH 值是四者中影响最小的, 但合适的 pH 值能明显消减苦涩味, 而且能提高蛋白质溶出率。

我们在检测豆腥味程度(总醛含量以己醛计)的同时, 也对脱腥效果的另一个指标蛋白质进行了方差分析, 结果见表 2。

由表 2 可以看出: 对蛋白质含量影响程度的次序依次为 A>B>D>C, 进一步做极差分析得出, 各因素选取的最佳水平为 A₄B₁C₄D₁。两次方差分析表明, 温度是影响脱腥效果的较关键因素, 但由于目前大多数豆乳和豆乳粉生产厂家均采用普通大豆进行加工, 这就需要在加工过程中增加一道脱腥(高温)工序, 其设备投资和能源消耗及由此带来生产成本不容忽视。同时生产工艺不过关, 会导致脱腥不彻底, 营养品质降低。为此, 采用脂肪氧化酶缺失体大豆, 即“无腥味大豆”是避免大豆腥味物质形成的最有效、最直接的手段。

3 结论

3.1 通过正交实验方差分析表明: 脱腥效果最显著的是品种, 其次是温度, 影响程度依次为 D>A>C>B(总醛含量)。

3.2 极差分析表明, 各因素选取的最佳水平为 A₄B₂C₃D₃, 即大豆脱腥的最佳工艺路线是: 品种五星一号, 温度 80℃, pH7.0, 离子强度为 0.01M 的 Ca²⁺。

3.3 采用脂肪氧化酶缺失体大豆是避免大豆腥味物质形成的最有效、最直接的手段。

参 考 文 献

- 1 Moreira MA, Tareres SR, Ramos VOT al. Hexanal production and TBA Number are reduced in soybean seeds lacking Lipoxygenase isozymes Z and 3[J]. Agri Food Chem., 1993, 41, (1): 103—106
- 2 刘志强. 酶法脱除大豆乳腥味因子的研究[J]. 食品工业科技, 2003, (5): 17-18
- 3 钱海峰. 大豆制品腥味控制研究进展[J]. 粮食与油脂, 2003, (8): 18-20

INFLUENCES OF PROCESSING CONDITION ON THE BEANY FLAVOR OF DIFFERENT LIPOXYGENASE LACKING MUTANTS OF SOYBEAN

Liu Yan Jiang Lianzhou Zhu Xiuqing Zheng Fugui Liu Xiaojie Zhang Ping Xu Hui Chen Hao

(The National Research Center of Soybean Engineering and Technology, Harbin 150030)

Abstract The main factors which influence soybean odor were studied, such as temperature, pH value and ionic strength, taking different lipoxygenase lacking mutants of soybean as materials. The results show that when temperature is 65—80 °C, pH is 6—9 and ionic strength is 0.01mol, protein content of them is higher and soybean odor is less. The results show as well that variety is the most important factor, temperature the second is for deodorization. Effect degree is D> A> C> B and the best combination for deodorization are soybean variety of Wuxing1, 80 °C of temperature, pH 7.0 and 0.01 mol of Ca^{2+} .

Key words Soybean; Lipoxygenase mutant; Soybean odor; Total aldehyde

《玉米科学》2005 年征订启事

《玉米科学》是 1992 年经国家新闻出版署和国家科技部批准出版的全国性科技期刊。近年来, 玉米科学已经发展成为我国惟一的玉米学术刊物, 在国内外玉米界具有较大影响。2004 年被评为中文核心期刊。

《玉米科学》是理论与实践相结合、普及与提高相结合的刊物。主要报道: 遗传育种、品种资源、耕作栽培、生理生化、生物工程、土壤肥料、专家论坛、国内外玉米科研动态、新品种信息等方面的内容。适合科研、教学、生产及管理方面的人员参考。

《玉米科学》为季刊, 季末月 25 日出版。国际大开本, 120 页, 每本 10 元, 全年 40 元。国内外公开发行, 邮发代号: 12—137, 全国各地邮局(所)均可订阅, 漏订者可直接向编辑部补定。

地址: 吉林省公主岭市西兴华街 6 号, 邮编: 136100

《玉米科学》刊登广告, 广告经营许可证: 四广字 050104 号。

联系电话: 0434—6283137, E-mail: ymkx@cjaas.com