

即食豆芽加工技术研究

刘春燕^{1,2}, 陆胜民², 邬应龙¹

(1. 四川农业大学信息与工程学院, 四川 雅安 625014)

(2. 浙江万里学院宁波市农产品加工技术重点实验室, 浙江 宁波 315100)

摘要: 本文对绿豆芽烫漂、保脆工艺条件进行了研究。研究表明: 绿豆芽在 0.15% 柠檬酸水溶液中, 90℃ 烫漂 2.5min 过氧化物酶完全失活、己醛含量明显降低; 烫漂后在 0.4%CaCl₂ 溶液中浸泡 60min, 豆芽脆度较好。

关键词: 绿豆芽; 烫漂; 己醛含量; 即食食品

中图分类号: TS214; 文献标识码: A; 文章篇号:1673-9078(2007)05-0052-04

Study on Processing Technique of Instant Bean Sprouts

LIU Chun-yan^{1,2}, LU Sheng-min², WU Ying-long¹

(1.College of Information and Technology, Sichuan Agriculture University, Ya'an 625014, China)

(2.Ninbo Key Laboratory of Agricultural Products Processing Technology, Zhejiang Wanli University, Ningbo 315100, China)

Abstract: Instant bean sprouts were produced using green bean sprouts as the main material and the processing technique, including blanching and crispness-keeping, was investigated. Results indicated that the peroxidase activity in bean sprout was completely lost and the hexanal content of the instant bean sprouts was obviously decreased by blanching the green bean sprouts in 0.15% citrate solution for 2.5 min at 90℃. After blanching, the bean sprouts were soaked in 0.4% CaCl₂ for 60 min, thus instant bean sprouts were achieved with better brittleness.

Key words: Green bean sprouts; Blanching; Content of hexanal; Instant foods

豆芽是一种大众喜爱的常见蔬菜; 在其生长过程中, 豆类中的一些影响风味与营养的不利因子被去除, 蛋白质与糖产生转化而更易为人体吸收。豆芽不但营养丰富, 还含有多种具有保健功能的成分, 如能帮助清除人体超氧化物自由基的超氧化物歧化酶^[1]; 绿豆在生芽过程中 V_C 含量增加数倍^[2]等。有研究表明从豆芽中分离出的甘草素能够促使癌细胞凋亡^[3]。

但是, 豆芽在鲜销过程中容易脆断且货架期短, 造成豆芽生产企业利润较低, 因此有必要开发以豆芽为原料的加工产品, 以提高生产效益, 同时丰富市场产品。目前市场可见的豆芽加工产品极少, 将豆芽加工成开袋即食的小包装食品, 可以改变目前豆芽市场消费形式单一的局面。本文研究了即食豆芽加工过程中关键工艺的条件。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

新鲜绿豆芽, 宁波市五龙潭蔬菜食品有限公司提供; 柠檬酸与愈创木酚为化学纯; 氯化钙、碘、碘化

收稿日期: 2007-02-11

作者简介: 刘春燕, 女, 在读硕士, 研究方向: 食品科学

钾、亚硫酸氢钠、硫代硫酸钠、过氧化氢、磷酸二氢钠、磷酸氢二钠与可溶性淀粉均为分析纯。

微电脑电磁炉(上海德昕电器有限公司), BS300s 电子天平(北京赛多利斯天平有限公司), SBH-III 循环水多用真空泵(上海申胜生物技术有限公司), Allega[™] 64R 台式高速离心机(德国贝克曼公司), Cary100Conc 紫外可见分光光度计(美国瓦里安有限公司), DZQ400/SL-T8 真空充气包装机(上海人民包装股份有限公司)。

1.2 工艺流程与操作要点

1.2.1 工艺流程

新鲜绿豆芽→清洗整理→烫漂→冷却→保脆→漂洗→调味→真空包装→杀菌→冷却→成品检验

1.2.2 操作要点

1.2.2.1 清洗整理

选择芽体完整的绿豆芽, 剔除腐烂变色的芽体, 并去掉叶瓣、根须。

1.2.2.2 烫漂

将清洗整理后的豆芽放入一定温度、一定浓度的柠檬酸水溶液中烫漂至规定时间后沥出, 并用冷水迅速冷却。

1.2.2.3 保脆

将烫漂冷却后的豆芽放入一定浓度的 CaCl_2 溶液中浸泡一定时间后取出, 再用水漂洗干净。

1.2.2.4 调味包装

建议选择浅色调味品, 以保持芽体天然的白色外观。采用聚乙烯材料真空包装, 真空度控制在 0.1 MPa, 封口温度 150 $^{\circ}\text{C}$, 封口时间 25 s。

1.2.2.6 杀菌

将包装好的豆芽放入一定温度的热水中煮制一定时间后取出, 并快速冷却。

1.2.2.7 成品检验

豆芽包装杀菌后, 置于恒温培养箱在 37 ± 2 $^{\circ}\text{C}$ 培养 7 d, 按 GB4789-2-1994、GB4789-3-1994 的方法分别进行菌落总数与大肠菌群数的测定。

1.3 检测方法

1.3.1 己醛含量的测定

参照文献^[4]。准确称取清洗整理后的芽体 50 g, 冰浴研磨成匀浆并过滤, 将滤液转移至 250 mL 碘量瓶中, 用移液管加入 0.05 mol/L 亚硫酸氢钠 25 mL, 置于 4 $^{\circ}\text{C}$ 冰箱中 30 min, 每 10 min 振摇一次; 移液管加入 0.05 mol/L 碘液 25 mL, 摇匀后立即用 0.05 mol/L 硫代硫酸钠标准溶液滴定, 至溶液呈现淡黄色后加入 2 滴淀粉指示剂, 此时溶液呈蓝色, 继续滴定至溶液为无色, 即为滴定终点, 记录消耗的硫代硫酸钠标准溶液毫升数, 每个样品重复 3 次, 同时做空白试验。己醛含量计算公式如下:

$$\text{己醛 (g/kg)} = \frac{(V_1 - V_2) \times 0.0025}{50} \times 1000$$

其中, V_1 -样液消耗的硫代硫酸钠标准溶液体积 (mL), V_2 -空白试液消耗的硫代硫酸钠标准溶液体积 (mL), 0.0025~0.05 mol/L 硫代硫酸钠标准溶液 1mL 相当于己醛的 g 数。

1.3.2 过氧化物酶 (POD) 活性的测定^[5]

采用愈创木酚法。准确称取清洗整理后的芽体 5 g 于研钵中, 加入 pH 7.8 磷酸缓冲液 5 mL, 冰浴研磨成匀浆, 将浆液全部转移至离心管中, 并用 pH 7.8 磷酸缓冲液 20 mL 清洗研钵, 清洗液一起转入离心管中, 于 10000 r/min、4 $^{\circ}\text{C}$ 离心 10 min。先后取 0.3% 愈创木酚 2.2 mL 和 0.3% H_2O_2 0.6 mL 于比色管中, 迅速加入 1.0 mL 上清样液, 混匀后于 470 nm 波长测定吸光度的变化 (每隔 30 s 记录 1 次, 共记录 3 min), 重复 3 次。以吸光度值每分钟内变化 0.01 为 1 个过氧化物酶活性单位 (U)。计算公式如下:

$$\text{过氧化物酶活性 (U} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{FW)} = \frac{\Delta_{470}}{W \times 0.01 \times t}$$

其中, Δ_{470} -反应时间内吸光度的变化, W -样品质量 (g),

t -反应时间 (min)。

1.3.3 感官指标评价方法: 对豆芽的颜色、气味、脆度、口感等采用 10 分制评价, 综合评分为各项之和。

2 结果与讨论

2.1 烫漂工艺的研究

烫漂条件是决定即食豆芽品质优劣的关键。一方面可以钝化过氧化物酶、蛋白质分解酶等酶的活性, 以防止变色变味; 另一方面可以去除绿豆芽中的豆腥味。豆腥味源于豆类中的酯类物质被氧化成氢过氧化物, 氢过氧化物再分解成多种挥发性小分子, 其成分复杂, 现已发现有 30 多种与豆腥味有关。Kaswija Mtebe 证实豆类脂肪氧化酶氧化后的亚油酸中含有 11 种豆腥类成分, 包括正己醛、二庚酮^[6]等, 其中正己醛含量与豆腥味关系最为密切。豆腥味可以采用物理、化学方法去除, 本试验采用柠檬酸水溶液结合加热处理。

2.1.1 单因素试验

表 1 烫漂温度对豆芽品质的影响

Table 1 Effect of blanching temperature on quality of bean sprouts

| 烫漂温度/ $^{\circ}\text{C}$ | 70 | 80 | 90 | 95 | 100 |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| 己醛含量/($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$) | 0.1670 | 0.1120 | 0.0990 | 0.0840 | 0.0825 |
| POD 活性/ $\text{U} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{FW}$ | 2.2232 | 1.6800 | 0.8433 | 0.3896 | 0.0648 |
| 综合评分 | 19.5 | 21.0 | 21.5 | 21.0 | 21.0 |

从表 1 可以看出, 在固定烫漂时间为 2 min、不加柠檬酸的条件下, 随着烫漂温度的升高, 豆芽体内的己醛含量和 POD 活性均明显降低。其中, 在 70~80 $^{\circ}\text{C}$ 范围内, 己醛含量减小迅速。同时, 随着烫漂温度的升高, 豆芽的感官评分呈先上升后下降的趋势, 在 90 $^{\circ}\text{C}$ 条件下评分最高。

表 2 烫漂时间对豆芽品质的影响

Table 2 Effect of blanching time on quality of bean sprouts

| 烫漂时间/min | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| 己醛含量/ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ | 0.0997 | 0.0990 | 0.0975 | 0.0970 | 0.0963 |
| POD 活性/ $\text{U} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{FW}$ | 2.1776 | 0.8433 | 0.7989 | 0.4730 | 0.3912 |
| 综合评分 | 19.0 | 21.5 | 19.5 | 20.0 | 19.5 |

在不加柠檬酸、固定烫漂温度为 90 $^{\circ}\text{C}$ 的条件下, 研究了烫漂时间对豆芽品质的影响, 结果如表 2。从表 2 可以看出, 烫漂时间对豆芽中己醛含量影响不大, 但 POD 活性随着烫漂时间延长明显降低; 烫漂时间

为 2 min 时, 豆芽的感官品质最好。

表 3 柠檬酸浓度对豆芽品质的影响

| 柠檬酸浓度/% | 0.00 | 0.05 | 0.15 | 0.25 | 0.50 |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|
| 己醛含量 (g·kg ⁻¹) | 0.0990 | 0.0470 | 0.0305 | 0.0400 | 0.0730 |
| POD 活性 (U·min ⁻¹ g ⁻¹ FW) | 0.8433 | 0.0192 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 综合评分 | 21.5 | 21 | 22.5 | 23.0 | 22.5 |

表 4 L₉(3³) 烫漂工艺试验方案及结果

| 试验号 | A(烫漂温度/°C) | B(烫漂时间/min) | C(柠檬酸浓度/%) | 己醛含量/(g·kg ⁻¹) | POD 活性/(U·min ⁻¹ g ⁻¹ FW) | 综合评分 |
|----------------|------------|-------------|------------|----------------------------|---|------|
| 1 | 1(85) | 1(2) | 1(0.05) | 0.0744 | 0.3744 | 23.0 |
| 2 | 1 | 2(2.5) | 2(0.10) | 0.0513 | 0.0904 | 23.0 |
| 3 | 1 | 3(3) | 3(0.15) | 0.0331 | 0.0000 | 23.5 |
| 4 | 2(90) | 1 | 2 | 0.0450 | 0.0000 | 23.0 |
| 5 | 2 | 2 | 3 | 0.0150 | 0.0000 | 24.5 |
| 6 | 2 | 3 | 1 | 0.0338 | 0.1136 | 24.5 |
| 7 | 3(95) | 1 | 3 | 0.0188 | 0.0000 | 23.5 |
| 8 | 3 | 2 | 1 | 0.0394 | 0.0000 | 24.0 |
| 9 | 3 | 3 | 2 | 0.0188 | 0.0000 | 24.0 |
| K ₁ | 0.1588 | 0.1382 | 0.1476 | | | |
| K ₂ | 0.0938 | 0.1057 | 0.1151 | | | |
| K ₃ | 0.0770 | 0.0857 | 0.0669 | | | |
| k ₁ | 0.0529 | 0.0461 | 0.0492 | | | |
| k ₂ | 0.0313 | 0.0352 | 0.0384 | | | |
| k ₃ | 0.0257 | 0.0287 | 0.0223 | | | |
| R | 0.0272 | 0.0174 | 0.0269 | | | |

从表 4 中可以得出, 烫漂温度、柠檬酸浓度对豆芽中己醛含量影响较大, 烫漂时间次之, 选择的各水平组合大部分能使过氧化物酶完全失活。结合感官评价, 5 号方案较优, 即烫漂温度 90 °C, 0.15% 柠檬酸和 2.5 min 烫漂时间。

2.2 保脆条件的选择

在柠檬酸水溶液中烫漂一定时间, 豆芽体内过氧化物酶得到钝化, 己醛含量大大降低, 芽体外观变成半透明状态, 但同时使芽体内原果胶水解成可溶性果胶, 从而使豆芽体变软、食用品质下降。因此, 有必要对烫漂后的豆芽进行保脆。CaCl₂ 溶液中的 Ca²⁺ 能渗透到植物组织中, 与果胶酸形成不溶性的果胶酸盐, 从而加强芽体细胞壁的纤维结构^[7], 达到保脆的目的。

选择烫漂温度为 90 °C、烫漂时间为 2 min, 在烫漂水中加入一定比例的柠檬酸, 烫漂后的豆芽品质如表 3 所示。从表 3 中可知, 柠檬酸对豆芽内 POD 活性的抑制和豆腥味的去除效果明显, 当其浓度达 0.15% 时, 可使豆芽体内的过氧化物酶完全失活, 己醛含量降到最低, 芽体品质也较好。

2.1.2 正交试验

在前述单因素试验的基础上, 作烫漂温度、烫漂时间、柠檬酸浓度三因素三水平正交试验, 试验方案及结果如表 4 所示。

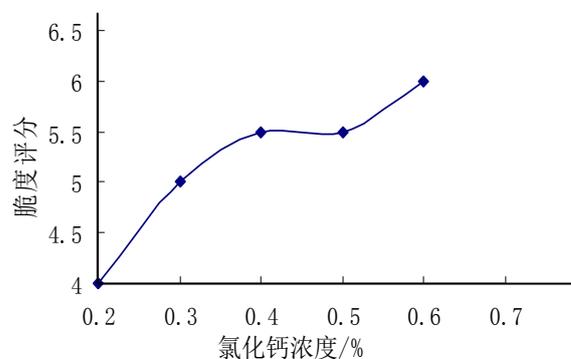


图 1 氯化钙浓度对豆芽脆度的影响

Fig.1 Effect of CaCl₂ concentration on crispness of bean sprouts

图 1 是在 CaCl₂ 溶液中浸泡 30 min 的评分结果。由图 1 可知, 随着 CaCl₂ 浓度的提高, 芽体的脆性越

好,但当 CaCl_2 浓度大于 0.4%, 芽体苦涩味严重。

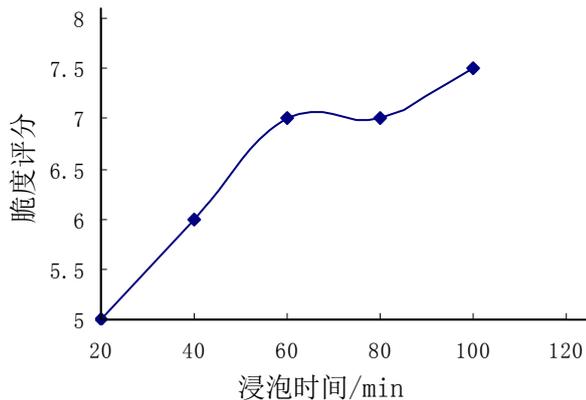


图2 浸泡时间对豆芽脆度的影响

Fig.2 Effect of Soaked time on crispness of bean sprouts

选择 0.4% CaCl_2 溶液, 浸泡不同的时间, 豆芽脆度评分如图 2 所示, 浸泡时间超过 60 min, 芽体脆度增加不明显、口感变劣严重。因此, 豆芽保脆以 0.4% CaCl_2 溶液浸泡 60 min 为宜。

2.3 产品质量标准

色泽: 白色, 有一定的光泽度; 滋味和气味: 具有豆芽固有的滋味, 无明显豆腥味及其它异常气味, 酸甜适中; 组织状态: 形态饱满, 排列一致, 稍带汁液, 半透明并有一定脆度。净含量: 100 g/袋。保质期: 常温下 6 个月。

3 结论

加工制得口感适宜, 具有一定保质期的即食软包

(上接第 51 页)

表 2 结果表明, 微波功率对提取率的影响不显著, 各因素对黄酮提取率的影响排列为: C(乙醇浓度)>B(微波处理时间)>A(微波功率), 最优水平组合 $A_1(A_3)B_2C_3$, 从节能考虑选择 $A_1B_2C_3$ 。由于 $A_1B_2C_3$ 不在实施的 9 个试验之中, 为了考察最优条件的再现性须做验证实验, 验证实验得率为 28.32%, 比表 2 中最好组合(第 7 组得率 27.71%)的得率高, 证实 $A_1B_2C_3$ 确实为最优组合。

3 结论

通过正交试验法分析得知, 微波辅助萃取法提取蜂胶黄酮类物质的最佳工艺条件为: 乙醇浓度为 80% 微波功率为 80 W, 微波处理时间为 1.5 min, 料液比

装豆芽, 为豆芽的食用开辟新路。

为即食豆芽生产提供必要的技术参数: 柠檬酸水溶液对豆芽豆腥味的去除、过氧化物酶的灭活效果明显。同时, 使热烫工艺对豆芽体质的影响降低, 90 °C 烫漂 2.5 min 较好; 0.4% CaCl_2 溶液浸泡 60 min 可以使烫漂后的豆芽体恢复一定的脆度。

参考文献

- [1] 檀志芬,葛超.赤小豆芽超氧化物歧化酶的提取条件研究[J].陕西科技大学学报,2003(5):84-87
- [2] 李秀锦,仲飞,姜利英等.对不同品种和培养时期豆芽的维生素 C 含量分析[J].河北农业技术师范学院学报,1994, 8 (4): 45-48
- [3] Jung,J. I., Lim, S. S.. Isoliquiritigenin induces apoptosis by depolarizing mitochondrial membranes in prostate cancer cells[J].The Journal of Nutritional Biochemistry,2006 (10): 689-696
- [4] 刘燕,张平,邵弘等.大豆豆浆与豆粉制品中总醛的快速测定方法[J].大豆通报,2003(1):26-27
- [5] 上海市植物生理学学会.现代植物生理学试验指南[M].科学出版社,1999,305-306.
- [6] Mtebe,K.,Gordon, M. H..Volatiles derived from lipoxygenase-catalysed reactions in winged beans [J]. Food Chemistry, 1987 (3):175-182.
- [7] 梅约,徐许,世宣等.青菜软包装护绿保脆工艺的研究[J].食品科技,2001(1):33-35

为 1:4, 总黄酮的提取率为 28.32%。

利用微波技术, 可使溶剂分子, 尤其是极性介质发生高速震荡, 自旋, 增大了溶剂进入溶质内部的能力^[3]。微波还使分子间的相互摩擦加剧, 使目标物质迅速从母体上脱离开, 从而加速了分子向溶剂移动的速度, 缩短了提取时间, 是一种省时, 高效的方法, 为蜂胶黄酮的工业化生产提供了新的方向。

参考文献

- [1] 董捷.蜂产品加工技术[M].北京:中国农业出版社,2003.6
- [2] 宋心仿,闫继辉.蜜蜂产品的应用与检测加工技术[M].北京:中国农业出版社,2000.10
- [3] 王鹏.环境微波化学技术[M].北京:化学工业出版社,2003.4