

# “豆皮”保鲜与复水研究

龙文清<sup>1</sup>, 刘丽君<sup>1</sup>, 刘佳铭<sup>2</sup>, 杨天隆<sup>2</sup>, 雷良萍<sup>1</sup>

(1. 井冈山师范学院化学系, 江西 吉安 343009; 2. 漳州师范学院化学系, 江西 漳州 363000)

**摘 要:** 以十二烷基硫酸钠乙醇(SDS-EtOH)溶液等为辅剂, 60℃一次性浸泡 10min, 经脱脂、杀菌、修饰豆皮的表面结构, 推出室温贮存可保鲜一年、沸水中冲泡 1~3min 即复水的豆皮保鲜、复水新技术。与未经脱脂、杀菌、表面结构修饰的豆皮相比较, 保鲜豆皮的 N-H 键伸缩振动频率红移了 128.7cm<sup>-1</sup>, 300nm 处的 UV 吸收峰降低, 350~900nm 的吸收峰发生了显著变化, 粗蛋白、氨基酸总量分别增加了 13.1% 和 5.62%, 脂肪减少了 16.8%。理化指标及微生物学指标符合 GB/T 标准, 豆皮原有的色、香、味等天然品质未发生改变。

**关键词:** 豆皮; 表面结构修饰; 保鲜; 复水

## Study on Preservation and Reconstitution of Soy Protein and Soy Oil Oxide

LONG Wen-qing<sup>1</sup>, LIU Li-jun<sup>1</sup>, LIU Jia-ming<sup>2</sup>, YANG Tian-long<sup>2</sup>, LEI Liang-ping<sup>1</sup>

(1. Department of Chemistry, Jinggangshan Normal College, Ji'an 343009, China;

2. Department of Chemistry, Zhangzhou Normal College, Zhangzhou 363000, China)

**Abstract:** This paper presented a new technique of the preservation and water reconstitution from soy protein and soy oil oxide (SPSOO). With sodium dodecyl sulfate-ethanol(SDS-EtOH) solution as supplement, after soaking for 10min at 60℃, defating, sterilizing and modifying the surface structure, SPSOO could be stored freshly for 1 year in room temperature and had good water reconstitution when soaked in boiling water for 1~3 minutes. Compared with the crude SPSOO, the N-H bond's stretching vibration frequency of the processed SPSOO red-shifted 128.7cm<sup>-1</sup> and the UV absorption peak at 300nm decreased. At 350~900nm they changed apparently. The total amount of crude protein and amino acid increased 13.1% and 5.62%, respectively, while fat decreased 16.8%. The index analysis of physical chemistry and microorganism in SPSOO accorded with GB/T standard. The natural characters of SPSOO, such as color, fragrance and taste, have not changed.

**Key words:** soy protein and soy oil oxide; surface structural modification; preservation; water reconstitution

中图分类号: TS214.2

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2005)03-0101-05

豆皮盛产于中国北京、河北保定、山东莱阳、安徽合肥、福建闽侯、三明、龙海等地, 销往香港、台湾、日本和欧美市场。豆皮加工技术早有文献报道<sup>[1~3]</sup>。豆皮由于是蛋白质、油脂等的复合物, 于室温下 2~3d 即发霉、异味而变质, 故需冷藏冷运, 限制了其深加工与商品化。此外, 豆皮中蛋白质属于变性蛋白质, 理论上认为是无法“复水”(即溶解于水), 实际应用也证实了豆皮不能直接用于生产速溶豆皮冲剂类即食食品, 仅作油炸、包“五香”用皮, 拌入蒸煮的食品等。目前, 豆皮常用冷藏、微波照射<sup>[4]</sup>、E<sub>5</sub>(防腐剂)处理后用塑料袋包装<sup>[5]</sup>、己二烯酸钾溶液浸渍<sup>[6,7]</sup>、防腐剂-氯化钠或其他抗氧化剂混合溶液浸渍<sup>[8]</sup>、微波加

热 35s 或 10% 柠檬酸-4% NaCl 溶液浸泡 1min<sup>[9]</sup>等。但 E<sub>5</sub>处理需于 28℃ 环境保存, 保鲜期 8 个月, 处理成本 0.16~0.20 元/kg 豆腐皮; 0.5% 己二烯酸钾溶液浸渍后残留量为 0.09%; 微波加热或 10% 柠檬酸-4% NaCl 溶液浸泡 1min 处理, 保存期最长 3d。因而, 豆皮的室温保鲜与复水是国内外悬而未解的技术难题。

我们选用不加任何添加剂的淡味豆皮, 以十二烷基硫酸钠乙醇(SDS-EtOH)溶液等为辅剂, 60℃一次性浸泡 10min, 经脱脂、杀菌及修饰豆皮的表面结构, 用红外、紫外光谱法研究了豆皮的结构变化, 同时优选了豆皮保鲜与复水的最佳条件, 并检测其营养成分、理化及微生物学指标, 提出室温贮存可保鲜一年、沸水

收稿日期: 2004-03-10

基金项目: 江西省教育厅资助项目(赣教计字[2001]387 号)

作者简介: 龙文清(1960-), 男, 教授, 研究方向为食品化学。

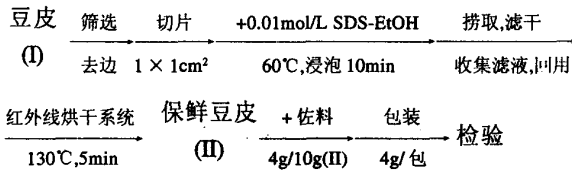
中冲泡 1~3min 即复水的豆皮保鲜、复水新技术。豆皮保鲜期比文献[5]的方法长,且不受 28℃ 的限制。迄今未见豆皮复水技术的文献报道。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

豆皮、十二烷基磺酸钠(SDS)、乙醇(EtOH)、甜蜜素、冰糖、山梨酸钾、抗坏血酸(VC)、 $\beta$ -环糊精( $\beta$ -CD)、碳酸钠,均为市售食品级;常规分析试剂,均为分析纯。

### 1.2 豆皮保鲜与复水技术方法



### 1.3 豆皮保鲜性与复水性测试

取 I、II 分别用聚乙烯密封袋包装,于室温下贮藏,定期观察外表变化,用显微镜检验。同时分别取 I、II 各 10g,均加佐料 4g,置于玻璃杯中,依次冲入 200ml 沸水,观察、品尝。

### 1.4 豆皮的结构测试

取 I、II 经红外、紫外光谱仪扫描,获得其红外、紫外光谱图。

### 1.5 豆皮的营养成分、理化及微生物学指标检测

I、II 中的水分、粗蛋白、脂肪、糖分、灰分等含量分析参照文献[4];氨基酸含量用 835-50 氨基酸自动分析仪测定,分析柱 2.5 × 200mm,缓冲液流速 0.15ml/min;理化指标与微生物学指标分析送福建省商检局检测。

## 2 结果与讨论

### 2.1 豆皮的结构变化

红外光谱(图 1)指出, I 与 II 的特征吸收峰基本一致,只在 3500~3600cm<sup>-1</sup> 范围内出现强而宽的 N-H 键伸缩振动吸收峰略有差异: I、II 的 N-H 键频率分别为 3287.5cm<sup>-1</sup>, 3416.2cm<sup>-1</sup>,即 II 红移了 128.7cm<sup>-1</sup>,表明经 SDS-EtOH 处理后 II 的结构确实发生了变化。

紫外光谱(图 2)中 300nm 处的吸收峰降低, 350~900nm 处的吸收峰发生显著变化。进一步佐证经 SDS-EtOH 处理后的 II,其结构确实发生了变化。正因这种结构变化,使得 II 具有特殊的性能。

### 2.2 豆皮保鲜与复水的最佳条件

分别考察了 SDS-EtOH 的浓度与用量、浸泡温度与

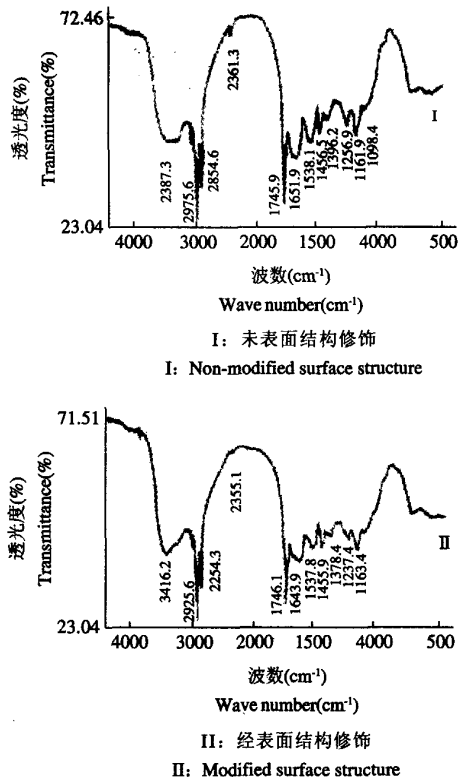


图 1 豆皮的红外光谱  
Fig.1 The infrared spectrum of soy protein and soy oil oxide (SPSOO)

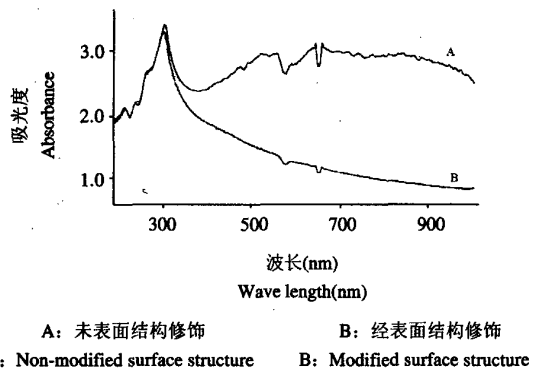


图 2 豆皮的紫外光谱  
Fig.2 The ultraviolet spectrum of SPSOO

时间对豆皮中脂肪、粗蛋白含量的影响、烘干温度与时间对豆皮中水分含量的影响以及贮藏期对豆皮中 EtOH 残留量、细菌总数的影响(图 3~10)。结果表明,豆皮保鲜与复水的最佳条件依次为 0.01mol/L SDS-EtOH 300ml、60℃ 浸泡 10min、130℃ 烘干 5min。在此条件下,豆皮能在室温下贮藏保鲜 380d 而保持原有豆皮的颜色、香、味等天然品质不变,同时沸水中冲泡 1~3min 即复水。

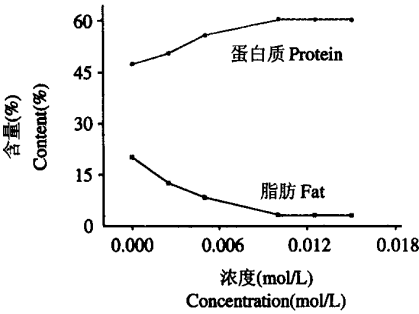


图3 SDS-EtOH 的浓度对豆皮中脂肪、粗蛋白含量的影响  
Fig.3 Effect of SDS-EtOH concentration on the content of fat and crude protein in SPSOO

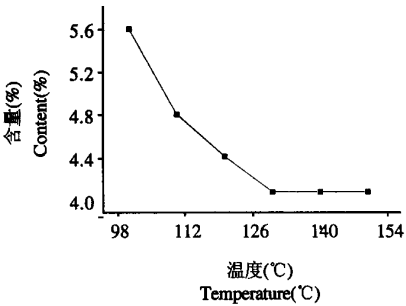


图7 烘干温度对豆皮中水分含量的影响  
Fig.7 Effect of dry temperature on the content of water in SPSOO

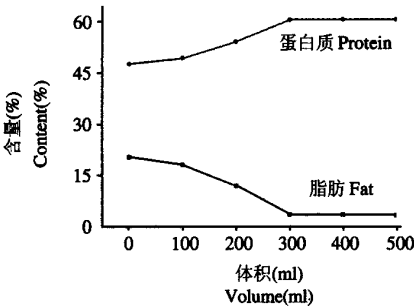


图4 SDS-EtOH 用量对豆皮中脂肪、粗蛋白含量的影响  
Fig.4 Effect of SDS-EtOH dosage on the content of fat and crude protein in SPSOO

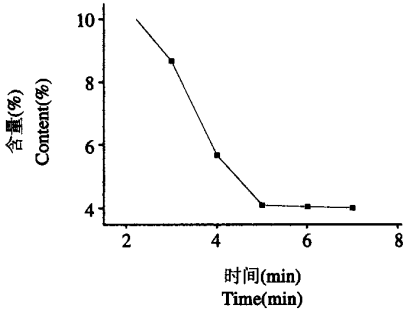


图8 烘干时间对豆皮中水分含量的影响  
Fig.8 Effect of dry time on the content of water in SPSOO

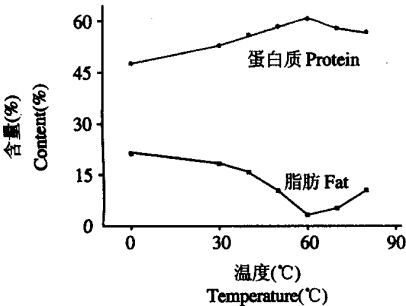


图5 浸泡温度对豆皮中脂肪、粗蛋白含量的影响  
Fig.5 Effect of soak temperature on the content of fat and crude protein in SPSOO

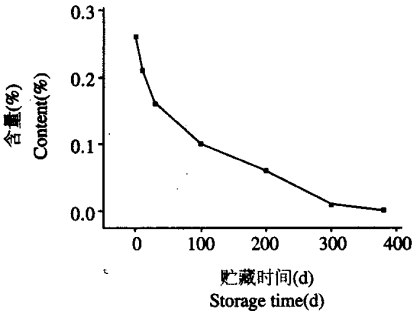


图9 贮藏期对豆皮中EtOH 残留量的影响  
Fig.9 Effect of storage life on the residual content of EtOH in SPSOO

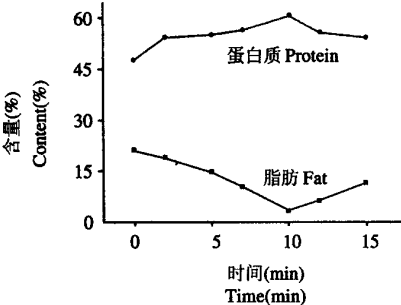


图6 浸泡时间对豆皮中脂肪、粗蛋白含量的影响  
Fig.6 Effect of soak time on the content of fat and crude protein in SPSOO

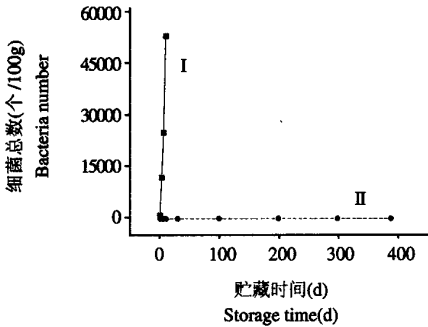


图10 贮藏期对豆皮中细菌总数的影响  
Fig.10 Effect of storage life on the bacteria number in SPSOO

2.3 豆皮的保鲜性与复水性

福建省商检局对产品性能测试结果见表1。从表1得知：在同种条件下，I、II之间保鲜性与复水性的差异，表明仅与I、II的表面结构相关。I贮藏10d即变质，而II贮藏一年仍然保持原有的色、香、味，其原因有二：其一可能是I比II的脂肪含量高(见表2)而不耐贮藏<sup>[11]</sup>；其二是II表面的腊质微膜隔绝了外围空气中O<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、霉菌等的作用，蛋白质、脂肪不易被氧化变质，使II具有长期的保鲜性能。II表面生成的腊质微膜，可能是SDS与蛋白质的作用产物，即SDS-蛋白质的复合物。正如文献<sup>[12]</sup>所指出：SDS在很低浓度下，就能与蛋白质高度结合。表面活性剂在蛋白质分子上的大量束缚，大大增加了复合物的溶解性能<sup>[12]</sup>，因此，II有良好的复水性而I不具复水性就不言而喻了。因为在SDS与蛋白质结合的最初阶段，SDS的脂肪族侧链可与蛋白质内部区域的非极性基团相互作用，而留在蛋白质分子表面的带电部分可能与溶剂(如水)作用<sup>[12]</sup>。

通常产生苦味的化合物有一个亲水区和一个疏水区，两个区域相隔0.3nm<sup>[13]</sup>。在一个完整的球蛋白分子中，疏水侧链定向在分子内部，因而不能同味蕾相互

作用，故大豆蛋白质本身并无苦味；当它们水解时，因疏水区逐渐外露而产生苦味；若蛋白质完全水解成游离氨基酸时苦味又减轻，这是因为疏水性的肽比响应的混合型氨基酸要苦些<sup>[14]</sup>。由此推测：I的苦味可能是其所含的蛋白质水解不完全所致，而II无苦味也许是其蛋白质水解较完全，苦味减轻至被甜味掩盖的程度。至于腥味，主要是β-CD的作用<sup>[15]</sup>：由于II比I的复性好，水解较完全，腥味物质易与β-CD作用生成主-客体超分子化合物而消失。

2.4 豆皮的营养成分、理化及微生物学指标

表2 豆皮营养成分含量(g/100g)  
Table 2 The content of SPSOO nutrient component(g/100g)

| 样品<br>Sample | 贮藏期(d)<br>Storage life | 水分<br>Water | 粗蛋白<br>Crude protein | 脂肪<br>Fat | 糖分<br>Sugar | 灰分<br>Ash |
|--------------|------------------------|-------------|----------------------|-----------|-------------|-----------|
| I            | 0                      | 4.0         | 47.30                | 20.10     | 5.76        | 3.3       |
| II           | 0                      | 4.10        | 60.40                | 3.30      | 5.18        | 4.50      |
| II           | 380                    | 10.02       | 59.40                | 4.67      | 5.86        | 4.18      |

比较I、II可知：贮藏期为零时，其中水分、糖分、灰分等含量差不多，但粗蛋白II比I多13.1%，脂肪II比I少16.8%(表2)，回收滤液测得脂肪为16.24%

表1 豆皮保鲜性与复水性  
Table 1 The preservation and renewal of water solubility from SPSOO

| 豆皮<br>SPSOO | 佐料<br>Adjuvant | 保鲜性<br>Preservation |                    |                              |                        | 复水性<br>Water reconstitution |                                      |  |  |
|-------------|----------------|---------------------|--------------------|------------------------------|------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|--|--|
|             |                | 贮期<br>Storage life  | 外观<br>Appearance   | 白、青霉<br>White or blue mildew | 镜检<br>Specular detect  | 香味<br>Flavor                | 沸水冲泡时间<br>Soak time in boiling water | 外观<br>Appearance   | 风味<br>Flavor   |
| I 10.0      | 4.0            | 10                  | 变黑<br>Black        | 有<br>Found                   | 霉斑<br>Mildrew spot     | 异味<br>Peculiar smell        | 3                                    | 黑色片状体，溶液<br>浅灰色浑浊<br>Black plate, Light<br>gray and muddy solution                     | 老、韧，略苦，有豆腥味，难食用<br>Digest, tough light bitter<br>Beany flavor inadible |
| II 10.0     | 4.0            | 380                 | 淡黄<br>Light yellow | 无<br>Not found               | 腊质微膜<br>Waxy microfilm | 豆香<br>Beany fragrance       | 3                                    | 白色片状悬浮体，溶液<br>无色透明<br>White plate suspension,<br>Colorless and transparent<br>solution | 嫩、脆，有豆味，清香，<br>舒适可口<br>Tender, crisp fragrance,<br>dainty              |

注：佐料 Adjuvant(g/10g I, II)：甜蜜素 Sweetener 0.4，冰糖 Rock sugar 1.69，山梨酸钾 Potassium sorbate 0.01，VC 0.1，β-CD 1.0。

表3 豆皮中氨基酸的品种与含量(%)  
Table 3 The form and content of amino acid in SPSOO(%)

| 氨基酸<br>Amino acid | 赖氨酸*<br>Lysine | 胱氨酸<br>Cystine         | 苯丙氨酸*<br>Phenylalanine | 酪氨酸<br>Tyrosine | 苏氨酸*<br>Threonine | 色氨酸*<br>Tryptophan | 缬氨酸*<br>Valine     | 精氨酸<br>Arginine | 组氨酸*<br>Histidine   |
|-------------------|----------------|------------------------|------------------------|-----------------|-------------------|--------------------|--------------------|-----------------|---------------------|
| I                 | 2.571          | 0.571                  | 2.154                  | 1.674           | 1.804             | 0.148              | 1.972              | 3.327           | 1.112               |
| II                | 3.040          | 0.576                  | 2.340                  | 1.874           | 2.029             | 0.215              | 2.235              | 3.948           | 1.285               |
| 氨基酸<br>Amino acid | 丙氨酸<br>Alanine | 天冬氨酸<br>Asparagic acid | 谷氨酸<br>Glutamic acid   | 甘氨酸<br>Glycine  | 脯氨酸<br>Proline    | 丝氨酸<br>Serine      | 蛋氨酸*<br>Methionine | 亮氨酸*<br>Leucine | 异亮氨酸*<br>Isoleucine |
| I                 | 1.915          | 5.454                  | 7.610                  | 1.897           | 0.065             | 0.341              | 0.522              | 3.574           | 2.106               |
| II                | 2.194          | 6.251                  | 8.691                  | 2.150           | 0.230             | 0.425              | 0.550              | 4.047           | 2.364               |

\* 人体必需氨基酸(Essential amino acid for man)。

表4 豆皮的理化指标与微生物学指标分析  
Table 4 The index analysis of physical chemistry and microorganism in SPSOO

| 项目 Item                    | I                     | II    | II    | 标准<br>Standard |
|----------------------------|-----------------------|-------|-------|----------------|
| 检测时贮藏期 Storage life(d)     | 10                    | 0     | 380   |                |
| 铅 Pb(以 Pb 计, mg/kg)        | ≤ 0.5                 | ≤ 1.0 | ≤ 1.0 | ≤ 1.0          |
| 铜 Cu(以 Cu 计, mg/kg)        | 5.6                   | 8.8   | 9.1   | ≤ 10.0         |
| 砷 As(以 As 计, mg/kg)        | ≤ 0.1                 | ≤ 0.1 | ≤ 0.1 | ≤ 0.5          |
| 细菌总数 Bacteria number(/g)   | 5.3 × 10 <sup>4</sup> | ≤ 10  | ≤ 30  | ≤ 30000        |
| 大肠菌群 Coliform group(/100g) | ≤ 30                  | ≤ 30  | ≤ 30  | ≤ 90           |
| 致病菌 Disease bacteria       | —                     | —     | —     | 0              |

注：“—”即未检出(Not found)。

(II), 表明 II 中的脂肪进入溶液, 使得 II 的脂肪减少、粗蛋白增加; 共含 18 种氨基酸, 其中 9 种为人体必需氨基酸, I、II 的氨基酸总量分别为 38.82 % 和 44.44%, II 比 I 多 5.62%(表 3); 经 380d 长期贮藏后, II 的水分、脂肪、糖分等分别增加了 5.92%、1.37 % 和 0.68%, 粗蛋白、灰分等分别减少了 1.0 % 和 0.32%; 细菌总数 I 比 II 大  $5.3 \times 10^3$  倍(表 4)。由此可见, II 的理化指标与微生物学指标均符合 GB/T5009.11、5009.12、5009.13 及 GB/T4789.2 标准; SDS-EtOH 等辅剂具有脱脂、杀菌的效果。

3 结 论

采用文中所述豆皮保鲜、复水新技术在最佳条件下经 380d 长时间贮藏后, N-H 键伸缩振动频率红移了  $128.7\text{cm}^{-1}$ , 300nm 处的紫外吸收峰降低, 350~900nm 的吸收峰发生了显著的变化, 粗蛋白、氨基酸总量分别增加了 13.1% 和 5.62%, 脂肪减少了 16.8%, 理化指标及微生物学指标符合 GB/T 标准; 豆皮原有的色、香、味等天然品质依然保持不变, 且在沸水中冲泡 1~3min 便可复水。

参考文献:

[1] 张洪年. 腐衣与腐竹[J]. 上海食品, 1989, (6): 36-37.

[2] 李合永. 香咸豆腐皮的生产工艺[J]. 食品科技, 1995, (5): 18-19.

[3] 伍文辉. 豆制品——千张制作技术[J]. 农村实用科技, 1996, (2): 20-21.

[4] 丁兰英, 李荣芬. 微波照射对豆腐皮的杀菌效果[J]. 中国消毒学杂志, 1996, 13(3): 166-167.

[5] 杭州商学院. 豆腐皮防腐保鲜. 中国科技成果交易库, 年度编号: 88209996.

[6] Robach M C, Ivey F J. Antimicrobial efficacy of a potassium sorbate dip on freshly processed poultry[J]. J Food Prot, 1988, 41: 284.

[7] Robach M C, Sofos J N. Use of sorbate in meat products, fresh poultry and poultry products: A review[J]. J Food Prot, 1992, 45: 284.

[8] Robach M C, Stateler C L. Inhibition of staphylococcus aureus butylhydroquinone, butylated hydroxanisole or ethlenediamine tetraacetic acid[J]. J Food Prot, 1990, 43: 208.

[9] 张端娥, 蒋丙煌. 利用简易方法改善豆乾、豆皮、以及栗子贮存安定性的研究[J]. 食品科学(台湾), 1984, 22(3): 284-291.

[10] 中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所. 食物成分分析[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1992. 5-7.

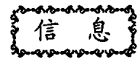
[11] Fullbrook P D. The Use of Enzymes in the Proceggng of Oilseeds[J]. JAOSCS, 1983. 60: 428.

[12] 陶慰孙. 蛋白质分子基础[M]. 北京: 高等教育出版社, 1961, 247.

[13] Alder-Nissen J. Enzymatic Hydrolysis of Proteins[M]. Elesvir Applied Science Publishers London and New York. 1986. 62-64.

[14] 王璋, 许时婴, 林岚, 等. 酶法从全脂大豆中同时制备大豆油和水解大豆蛋白工艺的研究[J]. 无锡轻工业学院学报, 1994, 13(3): 184.

[15] 郭爱莲, 胡永卫, 王雪峰.  $\beta$ -CD 脱除食品异味的研究[J]. 食品工业科技, 1996, (2): 19-24.



法国研制出复合植物配方减肥食品

最近, 法国科研人员研制开发出名为 Oxylia 的产品, 这是一种具有减肥作用的复合植物配方食品, 受到市场青睐。据介绍, Oxylia 是采用植物提取物组合而成的产品, 包含了豆夹提取物 (Phasine) 及油橄榄、迷迭香复合物 (Orisod)。配方中的 Phasine 是从豆角夹果中提取的有效成分, 可以减少机体对碳水化合物吸收, 从而减少在细胞内将糖变成脂肪的机会。从油橄榄和迷迭香的叶子中提取的物质 Orisod, 对免疫系统具有加强作用, 能够改善机体的新陈代谢, 对皮肤具有很好的美容作用。研究人员还采用新的专利生产技术, 使 Oxylia 中有效成分的人体吸收率充分提高。对 Oxylia 进行临床研究还发现, 该新产品除了具有减肥作用之外, 还产生了明显的抗皮肤衰老作用。