

842346

# 植物蛋白 科研论文选集

李超 著



55

404.1



科学技术文献出版社

# 植物蛋白科研论文选集

李 超 著

科学技术文献出版社

1987

## 内 容 简 介

本书选入作者1979—1987年期间有关植物蛋白方面的10篇科研论文。全书从原料的微观结构入手,运用食品工程学的理论与技术,创立了植物蛋白高分子胶体理论与技术和高脂肪、低 NSI 值(高变性)植物蛋白组织化理论与技术。前者提出了中国腐竹的结膜理论和相应的工艺技术,研究了发展我国豆奶生产的关键工艺,提出了速溶豆粉的工艺原理与工艺技术。后者突破了低 NSI 值花生蛋白或混合植物蛋白组织化的技术难关,解决了高含油植物蛋白的组织化问题,形成了组织化腐皮工业生产体系,取得了油料种子在制油的同时利用其蛋白的双利用的全面效果。上述科研成果已在全国推广应用,基本上形成了具有我国特色的植物蛋白开发利用的工艺路线,并已应用于葵花蛋白、棉籽蛋白、油茶籽蛋白的开发利用。本书可供高等院校食品专业的师生、食品科研人员以及从事食品工业生产的人员参考。

## 植物蛋白科研论文选集

李超著

科学技术文献出版社出版

北京德外印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

787×1092毫米 32开本 5印张 106千字

1987年12月北京第一版第一次印刷

印数: 1—1,000册

科技新书目 158-445

统一书号: 15176·830 定价: 1.05元

ISBN 7-5083-0087-2/TS·2

## 序

随着科学技术的进步和社会的发展，植物蛋白的研究和开发越来越受到国内外的重视，并相继开发出多种营养丰富的植物蛋白系列产品，受到了广大消费者的欢迎。杭州商学院植物蛋白食品工程研究室主任李超长期从事植物蛋白的研究和开发，取得了重要的科研成果。他利用理、工学科的理论和技术，提出了植物蛋白高分子胶体和高脂肪、低NSI值的植物蛋白组织化这两个体系的新理论，并应用于生产获得了成功，突破了国外认为植物蛋白NSI值在50—70、含油量必须低于1.5—2.0%才能组织化的技术难点。经科学实验和生产实践证明，上述理论可广泛应用于花生蛋白、大豆蛋白、棉籽蛋白、葵花蛋白、茶籽蛋白等，对进一步开发和利用我国丰富的植物蛋白资源具有重要意义。国家科委曾于1986年3月在杭州组织了应用上述理论，研究成功的大豆、花生综合利用科技成果的推广会，受到了国内同行和用户的欢迎。《植物蛋白科研论文选集》一书，选入李超同志1979年至1987年之间有关植物蛋白的科研论文十篇，它较系统地总结了作者在植物蛋白研究中所取得的科研成果。它的出版，将对我国植物蛋白科研和生产的发展起到一定的推动作用。

国家科委科学技术研究成果管理办公室

1987年3月

# 目 录

## 序

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| 中国腐竹的结膜理论与应用 .....       | ( 1 )  |
| 发展我国豆奶生产的关键工艺 .....      | ( 33 ) |
| 速溶豆粉的工艺原理与应用 .....       | ( 46 ) |
| 中国植物蛋白组织化原理与应用 .....     | ( 58 ) |
| 中国水溶花生蛋白组织化工艺原理与应用 ..... | ( 80 ) |
| 中国组织化腐皮(腐竹)工艺原理与应用 ..... | (106)  |
| 组织化腐皮深加工的工艺原理 .....      | (131)  |
| 水溶混合葵花蛋白工艺原理与应用 .....    | (136)  |
| 棉籽蛋白的利用途径 .....          | (143)  |
| 油茶籽加工原理与应用 .....         | (152)  |

# 中国腐竹的结膜理论与应用

## 一、引言

腐竹是我国的传统产品，具有悠久的历史，长期以来畅销国内外，很受消费者欢迎。

腐竹制品的名称，在我国各地随挑制方法不同、外形不同而异。例如河南开封陈留镇用高粱秆（涂抹食用油）挑卷，将豆浆表面的油皮从一端卷到另一端，取出时使之呈圆棍状，以形取名为“豆腐棍”；贵州挑制的方法与上述方法类似，取名为“豆棒”。一般的腐竹挑成枝条形，故名“枝竹”。如直接将豆浆表皮取出成膜状，叫油皮或豆腐皮。我国传统的腐竹加工工艺早期传入日本，日本生产的腐竹叫“Yuba”。

腐竹营养丰富，口感柔韧，很有发展前途。但目前手工腐竹的工艺及设备存在许多问题，主要是对大豆原料的利用率不高，一般利用率只有40—50%（其中一级品约占总产量的50—60%），其余用作饲料，对原料的浪费很大，大豆中很多营养成分未能充分利用。按目前工艺，从豆浆中一般只能挑出腐竹（包括1—3级品）约35—47%，剩余的豆浆就挑不起腐竹而用作饲料。另一个主要问题是产品质量差，外观色泽不好，口感不柔韧，一级品比例太小。因此，全国绝大多数腐竹厂的经济效益差。几年来，作者根据全国各地腐竹

厂存在的產品得率低，質量差等問題進行研究，微粒化腐竹新工藝於1985年已通過科研成果鑑定，並向全國推廣應用。本文重點論述腐竹的結膜理論及其應用。

## 二、腐竹傳統的生產工藝 及存在的問題

### （一）腐竹的傳統工藝

腐竹的生產流程如圖1所示。

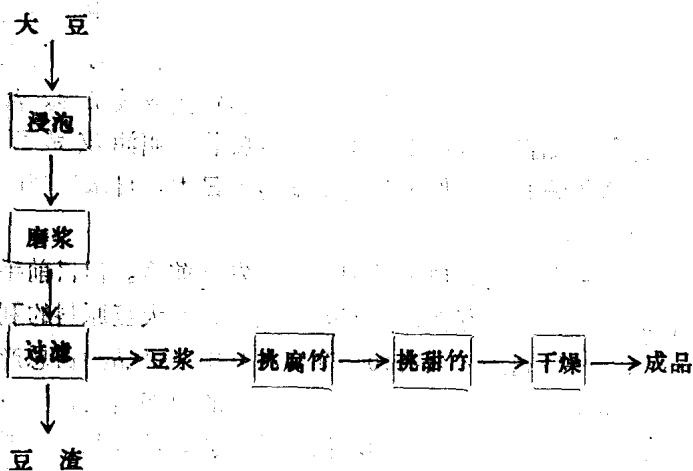


圖1 腐竹傳統的生產工藝流程圖

其中制豆漿部分，實質上用的是我國傳統制豆腐的辦

法。制得的豆浆其成分组成和胶体结构对挑豆腐皮是不适宜的，这是长期以来腐竹产量低、质量差的关键所在。

## （二）传统工艺中存在的问题

首先应该肯定，我国制腐竹传统工艺的原理是科学的，但由于长期来对工艺中的一些理论问题缺少研究，因而存在着下列三个方面的问题：

1. 制豆浆的工艺与挑腐竹的工艺原理不相适应，因此产品得率不高，一级品少，对大豆原料的利用率不高，耗能高，经济效益不好。

2. 对传统工艺缺乏理论上的研究，因此对工艺操作及设备改进不大，甚至盲目改变原工艺及设备。

3. 对产品成分组成与产品性能的关系缺乏理论根据。

以上这些问题的核心均与腐竹的工艺原理相关，即与结膜理论有关。

## 三、结膜理论

### （一）成膜的机理

豆浆在加热过程中，表层接触空气的蛋白质分子逐渐失水而变性，蛋白质分子在变性过程中与脂肪分子结合而成薄膜。

从蛋白质分子结构理论可知，当蛋白质变性时，分子由卷曲状伸展为不规则的长链，而且疏水基团多数表露在分子

外侧，亲水基团在分子内部（如图2所示），这样造成脂肪分子（疏水性）与蛋白质分子结合的机会。没有脂肪的参与，即使成膜也挑不起腐皮。这是因为变性蛋白质大分子之

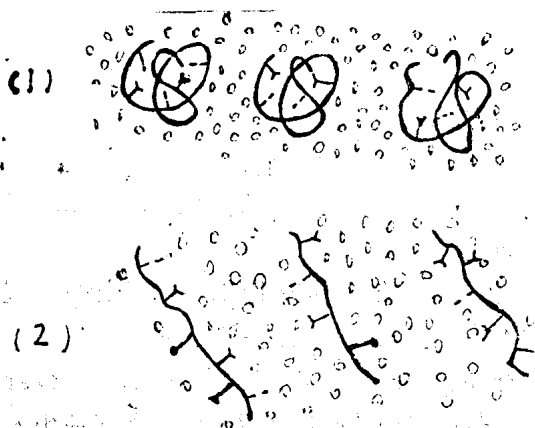


图 2 蛋白质胶体加热后变性示意图

- (1) 蛋白质分子在胶体中的天然分散情况 (O代表水分子)  
(2) 蛋白质分子在胶体溶液中受热后变性的情况

间虽会产生一定量的双硫键与氢键的结合，但这时由于存在大量水分子，这种膜强度不够，不容易挑起来。当有脂肪存在时，蛋白质分子之间原有的水分子的位置被一定数量的脂肪分子占据，加速了蛋白质分子的失水变性；另一方面暴露在蛋白质分子表面的是疏水基团，有利于加强脂肪与蛋白质分子间的作用力（如图3所示）。



图 3 蛋白质脂肪在液体中受热前后的状态示意图

- I. 蛋白质、脂肪（以  $\circ$  代表脂肪分子）受热前的分散状态
- II. 蛋白质、脂肪受热变性后的扩展状态

结膜理论能说明以下事实：

1. 为什么脱脂的豆浆挑不成腐竹？从图2可以看出，没有脂肪分子参与时，蛋白质分子之间存在大量水分，当着薄膜离开液面时，分子之间作用力不够强，故不能成形。

2. 为什么挑腐竹挑到最后会剩下一一定量的豆浆？挑腐竹挑到最后时，豆浆的表面也结膜，但这种膜的机械强度不够，一离开浆面就断了。

出现以上两种情况，均是由于脂肪分子没有在蛋白质分子之间起结合作用，致使所结的膜机械强度不够。第一种情况是豆浆中不存在或存在极少量的脂肪分子，第二种情况是

最后剩下的豆浆中脂肪比例减少了。由此可见，脂肪在成膜过程中起着重要的作用。

结膜理论可进一步用电子显微照片来证实（图4）。



图 4 腐竹的电子显微镜照片

从图 4 中可看出，脂肪球微粒（图中圆球状）分布在蛋白体（蛋白质分子的集合体，图中条状）之间而结成膜。

## （二）影响成膜的因素

### 1. 脂肪在豆浆中的分散性

豆浆中的脂肪基本上不是以分子态分散的，而主要是以脂肪球小颗粒分散于胶体中。脂肪球的直径越小，越有利于

进入蛋白质大分子之间，对成膜就越有好处。实践证明，豆浆胶体的乳化程度越好，对结膜是有利的，腐竹质量好，产量高。

用两种不同乳化程度的豆浆挑腐竹，然后再去测定每根腐竹的含脂肪量，结果发现最先挑出的腐竹脂肪含量最高，而后按顺序脂肪的含量逐渐降低（如图5所示）。A曲线是通过一般砂轮磨磨的豆浆所挑的腐竹的含脂肪量的分布情况，这种豆浆在显微镜下面放大120倍的照片如图6所示；B曲线是用胶体磨磨的豆浆所挑的腐竹的含脂肪量的分布情况，这种豆浆在显微镜下面放大120倍的照片如图7所示。

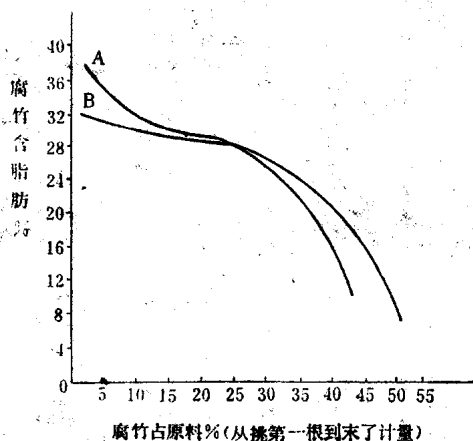


图 5 脂肪在腐竹中的分布情况

A为一般豆浆挑的腐竹

B为经均质乳化后的豆浆挑的腐竹

从图5中的两条曲线可以看出：

(1) A曲线中腐竹的含脂肪量开始较高，约到腐竹占原料的25%左右处，腐竹的含脂肪量下降较快，基本成直线下降，而且最后一根腐竹含脂肪的量比B曲线最后一根腐竹含脂肪的量高，亦即剩余豆浆中脂肪含量较高时就挑不起腐竹了，故产量较低。

(2) B曲线中腐竹的含脂肪量从开始一直到腐竹占原料的25%左右处变化不大，而且以后脂肪含量也是逐步下降的，并延续到50%处，最后一根腐竹的含脂肪量较低，这就

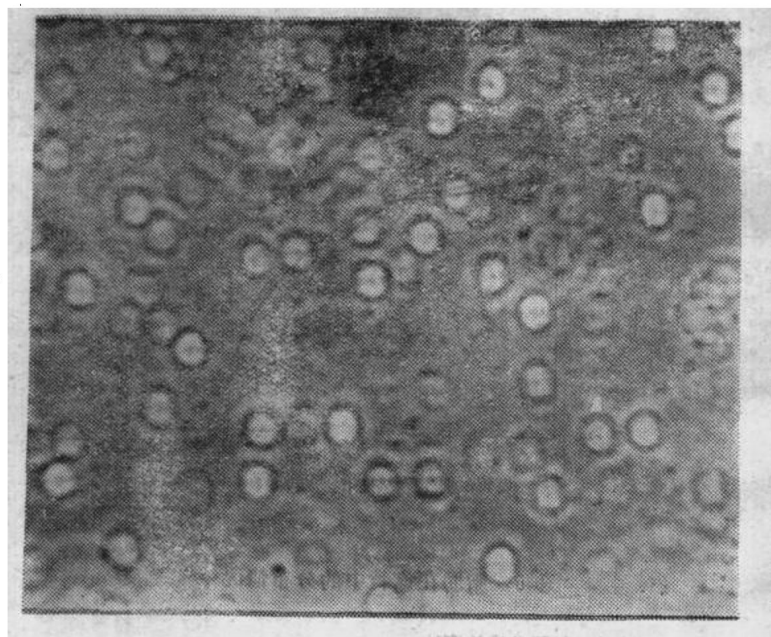


图 6 砂轮磨豆浆在显微镜下脂肪球的分布情况 ( $\times 120$ )

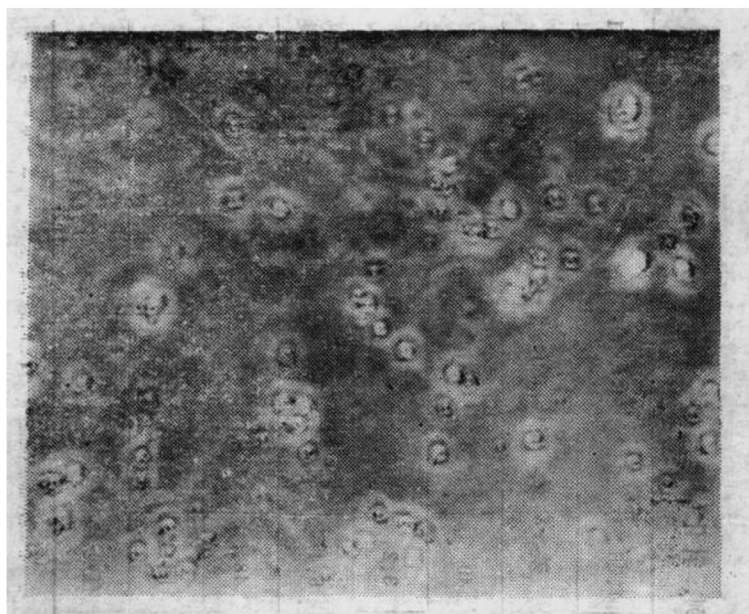


图 7 胶体磨豆浆在显微镜下脂肪球的分布情况 ( $\times 120$ )

说明余浆中脂肪含量低，故产量较高，优质产品得率较A曲线高。

## 2. 蛋白质与脂肪的比例

大豆中蛋白质与脂肪的比例不适宜，脂肪尚未达到将全部蛋白质利用的最低值时，不能充分利用豆浆的蛋白质。从本文提出的理论与生产实践，均证明了豆浆表面结膜后而又能将膜挑起来并且有一定的机械强度，脂肪在蛋白质中必须占一定的比例，否则结的膜挑不起来。表1中的数据是原料中蛋白质与脂肪比例不同、乳化程度不同（其它条件相同

表1 豆浆中蛋白质与脂肪比例、乳化程度与腐竹质量和得率的关系

| 蛋白质与脂肪比        | 1.82:1 | 1.75:1 | 1.75:1    | 1.75:1    | 1.75:1 | 1.64:1 | 1.64:1 | 1.64:1 | 1.64:1 | 1.54:1 |
|----------------|--------|--------|-----------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 乳化程度           | 最好     | 最好     | 最好        | 好         | 差      | 最好     | 好      | 较差     | 差      | 最好     |
| 产占<br>(含特级品)   | 44.8   | 46.6   | 46.2      | 46.2      | 40     | 47.6   | 46.4   | 44.0   | 43.4   | 41.2   |
| 二级品            | 6.5    | 6.6    | 5.0       | 5.0       | 3.2    | 6.8    | 6.6    | 6.0    | 6.2    | 10.4   |
| 三级品            | 11.5   | 12.2   | 6.2       | 6.2       | 5.4    | 11.0   | 11.6   | 14.0   | 14.6   | 18.2   |
| 总出品率(%)        | 62.8   | 65.4   | 57.4      | 57.4      | 48.6   | 65.4   | 64.6   | 64.0   | 65.0   | 64.8   |
| 乳化程度显微<br>照片编号 | 图 8    | 图 9    | 图10       | 图10       | 图11    | 图12    | 图13    | 图14    | 图15    | 图16    |
| 是否有残浆          | 无      | 全挑光    | 稍有点<br>残浆 | 稍有点<br>残浆 | 有残浆    | 全挑光    | 全挑光    | 全挑光    | 全挑光    | 全挑光    |

时)所得腐竹不同等级的百分数。乳化程度以显微照片相对值比较,拍片时每组豆浆中蛋白质与脂肪的比例相同,放大比例相同。

从表 1 中的数据可以看出:

(1) 蛋白质与脂肪的比例在  $1.64:1$ — $1.75:1$  比较适宜,一般豆浆蛋白质与脂肪的比例在  $2.3:1$  左右。脂肪比例过低,不能满足蛋白脂肪胶体结膜的最低需要;脂肪比例过高,腐竹表面渗油,得率也显不出提高,经济上也不合算。

(2) 蛋白质与脂肪的比例相同,但分布在蛋白胶体的脂肪球直径大小不同,腐竹的总得率及质量都有差异。

(3) 工艺上的原料配比,应根据此原理结合具体条件去确定。

### 3. 其它因素

(1) 加热温度:加热的主要作用是使豆浆表面水分快速蒸发,促使表层蛋白质分子半脱水变性,以利于与脂肪结合而成膜。加热温度过低,浆液表面结膜慢;如温度过高,则产品色泽较深,甚至成黄褐色,影响腐竹质量。同时加热温度与室内条件有关,在工艺上可在  $80-85^{\circ}\text{C}$  之间选择。

(2) 空间条件:空间条件主要应从有利豆浆液面表层水分的蒸发去考虑。室内应空气流通良好。

影响腐竹质量及产量的因素是多方面的,本文重点论述结膜理论及应用,其他因素在此不作论述。

171 (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24) (25) (26) (27) (28) (29) (30) (31) (32) (33) (34) (35) (36) (37) (38) (39) (40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58) (59) (60) (61) (62) (63) (64) (65) (66) (67) (68) (69) (70) (71) (72) (73) (74) (75) (76) (77) (78) (79) (80) (81) (82) (83) (84) (85) (86) (87) (88) (89) (90) (91) (92) (93) (94) (95) (96) (97) (98) (99) (100)

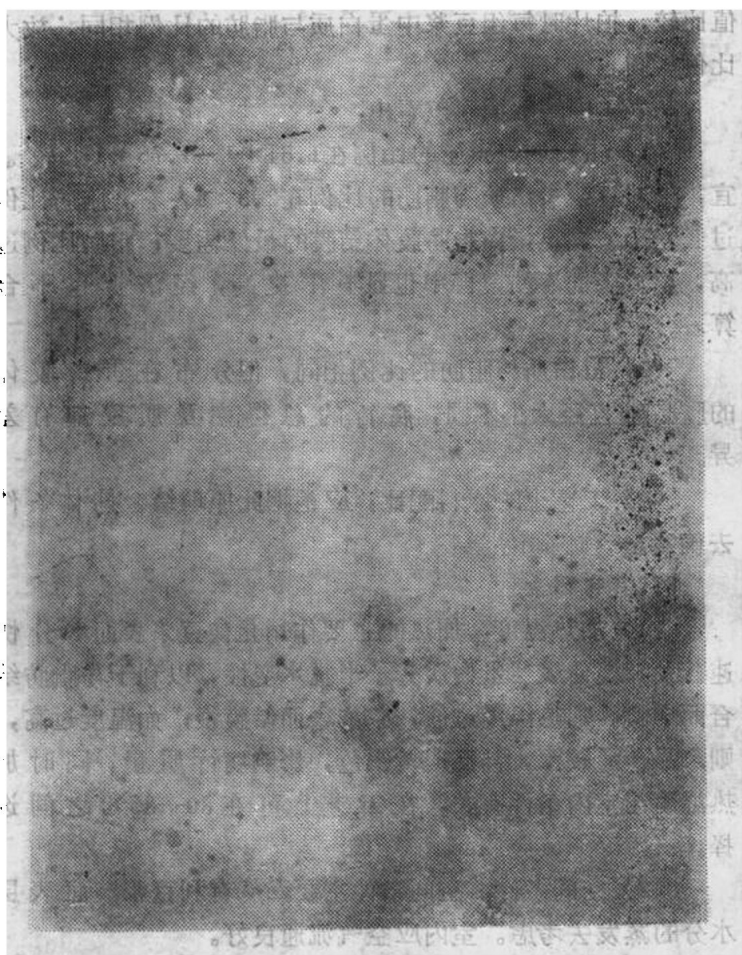


图 8 豆浆中脂肪球在显微镜下的分布状态图

(蛋白质P : 脂肪F为1.82 : 1)