

平衡时的相对湿度  $R$  对应的水分含量  $MA_2$ 、 $MB_2$  食品的干物重量  $WA$ 、 $WB$ 。图 6 中箭头所示部分曲线看做直线。那么它的斜率  $SA$  为： $SA = \frac{MA_2 - MA_1}{R - RA}$  食品 A 的吸湿量 =  $\frac{(MA_2 - MA_1)WA}{100} = \frac{(R - RA) \cdot SA \cdot WA}{100}$  同样，食品 B 的干燥量 =  $\frac{(RB - R) \cdot SB \cdot WB}{100}$  因

为吸湿量和干燥量相等，因而

$$R = \frac{RA \cdot SA \cdot WA + RB \cdot SB \cdot WB}{SA \cdot WA + SB \cdot WB}$$

上述介绍的食品保藏中的水对食品保藏，加工，贮运，销售关系密切，实际上，食品保藏是非常复杂的，受各种因素影响较多，如热、氧、酸、碱值等等。

## 大豆分离蛋白的超过滤处理

白耀章

### 前言

超过滤法 (UF) 是七十年代国外发展起来的一种膜分离技术，是一种对溶液加压、利用溶质分子大小不同进行分离的方法。所用压力通常为  $1 \sim 4 \text{ kg/cm}^2$  (表压)，超滤的对象包括从分子量为 300 的糖类到分子量为 20 万的蛋白质。利用超滤膜进行分离的方法具有下列优点：(1) 可在分子级内进行物质的分离；(2) 不经加热就可浓缩，适用于热敏性物质的处理；(3) 可对溶质进行精制；(4) 可以处理用传统方法难于处理的低浓度溶液；(5) 节约能源。超过滤技术应用范围极广，包括蛋白质、核酸、酶制剂的脱盐、浓缩、分离和精制；废水处理等，涉及到食品、化工、纺织、医药、印染、电子、机械等行业。

工业上常使用的膜材料<sup>[1]</sup> 表 1

材 料	pH 范围	最高温度 pH=7	耐碱性	耐溶剂性
醋酸纤维	4.5~9	55℃	好	不好
聚酰胺	3~12	80℃	不好	好
聚 砒	0~14	80℃	好	好
聚丙烯腈	2~12	60℃	好	不好
聚呋喃	2~12	90℃	不好	好

目前，商业化的超滤膜材料有醋酸纤维、聚砒等，膜的形式有平板、管式、中空

管、中空纤维等。

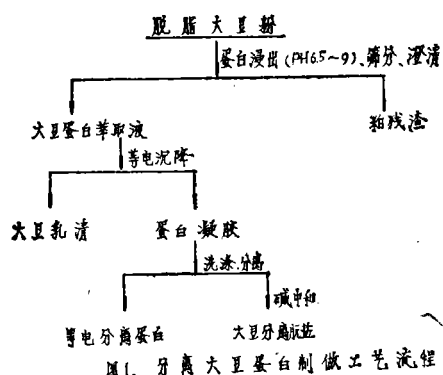
超过滤技术在植物蛋白行业的应用起始于大豆乳清的处理，继而发展到分离大豆蛋白以至浓缩大豆蛋白的制取。1970 年，Porter 和 Michaels 首先建议应用超滤技术处理大豆蛋白萃取物；1974 年，Pompei、Okubo、Goodnight 等人分别采用超滤法生产出大豆分离蛋白；1978 年，Lawhon 等人采用再超滤方法制成蛋白含量 (干基) 为 90% 的大豆分离蛋白产品；同年，Omosaiye 等人利用超滤技术以全大豆为原料制出全脂大豆分离蛋白。1982 年，天津工业微生物研究所利用超过滤技术制取蛋白质含量 90% 以上的大豆分离蛋白，已取得初步成效。近几年来，超滤技术在大豆蛋白制取中的应用仍在发展，目前已达小规模生产水平。

本文综述超滤法生产大豆分离蛋白的方法及作用，粗浅探讨超过滤法处理大豆蛋白的技术参数，并对超滤技术在植物蛋白方面的应用作一简单介绍。

### 一、分离大豆蛋白制取工艺

分离大豆蛋白是指从完整、干净、脱皮大豆或脱脂豆粕中得到的、蛋白质含量为 90% 以上的粉状产品。

目前使用的常规制取方法如图 1 所示。



我国目前基本以此法工业化生产大豆分离蛋白。生产中的主要问题是大豆乳清与大豆凝胶的分离。国产现有设备分离效果差，可溶性碳水化合物不易去除，影响产品质量和得率。此法的其它缺点还有：耗酸、碱较多、产品中无机盐含量高，最终产品氮溶解指数（NSI）低等。

## 二、超过滤法制取分离大豆蛋白

把超过滤和反渗透技术引入到大豆蛋白制取领域，可以有效地改善产品质量，这包括使产品具有适宜的风味，较高的溶解度等，在这方面，超滤技术的功效是其它方法所不能比拟的。同时，这样可以大大提高蛋白质得率，减少废水排放的污染，有利于环境保护，节省了用水量，国外利用超过滤技术可以制取脱脂、全脂及低脂分离大豆蛋白。现将三种产品的工艺流程简述如下<sup>[7]</sup>：

说明：

1. 脱脂分离大豆蛋白：溶剂萃取脂肪低温脱溶豆粕，经清理、磨粉后与适量水混合保持pH值 6.5~9 萃取。萃取浆经离心分离得蛋白萃取液及残渣。萃取液用超滤器处理，可浓缩至总固形物含量13~14%，干基蛋白质含量90%以上，仅含极少数寡糖。

2. 全脂分离大豆蛋白：清洁的大豆经浸泡、脱皮、磨细、而后在中性或碱性条件下萃取，萃取浆经离心分离得全脂蛋白萃取液，萃取液经过超滤处理可得含蛋白质60%脂肪35%及少量寡糖的产品。

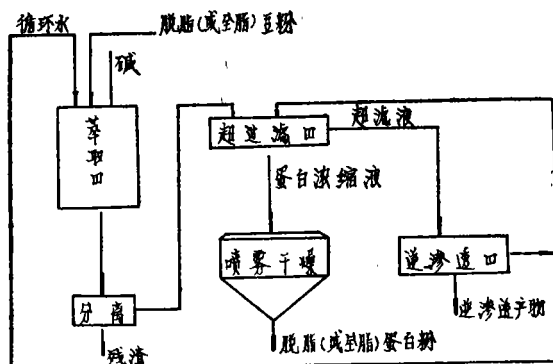


图2. 脱脂(或全脂)分离大豆蛋白工艺流程图

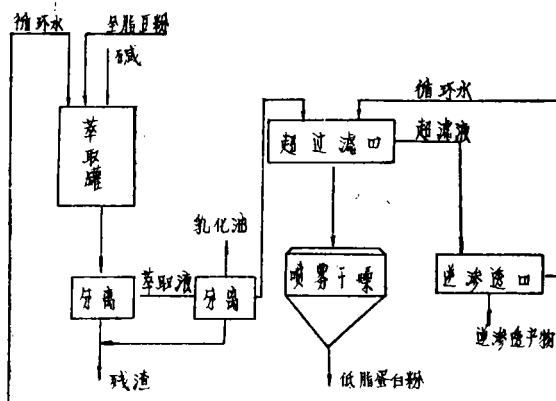


图3. 低脂分离大豆蛋白工艺流程

3. 低糖分离大豆蛋白：萃取前的过程与全脂产品相同，得到全脂蛋白萃取液后，再将萃取液进行高速离心处理，可得低脂蛋白萃取液和乳化油，将二部分分别处理，可得高质量豆油及含蛋白质74%、脂肪1.9%以及极少量寡糖的低脂大豆蛋白粉。

4. 超过滤过程：国外用于蛋白液超过滤的设备有管式和中空纤维超滤器二种。前者操作压力较高，后者较低。超滤方式一般有三种，即直接超滤法（VF）、连续二次超滤法（CD）、不连续二次超滤法（DD）。直接超滤法，即把物料经超过滤一次浓缩到一定体积浓缩比

$$\left( VCR = \frac{\text{超滤后浓缩液体积}}{\text{超滤前进料液体积}} \right) \text{即可。不连续二次超滤法（又称再超滤法）是指将已经浓缩到一定 VCR 值的物料，加入清水稀释到}$$

一定体积, 再进行超滤的方法。连续二次超滤法是指物料经过 VF 以后, 把适当温度和 pH 值的水连续以超出速度加入到被超滤的蛋白萃取液中进行超滤的方法。后二种方法常用来精制产品, 以 CD 法为好, 可以用较少的溶剂除去较多的杂质<sup>[4]</sup>。

### 三、超过滤处理大豆分离蛋白技术参数的探讨

在采用超过滤法时, 通常人们最关心的是超滤速度。一般情况下, 在滤膜孔径允许通过物质的分子量为 10000 时, 平均超滤速度为 20~40gfd (加仑/平方英尺膜面积/天)。管式滤器的流速高于中空纤维滤器。允许通过物质分子量加大时, 超滤速度会大大增加。

#### (一) 物料浓度与超滤速度的关系:

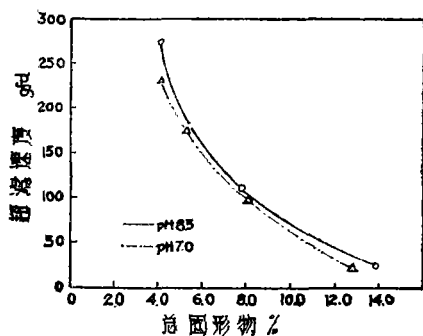


图 4

在超滤过程中, 随着进料液中总固形物的增加, 超滤速度减慢, 这一方面是由于随物料中固形物的增多料液粘度增大, 另一方面由于超滤膜对蛋白的吸附作用阻碍小分子物质的渗透。所以, 对于大豆分离蛋白浓缩液, 一般浓缩到总固形物含量为 13~14% 为止<sup>[2]</sup>。

高分子化合物对蛋白质的吸附作用, 不同材质的膜吸附量各异, 其中以聚砜膜吸附作用最小。它仅在蛋白浓度较高时才显示出较强的吸附作用。如图 5 所示<sup>[4]</sup>, 图中, XM50 滤膜材质为聚丙烯酸乙酯其聚物; PM50 滤膜材质是聚砜。

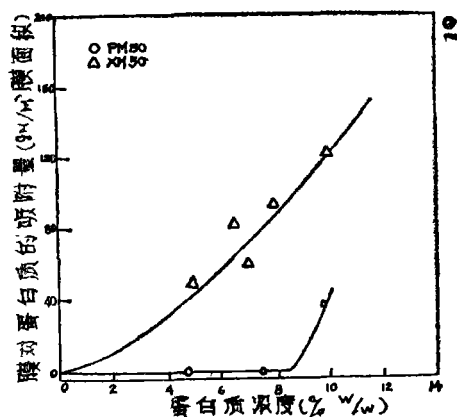


图 5 滤膜对蛋白质的吸附

#### (二) 物料 pH 值与超滤速度的关系。

由图 4 可以看出, 料液 pH 值对超滤速度影响不大。在 pH 值为 7 时, 平均超滤速度为 1159td, 而 pH 值为 8.5 时为 1278td (此时滤膜允许通过的分子量为 50000)。同样体积同样初始浓度的料液, 超滤到相同浓度所需时间, 前者为 330 分钟, 后者为 287 分钟。实际上, 如果不时意控制进料液的 pH 值, 在超滤过程中 pH 值会逐渐接近中性, 这是由于超滤过程中  $H^+$ 、 $OH^-$  不断被滤出的结果。

#### (三) 物料温度与超滤速度的关系

物料温度对超滤速度影响较大。因为温度升高料液粘度下降所以超滤速度增大; 再加上考虑到较高的温度可以有效地抑制微生物的污染, 所以, 在滤膜及物料允许的情况下, 一般采用较高的超滤温度。我们通过实验发现, 当物料温度由 16°C 升高到 40°C 时, 超滤速度大约提高一倍。

#### (四) 物料流体压力、流量与超滤速度的关系。

在超滤过程中, 流体压力和超滤速度的关系如图 6 所示。随着压力的增大, 超滤速度呈线性提高, 在达到一个极值后就不再上升, 而当操作压力从一个较高值降下时, 由于膜材质对蛋白质的吸附作用, 超滤速度明显下降而达不到升压前的效果。所以, 超

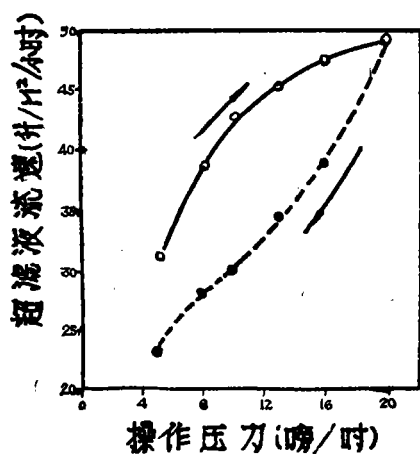


图 6

滤开始时一定要选择一个合适的超滤速度<sup>[2]</sup>。

较高的流体流量对于减缓膜对蛋白质的吸附作用十分有效,因此,应采用较高的流量,一般以每分钟七十公斤为宜。

#### 四、超过滤的作用

##### (一) 超滤系统对有害因子的去除

利用超过滤,可以有效地在物料不经受变性处理的情况下去除分子量较小的有害因子如寡糖、植酸、胰蛋白酶抑制素等。美国伊利诺斯大学的O.OMOSAIYE等人利用中空纤维超滤系统从全脂豆粉萃取液中去除所含寡糖的96%以上,他们也成功地从萃取液中去除了绝大部分植酸及80%的胰蛋白酶

超滤处理全脂大豆分离蛋白

产品组成(%干基) 表 2  
pH 6.7

	蛋白质	脂肪	寡糖	植酸	T1	T1剩余
大豆	43.3	24.0	13.22	1.26	4.67	100
萃取物(VCR=1)	43.3	26.4	16.29	1.68	2.45	38
UF(VCR=5)	56.7	32.5	3.47	0.823	2.29	26
DD(VCR=5)	59.7	34.2	0.64	0.064	1.91	21

T1: 胰蛋白酶抑制素

$$T1_{\text{剩余}} = \frac{\text{蛋白试样中} T1 \% \times \text{从相当于大豆样品重量的大豆得到的试样重}}{\text{大豆中} T1 \% \times \text{大豆样品重量}} \times 100$$

抑制剂,使产品中植酸的含量由处理前的1.68g/100g 固形物降至0.064g/100g 固形物,胰蛋白酶抑制素含量由处理前的4.67%降至1.91%<sup>[2,3]</sup>。

通常,人们采用蛋白系数(Protein coefficient)来表示蛋白质的纯度。在这里,蛋白系数等于产品中蛋白质含量与蛋白质加碳水化合物之和的比值;人们以此值来衡量蛋白质产品中引起人肠气的碳水化合物存在的多少。大豆本身的蛋白质系数为0.62,经过超滤处理,蛋白质系数可达0.94。一般讲,蛋白系数达0.90以上时,就可以满足婴幼儿食物的需要而不会引起胀气腹泻。

超滤时蛋白系数的变化<sup>[2]</sup> 表 3

VCR	超 滤	再 超 滤
1	0.71	0.88
2	0.79	0.92
3	0.83	—
5	0.88	0.94

##### (二) 氮溶解指数的提高

大豆蛋白的应用效果,取决于它的机能性质,而机能性质的优劣关键在于NSI的高低。另外,大豆分离蛋白的应用目前已经逐渐由作为食品强化剂转移到营养饮料。所以,对高NSI产品的需求越来越迫切。

传统的大豆分离蛋白的制造,采用等电沉降法使蛋白质可逆变性来分离凝胶和乳清。分离之后,采用碱中和均浆的方法使蛋白质溶解。尽管如此,所得产品的NSI也较低。采用超过滤法避免了可逆变性过程,可以得到高NSI的产品,NSI可达90%以上,而传统方法的产品仅70%~80%。

##### (三) 蛋白液的浓缩

传统的工艺采用真空浓缩的方式得到满足喷雾干燥要求的蛋白液,耗用大量能源。而浓缩过程中泡沫的产生、锅垢的形成均给

操作带来极大不便,较长时间的受热也影响了产品的机能性质。超过滤处理使物料在不受热的情况下精制浓缩一次完成,节省了能源,简化了操作,提高了产品质量。

#### (四) 高的蛋白质得率

传统的酸碱法制取分离蛋白,影响蛋白质得率的主要原因有二方面:一是在萃取过程中蛋白质的萃取率,二是等电沉降时蛋白质的沉降率。大豆蛋白质在等电点时,蛋白质的溶解量仍占全部蛋白质的9~10%,所以,对蛋白萃取液讲,蛋白质得率为89~90%。

超滤法制取大豆蛋白,影响蛋白质得率的原因,除蛋白萃取率外,对一定的操作过程还有二个原因。一是超滤过程中由滤膜透过的蛋白质的损失,二是滤膜对蛋白质的吸附作用。如果滤膜选择适当,可以把滤膜透过的蛋白损失降低到极少。由于不同材质对蛋白质吸附量不同,这就造成不同的蛋白质得率。如对于XM50滤膜,得率(以萃取液中蛋白质总量为基准,下同)仅为83~85%,而对于PM50滤膜,得率可达93~95%。另外,滤膜上所吸附的精蛋白质,经水洗可以洗脱下来循环使用,所以,利用超过滤可以取得高蛋白得率。我们通过实验发现,超滤法的得率比酸碱法要高10%以上。

#### 五、超过滤技术在植物蛋白领域中的应用

除了大豆分离蛋白以外,在其它植物分

离蛋白以及浓缩蛋白的制取过程中,都可以采用超滤技术完成其它工艺手段难以完成的工作。如葵花蛋白质中氯原酸的去除,棉籽蛋白中棉酚以及菜籽蛋白中硫代葡萄糖甙的去除等,在这方面,美国AandM大学和加拿大Lund大学均作了许多有益的工作。<sup>[11][12]</sup>

目前,超过滤技术还不十分完善,设备成本也较高,一次投资也较多。我国超过滤技术刚刚开展,问题就更大些。但是,从技术上考虑,即使成本高也是可以用它的其它优点来补偿。我们相信,随着高分子工业及食品工业的发展,超过滤技术一定会在植物蛋白领域得到广泛应用,生产出更好的蛋白产品。

#### 主要参考文献

- [1] Journal of Food Science Vol.42 №2 1977
- [2] Journal of Food Science Vol.43 №2 1978
- [3] Journal of Food Science Vol.44 №4 1979
- [4] Journal of Food Science Vol.46 №2 1981
- [5] Journal of Food Science Vol.46 №3 1981
- [6] Food Engineering Vol.53 №7 1981
- [7] Journal of Americal Oil Chemists Society Vol.53 №3 1981
- [8] Brit Pat 1,580,051
- [9] U.S.Pat 3,622,556; 4,163,010

## 异构化乳糖的性质及利用

### ——双裂乳酸杆菌因子

王 建 中

引言:乳糖焦糖化产生的乳酮糖是一种双裂乳酸杆菌因子,能促进人消化道中双裂菌群的生长,而双裂菌群抑制了腐败菌的繁殖,并且产生了对消化奶中的乳糖不可缺少的乳糖酶等。近年来,双裂

乳酸杆菌因子作为一种维生素性因子,它的有用的生理作用及作为食品添加剂的价值被日益重视,而主要成分是乳酮糖的异构化乳糖的人工制取,开拓了作为食品添加剂的应用和研究的新前景。