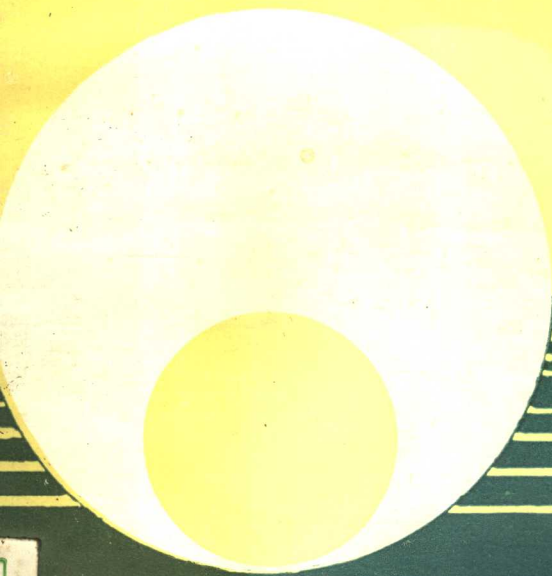


蛋白质饲料的

加工、工艺及设备



中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所

# 蛋白质饲料的 加工工艺及设备

林国成 陆友来

中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所

一九八八年十二月

# 前 言

饲料是发展饲养业的物质基础，而蛋白质又是饲料中重要的组成部分。因此可以这么说，饲养业发展的成功与失败，很大程度上取决于蛋白质饲料的供应情况。我国的饲养业已经开始由传统的家庭副业向专业化、商品化、现代化的方向发展，蛋白质饲料的需求量因此而成倍地增加，供需矛盾日益突出。如何处理好这个矛盾，在现有条件下积极合理地开发和利用蛋白质饲料资源在目前显得尤为重要。

为了促进我国饲养业的发展，我们广泛收集了国内外有关的资料，并加以选择和整理，翻译、编写了这本《蛋白质饲料的加工工艺及设备》一书。其内容涉及到植物性蛋白质饲料、动物性蛋白质饲料、副产品蛋白质饲料及微生物蛋白质饲料的加工工艺及设备。我们希望能够通过本书的介绍，以期对广大畜、禽、鱼饲养者有所帮助。

本书主要由林国成、陆友来、还有吕通同志翻译编写。在编写过程中，得到巫道镛、陈生等同志的指导，并得到情报室全体人员的帮助，在此特致谢意。

由于编者水平有限，不足之处敬希读者批评指正。

渔机所科技情报室

# 目 录

|                            |         |
|----------------------------|---------|
| 蛋白质饲料的加工工艺及设备 .....        | ( 1 )   |
| 从绿色植物制造蛋白饲料的方法 .....       | ( 52 )  |
| 以酒粕和米糠为原料生产蛋白饲料的方法 .....   | ( 60 )  |
| 以桔子粕为原料的蛋白饲料的制造方法 .....    | ( 65 )  |
| 豆乳粕鱼用饲料的生产及其饲养试验 .....     | ( 68 )  |
| 鱼粉及鱼油生产的新工艺 .....          | ( 74 )  |
| 血粉的加工方法 .....              | ( 81 )  |
| 骨粉制造方法 .....               | ( 88 )  |
| 蛆蛋白饲料的制造方法 .....           | ( 92 )  |
| 羽毛粉的加工方法 .....             | ( 93 )  |
| 以动物及鱼贝类的下脚料制造蛋白饲料的方法 ..... | ( 95 )  |
| 动物性家畜蛋白饲料的制造方法及装置 .....    | ( 99 )  |
| 动物血混合蛋白饲料的加工方法 .....       | ( 103 ) |
| 由动物、鱼贝类血液生产蛋白饲料的方法 .....   | ( 105 ) |
| 可作蛋白饲料的家蝇幼虫及其捕集装置 .....    | ( 108 ) |
| 动物下脚料和鸡粪混合的动物蛋白饲料 .....    | ( 113 ) |
| 禽畜及鱼用鸡粪饲料除臭剂 .....         | ( 117 ) |
| 鸡粪发酵、除臭、干燥处理装置 .....       | ( 123 ) |
| 鸡粪处理发酵槽的回转式干燥炉 .....       | ( 125 ) |
| 滚筒式家畜排泄物干燥装置 .....         | ( 128 ) |
| 热风式家畜粪干燥装置 .....           | ( 130 ) |
| 展开式鸡粪干燥装置 .....            | ( 134 ) |
| 太阳能家畜粪便干燥装置 .....          | ( 136 ) |

# 蛋白质饲料的加工工艺及设备

林 国 成

随着畜、禽、水产养殖业的发展，世界各国对蛋白质饲料的需求量正在迅速地增加，供需矛盾日趋紧张。如何开发蛋白质饲料源、如何加工蛋白质饲料、如何提高蛋白质饲料的利用率并增加蛋白质饲料的产量已成为人们亟待需要解决的问题。本文就这些问题介绍国内外目前的研究现状及其进展，并对其加工工艺及设备作较为详细的叙述，以供读者们借鉴参考。这里主要以鱼类蛋白质饲料的加工作为主要介绍内容。

目前世界上蛋白质饲料加工的主要品种仍然是鱼粉。近年来，由于智利和秘鲁鱼粉加工业的发展，导致了世界鱼粉总产量的上升。1985年比1984年增长10%，1986年又比上年增加了22%，达到348.1万吨。尽管世界鱼粉产量近年来有所增加，但由于蛋白质饲料的消费量日益增加，加之鱼粉的价格比大豆等其它蛋白质饲料的价格高，在销售上较之其它蛋白质饲料缺乏竞争性，而且生产成本也相对地较高。由于这些原因，世界各国纷纷研究和开发新的蛋白质饲料源，并发明了相应的加工工艺及设备。其中包括植物性蛋白质饲料、动物性蛋白质饲料、副产品蛋白质饲料及微生物蛋白质饲料等饲料的加工工艺及设备。下面对此进行逐一地介绍。

## 一、植物性蛋白质饲料的加工工艺及设备

### 1. 大豆蛋白质饲料的加工

大豆含有较丰富的蛋白质、油脂、淀粉、维生素和矿物质，是很好的蛋白质饲料。但是，生大豆含有不良物质，例如抗胰蛋白酶、甲状腺肿诱发因子、抗凝固因子等，其中最主要的是抗胰蛋白酶。这些有害物质影响畜禽鱼的适口性、消化性和生理状况，因此在饲用大豆时，应先进行加工处理，以提高其饲用价值。大豆的加工和利用途径如图 1 所示：

在上述加工（包括加热处理）中，大豆所含的有害物质在  $110^{\circ}\text{C}$  温度下经三分钟热处理即可分解，有害作用即可消失。但是，加热处理不可过度，否则会导致蛋白质变性，特别是对赖氨酸、蛋氨酸、精氨酸三类碱性氨基酸损害最甚。衡量热处理是否适度，一般以测量豆粕中尿素酶含量的多少来判断。尿素酶含量高，说明有害物质含量也高；尿素酶含量低，说明有害物质被灭活。若其含量过低，不仅有害物质被灭活，氨基酸也遭破坏，从而失去了饲料的营养价值。目前世界上多数国家规定豆粕尿素酶的标准值为  $0.05 \sim 0.5$ （pH 增值法检测值）。若缺乏检测设备，可以用目测方法来测定。一般以黄色为佳；色深，如红、深褐为过热；色浅，如黄白色为过生。过熟应用不利，过生不能用；非用不可时，应该要限量。

大豆饼粕作为鱼饲料通常不需要进行很复杂的加工，只需将饼粕粉碎成粉或浸软后磨成豆饼糊投喂给鱼种即可。对草、青、鲤等成鱼，只须将豆饼敲碎浸软即可投喂。所用的粉碎设备，可应用通用的饲料粉碎机。

对于鱼苗所饲用的豆浆，一般的家庭均可自制，人们都已熟悉。这里所要介绍的是工业化豆浆生产装置；其工艺流程如图 2 所示。先将大豆清理除去杂质，送入洗涤槽内加水洗涤，再输入浸泡槽内浸泡。浸泡好的大豆经水分离机分离去水后，由输入装置定量送入磨碎机内，同时向磨碎机内定量加水。磨

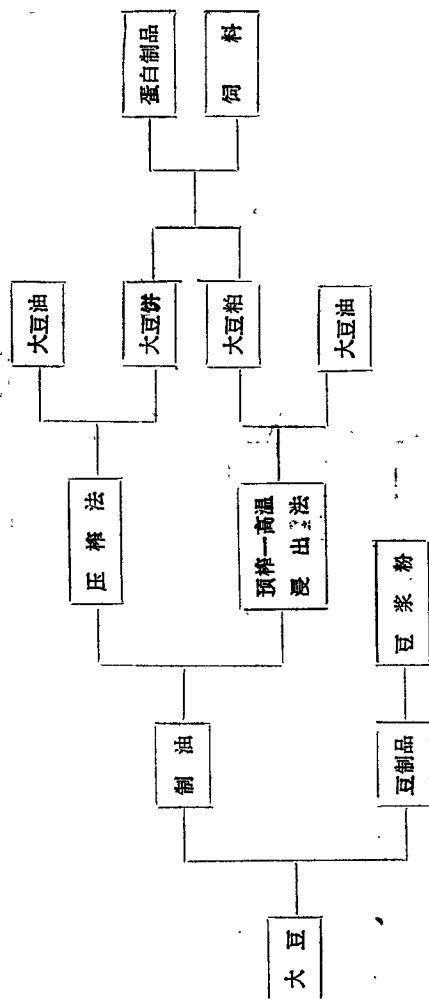


图 1 大豆加工工艺流程图

浆后送入连续蒸煮装置内，用蒸汽加热进行蒸煮。蒸煮后，经加压过滤，即为鲜豆浆。若将豆浆在真空蒸发浓缩罐中，以50~60℃的温度浓缩至原来体积的三分之一，即可得到浓缩豆浆。若在浓缩豆浆中加添适量的矿物质和维生素等成分，则可成为强化浓缩豆浆，饲料营养价值更高。

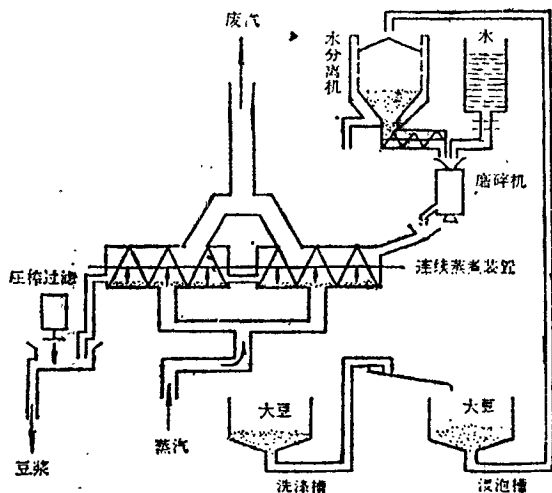


图2 豆浆连续生产工艺流程图

大豆还可制成鱼虾苗所喜食的精饲料——豆浆粉，其工艺流程是：先将浸泡过的大豆在100℃下蒸煮45分钟，接着以105℃的温度干燥10分钟，再在脱衣装置中使大豆去皮，要求大豆的两片子叶分开并微有粉碎状，接着用60℃温水加热，再经磨碎、过滤、使其乳化成浆，最后经喷雾干燥即得干燥豆浆粉。干燥豆浆粉含水分6%、蛋白质53%、脂肪20%、碳水化合物16%、灰分5%，是营养极为丰富的高蛋白、高脂肪饲料。

在这个工艺过程中应注意提高大豆蛋白的提取率。主要措施是掌握好浸泡的时间、温度和水分，以及在磨碎、煮浆、过滤等工序中合理控制、调好pH值，使大豆蛋白尽量溶出。浸泡时大豆与水的比例为1:1.5，浸泡时间8~10小时，温度14℃，浸泡后的大豆用10倍水磨碎，细度过80~100目。当豆浆pH值为6.5时，蛋白质溶出率为82%。

至于大豆的其他蛋白制品，例如：脱脂大豆粉、大豆组织蛋白、浓缩蛋白和分离蛋白等，通常用于人类食品加工业中生产食品，加工较复杂，成本也较高，一般不作饲料用，故在此不赘述了。

## 2. 花生蛋白质饲料的加工

花生蛋白饲料的加工和利用途径与大豆类似。在我国以及一些发展中国家，花生通常主要用于制油，提油后的花生饼用作饲料。花生饼含蛋白质40.3%、脂肪8.6%、无氮浸出物29.2%、纤维素8.3%。蛋白质中所含的氨基酸种类齐全，味香适口，是鱼类较好的蛋白质饲料，饲用方法与大豆饼相同。

提油后的花生饼也可以用来生产花生蛋白粉。对于用压榨方法提油的花生饼，可通过破碎、磨粉、过60目筛，即得花生蛋白粉。要求其含砂量不超过0.3%、含油量不超过5%，否则将影响饲料的品质及贮藏稳定性。此外，在花生榨油时温度不宜过高，以减缓蛋白质变性及保护花生饼中的维生素。

对于用预榨浸出方法提油的花生饼，可以采用下述的方法来加工花生蛋白粉。即先将花生除杂并脱去红衣，破碎后蒸炒，调整水分至10%左右，然后进行压榨。压榨后可得到含残油为8~12%的花生饼。再将花生饼破碎，经轧坯后用己烷浸出，最后脱溶、过筛、磨粉，可得含粗蛋白57%的低脂花生蛋白粉和粗粒。工艺流程如图3所示。

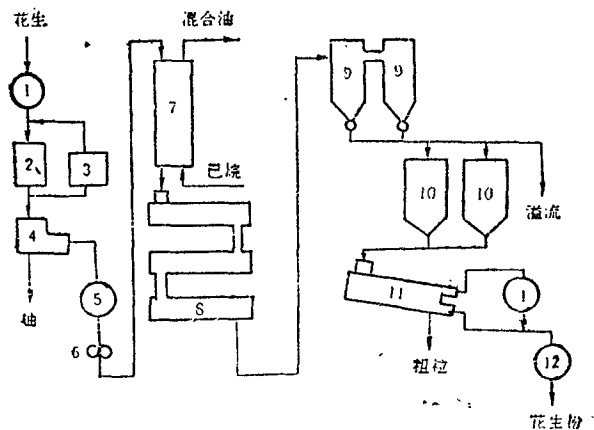


图 3 低脂花生蛋白粉生产流程图

1. 锤磨机 2. 蒸炒锅 3. 缓冲罐 4. 螺旋榨油机 5. 粉碎机 6. 轧片机 7. 浸出器 8. 干燥器 9. 旋风分离器 10. 贮罐 11. 振动筛 12. 磨粉机

若采用直接浸出法或水溶法提油，由于不经过高温蒸炒和压榨工序，因此能制得蛋白质溶解度较高的花生蛋白粉。采用水溶法时，原料花生经精选后，应用70℃以下的低温干燥将花生水分降到5%以下，脱去红衣后，用30℃左右的温水浸泡1.2~2.0小时，然后磨成花生浆。将花生浆送入水溶贮罐中，调节pH值为9，在60℃左右的条件下进行搅拌，然后静置，使乳状花生油和蛋白溶液分层。经离心分离后，将蛋白溶液送入浓缩罐中进行真空浓缩，使蛋白浆浓度为18%左右，然后进行喷雾干燥，从而可得鱼类的精饲料——花生蛋白粉。

值得一提的是，花生饼本身虽无毒，但极易感染黄曲霉毒素，对畜、禽、鱼类产生不良的影响。因此，贮藏时切忌发

霉。

### 3. 棉、菜籽饼蛋白饲料的加工

棉、菜籽饼是一项急待开发利用的重要蛋白质饲料资源。它含有丰富的可消化粗蛋白质、必需氨基酸，基本上达到大豆粕的水平，还含有较多的可消化碳水化合物。用它来制作鱼类配合饲料，效果很好。棉、菜籽饼的加工工艺有三种：压榨法、预榨浸提法和直接浸提法。工艺流程如图4所示。

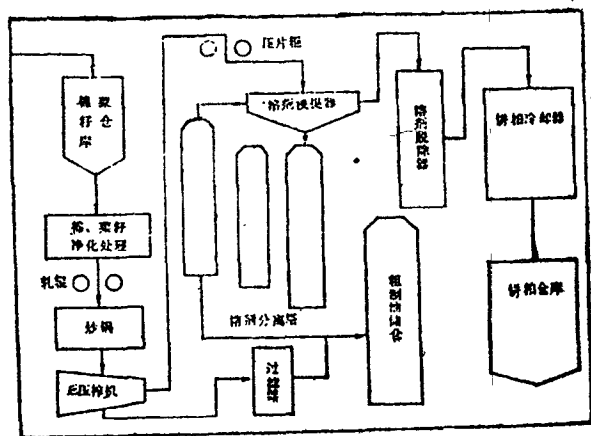


图4 预榨浸提棉、菜籽饼蛋白质的加工工艺流程图

(1) 压榨法。这是一种把油脂从籽实中挤压出来的机械加工方法。压榨时，先将棉、菜籽进行净化处理，再用压辊压碎，使油粕分离。然后采用多层蒸锅蒸炒。经过压碎和蒸炒过的棉、菜籽被送进螺旋压榨机内，使油流出，饼粕留在筒内。压榨机内的温度加高，虽然可使残油含量降低到4%，但为了避免饼粕中的蛋白质遭到破坏，只能使残油含量降低到6~7%，将饼粕磨成粉状，即可作为饲料。

(2) 预榨浸提法。这种加工方式是把净化处理的棉、菜籽先用螺旋压榨机加工，取出70~80%油脂，再用乙烷有机溶剂浸提余下的油脂，从而可得含残油为10%以下的棉、菜籽饼。

(3) 直接浸提法。该法是将经过压碎蒸炒的棉、菜籽经压榨后，尽可能多地让油脂浸提出来。在过滤器旋转时，对饼进行洗涤，开始用浓油溶剂混合物洗涤，将混合物中的细粒物质滤去，然后依次用更稀的油溶剂混合液洗涤，最后用纯溶剂进行洗涤。饼粕不断地被带走，输送到溶剂脱除装置中去，以备饲用。

棉、菜籽饼的进一步加工是生产棉、菜籽饼蛋白粉。下面介绍中国军事医学科学院卫生环境医学研究所研究的棉、菜籽饼粕简易生产工艺。该工艺以机榨棉、菜籽饼粕为原料，采用二次碱水提取工艺得到含蛋白质为73%的浓缩蛋白粉。其工艺流程如图5所示。

我国年产油菜籽、棉籽各500万吨左右，居世界首位，这是一种丰富的蛋白饲料资源。但由于棉、菜籽饼中含有异硫氰酸酯、硫氰酸酯、噻唑烷硫铜，腈及棉酚等有毒物质，畜禽吃了多了会中毒，故每年我国生产的棉、菜籽饼，大部分作为肥料使用。若能经过脱毒后充分用作饲料，再用畜禽粪肥田，这对于蛋白质饲料的开发，促进养殖业的发展，具有重要的意义。常见的脱毒方法有：

(1) 品质育种去毒法。这是最有效的一种去毒方法。它通过遗传育种，把棉、菜籽中的有毒物质去除。美国、加拿大、波兰、瑞典、法国和西德在七十年代就培育出无毒或低毒的棉花、油菜品种。

(2) 提取分离去毒法。这是用水或乙醇溶液等把油菜籽中的硫葡萄糖甙提取出来的方法。该方法去毒效果较好，但养分

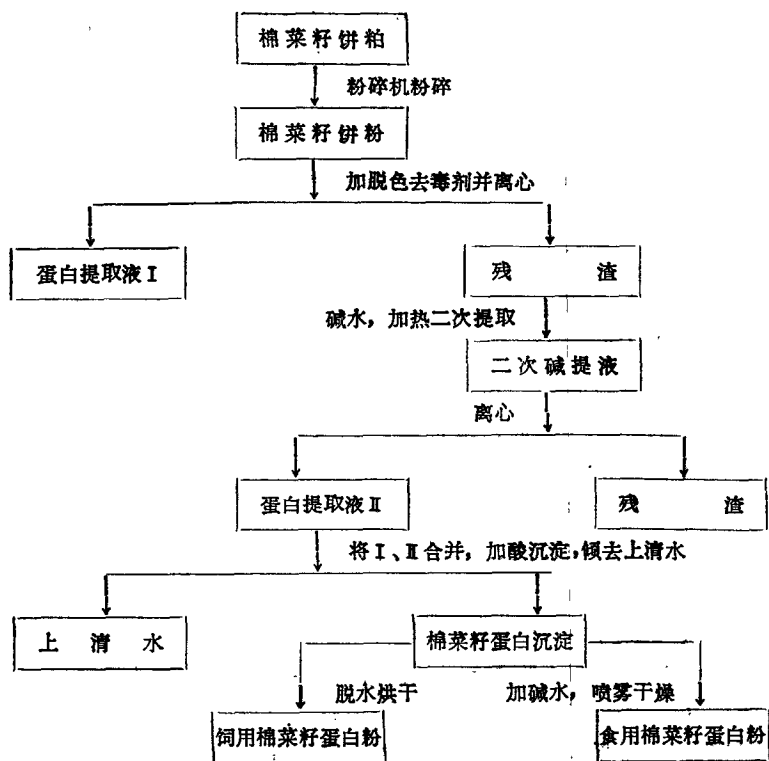


图5 棉菜籽饼粕蛋白粉生产工艺流程图

流失大。比较重要的有两次水提法、乙醇水溶液法和丙酮水溶液法等。

(3) 分解破坏去毒法。就是用酶促分解、加热破坏、化学处理或微生物发酵等方法, 把饼粕中的硫葡萄糖甙分解破坏, 达到去毒目的。现已发明的有酶促自解去毒法、加热加压处理法、碱水蒸煮法、铁盐处理法、热氨处理和微生物发酵法等。

(4) 硫葡萄糖甙酶失活法。研究表明, 硫葡萄糖甙本身是非活性无毒的, 能溶于水。在葡萄糖甙酶的作用下, 葡萄糖甙水解后会生成各种油溶性的有毒物质。如果采用加热法把这种酶钝化, 使之失去活性, 则硫葡萄糖甙就不会分解为有毒物质了。该法的缺点在于: 饼粕中保留的硫葡萄糖甙有时会被动物肠道或饲料中的微生物所分解而继续产生有毒物质, 导致动物中毒。

(5) 吸附法, 也就是常见的坑埋法。这是在坑埋条件下, 粕饼中的硫甙分解物为土壤吸附而脱毒的方法。

根据试验表明, 鱼类对棉酚和硫甙的毒性不敏感, 长时间单独投喂不去毒的棉、菜籽饼, 也没有发现鱼类有不良反应和特异症状。这是由于鱼类的肝脏解毒能力较强, 能使进入肠内的毒物脱脂并中和, 故没有发现什么危害。但是, 由于菜籽饼的味苦, 适口性较差, 所以若能先用发酵中和法去毒去苦后再喂鱼, 这样饲用效果会更好、更安全。

#### 4. 芝麻蛋白质饲料的加工

小磨麻油的下脚料——芝麻渣, 全国每年约有 5 万吨(干渣汁)。这些芝麻渣由于难干燥, 有苦涩味, 适口性差, 长期以来被人们当作废弃物废弃或作肥料使用, 造成极大的浪费。当前, 在世界性蛋白质资源缺乏的情况下, 研究从芝麻渣(或胡麻渣)中提取蛋白粉具有重要意义。武汉粮食工业学院为此进行了从水代芝麻渣中提取蛋白粉的研究。该院在这项研究中对破乳剂、聚沉剂的选择、用量、反应时间、反应温度、用水量及干燥工艺等进行了优选, 基本形成了一套完整的工艺流程。该法工艺简便, 脱色、脱苦、脱涩效果显著, 成本低, 适口性好, 含蛋白质 51.73%, 有较好的经济效益和社会效益, 适合于麻油厂配套生产。其工艺流程如图 6 所示。

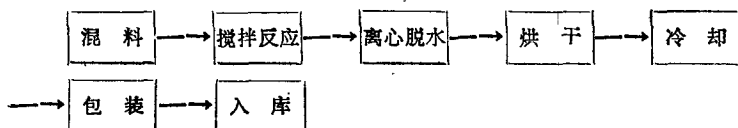


图6 芝麻蛋白粉生产工艺流程图

生产设备有：锅炉1台（与麻油厂锅炉共用），自制500立升反应釜1台、离心机1台、通风离心机1台。生产时，可将芝麻渣与水按1:1比例，装料以反应釜体积的80%为限，按渣料加入0.1%L·H破乳剂及0.2%D·Y聚沉剂，开动搅拌机，同时打开蒸汽管闸门开始通气升温，当温度升至75℃~85℃时停止通气，继续搅拌15~20分钟后，即可出料。然后，将渣料从反应釜中移入离心机中，进料也以离心机容量80%为限，开动离心机，离心机25~30分钟后停机取料。接着，将离心处理的料投入送料槽中，开动通风离心烘干机进行干燥；进口气相温度为80℃，经散热冷却，出口气相温度为40℃。最后，将已冷却的渣料按量分装、封口、入库。

经过将芝麻蛋白粉进行养鸡、养鱼试验表明：芝麻蛋白粉可代替豆饼作蛋白质饲料，也可部分取代鱼粉，饲养效果良好，经济效益显著。

#### 5. 葵花籽饼蛋白质饲料的加工

葵花籽饼粕比其他油粕含有更多的优质蛋白质，是一种良好的优质蛋白饲料源。

榨油后的葵花籽饼的加工通常有二条途径：一是通过机械粉碎后作为配合饲料的配料。一般取去壳饼作为加工原料；带壳饼对于单胃的畜禽鱼来说，几乎不能消化，所以应设法去壳后再用饲料。二是生产鱼虾苗的开食蛋白饲料——浓缩蛋白及分离蛋白。这种浓缩蛋白和分离蛋白也可用于食品工业的生

产。蛋白浓缩物和分离物可以很容易地从葵花籽饼中获得。瑞典学者从用溶剂浸出的饼粕中制得了蛋白粉并通过加热从粉的悬浮液中获得凝胶蛋白浓缩物。葵花籽饼的分离蛋白可采用二次萃取法来生产。国外有一厂商用0.2%硫酸钠溶液在pH为10.5的条件下从葵花籽饼粕中萃取蛋白，并在pH为5.0的条件下沉淀出蛋白，然后用50%的异丙醇溶液进行二次萃取沉淀。沉淀物几乎是白色的，含蛋白质为95.9%。

高温加工对葵花籽蛋白的营养价值有副作用，当温度为115~125℃时，有30~40%的赖氨酸被破坏，因此用低温加工葵花籽饼蛋白饲料是十分必要的，这点应加以注意。

#### 6. 茶籽饼蛋白饲料的加工

近年来，茶籽的综合利用加工有了一定的进展，但由于脱毒方法不够完善，致使茶籽饼在饲料应用上受到了一定的限制。

茶籽中含有脂肪、茶皂素、蛋白质和淀粉等化学组分，除油脱毒后的饼粕中还含有大约18%的粗蛋白，可以作为家畜和鱼类的饲料。茶籽饼粕饲料的加工主要是脱毒加工的问题，脱毒后的茶籽饼粕的加工利用基本上与棉菜籽饼的加工利用方法相同。茶籽饼中要去除的是茶皂素，亦称茶皂甙。茶皂甙味苦而辛辣，其水溶液对动物红色球有溶血破坏作用。研究表明，高等动物对茶皂素并无溶血，这也许是由于皂素不被动物的肠胃吸收或在肠胃中被水解之故。但茶皂素对冷血动物毒性极大，所以不能使用未经脱毒的茶籽饼喂鱼；而未经脱毒的茶籽饼固适口性差，也不适宜作家畜的饲料。茶籽饼的脱毒方法主要有如下四种：

(1) 坑埋发酵法。将茶籽饼直接埋入坑内，用土密封，坑边开沟，雨天排水，晴天加水。温度低于30℃，脱毒时间需1

个月；温度高于30℃约需半个月。经安全试验后方可放入鱼池供鱼群饲用。

(2) 碱解毒法。按茶饼重6倍量加入0.5%纯碱溶液，煮沸3小时，过滤后再用15~20倍量的清水重复浸泡，滤水后烘干即可作为饲料。

(3) 水提法。按茶饼的2.5倍量加入80℃的热水并保温2小时，趁热离心离去溶液，再用热水反复浸提三遍，烘干后即可作饲料用。

(4) 溶剂法。上述三种方法虽然简单易行，但去毒效果并不佳，尤其是碱解法，在去毒过程中还同时破坏了蛋白质（破坏率达70%）。乙醇溶剂提取法不会破坏营养物质，去毒效果好，并可回收茶皂素和乙醇。去毒时，可将茶籽饼研细，按饼重的1.5倍量加入含水乙醇，在一定温度下浸提后，再按上述步骤浸提1~2次，滤液合并后供回收茶皂素之用，除去乙醇的饼粕则可作为蛋白饲料使用。

#### 7. 椰子饼蛋白饲料的加工

用压榨法榨油后的椰子粕约含25%的蛋白质，并含有大量纤维，一般通过机械粉碎或浸软后即可直接投喂成鱼或畜禽。椰子蛋白质中，赖氨酸、蛋氨酸、苏氨酸的含量都较低，因此在制造配合饲料时，应添加这一类氨基酸添加剂，这样才能提高椰子饼蛋白饲料的利用率。在我国南方盛产椰子，积极利用椰子饼蛋白饲料对于解决当地蛋白饲料缺乏的问题具有一定的现实意义。

#### 8. 米糠饼蛋白饲料的加工

米糠中的蛋白质比精白米中的蛋白质高得多，其适口性好，为所有鱼类所喜食。日本利用米糠饼制造出纯蛋白质，可供人类食用，也可作为鱼虾的开食饲料，其制法如下：按糠饼