

# 鱼油提取物磷脂片制剂工艺研究

黄仪友<sup>#</sup>, 黄玲<sup>#</sup>, 杨敏<sup>\*</sup>, 张黎, 张旭光

(汤臣倍健股份有限公司, 珠海 519040)

**摘要: 目的** 研究鱼油提取物磷脂片配方及制剂的工艺方法。**方法** 通过筛选辅料、填充剂、崩解剂、吸附剂对鱼油提取物磷脂片的成型工艺进行研究, 并通过比较制粒结果、崩解时限结果以及脆碎度结果, 对配方进行优化。**结果** 通过对比实验分析出优选磷酸氢钙、微晶纤维素、二氧化硅等为主要辅料, 可提高产品可压性及崩解效果。经检测片剂硬度可达到 15.6~20.6 kg/cm<sup>2</sup>, 检测产品的脆碎度 < 0.5%, 符合产品质量要求。

**结论** 本研究优选的制剂方法稳定可行, 为鱼油提取物磷脂片制备工艺的确定及生产的控制提供了科学的实验依据, 同时为油脂类物料制成片剂的制备工艺提供参考依据。

**关键词:** 鱼油; 磷脂; 制剂工艺; 微晶纤维素; 二氧化硅

## Study on preparation technology of fish oil and extract phospholipid tablets

HUANG Yi-You<sup>#</sup>, HUANG Ling<sup>#</sup>, YANG Min<sup>\*</sup>, ZHANG Li, ZHANG Xu-Guang

(By-Health Co. Ltd, Zhuhai 519040, China)

**ABSTRACT: Objective** To study the formulation and preparation process of fish oil and extract phospholipid tablets. **Methods** The processing technology of fish oil and extract phospholipid tablets was studied by selecting excipients, fillers, disintegrants and adsorbents, and the formulation was optimized by comparing the results of granulation, disintegration time limit and fragility. **Results** Through comparative test, it was found that the main auxiliary materials, such as calcium hydrogen phosphate, microcrystalline cellulose and silica, could improve the compressibility and disintegration effect of the product. The hardness of the tested wafers could reach 15.6–20.6 kg/cm<sup>2</sup>, and the brittle degree of the tested products was less than 0.5%, in line with product quality. **Conclusion** The optimized preparation method is stable and feasible, which provides scientific experimental basis for the determination of preparation technology and production control of fish oil and extract phospholipid tablets, and provides reference for the preparation technology of tablets made of oil materials.

**KEY WORDS:** fish oil; phospholipid; preparation process; microcrystalline cellulose; silica

## 1 引言

鱼油是鱼体内的全部油类物质的统称,它包括体油、肝油和脑油。广义的鱼油是包括鱼肝油在内的鱼的脂肪,但一般所指的鱼油其主要功效成分是二十二碳六烯酸(docosahexaenoic acid, DHA)和二十碳五烯酸(eicosape

ntaenoic acid, EPA)<sup>[1-5]</sup>。相关研究表明, EPA 和 DHA 可调节人体的抑制炎症反应和免疫功能,具有增强免疫力、辅助改善记忆调节血脂等作用<sup>[6-8]</sup>。

大豆磷脂(soybean phospholipid, SBPL)是从生产大豆油的油脚中提取的产物,是一种理想的多功能天然原料<sup>[9,10]</sup>,大豆磷脂的组成成分复杂,主要含有卵磷脂(约 34.2%)<sup>[11]</sup>、

<sup>#</sup>黄仪友、黄玲为共同第一作者

<sup>#</sup>HUANG Yi-You and HUANG Ling are co-first authors

<sup>\*</sup>通讯作者: 杨敏, 工程师, 主要研究方向为食品安全管理。E-mail: 972686598@qq.com

<sup>\*</sup>Corresponding author: YANG Min, Engineer, By-Health Co. Ltd, Zhuhai 519040, China. E-mail: 972686598@qq.com

脑磷脂(约 19.7%)、肌醇磷脂(约 16.0%)、磷脂酰丝氨酸(约 15.8%)、磷脂酸(约 3.6%)及其他磷脂(约 10.7%)<sup>[12,13]</sup>, 为浅黄至棕色的黏稠液体或白色至浅棕色的固体粉末, 具有乳化、分散、渗透、增溶、增强记忆力<sup>[4]</sup>、抗氧化、抗衰老、降血脂等多种作用。

在食品行业中鱼油或鱼油提取物、大豆磷脂或大豆磷脂粉末等油脂类物料一般会制成软胶囊或粉剂等剂型, 较少制成片剂。制成软胶囊成本相对高些, 在贮存过程中若贮存环境温度过高, 软胶囊容易产生黏连或漏油现象。制成片剂剂型具有以下优点: 外观光洁、美观; 稳定性好, 片剂为干燥固体, 空气、水分对其影响较小; 服用、携带、运输和贮存方便; 工艺简单, 机械化生产产量大, 成本低等。油脂类物料若制成片剂, 会出现片剂硬度低, 易断片, 磕边等现象。油脂类物料制成粉剂, 粉末在冲调溶解的过程中, 油脂类物料遇水溶解后, 其外表的包埋层被破坏, 油类物料会漂浮在水面, 对感官造成一定的影响。本文研究将鱼油或鱼油提取物、大豆磷脂或大豆磷脂粉末等油脂类物料作为配方中主要原料, 添加不同辅料制成片剂, 通过筛选辅料、填充剂、崩解剂、吸附剂对鱼油提取物磷脂片的成型工艺进行研究, 并通过比较制粒结果、崩解时限结果以及脆碎度结果, 对配方进行优化, 以及解决油脂类物料制成片剂存在的一些困难, 对后续类似产品在研发中实际应用有一定的指导意义。

## 2 材料与amp;方法

### 2.1 实验材料

#### 2.1.1 实验试剂

DHA 粉鱼油及提取物(美国 DSM 公司); 大豆磷脂粉末(美国 ADM 公司); 二氧化硅(湖州展望药业有限公司); 麦芽糊精(保龄宝生物股份有限公司); 聚维酮 K90、微晶纤维素、交联聚维酮、硬脂酸镁(安徽山河药用辅料股份有限公司); 磷酸氢钙(湖州展望药业有限公司)。

#### 2.1.2 仪器与设备

P102I 压片机(德国菲特公司); YD-35 硬度仪(天津市鑫洲科技有限公司); CS-2 脆碎仪(天津国铭医药); BJ-2 升降式崩解仪(天津市精拓仪器科技有限公司); ME802E 电子天平(赛多利斯科学仪器(北京)有限公司)。

### 2.2 实验方法

#### 2.2.1 方案设计

以油脂类原料 DHA 粉鱼油及提取物、大豆磷脂粉末为配方中主要原料。各方案主要原料的添加量不变, 调整不同种类或不同比例的辅料量, 按设定的生产工艺。对比不同方案工艺的顺应性及产品质量指标。简单生产工艺流程为: 制粒-干燥-压片。

实验方案配方如表 1 所示, 成分均为质量百分数。

#### 2.2.2 样品制备过程:

样品 1~3: 将 DHA 粉鱼油及提取物等主料按照表 1 中的比例投入到湿法制粒机中, 混合至色泽均匀。边搅拌边加入一定量的粘合剂进行制粒, 制成的软材过 12 目筛, 将过筛后的颗粒 55 °C 环境下烘箱干燥。干燥至颗粒水分为 2.5%±0.5% 后使用 14 目筛进行整粒。颗粒整粒后加入微晶纤维素 15%、交联聚维酮 4%、二氧化硅 2%、硬脂酸镁 0.5% 混合至色泽均匀。使用旋转式压片机在相同主压力、相同压片转速的情况下进行压片。将样品装瓶留样后进行相关性研究。

样品 4~5: 将 DHA 粉鱼油及提取物等主料按照表 1 中的比例投入到湿法制粒机中, 混合至色泽均匀。边搅拌边加入一定量粘合剂进行制粒, 制成的软材过 12 目筛, 将过筛后的颗粒 55 °C 环境下烘箱干燥。干燥至颗粒水分为 2.5%±0.5% 后使用 14 目筛进行整粒。颗粒整粒后加入乳糖 25.5%/磷酸氢钙 25.5%、微晶纤维素 15%、交联聚维酮 4%、二氧化硅 1%、硬脂酸镁 0.5% 混合至色泽均匀。使用旋转式压片机在相同主压力、相同压片转速的情况下进行压片。将样品装瓶留样后进行相关性研究。

样品 6~11: 将 DHA 粉鱼油及提取物等主料按照表 1 中的比例[微晶纤维素(添加配方量的 50% 制粒, 剩余的 50% 外加)、二氧化硅(添加配方量的 50% 制粒, 剩余的 50% 外加)]投入到湿法制粒机中, 混合至色泽均匀。边搅拌边加入一定量的粘合剂进行制粒, 制成的软材过 12 目筛, 将过筛后的颗粒 55 °C 环境下烘箱干燥。干燥至颗粒水分为 2.5%±0.5% 后使用 14 目筛进行整粒。颗粒整粒后加入磷酸氢钙、微晶纤维素(添加配方量剩余的 50%, 外加)、交联聚维酮 4%、二氧化硅(添加配方量剩余的 50%, 外加)、硬脂酸镁 0.5% 混合至色泽均匀。使用旋转式压片机在相同主压力、相同压片转速的情况下进行压片。将样品装瓶留样后进行相关性研究。

#### 2.2.3 判定方法

##### (1) 制粒结果比较方法

通过比较湿材干湿度控制的难易程度、过筛时软材是否堵塞筛网、颗粒的干爽程度和颗粒的均匀程度比较制粒的效果。

##### (2) 崩解时限结果比较方法

崩解时限是指固体制剂在规定的介质中, 以规定的方法进行检查全部崩解溶散或成碎粒并通过筛网所需时间的限度。崩解时限检测的方法按照《中华人民共和国药典》2015 年版四部<sup>[15]</sup>崩解时限检查法进行检测, 各片均应在 30 min 内全部崩解。采用升降式崩解仪进行检测, 升降式崩解仪加温至 37 °C, 烧杯内水温控制在(37±1) °C。按 2.2.2 制得 11 个样品, 每个样品随机取 6 片, 吊篮的玻璃管中每个孔放 1 片样品。

表 1 样品配方(%)  
Table 1 Sample formula(%)

| 序号    | DHA 粉鱼油<br>及提取物 | 大豆磷脂<br>粉末 | 微晶纤维素 | 二氧化硅 | 乳糖   | 麦芽糊精 | 预胶化淀粉 | 磷酸氢钙 | 聚维酮 K90 | 交联聚维酮 | 硬脂酸镁 | 粘合剂浓度             |
|-------|-----------------|------------|-------|------|------|------|-------|------|---------|-------|------|-------------------|
| 样品 1  | 30              | 10         | 27    | 2    | 25.5 | —    | —     | —    | 1       | 4     | 0.5  | 10%聚维酮 K90 水溶液    |
| 样品 2  | 30              | 10         | 27    | 2    | —    | 25.5 | —     | —    | 1       | 4     | 0.5  | 10%聚维酮 K90 水溶液    |
| 样品 3  | 30              | 10         | 27    | 2    | —    | —    | 25.5  | —    | 1       | 4     | 0.5  | 10%聚维酮 K90 水溶液    |
| 样品 4  | 30              | 10         | 27    | 2    | 25.5 | —    | —     | —    | 1       | 4     | 0.5  | 10%聚维酮 K90 水溶液    |
| 样品 5  | 30              | 10         | 27    | 2    | —    | —    | —     | 25.5 | 1       | 4     | 0.5  | 10%聚维酮 K90 水溶液    |
| 样品 6  | 30              | 10         | 27    | 2    | —    | —    | —     | 25.5 | 1       | 4     | 0.5  | 10%聚维酮 K9030%乙醇溶液 |
| 样品 7  | 30              | 10         | 27    | 2    | —    | —    | —     | 25.5 | 1       | 4     | 0.5  | 10%聚维酮 K9050%乙醇溶液 |
| 样品 8  | 30              | 10         | 27    | 2    | —    | —    | —     | 25.5 | 1       | 4     | 0.5  | 10%聚维酮 K9075%乙醇溶液 |
| 样品 9  | 30              | 10         | 27    | 4    | —    | —    | —     | 23.5 | 1       | 4     | 0.5  | 10%聚维酮 K9075%乙醇溶液 |
| 样品 10 | 30              | 10         | 15    | 2    | —    | —    | —     | 37.5 | 1       | 4     | 0.5  | 10%聚维酮 K9075%乙醇溶液 |
| 样品 11 | 30              | 10         | 35    | 2    | —    | —    | —     | 17.5 | 1       | 4     | 0.5  | 10%聚维酮 K9075%乙醇溶液 |

注: —表示未添加该物质。

### (3) 脆碎度检测方法

片剂脆碎度是反映片剂抗震耐磨能力的指标, 脆碎度检测按照《中华人民共和国药典》2015 年版四部片剂脆碎度检查法进行检测。采用脆碎仪进行检测, 按 2.2.2 所制得的 11 个样品, 每个样品随机取 10 片。吹去片剂脱落的粉末, 精密称重, 置圆筒中, 转动 100 次。取出, 同法除去粉末, 精密称重, 减失重量不得过 1%, 且不得检出断裂、龟裂及粉碎的片。

## 3 结果与分析

### 3.1 软材制粒结果

湿法制粒是在原料粉末中加入粘合液进行制粒的方

法。由湿法制成的颗粒经过表面润湿, 因此其表面性质较好, 外形美观, 耐磨性较强、压缩成形性好, 在制药工业生产中应用最为广泛。制粒是为改善粉末流动性而使较细颗粒团聚成粗粉团粒的工艺, 几乎所有的固体制剂的制备过程都离不开制粒过程。制软材是挤出法制粒中最关键的一步, 判断标准为握之成团、轻压即散。粘合剂的选择是制软材操作的关键, 粘合剂的种类, 浓度配比及用量等影响软材成粒效果。软材制粒结果见表 2。从表 2 可知, 样品 1~5 制粒过程中, 软材容易过湿, 不好控制软材的干湿度。软材过筛时, 堵筛网无法过筛。样品 7~11 制粒过程中, 较好控制软材的干湿度, 可握之成团、轻压即散。软材过筛时无堵筛网现象, 颗粒较干爽且粒度均匀, 经比较, 样品 7~11 的配方方案较优。

表 2 软材制粒结果  
Table 2 Granulation of soft material

| 序号    | 制备软材制粒结果                            |
|-------|-------------------------------------|
| 样品 1  | 软材易过湿, 堵筛网无法过筛, 需干燥后再过筛 12 目、颗粒粒度不均 |
| 样品 2  | 软材易过湿, 堵筛网无法过筛, 需干燥后再过筛 12 目、颗粒粒度不均 |
| 样品 3  | 软材易过湿, 堵筛网无法过筛, 需干燥后再过筛 12 目、颗粒粒度不均 |
| 样品 4  | 软材易过湿, 堵筛网无法过筛, 需干燥后再过筛 12 目、颗粒粒度不均 |
| 样品 5  | 软材易过湿, 堵筛网无法过筛, 需干燥后再过筛 12 目、颗粒粒度不均 |
| 样品 6  | 软材稍有点粘湿, 可直接过筛 12 目、颗粒稍有点粘湿。        |
| 样品 7  | 软材合适, 可直接过筛 12 目、颗粒较干爽。颗粒粒度均匀       |
| 样品 8  | 软材合适, 可直接过筛 12 目、颗粒较干爽。颗粒粒度均匀       |
| 样品 9  | 软材合适, 可直接过筛 12 目、颗粒较干爽。颗粒粒度均匀       |
| 样品 10 | 软材合适, 可直接过筛 12 目、颗粒较干爽。颗粒粒度均匀       |
| 样品 11 | 软材合适, 可直接过筛 12 目、颗粒较干爽。颗粒粒度均匀       |

### 3.2 崩解时限结果

测得崩解时限数据见表 3。数据显示, 样品 1~5 的硬度虽然较低, 在  $11.2 \text{ kg/cm}^2$  以下, 但是崩解时限为 32~41 min, 崩解时间较长样品 7~11 的硬度为  $15.6\sim 20.6 \text{ kg/cm}^2$ , 崩解时限在 18 min 以下, 可以达到预期效果。在压片的过程中, 同等压力的情况下, 片子硬度越大, 崩解时限越短, 产品的配方工艺越好。

### 3.3 脆碎度结果

测得脆碎度及硬度数据见表 4。数据显示, 样品 1~5 的硬度比较低, 在  $11.2 \text{ kg/cm}^2$  以下, 脆碎度较高且有断片。样品 7~11 的硬度  $15.6\sim 20.6 \text{ kg/cm}^2$ , 脆碎度 0.26% 以下, 可以达到预期效果。

表 3 不同配方样品的崩解时限( $n=6$ )

Table 3 Disintegrating time limit of samples with different formulations ( $n=6$ )

| 序号    | 崩解时限/min | 硬度/( $\text{kg/cm}^2$ ) |
|-------|----------|-------------------------|
| 样品 1  | 38       | 3.8~5.7                 |
| 样品 2  | 41       | 3.0~5.2                 |
| 样品 3  | 37       | 3.4~6.2                 |
| 样品 4  | 34       | 5.4~8.6                 |
| 样品 5  | 32       | 8.3~11.2                |
| 样品 6  | 23       | 13.2~15.7               |
| 样品 7  | 17       | 16.7~18.1               |
| 样品 8  | 15       | 17.1~20.6               |
| 样品 9  | 16       | 17.3~20.1               |
| 样品 10 | 15       | 18.0~20.3               |
| 样品 11 | 17       | 15.60~17.7              |

表 4 不同配方样品的硬度及脆碎度  
Table 4 Hardness and brittleness of samples with different formulations

| 序号    | 硬度/(kg/cm <sup>2</sup> ) | 脆碎度/% |
|-------|--------------------------|-------|
| 样品 1  | 3.8 ~ 5.7                | 断片    |
| 样品 2  | 3.0 ~ 5.2                | 断片    |
| 样品 3  | 3.4 ~ 6.2                | 断片    |
| 样品 4  | 5.4 ~ 8.6                | 断片    |
| 样品 5  | 8.3 ~ 11.2               | 1.12  |
| 样品 6  | 13.2 ~ 15.7              | 0.52  |
| 样品 7  | 16.7 ~ 18.1              | 0.26  |
| 样品 8  | 17.1 ~ 20.6              | 0.11  |
| 样品 9  | 17.3 ~ 20.1              | 0.07  |
| 样品 10 | 18.0 ~ 20.3              | 0.09  |
| 样品 11 | 15.6 ~ 17.7              | 0.12  |

### 3.4 结果综合分析

由以上表数据可得: 样品 1~3 配方使用乳糖、麦芽糊精、预胶化淀粉作为填充剂, 10%聚维酮 K90 水溶液作为粘合剂, 二氧化硅全部外加混合。制粒过程中软材易过湿, 粘性较强。软材过筛时堵筛网, 无法过筛, 需烘箱干燥将部分水分去除后再过 12 目筛网。试产出的样品, 片剂硬度 3.0~6.2 kg/cm<sup>2</sup>, 硬度很差, 检测产品的脆碎度时有断片现象。崩解时限为 37~41 min, 崩解时间较长。

样品 4~11 配方使用磷酸氢钙、微晶纤维素作为填充剂, 调整不同比例不同浓度的聚维酮 K90 乙醇溶液作为粘合剂, 二氧化硅部分制粒, 部分外加混合。制粒过程中软材握之成团触之即散, 软材过筛时无堵筛网现象, 颗粒较干爽。试产出的样品, 片剂硬度有所提高, 脆碎度呈下降趋势。样品 7~11 片子硬度为 16.7~20.6 kg/cm<sup>2</sup>, 大大提高了片剂的硬度, 检测产品的脆碎度 < 0.5%。符合产品质量, 生产工艺可操作性强, 达到预期目标。

本次实验中, 应用微晶纤维素、二氧化硅辅料特性如下: 微晶纤维素是天然纤维素经稀酸水解至极限聚合度的可自由流动的极细微的短棒状或粉末状多孔状颗粒<sup>[16]</sup>。由于具有较低聚合度和较大的比表面积等特殊性质, 因此, 它是片剂生产中广泛使用的一种辅料, 能够提高片剂的硬度, 由于微晶纤维素为粉末状多孔状颗粒且较大的比表面积对油脂有较大的吸附性。二氧化硅(俗称微粉硅胶)是一种流动性好、纯度高、无污染的白色粉末, 具有粒径小, 比表面积大、孔隙多等特点。能产生显著的吸附作用, 可作吸附剂或吸油剂使用<sup>[17,18]</sup>。

## 4 结论与讨论

本研究对鱼油提取物磷脂片配方及制剂的工艺方法进行研究。通过对比实验分析出优选磷酸氢钙、微晶纤维素、二氧化硅等为主要辅料, 可提高产品可压性及崩解效果, 经检测片剂硬度可达到 15.6~20.6 kg/cm<sup>2</sup>, 检测产品的脆碎度 < 0.5%, 符合产品质量要求, 且生产工艺可操作性强。本文优选的制剂方法稳定可行, 为鱼油提取物磷脂片制备工艺的确定及生产的控制提供了科学的实验依据, 同时为油脂类物料制成片剂的制备工艺提供参考依据。

### 参考文献

- [1] 张渊超, 孙钦秀, 魏帅, 等. 超高压结合酶解法提取鱼油工艺优化[J]. 广东海洋大学学报, 2020, 40(2): 71-76.  
Zhang YC, Sun QX, Wei S, *et al.* Optimization of extraction parameter of fish oil by ultra-high pressure combined with enzymatic hydrolysis [J]. J Guangdong Ocean Univ, 2020, 40(2): 71-76.
- [2] 何婷, 孙佰玲.  $\omega$ -3 鱼油脂肪乳对克罗恩病患者营养状态及诱导缓解成功率的影响[J]. 现代消化及介入诊疗, 2019, 24(12): 1445-1448.  
He T, Sun BL. Effects of omega-3 fish oil fat milk on nutritional status and success rate of induced remission in patients with crohn's disease [J]. Mod Dig Intervention, 2019, 24(12): 1445-1448.
- [3] 何林秀, 孙明立, 边竞, 等.  $\omega$ -3 鱼油脂肪乳对环磷酰胺所致小鼠胃黏膜损伤的保护作用[J]. 中国医科大学学报, 2015, 44(12): 1090-1093.  
He LX, Sun ML, Bian J, *et al.* Protective effect of omega-3 fish oil fat milk on gastric mucosal damage induced by cyclophosphamide in mice [J]. J China Med Univ, 2015, 44(12): 1090-1093.
- [4] 宋家玉, 陈金东, 刘文杰, 等. 毛细管气相色谱法测定鱼油食品中的脂肪酸 DHA、EPA [J]. 化学分析计量, 2013, 22(4): 53-56.  
Song JY, Chen JD, Liu WJ, *et al.* Determination of DHA and EPA in fish oil by capillary gas chromatography [J]. Chem Anal Meter, 2013, 22(4): 53-56.
- [5] 赵霞, 闫善信. 利用气相色谱法分析不同萃取方法对鱼油中 EPA、DHA 含量的影响[J]. 中国医疗器械信息, 2019, 25(18): 7-8.  
Zhao X, Yan SX. Effects of different extraction methods on the contents of EPA and DHA in fish oil analyzed by gas chromatography [J]. China Med Device Inf, 2019, 25(18): 7-8.
- [6] 王雷, 王顺, 孙书红, 等. 高脂喂食对自发性高血压大鼠动脉内皮功能的影响及鱼油的干预作用[J]. 中国心血管杂志, 2019, 24(6): 554-558.  
Wang L, Wang S, Sun SH, *et al.* Effect of fish oil on endothelial function in SHR rats with high-fat diet [J]. Chin J Cardiovasc Med, 2019, 24(6): 554-558.
- [7] 雷占兰, 刘爱琴, 叶双明, 等. Omega-3 多不饱和脂肪酸性质、功能及主要应用[J]. 中国食品添加剂, 2019, (10): 122-130.  
Lei ZL, Liu AQ, Ye SM, *et al.* Properties, functions and main applications of omega-3 polyunsaturated fatty acids [J]. Chin Food Addit, 2019, (10): 122-130.
- [8] 刘雯雯, 刘梅林.  $\omega$ -3 多不饱和脂肪酸预防心血管疾病的临床研究进展[J]. 中国心血管杂志, 2018, (6): 510-514.  
Liu WW, Liu ML. Clinical research progress of omega-3 polyunsaturated fatty acids in the prevention of cardiovascular disease [J]. Chin J Cardiovasc Med, 2018, (6): 510-514.

- [9] 黄昭先, 陈靓, 王翔宇, 等. 过滤介质对大豆浓缩磷脂透明度的影响[J]. 农产品加工, 2020, (1): 56–59.  
Huang ZX, Chen L, Wang XY, *et al.* Effect of filtration medium on the transparency of soybean lecithin concentrate [J]. *Farm Prod Proc*, 2020, (1): 56–59.
- [10] 黄昭先, 陈靓, 王翔宇, 等. 过氧化氢对大豆浓缩磷脂色泽的影响[J]. 粮食与油脂, 2020, 33(1): 58–60.  
Huang ZX, Chen L, Wang XY, *et al.* Effect of hydrogen peroxide on color of soybean lecithin concentrate [J]. *Cere Oils*, 2020, 33(1): 58–60.
- [11] 罗舒蕾, 张树冰. 大豆的有效成分及其作用[J]. 湖南农业科学, 2019, (12): 103–107.  
Luo SL, Zhang SB. The active ingredient of soybean and its action [J]. *Hunan Agric Sci*, 2019, (12): 103–107.
- [12] 王海波, 莫紫梅, 袁光蔚, 等. 高效液相色谱法测定磷脂软胶囊中磷脂酰胆碱、磷脂酰肌醇、磷脂酰乙醇胺的含量[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(2): 579–585.  
Wang HB, Mo ZM, Yuan GW, *et al.* Determination of phosphatidyl choline, phosphatidyl inositol and phosphatidyl ethanolamine in phosphatidyl soft capsule by HPLC [J]. *J Food Saf Qual*, 2020, 11(2): 579–585.
- [13] 崔晓鸽, 曹伶俐, 侯佳威, 等. 白杨素磷脂复合物的制备及其药动学行为[J]. 中成药, 2017, 39(5): 934–939.  
Cui XG, Cao LL, Hou JW, *et al.* Preparation and pharmacokinetic behavior of astaxanthin complexes [J]. *Chin Tradit Patent Med*, 2017, 39(5): 934–939.
- [14] 危娟. 磷脂酰丝氨酸中老年配方奶粉的研究[J]. 食品工业, 2017, 38(6): 22–25.  
Wei J. Study on the aged formula of phosphatidyl serine [J]. *Food Ind*, 2017, 38(6): 22–25.
- [15] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典 四部[M].北京: 中国医药科技出版社, 2015.  
Chinese Pharmacopoeia Commission. *Pharmacopoeia of the People's Republic of China Part 4* [M]. Beijing: China Medical Science Press
- [16] 庞军浩, 常江, 王宇, 等. 微晶纤维素研究进展[J]. 化学工程师, 2017, 31(9): 29–31.  
Peng JH, Chang J, Wang Y, *et al.* Research progress of microcrystalline cellulose [J]. *Chem Eng*, 2017, 31(9): 29–31.
- [17] 张芳, 韩丽, 张定堃, 等. 影响微粉硅胶粉体学性质的因素浅析及其在制剂应用中的研究[J]. 中国实验方剂学杂志, 2014, 20(6): 223–227  
Zhang F, Han L, Zhang DK, *et al.* A brief analysis of the factors affecting the properties of silica gel powder and its application in preparation [J]. *Chin J Exp Formulae*, 2014, 20(6): 223–227
- [18] 门靖, 贾玮, 王伟, 等. 药用辅料二氧化硅在医药制剂中的应用研究进展[J]. 有机硅材料, 2018, 32(5): 416–420.  
Men J, Jia W, Wang W, *et al.* Advances in the application of silicon dioxide as pharmaceutical auxiliary material in pharmaceutical preparations [J]. *Organosilicon Mater*, 2018, 32(5): 416–420.

(责任编辑: 李磅礴)

## 作者简介



黄仪友, 中药师, 主要研究方向为保健食品应用。  
E-mail: 215816694@qq.com



黄玲, 中级质量工程师, 主要研究方向为保健食品应用。  
E-mail: huangling@by-health.com



杨敏, 工程师, 主要研究方向为食品安全管理。  
E-mail: 972686598@qq.com