

大豆分离蛋白及大豆浓缩蛋白喷涂造粒 生产实践及工艺对比

郑峰^{1,2}, 王文昕^{1,2}, 吴畏^{1,2}, 林凤岩^{1,2}, 黄永娜^{1,2}

(1. 山东凯斯达机械制造有限公司, 山东 济宁 272000; 2. 济宁市机械设计研究院有限公司, 山东 济宁 272000)

摘要:旨在优化大豆蛋白粉的生产工艺流程,介绍了大豆分离蛋白和大豆浓缩蛋白的3种喷涂造粒工艺(流化床喷涂造粒工艺、高效混合机喷涂造粒工艺、风运管道喷涂造粒工艺)的生产工艺流程以及工艺特点,并对比分析这3种喷涂造粒工艺的优缺点。如果只从蛋白粉的不飞扬性考虑,风运管道喷涂造粒工艺具有更大的优势;如果从蛋白粉的不飞扬性及蛋白的功能性两方面考虑,则采用流化床喷涂造粒工艺更合适。

关键词:大豆分离蛋白;大豆浓缩蛋白;喷涂;造粒

中图分类号:TS223; TS208

文献标识码:B

文章编号:1003-7969(2024)07-0146-04

Production practice and process comparison of spray granulation technology of soybean protein isolate and soybean protein concentrate

ZHENG Feng^{1,2}, WANG Wenxin^{1,2}, WU Wei^{1,2},
LIN Fengyan^{1,2}, HUANG Yongna^{1,2}

(1. Shandong Chemsta Machinery Manufacturing Co., Ltd., Jining 272000, Shandong, China;

2. Jining Machinery Design and Research Institute Co., Ltd., Jining 272000, Shandong, China)

Abstract: In order to optimize the production process of soybean protein powder, production process and process characteristics of three spraying granulation processes (fluidized bed spraying granulation process, high efficiency mixer spraying granulation process, air pipeline spraying granulation process) of soybean protein isolate and soybean protein concentrate were introduced. The advantages and disadvantages of these three spraying granulation processes were compared and analyzed. If only considering the non-flying of protein powder, the air pipeline spraying granulation process has greater advantages. If considering from the two aspects of non-flying and protein function, the fluidized bed spraying granulation process is more suitable.

Key words: soybean protein isolate; soybean protein concentrate; spray; granulation

我国是大豆分离蛋白及大豆浓缩蛋白主产国,在满足国内需求的情况下,大部分的大豆分离蛋白及大豆浓缩蛋白出口到俄罗斯、日本等国家及其他欧美地区。大豆分离蛋白一般采用碱溶酸沉的工艺

提取,然后经过杀菌、喷雾干燥得到粉状蛋白,其蛋白质含量约为90%^[1]。大豆浓缩蛋白分为醇法大豆浓缩蛋白及酸法大豆浓缩蛋白,经过改性后的大豆浓缩蛋白具有一定的凝胶性和较好的乳化性,蛋白质含量一般不低于68%^[2]。近年来,大豆分离蛋白和大豆浓缩蛋白因其高蛋白质、低脂等特点,以及具有补钙、降胆固醇等功能而受到广泛关注,且其还可作为食品添加剂,广泛应用于肉制品、乳制品、植物基素肉等食品行业^[3],具有良好的应用前景。

为改善大豆蛋白粉的使用特性,使其在后续使

收稿日期:2023-04-24;修回日期:2024-04-08

基金项目:山东省重点研发计划(重大科技创新工程)(2022CXGC010602)

作者简介:郑峰(1981),男,工程师,主要从事植物蛋白工程方面的工作(E-mail:jclhhappy@163.com)。

通信作者:林凤岩,研究员(E-mail)13395376101@163.com。

用过程中不产生粉尘飞扬,减少粉尘污染,改善生产环境,对大豆分离蛋白及大豆浓缩蛋白进行喷涂造粒,即喷入微量油脂或磷脂,使油脂或磷脂附着在蛋白粉颗粒表面,蛋白粉颗粒之间产生相互吸附作用,从而促使蛋白粉在使用过程中不产生粉尘飞扬,同时增加营养特性,改善蛋白粉的功能性。

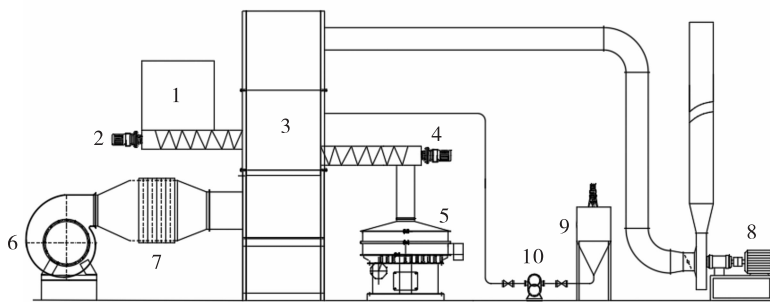
国内大豆分离蛋白及大豆浓缩蛋白生产企业的蛋白粉喷涂造粒工艺主要有3种:流化床喷涂造粒

工艺、高效混合机喷涂造粒工艺和风运管道喷涂造粒工艺。本文将分别对3种蛋白粉喷涂造粒工艺的生产工艺流程、工艺特点进行介绍,以期为企业优化蛋白粉生产工艺提供参考。

1 流化床喷涂造粒工艺

1.1 工艺流程

蛋白粉流化床喷涂造粒工艺流程如图1所示。



注:1. 造粒暂存罐;2. 定量进料绞龙;3. 流化床;4. 出料定量绞龙;5. 振动筛;6. 造粒塔进风机;7. 热风加热器;8. 造粒塔引风机;9. 乳化罐;10. 定量泵

图1 流化床喷涂造粒工艺流程

由图1可知,流化床喷涂造粒工艺包括4个单元:第一个单元为蛋白粉定量进料单元,由造粒暂存罐和定量进料绞龙组成,使蛋白粉均匀地进入流化床;第二个单元为流化床单元,由造粒塔进风机、热风加热器、流化床及造粒塔引风机组成,蛋白粉在流化床内完成油脂喷涂及表面水分干燥,形成颗粒蛋白;第三个单元为油脂喷涂单元,由乳化罐及定量泵组成,实现油脂定量均匀地喷入流化床;第四个单元为筛分单元,筛除在流化床内形成的不合格大颗粒。

流化床喷涂造粒工艺流程说明如下。

(1)在高速搅拌的乳化罐中加入70℃的热水和油脂、粉末磷脂(或液体磷脂),形成质量分数为4%~8%磷脂和油脂的乳液,乳液在使用过程中,乳化罐搅拌一直运行,以防止乳液分层。

(2)经过喷雾干燥塔热风干燥后的蛋白粉首先经过振动筛筛除大颗粒及杂质,振动筛一般选择圆振筛,筛网尺寸为0.45 mm(40目),然后风运至造粒暂存罐。再经过定量进料绞龙进入流化床,流化床设计有进风机和引风机,进风机进口设计有空气过滤器,出口设计有热风加热器,空气首先经过空气过滤器去除其中的杂质,然后进入热风加热器,加热至60~90℃的热风进入流化床与蛋白粉接触,通过调整进风机和引风机的风量,控制流化床中的风压为微负压,保持蛋白粉在造粒流化床中为沸腾状态,同时开启乳液定量泵,定量输送乳液到流化床

的喷枪,喷枪中同时通入压缩空气把乳液雾化成液滴,喷涂在沸腾的蛋白粉表面,同时热风会瞬间把蛋白粉表面喷涂的水分干燥,只留油脂或磷脂在蛋白粉表面,实现蛋白粉的喷涂造粒,经过喷涂造粒后的蛋白粉通过出料定量绞龙输出,风运到振动筛,筛除喷涂造粒过程中形成的不合格大颗粒,以得到合格颗粒度的蛋白粉。

(3)热风在干燥完蛋白粉后进入流化床本身的布袋除尘器,热风中夹带的蛋白粉被截留,重新回到流化床,经过除尘器的热风通过引风机被排到室外。

1.2 工艺特点

流化床喷涂造粒工艺的优点为油脂或磷脂的喷涂量大,可达到0.08%~0.20%,喷涂后蛋白粉的颗粒度比较均匀,喷涂前后颗粒度降低约1%。但也存在蒸汽消耗和电耗大、操作复杂、经过除尘器排放的热风会造成一定的蛋白粉损失以及整体设备投资较高等缺点。

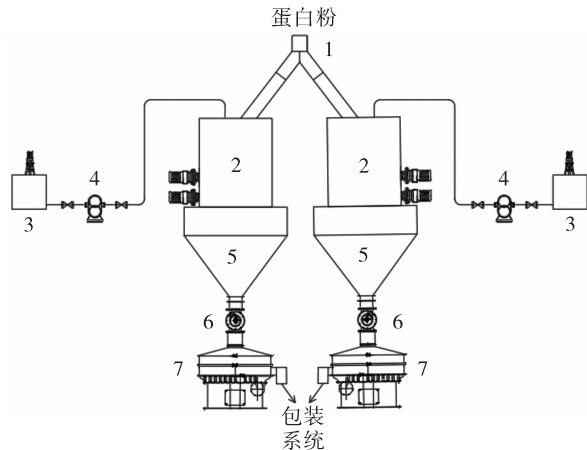
2 高效混合机喷涂造粒工艺

2.1 工艺流程

蛋白粉高效混合机喷涂造粒工艺流程如图2所示。

由图2可知,高效混合机喷涂造粒工艺由5个单元组成:第一个单元为转换单元,实现蛋白粉向两个高效混合机转换;第二个单元为混合单元,在高效混合机内完成蛋白粉与油脂的混合;第三个单元为

油脂喷涂单元,由油脂暂存罐和定量泵组成,实现油脂定量均匀地喷入高效混合机;第四个单元为成品储存单元,由蛋白粉成品罐和定量进料阀组成,实现喷涂后的蛋白粉暂存缓冲并定量进入筛分单元,防止进入筛分系统的蛋白粉流量不稳定;第五个单元为筛分单元,筛出混合过程中形成的不合格大颗粒。



注:1.三通转向阀;2.高效混合机;3.油脂暂存罐;4.油脂喷液泵;5.蛋白粉成品罐;6.定量进料阀;7.振动筛

图2 高效混合机喷涂造粒工艺流程

高效混合机喷涂造粒工艺流程说明如下。

(1)从喷雾干燥塔出来的蛋白粉,首先经过振动筛筛除大颗粒杂质,振动筛一般选择圆振筛,筛网尺寸为 0.45 mm (40目)。筛分后的蛋白粉被风运到高效混合机顶部的除尘器,风运过程具有降温和输送的双重作用,风运后的蛋白粉温度降到 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右。除尘器出来的蛋白粉进入磁选器,去除金属杂质,同时把油脂、磷脂或油脂和磷脂的混合液装入油脂暂存罐备用。

(2)一般用于蛋白喷涂造粒的高效混合机为水平式双螺旋混合机或立式锥体型双螺旋混合机。螺旋混合机一般为间歇式混合,因此采用两台螺旋混合机搭配使用,当其中一台螺旋混合机进料时,另一台螺旋混合机进行喷涂混合,这样能够保证生产的连续性。一般螺旋混合机安装有控制进料的承重传感器,保证喷涂后产品的均匀性。经过磁选器去除金属杂质后的蛋白粉,进入三通转向阀,根据生产情况,三通转向阀出料通道转向1号高效混合机,根据高效混合机的承重模块显示,当1号高效混合机装满物料后,三通转向阀关闭1号高效混合机的物料通道,开启2号高效混合机的物料通道,2号高效混合机开始进蛋白粉,而1号高效混合机开启螺旋桨叶开始混合蛋白粉,同时开启油脂喷液泵把油脂输送到高效混合机的雾化喷枪,把油脂雾化成液滴,均匀地喷涂在不断翻滚的蛋白粉上,一般油脂喷涂量

$0.03\% \sim 0.05\%$,喷涂油脂完成后,关闭油脂喷液泵,开启1号高效混合机底部的出料阀门,把喷涂后的蛋白粉暂存到蛋白粉成品罐中,当1号高效混合机放料完成后,关闭出料阀门备用,当2号高效混合机根据承重传感器显示进料完成后,三通转向阀再次开启去1号高效混合机的物料通道,关闭2号高效混合机的物料通道,1号高效混合机再次开始进蛋白粉,2号高效混合机则开始新的喷涂过程。这样通过两台高效混合机的交替运行,实现蛋白粉连续喷涂造粒生产过程。

(3)从高效混合机进入成品罐的喷涂后的蛋白粉,再次定量进入振动筛筛除喷涂造粒过程中产生的大颗粒物,由于喷涂油脂后的蛋白粉具有一定的黏性,流动性变差,此处振动筛一般采用圆振筛或气旋筛,筛网尺寸为 0.85 mm (20目),筛分后粒度合格的蛋白粉进入包装系统进行包装。

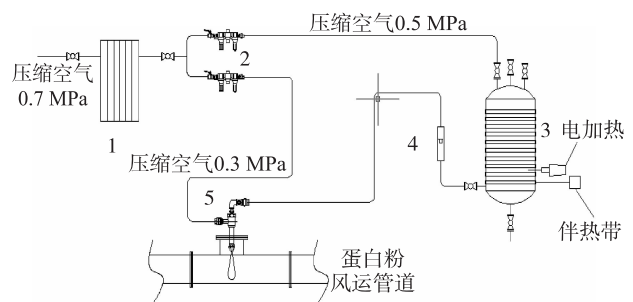
2.2 工艺特点

高效混合机喷涂造粒工艺的优点是操作简单,喷涂后蛋白粉产品的均匀性较好,且能耗低,在整个喷涂过程没有蒸汽消耗及蛋白粉损失。缺点是喷涂量不大,一般为 $0.03\% \sim 0.05\%$,如果喷涂量过大,在喷涂造粒过程中会形成大颗粒蛋白粉,降低蛋白粉的颗粒度,且设备投资大。一般国产高效混合机与进口知名品牌高效混合机的混合精度存在差异,要想实现高质量的喷涂混合过程,一般采用进口知名品牌的高效混合机,成本也较高。

3 风运管道喷涂造粒工艺

3.1 工艺流程

蛋白粉的风运管道喷涂造粒工艺流程如图3所示。



注:1.压缩空气超滤过滤器;2.压缩空气调压阀;3.压力储罐(存储油脂、磷脂);4.流量计;5.喷涂系统(喷枪、喷嘴及风运管道)

图3 风运管道喷涂造粒工艺流程

由图3可知,风运管道喷涂造粒工艺流程包括5个单元:第一个单元为压缩空气无菌过滤系统,通过超滤级别的管道过滤器,过滤压缩空气中的微生物

物及杂质,防止污染与空气接触的油脂、磷脂及蛋白粉;第二个单元为压缩空气恒压调整系统,包括两个恒压调节阀,把过滤后 0.7 MPa 的压缩空气通过调节阀分别调整至 0.5 MPa 和 0.3 MPa,0.5 MPa 的压缩空气通向油脂、磷脂压力储罐,0.3 MPa 的压缩空气通向喷涂系统,通过这两部分的压力差,把压力储罐中的油脂、磷脂送到喷涂系统;第三个单元为带有杀菌功能的液体压力储罐,用于存储油脂、磷脂,由不锈钢压力储罐、可调式中温电伴热带及电加热管组成,不锈钢储罐设计压力 0.8 MPa,筒体缠绕中温电伴热带(60~120℃),同时罐内设计电加热管;第四个单元为液体定量系统,由不锈钢管道及玻璃转子流量计组成;第五个单元为向蛋白粉喷涂油脂及磷脂系统,由喷枪、喷嘴及蛋白粉风运管道组成。本装置喷涂部分设计在蛋白粉干燥以后的风运管道上,采用压力式扇形喷嘴,在风运管道的截面上实现雾化后的液滴和蛋白粉体的接触,并通过一定直段风运管道,实现充分混合均匀的过程。

风运管道喷涂造粒工艺流程说明如下。

(1)首先通过压力储罐的加液阀门,向压力储罐中加入按照 1:1 比例混合好的油脂和磷脂,然后关闭阀门,开启压力储罐的电伴热带,使油脂和磷脂升温,在降低其黏度的同时,防止微生物的滋生。喷涂量为 0.02%~0.05%,每次配制 24 h 的用量。

(2)开启蛋白粉风运系统,然后开启压缩空气阀门,经过超滤过滤器过滤后的压缩空气,通过两路调节阀,调整通向压力储罐的压缩空气压力为 0.5 MPa 以及通向喷涂系统的压缩空气压力为 0.3 MPa;开启油脂管道流量计阀门,根据蛋白粉的输送量,调整油脂和磷脂流量为蛋白粉量的 0.2%~0.5%,向蛋白粉中喷涂油脂和磷脂。

(3)当生产结束后,关闭压缩空气,关闭蛋白粉风运系统,打开压力储罐排污阀门,排放油脂和磷脂。打开电加热,对压力储罐及液体管道进行蒸汽杀菌。杀菌完成后,关闭电加热,并打开排污阀,排掉压力储罐中的液体。

3.2 工艺特点

风运管道喷涂造粒工艺的优点是设备投资低,整个工艺没有过于复杂的设备,借用蛋白粉的风运管道即可,且操作简单,喷涂过程对蛋白粉的粒度影响较小。利用压缩空气在压力储罐和喷枪之间的压力差,恒压输送液体,解决了采用机械泵输送微量液体因流量脉动变化造成喷涂不均匀的难题,整个喷涂造粒过程没有动力消耗及蒸汽消耗。缺点是喷涂量低,喷涂量为 0.02%~0.05%,过大的喷涂量会

造成风运管道污染油脂及影响蛋白粉的颗粒度。

4 3种喷涂造粒工艺对比及分析

为解决后续使用过程的粉尘飞扬问题和提高产品的功能性,目前 90% 以上的大豆分离蛋白及大豆浓缩蛋白产品需要喷涂油脂或磷脂进行造粒,将以上 3 种喷涂造粒工艺应用于各蛋白粉生产厂家,以每小时生产 700~1 000 kg 蛋白粉的喷涂造粒系统为例,其能耗、喷涂量和大体投资对比如表 1 所示。

表 1 3种喷涂造粒工艺的能耗及喷涂量

工艺	装机功率/kW	蒸汽消耗/(kg/h)	喷涂量/%	投资/万元
流化床喷涂造粒	45	350~450	0.08~0.20	120
高效混合机喷涂造粒	22	0	0.03~0.05	80
风运管道喷涂造粒	0	0	0.02~0.05	5

由表 1 可以看出:如果只从解决蛋白粉的不飞扬性方面考虑,高效混合机喷涂造粒工艺和风运管道喷涂造粒工艺比较合适,但从投资成本及生产成本综合考虑,风运管道喷涂造粒工艺具有更大的优势;如果从蛋白粉的不飞扬性及蛋白功能性两方面考虑,需要喷涂比例高的油脂或磷脂,则采用流化床喷涂造粒工艺更合适,会生产出品质更高的蛋白粉,但同时生产成本也会升高。根据以上 3 种工艺对比分析:大豆分离蛋白喷涂造粒工艺应该选取风运管道喷涂造粒工艺及高效混合机喷涂造粒工艺,因为大豆分离蛋白蛋白质含量高,变性程度低,其本身具有较好的功能性,可以通过低喷涂量实现蛋白粉的不飞扬性,方便后续加工使用;大豆浓缩蛋白喷涂造粒工艺应该选取流化床喷涂造粒工艺,因为大豆浓缩蛋白蛋白质含量低,变性程度大,可以通过大喷涂量增加产品功能性,同时实现蛋白粉的不飞扬性。

5 结语

蛋白粉喷涂的目的是实现蛋白粉的不飞扬性或增加产品的功能性,如果只从蛋白粉的不飞扬性考虑,风运管道喷涂造粒工艺具有更大的优势;如果从蛋白粉的不飞扬性及蛋白的功能性两方面考虑,则采用流化床喷涂造粒工艺更合适。

参考文献:

- [1] 刘静雪,梁雪寒,张国旗,等.大豆分离蛋白在肉制品中的应用研究[J].粮食加工,2023,48(1):41-44.
- [2] 许慧,郑环宇,朱秀清,等.大豆浓缩蛋白改性及应用前景分析[J].食品科学,2012,33(9):331-334.
- [3] 罗鹏,祁春利,陈红莉,等.大豆分离蛋白的中试实践及其在食品工业中的应用[J].农产品加工,2015(11):47-48,51.