

# 进口大豆有机杂质灭活系统的研究和应用

方世文<sup>1</sup>, 钱雨<sup>1</sup>, 刘文文<sup>1</sup>, 张玉琛<sup>1</sup>, 张桢琦<sup>1</sup>, 王兴国<sup>2</sup>

(1. 迈安德集团有限公司, 江苏扬州 225127; 2. 江南大学食品学院, 江苏无锡 214122)

**摘要:**介绍了进口大豆有机杂质灭活系统的研究和应用情况,包括有机杂质灭活工艺、有机杂质灭活设备、有机杂质灭活系统的应用及经济效益等。在满足有机杂质中可能含有的检疫性有害生物灭活的条件下,确保灭活后的有机杂质通过出入境检验检疫局的检测且脲酶低于0.1 U/g,达到添加到豆粕中的标准,实现提升企业经济效益和保护生态环境的双赢。

**关键词:**进口大豆;有机杂质;灭活;脲酶

中图分类号:TS228;TS203

文献标识码:A

文章编号:1003-7969(2021)08-0147-03

## Research and application of sterilization system for organic impurities from imported soybean

FANG Shiwen<sup>1</sup>, QIAN Yu<sup>1</sup>, LIU Wenwen<sup>1</sup>, ZHANG Yuchen<sup>1</sup>,  
ZHANG Zhenqi<sup>1</sup>, WANG Xingguo<sup>2</sup>

(1. Myande Group Co., Ltd., Yangzhou 225127, Jiangsu, China; 2. School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, Jiangsu, China)

**Abstract:** The research and application of sterilization system for organic impurities from imported soybean were introduced, including sterilization process, sterilization equipment, application of sterilization system and economic returns. Under the circumstance of meeting sterilization request by CIQ for inactivation of the possible quarantine harmful organisms, it ensured the sterilization result of the organic impurities could pass CIQ test and urease was less than 0.1 U/g, meeting the standard of adding the organic impurities back into the soybean meal. It eventually created a win-win situation for improving enterprise benefit and environment protection.

**Key words:** imported soybean; organic impurity; sterilization; urease

随着经济的快速发展,我国已经成为世界上最大的大豆进口国,同时也是最大的大豆加工国之一,其中进口大豆加工量占国内大豆总加工量的90%以上。我国进口大豆量不断增加,并一直持续处于高位,进口大豆以巴西、美国、阿根廷等国家为主<sup>[1]</sup>。

入境的大豆必须经过筛选去除大豆中的杂质,才能去生产线生产。这些杂质主要分为无机杂质、有机杂质和含油杂质。无机杂质主要有石子、泥土、金属等;有机杂质主要有豆荚、秸秆、皮壳等;含油杂质主要有炭化豆、霉变豆、半粒豆、其他油料等<sup>[2]</sup>。

国内大豆加工厂对于进口大豆杂质的处理方式大多为在当地出入境检验检疫部门备案,在环保部门及出入境检验检疫部门的监督下运到指定地点进行焚烧,这不仅对环境造成污染,且自费焚烧可利用的有机杂质也属于双重浪费。针对这些问题,依照出入境检验检疫行业标准的要求,设计进口大豆有机杂质灭活系统,以达到降低加工运营成本,回收可用杂质,提升经济效益的目的,并对已建的、在生产中的有机杂质灭活系统的应用状况进行介绍,便于行业内推广。

### 1 有机杂质的处理现状

目前,国内的油脂加工厂大多在大豆存储前进行初次清理,主要清理石块、金属、木块等大块杂质,在大豆进入生产线时,会再次清理,去除豆荚、秸秆、皮壳等比大豆颗粒大的杂质和泥土、灰尘、种子

收稿日期:2020-10-24

作者简介:方世文(1985),男,高级工程师,硕士,主要从事油料加工工程设计和技术研究(E-mail)fsw@myande.com。

等比大豆颗粒小的杂质,两次清理的杂质会集中一起送去指定地点焚烧,每吨杂质焚烧的费用为400元左右,不仅对环境造成污染,也是工厂的一项开支,还会损失有营养成分的有机杂质。有机杂质主要由豆荚、秸秆组成,豆荚中粗蛋白质含量12.4%,中性洗涤纤维含量51.1%,酸性洗涤纤维含量37.3%,木质素含量6.8%,可作为粗饲料进行开发应用<sup>[3]</sup>,例如Sruamsiri<sup>[4]</sup>用大豆豆荚替代部分稻草饲喂奶牛,结果表明奶牛的采食量和4%标准乳产量均升高。秸秆中粗蛋白质含量13.98%,中性洗涤纤维含量61.96%,酸性洗涤纤维含量49.97%,木质素含量3.47%,可以直接作为牛、羊的粗饲料<sup>[5]</sup>。在油脂加工厂,有机杂质最直接的回收途径是通过粉碎后回掺到豆粕中,用于调节豆粕中的蛋白质含量。

但是,进口大豆中因为含有重要的检疫性有害生物和有害植物<sup>[6]</sup>,清理出的有机杂质也难免会存在这些有害物质,所以有机杂质必须经过充分的消杀灭活后才能够应用。基于SN/T 4716—2016《进境粮食加工副产品湿热处理方法》和SN/T 4861—2017《进境粮食蒸热处理设施设备基本要求》,我们研发出了针对进口大豆有机杂质灭活的工艺和设备,并已经在市场上得到了应用和验证。

## 2 有机杂质灭活系统的工艺及设备

### 2.1 有机杂质灭活工艺

通过调研3条5 000 t/d大豆加工工厂近3年筛出杂质的情况,得到大豆杂质成分占比,如图1所示。

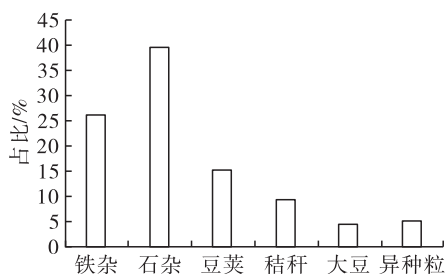


图1 大豆杂质成分占比

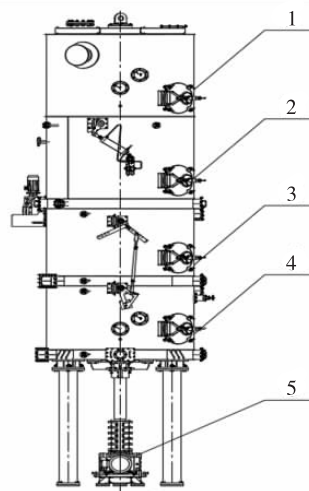
大豆杂质中的少量大豆需要清理出来并送回生产线,由于其直径为8~11 mm,颗粒度较均匀,可以通过分级筛分离;铁杂由于可被磁铁吸附的特性,可以由磁选器进行分离;石杂的悬浮速度达到19 m/s,而有机杂质的悬浮速度不超过8 m/s,差别很大,因此可以通过风选器将石杂分离<sup>[7]</sup>,异种粒主要由玉米粒、油菜籽、杂草种子等组成,这些异种粒的颗粒度要么比大豆大很多,要么比大豆小很多,通过调整筛孔,可以全部去除。由于来自境外,有造成

物种入侵的危险,所以分离出的异种粒须进行焚烧处理。铁杂和石杂也须进入锅炉进行焚烧。

大豆杂质经过回收大豆、去铁、去石以及去异种粒后,剩下有机杂质(秸秆和豆荚)。有机杂质的尺寸大小不一,不容易灭活,且如需将灭活后的有机杂质回掺至豆粕中,则需要将其粉碎成与豆粕一致的3 mm左右的颗粒度。粉碎后的有机杂质进入立式熟化机灭活。立式熟化机灭活的主要原理是将热饱和水蒸气与有机杂质搅拌混合,使有机杂质的温度、湿度提升到规定的水平,并维持一定的时间;通过水蒸气冷凝作用释放的潜热,均匀而迅速地使有机杂质升温,使可能存在于其中的检疫性有害生物和其他有害生物完全致死<sup>[8]</sup>。灭活后的有机杂质由于经过高温高湿处理,水分和温度都很高,需要进行干燥、冷却后才能使用。

### 2.2 有机杂质灭活设备

根据SN/T 4716—2016《进境粮食加工副产品湿热处理方法》中对于进境粮食携带的检疫性有害生物蒸热处理的要求,在满足灭活的温度、湿度以及时间的同时,考虑有机杂质灭活后需要干燥、冷却,我们研发了集灭活、干燥、冷却功能于一体的立式熟化机,如图2所示。



注:1. 预热层;2. 直接汽层;3. 干燥层;4. 冷却层;5. 电机减速机。

图2 立式熟化机示意图

从图2可以看出,立式熟化机分为4层:第一层为预热层,通过底夹加热与直接蒸汽的共同作用,将有机杂质温度升到80~90℃,物料在第一层的加热时间可以调整,一般约为10 min,通过气动料门进入第二层。预热层配有连续料位传感器,可实时反映内部料位的高度,便于后续操作控制。第二层为直接汽层,通过加入直接蒸汽与有机杂质搅拌混合,将有机杂质温度升到105℃,水分达到17%,有机杂质

在第二层中停留约 15 min, 超过检验检疫规定的灭活温度、湿度、时间要求, 再经下料旋转阀进入第三层。第二层的下料旋转阀为变频控制, 与预热层的连续料位传感器连锁, 控制有机杂质在预热层和直接汽层的料位高度, 以保证有机杂质在立式熟化机中有足够的灭活时间, 同时该层配有湿度传感器、温度传感器和机械温度表, 在控制室可以直接查看该层的环境湿度, 且在现场和控制室都能够查看有机杂质的温度。温度传感器设置中低温和低温报警, 当有机杂质温度低于 100℃ 时, 控制室会收到中低温报警, 这时操作人员需要通过调整料层高度以延长停留时间的方式进行升温处理; 当有机杂质温度低于 95℃ 时, 系统会发出低温报警, 这时操作人员需要减少系统的进料量, 调整料层高度以延长停留时间的方式进行升温处理, 同时需要增加直接蒸汽的供汽量, 确保温度回升至 105℃ 后再停留 10 min。第三层为干燥层, 干燥层的圆形干燥料床上均匀分布有多个热风喷孔, 干燥过程中, 80~120℃ 的热风通过这些孔喷出, 将有机杂质悬浮、翻转、沸腾, 与有机杂质进行充分接触, 达到均匀、高效的烘干效果, 最终将有机杂质水分降至 7%~10%, 温度降至 60~100℃, 整个干燥过程约为 10 min, 通过下层控制上层的机械料门进入第四层。干燥层设置有连续料位传感器, 可以直接显示内部有机杂质的料层高度, 并且与设备下料旋转阀进行连锁。第四层为冷却层, 该层的圆形冷却料床上均匀布有多个冷风喷孔, 与干燥层的原理一样, 但是冷却层是用自然风对有机杂质进行冷却处理, 整个冷却过程约为 10 min, 确保有机杂质的出机温度不高于环境温度 10℃ 或不高于 40℃。立式熟化机采用变频下料旋转阀出料, 且与干燥层的连续料位计连锁, 控制有机杂质在干燥层和冷却层的料位高度, 保证有机杂质有足够的时间进行干燥、冷却<sup>[9-10]</sup>。冷却层出口设有水分传感器和温度传感器, 同时现场有温度表, 能够同时在现场和控制室查看物料温度。

### 2.3 有机杂质灭活系统的应用和经济效益

目前, 这套有机杂质灭活系统已经在国内外多个项目上运行, 并均通过了当地出入境检验检疫局的验收。以国内一个已建并已运行的辽宁汇福荣兴蛋白科技有限公司 5 000 t/d 大豆生产线项目为例, 2019 年共计处理 112 万 t 进口大豆, 清理出的有机杂质共计 2 320 t, 为配合出入境检验检疫局的检测要求, 我们配套了 3 t/h 的有机杂质灭活系统, 进行每周 70 t 的批次化生产, 目前该系统已经运行一年多, 每批次的成品经出入境检验检疫局的检测均为合格, 其中成品的脲酶为 0.05~0.09 U/g, 达到

GB/T 19541—2017 对饲料要求的小于等于 0.3 U/g, 可以回添到豆粕中。

在建设有机杂质灭活系统之前, 油脂加工生产线分离的有机杂质均按照出入境检验检疫局的规定, 送去指定地点焚烧, 焚烧每吨有机杂质的费用为 400 元, 按 2019 年有机杂质的产量 2 320 t 计算, 全年则需要支出 928 000 元, 而 2019 年运行有机杂质灭活系统的总支出仅为 467 520 元(蒸汽消耗为 200 kg/t × 0.2 元/kg × 2 320 t = 92 800 元; 电耗为 71 kW · h/t × 1 元/(kW · h) × 2 320 t = 164 720 元; 员工费用为 150 000 元; 修理费为 60 000 元; 总费用为 92 800 + 164 720 + 150 000 + 60 000 = 467 520 (元))。相比之下, 运行有机杂质灭活系统的总支出全年可节省 460 480 元。

灭活后的有机杂质经出入境检验检疫局检验合格后, 可以回添到豆粕中进行售卖, 这项经济收益也很高, 豆粕价格按照 2 800 元/t 计算, 2019 年全年回收了 2 320 t 有机杂质, 则共计收益 6 496 000 元, 加上加工运营节省的 460 480 元, 全年可增加经济收入 6 956 480 元, 对于油脂加工厂来说, 收入可观。

### 3 结束语

随着进口大豆的数量逐年增加, 外来病菌、物种入侵的风险越来越高, 出入境检验检疫局的压力也越来越大, 这就需要每个大豆加工企业对于入境大豆进行严格处理。我们研发了针对进口大豆有机杂质灭活的工艺和设备, 全年可增加经济效益 6 956 480 元。

### 参考文献:

- [1] United States Department of Agriculture (USDA). World Agricultural Supply and Demand Estimates [EB/OL]. (2020-01-10) [2020-10-24]. <http://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/>.
- [2] 刘玉兰. 油脂制取与加工工艺学[M]. 2版. 北京: 科学出版社, 2009.
- [3] 张磊. 大豆豆粕作为奶牛饲料的研究[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2012.
- [4] SRUAMSIRI S. Agricultural wastes as dairy feed in Chiang Mai[J]. *Animal Sci J*, 2007, 78(4):335-341.
- [5] 范华, 裴彩霞, 董宽虎. 豆秸营养价值的研究[J]. *畜牧与饲料科学*, 2007(6):28-29, 34.
- [6] 郭成亮, 宋志刚, 颜利, 等. 一种大豆检疫性有害生物的蒸汽湿热灭活方法: CN102150787A[P]. 2011-08-17.
- [7] 张继成, 陈海涛, 纪文艺, 等. 大豆脱出物悬浮速度试验研究[J]. *农机化研究*, 2013(4):127-131.
- [8] 进境粮食加工副产品湿热处理方法: SN/T 4716—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [9] 方世文, 陈杉, 尹越峰, 等. 一种豆皮熟化灭菌的方法: ZL201510290401 X[P]. 2018-03-20.
- [10] 方世文, 陈杉, 尹越峰, 等. 豆皮熟化灭菌系统: ZL201510291378 X[P]. 2018-04-13.