

## 在线近红外分析仪在豆粕质量控制中的应用

刘杲华<sup>1</sup>, 申 锋<sup>1</sup>, 陈 锋<sup>1</sup>, 卢伟东<sup>1</sup>, 杨立新<sup>2</sup>

(1. 中粮黄海粮油工业(山东)有限公司, 山东 日照 276808; 2. 中粮(东莞)粮油工业有限公司, 广东 东莞 523000)

**摘要:** 通过在生产线上安装近红外分析仪在线测定豆粕的水分、粗蛋白质含量和粗脂肪含量, 对比研究了近红外分析仪安装位置、豆粕流速和流量稳定性对在线近红外分析仪测定结果与传统国标法测定结果之间误差的影响, 确定了生产线的改造方案, 并对改造效果进行了考察。结果表明: 通过对下料口进行技术改造, 加装限料挡板和流量调节手柄, 可使豆粕流速和流量稳定, 从而减小测定误差; 将近红外分析仪安装在成品粕下料溜槽处后方, 在线近红外分析仪与国标法测定打包线及发货车辆豆粕的水分、粗蛋白质含量、粗脂肪含量结果的绝对误差分别小于 0.20%、0.30% 和 0.10%, 测定结果稳定可靠。在线近红外分析仪可以用于豆粕生产过程的质量控制。

**关键词:** 近红外分析仪; 在线监测; 豆粕; 质量控制; 应用

中图分类号: TS223; TQ645.9 文献标识码: A 文章编号: 1003-7969(2020)12-0142-03

### Application of on-line near-infrared spectroscopy analyzer in quality control of soybean meal

LIU Gaohua<sup>1</sup>, SHEN Feng<sup>1</sup>, CHEN Feng<sup>1</sup>, LU Weidong<sup>1</sup>, YANG Lixin<sup>2</sup>

(1. COFCO Yellow Sea Oils & Grains Industries (Shandong) Co., Ltd., Rizhao 276808, Shandong, China;

2. COFCO (Dongguan) Oils & Grains Industries Co., Ltd., Dongguan 523000, Guangdong, China)

**Abstract:** The moisture, crude protein content and crude fat content in soybean meal were determined on-line by installing a near-infrared spectroscopy (NIR) analyzer on production line, and the effects of installation location of NIR analyzer, soybean meal flow rate and flow stability on the error of determination results by on-line NIR analyzer and traditional national standard method were measured. The results showed that through the technical transformation of the discharge port, adding the limiting baffle and flow regulating handle, the flow rate and flow of soybean meal were stable, which could reduce the error. The on-line NIR analyzer was installed at the rear of the finished meal chute, and the absolute errors of determination results of moisture, crude protein content and crude fat content in soybean meal by the on-line NIR and national standard method were less than 0.20%, 0.30% and 0.10% respectively. The results of on-line NIR was stable and reliable, and could be used for the quality control of soybean meal production process.

**Key words:** near-infrared spectroscopy analyzer; on-line monitoring; soybean meal; quality control; application

在大豆压榨行业, 为保证快速高效地获得合格豆粕成品, 需要对其生产过程的关键控制点进行检测跟踪, 实现精细化质量管理。近红外光谱技术作为一种快速检测的过程分析技术, 具备快速、无损、准确、无需样品预处理、方便实现在线检测等优势, 在食品、饲料、粮油加工等行业被广泛应用和研

究<sup>[1-5]</sup>。目前, 工厂应用近红外分析仪检测豆粕的水分、粗蛋白质含量、粗脂肪含量等指标主要还是在化验室进行, 在线检测应用的相对偏少, 但进行豆粕指标的在线检测是实现豆粕质量指标实时监控的有效手段, 便于榨油车间进行前端实施管控, 具有连续监测、实时分析、结果实时显示等特点, 对豆粕产品合格率的提高和质量的稳定具有促进作用。

本文采用在线近红外分析仪测定豆粕的水分、粗蛋白质含量和粗脂肪含量, 研究了设备安装位置、豆粕流速和流量稳定性对测定结果的影响, 并与国

收稿日期: 2020-06-24; 修回日期: 2020-08-23

作者简介: 刘杲华(1977), 男, 本科, 主要从事粮油检测和质量管理工 (E-mail) liugaohua@cofco.com。

标法进行了对比,以期为在线近红外分析仪在大豆压榨行业豆粕质量过程控制方面的应用提供参考。

## 1 改造方案

Pro Foss 近红外分析仪自带数据库已涵盖不同国别大豆所生产的豆粕,仅需用国标法结果修正即可,故影响在线检测结果准确性的因素仅需考虑近红外分析仪在生产线的安装位置和豆粕流速、流量稳定性等。根据成品粕的流向选定成品粕下料溜槽处后方作为近红外分析仪的安装位置,并将在下料溜槽处的人工取样检测结果(水分、粗蛋白质含量、粗脂肪含量测定分别参照 GB/T 6435—2014、GB/T 6432—2018、GB/T 6433—2006)与在线近红外分析仪检测结果进行对比,结果见图 1~图 3。

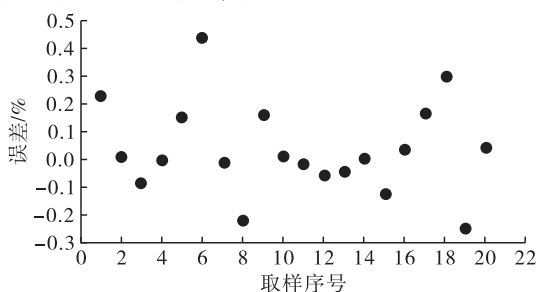


图1 在线近红外分析仪与下料溜槽处人工取样水分检测结果对比

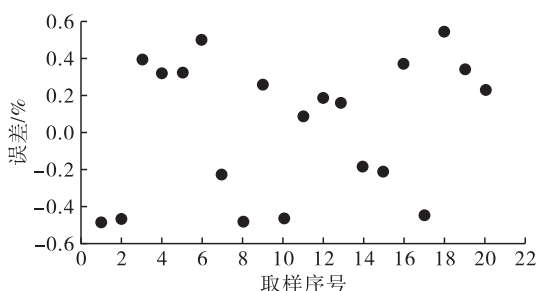


图2 在线近红外仪与下料溜槽处人工取样粗蛋白质含量检测结果对比

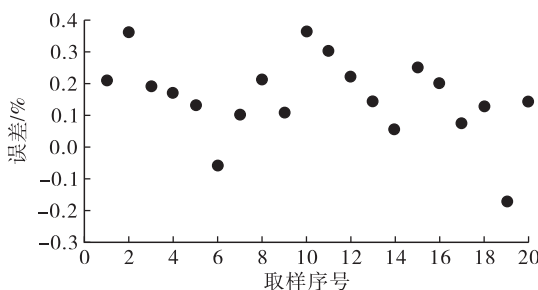


图3 在线近红外分析仪与下料溜槽处人工取样粗脂肪含量检测结果对比

根据 GB/T 18868—2002《饲料中水分、粗蛋白质、粗纤维、粗脂肪、赖氨酸、蛋氨酸快速测定 近红外光谱法》中规定,豆粕测定允许的误差为:水分绝对误差小于 0.35%,粗蛋白质含量绝对误差小于 0.50%,粗脂肪含量绝对误差小于 0.30%。目前我公司依据长期数据跟踪对比制订的内控标准为:水分绝对误差小于 0.20%,粗蛋白质含量绝对误差小于 0.30%,粗脂肪含量绝对误差小于 0.10%。从图

1~图 3 可以看出,5 组水分对比数据超出绝对误差小于 0.20% 的要求,12 组粗蛋白质含量对比数据超出绝对误差小于 0.30% 的要求,16 组粗脂肪含量对比数据超出绝对误差小于 0.10% 的要求。经分析,出现粗蛋白质含量、粗脂肪含量误差较大的原因主要是下料溜槽处豆粕流速不均匀、流量不稳定所引起。经对下料溜槽进行改造,内部增加导流槽和限速挡板,通过加装的流量调节手柄调节限速挡板,可确保豆粕流速的均匀和流量的稳定。

## 2 改造效果

### 2.1 设备灵敏度验证

为验证生产过程中豆粕质量发生变化时,在线近红外分析仪是否能及时反映出来,在近红外分析仪安装调试完成后,人为地减少或增加豆皮添加量 1 个百分点,在随后的 2 min 便能检测出粗蛋白质含量增加或降低约 0.5 个百分点(见表 1),这说明只要豆粕的质量发生变化,在线近红外分析仪便能迅速反映出来,最大限度地减少不合格品的产生数量,可以很好地指导生产工艺参数的调整。

表 1 豆皮添加量的变化对豆粕质量检测结果的影响

豆皮添加量连续变化	水分/%	粗蛋白质含量/%	粗脂肪含量/%
-	13.42	43.50	1.11
+1 个百分点	13.36	42.90	1.08
-1 个百分点	13.33	44.00	1.10

另外在车间设备异常时,如豆粕下料料摆不稳定、豆粕下料不均匀、豆皮添加比例没有及时调整,导致成品粗蛋白质含量波动较大,也能在在线检测结果曲线上及时反映。

### 2.2 在线近红外分析仪与打包线人工取样检测结果对比(见图 4~图 6)

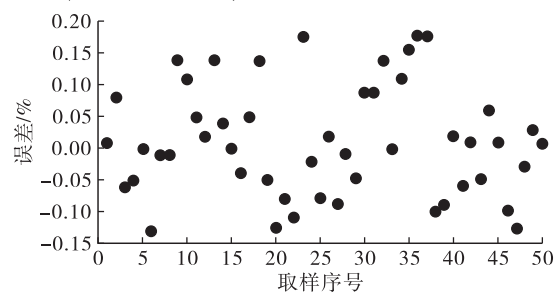


图4 在线近红外分析仪与打包线人工取样水分检测结果对比

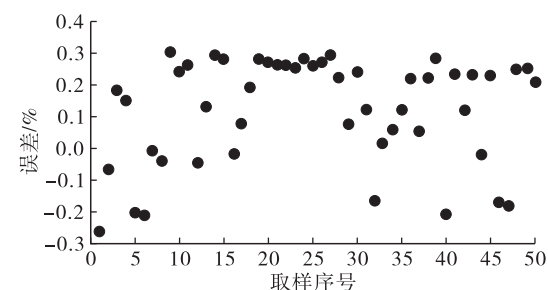


图5 在线近红外分析仪与打包线人工取样粗蛋白质含量检测结果对比

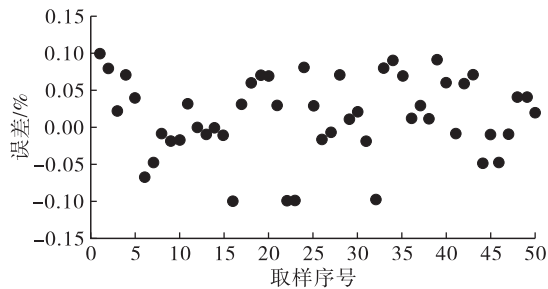


图6 在线近红外分析仪与打包线人工取样粗脂肪含量检测结果对比

由图4~图6可以看出:水分测定误差在 $-0.13\%$ ~ $0.18\%$ 之间,绝对误差均小于 $0.20\%$ ,满足绝对误差小于 $0.20\%$ 的内控标准;粗蛋白质含量测定误差在 $-0.26\%$ ~ $0.30\%$ 之间,绝对误差均小于 $0.30\%$ ,满足绝对误差小于 $0.30\%$ 的内控标准;粗脂肪含量测定误差在 $-0.10\%$ ~ $0.10\%$ 之间,绝对误差均小于 $0.10\%$ ,满足绝对误差小于 $0.10\%$ 的内控标准。结果表明,在线近红外分析仪检测结果具有较高的精确度,满足连线发货的需要。

2.3 在线近红外分析仪与发货车辆人工取样检测结果对比(见图7~图9)

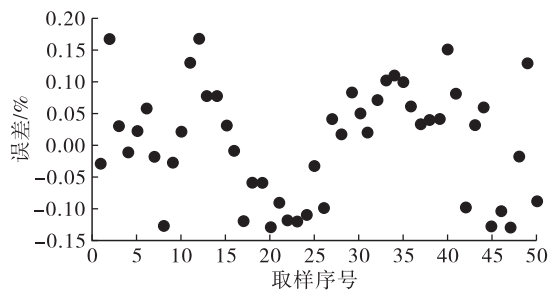


图7 在线近红外分析仪与发货车辆人工取样水分检测结果对比

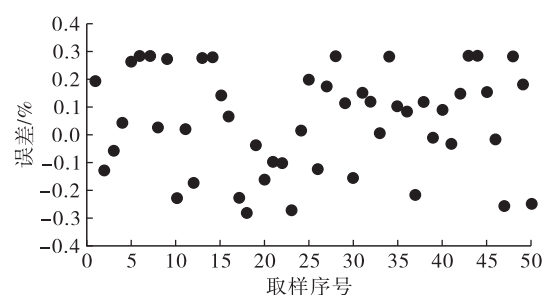


图8 在线近红外分析仪与发货车辆人工取样粗蛋白质含量检测结果对比

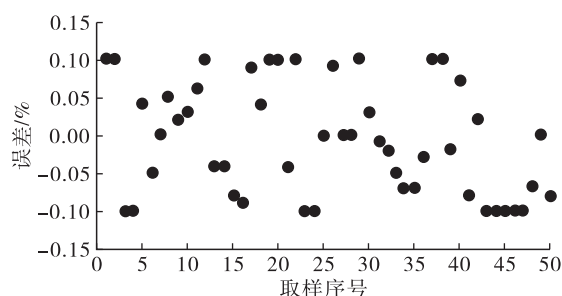


图9 在线近红外分析仪与发货车辆人工取样粗脂肪含量检测结果对比

由图7~图9可以看出:水分测定误差在 $-0.13\%$ ~ $0.17\%$ 之间,绝对误差均小于 $0.20\%$ ,满足绝对误差小于 $0.20\%$ 的内控标准;粗蛋白质含量测定误差在 $-0.28\%$ ~ $0.28\%$ 之间,绝对误差均小于 $0.30\%$ ,满足绝对误差小于 $0.30\%$ 的内控标准;粗脂肪含量测定误差在 $-0.10\%$ ~ $0.10\%$ 之间,绝对误差均小于 $0.10\%$ ,满足绝对误差小于 $0.10\%$ 的内控标准。结果表明,在线近红外分析仪与发货车辆人工取样水分、粗蛋白质含量、粗脂肪含量的检测结果具有一致性。

### 3 结语

将在线近红外分析仪安装在成品粕下料溜槽处后方,通过对下料口进行技术改造,加装限料挡板和流量调节手柄,使豆粕流速和流量稳定。在线近红外分析仪检测结果与打包线人工取样检测结果、发货车辆人工取样检测结果的一致性较好,水分测定绝对误差小于 $0.20\%$ ,粗蛋白质含量测定绝对误差小于 $0.30\%$ ,粗脂肪含量测定绝对误差小于 $0.10\%$ ,均满足在线质量控制的要求。Pro Foss在线近红外分析仪作为一种在线检测设备,对豆粕水分、粗蛋白质和粗脂肪含量指标的测定具有可靠性和准确性,可以实时反映生产线产品指标的变化,为生产参数的调整提供及时信息,提高了产品的检测效率,降低了不合格产品的数量,保证了产品质量的稳定。运行一年来,产品的精准控制率(粗蛋白质含量 $42.90\%$ ~ $43.20\%$ 、水分 $13.20\%$ ~ $13.40\%$ )由 $81.47\%$ 提高至 $89.75\%$ ,提升 $8.28$ 个百分点,合格率由 $98.85\%$ 提高至 $99.46\%$ ,提升 $0.61$ 个百分点,对提升产品的竞争力发挥了积极作用,可在豆粕质量过程控制中广泛应用。

### 参考文献:

- [1] 粮油检验 大豆粗蛋白质、粗脂肪含量的测定 近红外法: GB/T 24870—2010[S]. 北京:中国标准出版社,2010.
- [2] 粮油检验 稻谷粗蛋白质含量测定 近红外法: GB/T 24897—2010[S]. 北京:中国标准出版社,2010.
- [3] 粮油检验 小麦水分含量测定 近红外法: GB/T 24898—2010[S]. 北京:中国标准出版社,2010.
- [4] 饲料中水分、粗蛋白质、粗纤维、粗脂肪、赖氨酸、蛋氨酸快速测定 近红外光谱法: GB/T 18868—2002[S]. 北京:中国标准出版社,2010.
- [5] 李玉玲. 近红外在线分析仪在大豆加工中的应用[C]//中国粮油学会油脂分会 第二十四届学术年会暨产品展示会论文选集. 北京:中国粮油学会油脂分会,2015: 378-383.