



Never
Stop
Improving

优质饲料生产指南

目 录

优质饲料生产简介

- 说明和介绍 01
- 饲料厂综合评价表 05

原料的验收与采样

- 通常原则 06
- 关键概念 15
- 评估表 17
- 视觉提示 18
 - 饲料生产流程图 18
 - 原料验收检查清单 19
 - 检测分析时间表示例 20
 - 验收过程中袋装和桶装原料的采样 21
 - 散装原料的采样 22
 - 使用分配器制备样品 23
 - 原料水分分析 24
 - NIR样品制作与分析 25
 - 验收过程中黄曲霉毒素检测示例 26
 - 验收过程中呕吐毒素检测示例 27
 - 验收过程中烟曲霉毒素检测示例 28

降低粉碎粒度

- 通常原则 29
- 关键概念 34
- 评估表 36
- 视觉提示 37
 - 13筛粉碎粒度分析法 37
 - 3筛粉碎粒度分析法 38

配料与混合

- 通常原则 39
- 关键概念 45
- 评估表 47
- 视觉提示 48
 - 混合机混合均匀度检查 48
 - 秤的核查 49
 - 小料仓记录表 51
 - 手动添加配料的准备 53
 - 用药记录 54

目 录

制粒

➤ 通常原则	56
➤ 关键概念	62
➤ 评估表	63
➤ 视觉提示	65
• 颗粒耐久度指数（标准方法及修改后的方法）	65
• HOLMEN NHP100系列	66
• 制粒数据记录表	67

成品饲料

➤ 通常原则	68
➤ 关键概念	71
➤ 评估表	73
➤ 视觉提示	74
• 成品料样品存放示例	74
• 成品料运输行车记录表	75
• 卡车载货排序/卸货顺序	77

饲料厂生物安全

➤ 通常原则	78
➤ 关键概念	86
➤ 评估表	87
➤ 视觉提示	88
• 访客责任	88
• 原料运输司机责任	89
• 成品料运输司机责任	90
• 禁行区	91
• 鞋套警示标识	92
• 卸料坑警示标识	93
• 饲料厂访客登记	94

优质饲料生产简介

说明和介绍

对于饲料厂管理人员和员工，饲料质量可以说是饲料生产中最重要却最容易被忽视的因素。通过稳定的饲料质量有机会进一步成本，并能够确保日粮配方的精准配置。饲料质量的变化会导致生产成绩偏离预期。以下是一个高质量的饲料生产计划，包括三个部分：指南、评估和饲料生产过程中各步骤的视觉提示。本指南的目的是为饲料质量的维护和改进提供成体系的指导意见和应用场景。

- 本指南专注于数据的收集、监测和解读，以清晰而简练的方式向饲料厂管理人员传递饲料质量的重要价值。
- 关键概念文章将指南中的信息以易于理解的方式呈现，并设计成了单页的内容须知。
- 评估部分是对指南中知识的应用，用于帮助饲料厂管理人员监管饲料质量相关操作。
- 视觉提示文件为单页的提示性内容，用于提醒饲料厂及饲料厂外周员工。

本手册按照饲料生产分成六个板块

1. 原料的接收与采样
2. 粒度
3. 配料与混合
4. 制粒
5. 成品饲料
6. 生物安全

下方罗列了不同时间频率对应的检测内容，如每日（表 1）、每周、每月、两月一次以及每年（表 2）。本表应用于生成质量报告。此外，也提供了 SOP 的设计模板（表 3）。本质量指南的设计目的是作为相关国家法规的补充内容，而非替代法规使用。本指南应能进一步加强现有的监管程序。

表 1. 饲料质量日常维护的报告与行动时间表

时间	区域	报告	报告最小涵盖内容	采样	检测	设备
每日	收料	<input type="checkbox"/> 后续文件的审核	<input type="checkbox"/> 日期 <input type="checkbox"/> 时间 <input type="checkbox"/> 原料 <input type="checkbox"/> 供应商 <input type="checkbox"/> BSE 记录 <input type="checkbox"/> 上一次运输 <input type="checkbox"/> 司机信息	<input type="checkbox"/> 有代表性的样品 (约 0.5 kg)	<input type="checkbox"/> 肉眼检查 <input type="checkbox"/> 谷物水分 (每批次) <input type="checkbox"/> 霉菌毒素 (是否有污染迹象) <input type="checkbox"/> 定期分析	<input type="checkbox"/> 清洁的采样工具 <input type="checkbox"/> 重新遮挡地坑口
	粉碎	<input type="checkbox"/> 样本获取 <input type="checkbox"/> 粒度 (辊式粉碎机)		<input type="checkbox"/> 全谷物检查采样	<input type="checkbox"/> 粒度 (3 筛), 如调整	<input type="checkbox"/> 清洁的磁铁 <input type="checkbox"/> 对辊的平行和间隙宽度
	配料	<input type="checkbox"/> 配料报告 <input type="checkbox"/> 药物库存	<input type="checkbox"/> 日期 <input type="checkbox"/> 时间 <input type="checkbox"/> 操作员编号 <input type="checkbox"/> 饲料用药手续			<input type="checkbox"/> 秤的检查 <input type="checkbox"/> 完整 (药物) 袋的清点 <input type="checkbox"/> 开口 (药物) 袋的称重 <input type="checkbox"/> 加入微系统的袋子
	混合	<input type="checkbox"/> 配料报告	<input type="checkbox"/> 干料混合时间 <input type="checkbox"/> 湿料混合时间	<input type="checkbox"/> 每个日粮的代表样本 (约 0.5 kg)	<input type="checkbox"/> 视觉检测 <input type="checkbox"/> 定期分析	
	制粒	<input type="checkbox"/> 每次制粒的制粒条件	<input type="checkbox"/> 制粒数据表	<input type="checkbox"/> 每个日粮的代表性样本 (约 0.5 kg) 用于 PDI 检测和成品饲料	<input type="checkbox"/> 颗粒耐久度	

表 2. 饲料质量每周、每月、每两月以及每年维护的报告与行动时间表

时间	区域	报告	采样	检测	设备
每周	收料	<input type="checkbox"/> 大储量料塔的库存 <input type="checkbox"/> 袋装原料库存		<input type="checkbox"/> 每周评估霉菌毒素报告	
	粉碎	<input type="checkbox"/> 粒度 (锤式粉碎机)		<input type="checkbox"/> 粒度 (3 筛)	<input type="checkbox"/> 清洁的磁铁 <input type="checkbox"/> 检查筛分机 <input type="checkbox"/> 检查锤片磨损 <input type="checkbox"/> 检查对辊间隙
	配料				<input type="checkbox"/> 秤的内部检查 <input type="checkbox"/> 检查鼓/盆单元 <input type="checkbox"/> 检查液体的使用
每月	混合				<input type="checkbox"/> 清洁的成品饲料磁铁
	制粒				<input type="checkbox"/> 检查与压辊 <input type="checkbox"/> 检查调制器 <input type="checkbox"/> 检查冷却设备
	收料	<input type="checkbox"/> 清理上一年的报告			<input type="checkbox"/> 检查全部大型储存料塔
	配料	<input type="checkbox"/> 清理上一年的报告		<input type="checkbox"/> 评估 SPC 规格	<input type="checkbox"/> 检查液体体积计
	混合	<input type="checkbox"/> 清理上一年的报告			<input type="checkbox"/> 评估混合机螺条与桨叶
	粉碎			<input type="checkbox"/> 粒度 (13 筛)	<input type="checkbox"/> 袋式除尘器袋子的空气辅助检查 <input type="checkbox"/> 锤片轮换
每年两次	制粒	<input type="checkbox"/> 清理上一年的报告			<input type="checkbox"/> 检查对辊 <input type="checkbox"/> 检查冷却器
	收料				<input type="checkbox"/> 检查全谷物料塔 <input type="checkbox"/> 检查液体缸
	粉碎				<input type="checkbox"/> 对辊纠偏
	配料				<input type="checkbox"/> 检查秤，外部校准 <input type="checkbox"/> 检查滑门 <input type="checkbox"/> 检查秤斗门
混合	<input type="checkbox"/> 混合机均匀度	<input type="checkbox"/> 按照相同间隔采 10 份有代表性的样本用于均匀度检测		<input type="checkbox"/> 混合机检查 (门、缓冲螺条/桨叶)	

表 3.SOP 模板

公司徽标	公司名称	版本号	文件识别信息
SOP 名	发布日期	作废日期	页数
SOP 模板			
目标			
定义			
责任			
程序			
频率			
改正方案			
验证			
记录			

优质饲料生产简介

饲料厂综合评价表

饲料厂名称：_____ 饲料厂地址：_____ 厂长：_____

厂长联系方式：_____ 评估员：_____ 日期：_____

说明

下方评估内容为优质饲料生产措施，具体可见优质饲料生产指南。有必要可添加备注。不适用的问题请勿回答。推荐每年进行一次质量评估。

一般问题及目标
1. 是否由具备预防性控制措施相关资质的人员制定动物饲料安全计划？
2. 是否有政府法规认证日期？ 日期：_____
3. 饲料厂已生产吨数？ 吨数：_____
4. 有多少猪采食本饲料厂饲料？ 猪的头数：_____
5. 饲料厂的整体清洁度？ 按照分数 0-2—0 为不可接收，1 为部分情况合规，2 为满足期望
目标
问题
未来行动方案

原料的验收与采样

通常原则

在日粮配方设计或饲料生产前确定原料质量是猪精确饲喂的一个重要环节。通常会采用外观判断、微生物和化学分析测试确定原料的质量。在收货时对谷物进行检查，就有机会在发现问题后提出投诉。良好的供应商网络和监测程序是确保原料质量的关键。评估收货程序并采样检测能够提供相关信息，便于调整并产出优质饲料（图 1）。

采样

设备

采样设备的理想长度应能够达到被采样容器的底部（表 1）。直径较大采样设备用于全谷物原料，直径较小的用于研磨原料。能够提供代表性样品的设备包括谷物探针和采样器（图 2）。当使用谷物探针插入谷物时探针应关闭，然后旋转以暴露探针上的小孔让谷物流入。用于切流采样的设备包括鹅鹑采样器或 PVC 管采样器。

代表性样品

成分分析的结果代表性的上限是样品本身的质量。因此，样品必须能代表整个批次才有意义。在采样过程中需要考虑采样时间和地点。对于自由流动的材料，可以通过在卸料过程中每隔 1 到 5 分钟定时采集；静态的材料，通过在袋子或散装容器的预定位置策略性地采样来获得代表性的样品。对于自动采样，需将设备适当安装在可以获得有代表性样品的位置，同时采样的具体时间将决定样品的代表性。另一个选择是在

卸料期间切流采样，但这将取决于安全性和可及性。样品应在该批次的中间位置采集，采集时可能需要降低流速，以防止采样器设备溢出。采集时应将采样器从一侧向另一侧扫过，收集整个原料流。另一种选择是卸料前进行眼观检查，即卸料坑盖保持原位，放出少量原料到盖子上，用于眼观检查或卸料前分析。应该收集大约 0.5 kg 的样品，用于分析和留样。关于样品的准备请参考下面的“成分分析”部分。

采样频率

确定样品送检至商业实验室进行正式分析的频率取决于所关注的问题。然而，在评估一个新的供应商时，应通过商业实验室或现场质量保障实验室进行概略养分分析来保证原料质量。对于副产品和替代成分，检测应该更加频繁（表 2）。

样品标签设计与储存

标签应确保样品能正确得到识别，至少包括采样日期、成分名称、批次号和采样员编号（表 3）。用于储存样品的容器在使用前应进行清洗。对于成分干燥的样品，塑料袋或无菌塑料袋最为合适。液体样品应储存在塑料或玻璃容器中。采集完成后，样品最好储存于冰箱或冰柜。如果储存空间有限，冰箱 / 冰柜应优先放入含水量高的样品，以及使用频率较低的样品。在冰柜或冰箱以外的地方储存时，应挑选凉爽、干燥、低湿度的地方。在冰柜外储存的样品不应超过成分的保质期。当原料被使用时，应考虑样品变质带来的风险或生物危害性，保持最低限度的留样。

图 1：原料的质量控制流程图及饲料生产流程。（根据 PHILSAN, 2010 研究成果调整）

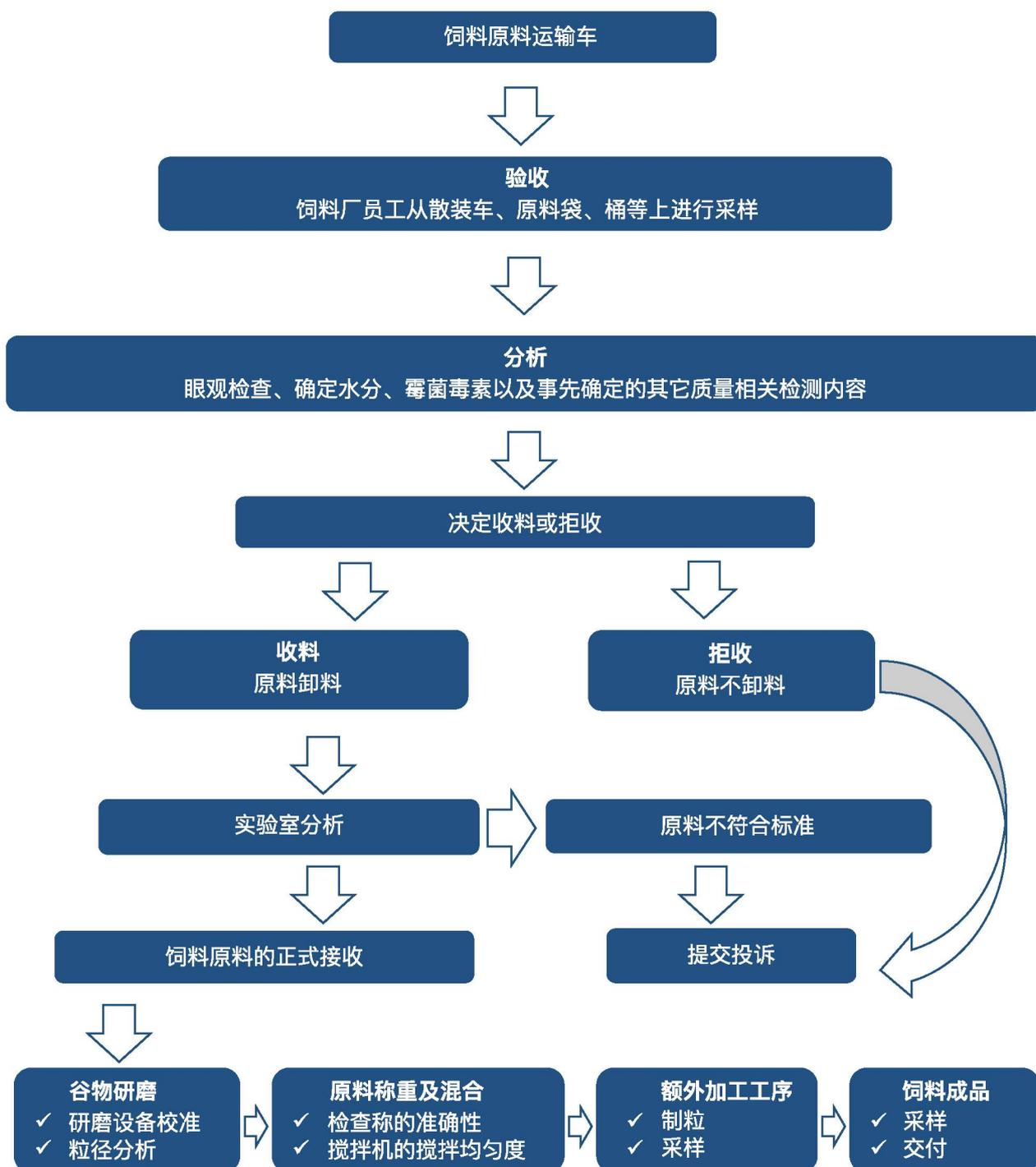


表 1. 基于容器大小的采样工具（根据 Lissolo 2005 研究成果调整）

容器大小	手动		自动	
	干燥原料 ¹	液态原料 ²	干燥原料	液态原料
袋装/桶装	探针，直径 1 英寸，双管，无隔板	玻璃/防锈管道，直径 3/8-1/2 英寸	---	---
散装车	探针，防锈，铝制，黄铜，直径 1 3/8 英寸，长 40-50 英寸	弹式/区层采样器	分流 ³ 自流式 ⁴ 管子和螺杆式 ⁵	连续流动 ⁹ 加压管道 ¹⁰ 圆筒探针 ¹¹
轨道车	探针，防锈，铝制，黄铜，直径 1 3/8 英寸，长 72-120 英寸	10 英尺柱状采样器，铝制，直径 2 英寸	滑门 ⁶ 可伸缩式管道 ⁷ 机械探针 ⁸	真空 ¹²

¹ 移动中的干燥原料能通过约 18 × 2 × 6 英寸的鹅鹑式采样器进行采样，从而横切整个原料流

² 液体材料在采样前应进行搅动或搅拌。如果是滴液采样，在采样前应让材料流动起来，以便对管路进行填料。

³ 分流采样--横切整个原料流，类似于鹅鹑采样

⁴ 自流式--旋转的、有槽的管子投射到流线上或进入流线，用于干燥、自由流动的原料

⁵ 管子和螺杆式--旋转的、有槽的管子通过或投射到流线中，使用螺杆来移动样品材料，通常用于螺旋式采样。

⁶ 滑门-滑门 - 放在螺旋/拖曳输送机内，滑门打开即可对材料进行采样。

⁷ 可伸缩管道— 在预定的时间内伸长采样管，然后缩回。

⁸ 机械探针--气动探针采样器。

⁹ 连续流动--3/8 标准管的放气管，位于连续泵送材料的泵送管线的垂直部分。应打开取样（脂肪和油），并在 1 分钟后重新关闭。

¹⁰ 加压管道-由信号控制的阀门，安装在流线或旁路（磨砾层）上

¹¹ 圆筒探针--类似于用于干料的可伸缩管道

¹² 真空 - 使用由定时器或流量计信号控制的真空环境

图 2：双管谷物探针（顶部）和袋装物料取样钻（底部；Gibson 公司）示例。



验收程序

文件

在接受一批原料之前，需要对车辆和文件进行检查，并保存记录，实现可追溯性。运输方和非运输方（饲料厂）必须保持记录，写明运输方和非运输方，供货方和收货方。运输方必须记录好原产地、接收/交付日期、数量、产品描述、路线和转移点。非运输方必须保留有上一个货源地、收货/外运日期、产品、数量、运输方、供货方/批号。记录必须保存两年。

卸料

散装卡车的外部应没有异物堆积，如泥土、泥浆和灰尘等。袋装原料应评估是否有袋子损坏。应将散装和袋装原料的重量与发货单进行比较。所有的运输文件和交货票据都应该审查并保留。在卸料过程中，在接收下一个散装原料之前，应该对地坑进行眼观检查并根据需要进行清洁，以减少交叉污染。当卡车驶过卸地坑的栏筛时，应确保地坑盖放置到位，以防止卡车的碎片和潜在的病原体进入设施。如果在卸料过程中出现原料溢出，应该对接触到地面的原料进行处理。通过在卸料坑周围使用防护装置和减慢卸料速度，可以最大限度地减少溢出。在任何情况下都不能将溢出的原料扫入坑内，以减少病原体交叉污染的风险。对于小比例原料，应该对散装和袋装原料进行眼观检查，并以先入先出的方式轮流使用。对于液体原料，所有的生产线都应贴上适当的标签，并锁上生产线的盖子，以防止卸料不当。药品的接收也应当做好记录。

眼观检查

样品的气味和视觉外观可以帮助决定某些产品的质量并用作拒收的依据。因此，如果可能的话，鼓励在卸料前采样。玉米等整粒原料可以通过目测，判断是否有过多的碎玉米异物以及是否有存在毒素的迹象，并进行测试以评估水分和霉菌毒素。袋装原料必须取

样进行眼观检查。工作人员对副产品原料或加工原料，如酒糟（DDGS）、豆粕、脂肪产品等进行眼观检查，有助于确定是否需要进一步检测。比如，豆粕或 DDGS 样品看起来发黑并有烧焦的味道，这可能是由于过度加工。脂质氧化可以表明脂肪产品受到影响，样品颜色会发黑，有酸败的气味。对于小比例原料的成分，眼观检查较为困难，这就是为什么事先对供应商进行核查至关重要。即便如此，水渍、结块和袋子破裂等任何对该产品来说是不正常的迹象，都应该被考虑在内。需要事先确定不同原料成分的拒收标准，并进行监控（AAFCO 官方文件）。根据产品的颜色、质地和气味，用已知特性的参考样品与接收的原料样品进行比较，有助于决定是否采取进一步分析。如果原料在视觉上与参考样品有偏差，应该通过近红外反射光谱（NIRS）或实验室测试进行营养成分分析。眼观存在差异并不一定意味着原料有问题。操作人员应咨询工厂经理或营养师以获得进一步的指导。

拒收或缺陷索赔

当有必要拒收原料的时候，应在同一工作日内通知供应商并提供必要的文件。此外，当原料不符合规定的规格时，提出缺陷索赔将减少弥补原料问题而产生的额外成本，并对员工和供应商展示自己对质量的要求。可以在当前版本的 AAFCO 官方文件中找到拒收原料的相关依据。

原料分析

一旦取到样品，应明确所要采取的检测（表 3）。检测的类型由成分的差异性、使用频率及问题的严重程度决定。副产品和副产品成分有很高的差异性。可选的检测手段包括视觉和物理检查，快速检测（如有），或使用第三方商业实验室。

现场检测

为了减轻样品袋中的偏析风险，在分析之前，应通过样品分割器（riffle）对样品进行再分割或再取样。分割样品，直到获得分析所需的数量。快速检测方法有助于营养师和生产体系在流程中能更快地对变化作出反应。保持原料检测记录，以评估供应商的合规性并通过历史数据识别出其中的趋势。

- **谷物的分级和检测重量（散装密度）**：谷物分级是为了维持谷物质量，谷物质量会受到生长情况和储存条件影响。可查看“附加资源”，获取谷物分级标准的链接

原料的散装密度应该根据 ASABE 标准 S269.4（2007）来确定。将原料从一定的高度倒入一个圆柱形的容器中，使样品自由流动，直到容器溢出。用直尺敲击容器顶部来去除多余的原料。通过从原料和容器的总重量中减去空容器的重量得到原料的净重。净重除以容器的体积来计算散装密度。

- **水分含量**：原料的水分含量与储存、原料体积收缩和其他饲料加工过程有关，因而确定水分含量对与此相关的决策非常重要。由于添加的水分会对整个饲料生产过程产生影响，所以对全谷物原料的水分分析应在每次进货时进行。快速分析水分可使用 Dickey-John 水分分析仪或 NIRS。
- **NIRS**：NIRS 设备也可用于分析其他成分，如蛋白质、脂肪、纤维和淀粉。NIRS 设备的准确校准对于成功实现预测是必要的。这项技术可以确定原料的营养成分，这对确定原料质量很有帮助。在将样品放入分析室之前，应先进行研磨。饲料厂的 NIRS 技术已经取得了进展，包括在线分析仪的使用。在线分析仪可以在原料沿着传感器传递时直接提供结果，允许连续监测并根据营养价值进行原料的分隔（Stark，2013）。

- **脂肪**：脂肪的质量可以综合氧化性和水解性酸败来评估。可以使用过氧化值检测或硫代巴比妥酸反应物质（TBARS）检测得到的初级和次级氧化产物来进行脂质过氧化反应，从而进行氧化性酸败的评估。此外，水解酸败试验也包括游离脂肪酸试验。脂肪来源应尽快使用，每月只接收所需的数量可以减少脂肪酸败的风险，使用抗氧化剂也可以防止脂肪酸败。
- **霉菌毒素**：霉菌毒素可以在田间或储藏过程中产生。田间毒素包括脱氧雪腐镰刀菌烯醇（呕吐毒素）、玉米赤霉烯酮和伏马菌素，储藏毒素包括黄曲霉毒素和赭曲霉毒素（表 4）。可以通过每周报告（“其他资源”中的链接）评估并确定特定地区谷物中霉菌毒素污染的风险，这有助于确定对多少货物进行采样。侧流测试条或酶联免疫法（ELISA）试剂盒可作为单一的霉菌毒素测试，以确定成分中存在的毒素水平。然而，需要注意的是，每种类型的霉菌毒素都需要采取其特定的检测试验。如果猪显示出霉菌毒素感染的迹象，而快速检测没有显示出阳性结果，则应通过官方实验室送检。更多关于 FDA 霉菌毒素水平的信息可以在“其他资源”中找到。

小结

原料的质量对于配方的准确设计和策略性喂养方案至关重要。有代表性的原料样品对于明确每个原料的准确的营养状况是很重要的。影响样品质量的因素很多，包括原料特性、采样技术、取样工具和取样的时间点。使用快速检测可以快速做出明智的决策，并最终降低使用商业实验室带来的评估成本。除了本指南所涵盖的主题外，还应该回顾 FSMA 法规和 CGMP 检查表。本指南的目的不是要取代监管程序，而是为了加强原料质量管理程序。优质原料是生产优质饲料的必要条件。

附加资源

AAFCO 官方文件

- <https://www.aafco.org/Publications>

AAFCO 饲料检查手册

- https://www.aafco.org/Portals/0/SiteContent/Publications/AAFCO_Feed_Inspectors_Manual_5th_ed.pdf

AFIA 优质手册样板

- <https://www.afia.org/site-search/?Keywords=quality+manual+template>

AFIA 资源中心

- <https://www.afia.org/resources/search/>

FDA 霉菌毒素水平

- <http://feed.ngfa.org/images/uploads/NGFAComplianceGuide-FDARegulatoryGuidanceforMycotoxins8-2011.pdf>

饲料添加剂纲要

- <https://www.feedadditivecompendium.com/>

USDA 谷物评级标准

- <https://www.ams.usda.gov/grades-standards/grain-standards>

霉菌毒素周报

- <https://www.feedandgrain.com/blog/category/monday-mycotoxin-and-crop-report>

参考文献

- AAFCO (Association of American Feed Control Officials). 2016. 2016 Official Publication, Association of American Feed Control Officials Inc. Champaign, IL 61820 USA, 444p. <http://www.aafco.org>
- Lissolo, J. 2005. Sampling. Feed Manufacturing Technology V. Pages. 373-383 ed. E. K. Schofield and American Feed Industry Association, Arlington, VA: American Feed Industry Association.
- Menegat, Mariana B., Robert D. Goodband, Joel M. DeRouchey, Mike D. Tokach, Jason C. Woodworth, and Steve S. Dritz. 2019. Kansas State University Swine Nutrition Guide: Mycotoxins in Swine Diet
- Osweiler, G. D., and S. M. Ensley. 2012. Mycotoxins in grains and feeds. In: Zimmerman, J. J., L. A. Karkker, A. Ramirez, K. J. Schwartz, G. W. Stevenson (eds.) Diseases of Swine. 10th ed. Oxford, England: John Wiley & Sons, Inc. p. 938-952 :
- PHILSAN, 2010. Feed Reference Standards. 4th ed. Philipp. Soc. Anim. Nutr., Manila, Philippines.
- Stark, C. R. 2013. Feed processing to increase performance and profit. 34th Western Nutrition Conference. Saskatoon, SK.

表 2.按照 1000 吨/周，原料及饲料成品分析时间表示例 1

原料	每周预计用量 (吨)	每周批次 ⁴	检测数量 ^{2,3}															
			水分	蛋白	脂肪	氨基酸	钙	磷	氯化钠	镁	黄曲霉毒素	DON	蜀黍	烟曲霉毒素	PV			
玉米	600	24	X	X	X	X	X	X	X					*5	*	*		
豆粕	250	10	X	X		X												
酒糟	200	8	X	X														
次粉	200	8	X	X														
鱼粉	200	8		X	X			X	X	X	X							
面包渣	100	4		X	X					X	X							
麦麸	50	2	X	X														
米糠	50	2	X	X	X													
脂肪	20	1																Q
石灰	10	0.5															Q	
磷酸一/二钙	10	0.5															Q	
饲料成品 ⁶	1000	40	3W	3W	3W			4M	4M	4M	4M							

¹ 根据国家谷物与饲料质量保障数据调整

² 复合样品，以供应商为准

³ 如果原料来自于合作过的供应商，可能需要更高的检测频率

⁴ 基于 25 吨车载货量

⁵ * =评估周谷物报告，确定风险并建立检测表

⁶ 推荐每个饲料种类每周采 3 份样，以评估水分、粗蛋白和脂肪。以及每月每个饲料种类采 4-6 份样，评估钙、磷和钠

M 为月度、W 为每周、Q 为季度

表 3. 谷物的霉菌毒素污染分类，可容忍的水平，猪感染症状¹

霉菌毒素	类型	生长阶段环境条件	谷物	水平	猪感染症状
黄曲霉毒素 (B1, B2, G1, G2)	田间及储藏	<ul style="list-style-type: none"> 持续性高温高湿 24-35°C 80-85%相对湿度 17%水分含量 	玉米、高粱、棉花籽、花生	FDA 行动水平 <ul style="list-style-type: none"> 种猪：< 100 ppb 大于 50 kg 的育肥猪：< 200 ppb 棉籽粕 < 300 ppb 	<ul style="list-style-type: none"> 低采食量，低生长速度，免疫抑制 严重的肝功能障碍、出血、黄疸和猝死
脱氧雪腐镰刀菌烯醇 (呕吐毒素)	田间	<ul style="list-style-type: none"> 生长季节冷暖交替，高湿 22-26°C 88% 相对湿度 22%水分含量 	玉米、小麦、大麦、高粱、黑麦、其他	FDA 行动水平 <ul style="list-style-type: none"> 原料 < 5 ppm 全价料 < 1 ppm 原料添加水平 < 20% 	<ul style="list-style-type: none"> 采食量急剧下降，生长缓慢 完全拒食、呕吐、腹泻、严重消化道病变、猝死
伏马菌素	田间	<ul style="list-style-type: none"> 生长季节干旱，紧跟着环境转为凉爽、潮湿。 可能 < 25°C > 20%的水分含量 	玉米	FDA 行动水平 <ul style="list-style-type: none"> 原料 < 20 ppm 全价料 < 10 ppm 原料添加水平 < 50% 	<ul style="list-style-type: none"> 采食量低，生长速度低，免疫抑制 严重的肺部病变，呼吸困难，发绀，和死亡
赭曲霉毒素 A	储藏	<ul style="list-style-type: none"> 低温 12-25°C 85%相对湿度 19-22%水分含量 	玉米、小麦、大麦、黑麦	建议水平 <ul style="list-style-type: none"> 生长、育肥饲料成品 < 200 ppb 	<ul style="list-style-type: none"> 生长速度低，饲料效率差，屠宰可见肾脏出现病变 严重的肾脏功能紊乱
玉米烯酮	田间	<ul style="list-style-type: none"> 生长季节冷暖交替，湿度高 7-21°C 24%的水分含量 	玉米、小麦、大麦、高粱	建议水平 <ul style="list-style-type: none"> 生长猪，全价料中 < 1 ppm 种猪群，全价料中 < 2 ppm 育肥猪和公猪，全价料中 < 3 ppm 	<ul style="list-style-type: none"> 外阴肿胀/发红，直肠和阴道脱垂。 无发情，假性怀孕 早期胚胎丢失 性欲低下

¹ 检测可以通过认证的实验室进行，也可以进行快速检测。各类霉菌毒素的快速检测可以通过经销商购买，只需经过少量培训即可使用。常见的快速测试制造商包括 Neogen、Europhins 等。根据 Osweller 和 Ensley (2012) 和 Menegat 等人 (2019) 研究结果调整。

表 4：原料验收用标签示例

验收日期：_____

原料名：_____

供应商：_____

批次号：_____

采样员编号：_____

其它：_____

原料的验收与采样

关键概念

采样

- **设备**：能够提供代表性样品的设备包括谷物探针和采样器。当使用谷物探针时，插入产品时探针应关闭，然后旋转以暴露上面的小孔，让谷物流入。
 - 工具的长度应能够达到被采样容器的底部。
 - 直径较大的应该用于全谷物原料，直径较小的用于研磨原料。
 - 用于自由流动样品切流采样的设备包括鹅鹑采样器或 PVC 管采样器。
- **眼观检查**：样品的气味和外观可以帮助决定某些产品的质量，用作拒收货物的依据。在卸货前取样，卸料坑的盖子保持原位，放出少量的成分到盖子上。
 - 将具有已知特性的参考样品与收货时的原料样品进行比较，有助于根据产品的颜色、质地和气味来决定是否需要进一步分析。如果原料与参考样品有眼观上的偏差，应考虑进一步分析。
 - 眼观状态不佳并不一定意味着原料质量差，但需要采取进一步调查。
- **代表性样品**：对于自由流动的材料，可以通过在卸货过程中每隔 1 到 5 分钟定时采集；静态的材料，通过在袋子或散装容器的预定位置策略性地采样来获得代表性的样品。
 - 样品应在该批次的中间位置采集，采集时可能需要减少流速，以防止采样器设备溢出。
 - 自由流动的材料采集时应将采样器从一侧向另一侧扫过，收集整个原料流。
- **样品标签设计与储存**：标签应至少包括采样日期、成分名称、批次号和采样员编号。当原料被使用时，依据样品变质带来的风险或潜在的生物危害性，保持最低限度的留样。

验收程序

- **车辆检查**：在接受一批原料之前，需要对车辆和文件进行检查。
 - 散装卡车的外部应没有异物堆积，如泥土、泥浆和灰尘等。
 - 袋装原料应评估是否有袋子损坏。
 - 应将散装和袋装原料的重量与发货单进行比较。
 - 所有的运输文件和交货票据都应该审查并保留。
- **拒收或缺陷索赔**：当有必要拒收原料的时候，应在同一工作日内通知供应商并提供必要的文件，包括一份报告和收集的现场照片，以便提交索赔。
- **文件**：饲料厂必须注册并遵守《生物恐怖主义行动法案》以保存记录，实现可追溯性。
 - 负责运输的一方和非运输方（饲料厂）必须保持记录，以明确运输方和非运输方，供货方和收货方。
 - 运输方必须记录好原产地、接收/交付日期、数量、产品描述、路线和转移点。
 - 非运输方必须保留有上一个货源地、收货/外运日期、产品、数量、运输方、供货方/批号。记录必须保存两年。

- **卸料：**在卸料过程中，在接收下一个散装原料之前，应该对地坑进行眼观检查并根据需要进行清洁，以减少交叉污染。
 - **当卡车驶过卸地坑的栏筛时，应确保地坑盖放置到位，以防止卡车的碎片和潜在的病原体进入设施。**
 - **一旦卸料过程出现原料撒漏，触碰过地面的原料应当弃用。**
 - **任何情况下都不得将撒漏的原料重新扫如地坑，以尽可能减少病原交叉污染的风险**
 - 对于微型原料，应该对散装和袋装原料进行眼观检查，并以先入先出的方式轮流使用。
 - 对于液体原料，所有的生产线都应贴上适当的标签，并锁上生产线的盖子，以防止卸料不当。药品的接收也应当记录到文件上。

检测

- 一旦取到样品，应明确所要采取的检测。
 - 检测的类型由成分的差异性、使用频率及问题的严重程度决定。
 - 可选的检测手段包括视觉和物理检查，快速检测（如有），或使用第三方商业实验室。
 - 在分析之前，应通过样品分割器对样品进行再分割或再取样。分割样品，直到获得分析所需的数量。
 - 保持原料检测记录，以评估供应商的合规性并通过历史数据识别出其中的趋势。

原料的验收与采样 评估表

饲料厂名称：_____ 饲料厂地址：_____ 厂长：_____

厂长联系方式：_____ 评估员：_____ 日期：_____

说明

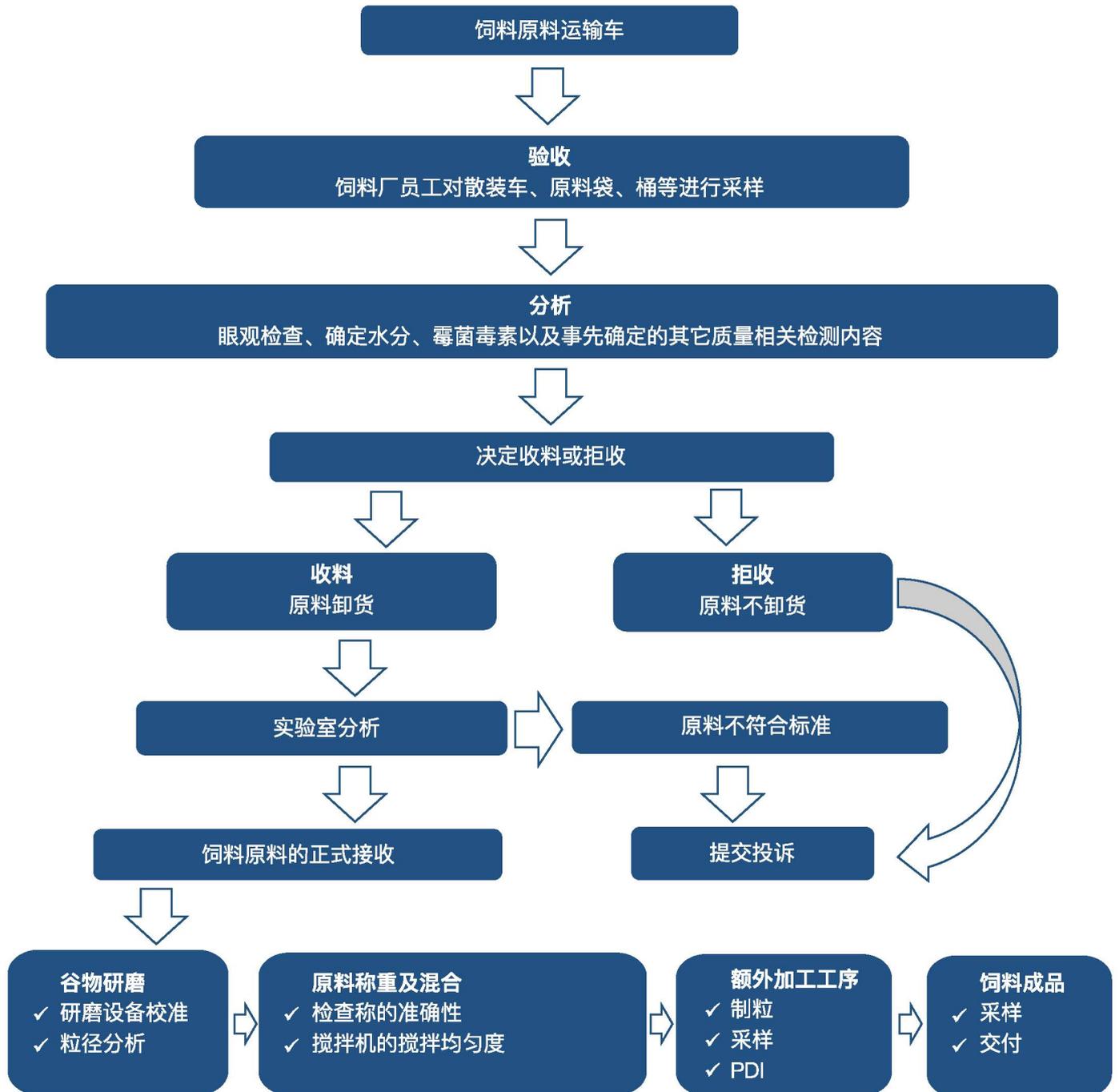
下方评估内容为优质饲料生产措施，具体可见优质饲料生产指南。评估员需根据该厂的合规情况，按照 0-1 打分，0 为从未合规，1 为始终合规。有必要可添加备注。通过打分能够指出需要改善的区域，也能为饲料质量发生变化时提供数据支撑。如果某个问题并不适用，需要对总分进行调整。不适用的问题请勿回答。推荐每年进行一次质量评估。

问题	打分	
	1	0
采样		
1. 用于采样的设备是否大小合适，干净清洁？	是	否
2. 两次采样之间的时间间隔是否均匀一致，袋子、手提袋、车辆等的采样位置是否均匀分布？	是	否
3. 储藏的原料是否持续采样确认质量？	是	否
4. 留样的标签是否标明验收日期、原料名、供应商、批次号及采样员编号？	是	否
5. 使用原料时是否基于后续存在的腐坏风险和疾病风险完成留样并保存样品？	是	否
6. 样品是否存入低温干燥、低湿度且无虫害的环境？	是	否
备注		
验收		
7. 是否眼观检查卡车是否有泄露、破洞或存在可能损害原料质量的异物？	是	否
8. 是否获取交货票据？	是	否
9. 索赔是否录入并留存了相关文件？	是	否
10. ★地坑是否盖上？	是	否
11. ★撒漏的原料是否得到妥善处置？（即未放回地坑）	是	否
12. 是否抓样用于眼观检查？	是	否
备注		
检测		
13. 分析样品之前是否进行分隔？	是	否
14. 玉米是否分析了水分含量？上一次结果_____	是	否
15. 全玉米水分分析人员是否有相应资质？资质获得日期_____	是	否
16. ★是否有霉菌毒素检测计划？检测内容？_____ 检测频率？_____	是	否
备注	合计：___/16	

原料的验收与采样

视觉提示

饲料生产流程图



SOP 编号: _____

原料的验收与采样

视觉提示

原料验收检查清单

如果该批次原料未满足下方清单所述要求，请联系经理/主管	
散装及液态	袋装
文件 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 是否有提货单？ <input type="checkbox"/> 提货单/运输文件上的信息是否与订单信息一致？ <input type="checkbox"/> 提货单/运输文件上的地址和联系方式是否准确？ 	标签 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 是否每包原料都标注了适当的识别信息并正确打上标签？ <input type="checkbox"/> 标签及相关信息是否与提货单或运输文件一致？
颜色（与参考样品进行对照） <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 颜色是否正常？ <input type="checkbox"/> 该批次原料颜色是否一致？ 	大体外观 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 原料袋是否完整良好？ <input type="checkbox"/> 是否有污染迹象，如污痕或袋子潮湿？ <input type="checkbox"/> 是否能看到虫子（活体或死虫）？
气味 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 原料气味是否正常？ <input type="checkbox"/> 是否有发霉、腐坏、酸败、焦臭或异味？ 	颜色 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 是否为常见原料颜色？ <input type="checkbox"/> 袋与袋之间的颜色是否一致？
质地/均匀度 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 该批次原料内是否存在结块？ <input type="checkbox"/> 能否发现发霉迹象？ <input type="checkbox"/> 能否发现不属于原料成分的其它物质？ <input type="checkbox"/> 是否有迹象表明该批次在运输过程中发生过污染或受损？ 	气味 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 原料气味是否正常？ <input type="checkbox"/> 是否有发霉、腐坏、酸败、焦臭或异味？
昆虫/老鼠 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 是否能看到虫子（活体或死虫）？ <input type="checkbox"/> 是否有被虫子破坏的迹象？ <input type="checkbox"/> 原料中能否看到老鼠粪便或其它排泄物？ 	备注/意见

SOP 编号: _____

原料的验收与采样

视觉提示

检测分析时间表示例

表 2.按照 1000 吨/周，原料及饲料成品分析时间表示例¹

原料	每周预计用量 (吨)	每周批次 ⁴	水分	蛋白	脂肪	氨基酸	钙	磷	检测数量 ^{2,3}						PV			
									氯化钠	镁	黄曲霉毒素 ^{*5}	DON [*]	毒素	烟曲霉毒素 [*]				
玉米	600	24	X	X	X	X	X	X										
豆粕	250	10	X	X		X												
酒糟	200	8	X	X														
次粉	200	8	X	X														
鱼粉	200	8		X	X		X	X	X		X							
面包渣	100	4		X	X				X									
麦麸	50	2	X	X														
米糠	50	2	X	X	X													
脂肪	20	1																Q
石灰	10	0.5					Q							Q				
磷酸一/二钙	10	0.5					Q							Q				
饲料成品 ⁶	1000	40	3W	3W	3W		4M	4M	4M									

¹根据国家谷物与饲料质量保障数据调整

²复合样品，以供应商为准

³如果原料来自于为合作过的供应商，可能需要更高的检测频率

⁴基于 25 吨车载货量

⁵* = 评估周谷物报告，确定风险并建立检测表

⁶推荐每个饲料种类每周采 3 份样，以评估水分、粗蛋白和脂肪。以及每月每个饲料种类采 4-6 份样，评估钙、磷和钠

M 为月度、W 为每周、Q 为季度

SOP 编号: _____

原料的验收与采样

视觉提示

验收过程中袋装和桶装原料的采样



SOP 编号: _____

原料的验收与采样

视觉提示

散装原料的采样

1



2

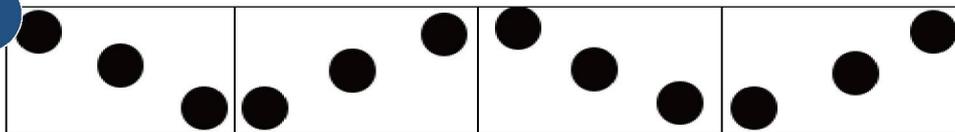


3



散装谷物自动化探针

4



车辆采样位置

5



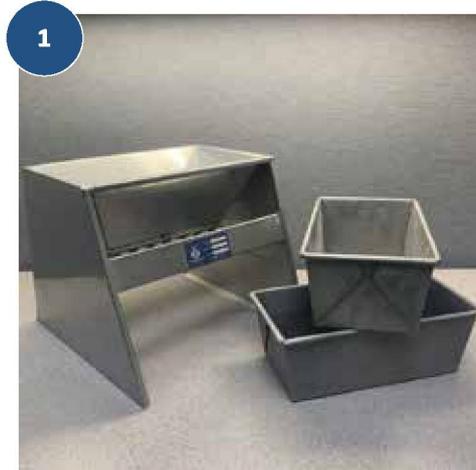
液体采样

SOP 编号: _____

原料的验收与采样

视觉提示

使用分配器制备样品



SOP 编号: _____

原料的验收与采样

视觉提示

原料水分分析



SOP 编号: _____

原料的验收与采样

视觉提示

NIR样品制作与分析

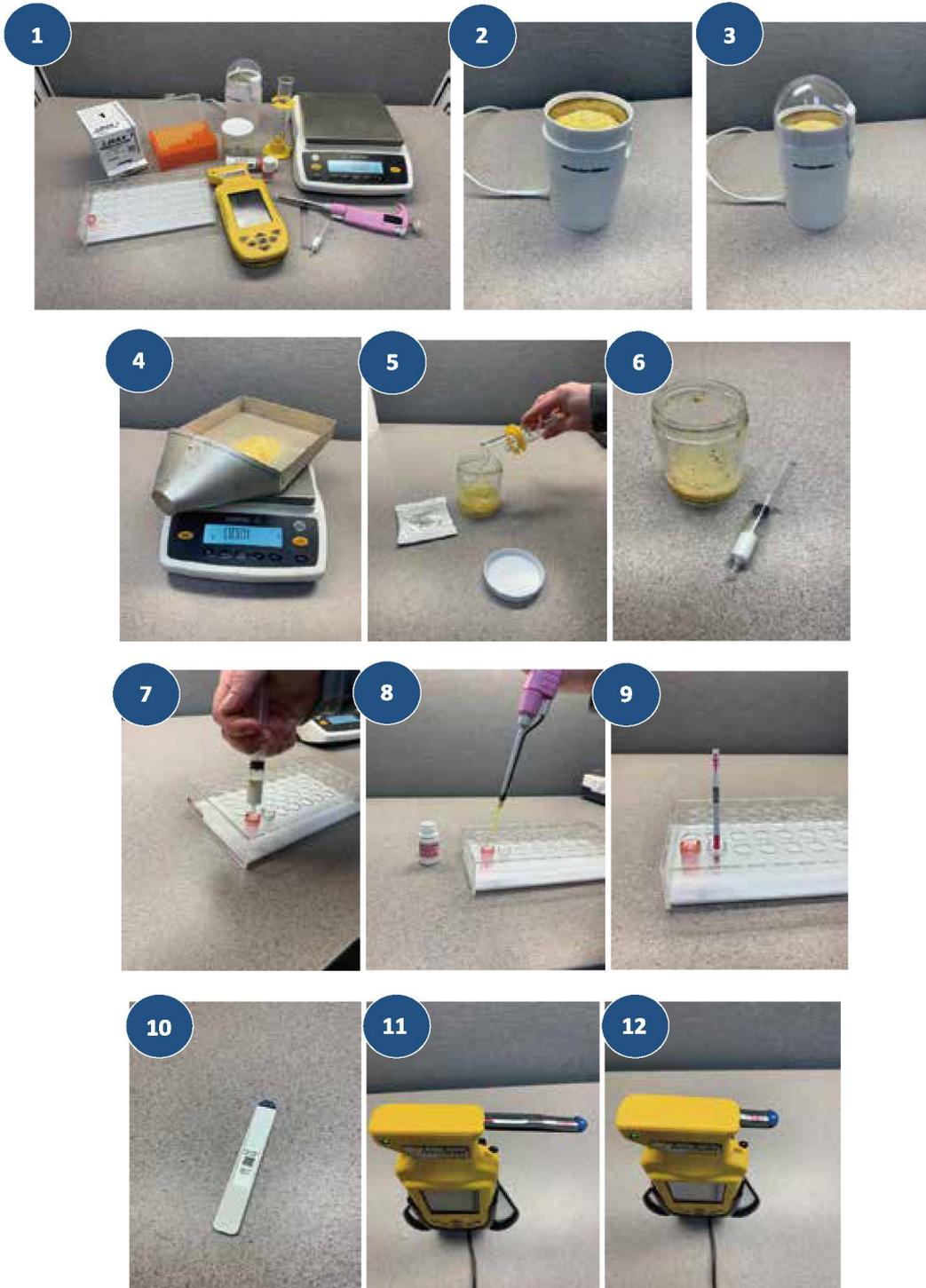


SOP 编号: _____

原料的验收与采样

视觉提示

验收过程中黄曲霉毒素检测示例

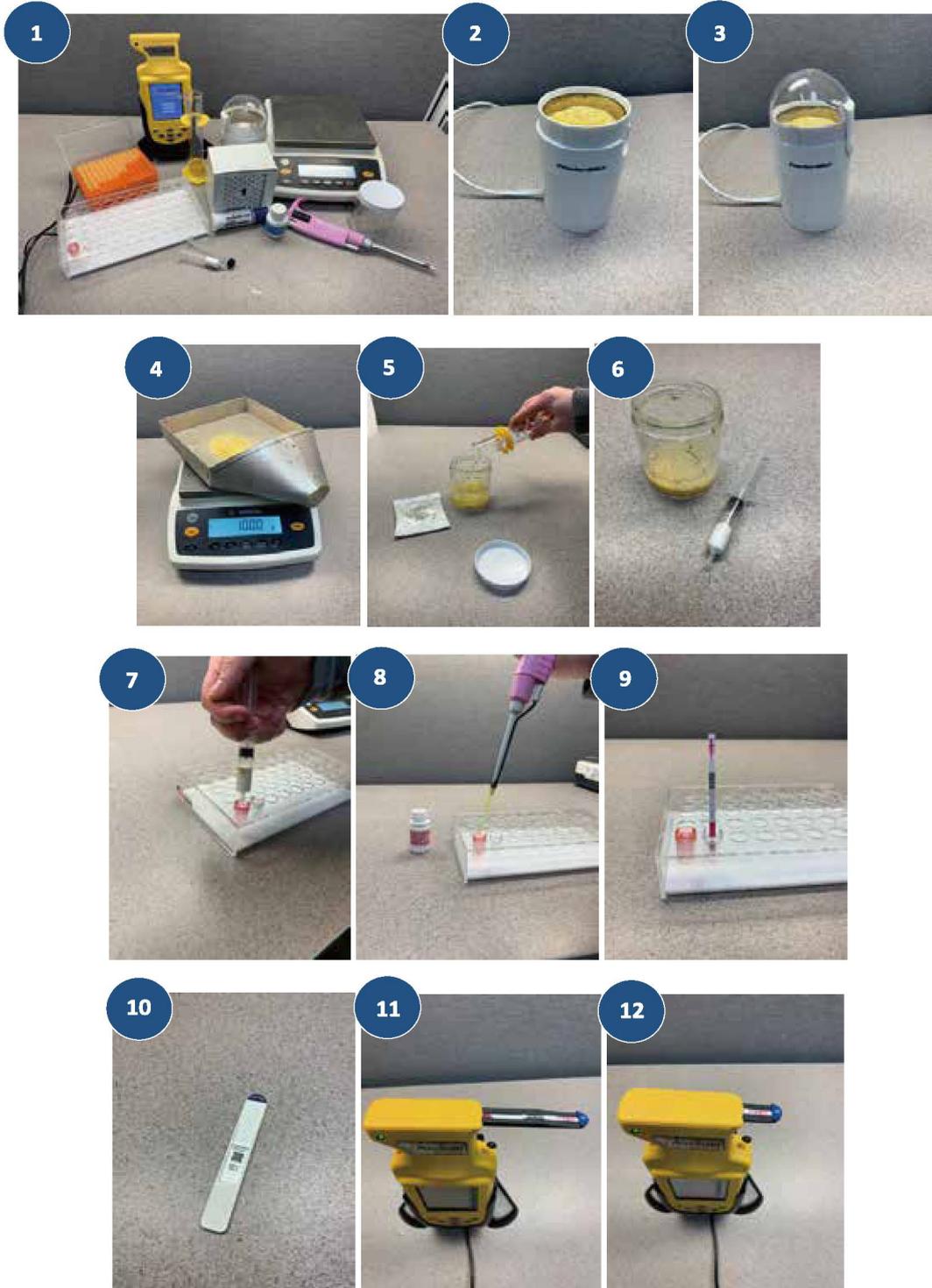


SOP 编号: _____

原料的验收与采样

视觉提示

验收过程中呕吐毒素检测示例

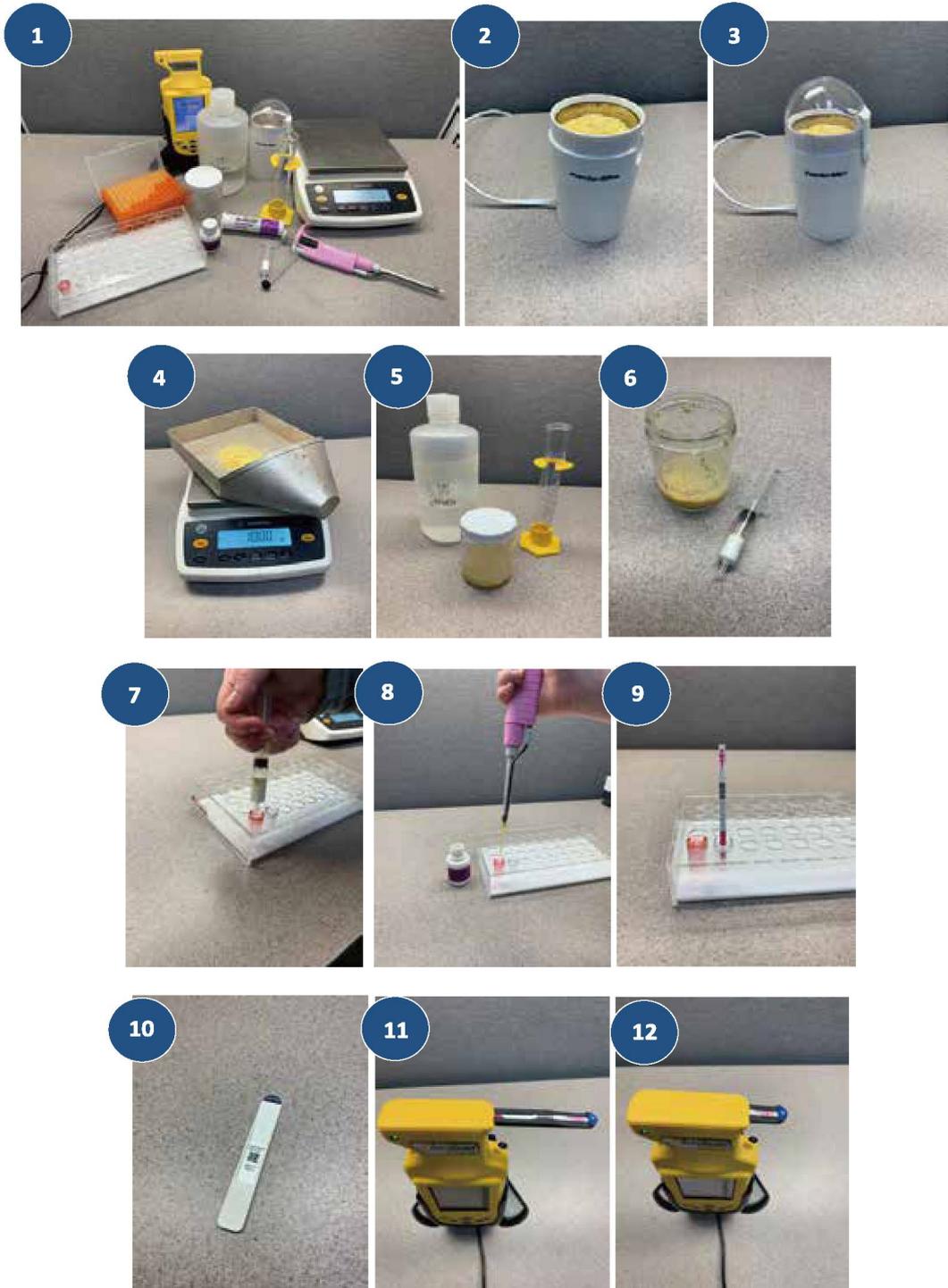


SOP 编号: _____

原料的验收与采样

视觉提示

验收过程中烟曲霉毒素检测示例



SOP 编号: _____

降低粉碎粒度

通常原则

通过研磨、打破谷物坚硬的保护性外层，谷物营养物质的消化率得以提高。集中于胚乳和胚芽的营养物质随着表面积与体积比的增加而变得更容易与消化酶接触反应。影响谷物后续粒度的因素包括谷物生长条件、谷物水分、粉碎机类型和设置以及粉碎机的维护。因此，粒度的检测成为优质饲料生产的一个关键步骤。

锤片式粉碎机和辊式粉碎机

设备

在储存和粉碎之前，谷物可以通过预粉碎系统或筛选装置去除异物，以减少异物进入粉碎机的可能性。在卸料坑上方添加格栅以防止物理性破坏，在原料流中放置磁铁可以去除原料中的黑色金属。格栅和磁铁的组合有助于防止对设备，以及对动物和员工健康的损害（Kalivoda, 2016）。异物被引入任何一种粉碎机，将导致设备的磨损加快，产量降低。因此，作为预防性维护计划的一部分，应每周检查对辊、锤片和筛条的磨损情况，以最大限度地提高粉碎机效率。可以根据系统的真实产量以及是否达到目标粒度来制定设备部件的更换时间。

锤片式粉碎机

锤片式粉碎机能够通过冲击减少原料的颗粒大小，使谷物破碎（Pfost, 1976；图 1）。这就形成了更多的球状颗粒，增加了细小颗粒的数量，因此导致颗粒大小分布不均。影响锤片式粉碎机颗粒大小的因素包括锤尖速度、锤片样式、锤片参数、筛孔直径和气流辅助的影响，对以上任何因素进行调整都可以带来不同的颗粒大小（Heiman, 2005a）。锤片式粉碎机的维护通常比辊式粉碎机要少，主要集中在筛条和锤片的更换上（图 2）。筛条的检查应每周进行一次，磁铁要每天清洗。锤片式粉碎机的锤片应每 2 至 4 周轮换一

次。但同时应考虑到饲料厂的产量，产量高的工厂要增加检查频率。

图 1. 锤片式粉碎机示例（来自 Heimann, 2014 年）

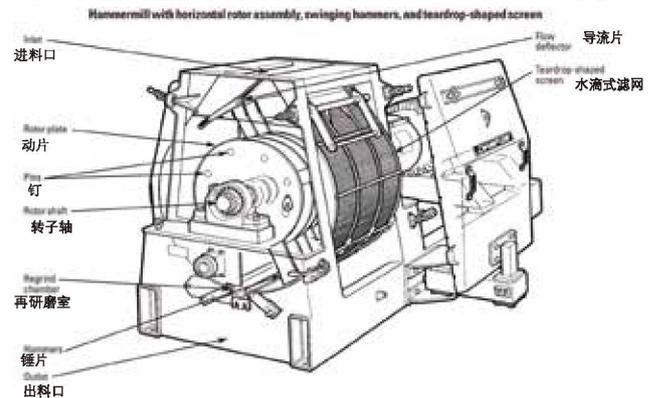
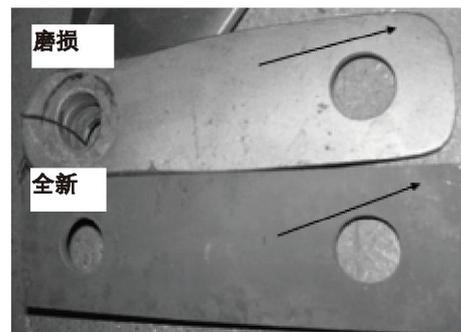


图 2. 锤片式粉碎机，磨损后的锤片部件以及崭新锤片部件外观示例



辊式粉碎机

辊式粉碎机是通过挤压来减少颗粒大小的，会产生少量的细小材料，颗粒大小更加均匀（图 3）。辊磨机也有自己的限制，如昂贵的购入成本和较高的维护成本。辊式粉碎机操作起来更安静，在生产粒度大于 400 至 500 微米的颗粒时，能耗更低，水分损失更少。辊磨机的颗粒大小受辊对数量、对辊间隙和对辊速度的影响（Heiman, 2005b；图 4）。对辊的平行度和间隙宽度应每天评估。根据磨损情况，应每年对对辊

重新进行螺纹加工处理，随着磨损的增加，应增加到每年 3 到 4 次。此外，因日常的间隙调整需要，要花费更多的维护时间，增加粒度分析的频率。

图 3. 辊式粉碎机 (来自 Heimann, 1999)

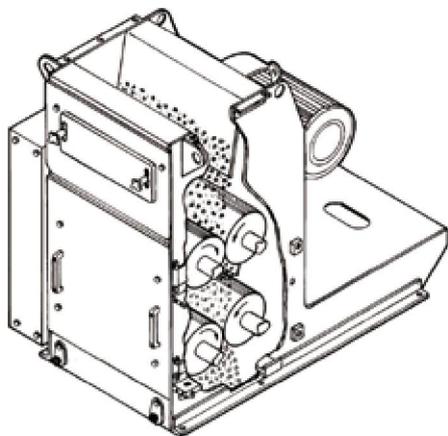
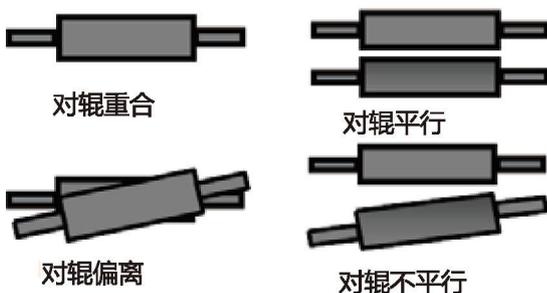


图 4. 辊式粉碎机对辊的相对位置示例 (来自 Heimann, 1999)



粒度的监控与检测

采样

每天都应进行抓取采样，眼观评估粒度，寻找是否有未粉碎原料或大于预期的颗粒。对于辊式粉碎机，应每天评估颗粒大小，锤片式粉碎机应至少每周使用 3 筛法，同时每月使用 13 筛法（分别为图 5 和 6）评估粒度。评估方式上的差异是因为辊式粉碎机在维护上有更高的要求。如果目标粒度上有巨大偏差或谷物水分出现明显变化时，需要使用 13 筛法进行粒度评估。

此外，如果对粉碎机进行了任何调整，包括对辊的平行程度、筛条或锤片的调整，则应使用 13 筛法重新测试粒度。粒度检测的取样应该在对辊或锤片之后，在形成了稳定的物料流后进行。重要的是要在远离任何气流辅助或切割流运动的地方进行样品采集。有空气流动的地方会导致细小的颗粒传入空气中，从而导致粒度测量不准确。

表 1. 粒度及流动性检测设备

设备	供应商
Tyler RoTap 振筛仪	Fisher, Seedboro
电子秤 (精确到 0.1g)	Fisher, Seedboro
筛网	Fisher, Seedboro
筛网清洁器	H.R. Williams
铜质筛网刷	Fisher
尼龙筛网刷	Fisher
筛分剂	吉尔森

图 5. 3 筛法



图 6. 装有 13 个筛网的泰勒 RoTap 振筛仪



检测

粒度检测程序可在 "MF3342 评估饲料的粒度--堪萨斯州立大学 "中找到 (ANSI/ASAE S319.4 FEB 2009 R2012, 表 2)。此外也有几种替代方法, 如 3 筛法, 用于较小的饲料厂和综合饲料厂 (表 3)。对使用的粒度方法做好记录是极其重要的。只有当使用了相同的检测方法时, 粒度结果之间才能进行比较。使用的筛网数量、搅拌时间的长短以及筛网搅拌器或筛分剂的使用, 所有这些都对分析结果带来较大影响。常用的筛分剂是硅粉 (吉尔森公司)。建议使用筛网搅拌器和筛分剂来减少平均粒度, 增加标准差 (Kalivoda

等人, 2016)。这将使粒度的检测结果更加准确。筛条和筛球及刷子的清洁必须在每个检测批次之间完成。软铜丝刷可用于清洁比 100 目更粗的筛网, 尼龙刷用于清洁比 100 目更细的筛网 (Baker 和 Herrmen, 2002)。吸尘器配套的圆形刷也很好用。为避免损坏筛网, 测试人员需要减小清洁时的下压力度。当成分结块或难以去除时, 应在温肥皂水中清洗筛网、筛刷和筛球, 并在运行另一个样品前完全风干。粒度检测的另一个方案是使用近红外反射光谱法 (NIRS), 但只有在能够针对特定 NIRS 校准粒度的情况下才能使用, 详情请询问您的 NIRS 供应商。

表 2. 筛网与搅拌器的使用搭配 (根据 Stark 及 Kalivoda 2016 研究结果调整)^{1,2}

美国筛网数量标准	泰勒的筛网数量推荐	筛孔 (μm)	筛网搅拌器
6	6	3,360	无
8	8	2,380	无
12	10	1,680	三个橡胶球
16	14	1,190	三个橡胶球
20	20	841	三个橡胶球
30	28	595	一个橡胶球, 一个筛网毛刷
40	35	420	一个橡胶球, 一个筛网毛刷
50	48	297	一个橡胶球, 一个筛网毛刷
70	65	210	一个橡胶球, 一个筛网毛刷
100	100	149	一个筛网毛刷
140	150	105	一个筛网毛刷
200	200	74	一个筛网毛刷
270	270	53	一个筛网毛刷
筛盘		-	无

¹ 筛网应在每次取样之间进行清洗, 增加粒度检测的准确性。理想情况下, 可以使用压缩空气来清洁, 也可以通过真空的环境进行清洁。在进行另一次采样之前, 筛条上不应该有样品颗粒残留。

² 筛网上一旦出现物料或油脂结块, 应浸泡在温热的肥皂水中清洗, 并在下一次使用之前充分干燥。

表 3 筛网及搅拌器的搭配方法 (来自 Kalivoda 2016)^{1,2}

美国筛网数量标准	筛孔 (μm)	筛网搅拌器
12	1,680	无
30	595	一个橡胶球, 一个筛网毛刷
50	297	一个橡胶球, 两个筛网毛刷
筛盘	-	无

¹ 筛网应在每次取样之间进行清洗, 增加粒度检测的准确性。理想情况下, 可以使用压缩空气来清洁, 也可以通过真空的环境进行清洁。在进行另一次采样之前, 筛条上不应该有样品颗粒残留。

² 筛网上一旦出现物料或油脂结块, 应浸泡在温热的肥皂水中清洗, 并在下一次使用之前充分干燥。

结果解读

粒度与标准差

重新对筛网进行称重，这些重量数据可以用来确定几何平均直径 d_{gw} 和几何标准偏差 S_{gw} 。 d_{gw} 能够精确到微米，这将代表目标颗粒大小，而 S_{gw} 将提供标准偏差。标准偏差可以无单位 (ANSI/ASAE S319.2) 或以微米为单位 (ANSI/ASAE S319.4)。3 筛法和 13 筛法的 Excel 电子表格计算器可以在 KSU 饲料科学研究和推广网站上找到。样品的回收率应该是 $100\% \pm 5\%$ ，如果超出这些极限值，应重新检测样品。然后将结果从“结果”复制到“结果档案”中，以便实现对粒度的持续监测。

颗粒变异

随着标准差的增加，大颗粒和细颗粒的数量也在增加，因此确定 S_{gw} 是评估粒度的一个重要步骤。<150 微米的颗粒是指在 13 个筛中最底部 3 个筛里看到的颗粒。此外，如果出现流动问题，可以考虑监测 <150 微米的颗粒，因为大部分材料将被回收到底部 3 个筛子当中，使用 3 个筛时，将被回收到底部筛盘中。一般来说，用辊磨机研磨的谷物与用锤磨机研磨的谷物相比，其 S_{gw} 较低。有太多的细颗粒会增加设施中的粉尘量，导致饲料厂出现流动性等问题。以前已有研究确定，使用锤片式粉碎机研磨谷物时，产生的细度百分比较大，导致流动性较差 (Groesbeck 等人, 2006)。压实细颗粒会降低原料的流动性。去除细颗粒可以改善流动性，但这个方法并非适用于所有的情况。

总结

影响粒度的因素有很多，对任何因素的调整都会产生粒度上的变化。为了进行完整的粒度分析，必须对几何平均直径 d_{gw} 和几何标准偏差 S_{gw} 进行评估。使用相同的粒度测试方法 (3 筛或 13 筛法) 是很重要的，保持方法上的一致性，以便将当前结果与过往结果进行比较，并在操纵设备时观察结果变化，判断设备磨损情况。

补充材料

MF3342 饲料粒度评估- 堪萨斯州立大学

- <https://bookstore.ksre.ksu.edu/pubs/MF3342.pdf>

13 筛粒度计算工具

- <https://share.weiyun.com/HnoYJNbZ>

3 筛粒度计算工具

- <https://share.weiyun.com/HnoYJNbZ>

参考文献

- ASAE. 2012. Method of Determining and Expressing Fineness of Feed Materials by Sieving. ANSI/ASAE Standard S319.4 R2012. American Society of Agricultural and Biological Engineers, St. Joseph, MI.
- Baker, S. and Herrman, T. (2002). Evaluating particle size. MF-2051. Manhattan, KS: Cooperative Extension Service Kansas State University.
- Groesbeck, C.N., R.D. Goodband, M.S. Tokach, S.S. Dritz, J.L. Nelssen, and J.M. DeRouchey. 2006. Particle size, mill type, and added fat influence angle of repose of ground corn. Prof. Anim. Sci. 22:120-125.
- Heimenn, M. 2005a. Particle Size Reduction. Feed Manufacturing Technology V. Pages. 108-117 ed. E. K. Schofield and American Feed Industry Association, Arlington, VA: American Feed Industry Association.
- Heimenn, M. 2005b. Particle Size Reduction. Feed Manufacturing Technology V. Pages. 118-126 ed. E. K. Schofield and American Feed Industry Association, Arlington, VA: American Feed Industry Association.
- Kalivoda, J. 2016. Effect of sieving methodology on determining particle size of ground corn, sorghum, and wheat by sieving. M.S. Thesis, Kansas State University, Manhattan, KS.
- Pfost, H.B. 1976. Grinding and rolling. P. 71-84. In: H.B. Pfost (ed.), Feed manufacturing technology. Feed Production Council, American Feed Manufacturing Association, Inc., Chicago, Ill.

降低粉碎粒度

关键概念

锤片式粉碎机及辊式粉碎机

- 谷物的研磨前准备：
 - 如果有玉米清洗机，在谷物进入研磨步骤之前，将谷物或玉米送过筛分机，以去除破碎的玉米和异物（BCFM）。
在卸料坑上方添加格栅，以消除大型物理损害。放在物流中的磁铁可以去除铁质金属。需每天检查磁铁情况。
- 锤片式粉碎机：影响颗粒大小的因素包括锤尖速度、锤片样式、锤片设置、筛孔直径和气流辅助。需确认设置妥当。
 - 筛网检查应每周进行一次，磁铁应每天清洗。
 - 锤片应该每 2 到 4 周轮换一次。
 - 对产量较高的磨机进行更频繁的检查。
- 辊式粉碎机：辊磨机的粒度结果受对辊数量、辊隙和辊速的影响。
 - 对辊的平行情况和辊隙大小应做好每日评估
 - 根据磨损情况，应每年对辊子重新进行螺纹加工处理，随着磨损的增加，应增加到每年 3 至 4 次。
 - 进行常规辊隙调整，并通过粒度分析确认调整是否合理。

粒度的监控与检测

- 采样：每天都应进行抓取采样，眼观评估粒度，寻找是否有未粉碎原料或大于预期的颗粒。
- **对于辊式粉碎机，应每天评估颗粒大小，锤片式粉碎机应至少每周使用 3 筛法，同时每月使用 13 筛法评估粒度。**
- 目标粒度如有巨大偏差或谷物水分发生变化，需要使用 13 筛法进行粒度评估。
- 在远离任何空气辅助或切割流运动的地方收集样品。有空气流动的地方会引起细小的颗粒在空气中传播，从而导致粒度检测结果不准确。
- 检测准备：粒度检测所需要的设备包括 Ro-tap 振筛仪、精确到至少 0.01g 的电子秤、筛网、筛球（总计 13 个或 2 个）、刷子（总计 8 个或 3 个）、分散剂（如硅粉；在使用此类产品前请阅读安全数据表）、铜筛刷以及尼龙筛刷。
 - 确定粒度的标准方法中使用的是筛布、不锈钢或铜制筛网，以及振筛仪（ANSI/ASAE S319.4 FEB 2009 R2012）
 - 可以使用的其它方法如 3 筛法。
 - 对使用的检测方法做好记录。只有同一种方法产生的粒度结果之间才能够进行比较
 - 筛网、筛球及刷子的清洁必须在每次样品运行之间进行，可以在轻压或压缩空气的环境下使用柔软的铜丝刷或吸尘器附带的刷子。
 - 如果成分结块或难以去除，应在完成分析前用温肥皂水清洗筛子、筛刷和球，并完全风干。

粒度结果的解读

- **粒度及标准差**：重新对筛网进行称重，这些重量数据可以用来确定几何平均直径 d_{gw} 和几何标准偏差 S_{gw} 。
- d_{gw} 能够精确到微米，这将代表目标颗粒大小，而 S_{gw} 将提供标准偏差。
- 3 筛法及 13 筛法的 Excel 计算工具可登陆 ksufeed.org 获得。使用这些计算工具时，录入“筛+样本”和“筛的重量”之后，结果可以直接从“结果”复制到“结果文档”，以便对粒度的持续监控。
- 样品的回收率应该是 $100\% \pm 5\%$ ，如果超出这些极限值，应重新检测样品。
- 13 筛的底部 3 个筛子中通常能看到的是 < 150 微米的颗粒。因此，如果大部分材料被回收到 13 筛的底部 3 个筛子当中，或使用 3 个筛时，大部分被回收到筛盘中，则需要进一步评估
- 有太多的细颗粒会增加设施中的粉尘量，导致饲料厂出现流动性等问题

降低粉碎粒度 评估表

饲料厂名称：_____ 饲料厂地：_____ 厂长：_____

厂长联系方式：_____ 评估员：_____ 日期：_____

说明

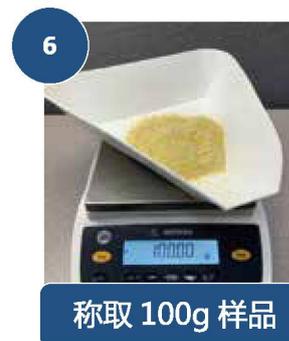
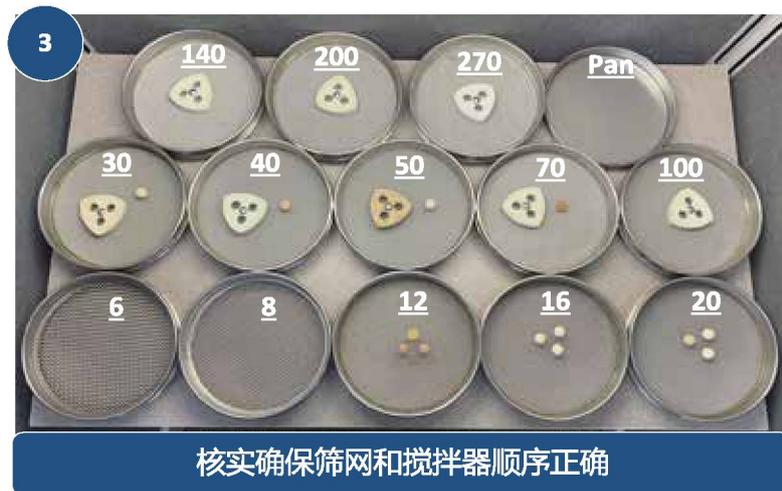
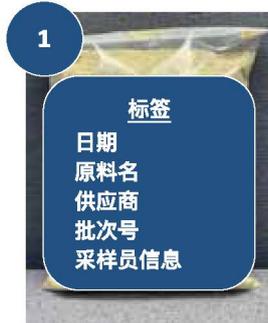
下方评估内容为优质饲料生产措施，具体可见优质饲料生产指南。评估员需根据该厂的合规情况，按照 0-1 打分，0 为从未合规，1 为始终合规。有必要可添加备注。通过打分能够指出需要改善的区域，也能为饲料质量发生变化时提供数据支撑。如果某个问题并不适用，需要对总分进行调整。不适用的问题请勿回答。推荐每年进行一次质量评估。

问题	分数	
	1	0
锤片式粉碎机及辊式粉碎机		
1. ★在谷物进入研磨室前，是否在收料处安装格栅和磁铁装置	是	否
2. 是否按照时间表对锤片式粉碎机和辊式粉碎机进行检查？ 上一次筛查日期：_____ 上一次更换锤片的日期：_____ 上一次螺纹加工日期：_____	是	否
备注 锤尖速度_____ 锤片样式_____ 锤片设置_____ 筛孔直径_____		
轧辊对数：_____ 轧辊螺纹：_____ 轧辊排列：_____ 轧辊速度：_____		
粒度的监测与解读		
2. 是否已确认具体粒度评估方法？ 是什么方法？	是	否
3. 是否按照时间表对粒度进行分析？ 上一次分析的日期：	是	否
4. 是否保留粒度分析结果记录？	是	否
5. ★是否取得了目标粒度结果 目标粒度：___ 实际：___	是	否
6. 客户对粒度或流动性提出的投诉是否记录在案？ 如未发生投诉，请选择“是”	是	否
备注	合计___/6	

降低粉碎粒度

视觉提示

13筛粉碎粒度分析法

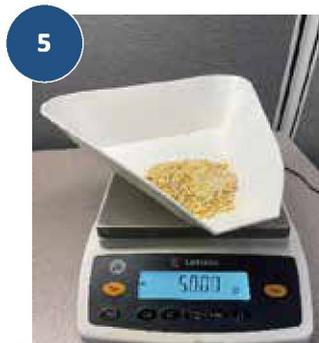
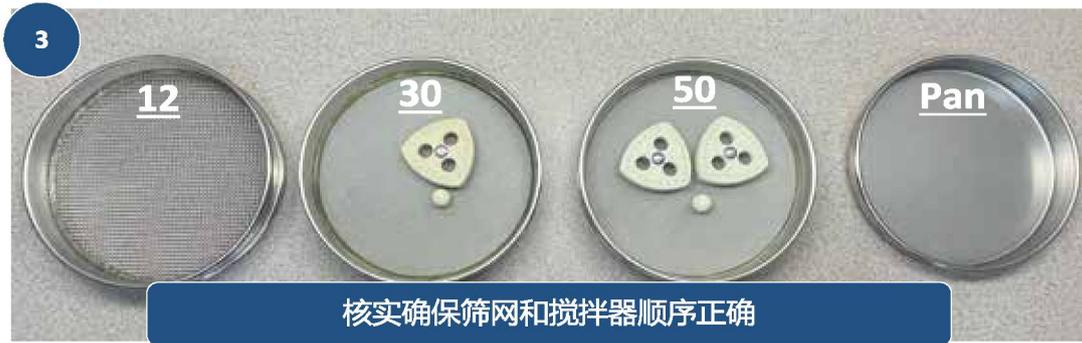


SOP 编号: _____

降低粉碎粒度

视觉提示

3筛粉碎粒度分析法



SOP 编号: _____

配料与混合

通常原则

营养师在设计日粮配方时假定猪在每一次进食中都能够获取到维持和生长所需的所有营养物质。影响饲料中原料分布的因素包括收料后的储存、原料的添加顺序、秤的精确度、原料的特性、混合机类型和混合时间。

原料的储存

影响谷物储藏的关键因素包括冷凝、天气、水分运动、热点、昆虫和水分差异。昆虫和腐败生物的最佳生长条件为 21 至 32°C，昆虫可能在 10 至 21°C 的温度下休眠 (Fields 等, 2012)。储存前, 通过筛分机去除谷物或玉米中的异物, 有助于缓解谷物储存问题。可能需要根据允许的损耗程度, 采取相应调整。

散装

对于散装配料储存, 应通过生产台板或计算机自动化系统正确标记料仓。在将料仓更换为不同的原料之前, 应对料仓进行眼观检查。此外, 应每半年检查一次滑动门和秤斗门, 在称量配料后观察秤重波动。这是为了确保闸门正确关闭, 并密闭良好。

袋装

对于袋装原料储存, 袋子保留原始包装, 应带有批号, 以便追溯和标识产品。原料袋应存放在单独的饲料原料区。应正确识别、储存、处理和控制在混合区内的药物, 以保持其功效。这包括正确核算药物库存。

液体

液体应储存在原始容器或液体罐中, 如供应商有明确说明, 可能需要在购买前采取加热保温。应监测并维持液体脂肪的储存温度, 以防止凝固, 目标储存温度通常在 49 至 60°C 之间。环境温度过低时, 将需要更多的能量将脂肪加热到可用温度, 但较高的温度可能导致脂肪酸败。液体糖蜜应在 21 至 32°C 之间储存。

在较高温度下储存会导致焦糖化或炭化, 降低营养价值并损坏系统。液体脂肪应尽快使用, 以维持脂肪质量, 因此库存不应超过每月需要量。液体储存罐和设备应保持清洁, 并在储罐净空后进行检查, 以防止成分变质。

配料

原料配比不足可导致动物生产表现较差, 添加过量会导致库存偏差、营养物质稀释以及成本增加。

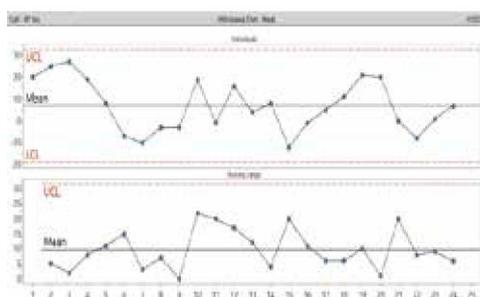
秤的精度

每次称重保持在秤的规格限度内, 这对于猪最终能否获得精确的日粮配比是很重要的。时间、螺旋输送机直径以及在多种速度下变频驱动器 (VFD) 的使用决定了配料添加的准确性 (Stark 和 Jones, 2015)。对于添加量大于 2 kg 的成分, 偏差不能超过秤规格的 1%, 对于低于 2 kg 的成分, 偏差不能超过秤规格的 2%。如果某个原料多加或少加, 任何情况下都不能寄希望于在添加下次原料时予以纠正。原料的添加量越少, 如浓缩酶制剂、维生素和矿物质对秤的精度、设备的调控和称重准确性的要求更高。这时候当精度要求越接近 5 g, 称重难度也越高 (Stark, 2016)。此外, 当传送关停之后, 原料可能因惯性掉落到秤中, 这部分原料也会被添加进饲料里。因此, 秤的定期检查对于确保称重准确性是至关重要的。在运输饲料成品之前, 操作人员需要检查每次的配料报告, 比较配方要求的原料添加和实际原料添加情况, 确认是否有差异。每次报告应当写明时间和日期、配方名及编号、各原料名、原料堆垛编号 (如有)、原料量、原料的理论和实际添加量、饲料储存位置以及操作员信息。相关记录应在生产完成后一年内妥善保存, 如使用 VFD, 则需保存两年。此外, 配料设备应达到合适的规格以满足系统生产需要。

配料系统的数据管理

当需要变更、进行流程和设备维护时，长期收集系统数据能为管理提供便利。统计过程控制（SPC）分析可以提升配料系统的追溯能力（图 1）。这一自动化系统可以提升生产速度、实现批次追踪、数据收集、流程监测、库存管理、合规管理以及保障产品品质。通过设备的电机负荷、操作员效率、轴承温度、库存变化、加工速度和警报等相关系统报告可以了解到数据管理的优势。每周或每月做好 SPC 控制表及直方图的分析在长期来讲能够节省时间和成本。

图 1. 原料实际和理论添加情况的 SPC 控制表示例



原料添加顺序

从料仓、袋子或手动添加站向混合机中添加配料的顺序对于确保混合的均匀度非常重要。例如，只需少量添加的成分可能会落在托盘和螺带或桨叶之间，无法完全混合到批次中。由于这个原因，配料需要按从大到小的顺序添加到混机中，如大、小、微、液体的顺序。主要成分是指批次中含量最高的成分，通常超过日粮的 20%。例如，玉米、豆粕、酒糟和小麦。次要成分的添加量约 10%至 20%。典型的例子包括石灰石、磷酸一钙或磷酸二钙。微量成分通常不到日粮的 10%，包括维生素、微量矿物质、氨基酸和其他饲料

添加剂。添加量小于等于 1%的成分可以手工添加。液体成分，如糖蜜或脂肪，应在干原料按照预设时间完成混合后喷洒。

混合机加料位置

微量原料在加料时需要考虑倾倒位置，防止倒入死角，或者倒入桨叶或螺带够不到的位置。每批饲料的量不得超过混合机的额定容量。同时，也必须考虑原料密度，因为这会影响混合结果的均匀度。通常，如果日粮会产生较多副产品，日粮的密度也会降低，此时该批次总量也会减小。

一般原则是，螺条要保持可见（Stark, 2016），轴承、桨叶或螺带上出现物料堆积是一个关键指征，表明螺条及桨叶运转异常。

混合

混合过程的大体目标是在尽可能短的时间内，实现原料的均匀混合。评估并监测混合机的性能对于确保原料分布是至关重要的。

混合机类型及时间

混合原料使用的混合机类型会极大地影响完成均匀混合所需要的时间（表 1；Froetscher, 2005）。评估混合机的性能有两个考虑因素，即混合时间和内部混合原件的表面积（图 2、3、4、5；Turlington, 2005）。总体来讲，接触饲料的表面积越大，搅拌饲料的机会越多，需要的混合时间也就越小。混合机的螺带和桨叶应当做好月度检查，减少原料粘附导致的原料堆积。虽然这些推荐意见可以作为参考和着手点，还是强烈建议至少每年两次或每年一次进行混合机均匀度检测。

表 1. 不同混合机类型对应的常见混合次数¹

混合机类型	混合时间，分钟		
	干料	湿料	合计
桨叶	3.0	3.0	6.0

双轴、双桨叶	0.5	1.0	1.5
螺带	2.0	3.0	5.0
双螺带	1.0 至 2.0	2.0 至 3.0	3.0 至 5.0
双轴，双螺带	0.75 至 1.0	2.0	2.75 至 3.0

¹Froetsschner, 2005; 根据 Saensukjaroenphon, 2016 研究成果改编

图 2. 纵向混合机的混合区 (根据 Wilcox 和 Unruh 1986, Saensukjaroenphon 2016 研究成果修改)

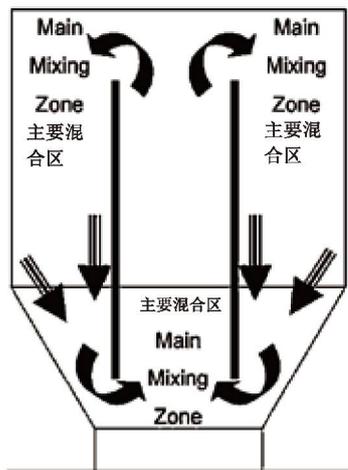


图 3. 双螺条混合机的饲料流向和混合区 (根据 Wilcox 和 Unruh 1986, Saensukjaroenphon 2016 研究成果修改)

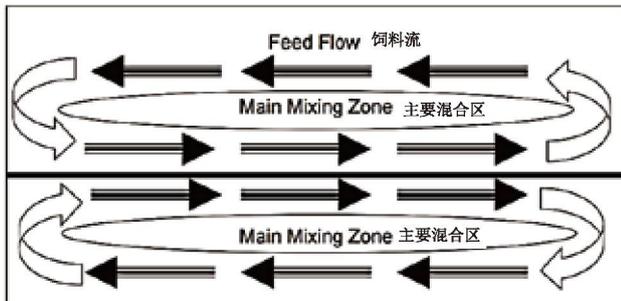


图 4. 桨叶混合机的饲料流向和混合区 (根据 Wilcox 和 Unruh 1986, Saensukjaroenphon 2016 研究成果修改)

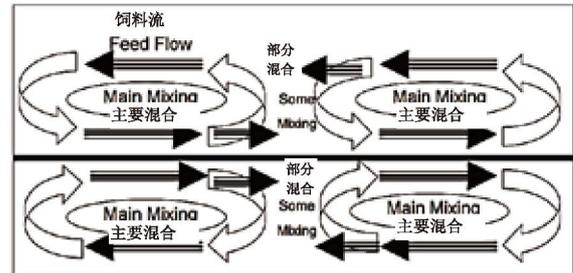


图 5. 鼓式混合机的混合区 (根据 Wilcox 和 Unruh 1986, Saensukjaroenphon 2016 研究成果修改)



混合机均匀度检测

精准饲料配方的成功与否取决于混合是否均匀，可通过变异系数 (CV) 判断。混合机的均匀度检测程序可

见“MF3393 检测混合机性能-堪萨斯州立大学”。混合机均匀度检测通常以单一来源的示踪物作为指示剂（如盐、微量矿物质或铁屑）。用探针从混合机的出口或饲料袋中按顺序取出 10 份样品，分析示踪物从而检测均匀度。变异系数可以按照百分比表示 $CV\% = (\text{标准差}/\text{平均值}) \times 100\%$ 。混合过程的任何调整都需要进行混合机均匀度验证（Starker 及 Saensukjaroenphon 2017）混合机均匀度变异系数计算需要每年进行，如果要进行均匀度验证或者原料特性有明显改变时，变异系数的计算最好每年两次。

检测特定原料的混合结果是有可能的，但应当由该待检原料的供应商来完成。

- ▶ 饲料行业的标准是 CV 应低于 10%（Herman 及 Behnke 1994）。如果结果在 10-15% 之间，可以认为混合情况是良好的，但是混合时间应延长约 25%。如果结果在 15-20%，混合时间应延长 50%，同时检查混合机磨损和原料特性（表 2）。任何超过 20% 的情况判定为混合不佳，应进行问题评估。

表 2. 混合机检测结果的解读和完善措施¹

CV 值	评价	完善措施
<10 %	优	无
10 至 15%	良	混合时间增加 25-30%
15 至 20%	中	混合时间增加 50%，检查设备损耗 检查所添加的原料 原料溢出
>20%	差	可由上述任意原因共同导致 咨询混合人员或饲料设备生产商

¹ 来自 Herrman 和 Behnke, 1994

原料特性对均匀度的影响

原料的特性会极大地影响混合效果。颗粒的性状和大小：球形、方形和扁平原料会在处理过程中分开。密度大的颗粒可能在传送过程以及整个饲料生产过程中沉淀在底部。颗粒间的静电可导致原料贴附于设备。原料的吸水性，如维生素或饲料添加剂会影响混合效果。此外，具有吸附性的原料如脂肪或糖蜜会附着在混合机设备上，因此做好每周混合机检查和清洁非常重要。此外，要有完整的 SOP，遵守上锁挂牌（LOTO）程序。

饲料排序和冲洗

为防止混合过程中的药物残留，混合机需要遵循有效的清洗程序。现行药品生产管理规范（cGMP）要求

加药饲料生产商使用至少一种批准的清洗程序，如清洁、排序及冲洗，以防止不安全的药物残留导致污染（食品和药品管理局，卫生与公共服务部，1976）最有效的方式是采用完整的混合机清洗程序。然而，这需要耗费大量的时间，同时要求一段时间的停工。所以，饲料企业常用的方式是排序和冲洗。

排序

批次排序是饲料生产过程中按照事先确定的生产顺序，防止后续批次出现污染的操作程序。这通常会发生在高产体系中，有足够的产量，同时每周有事先确定的生产计划表。目标是最大程度上减少药物残留进入后续饲料批次。为了实现这一点，使用相同药物的饲料应按照添加量从高到低的顺序生产。当生产的饲料中有药物添加时，对于内部饲料厂，如有药物添

加，按照保育料、母猪、生长猪最后育肥猪料的顺序生产。淘汰母猪不能按照这个顺序饲喂。对于商业化饲料厂，确保采用这一顺序的饲料是用于同一物种的，且无药物添加（Rickert 等，2010）。

- 如批次排序的目的是控制病原，应按照风险从高到低的顺序生产饲料。从种猪群到母猪场、保育、净生长育肥最后脏生长育肥。

冲洗

另一个减少饲料污染的方式是使用谷物原料冲走药物或病原残留。施用冲洗流程时，推荐使用正常生产时混合机总容量的 5-10%（Martinez 等，2018）。在未来生产同一种药物的加药日粮时，该冲洗用物料可重新使用。这时候该料仓或该储存容器应标注为冲洗物料，注明包括物料名、物料中因冲洗可能残留的药物名、批次号以及目标饲喂物种。加药饲料的冲洗物料应用于含有相同药品、用于同一物种的饲料中。Herrman 等（1995）评估了从混合到装袋的药物残留，发现药物残留量最大的区域是在输送机支腿的位置，其次是在装袋区域。此外，化学处理过的冲洗物料包括稻壳或其他磨料都可以减少病毒颗粒残留（Gebhardt 等，2018）。

总结

综合来看，配料和混合是最耗费时间的饲料生产步骤。持续评估系统流程数据，如配料自动化数据，是饲料厂改善生产成绩的关键。原料的精确称重对于精确饲喂是最关键的步骤，因此，所使用的秤需要在每一种原料的可接受精度范围之内。持续评估混合机性能，采取行动降低饲料药物残留和病原残留，才能生产出最优质，最安全的饲料成品。虽然采用完整的混合机清洗程序是最好的，当不能接受停工时，策略性的原料排序和冲洗也能够带来很好的效果。

补充材料

MF3393 检测混合机性能-堪萨斯州立大学

- <https://bookstore.ksre.ksu.edu/pubs/MF3393.pdf>

KSU 混合机均匀度计算器

- https://www.grains.k-state.edu/research/AnimalFeedandPetFood/feed_science_research_extension/index.html

参考文献

- Fields, P., Subramanyam, B., & Hulasare, R. (2012). Extreme Temperatures. In D. W. Hagstrum, T. W. Phillips, & G. W. Cuperus (Authors), *Stored product protection* (pp. 179-190). Kansas State University. Manhattan, KS. doi:<https://bookstore.ksre.ksu.edu/pubs/S156.pdf>
- Froetschner, J. R. 2005. Mixing: A detailed look at the factors that influence mix uniformity. Parsippany, NJ.
- Gebhardt, Jordan T., Roger A Cochrane, Jason C Woodworth, Cassandra K Jones, Megan C Niederwerder, Mary B Muckey, Charles R Stark, Mike D Tokach, Joel M DeRouchey, Robert D Goodband, Jianfa Bai, Philip C Gauger, Qi Chen, Jianqiang Zhang, Rodger G Main, Steve S Dritz, Evaluation of the effects of flushing feed manufacturing equipment with chemically treated rice hulls on porcine epidemic diarrhea virus cross-contamination during feed manufacturing, *Journal of Animal Science*, Volume 96, Issue 10, October 2018, Pages

- 4149–
4158, <https://doi.org/10.1093/jas/sky295>
- Herrman, T. and K. Behnke. 1994. Testing mixer performance. MF-1172. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service Bulletin, Manhattan, KS: Kansas State University.
- Herrman, T; Behnke, Keith C.; and Loughin, T (1995) "Mixing and clean-out properties of sulfamethazine and carbadox in swine feed," *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports*. Vol. 0: Iss. 10. <https://doi.org/10.4148/2378-5977.6451>
- Martin, S. 2005. Mixing. Feed Manufacturing Technology V. Pages. 137-141 ed. E. K. Schofield and American Feed Industry Association, Arlington, VA: American Feed Industry Association.
- Martinez, A., C.K. Jones, C.R. Stark, L.J. McKinney, K.C. Behnke, and C.B. Paulk. Evaluating flushing procedures to prevent nicarbazin carryover during medicated feed manufacturing, *Animal Feed Science and Technology*, Volume 242, 2018, Pages 1-7, ISSN 0377-8401, <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.04.017>.
- Richert, B. T. and J. M. DeRouchey, C.R. Stark, and L. McKinney. 2010. Swine Feed Processing and Manufacturing Fact Sheet. National Swine Nutrition Guide, Manhattan, KS: Kansas State University.
- Saensukjaroenphon, M. 2016. The effect of ingredient properties, liquid system and mix time on uniformity of mix and testing of uniformity of mix. M.S. Thesis, Kansas State University, Manhattan.
- Stark, C. R. 2014. Feed processing technology to improve feed efficiency in pigs and poultry. Recent Advances in Animal Nutrition 2014. P. C. Garnsworthy and J. Wiseman. Ed. Context Products Ltd.
- Stark, C. R. and C. K. Jones. 2015. Feed processing to improve animal performance. Canada Eastern Animal Nutrition Conference. Quebec, Canada.
- Stark, C. R. 2016. Feed processing to improve swine and poultry performance. The 5th Global Feed and Food Congress, Antalya, Turkey.
- Stark, C. R. and M. Saensukjaroenphon, Testing Mixer Performance, Kansas State University, September 2017.
- Turlington, H. 2005. Premixing. Feed Manufacturing Technology V. Pages. 310-316 ed. E. K. Schofield and American Feed Industry Association, Arlington, VA: American Feed Industry Association.
- Wilcox, R. and D. Unruh. 1986. Feed manufacturing problems-feed mixing times and feed mixers. Bulletin MF-829, Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service, Manhattan, KS: Kansas State University.

配料与混合

关键概念

原料储存

- **原料储存**

- 散装原料储料仓应打好标签，完成检视。储存之前将谷物或玉米通过筛分机排除异物，能够有助于降低谷物保存问题。
- 袋装原料应存放在原装袋子中，通过上面的批次号能够实现产品的追溯和识别。
 - 根据现行 GMP 规范，用于混合的药物需要良好标记、储存、处置以及管控以保持其使用效果。这也包括对药物库存的核算。
- 液体饲料也应保存在原装容器或者液罐中，如供应商有相关规定，也需要加热保温直到使用为止。

配料

- **秤的精度**

- **对于添加量大于2 kg的成分，偏差不能超过秤规格的1%，对于低于2 kg的成分，偏差不能超过秤规格的2%。**
 - 如果某个原料多加或少加，任何情况下都不能寄希望于在添加下次原料时予以纠正。
- 在运输任何成品饲料前，都需要审核每份配料报告，比较配方需求的添加量和实际添加量之前的原料量差异。
 - 每次报告应当写明时间和日期、配方名及编号、各原料名、原料堆垛编号（如有）、原料量、原料的理论和实际添加量、饲料储存位置以及操作员信息。
- 相应记录在生产后要保存1年，如加药则需保存两年

- **原料顺序**

- 从料仓、袋子或手动添加站向混合机中添加配料的顺序对于确保混合的均匀度非常重要。
 - 按照主要原料（占比超 20%），次要原料（占 10-20%），微量原料（<10%）及手动加料（<1%）的顺序添加
 - 液体原料应在干原料按照预设时间完成混合后喷洒。
 - 每个批次的饲料量不得超过混合机的设计容量。

混合

- **混合机**

- 混合机螺带、桨叶应每月检查，降低原料吸附导致的堆积。轴、桨叶、螺带应时刻保持可见。原料堆积是一个关键指征，表明螺带和桨叶运转不良。
- **应每年计算混合机均匀度的变异系数，最好一年两次。**
- **饲料行业的标准是变异系数低于 10%。**

- 最有效的方式是执行完整的混合机清洁程序

排序：

- 批次排序是饲料生产过程中按照事先确定的生产顺序，防止后续批次被药物或原料残留污染的操作程序。
 - 为了最大程度上减少药物残留进入后续饲料批次，使用相同药物的饲料应按照添加量从高到低的顺序生产。
 - 生产的饲料中有药物添加时，对于内部饲料厂，如有药物添加，按照保育料、母猪、生长猪最后育肥猪料的顺序生产。淘汰母猪不能按照这个顺序饲喂。
 - 对于商业化饲料厂，确保采用这一顺序的饲料是用于同一物种的，且无药物添加
 - 如批次排序的目的是控制病原，应按照风险从高到低的顺序生产饲料。从种猪群到母猪场、保育、净生长育肥最后脏生长育肥。
- *冲洗*
 - 冲洗具体就是将粗糙原料放入生产设备运行，防止药物残留导致的不安全污染。
 - 冲洗时推荐使用正常生产时混合机总容量的 5-10%。
 - 在未来生产同一种药物的加药日粮时，该冲洗用物料可重新使用。
 - 这时候该料仓或该储存容器应标注为冲洗物料，注明包括物料名、物料中因冲洗可能残留的药物名、批次号以及目标饲喂物种。
 - 加药饲料的冲洗物料应用于含有相同药品、用于同一物种的饲料中。

配料与混合

评估表

饲料厂名称：_____ 饲料厂地址：_____ 厂长：_____

厂长联系方式：_____ 评估员：_____ 日期：_____

说明

下方评估内容为优质饲料生产措施，具体可见优质饲料生产指南。评估员需根据该厂的合规情况，按照 0-1 打分，0 为从未合规，1 为始终合规。有必要可添加备注。通过打分能够指出需要改善的区域，也能为饲料质量发生变化时提供数据支撑。如果某个问题并不适用，需要对总分进行调整。不适用的问题请勿回答。推荐每年进行一次质量评估。

问题	分数	
	1	0
原料的储存		
1. 原料中是否可见虫子或异物？	是	否
2. 料仓是否完成检查？ 上次料仓检查的日期：_____	是	否
配料		
3. ★添加量大于 2 kg 的原料，秤偏差是否 <1%，添加量小于 2 kg 的原料，秤偏差是否 <2%？ 上一次秤校准日期：_____	是	否
4. 混合机中加入的原料是主要原料（1 级），次要原料（2 级），还是微量原料（3 级）？	是	否
5. 是否按照时间表对秤的称量限度进行检查	是	否
6. 是否有配料报告，报告是否保留满 1 年？	是	否
7. 是否按照混合机容量，合理安排单次配料量？ 混合机容量：_____	是	否
8. 液体系统是否通过水桶试验检查？ 上一次水桶试验日期：_____	是	否
备注		
混合		
9. 混合机的轴、桨叶或螺带是否有原料堆积？ 上一次混合机检查日期：_____	是	否
10. 混合机均匀度是否 < 10%？ 上一次混合机均匀度的检测日期及结果：_____	是	否
备注		
排序及冲洗		
11. ★混料顺序能否降低饲料药物残留和疾病的交叉污染风险？	是	否
12. ★冲洗物料的体积是否为混合机正常生产时总容积的 5-10%？	是	否
13. ★冲洗物料是否有明确标记，包括使用的原料名、可能残留的药物名、批次号及目标动物种类？	是	否
备注		
	合计 ____ /13	

配料与混合

视觉提示

混合机混合均匀度检查

1



2



3



4



称取 10g 样品 (10x)

5



称取 90g 沸水 (10x)

6



7



8



9

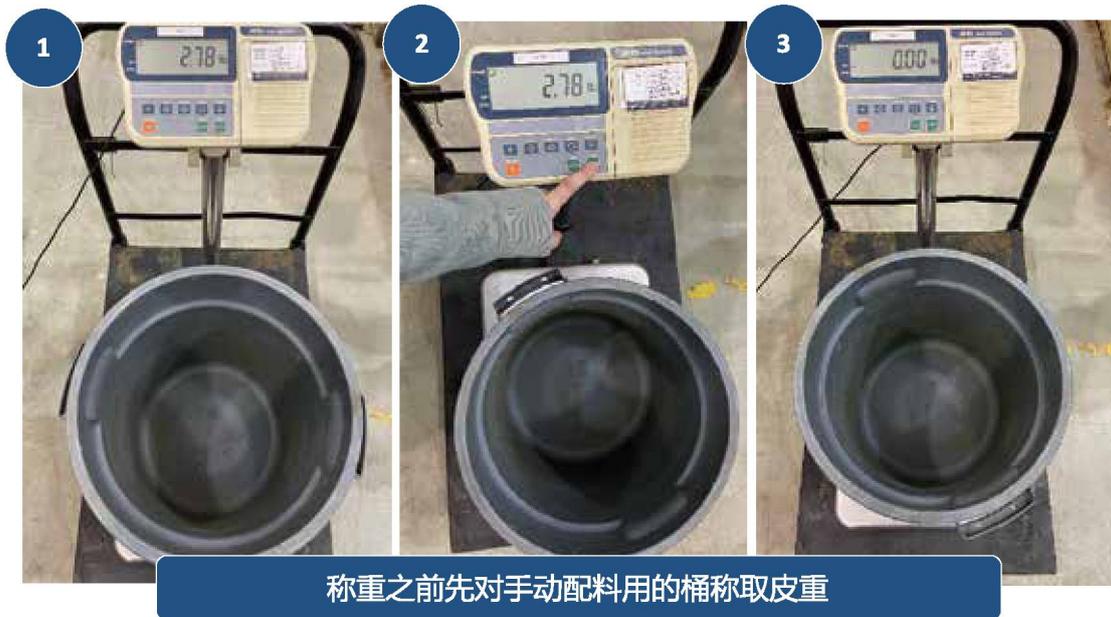


SOP 编号: _____

配料与混合

视觉提示

手动添加配料的准备



SOP 编号: _____

制粒

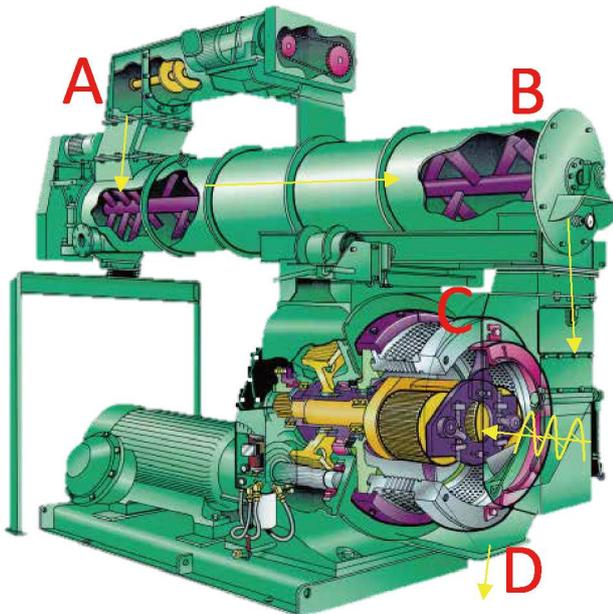
通常原则

饲料制粒有许多好处，从改善适口性和流动性，到减少饲料浪费，再到减少成分分离和破坏病原体。

(Behnke 1994; 图 1)。虽然制粒会导致饲料生产成本的增加，但通过保持颗粒质量，可以提高平均日增重和饲料效率，实现收益。影响制粒过程的因素很多，包括日粮配方、制粒条件和具体的制粒机部件。影响料槽上细粉百分比的因素包括原料特性、调制过程、制粒机配置、颗粒冷却和运输。

图 1. 饲料在制粒机中的流转 (CPM)

- 粉料喂料器
- 蒸汽调制
- 颗粒压模
- 颗粒料转入冷却室



制粒流程的监控与数据收集

蒸汽调制

在形成颗粒之前，对粉料进行蒸汽调制，以增加压模润滑度，软化进料颗粒，提高结合能力。调制过程由

饲料在调制器中停留的时间和蒸汽质量决定。饲料进料后通过调制器的方式由桨叶尖端角度和桨叶速度决定。取决于制粒吨位，应每周一次或多次检查调制器内饲料的堆积情况并做好清洁。为保持蒸汽的均衡分布，持续的进料流是很重要的。通过调整调制过程中的温度、在调制器内的停留时间、蒸汽质量和粉料调制后的湿度，饲料厂能够改善颗粒料质量和制粒机产出。

粉料调制目标

对于常见的玉米豆粕粮，调制粉料用于制粒的过程中，可以设定当颗粒接触压模时总体水分含量增加量达到 17-18%，调制温度为 82-93°C。保育料配方需要的调制温度较低，但是将增加摩擦热，需要更多的能量，降低产量并增加压模的损耗。比如，添加了乳清粉的保育料需要的温度 (62°F) 低于玉米豆粕型育肥料 (约 85°C+)。增加调制温度产生的蒸汽能够润滑压模，降低通过压模时产生的摩擦热从而降低颗粒温度。

- 一般来讲，温度每升高 14°C，调制器中的饲料水分将增加 1%。比如，如果目标调制温度为 88°C，冬季粉料温度约为 4.5°C，83°C 的温差能够增加 6% 的水分含量。在夏天，粉料的温度为 32°C，温差为 56°C，这会增加 4% 的水分。所以，如果初始粉料湿度为 12%，通过蒸汽调制，在冬季和夏季饲料水分将分别上升到 18% 及 16%。因此，初始粉料温度将决定最终调制温度以及最终饲料的水分含量。有发现表明，总水分含量超过 18% 时会导致制粒机堵塞。但这也取决于制粒机配置。

达到调制温度

通过蒸汽调节装置和气流控制阀门取得想要的调制温度。蒸汽调节装置（如 COSPECT 蒸汽阀）能够调控气流控制阀处的气压。气流控制阀将调控调制器内的蒸汽量。

调制器滞留时间

调制器内滞留时间的影响因素包括，调制器长度、不同生产速度下不同功率驱动的进入角度和速度。调制器内滞留时间越长，因为更高的温度和水分含量，制粒的质量越高，但同时也会降低制粒机的产量。调制器内的滞留时间由日粮配方中的原料以及它们吸收水分的能力决定。明确滞留时间是很重要的，因为这能够帮助改善产能以及制粒。传统玉米豆粕日粮的滞留时间应在 30-45 秒。虽然滞留时间越长，制粒质量越高，时间过长也有可能降低部分营养价值，增加单位产出的制粒成本。日粮配方内原料越是干燥，可能越需要在调制器内滞留更长时间。高水分的日粮可能需要的调制器内滞留时间也越短。在低调制器温度下，越长的滞留时间是有好处的，能够给予饲料颗粒更长的时间吸收水分。常见的玉米豆粕育肥粮相比于含有大量乳产品的保育粮需要更长的调制器内滞留时间。

调制器内滞留时间的测定

调制器滞留时间的测定有三种方式：1) 负载观测法，2) 谷物/燃料法，或 3) 全调制器内容物称重法 (Stark 等, 2020)。负载观测法需要暂停进料，观察制粒机内负载的颗粒料需要多久落下。全谷物/染料法会将完整的玉米或染料加入到进料口一端，按照固定的间隔时间，在检查口进行采样。对全内容物称重时，调制器需要满负荷运转，可以真空抽出或收集到塑料盆中。此时可以按照下方公式计算调制器滞留时间：

调制器滞留时间(s)

$$= \frac{\text{调制器内物料总量 (kg)}}{\text{制粒机生产速度 (kg/小时)}} \times 3600s$$

蒸汽质量

蒸汽质量取决于饱和蒸汽所占比例。蒸汽质量较差（饱和蒸汽约占 80%）将降低调制温度，每 1% 的额外水分将降低 2.8°C。饱和蒸汽比例越高，约占 97%，意味着蒸汽质量越高。在蒸汽通过隔热管道进入调制器的过程中可以通过疏水器，分离水和杂质，从而保障蒸汽质量。疏水器应每周清洁。多余的冷凝水将给粉料带来过多水分，导致压辊在接触压模时打滑，制粒机堵塞，或降低颗粒使用寿命。

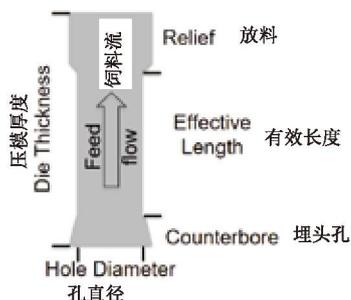
压模

压模的规格将决定颗粒直径以及压缩需要时间。计算方式是有效长度（厚度）除以宽度（孔直径）或长度直径比（L:D）（图 2），L:D 越高，饲料通过模孔时受到压模阻力越大。

压模类型的选择取决于整体制粒目标。可选压模材料包括合金、不锈钢、高铬钢等，能够提供不同水平的抗侵蚀能力以及阻力。渗碳合金压模有抗裂特性，应当用于矿物质含量更高的饲料，更长用于大孔径方孔压模。对于粗糙度中等、具有最低侵蚀性的物料，渗碳不锈钢压模长期来讲能够带来最好的制粒制粒。(Turner 等, 2014)。

为了监测压模性能，每次制粒过程中都要记录好每个压模能够产出的吨数、使用时长以及压模规格。越高产的制粒机压模应该每周检查，查看是否有不均匀的磨损。不均匀的压模磨损可能由不均匀的饲料分布或金属屑导致的。有必要更换压模的迹象包括：压辊无法与压模接触，颗粒质量较差，有过多的细粉，或者压模本身损坏。在更换压模之前，如果使用的是新压模，需要检查并更换螺栓及夹钳。每次制粒完成，需要检查压模是否有金属屑以防止压模被侵蚀损坏。

图 2.通常压模孔的有效厚度决定了 L:D 比



颗粒冷却

颗粒冷却的目的是将制粒过程中添加的水分含量降低到等于或低于最初的粉料水分含量。这是一个动态的过程，涉及热量和质量从高处到低处的转移，直到在空气和颗粒之间达成两者间的平衡（图 3）。空气流量、饲料床深度和均匀性、空气和颗粒温度、相对湿度、颗粒尺寸和密度、水分含量、颗粒质量和冷却时间将决定冷却的速度和均匀性。（Stark, 2012b）。床层深度是否均匀可能是颗粒冷却中最容易被忽视的方面（图 4）。颗粒应该在冷却器内均匀分布，以获得均匀的空气流动和干燥能力。直径和密度较大的颗粒需要较长的冷却时间和空气流量，以使水分迁移到表面进行干燥。冷却器中积累的细小颗粒会因为被拉入气流管道，从而减少气流，因此管道、风扇和皮带应在每周清洁时进行检查。应每周通过干物质分析对冷却后的颗粒样品进行评估，以确定颗粒是否获得平衡水分。

图 3. 逆流式冷却器的功能 (来自 Tico)

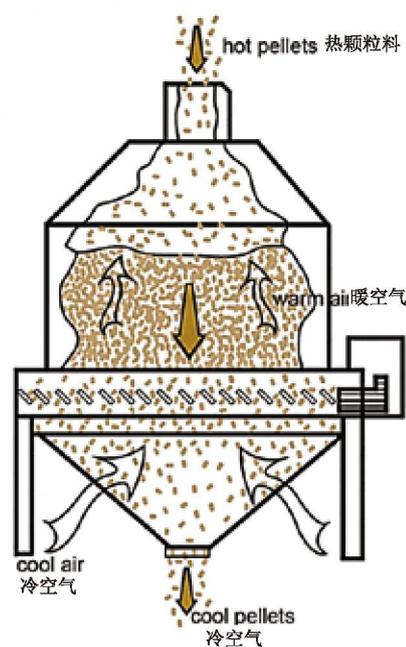
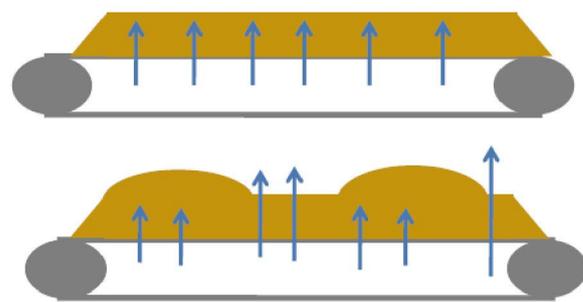


图 4. 冷却器床层深度图

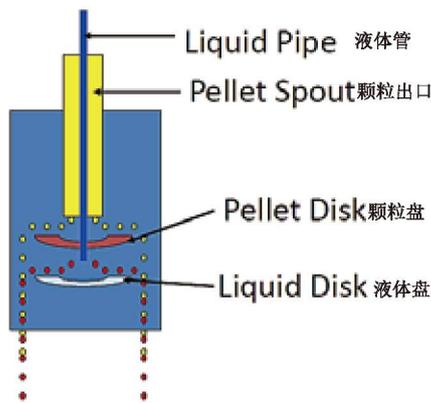


制粒后液体添加

参与制粒后液体添加（PPLA）的典型成分包括不耐热的脂肪和酶。一般来说，饲料中可添加的最大脂肪量为 6%。脂肪在混合机中的添加量约为 1%或更少，以保持颗粒的质量。添加脂肪的其他方法包括喷洒在离开模具的热颗粒或冷却后颗粒上。液体成分可以通过喷头或转盘进行添加（图 5）。PPLA 系统的目标是：按重量计算准确需要的液体量，将其添加于颗粒上，并 360 度均匀覆盖物料。PPLA 系统的难点包括准确的成分计量、获得均匀的分布和均匀的饲料流动。液体计量器应每季度检查一次准确性，这可以通过水桶

测试来完成。进行水桶测试的方法是：1) 在秤上对一个空的、干净的桶进行去皮，2) 量预期的液体量，3) 在秤上称量装有待测液体的桶，以检查与预期的液体添加量是否相符。液体添加可以发生在颗粒压模之后或冷却之后。当冷却前添加大于 3% 的液体时，因为原料吸收液体的时间过短，液体会从颗粒表面滴落，最终进入冷却器或冷却系统 (Stark, 2016)。当向已经冷却的颗粒添加液体时，可以选择在螺杆或传送系统中使用独立的喷雾器系统。即便如此，为了使这两种系统液体的添加均匀且准确，两者都需要有连续的颗粒产品流动。根据制粒机的生产情况，应安排每周对系统进行清洁和维护，以确保液体添加正常。

图 5：通过圆盘实现的制粒后液体添加 (来自 Stark, 2018)。



颗粒质量检测

冷却后，颗粒料在经过数次料线的运输后送到农场，这个过程可能会因为研磨作用，导致饲料在饲料厂和料槽中外观上的不同。为了确定料槽中的颗粒质量，应结合料槽中颗粒料粉化率和饲料厂的颗粒稳定性指数 (PDI) 进行评估。粉料比例是由从颗粒中筛出的细粉数量决定的。为了确定 PDI，可以使用翻转箱或 Holmen 颗粒耐久性测试仪。样本是来自农场的饲料还是饲料厂的饲料决定了需要调整的参数。其中包括标准方法的修改或颗粒需要在 Holmen 颗粒测试仪中停留的时间。此外，还可以选择对 Holmen 测试仪进

行生产线上颗粒测试。在分析之前，所有的样品都应进行用分配器分装，直到获得所需的测试重量。

标准法

应从冷却的颗粒样品中使用相应的筛网来筛掉细小的颗粒 (图 6；表 2)。筛下的颗粒应使用分配器进行分装，并称量 500 克用于分析。将 500 克的样品放在翻斗箱的指定腔室中，并运行 10 分钟。翻斗后，应从隔间中收集样品，并使用与之前使用的相同的筛网进行筛分。称量剩余的过筛颗粒以计算 PDI，即用最终样品重量除以初始样品重量，再乘以 100。

图 6: 翻斗箱颗粒检测仪，4 室



标准方法 (修改)

应使用与上述相同的方法，但是经过修改后，检测过程会有更强的研磨度。一旦 500 克的样品被放置在翻斗箱的指定腔室中，应加入三个 3/4 英寸的六角螺母。将样品和六角螺母一起翻滚 10 分钟，完成标准方法的剩余程序。

Holmen 法

应从冷却的颗粒样品中使用相应的筛网来筛掉细小的颗粒 (图 7；表 2)。筛下的颗粒应使用分配器进行分装，并称量 100 克用于分析。然后将 100 克样品放入 Holmen 100 的料斗中，在腔室和盖子之间应放置一张 Brawny 纸巾 (NHP 100 系列)。然后可以选择所需的运行时间为 30、60、90 或 120 秒。一旦完成，将样品从料斗中取出并称重。然后用这个最终样品的重量除以初始样品的重量，再乘以 100 来计算 PDI。

- 虽然没有通用的颗粒稳定性指标，但减少料槽的细粉数量应该始终作为生产目标之一。

图 7. Holmen NHP 100 便携式颗粒检测仪



总结

总之，有许多加工参数会影响制粒过程和颗粒质量。虽然制粒饲料会增加成本和加工步骤，但如果颗粒质量得到保证，就可以看到回报。配方、设备设计和生产参数等因素不仅决定了颗粒质量，而且还决定了制粒机的生产速度和能源消耗。必须在饲料厂的附加成本与农场成本之间取得平衡。

补充材料

饲料制粒参考指南

- <https://www.feedstrategy.com/feed-pelleting-reference-guide/>

参考文献

ASAE Standards S269.4. In Cubes, Pellets, and Crumbles—Definitions and Methods for Determining Density, Durability, and Moisture Content; ASAE: St. Joseph, MI, USA, 1998.

Briggs, J.L., D.E. Maier, B.A. Watkins, and K.C. Behnke. 1999. Effects of ingredients and processing parameters on pellet quality. *Poult. Sci.* 78: 1464-1471.

Campabadal, C.A., D. Maier, A. Fahrenholz, C. Stark, and C. Jones. 2014. Chapter 8: Steam generation, control, and quality for feed manufacturing. Section 2: Conditioning. *Feed Pelleting Reference Guide*.

<https://www.feedstrategy.com/feed-pelleting-reference-guide/>

Cavalcanti, W.B. and K.C. Behnke. 2005a. Effect of Composition of Feed Model Systems on Pellet Quality: A Mixture Experimental Approach. I. *Cereal Chem.* 82(4): 455-461.

Cavalcanti, W.B. and K.C. Behnke. 2005b. Effect of Composition of Feed Model Systems on Pellet Quality: A Mixture Experimental Approach. II. *Cereal Chem.* 82(4): 462-467.

Fairfield, D. 2005. Pelleting System and Operations. *Feed Manufacturing Technology V*. Pages. 140-157 ed. E. K. Schofield and American Feed Industry Association, Arlington, VA: American Feed Industry Association.

Fairfield, D., A. Fahrenholz, C. Stark, and C. Jones. Chapter 23: Die maintenance and die change operations. Section 6: Troubleshooting. *Feed Pelleting Reference Guide*.

<https://www.feedstrategy.com/feed-pelleting-reference-guide/>

Fairfield, D., A. Fahrenholz, C. Stark, and C. Jones. Chapter 24: Troubleshooting pelleting operations. Section 6: Troubleshooting. *Feed Pelleting Reference Guide*.

<https://www.feedstrategy.com/feed-pelleting-reference-guide/>

Gilpin, A. 2005. Pellet Die Specifications. *Feed Manufacturing Technology V*. Pages. 162-

- 166 ed. E. K. Schofield and American Feed Industry Association, Arlington, VA: American Feed Industry Association.
- Huff, P. 2005. Other Liquids. Feed Manufacturing Technology V. Pages. 222-229 ed. E. K. Schofield and American Feed Industry Association, Arlington, VA: American Feed Industry Association.
- Moorhead, T. G. 2005. Fat Handling and Storage. Feed Manufacturing Technology V. Pages. 215-220 ed. E. K. Schofield and American Feed Industry Association, Arlington, VA: American Feed Industry Association.
- Moorhead, T. G. 2005. Molasses Handling. Feed Manufacturing Technology V. Pages. 220-222 ed. E. K. Schofield and American Feed Industry Association, Arlington, VA: American Feed Industry Association.
- Nemechek, J. E., M. D. Tokach, S. S. Dritz, E. D. Fruge, E. L. Hansen, R. D. Goodband, J. M. DeRouchey, and J. C. Woodworth. 2015. Effects of diet form and feeder adjustment on growth performance of nursery and finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 93:4172-4180.
- Paulk, C.B. 2009. Manipulation of processing technologies to enhance growth performance and (or) reduce production costs in pigs. M.S. Thesis, Kansas State University, Manhattan, KS.
- Richert, B. and T. Cline. 2000. Feeding Growing-Finishing Pigs. *Swine Nutrition*, Second Edition, CRC Press. 32: 717- 723.
- Skoch, E. R., K. C. Behnke, C. W. Deyoe, and S. F. Binder, 1981. The effect of steam conditioning rate on the pelleting process. *Anim. Feed Sci. Technol.* 6:83.
- Stark, C. R. 2012b. Feed Processing to Improve Poultry Performance. Arkansas Nutrition Conference, Rogers, AR.
- Stark, C. R. 2016. Feed processing to improve swine and poultry performance. The 5th Global Feed and Food Congress, Antalya, Turkey.
- Stevens, C. A., 1987. Starch gelatinization and the influence of particle size, steam pressure and die speed on the pelleting process. Ph.D. Dissertation. Kansas State University, Manhattan, KS.
- Thomas, H. 2005. Pellet Die Specifications. Feed Manufacturing Technology V. Pages. 157-158 ed. E. K. Schofield and American Feed Industry Association, Arlington, VA: American Feed Industry Association.
- Turner, R., A. Fahrenholz, C. Stark, and C. Jones. 2014. Chapter 21: Pellet mill die and roll design. Section 1: Introduction to Feed Pelleting. Feed Pelleting Reference Guide. <https://www.feedstrategy.com/feed-pelleting-reference-guide/>
- Winowiski, T., A. Fahrenholz, C. Stark, and C. Jones. Chapter 15.: Binding and other functional characteristics of ingredients. Section 4: Ingredient considerations. Feed Pelleting Reference Guide. <https://www.feedstrategy.com/feed-pelleting-reference-guide/>
- Stark, C., A. Fahrenholz, W. Pacheco. 2020. Measuring conditioner retention time. Facilities section. Feedstuffs.

制粒

关键概念

制粒过程的监控与数据收集

- **蒸汽调制**
 - 饲料进料后通过调制器的方式由桨叶尖端角度和桨叶速度决定。
 - 取决于制粒吨位，应每周一次或多次检查调制器内饲料的堆积情况并做好清洁。
 - 为保持蒸汽的均衡分布，持续的进料流是很重要的，疏水器应该每周检查并清洁。
 - 要维持蒸汽质量，在蒸汽管线中应每 30 米放一个疏水器，在进入调制器的进口前也需要安装疏水器。过量的蒸汽冷凝会过度增加粉料水分。
- **粉料调制目标**
 - 对于一般玉米豆粕粮，当颗粒接触压模时总体水分含量增加量达到 17-18%，调制温度为 82-93°C。
 - 保育料配方需要的调制温度较低，但是将增加摩擦热，需要更多的能量，降低产量并增加压模的损耗。
 - 一般来讲，温度每升高 14°C，调制器中的饲料水分将增加 1%。
 - 水分含量超过 18%可导致制粒机堵塞，但对于不同的制粒机规格，造成的影响可能不同。
- **取得调制温度**
 - 通过蒸汽调节装置和气流控制阀门取得想要的调制温度。
 - 蒸汽调节装置（如 COSPECT 蒸汽阀）能够调控气流控制阀处的气压。
 - 气流控制阀将调控调制器内的蒸汽量。
- **调制器滞留时间**
 - 调制器内滞留时间的影响因素包括，调制器长度、不同生产速度下不同功率驱动的进入角度和速度。
 - 调制器内滞留时间越长，因为更高的温度和水分含量，制粒的质量越高，但同时也会降低制粒机的产量。
 - 调制器内的滞留时间由日粮配方中的原料以及它们吸收水分的能力决定。
 - 见的玉米豆粕育肥粮相比于含有大量干制乳产品的保育粮需要更长的调制器内滞留时间。
 - 调制器滞留时间的测定有三种方式：1) 负载观测法，2) 谷物/燃料法，或 3) 全调制器内容物称重法
- **压模**
 - 为了监测压模性能，每次制粒过程中都要记录好每个压模能够产出的吨数、使用时长以及压模规格。
 - 越高产的制粒机压模应该每周检查，查看是否有不均匀的磨损。
 - 有必要更换压模的迹象包括：压辊无法与压模接触，颗粒质量较差，有过多的细粉，或者压模本身损坏。
 - 在更换压模之前，如果使用的是新压模，需要检查并更换螺栓及夹钳。
 - 每次制粒完成，需要检查压模是否有金属屑以防止压模被侵蚀损坏。
- **颗粒冷却**
 - 空气流量、饲料床深度和均匀性、空气和颗粒温度、相对湿度、颗粒尺寸和密度、水分含量、颗粒质量和冷却时间将决定冷却的速度和均匀性。
 - **床层深度是否均匀可能是颗粒冷却中最容易被忽视的方面**
 - 直径和密度较大的颗粒需要较长的冷却时间和空气流量，以使水分迁移到表面进行干燥。
 - 冷却器中积累的细小颗粒会因为被拉入气流管道，从而减少气流，因此管道、风扇和皮带应在每周清洁时进行检查。
- **制粒后液体添加**
 - 液体成分可以通过喷头或转盘进行添加。
 - 按重量计算准确需要的液体量，将其添加于颗粒上，并 360 度均匀覆盖物料。
 - 应确保均匀的液体分布和均匀的饲料流动。
 - **液体计量器应每季度检查一次准确性，这可以通过水桶测试来完成。**
 - 当向已经冷却的颗粒添加液体时，可以选择在螺杆或传送系统中使用独立的喷雾器系统。即便如此，为了使这两种系统液体的添加均匀且准确，两者都需要有连续的颗粒产品流动。
 - 根据制粒机的生产情况，应安排每周对系统进行清洁和维护，以确保液体添加正常。

制粒 评估表

饲料厂名称：_____ 饲料厂地址：_____ 厂长：_____

厂长联系方式：_____ 评估员：_____ 日期：_____

说明：

下方评估内容为优质饲料生产措施，具体可见优质饲料生产指南。评估员需根据该厂的合规情况，按照 0-1 打分，0 为从未合规，1 为长期合规。有必要可添加备注。通过打分能够指出需要改善的区域，也能为饲料质量发生变化时提供数据支撑。如果某个问题并不适用，需要对总分进行调整。不适用的问题请勿回答。推荐每年进行一次质量评估。

问题	分数	
	1	0
制粒过程的监控与数据收集		
1. 是否达到目标调制温度？ 目标调制温度：_____ 初始粉料水分：_____	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
2. 是否达到目标滞留时间？ 目标滞留时间：_____	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
3. 颗粒料是否冷却到环境温度或±5.5°C 环境温度？	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
4. ★颗粒冷却室内饲料床层深度是否均匀？	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
5. 冷却室内残留颗粒细粉是否清洁干净？	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
6. 是否用水桶测试对 PPLA 系统进行检验？ 上一次水桶测试的日期：_____ 如果无 PPLA 程序，请选择“是”	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
7. 混合机内脂肪添加量是否低于 1%？	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
备注		
设备监测		
8. 每个压模处理吨数是否得到记录？ 当前吨数/压模 _____	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
9. 颗粒压模的磨损情况是否均匀？	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
10. 压辊是否磨损均匀？	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
备注		
颗粒质量检测		
11. 是否有明确的颗粒耐久度检测方式？ 使用的方式是：_____	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
12. 是否遵照该方式执行？ 采取了什么修改？	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
13. 是否按照计划表计算 PDI？	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否

14. ★是否取得目标 PDI ?	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
15. 客户颗粒质量投诉是否记录在案? 如未有投诉, 请选择“是”	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
备注		合计 ____/15

制粒

视觉提示

颗粒耐久度指数（标准方法及修改后的方法）

1



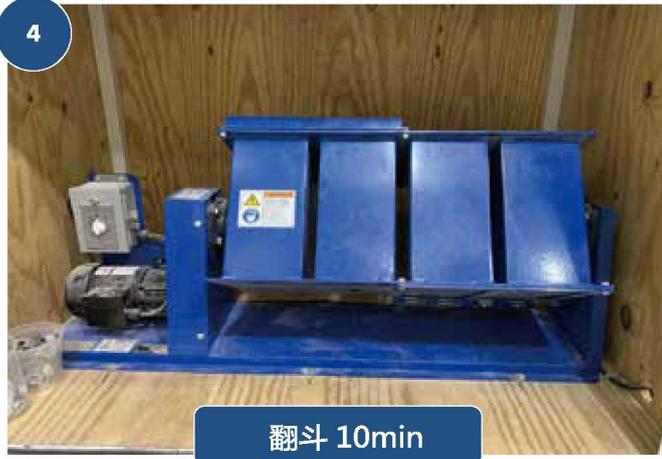
2



3



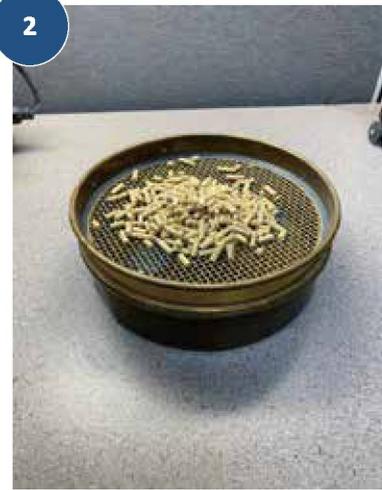
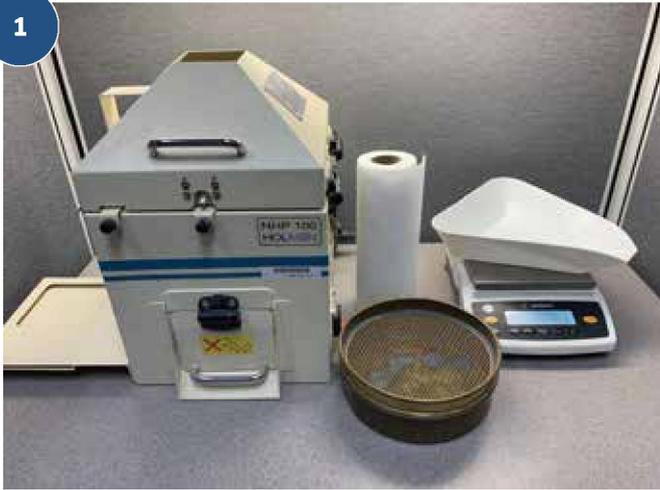
4



SOP 编号 : _____

制粒 视觉提示

HOLMEN NHP100系列



SOP 编号 : _____

成品饲料

通常原则

成品饲料的运输和卸货过程可能很耗时，对保持饲料质量具有挑战性。应通过取样、记录和对细节的关注来减少交付出错。确保饲料在正确的时间运送到正确的地点，使猪能按计划吃到相应的饲料，这对其生产性能至关重要。

采样

频率、储存及标签

成品饲料的采样应尽可能地靠近装料塔，以评估离开工厂的饲料质量。话虽如此，获得有代表性的样品和采样者的安全是最重要的。取决于哪种方法更适合现场实际情况，成品饲料取样的其他位置包括：装袋过程中取样，或在混合机出料口附近连续取样。请参考《KSU 优质饲料生产指南：原料接收和取样指南》中的取样程序。使用鹤鹑取样器或从装料口或料塔排出的 PVC 切流取样将有助于确保样品的代表性。从饲料流中取样的时间应与混合机、装袋或装料箱清空所需的时间一致。应从成品饲料流中抽五个子样品，混合成约 0.5 kg 的样品。如果有存储空间，应对每个成品饲料配方的每个生产流程分别采集一份样品。至少，建议每周对每个配方取样一次，或每 100 吨产量取 1 个样品，两种方式当中选择获得样品量更多的那个 (Jones, 2006)。成品饲料样品应作为复合材料保留 6 个月，加药饲料则保留 1 年。应该对样品的质地、颗粒质量、颜色和气味进行评估。任何不寻常的情况都应记录和处理。样品的储存条件应确保不会对样品产生影响 - 在凉爽、干燥、低湿度的地方储存。样品标签应包括：1) 日期，2) 配方和数量，3) 交货地点，以及 4) 采样者信息。所有成品饲料都应适当贴上标签，标签可以缝在袋子上，对于散装料也可以随同提货单一起交付 (表 1)。

- 如果成品饲料出现问题，应与饲料厂员工讨论流程，并针对下述内容进行二次检查 (Jones, 2006)：
 - ✓ 重新检测成品饲料样本，
 - ✓ 如果可以，重新对饲料采样
 - ✓ 检查原料耐受性 (配料记录)，
 - ✓ 检查原料库存，
 - ✓ 检查秤和量器情况，
 - ✓ 检查料塔中是否有结块发生，
 - ✓ 检查混合时间，
 - ✓ 检查供应商原料检测结果，
 - ✓ 检查饲料配方潜在营养价值

表 1. 成品饲料样本标签

日期	
时间	
配方信息	
交付量 (吨)	
场地	
交付编号	

检测

成品饲料的营养成分可使用近红外光谱 (NIRS) 或商业实验室进行评估。NIRS 技术可以作为交货前的内部评估，或用于发现成品饲料潜在问题。这能够快速得到结果，只需最少的样品，而且完成初始投入后，后期成本低。可选择在单独台面上进行，或在生产线上进行以更快获取结果。在某些情况下，NIRS 技术可以通过能够外包公司进行远程管理，这些公司能提供校准和数据管理。颗粒质量，如《KSU 优质饲料生产指南：制粒》所述，也应在装车前进行评估。如果成品饲料质量有问题，应进行额外的实验室测试，可由商业实验室完成。

最小检测频率

建议每周从每种类型的饲料中收集 3 个样品，以评估水分、粗蛋白和脂肪，然后，每月应对每种类型的饲料中的 4 至 6 个样品进行钙、磷和钠的评估。

饲料交付程序

装车前

应先获取空车重量，以核实所交付的饲料总量。载货量限制取决于交付地区的交通法规。有关现有饲料储存或料塔状况的问题应在交付前与管理人员讨论解决。应记录配方、每个卡车车厢能存放的饲料量以及每个车厢对应的交付地（场地名和仓位/编号）。车厢应该有明确的标识，且没有渗漏，前次货物已完全清空，并装有合适的密封门。卡车也必须是干净的，有合适的密封门，在必要时可进行消毒。如果外包司机的卡车不干净，应该要求他们进行清洁。卡车设备如有问题应得到报告，不得用该车装货。如果运送到有疾病流行的农场，卡车必须在返回工厂前进行清洗、消毒或停工。当运送饲料到有健康问题的地点或不按照养猪生产顺序运输（扩繁场、母猪场、保育、育肥）时，应进行卡车消毒。

装车时

尽可能将用于同一生产阶段的相似配方料装入同一卡车以保证生物安全。此外，猪生长或育肥日粮不应与加药饲料装在同一辆卡车上。如果发生这种情况，应该对卸货顺序进行排序，优先卸下生长及育肥日粮。如果无法做到这一点，则应在卸下猪生长育肥粮之前对整个系统进行冲洗。

离厂前

司机应该穿着干净的衣服，穿着干净的、经过消毒且未接触过其它厂地板的靴子，或者使用一次性的鞋套。司机还应该配备明确的驾驶路线和卸载饲料的仓位地图。应从场地所有者或管理者那里获得明确的交付指示。核实空车重量和运载饲料量，可以确认货物

是否有偏差。如预期卡车重量与实际卡车重量之间的差异达到了总负载量的 $\pm 2\%$ ，应调查原因。料塔、传送带、甚至混合机中都可能含有饲料残留，均会影响后续运输。交付文件应包括日期和时间、配方编号、场地名称、散装成品仓编号、装载净重、卡车车厢信息、计划行驶路线、前次运货地点、每个料塔需要的装货量和装货人员信息（表 2）。

表 2. 交货单

日期及时间	
配方号	
场地名	
散装成品料塔号	
装货净重	
卡车车厢号	
计划运输路线	
前次运货地点	
每个料塔需要的装货量	
装货人员信息	

到场

确保卸货区域没有电线、杂草和野生动物，是安全的。仔细检查提货单，看是否有明确的料塔位置。确保料塔开口的大小适合于卸货绞龙。每个场地的散装料塔在卸货前应由场长核实确认空仓。卸货的顺序应记录在卡车日志上。卸货应从后往前进行，以减轻对卸料系统的压力。应采取生物安全措施，防止疾病传播，这一点至关重要。对装载了多种饲料配方的卡车，交货顺序应该是扩繁场、保育、生长最后育肥料。如果卡车不按照这个顺序，卡车外部和卡车驾驶室内部应彻底清洁和消毒。司机应始终穿戴适当的鞋和鞋套，在离开现场前进行消毒。切勿进入生产区。对于袋装货物，损坏的料袋应做好标注，并在到场时进行修复。饲料卸货只能由农场人员进行。

- 将饲料运送到正确地点的正确料塔，是让猪获得按照其需求精确配置的饲料的关键步骤。虽然这

看起来很简单，但意外送错料塔也是可能发生的。送到错误料塔的饲料必须 1.与现有饲料混合喂给不同生长阶段的猪 2.从料塔中取出。这些工作需要大量的时间和花销，并可能造成生产性能上的损失。可以利用自动化系统，如用于装载和卸货的条形码和 GPS 系统，以尽量减少饲料输送出错风险。

卸货前

彻底评估料塔结构，查看是否有破损的部件和孔洞，这将影响料塔容纳饲料的能力。每次只打开一个卡车车厢，可以减少出错的机会。卸货后，仓盖必须立即关闭。送货单应留在场长指定的地点，并在饲料厂保留一份副本，由司机签名。如果可能的话，场长也需签名。如发生交付错误和泄漏情况应立即向管理人员报告。出于生物安全考虑，如果发生运送错误，产品不应返回饲料厂。

车辆返厂

卡车可能需要清洗、消毒、高温烘干，尤其是在运送到健康有问题的单位后。如果运送药物饲料，应使用 25 至 50 kg 磨碎的谷物进行冲洗。运输下一次货物之前确保卡车车厢是空的。填写卡车日志，并完成交付文书工作，其中应包括：1) 里程数，2) 停靠次数，3) 场地所有者姓名，以及 4) 交付的散装或袋装饲料数量。如交付有任何问题或场内发现任何问题及时报告。

总结

在最终采食之前，饲料的物理特性是可以发生改变的。做好记录和准备工作可以减少错误，并确保饲料被送到正确的位置。从饲料厂到料槽影响饲料的因素包括绞龙、运输和饲料转移，这些因素最终都会影响猪的生产性能和经济回报。

参考文献

Jones, F. T. (2006). Quality Control In Feed Manufacturing. Retrieved January 28, 2021, from <https://www.thepoultrysite.com/articles/quality-control-in-feed-manufacturing>.

成品饲料

关键概念

采样

- **频率、储存及标签**
 - 样品标签应包括：1) 日期，2) 配方和数量，3) 交货地点，以及 4) 采样者信息。所有成品饲料都应适当贴上标签，标签可以缝在袋子上，对于散装料也可以随同提货单一起交付。
 - 应对样本的质地、颗粒质量、颜色和气味进行评估。任何不正常情况都应做好记录并进行处理。
 - 成品饲料的采样应尽可能地靠近装料塔。
 - 从成品饲料流中抽五个子样品，混合成约 0.5 kg 的样品。
 - 样品的储存条件应确保不会对样品产生影响--在凉爽、干燥、低湿度的地方储存。
 - 如果有存储空间，应对每个成品饲料配方的每个生产流程分别采集一份样品。建议至少每周对每个配方取样一次，或每 100 吨产量取 1 个样品。
 - 成品饲料样品应作为复合材料保留 6 个月，加药饲料则保留 1 年。
 - **成品饲料的记录保存 1 年。**

饲料交付程序

- **装车前**
 - 确认的法定载货上限
 - 应记录配方、每个卡车车厢能存放的饲料量以及每个车厢对应的交付地（场地名和仓位/编号）。
 - 车厢应该有明确的标识，且没有渗漏，前次货物已完全清空，并装有合适的密封门。
- **装车时**
 - 尽可能将相似配方料装入同一卡车以保证生物安全。
 - **猪生长或育肥日粮不应与加药饲料装在同一辆卡车上。**
 - **或，对卸货顺序进行排序，优先卸下生长及育肥日粮。**
 - **或，在卸下猪生长或育肥粮之前对整个系统进行冲洗。**
 - 如果运送药物饲料，应使用 25 至 50 kg 磨碎的谷物进行冲洗。
 - 对装载了有多种饲料配方的卡车，交货顺序应该是扩繁场、保育、生长最后育肥料。
- **离厂前**
 - **司机应该穿着干净的衣服，穿着干净的、经过消毒且未接触过其它厂地板的靴子，或者使用一次性的鞋套。**
 - 应提供明确的驾驶路线和卸料塔位置地图。
 - 从场地所有者或管理者那里获得明确的交付指示。
 - 交付文件应包括日期和时间、配方编号、场地名称、散装成品仓编号、装载净重、卡车车厢信息、计划行驶路线、前次运货地点、每个料塔需要的装货量和装货人员信息。
- **到场**

- 确保卸货区域没有电线、杂草和野生动物，是安全的。
- 仔细检查提货单，看是否有明确的料塔位置。
- 确保料塔开口的大小适合于卸货绞龙。
- 卸货的顺序应记录在卡车日志上。卸货应从后往前进行，以减轻对交付系统的压力。
- 司机不得进入生产区，在离开卡车之前任何情况下都需要穿戴好鞋套。
- 对于袋装货物，损坏的料袋应做好标注，并在到场时进行修复。饲料卸货只能有农场人员进行。
- **卸货前**
 - 评估料塔结构，确保能够良好容纳饲料。
 - 每次只打开一个卡车车厢，可以减少出错的机会。
 - 卸货后，仓盖必须立即关闭。
 - 如发生交付错误和泄漏情况应立即向管理人员报告。出于生物安全考虑，如果发生运送错误，产品不应返回饲料厂。
- **返厂**
 - 卡车可能需要清洗、消毒、高温烘干，尤其是在运送到健康有问题的单位后。
 - 运输下一次货物之前确保卡车车厢是空的。
 - 填写卡车日志，并完成交付文书工作，其中应包括：1) 里程数，2) 停靠次数，3) 场地所有者姓名，以及4) 交付的散装或袋装饲料数量。
 - 如交付有任何问题或场内发现任何问题及时报告。

成品饲料 评估表

饲料厂名称：_____ 饲料厂地址：_____ 厂长：_____

厂长联系方式：_____ 评估人：_____ 日期：_____

说明

下方评估内容为优质饲料生产措施，具体可见优质饲料生产指南。评估员需根据该厂的合规情况，按照 0-1 打分，0 为从未合规，1 为始终合规。有必要可添加备注。通过打分能够指出需要改善的区域，也能为饲料质量发生变化时提供数据支撑。如果某个问题并不适用，需要对总分进行调整。不适用的问题请勿回答。推荐每年进行一次质量评估。

问题	分数	
	1	0
采样		
1. 是否有成品饲料采样程序？ (如每周采样一次或每生产 100 吨采样一次)	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
2. 样品标签是否包括：1) 日期；2) 配方和数量；3) 交货地点；4) 取样员信息？	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
3. 样品是否按计划储存？	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
4. 样品是否存放在适当的环境里？(即低湿度、无虫害，等等)	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
5. 蛋白质、水分和脂肪是否按计划进行了分析？ 上一次分析的时间：_____	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
6. 钙、磷和钠是否按照计划进行分析？ 上一次分析的时间：_____	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
备注		
饲料交付程序		
7. 交付成品饲料之前卡车车厢是否清空？	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
8. 装货完成后，是否注明每个车厢的目的地？	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
9. 司机是否配有鞋套？	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
10. 司机是否拥有明确的驾驶路线信息，以及进行饲料交付的料仓位置？	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
11. 交付文件是否包括日期和时间、配方号、场地名称、散装成品仓编号、装载净重、卡车车厢号、计划行驶路线、前次运货地点、每个仓的装载量和装货人员信息？	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
12. 卡车日志是否包含完整的交付文件。1) 里程数，2) 停车次数，3) 场地所有者的名字，以及 4) 交付的散装或袋装饲料数量。	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
13. 送货地点是否留有送货单的副本？	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
14. 装载下一批次物料之前，是否检查车厢的清空情况？	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
15. 饲料撒漏及交付失误是否记录在案？	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
16. 客户针对成品饲料的投诉是否记录在案？ 如从未有投诉，请选择“是”	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
备注	合计：___/16	

成品饲料

视觉提示

成品料样品存放示例

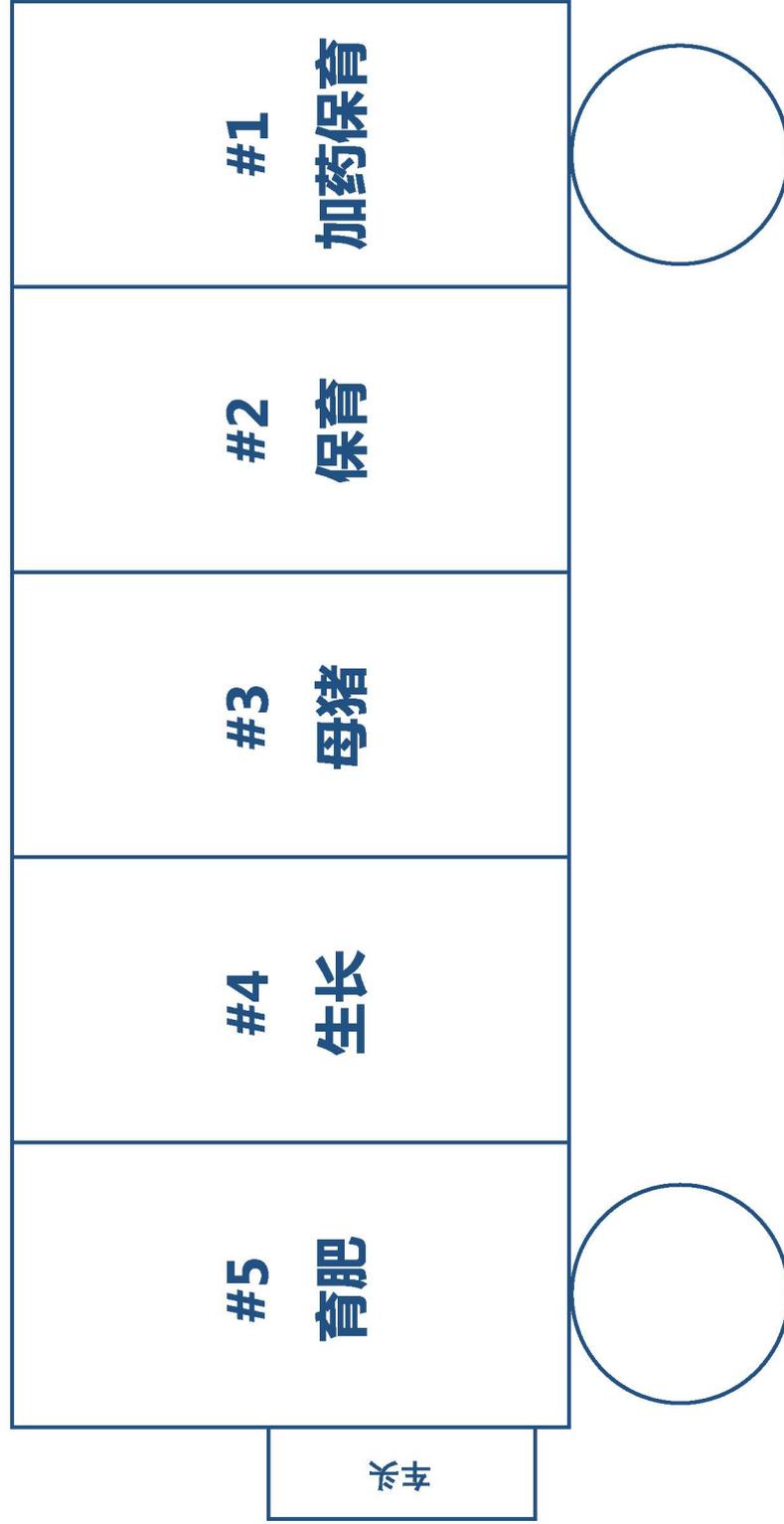


SOP 编号 : _____

成品饲料

视觉提示

卡车载货排序/卸货顺序



SOP 编号: _____

饲料厂生物安全

通常原则

实施生物安全措施是为了最大限度地减少将生物危害引入饲料厂的风险，这些危害可能会损害猪的健康状况并造成重大经济损失。因此，通过制定和实施饲料厂的生物安全计划来减少风险正愈发引起关注。生物安全计划的要求在于识别和评估危害，并实施预防和控制策略。

预防策略

饲料原料风险

防止生物危害进入饲料厂是至关重要的，也是饲料厂生物安全计划中最有效的部分（表 1）。应针对进厂原料、饲料生产流程以及访客和员工进厂实施预防策略。

- **供应商核查**
 - 对原料采购制定具体要求，包括在收货时需要的文件
 - 日期、时间、批号、以前运输过的原料
 - 说明自己对进场原料的安全性预期
- **排除高风险原料**
 - 高风险原料包括可能被污染的原料，特别是那些来自有外来动物疾病的国家的原料（Dee 等，2016，2018）。
 - 遵循 PIC 指南，查看在“补充材料”原料和成品饲料部分描述的高风险成分。
- 决策时应综合考虑潜在疾病可能造成的危害以及病原体存在的概率，这在很大程度上取决于设施情况。
- 对于正处于外来动物疾病爆发的国家，在接受他们的原料之前，要评估潜在的风险。
- **如果有必要引入高风险原料**
 - 定期采样
 - 保留每批高风险原料的样品。
 - 使用无菌技术进行病原体采样，以防止样本的交叉污染。
 - 制定高风险原料采样计划
 - 取决于每个饲料厂对危害、风险的评估以及分析能力。
 - 必要的高风险原料和来自高风险国家的原料应该在供应商的仓库里暂存一段时间，直到原料风险降低，经过一段时间病原体不再存在，或原料经过处理消灭病原体。关于原料具体暂存多少时间，请参考本文件最后的补充材料，“猪健康信息中心（原料暂存时间）”。
- **溯源**
 - 在可能发生疫情的情况下，需要保持记录以追踪原料的流动。
 - 日期、时间、批号、以前运输过的原料

表 1.生物安全的实施

所有饲料厂均适用的操作步骤	更具有挑战性的实施事项
<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> 地坑不用时遮挡坑口<input type="checkbox"/> 不得扫入地坑<input type="checkbox"/> 供应商核查<input type="checkbox"/> 内部管理<input type="checkbox"/> 卸料时司机留在车上，或换上鞋套<input type="checkbox"/> 提前规划成品饲料运输路线<input type="checkbox"/> 员工分区（尤其在收料时）<input type="checkbox"/> 仓库按照先进先出分区管理	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> 访问有健康问题的场所后洗车<input type="checkbox"/> 员工换鞋<input type="checkbox"/> 高风险原料在仓库内暂存<input type="checkbox"/> 化学降风险措施<input type="checkbox"/> 热加工

饲料厂生产工序及策略

一旦出现生物安全风险，饲料和原料在运输前接触过的各种点和面都会使得饲料厂清洁变得非常具有挑战性。这些点面的位置和它们的清洁方式会最终影响交叉污染传播的风险。

• 收料

- 要有清晰的标识让访客了解饲料厂规定
 - 理想情况下，司机应始终留在车内。如果有必要让司机离开车辆，在离开车辆前应提供鞋套。
 - 任何情况下都不得使用收料秤来对运猪车进行称重
- 建立卡车洗消站
 - 在疾病极端严峻的情况下，可以使用带水清洁和消毒产品，在原料车进厂之前，清除轮胎、车轮、底盘和外部的异物。
- 降低病原进入卸料坑的风险
 - 每次有卡车驶过，卸料坑都应保持覆盖，直到卸料过程开始。卸料过程结束后，在卡车驶离之前，卸料坑应重新盖上。
 - 应使用漏斗装置来限制接收时物料的溢出。此外，减慢卸货速度将减少原料溢出的风险。
 - 在任何情况下，都不能将溢出的原料扫入地坑。溢出的部分应直接扔掉。
- 从卡车司机到饲料厂员工都应提供明确文件。
 - 包括日期、时间，上次运货地点、上次运输的原料信息
- 灰尘、掉到地板的物料、筛出的物料或类似物料绝不应出于减少损耗的目的扫入坑内或添加到饲料生产中。如要控制损耗，应进行生产调整。

- 灰尘中经常含有大量的病原体，应该用于堆肥或直接丢弃，决不能喂给动物。
- 抬高凸出卸料坑周围地面可以阻止员工扫到坑里。
- 应监测设备是否有原料/饲料滞留的潜在风险，这可能导致病原体传播。
 - 需要监测和清洁的重要设备包括谷物清洗机、集尘设备、螺旋输送机、混合机手动加料站、内部冷却器、储物箱和斗式提升机的地坑。
 - 可以使用排序法或冲洗法，但这些只应被视为减少风险的方法，而不能消除风险。采取完整的清洁程序并制定卫生管理可能是最好的方案。
 - 排序法需要按照预先计划好的顺序进行饲料生产、储存以及分配
 - 冲洗法需要在生产设备中运行磨料型成分。
 - 数据表明，在第三次冲洗后，或使用化学强化冲洗后，PEDv 风险可以得到降低（Gebhardt 等，2016；Muckey，2016；Schumacher 等，2017）。
 - 冲洗或排序可能需要重复几轮，或相互配合使用。

• 内部管理

- 扫除或吸除地板上的所有污垢和灰尘，然后每周用 10% 的漂白剂溶液或 EPA 批准的 FAD 消毒剂拖地，以限制病毒在非饲料接触表面的积累和传播。
- 设备或用具，如刷子、铲子、扫帚、勺子或桶，应留在同一生产区域。这些东西可以贴上标签，或以颜色标记来代表各自的生产步骤。

- 例如，收料处用红色扫帚，在装车处用蓝色扫帚。
- 用具应通过扫帚架或挂在钩子上远离地面存放。
- 对未分区的器具应每天进行清洁和消毒，对分区的器具应每周进行清洁和消毒。
- **饲料车的运输**
 - 建立饲料车洗消站
 - 在疾病极端严峻的情况下，可以使用带水清洁和消毒产品，在饲料车进厂之前，清除轮胎、车轮、底盘和外部的异物。
 - 同样，在交货卡车进农场以及回饲料厂前，也需要建立相应洗消站
 - 运输顺序应从有高风险疾病农场的开始，再前往低疾病风险农场，尤其是一次运输要访问多个农场的情况。
 - 饲料应优先运输到阴性场，在一周结束的时候前往阳性场。优先进往母猪场，之后再去看肥场。
 - 如果不按照生物安全规定的顺序运输，饲料车在装车和运输之前需要遵守 PIC 生物安全护盾（Bioshield）推荐的隔离、清洗、消毒、干燥和检查措施。
 - 可能的话，应把卡车分为种猪场专用和商品场专用。
 - 对于运输给有健康问题场的饲料车辆，要进行洗车、高温烘干以及卫生管理措施。
 - 应为司机提供特定驾驶路线，防止与污染农场的车辆产生路线交叉。
 - 司机最好留在车内，由农场员工打开料塔盖
 - 如果有必要下车，司机进入农场必须穿戴提供的鞋套
- 司机和卡车都不得接触养殖区域、无害化处理区域以及农场员工。
- 运输饲料时，在进农场和出农场前均要使用洗消站。或者可以在分隔线外或围栏外将饲料打入另一个饲料车或延长料塔绞龙，这样可以在分隔线外完成打料，详情可见图 3。
- **饲料厂的物理清洗是极具挑战性的**
 - 因此有必要采取物理与化学结合的清洗方式，结合化学消毒剂效果最好。
 - 经动物饲料接触的物体表面也不能忽视，因为生物安全危害能够通过灰尘和其他空气颗粒在整个设施当中迅速传播。

访客和员工的流通和管理策略

饲料厂是人员流动的重点机构；员工、访客、宾客、司机以及承包商等都会引入饲料污染物。最可能的传播途径是员工的鞋底。因此，饲料厂分区是一种低成本的防污染策略。

- **尽可能减少行走，尤其在高风险区域**

- 高风险区域包括地坑、隔栅和手动加料站。
- 划分禁止行走区能够清楚地规范员工和访客。对疾病预防有重要意义。

- **应建立程序对与猪存在接触的员工进行规范，包括：**

- 回饲料厂前有足够的隔离时间
- 农场衣物和鞋子换去并留在场内。
- 回饲料厂前洗澡

- **访客应时刻由饲料厂员工陪同**

- 访客应尽可能留在车内
 - 如果有必要下车，应为访客提供如司机用的鞋子、塑料靴或鞋套
- 访客的进厂应做好记录保存

- 对于禁入区域应有清晰明确的标识。

- **采取与农场类似的方式为饲料厂建立脏净区**

- 建立单入口进厂

- 在该入口处，员工需完成鞋子的更换（图 4）。
- 如有较大的健康顾虑，可实施换衣或衣物外加穿连体服的方式，进一步强化疾病预防。

- 在所有门的位置建立分隔线，降低鞋物带来的污染风险。

- 包括员工和访客换鞋后，外部鞋子放在分隔线的一侧，内部用鞋放到另一侧。具体的分隔线的实施方式可见图 1 和图 2。在两个示例当中，都有额外的出口用于紧急情况以满足法规的相应要求。
- 如果无法建立分隔，可以考虑交通分区管理，在人员和车辆交通频繁的区域放置鞋底消毒池或食品级干消毒粉。

- **污染场和饲料厂之间的沟通是重中之重。建立沟通才能让饲料厂计划运输路线，防止疾病从污染场转移到其他场所。**

图 1. 饲料厂入口分区示例

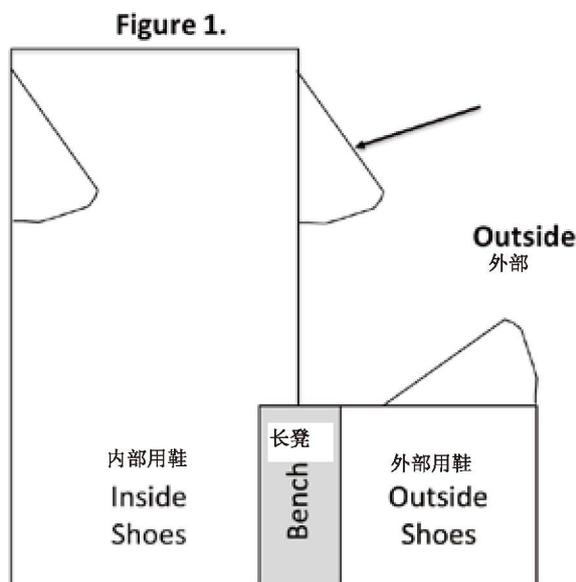


图 2. 收料分区示例

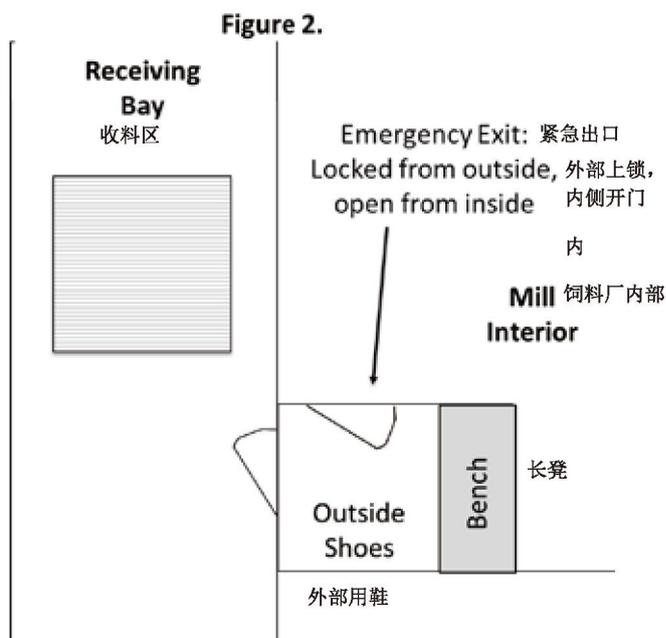


图 3.农场司机分区示例

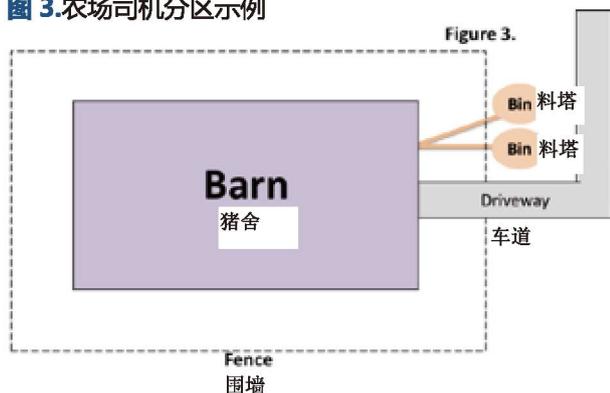


图 4.脏区（长椅上方）到净区换鞋（长椅底部）



风险控制策略

可通过物理或化学流程降低风险，但是使用化学物质效果更有保障，因为化学物质可以带来长期的降风险效果，而高温消毒后在后续的饲料生产中依旧有再污染的风险。

- 化学策略能带来潜在的长期风险控制，通常以饲料添加剂的方式实现。
 - 使用化学方式控制风险的策略可见文末补充材料中的“化学控制策略”。
- 物理策略包括高温处理和卫生管理。卫生管理需要通过清晰明确的卫生程序 SOP 来实施。

总结

由于不同饲料厂在设施设计、生产程序和风险因素上的不同，在饲料厂中通过实施生物安全计划来预防或控制生物学风险是有挑战性的。控制风险的第一步是建立饲料厂生物安全计划。虽然生物安全操作是否取得了成功永远都是未知的，但是疫情爆发带来的成本要远超疾病预防产生的成本。

1. 风险的识别与评估
2. 人员和生产的预防策略实施与评估（KSU 生物安全审计）
3. 理解风险控制技术

补充材料

PIC 生物安全护盾（Bioshield）

- <https://www.pic.com/services/bioshield-program/>

堪萨斯州立大学猪饲料厂生物安全审计

- <https://www.ksi.k-state.edu/research-and-extension/feedsafetyresources/index.html>

猪健康信息中心

- <https://www.swinehealth.org/feed-risk-and-mitigation/>

猪健康信息中心（原料暂存时间）

- <https://www.swinehealth.org/wp-content/uploads/2020/02/Holding-Time-Calculations-for-Feed-Ingredients-to-Mitigate-Virus-Transmission-Print-02.04.20.pdf>

化学控制策略

- <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/tbed.13749>

AFIA 指南：“饲料与原料生产生物安全操作的建立”

- <https://www.afia.org/pub/?id=E348BF9F-98ED-09DB-A45D-504737FE7AE2>

FDA 行业指南第 235：“动物饲料的现行良好生产操作需求”

- <https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/cvm-gfi-235-current-good-manufacturing-practice-requirements-food-animals>

FDA 行业指南第 239：“人类食物副产品在动物饲料的使用”

- <https://www.fda.gov/files/animal%20&%20veterinary/published/CVM-GFI--239-Human-Food-By-Products-For-Use-As-Animal-Food.pdf>

FDA 行业指南第 245：“食品与动物的危害分析与风险的预防性控制”

- <https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/cvm-gfi-245-hazard-analysis-and-risk-based-preventive-controls-food-animals>

FDA 行业指南第 246：“动物饲料的危害分析与风险的预防性控制：供应链计划”

- <https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/cvm-gfi-246-hazard-analysis-and-risk-based-preventive-controls-food-animals-supply-chain-program>

参考文献

Cochrane RA, Dritz SS, Woodworth JC, Stark CR, Huss AR and Jones CK. 2016. Feed mill biosecurity plans: a systematic approach to prevent biological pathogens in swine feed. *Journal of Swine Health & Production* 26, 154–164

Stewart, S. C., C. K. Jones, S. S. Dritz, M. C. Niederwerder, J. C. Woodworth. 2019. A review of strategies to impact swine feed biosecurity. MS Thesis. Kansas State Univ., Manhattan, KS

Dee, S., C. Neill, T. Clement, E. Nelson, A. Singrey, J. Christopher-Hennings, C.K. Jones, R.A. 423 Cochrane, G. Patterson, and G. Spronk. 2016. Modeling the transboundary risk of feed 424 ingredients. contaminated with porcine

- epidemic diarrhea virus. *BMC Vet. Rsrch.* 12:51-63.
- Dee, S., F. Bauermann, M. Niederwerder, A. Singrey, T. Clement, M. DeLima, C. Long, G. 427 Patterson, M. Shehan, A. Stoian, V. Petrovan, C.K. Jones, J. De Jong, J. Ji., G Spronk, J. 428 Hennings, J. Zimmerman, B. Rowland, E. Nelson, P. Sundberg, D. Diel, and L. Minion. 2018. 429 Survival of viral pathogens in animal feed ingredients under transboundary shipping models. 430 *PLoS ONE*. doi: 10.1371/journal.pone.0194509.
- Magossi, G., N. Cernicchiaro, S. Dritz, T. Houser, J. Woodworth, C. Jones, and V. Trinetta. 498 2018. Evaluation of Salmonella presence in selected United States feed mills. 499 *MicrobiologyOpen*. Accepted.
- Muckey, M.B. 2016. Evaluation of surface sanitation to prevent biological hazards in animal 515 food manufacturing. MS Thesis. Kansas State Univ., Manhattan. 516 <http://hdl.handle.net/2097/34483>.
- Schumacher LL, Cochrane RA, Huss AR, Stark CR, Woodworth JC, Bai JF, Poulsen EL, Chen Q, Main RG, Zhang JQ, Gauger PC, Derscheid RJ, Magstadt DR, Dritz SS and Jones CK. 2017. Characterizing the rapid spread of porcine epidemic diarrhea virus (PEDV) through an animal food manufacturing facility. *PLoS One* 12, e0187309.
- Gebhardt JT, Cochrane RA, Woodworth JC, Jones CK, Niederwerder MC, Muckey MB, Stark CR, Tokach MD, DeRouchey JM, Goodband RD, Bai J, Gauger PC, Chen Q, Zhang J, Main RG, Dritz SS. 2018. Evaluation of the effects of flushing feed manufacturing equipment with chemically treated rice hulls on porcine epidemic diarrhea virus cross-contamination during feed manufacturing. *J Anim Sci.* 96(10):4149-4158. doi: 10.1093/jas/sky295. PMID: 30052979; PMCID: PMC6162582.

饲料厂生物安全

关键概念

饲料原料风险

- 供应商核查与追溯
 - 收料时归档（日期、时间、批次号、前次运输原料）
- 杜绝高风险原料

饲料厂生产流程及策略

- **收料**
 - 每次卡车经过时盖住坑口以减少病原进入卸料坑，保持遮盖直到准备卸料
 - 灰尘、掉到地板的物料、筛出的物料或类似物料绝不应出于减少损耗的目的扫入坑内或添加到饲料生产中。
 - 卡车司机应为饲料厂员工提供清晰的文件记录，包括日期、时间、批次号、上次前往的位置、上次运输的原料。
 - 应有清晰的标识，让访客了解饲料厂程序。
 - 如原料司机有必要下车，应穿戴鞋套。
 - 应使用漏斗装置来限制接收时物料的溢出。
 - 任何情况下都不得使用收料秤来对运猪车进行称重
- **配料与混合**
 - 排序法需要按照预先计划好的顺序进行饲料生产、储存以及分配
 - 冲洗法需要在生产设备中运行磨料型成分。
- **内部管理**
 - 设备或用具，如刷子、铲子、扫帚、勺子或桶，应留在同一生产区域。这些东西可以贴上标签，或以颜色标记来代表各自的生产步骤。
 - 用具应通过扫帚架或挂在钩子上远离地面存放
 - 对未分区的器具应每天进行清洁和消毒，对分区的器具应每周进行清洁和消毒。
- **饲料交付**
 - 司机如果下车，在厂内应穿戴提供的鞋套，离厂时丢弃。
 - 如果一次运输不得通过多个农场，运输应按照从高风险农场到低风险农场的顺序。
 - 应为司机提供特定驾驶路线，防止与污染农场的车辆产生路线交叉。
 - 司机和卡车都不得接触养殖区域、无害化处理区域以及农场员工。

访客及员工的流通和管理策略

- 访客应时刻由饲料厂员工陪同，穿戴鞋套并完成访客登记。
- 尽可能减少行走，尤其在高风险区域。高风险区域包括地坑、隔栅和手动加料站。
- 采取与农场类似的方式为饲料厂建立脏净区。
- 在农场穿过的衣物不得穿入饲料厂。
- 污染场和饲料厂之间的沟通是重中之重。建立沟通才能让饲料厂计划运输路线，防止疾病从污染场转移到其他场所。

饲料厂生物安全 评估表

饲料厂名称：_____ 饲料厂地址：_____ 厂长：_____

厂长联系方式：_____ 评估员：_____ 日期：_____

说明

下方评估内容为优质饲料生产措施，具体可见优质饲料生产指南。评估员需根据该厂的合规情况，按照 0-1 打分，0 为从未合规，1 为长期合规。有必要可添加备注。通过打分能够指出需要改善的区域，也能为饲料质量发生变化时提供数据支撑。如果某个问题并不适用，需要对总分进行调整。不适用的问题请勿回答。推荐每年进行一次质量评估。

问题	Score	
	1	0
预防策略		
1. 是否实施生物安全计划？ 上一次审计日期：_____	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
2. 使用的供应商是否均得到批准？	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
3. 是否区分高风险原料？	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
4. 是否每个高风险原料批次都进行采样？（如未使用任何高风险原料请选择“是”）	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
5. ★验收时是否将日期、时间、批次号、上次运输原料等信息记录在案以备查询？	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
备注		
饲料厂生产流的管理策略		
6. 是否有清晰的标识用于提示访客和司机厂内生物安全程序？	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
7. 器具（扫帚）是否离开地面存放？	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
8. ★是否安排饲料车从低风险农场向高风险农场运输？	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
备注		
访客及员工流的管理策略		
9. 是否尽可能减少步行通过高风险区域（收料区）？	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
10. 访客和卡车司机是否穿戴鞋套？	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
11. 访客是否全程有员工陪同？	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
12. 条件允许时是否区分脏净区？ （如单点进入、脏净区线、员工鞋不得穿出厂外）	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
13. 访客进场是否做好登记？	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
14. 针对接触过猪的员工是否有相应程序？	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
15. 对于健康情况农场与饲料厂之间是否有清晰的沟通？	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
备注	总分 ____/15	

饲料厂

访客责任

1. 离开车辆之前戴好鞋套
2. 填写访客记录
3. 由饲料厂员工陪同方能进入饲料厂生产区
4. 遵守饲料厂分区标识

SOP 编号 : _____

原料司机责任

1. 不要从未遮盖的路坑上经过。
2. 留在车内
 - 如果一定要下车，穿好鞋套。
3. 遵守饲料厂分区标识。

SOP 编号 : _____

成品饲料 司机责任

1. 留在车内
 - 如必需下车 出车门之前戴好鞋套。
2. 遵守饲料厂分区标识。
3. 遵守交货顺序。
4. 按照计划的路线行车

SOP 编号 : _____



禁行区

SOP 编号 : _____



须穿戴鞋套才能进入前方区域

SOP 编号 : _____



卸料坑坑口必须保持遮盖

SOP 编号 : _____



PIC中国

地址：上海市徐汇区漕宝路509号华美达广场1101室

邮编：200233

电话：862134612020

网站：<https://cn.pic.com>

 Never Stop Improving