

应用近红外技术快速测定饲料原料氨基酸含量

德固赛（中国）投资有限公司 任继平 黄苏西

通常，饲料原料的氨基酸含量是通过离子交换（IEC）或高效液相色谱（HPLC）方法测定。这些方法由于费用极其昂贵，而且所需时间很长，用于饲料厂的配方调整和质量控制，不切实际。也可以通过测定饲料原料的干物质和粗蛋白含量，回归预测氨基酸含量（NRC,1998），但是，这种折中的方法推测的饲料原料的氨基酸含量与实际值差异较大(丁丽敏等，2002)，直接用于生产，会造成较大的损失。在实际生产中，饲料厂在制定饲料配方时，饲料原料中所用的氨基酸含量只好参考数据库中推荐的平均值，但推荐的平均值无法反应特定原料氨基酸含量的变异。因此，饲料研究和生产人员一直在寻找一种快速、廉价的测定饲料原料氨基酸含量的方法。

过去人们认为，近红外（Near-Infrared Reflectance Spectroscopy，简称NIRS）技术不适用于测定饲料原料氨基酸含量，因为原料中氨基酸含量过低。但是，近年来，随着近红外分析技术和仪器的发展，通过近红外技术测定的氨基酸结果与传统的测定方法具有了很好的可比性（张维军等，2000）。本文主要对笔者近期应用NIRS方法快速测定饲料原料氨基酸含量方面所取得的经验进行介绍，以使NIRS技术更好的服务于国内饲料行业。

1 NIRS 技术测定饲料原料氨基酸含量的原理和方法

NIRS技术是依据被检测样品中某一化学成分对近红外区光谱的吸收特性而进行定量测定的一种分析方法。应用NIRS方法测定原料氨基酸含量，首先要建立定标方程。定标方程的建立，不仅需要饲料原料的NIRS光谱值，而且需要利用标准方法测定的原料的氨基酸含量。饲料原料NIRS光谱的扫描和氨基酸含量的化学分析值必须是对同一样品进行的。根据所得的光谱值和化学分析值，运用多元回归计算便可得到相应的定标方程。但仅有很少的实验室能够大量的测定这些数据，这也是NIRS在测定原料氨基酸含量方面发展较慢的原因。

每种饲料原料至少需要50个样品才能建立定标方程，而且所取样品必须具有代表性。增加建立定标方程所用的样品数量，能够提高定标方程的准确性和可靠性。德固赛（Degussa）公司拥有全球最大的饲料氨基酸分析实验室，每年分析的饲料样品超过10,000个，为建立NIRS定标方程奠定了坚实的基础，目前，已经对全球16种常用饲料原料的干物质、粗蛋白质和所有必需氨基酸含量建立了定标方程（表1）。新到货的饲料原料，可以对其取样、制样，然后利用NIRS分析仪对其样品进行扫描获得NIRS光谱值，并根据相应的定标方程计算，很快就可以获得饲料原料的氨基酸含量。

表 1 已经建立定标方程的饲料原料

类别	原料名称	N
谷物及其副产品	大麦	233
	玉米	328
	黑麦	273
	小麦	281
	麦麸	178
	高粱	205
	米糠	181
	玉米蛋白粉	184
油籽类	菜籽粕	171
	豆粕	341
	葵花粕	107
	豌豆	110
	羽扇豆	105
动物副产品	鱼粉	307
	羽毛粉	247
	肉骨粉	468

注：N=建立相应饲料原料定标方程的样本数

2 NIRS 与色谱法测定的饲料原料氨基酸含量的一致性

NIRS 分析结果的有效性，最终还要看其与色谱法测定值的吻合程度（Fontaine 等，2001）。图 1~3 列出了德固赛（Degussa）公司利用 NIRS 和色谱方法测定的豆粕、肉骨粉和小麦的蛋氨酸以及赖氨酸含量之间的拟合情况。由图以及相应的统计结果可以看出，NIRS 方法对饲料原料的氨基酸含量的预测值非常准确和可靠。因此，在实际生产中，可以利用快速、低成本的 NIRS 技术代替耗时、昂贵的色谱法测定饲料原料的氨基酸含量。

图 1 NIRS 和色谱法测定的豆粕蛋氨酸及赖氨酸含量（%）的拟合情况

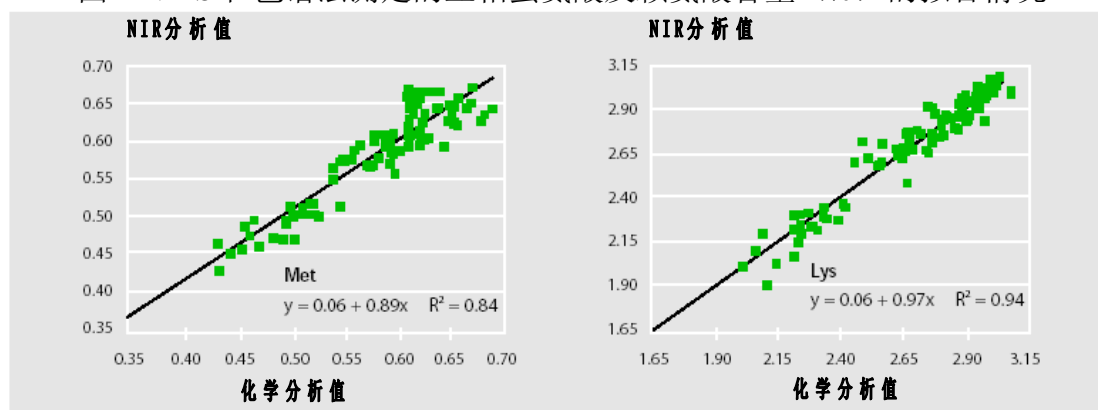


图 2 NIRS 和色谱法测定的肉骨粉蛋氨酸及赖氨酸含量（%）的拟合情况

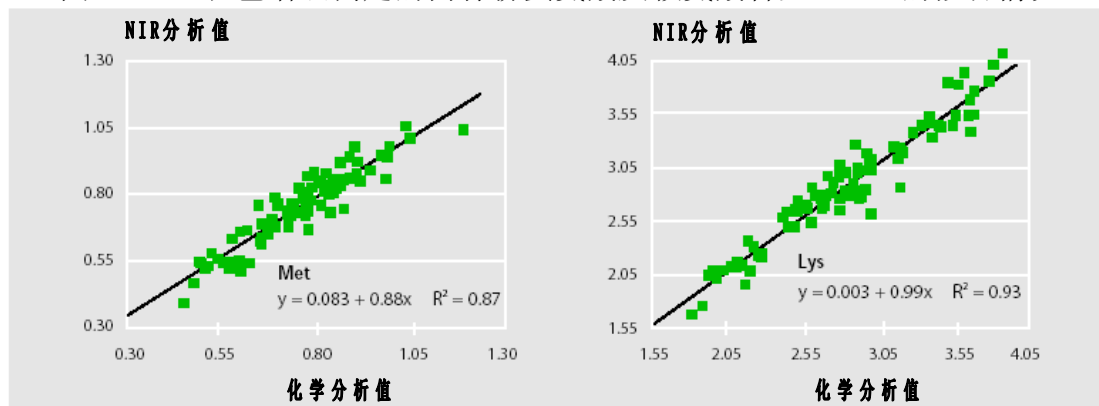
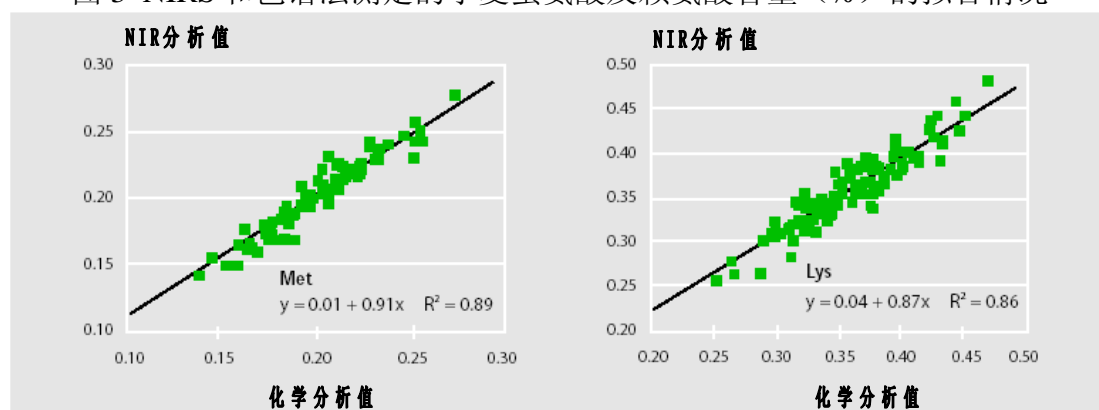


图 3 NIRS 和色谱法测定的小麦蛋氨酸及赖氨酸含量（%）的拟合情况



3 NIRS 技术在饲料生产中的作用

由于利用 NIRS 技术测定饲料原料氨基酸含量，不仅费用极其低廉，而且所用时间很短，因此获得饲料原料氨基酸含量测定结果的时间主要决定于对原料进行采样和制样的时间。饲料厂可以通过快速、准确的氨基酸含量测定值，评估来自不同产地和供货商的原料，实施真正的质量管理。

3.1 细分饲料原料

饲料厂可以根据氨基酸的测定值，将到厂的饲料原料进行细分。例如，以下几个因素可以作为细分时考虑的因素：品种，种植方法（例如施肥情况），产地，加工条件。将饲料原料细分，能够促使配合饲料厂更准确的优化配方。为了统计分析不同来源、品种或供应商原料的差别，所采集的样品必须具有代表性。而且，每种来源或供应商的样品至少应该有 20 个。如表 2 所示，根据粗

蛋白质和氨基酸含量的测定值，饲料原料可以分为不同的质量等级。不同质量的饲料原料，应该以不同的价格购买。

表 2 根据养分含量对饲料原料（以豆粕为例）的细分表

养分含量（%）	所有样品 N=490	低等质量 N=62	中等质量 N=348	高等质量 N=80
粗蛋白（均值）	44.87	41.69	44.81	47.58
变异系数	4.70	4.63	2.72	3.51
赖氨酸（均值）	2.763	2.561	2.755	2.961
变异系数	4.64	3.48	2.51	1.69
蛋+胱（均值）	1.277	1.189	1.276	1.353
变异系数	4.69	3.95	2.66	2.89
苏氨酸（均值）	1.732	1.608	1.729	1.840
变异系数	6.15	4.35	2.89	3.26

注：N=样品数量

如果配合饲料厂以相同的价格购买所有质量级别的饲料原料，那么饲料厂将会为氨基酸含量较低的饲料原料支付过高的价格。因此，当供应商提供的饲料原料氨基酸含量较低时，饲料厂应该调低支付价格或拒绝接货。

3.2 提高配合饲料质量

NIRS 技术还能充分保证配合饲料的质量。如果不能及时检测到的饲料原料的养分变异，即使机械设备和混和技术达到最佳，也会严重影响配合饲料的质量。原料氨基酸含量较大的变异，不可避免的需要增加配合饲料的安全系数，从而增加生产成本。在养殖业中，饲料养分的变异，会导致动物生产性能的降低和畜产品质量变异的增加，尤其是像胸肉率和瘦肉率这些敏感指标。畜产品质量的降低或不整齐，会导致其价格的降低。如果饲料原料到货时以及随后能经常性的检测其氨基酸含量，饲料厂则可以根据检测的结果，对配方进行及时调整，从而保证配合饲料的氨基酸含量。

4 NIRS 技术推广中存在的问题与对策

NIRS 技术能够降低饲料生产成本，提高饲料产品质量，但是许多饲料厂没有购买 NIRS 分析仪器，有些饲料厂虽然拥有自己的 NIRS 分析仪器，却没有能力建立可靠的氨基酸定标方程，在一定程度上限制了 NIRS 技术的推广。针对以上情况，可以采用一些更为灵活的方法，使饲料厂能够在几乎不增加成本的基础上，获得 NIRS 技术服务。没有购买 NIRS 分析仪器的饲料厂，可以将采集的饲料原料样品邮寄到相应单位进行测定。而已经购买了 NIRS 分析仪器却没有能力建立定标方程的饲料厂则可以与建立了 NIRS 饲料原料氨基酸含量定标方程的单位合作，获得定标方程的转移和人员的培训服务。定标方程转移的前提条件是软硬件之间的兼容性。另外，这些饲料厂也可以利用自己的 NIRS 分析仪对饲料原料进行扫描，然后将获得的 NIRS 光谱值，通过电子邮件传到拥有 NIRS 定标方程的单位，进行相应的数据处理，便可以获得饲料原料的氨基

酸含量值。通过这些方法，饲料厂可以在几乎不增加成本的基础上，利用 NIRS 技术，在线检测饲料原料的氨基酸含量。通过在线检测饲料原料氨基酸含量，饲料厂可以更有效的监控原料质量和调整配方，生产出优质、低价的配合饲料产品。

综上所述，NIRS 技术测定饲料原料氨基酸含量，具有快速、准确、成本低的特点。因此，饲料厂可以利用 NIRS 技术对主要的饲料原料氨基酸含量进行在线监测，调整配方和采购策略，降低生产成本，提高产品质量。

主要参考文献

1. NRC. 1998. Nutrient Requirements of Swine. 10th ed. National Academic Press, Washington, DC.
2. 张维军，江逆. 近红外技术及其在预测饲料原料总氨基酸含量上的应用. 中国饲料，2000（7）：28～29.
3. 丁丽敏，计成，戎易. 近红外（NIRS）和粗蛋白预测氨基酸含量的精确度比较研究. 饲料工业，2002（4）：15～18.
4. Fontaine, J., J. Hörr and B. Schirmer (2001): Near-Infrared Reflectance Spectroscopy enables the fast and accurate prediction of the essential amino acid contents in soy, rapeseed meal, sunflower meal, peas, fishmeal, meat meal products and poultry meal. J. Agric. Food Chem. 49: 57-66.

联系人：任继平

联系地址：北京朝阳区麦子店街 37 号盛福大厦 16 层 德固赛（中国）投资有限公司

邮编：100026 电话：010—85276400 转 3327 13501084758（手机）

E-mail: jim.ren@degussa.com