

不同型号的近红外分析仪测定 蛋鸡配合饲料营养成分的性能比较

李达武 李淑范 冯清茂 宁德纯

(哈尔滨市饲料科学研究所)

摘要: 通过使用三种型号的近红外分析仪: Neotec 51A、Trebtor-70 和长春光机所研制的近红外分析仪测定了58个蛋鸡配合饲料样品的水分、粗蛋白、粗纤维、粗脂肪、赖氨酸、蛋氨酸和代谢能等七项指标, 比较了三种近红外分析仪的测定精度、重复性和稳定性。结果认为: 长春光机所研制的近红外分析仪对配合饲料营养成分的测定精度、重复性和稳定性等方面均达到了国外同类产品的技术水平, 且成本造价低, 可以在饲料工业上推广应用。

一、引 言

近红外反射光谱(NIRS)分析技术是一种可以在一分钟内完成多组份分析的测试技术。七十年代以来, 由于光学技术突破和微型计算机的成本大幅度降低, 使NIRS分析技术得到迅速发展, 为快速、简便、准确地检验饲料营养成分提供了可能性^[1,3,6]。NIRS分析技术是利用饲料及农产品中有机成分在近红外光谱区(1000nm—2600nm)有特征的吸收波长, 检测器将获得的近红外反射光谱信息传递给电子计算机, 并由计算机完成复杂的数学运算, 与样品有机成分的湿化学分析值建立相关关系, 确定定标方程, 从而实现对样品中化学成份的快速分析^[4,5]。

从七十年代早期Norris将NIRS方法成功地应于小麦和小粒谷物的品质分析以来, 许多制造商不断改进NIRS的仪器性能和改进解释光谱数据的计算机软件, 使NIRS的应用领域迅速扩展开来。目前世界上已有八家主要的仪器公司生产50种不同类型的NIRS分析仪。到八十年代末期, 先后进入我国的NIRS分析仪有美国太平洋科学仪器公司的Neotec 6250和Neotec 51A, 美国Trebtor公司的T-70、T-80、T-99和美国Technicon公司的450等。

由于配合饲料的组成和结构复杂多变, 应用NIRS方法检验配合饲料营养成分受到许多因素的制约和影响^[2]。美国农业部1986年发表的农业手册(Agriculture Handbook No. 643)将配合饲料的品质分析列在NIRS的未来应用领域中。Abrams用5种饲料原料配制了68个模拟饲料样品, 比较了线性多元回归和非线性多元回归不同数学方法得到的校正标准误差分别为1.42和0.67^[1]。本文采用58个配制的蛋鸡饲料样品来评价Neotec 51A、Trebtor-70和长春光机所研制的近红外分析仪的测试性能。

二、材 料 和 方 法

1. 样品制作

从哈市粮油加工厂、饲料厂采集玉米、豆饼、豆粕、麸皮、进口鱼粉、贝壳、石粉、磷酸钙和矿物质微量元素添加剂等九种原料。在哈市饲料所化验室用标准化学方法分析玉米、豆饼、豆粕、麸皮和鱼粉等五种原料的水分、粗蛋白、粗脂肪、粗纤维、蛋氨酸和赖氨酸。

将全部样品用植物粉碎机粉碎并通过1.0mm孔筛。

将经过粉碎的贝壳、石粉、磷酸钙和矿物质微量元素预混均匀，作为一个组分等量添加于配制的全部饲料样品中。

将以上六种原料按照水分、蛋白、脂肪、纤维的分布梯度配制58个饲料样品，并用计算机根据配方比例计算出每个样品的各项化学成分值，各种原料的代谢能值是根据〈鸡的饲养标准〉中饲料营养成分表所推荐的数值进行计算的。58个蛋鸡饲料的配方见表1。

表 1 58个蛋鸡饲料配方 (单位: g)

样品号	麸皮	豆饼	豆粕	玉米	鱼粉	矿物质
1	2.0	2.0	3.0	35.0	3	5
2	2.5	2.0	2.5	35.0	3	5
3	3.0	2.0	2.0	35.0	3	5
4	3.5	2.0	2.5	34.0	3	5
5	4.0	2.0	2.5	33.5	3	5
6	4.0	3.0	2.0	33.0	3	5
7	4.0	3.0	2.5	32.5	3	5
8	4.5	3.0	2.0	32.5	3	5
9	4.5	3.0	2.5	32.0	3	5
10	4.5	3.5	2.5	31.5	3	5
11	5.0	4.0	2.0	32.0	2	5
12	5.5	3.5	2.5	31.5	2	5
13	5.5	3.5	3.0	31.0	2	5
14	5.5	3.5	3.5	30.5	2	5
15	6.0	4.0	3.0	30.0	2	5
16	6.0	4.5	3.0	29.5	2	5
17	6.0	4.0	4.0	29.0	2	5
18	6.0	4.0	4.5	28.5	2	5
19	6.5	4.5	4.0	28.0	2	5
20	6.5	4.5	4.5	27.5	2	5
21	7.0	4.5	4.5	27.0	2	5
22	7.0	5.5	4.5	27.0	1	5
23	7.5	6.0	4.0	26.5	1	5
24	7.5	5.5	5.0	26.0	1	5
25	8.0	5.5	5.0	25.5	1	5
26	8.0	5.5	5.5	25.0	1	5
27	8.0	6.0	5.0	25.0	1	5
28	8.5	5.5	5.5	24.5	1	5

续表

样品号	麸皮	豆饼	豆粕	玉米	鱼粉	矿物质
29	8.5	5.5	5.0	25.0	1	5
30	9.0	5.0	5.5	24.0	1	5
31	9.0	6.0	5.0	24.0	1	5
32	9.0	6.5	5.5	24.0	0	5
33	9.5	6.0	5.5	24.0	0	5
34	9.5	6.5	6.0	23.0	0	5
35	10.0	6.5	5.5	23.0	0	5
36	10.0	5.0	7.0	23.0	0	5
37	10.5	5.5	6.5	23.5	0	5
38	10.5	6.0	6.0	22.5	0	5
39	11.0	6.5	6.0	21.5	0	5
40	11.0	6.0	6.5	21.5	0	5
41	11.5	6.0	6.0	21.5	0	5
42	11.5	6.5	6.5	20.5	0	5
43	12.0	6.5	6.5	20.0	0	5
44	12.0	7.0	6.5	19.5	0	5
45	12.5	7.0	6.5	19.0	0	5
46	12.5	7.0	7.0	18.5	0	5
47	13.0	7.5	6.5	18.0	0	5
48	13.0	7.0	7.0	18.0	0	5
49	13.5	7.0	7.0	17.5	0	5
50	14.0	7.5	6.5	16.5	0	5
51	14.0	7.0	7.0	17.0	0	5
52	14.5	7.0	7.0	16.5	0	5
53	15	7.5	6.5	16.0	0	5
54	15	7.0	7.0	16.0	0	5
55	15	7.0	7.5	15.5	0	5
56	15	8.0	6.5	15.5	0	5
57	15	8.5	7.0	14.5	0	5
58	15	9.0	7.0	14.0	0	5

2. 化学分析

所有化学分析全部按照国家标准方法进行。

(1) 水分测定用105℃烘箱法；(2) 粗脂肪测定用索氏提取法；(3) 粗蛋白测定用凯氏定氮法；(4) 粗纤维测定用酸碱处理法；(5) 氨基酸测定用液相色谱法；

3. 仪器

1. Neotec 51A装有6块滤光片，每块滤光片上有120个脉冲点，与近红外区的波长对应。内置微机可用四种数学方式处理50个样品的光学数据。自身可以完成样品定标校正，也可与外接计算机串联进行波长优选或其它研究工作。可在1分钟内完成样品测定。

2. Trebor—70装有凹面光栅，可选用1100nm到2500nm的任何近红外区波长，内置计算机可以完成60个样品的定标校正，1分钟内可以完成样品测定并在显示屏上显示12项测定指

标, 与外部计算机串联可进行波长优选或其它研究工作。

3. 长春光机所近红外分析仪装有九块滤光片, 与外接计算机串联可进行九个波长的筛选并完成定标校正, 1分钟内可测定 4×4 项指标。

三、结果与讨论

58个蛋鸡饲料配制样品分别于1990年10月在哈尔滨市饲料研究所的 Trebor-70 仪器上, 1991年元月在北京中国农科院畜牧研究所的 Neotec 51A 仪器上, 1991年3月在长春市中科院光机所的近红外分析仪上完成定标校正。结果见表2。

表2 58蛋鸡饲料在三种不同型号近红外分析仪上的定标校正结果

	Moisture			C·P			C·F			E·E		
	51A	T-70	长光	51A	T-70	长光	51A	T-70	长光	51A	T-70	长光
<i>r</i>	0.976	0.828	0.983	0.976	0.968	0.984	0.987	0.966	0.989	0.937	0.914	0.940
<i>SE</i>	0.122	0.32	0.105	0.419	0.500	0.360	0.075	0.120	0.071	0.059	0.071	0.059
<i>RSD</i>	0.120	0.258	0.101	0.412	0.462	0.410	0.075	0.168	0.069	0.168	0.062	0.055
\bar{X}	12.14	12.14	12.14	17.26	17.30	17.11	3.63	3.62	3.63	3.42	3.42	3.42
<i>CV</i>	0.98	2.1	0.82	2.3	2.6	2.3	2.86	4.6	1.9	4.9	1.8	1.6
<i>Range</i>	2.02	1.96	2.03	6.86	7.88	7.28	1.50	1.58	1.53	0.512	0.54	0.55
	Lys			Meth			ME					
	51A	T-70	长光	51A	T-70	长光	51A	T-70	长光			
<i>r</i>	0.988	0.982	0.990	0.980	0.921	0.969	0.992	0.975	0.986			
<i>SE</i>	0.032	0.043	0.030	0.009	0.022	0.012	0.017	0.030	0.023			
<i>RSD</i>	0.032	0.039	0.030	0.009	0.020	0.021	0.017	0.082	0.022			
\bar{X}	0.858	0.910	0.857	0.248	0.230	0.240	2.65	2.65	2.65			
<i>CV</i>	3.7	4.2	3.4	3.7	8.6	8.7	0.65	3.1	0.83			
<i>Range</i>	0.70	0.69	0.72	0.161	0.17	0.16	0.459	0.46	0.48			

在对58个蛋鸡饲料样品的定标校正中, 三台仪器分别采用了不同的波长和数学处理方式详见表3。

表3 不同仪器选用的波长和数学处理方式

仪器型号 数学处理	Neotec 51A 二阶导数	Trebor-70 $\log I/R$	长春光机所 $\log I/R$
Moisture	380/480	1190、1450、1940、	1940、1720、2210、 2100、1680、
C·P	389/537	1510、1870、2060、 1750、2180、2390、	2180、1940、1720、 1760、2100
C·F	570/536	1902、2294、2204、 2072、1458	1780、2210、2100
E·E	265/655	1390、1420、1760、 2180、2310、2340	1780、2210、2100、 1680
Lys	570/180	1680、1720、2140、 2190、2230、	1780、2250、2210、 2100
Meth	569/188	1680、1740 2140、 2230、2280	1780、2210、2100
ME	394/539	1510、1870、1902、 2060、2072、2294	1780、2210、2100

农科院畜牧所的 Neotec 51A 与一台计算机串联, 使仪器的研究能力有了较大扩展, 对 58 个蛋鸡样品的光学数据进行了一阶导数和二阶导数的不同分析, 结果见表 4。

表 4 58 个蛋鸡饲料在 Neotec51A 上不同数学处理对比

成分 数学处理 波长	Moisture		C.P		C.F		E.E		Lys		Meth		ME	
	OD'	OD''	OD'	OD''	OD'	OD''	OD'	OD''	OD'	OD''	OD'	OD''	OD'	OD''
	336/ 331	380/ 480	423/ 658	389/ 537	547/ 253	570/ 536	209/ 680	265/ 655	547/ 169	570/ 180	428/ 173	569/ 188	465/ 171	394/ 539
r	0.958	0.976	0.955	0.976	0.980	0.987	0.925	0.937	0.987	0.988	0.955	0.980	0.982	0.992
SE	0.159	0.122	0.643	0.419	0.092	0.075	0.065	0.059	0.034	0.032	0.014	0.009	0.026	0.017
DSD	0.153	0.120	0.521	0.412	0.091	0.075	0.060	0.168	0.063	0.032	0.010	0.009	0.036	0.017
\bar{X}	12.14	12.14	17.24	17.26	3.63	3.63	3.43	3.42	0.875	0.858	0.236	0.248	2.68	2.65
CV	1.2	0.98	3.02	2.3	2.49	2.06	1.75	4.9	7.3	3.7	4.2	3.7	1.3	0.65
Range	1.75	2.02	7.20	6.86	1.47	1.50	0.58	0.51	0.663	0.70	0.173	0.161	0.482	0.459

为了测定仪器的重复性和稳定性, 用长春光机所研制的近红外分析仪与 Trebor-70 进行了比较。在长春光机所近红外分析仪上用 58 个蛋鸡饲料建立的定标方程测定三个蛋鸡饲料, 重复三次, 结果见表 5。

表 5 重复测定结果比较 (长春光机所 NIRS)

样品号	化验蛋白值	NIRS一次测定	二次测定	三次测定	均值	相对精度
1	19.30%	20.40%	20.20%	20.20%	20.27%	0.006
2	21.96%	21.70%	21.60%	21.80%	21.70	0.004
3	19.98	20.30%	20.30%	20.20%	20.27	0.003

用在 Trebor-70 上, 用 58 个蛋鸡饲料建立的定标方程测定三个蛋鸡饲料的蛋白值, 重复三次, 结果见表 6。

表 6 重复性测定结果比较 (Trebor-70)

样品号	化验蛋白值	NIRS一次测定	二次测定	三次测定	均值	相对精度
A	21.78%	22.21%	21.49%	20.16%	21.32%	0.04
B	18.82%	18.59%	18.54%	18.92%	18.68%	0.007
C	13.35%	13.08%	13.14%	12.93%	13.05%	0.009

从表 2 所给出的结果看出, 对同一组样品, 在同样的粉碎细度、测定环境、温度基本保持一致的条件下, 用长春光机所研制的近红外分析仪测出的一组数据与化验分析值的相关系数、标准误差、残余标准差和变异系数都优于 Neotec 51A 和 T-70 的相对值。

表 4 给出了不同数学处理方式对测定结果的影响, 各个统计项目都指出了二阶导数优于二阶导数。而 Neotec 51A 的一阶导数和二阶导数处理都是靠外接计算机完成的, 先进的数学处理方式在一定程度上消除了样品颗粒度和均匀度带来的影响。因而如果采用原始光谱 ($\lg I/R$) 象 T-70 那样, 长春光机所的近红外分析在精确性与稳定性上要占有更大的优势。

表5和表6给出了Trebor—70和长春光机所近红外分析仪的重复测定结果，长春光机所的相对分析精度和重复性明显优于Trebor—70的分析结果。

四、结 论

本次试验结果证明，中国科学院长春光机所研制的近红外分析仪在分析精度、仪器稳定性和分析重复性等项技术指标都达到了国外同类产品的技术性能，其估计成本仅为国外同类产品的1/4。该项产品特别适用于粮食、饲料、食品等领域里生产线上的质量监测。

参 考 文 献

- [1] S. M. Abrams, United States Department of Agriculture Handbook, No. 643
- [2] Shin—Ling Y. Chen et al., <AOAC>, 70, 3, 1987
- [3] T. H. Blosser, <AOAC> 71, 6, 1988
- [4] Feed International Tenth Anniversary "Ten years of global progress", <Feed International>, 1990, 9
- [5] David B. Patteson, <Feed Management>, 1989, 5
- [6] 李达武等, 郑州粮食学院学报, 1991. 2

The Performance Comparison of Three Types of Near Infrared Reflectance Spectroscopy Device in Measuring the Chemical Composition of Layer Mixed Feed

Li Dawu Li Shufan Feng Qiongmao Ning Dechun

Abstract

Three types of Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS) device, Neotec 51A, Trebor-70 and the NIRS analyzer were made by Changchun Institute of Optics and Fine Mechanics that were applied to measure moisture, protein fiber fat lysine, methionine, metabolism energy (ME) of 58 layer feed formulated in laboratory. By comparing the precision, reproduction, stability among these three devices the result indicated that the NIRS device made by Changchun Institute is comparable with the other two import devices in all performance. This NIRS device can be widely used to provide accurate and prompt on-line production for mixed feed analysis and the great benefit will be achieved to the feed mills.