

· 本栏目由美国大豆协会协办 ·



合作,使我们在各方面都取得了很大的成就。在此,请允许我代表美国大豆种植者和美国大豆协会在华的工作人员,对你们所作出的贡献表示衷心的感谢。我希望随着我们专栏的问世,美国大豆协会将会以更快的速度和更佳途径向更多的行业人士提供更多和更有价值的信息。与此同时,我也期待得到你们更多的建议和意见,以便使我们将该专栏办得更切合实际和对你们更有帮助。

谢谢!

亲爱的朋友们和《饲料工业》的读者们:

随着与中国国内饲料业中最有影响力的月刊之一《饲料工业》杂志的合作,美国大豆协会将从本月起在该刊物上开辟专栏,名为“编读互动”。值此专栏开辟之际,我要感谢《饲料工业》所给予的合作,并欢迎各位读者经常浏览本专栏,踊跃提问。

自 20 年多年前美国大豆协会在中国开展项目以来,我们得到了中国各级政府有关部门的大力支持及各位同仁们宝贵

美国大豆协会驻中国首席代表 雷天龙

测定豆粕的价值

Robert A. Swick

1 常规分析

常规分析是采用简单的化学技术来区分养分和非养分。常规分析的成分为干物质、粗蛋白、乙醚提取物、灰分、粗纤维以及无氮浸出物。

干物质的准确测定是极为重要的。不同豆粕样品的水分含量会随时间的推移而变化,无论这些样品是否储存在塑料袋中。从购买的观点来看,购买者应该关注所购养分(比如蛋白质)的总量,而将水分排除在外。饲料厂在称量原料之前也应该测定干物质含量。对养分含量应该作出相应调整。

粗蛋白的定义是饲料样品中的氮含量乘以系数 6.25。大多数蛋白质一般都含 16% 的氮,该系数即由此推导而来。因此,将饲料中氮的百分含量乘以 $100/16$,或者说乘以 6.25,就可算出粗蛋白含量。尽管已经证明,对某些饲料来说,这一转换系数不同于 6.25,但实际上这些饲料最终都混合在一起因而可以适用 6.25 的蛋白质系数,所以这一系数能够适用于

动物饲料的所有原料。粗蛋白测定的难点在于原料中并非所有的氮都来自蛋白质或氨基酸。有时候,有大量天然的非蛋白氮化合物,比如核酸,最终被计算成为粗蛋白。少量掺杂物,比如尿素,也会增加一批原料的氮含量,从而增加其“粗蛋白”的含量。因而,“粗蛋白”分析并不能反映氨基酸的含量或者真蛋白质的质或量。如前所述,将氮含量转换为蛋白质含量的系数 6.25 已被国际饲料业接受,这一系数也适用于豆粕。

Swick(2002)研究了不同实验室之间在测定豆粕蛋白质含量上的差异。同一批豆粕在不同的实验室其粗蛋白的测定值是不同的。

粗纤维也是所有的豆粕商业购销合同中需要标明的。粗纤维是否低于 3.5%,决定了该豆粕是否去皮豆粕。经有效去皮的豆粕,粗纤维含量为 2%,而非去皮豆粕的粗纤维含量可高达 7%。

粗脂肪(或称为“乙醚提取物”)含量是用石油醚对样品进行提取而测得的。豆粕的粗脂肪含量一般在 0.5%~1.5% 之间。豆粕购销合同中应分别列出粗脂肪和粗蛋白的含量。尽管脂肪和蛋白质在饲料配方中都有价值,但两者是不可互换的。如果根据“蛋白-脂

Robert A. Swick, 博士, 美国大豆协会新加坡办事处。

收稿日期:2003-10-08

肪”含量进行豆粕交易,那么供应商会有较大的回旋余地而对购买者极为不利。除非明确了解蛋白质含量和脂肪含量,否则营养师就无法对饲料配方进行平衡。

灰分,或者说总矿物质,是用马弗炉以 600℃ 的温度将样品中的有机物烧尽而测得的。硅化合物(酸不溶灰分)并非常规分析的成分,但通常会列入豆粕购销合同中。硅石是将灰分样品置于盐酸之中以去除可溶性矿物质(比如钙盐、钾盐和钠盐)而测得。灰分经酸溶解后的残渣主要由硅化物构成。通常来说,豆粕含 5.5% ~ 7% 的总灰分,含 1% ~ 2% 硅化物。具

体含量取决于豆皮的含量和土壤污染的程度。

从 100 中减去所有的其它常规分析成分后,余下的就是无氮浸出物(NFE)。因此,无氮浸出物是(%) = 100% - 水分(%) - 粗蛋白(%) - 乙醚提取物(%) - 灰分(%)。无氮浸出物的含量主要代表了淀粉、糖类和容易消化的碳水化合物。在公式中可利用无氮浸出物的值和粗纤维的值来预测豆粕的能量含量。

2 氨基酸

了解豆粕的氨基酸含量是非常有用的,因为这使得营养师能够按照氨基酸需要量来配制日粮。表 1 显示了对不同来源豆粕的测定结果。

表 1 各地豆粕的营养含量分析值(1997 ~ 2003)

项目	美国(去皮)	阿根廷(去皮)	巴西(去皮)	阿根廷	巴西	印度	中国
样品数量	1 247	3	17	72	459	80	29
水分	12	12	12	12	12	12	12
粗蛋白	47.8	47.2	48.8	44.7	46.7	46.6	44.2
粗纤维	3.1	3.1	3.3	6.1	5.9	6.2	未测定
粗脂肪	1.5	2.3	1.8	1.7	1.6	1.1	未测定
灰分	6.4	6.6	6.2	未测定	未测定	7.7	未测定
蛋白质氢氧化钾溶解度	86	75	80	78	81	80	未测定
尿素酶活性	0.02	0.00	0.03	0.02	未测定	0.03	未测定
赖氨酸	2.99	2.86	2.91	2.73	2.83	2.80	2.68
蛋氨酸	0.68	0.64	0.63	0.59	0.60	0.61	0.59
胱氨酸	0.73	0.73	0.67	0.63	0.70	0.64	0.65
蛋氨酸 + 胱氨酸	1.41	1.38	1.30	1.22	1.30	1.25	1.24
苏氨酸	1.85	1.79	1.86	1.76	1.79	1.80	1.71
色氨酸	0.65	0.63	0.68	0.61	0.61	0.62	0.57
精氨酸	3.43	3.44	3.47	3.28	3.47	3.36	3.38
异亮氨酸	2.10	2.11	2.08	2.00	2.14	2.07	1.99
亮氨酸	3.57	3.64	3.64	3.44	3.57	3.54	3.35
缬氨酸	2.26	2.30	2.21	2.12	2.22	2.18	2.09
组氨酸	1.22	1.25	1.30	1.23	1.24	1.26	1.17
苯丙氨酸	2.33	2.41	2.41	2.28	2.42	2.35	2.21
酪氨酸	0.40	1.62	1.57	1.47	1.72	0.65	未测定
甘氨酸	1.99	1.92	1.97	1.91	2.00	1.95	1.89
丝氨酸	2.32	2.13	2.33	2.25	2.36	2.33	2.20
脯氨酸	2.34	2.30	2.36	2.26	2.34	2.30	2.21
丙氨酸	2.02	2.01	2.05	1.94	2.03	1.99	1.87
天冬氨酸	5.42	5.20	5.46	5.14	5.36	5.35	5.09
谷氨酸	8.58	8.52	8.67	8.01	8.20	8.29	7.81

注:1. 养分的百分含量(g/100g)以 88% 干物质为基础进行了校正;
2. 表内的数值为平均值(按测定次数进行加权)。根据 Degussa AG 公司(1997 ~ 2001)、美国大豆基金会(1998 ~ 2000)、Novus 国际公司(1998 ~ 2003)、美国大豆协会(1999 ~ 2003 在密苏里大学进行的测试)。

优质豆粕和玉米中的氨基酸相对于菜籽粕、米糠、羽毛粉和肉粉中的氨基酸来说,具有很高的消化率。以可消化氨基酸为基础来进行饲料配合,就允许最低成本计算机程序给出每种原料真实的含量。日粮若按可消化氨基酸数据进行配合,就具有良好的性能,并且养分浪费极少。

3 能量

猪、禽日粮中大约 25% 的代谢能来自豆粕。对代谢能进行直接测定比较困难的。

Janssen(1989) 推导出了利用近似分析值的预测

公式,可以合理地估测出豆粕对于家禽的代谢能值。该公式是:

氮校正代谢能 = 38.79 × 粗蛋白 + 87.24 × 乙醚提取物 + 18.22 × 无氮浸出物

根据该公式的计算,含 48% 粗蛋白、0.5% 脂肪、3.5% 粗纤维、5% 灰分以及 12% 水分的去皮豆粕,具有代谢能 10.41MJ/kg; 含 44% 粗蛋白、0.5% 脂肪、7.0% 粗纤维以及 12% 水分的非去皮豆粕,具有代谢能 9.78MJ/kg。这些数值和变化范围与文献发表的结果是一致的。因此,这一公式也被推荐给饲料厂作常

规应用,以代替书本上的数值。Dale(2003)推导的另一个公式为:

氮校正真代谢能 = 324 7 - (90 × 纤维) × [(100 - 水分) / 100]

最近,Jiang 收集了来自美国、阿根廷、巴西、印度和泰国的一系列 28 个豆粕样品,测定了其表观代谢能。这些豆粕样品的表观代谢能值有很大差别(表 2)。未发现代谢能和粗蛋白或乙醚提取物之间有什么明显的关系,但发现具有粗纤维较高则代谢能就较低的趋势。

表 2 泰国的豆粕值样品中的氮校正表观代谢能值

项目	全部样品 n = 28			
	最低	最高	平均	变异系数(%)
表观代谢能(MJ/kg)	9.61	13.28	10.98	8.69
氮校正表观代谢能(MJ/kg)	8.36	12.03	9.79	9.53
低粗纤维(粗纤维 ≤ 4.0%), n = 15				
表观代谢能(MJ/kg)	9.61	13.28	11.56	8.71
氮校正表观代谢能(MJ/kg)	8.36	12.03	9.87	9.39
高粗纤维(粗纤维 > 4.0%), n = 13				
表观代谢能(MJ/kg)	9.81	11.27	10.53	4.81
氮校正表观代谢能(MJ/kg)	8.53	10.28	9.32	6.06

摘自: Jiang(2003)。

4 加工程度的测定

经过以溶剂提取豆油后,豆粕必须接受精确的焙烤加工。加热的程度必然导致其中热敏感的抗营养因子被破坏,同时又要防止加热过度而损失掉可消化蛋白质。加热不足的豆粕含有较高水平的胰蛋白酶抑制因子,这一因子可与胰腺分泌的消化酶相结合而使其灭活,从而降低猪、禽的消化能力。

可以采用若干种实验室方法来测定豆粕的加工程度。用具有活性的胰蛋白酶来直接测定胰蛋白酶抑制因子是最好的方法之一,尽管其比较费时。对美国或巴西的大豆在英国或巴西的榨油厂中加工后,其中的胰蛋白酶抑制因子水平和氨基酸消化率的试验数据表明(Clarke 和 Wiseman, 2001),使胰蛋白酶抑制因子的活性保持在 2.0 ~ 2.8mg/g,可获得最高的氨基酸消化率。

豆粕略微加热过度或中等程度加热过度,看来也可因 Amadori 和/或美拉德(Maillard)反应而导致所含赖氨酸的生物利用率降低。这在实验室中常常检测不到。加热过度时与赖氨酸起反应并与赖氨酸结合的糖类和醛类,会在氨基酸测定时酸水解阶段被除去。

还可利用尿素酶试验间接测定胰蛋白酶抑制因子,因为胰蛋白酶抑制因子和尿素酶都可因受热而变性和灭活。尿素酶对尿素发生作用时可释放出碱性的氨。按美国油脂化学家协会(AOCS)的方法,是测定样品反应终点时 pH 值升高的程度;按欧盟的方法,终

点反映了为保持恒定静止 pH 值所需的酸量。尿素酶试验只是能够充分反映出加热严重不足的豆粕。具有尿素酶活性的豆粕仍然可能具有相当可接受的营养价值。

通过测定蛋白质在 0.2% 氢氧化钾溶液中的溶解度可测出豆粕是否加热过度。人们对于这一方法有着巨大的兴趣,因为其结果与猪、鸡的生长率相关(Parsons 等, 1991; Lee 和 Garlich, 1992)。结果表明,蛋白质氢氧化钾溶解度低于 72% 时动物的性能就有下降。Lee 和 Garlich(1992)检查了在商业加工厂中经过不同时间加热的豆粕,这些豆粕在脱溶剂焙烤机中的滞留时间延长最多者延长了 50%。样品中的蛋白质氢氧化钾溶解度和尿素酶活性范围分别为 81% ~ 92% 和 0 ~ 0.05 的 pH 单位升高。受测定的 6 个样品之间,体增重相差 10%。在这项研究中,以蛋白质氢氧化钾溶解度最高和尿素酶活性最高的豆粕组中动物性能和赖氨酸消化率最好。性能最低者见于蛋白质氢氧化钾溶解度最低和尿素酶活性为零的豆粕组。

还可利用蛋白质分散指数来预测动物的性能。蛋白质分散指数试验多年来就已应用于食品工业。最近的研究表明,雏鸡饲喂蛋白质氢氧化钾溶解度高于 90% 的豆粕样品,生长性能表现不一。用蛋白质分散指数法来预测豆粕质量时,动物的生长性能表现无论与尿素酶试验法相比还是与蛋白质氢氧化钾溶解度方法相比,都更为稳定一致(Batal 等, 2000; Engram 等, 1999)。

5 利用动物试验测定豆粕质量

Swick(2003)最近总结了亚洲、南美和欧洲在 8 年期间进行的一系列 27 个动物试验,这些试验总共使用了 234 000 只肉鸡、蛋鸡和猪。该总结评述并比较了不同来源豆粕的经济价值。

试验中受检测的豆粕被认为是完全相同的,并且每一饲喂阶段的日粮配方也是完全相同的。都按原料价格和每种原料的配比计算每种饲料配方的总成本(开食料,生长料,保育料等)。所耗饲料的成本则通过将饲料价格与每种日粮(开食料,生长料,保育料等)的采食量相乘而算得。然后将所得结果除以平均体重或者体增重,从而算得每千克体重的饲料成本。然后,将其它豆粕的价格进行向上或向下的校正,直到每千克体重的价格与饲喂美国去皮豆粕的动物完全一致时为止。在美国去皮豆粕的价格设定为每吨 240 美元的情况下,计算出需要得到相同动物性能的其它豆粕的价格(按每千克体重的美元数表示)。

试验结果表明优质去皮豆粕相对于其它来源的豆粕(既包括非去皮豆粕,也包括去皮豆粕)具有的经济上的优势。持续应用美国去皮豆粕,即使其价格高于其它来源的其它种类的豆粕,也具有经济优势。

6 用生物试验测定豆粕的质量

最近的一项研究中,采用半纯合日粮(Mateo 和 Swick, 2003)用雄性肉雏鸡进行短周期饲喂试验来对不同豆粕的质量进行了比较。对1日龄的羽毛性别鉴定

雄性雏鸡在其1周龄以内喂以一种普通的开食日粮。然后,将一种含蛋白质14%和代谢能13.78MJ/kg的半纯合日粮对其饲喂10d。日粮中含葡萄糖、玉米淀粉、豆油、矿物质、维生素,以每种试验各自所用的豆粕作为唯一的蛋白质源。每一种豆粕处理组的日粮都添加或不添加0.2%D,L-蛋氨酸。初步的试验比较了美国去皮豆粕、阿根廷去皮豆粕以及产于马来西亚的高效豆粕。

表3 以化学方法和生物试验方法对豆粕的分析结果

项目	美国豆粕	阿根廷豆粕	巴西豆粕	马来西亚豆粕
粗蛋白(%)	48.6	47.8	50.9	49.5
粗纤维(%)	3.01	3.69	2.59	3.54
粗脂肪(%)	0.77	0.77	1.30	1.15
实验室1蛋白质氢氧化钾溶解度(%)	79	78	67	83
实验室1尿素酶(pH变化)	0.02	0.02	0.03	0.03
实验室2蛋白质氢氧化钾溶解度(%)	92	84	87	93
实验室2尿素酶(pH变化)	0.09	0.09	0.09	0.09
不添加D,L-蛋氨酸				
7~17日龄体重增重(g)	95	98	80	107
7~17日龄饲料转化率(%)	3.939	3.754	4.631	3.331
7~17日龄蛋白质效率比 ^①	1.779	1.842	1.591	2.491
添加0.2%D,L-蛋氨酸				
7~17日龄体重增重(g)	159	151	146	171
7~17日龄饲料转化率(%)	2.678	2.872	3.040	2.492
7~17日龄蛋白质效率比 ^①	2.894	2.875	2.077	2.794
平均				
7~17日龄体重增重(g)	127 ^{ab}	125 ^{ab}	113 ^b	139 ^a
7~17日龄饲料转化率(%)	3.308 ^{ab}	3.313 ^b	3.836 ^a	2.912 ^c
7~17日龄蛋白质效率比 ^①	2.337 ^b	2.359 ^b	1.834 ^c	2.642 ^a

注:①蛋白质摄入量除以体增重(g/g);摘自:Mateo 和 Swick(2003)。

表3所示的结果表明,可以通过为期17d的生物试验方法来区别各种不同豆粕样品的质量。在所有接受检测的豆粕中,马来西亚(Soon Soon集团)生产的特殊加工的优质豆粕(用美国1号大豆生产)产生了最好的体增重、饲料转化率和蛋白质效率比。美国商品豆粕在添加了蛋氨酸的情况下具有优于阿根廷去皮豆粕的趋势,而无论是否添加蛋氨酸都显著优于巴西去皮豆粕。数据表明,美国豆粕中可消化蛋氨酸和胱氨酸的含量低于阿根廷豆粕,而可消化赖氨酸含量高于阿根廷豆粕。还不知道这是否由于加工还是大豆的遗传原因。由于日粮的能量很高,所以所得的结果也许只能用以辨别不同豆粕之间氨基酸的区别而非能量含量的区别。

尿素酶和蛋白质氢氧化钾溶解度的分析结果有所不同,原因是这些测定是由不同的实验室完成的。这些实验室差异清楚地表明了这些方法的灵敏度不够,不足以用来可靠地预测豆粕的饲喂价值。应该进行进一步的工作,研究出一种精确而快速的生物试验方法来预测豆粕的质量。试验应力求区分出豆粕质量

的差异来自于能量还是氨基酸。

7 结语

豆粕是按其重量以及其中的水分、蛋白质和脂肪的含量进行贸易的。然而,动物的生长性能与豆粕中的可利用能量和氨基酸的联系更为密切。饲料厂的采购人员常常只是计算一种豆粕中单位百分含量蛋白质的价格来确定该豆粕的价值。许多饲料厂的化验室不能准确地分析豆粕的蛋白质含量。尽管依赖粗蛋白含量的做法有一定的用处,但在比较不同纤维含量和灰分含量的豆粕时或比较来自不同产地或不同加工厂的豆粕时,不是完全有效。饲料厂增加豆粕在家禽饲料中百分比的一个主要机会在于其必须明确豆粕中可利用养分的含量,尤其要明确其中赖氨酸和代谢能的含量。采用以近似分析值为基础的公式来预测豆粕的代谢能含量可导致性能和利润的增加。一种利用1周龄的雏鸡来比较不同豆粕样品的方法,对于确定豆粕的饲喂质量来说也许是非常有用的。广泛采用这些简单的分析方法,就能增加豆粕在饲料中的用量和效力,因而会给饲料公司和养鸡场带来更大的利润。