



在配方饲料里
使用动物副产品

USING ANIMAL BY-PRODUCTS
IN
FORMULA FEEDS

By: LARRY E. DAVIS, Ph. D.

Fats & Proteins Research Foundation

(脂肪与蛋白研究基金会 拉利·戴维斯博士著)

美国油脂协会提供资料 周勇明译

在配方饲料里使用动物副产品

USING ANIMAL BY-PRODUCTS

IN

FORMULA FEEDS.

By: LARRY E. DAVIS, Ph.D.

Fats & Proteins Research Foundation

(脂肪与蛋白研究基金会 拉利·戴维斯博士著)

周勇明译

近百年来，营养学多半已从艺术转变为科学。许多未知生长因子，已被确认是维生素或必需的微量元素。配制饲料已不再是为了粗蛋白质，而是为了满足动物氨基酸的需要；而能量与营养素比率的重要性，已经一再被肯定。

动物饲料是由动物所能利用的不同原料制成，今日要成功地使用动物副产品，除了要了解氨基酸／钙／磷和能量的知识外，也必须知道其他能供应相同营养素的竞争原料的相对价值比较，在这些原料里，还有些其他不能以金钱来衡量的无形价值也必须入考虑之列。

在各种家禽饲料里，使用稳定的饲料级动物脂肪，已在饲料工业发达的世界各国，根深蒂固的建立起来，动物脂肪在组成方面比蛋白质更均匀一致，可以得出不同形态的脂肪或混合物，而其中变异则很微。

今日营养家必须设计饲养计划和日粮，使动物以最经济的方式进行生产，为了满足今日更有效率的动物快速生长所需的较高营养需要，营养家必须配制营养浓度较高的日粮。

要配制高浓度营养日粮，就需要具备配制这种配方的弹性原料，而动物副产品就恰是具备这种特性的原料，是营养家在以往和以后都会利用的重要原料，在此将特别讨论一些动物副产品原料，并举例说明在饲料配方和饲料制造中的使用情况，然而，事先我们必先清楚了解饲用脂肪的供应者、种类、专门名词和品质特性。

饲用脂肪供应者的形式：

- (一) 炼制者—萃取原料，而大部份则以全动物或全家禽脂肪出售，有些炼制者则出售动物、植物和／或家禽脂肪的混合物。
- (二) 脂肪混合者—购买所有动植物脂肪，加工混合，而通常是以商品名和／或配方出售。
- (三) 室内炼制—制造咱家的家禽脂肪和其他副产品。

饲料脂肪的种类：

- (一) 动物脂肪—饲料级—包括由肉牛副产品炼制的脂肪，脂酸冻点在40以上者为牛脂(TALLOW)，脂酸冻点在40以下者为脂膏(GREASE)，脂酸冻点较低表示不饱和／或多元不饱和脂肪酸的水平较高。
- (二) 家禽脂肪—饲料级—包括 100% 由家禽屠馀物所得脂肪。
- (三) 植物脂肪—饲料级—包括植物油，有酸味的植物性皂脚和其他提炼之副产品。
- (四) 混合动物脂肪—饲料级—包括牛脂、脂膏、家禽脂肪、食肆脂膏之混合物等。
- (五) 混合动物和植物脂肪—饲料级—包括饲料级动物、家禽、植物脂肪和／或食肆脂膏之混合物等。

脂肪之专有名词：

总脂肪酸(TFA)：包括游离脂肪酸以及和甘油结合者，脂肪是由约 90%的脂肪酸和 10%的甘油组成。甘油每克食能4.32卡，比较起来脂肪酸却含 9.4卡，因为脂肪酸的含能量约为甘油的两倍以上，所以脂肪的总脂肪酸含量，可以作为能量的指标。

游离脂肪酸(FFA)：FFA是以自由形式存在的脂肪酸，而不以酯链与甘油相连接。脂肪氧化产生的副产品为 FFA，因此若在全动物脂肪中存有大量 FFA时，就可能与酸败有关。水解脂肪中 FFA的成因是因全脂肪放出甘油化物而成，故含较多量的 FFA，这种高水平的 FFA问题并不严重，只要脂肪中含有抗氧化剂以阻止再由氧化产生额外的 FFA 就行。

不溶的杂质：通常包括小颗粒的纤维、毛发、皮、骨、土或多聚乙稀，这些杂质均不溶於煤油或石油醚。

不皂化物：脂肪含有许多化合物，例如固醇、碳氢化物、色素、

脂肪醇和维生素等；它们均不被碱皂化水解而将甘油三酸脂分解为甘油和脂肪酸；某些有问题的化合物，例如水肿因子等存在於不皂化物的碳氢双烯部份内。

碘价：脂肪酸内每个双键可吸收两个碘原子，通过碘与脂肪酸作用，可以决定脂肪或油的不饱和的程度，碘值的定义是 100克脂肪所吸收碘的克数。天然不饱和脂肪比饱和脂肪有较高的碘值，因而可用以估计全部脂肪构造。

脂酸冻点 (TITER)：此值的测定是将脂肪水解後加热把脂肪酸融解，待脂肪酸慢慢冷却而致凝结时的摄氏度数就是脂酸冻点。动物脂肪的脂酸冻点大於 40 者称为牛脂 (TALLOW)，而低於 40 者则称作脂膏 (GREASE)。许多买者错误的以为意指牛或猪的脂肪。

脂肪颜色：脂肪颜色的变化很多，可以有纯白的精炼肉牛牛脂，黄色的脂膏和家禽脂肪，及至颜色很深的酸味皂脚等。颜色不会影响脂肪的营养值，但若应用在宠物食品和其他消费者导向产品方面时则需予以考虑。在脂肪中，常用的两种颜色标准为 F.A.C. 和 LOVIBOND，而其中 LOVIBOND 在应用於测量淡色脂肪方面尤为精确。

脂肪稳定度：测量脂肪的稳定性方法主要有二：

(一) 过氧化物值 (POV) — 有时称作最初过氧化物值，因为测量是要在样品刚交到时进行，测量每公斤所含过氧化物的毫克当量数，可以知道氧化酸败的现况，POV 低 (即每公斤含少於 0.0 毫克当量过氧化物) 表示样品当时尚未酸败。

(二) AOM 测试 — (20 小时稳定度)：这是将空气喷送通过样品 20 小时後，始测量过氧化物值。这种测试主要是定量测定脂肪在贮藏时抵抗氧化酸败的能力，但近年美国和欧洲已对这种测定的可靠性有所质疑。

脂肪构造：天然植物和动物脂肪是由甘油三酸脂组成，亦即是含有三个脂肪酸，每个均与甘油链结。在自然脂肪中大部份脂肪酸链的长度均不同，分别由 8 个到 24 个不等碳原子组成。在饲料脂肪中最主要的脂肪酸是 16 个和 18 个碳原子长度。又因其脂肪酸分别含或不食一至三个双键而分为三类：(1) 不食双键的饱和脂肪酸；(2) 含一个或以上双键的不饱和脂肪酸；(3) 含两个或以上双键的多不饱和脂肪酸。

饲料脂肪的品质：

水份一对脂肪不利，因为水份会加速腐败和令处理脂肪的设备生锈，一旦生锈就会更加速酸败，因为锈是酸败的强力催化剂。水份不含能量值，因而只会稀释脂肪的含能量。为了品质管制而抽选准确样品者，必须兼顾虑到沉积在脂肪桶底的水份。

不溶的杂质：不能提供脂肪或日粮任何的代谢能量值，却会堵塞脂肪处理纲滤器和管咀的孔道，及在脂肪贮存桶内凝聚成沉淀物。

不皂化物：能提供一些代谢能，但这些化合物会含某些有问题的化合物，例如水肿因子。

总脂肪酸：脂肪酸含能量超过甘油两倍，因此是能量的重要指标。

游离脂肪酸：游离脂肪酸的产生就像是脂肪氧化过程的副产品，因此在动物脂肪内若含大量游离脂肪酸的话就必会引起酸败。水解脂肪必然含大量游离脂肪酸，然而只要添加适量的抗氧化剂以阻止酸败和更进一步的氧化，就不会有问题。

等级和品质规格的推荐：

由肥皂和化学工业编制的动物油脂等级，於饲料工业方面并无重大意义，然而大多数购买国却将这些等级规格加以修订以资使用。

饲料营养家较有兴趣者为饲料级动物脂肪的营养价值和日粮特性，及任何会导致降低饲料品质的脂肪品质变化。以下是营养家在购买脂肪时应考虑的品质规格，这些规格是不容易经常得到的，但却可以帮助购买者确认是否他所欲购买的品质。

以下规格适用于所有脂肪：

- (一) 脂肪必须添加制造商推荐的饲料级或食品级抗氧化剂以求稳定。
- (二) 蛋鸡，种鸡或肉鸡日粮中的脂肪不能含有棉籽皂脚或其他棉籽副产品。
- (三) 脂肪必须确认为无 PCB，而所含残留的杀虫剂量必须在有关政府管制机构所订的允许限度内。
- (四) 脂肪必须用 MODIFIED LIEBERMANN --BURCHARD TEST 方法测试，肯定无小鸡水肿因子存在。
- (五) 脂肪必须通过 AOM 稳定性测试，在 20 小时时少于 20 毫克当量的过氧化物。
- (六) 每次交货时供应商必须尽量保持供应一贯的脂肪结构。

表一 为美国油脂协会订定的牛脂和脂羔标准等级，规格和品质可允许之偏差。

等级	规格				
	脂酸冻点 最少	游离脂肪酸 最多	FAC 最多	R&B 最多	杂质 最多
1. 食用牛脂 (Food Grade Edible Tallow)	41.0	0.75	3	无	**
2. 脂羔 (Lard, edible)	38.0	0.050	***	无	**
3. 高级白牛脂 (Top White Tallow)	41.0	2	5	0.5	1
4. 特级精美牛脂 (Extra Fancy Tallow)	42.0	2	5	无	1
5. 全牛牛脂 (All Beef Packer Tallow)	42.0	2	5	0.5	1
6. 工业特级精美牛脂 (Ind. Extra Fancy Tallow)	41.0	3	5	无	1
7. 精美牛脂 (Fancy Tallow)	40.5	4	7	无	1
8. 可脱色精美牛脂 (Bleachable Fancy Tallow)	40.5	4	无	1.5	1
9. 上等牛脂 (Prime Tallow)	40.5	6	13-11B	无	1
10. 特别牛脂 (Special Tallow)	40.5	10	19-11C	无	1
11. 一号牛脂 (No.1 Tallow)	40.5	15	33	无	2
12. 二号牛脂 (No.2 Tallow)	40.0	35	无	无	2
13. 中等特别 (Intermediate Special)	39.0	10	21	无	1
14. A级牛脂 (A Tallow)	39.0	15	39	无	2
15. 精选白色脂羔 (Choice White Grease)	36.0	4	13-11B	无	1
16. 黄色脂羔 (Yellow Grease)	36.0	15	37	无	2

** 水份最多0.20%，不溶性杂质最多0.05%。

*** LOVIBOND 5-1/4寸试色管：红色最多1.5，过氧化值最多4.0 ME/K。

饲料脂肪的能量值：

在日粮脂肪原料中发挥协同作用力最大的脂肪特性有四种，分别为：(1)脂肪酸链的长度；(2) 脂肪酸的饱和度；(3) 脂肪中甘油三酸脂的比例；和 (4) 特定脂肪酸在甘油分子上的位置。ANNISON (1974)和 HATHAWAY (1977)均曾就脂肪利用方面，写过很好的评论报告。

在家畜类脂肪来源方面通常用代谢能值作表示。

显然，饲用脂肪的代谢能值，会因动物种类之不同而有异。

若所购买的多批脂肪中，各批间品质不一致的话，则所配制出来的饲料中的脂肪代谢能值将不会划一。从表一可以看出常用脂肪间主要脂肪酸组成的差异。

饲料脂肪的营养值：

於家禽和猪日粮里添加饲用脂肪，在美国已十分普遍了。在每个重量单位中的脂肪所含的代谢热能比其他任何原料所含者为多。在日粮配方中使用饲用脂肪，赋予营养家在制定饲养计划时於控制能量浓度方面有较大弹性。此举可根据动物个别特殊生产功能所需之不同营养，灵活地配制日粮和议定饲养计划。给动物饲予能量和其他营养浓度均较高的日粮，能提高动物的增重速率及改善饲料效率（每增重一公斤所需的饲料较少）。

表二

	动物脂肪 牛脂、脂羔、家禽	混合脂肪 动物和/或植物
总脂肪酸	90 最少	90 最少
游离脂肪酸	15 最多	50 最多
水份	1.0 最多	1.5 最多
杂质	0.5 最多	1.0 最多
不皂化物	2.5 最多	4.0 最多 *
		6.0 最多

*良好的

因不属本文讨论范围，故对饲用脂肪营养值的调查不予评论。因此只选择在热应激下，於蛋鸡、肉鸡、火鸡、家禽饲料和猪的日粮中添加脂肪之研究报告加以讨论，还有在反刍类动物日粮中添加脂肪也给予相对的评论。

表三

来源	代谢能 (仟卡/公斤)		
	家禽	猪	反刍类
玉米油	9900	9300	8600
猪油	9200	8200	8000
黄豆油	9900	8500	8200
牛脂	8000-9000	8000-8800	7900
白色脂羔	8900	8400	8800
水解动物植物脂肪 (FGAF)	9500-11000	9500-11000	9500-11000
动物脂肪 (脂羔)	8900	8900	10000
家禽脂肪	9100	8400	8000

表四 常用的脂肪和油脂之脂肪酸组成百分比:

	棕榈酸 (16:0)	棕榈油酸 (16:1)	硬脂酸 (18:0)	油酸 (18:1)	亚油酸 (18:2)
玉米油	12	--	2.7	30.1	54.7
黄豆油	11.5	--	4.3	27.3	49.7
肉牛牛脂	26.2	--	22.4	45.3	1.6
家禽脂肪	21.4	6.8	5.9	39.5	23.5
步鱼油	22.9	17.1	6.3	14.7	3.8
黄色脂羔	25.1	--	16.2	46.9	8.7

有很多调查报告均证实若在日粮中添加脂肪的确能提高饲料应用效能，继而提高产蛋的质和量。

有证据证明以 5%水平的脂肪加入蛋鸡日粮内能提高产蛋率 5%和饲料效能 8%。还有，在蛋鸡产蛋期最初 16周内所产的蛋个子较大，而蛋个子增大的价值就相对等于每吨 \$2.50 - 5.00 的饲料价值了。在蛋鸡日粮内添加脂肪，也会提高淀粉质的消化能力。许多研究报告指出，在日粮内添加脂肪，会改善饲料利用效率，增加产蛋率和蛋重。

试验一 产蛋母鸡对于在日粮中添加稳定性动物牛脂的反应：

	日产蛋率 %	每日饲料消耗量 公 克	饲料公斤数/每打蛋
玉米	75.6	113	1.80
玉米+2%	80.1	111	1.67
小麦	74.5	114	1.83
小麦+3%	76.7	112	1.75

试验二 产蛋母鸡对于在日粮中增加不同程度稳定性动物牛脂的反应：

	产蛋率 (HD) (%)	每日饲料消耗量 公 克	饲料公斤数/每打蛋
玉米	76.8	110	1.72
玉米+2%	78.5	108	1.65
玉米+4%	80.4	107	1.60

试验三 产蛋母鸡对于在日粮中增加不同程度稳定性动物牛脂的反应：

	产 蛋 率 %	饲料公斤数 /每打蛋	蛋 重 (公克)	产 蛋 量 (公克/天)
高粱	70.7	1.96	60.5	42.6
高粱+2%	71.4	1.97	61.0	43.3
高粱+4%	74.2	1.81	60.0	44.4
高粱+6%	76.2	1.79	61.5	46.9

多年来动物脂肪已被应用于肉鸡饲料内，通常以 2 - 6% 用量作为能量来源。

所添加的少量脂肪与正常日粮原料内（如谷类）所含的脂肪之间有协同作用。FULLER AND DALE (1982) 指出，肉鸡日粮内总脂肪中可用的能量超过计算出的日粮总能量。

CERNIGLIA ET AL. (1978) 发现在高温下生长的肉鸡，饲料消耗和增重减少 47%。FULLER AND RENDON (1977) 的研究指出使用饲用脂肪，能使在高温下生长的肉鸡生长较快。由脂肪提供 33% 代谢能的日粮与低脂肪日粮相比，结果肉鸡多采食 10% 以上的代谢能，10% 以上的蛋白质，及增重多 9% 以上。

HARRIS ET AL. (1977) 提供的数据显示，当肉鸡在温度摄氏 29.4 度下生长时，添加脂肪可增加日粮代谢能，并且可提高增重和饲料效率（见表五）。

表五 在温度摄氏 29.4℃ 之下添加脂肪对肉鸡生态的影响：

添加脂肪(%)	增重(公克)	饲料/增重
0.00	1580	2.26
3.45	1691	2.06
7.85	1716	1.88

表六 在高温环境下用高浓度日粮：

摄氏温度 日粮	21℃		31℃	
	对照组	高营养浓度组	对照组	高营养浓度组
仟卡代谢能 /母鸡每日(HD)	286	272	211	235
产蛋率 HD (%)	84.4	85.2	67.8	82.5
蛋重(公克)	55.0	55.8	50.4	53.5
壳厚(毫米)	0.319	0.320	0.279	0.281
死亡率(%)	5.6	0.0	22.2	5.6

在高温下喂饲辅助脂肪给产蛋母鸡的研究数据很有限。於 1977 年 DE ANDRADE ET AL. 报告指出, 在高温下喂饲较高营养浓度日粮的产蛋母鸡, 可以提高生产性能, 此高营养浓度的日粮比对照组日粮多出 10% 以上的代谢能, 及 25% 以上的其他营养素 (见表六)。

SCHUTZE AND CASEY (1983) 报告指出, 在极热天气下给产蛋母鸡添加 2% 脂肪, 可提高产蛋率及减低饲料摄食量, 这些数据显示, 在热应激环境下和进食量减少时予以添加脂肪可有助於维持产蛋率。

表七

日粮	对照组	添加2%脂肪
日产蛋率(%) HD	37.3	47.9
饲料公斤数/每打蛋	2.51	2.0

火鸡日粮内之饲用脂肪：

在火鸡日粮内, 动物和植物脂肪均被广泛地用作为饲用原料, 因为这是最浓缩的代谢能源。

以下资料是由 IOWA 州立大学的 J. L. SELL 博士所发表。

添加脂肪会增加体重, 并改善饲料效率。改善效率的程度与添加的脂肪水平成比例。从孵化或六周龄就开始在日粮中添加辅助脂肪的公火鸡最重, 然而若由九或十二周龄时才开始添加脂肪的话, 则其体重仅比那些被长期喂饲脂肪的公火鸡体重稍轻一点而已。

试验一 给公火鸡喂饲含添加脂肪日粮之体重和饲料效率

添加脂肪 (%)	140天体重(公斤)	饲料/增重公斤数
1	11.72	3.26
3	12.36	3.09
5	12.23	2.96
7	13.00	2.90

猪日粮内之饲用脂肪：

在猪日粮内添加饲用脂肪正日渐普遍。当遗传学家既要改变猪胴体较为纤幼，而又要提高其生产力的同时，饲养业便利用高能量浓度的日粮予以喂饲，使能提高其生长速度和饲料效率。

人们已把脂肪添加在每个生长阶段的猪日粮之中。有人发现添加了脂肪的日粮特别有利于正在妊娠和泌乳期的母猪，而同时对生长和肥育期的猪只日粮也同样有利。

表八

	添加脂肪百分比(%)			
	0	2.6	5.2	8.0
日增重 (公斤)	0.709	0.732	0.75	0.768
饲料/增重	3.58	3.30	3.12	2.98
背膘脂 (公分)	3.75	3.35	3.50	3.63

表九

学术机构	试验次数	反 应
University of Nebraska	31	仔猪存活率增加2.6%
University of Minnesota	22	仔猪存活率增加4.2%
Kansas State University	6	在母猪日粮内添加脂肪， 其仔猪断乳窝重增加11.7%

NEBRASKA 大学的研究报告显示，在生长和肥育猪日粮中添加脱色精美牛脂可提高生产力。

在生长肥育猪日粮中添加脂肪的试验里得出结果为：日增重增加、减少饲料消耗、提高饲料转换率、且无害于胴体品质。PEO 於1983年在这大学里集养生长肥育猪，发现饲料因添加了脂肪而显著减少了空气和地面之粉尘，故对肺部损害降低了 12%。同时亦发现添喂脂肪的猪只比较温驯，减少了因咬尾及互相残杀等行为而造成的经济损失。

表十

	日 粮	
	对照组	添加脂肪组
每窝出生的活仔猪	10.0	9.9
每窝断乳猪头数	8.1	8.4
存活率 (%)	82.0	84.6
出生平均体重 (公斤)	1.41	1.39
21天平均体重 (公斤)	5.57	5.66
初乳的脂肪 (%)	7.3	9.1
乳中脂肪 (%)	9.1	10.1
泌乳 (公斤/天)	3.82	4.48 (%)

表十一 动物副产粉和黄豆粉营养成分分析比较

	肉 粉	肉骨粉	家禽副产粉	水解羽毛粉	黄豆粉
蛋白质%	54	50	60	85	48
脂肪%	10	10	13	2.0	1.0
生产能 (仟卡/公斤)	1980	1920	2920	2420	2490
钙%	8.0	8.8	4.0	0.2	0.3
磷%	4.0	4.4	2.2	0.8	0.6
赖氨酸%	3.20	2.75	2.70	2.00	3.20
蛋氨酸%	0.80	0.70	1.20	0.60	0.72
胱氨酸%	0.35	0.35	1.00	3.00	0.74
色氨酸%	0.50	0.50	0.50	0.50	0.64
甘氨酸%	8.10	7.81	6.00	6.80	2.90

AHSCHWEDE ET AL. (1980) 将这些研究加以归纳, 以便了解猪对饲喂添加脂肪的反应, 此处仅将归纳的小结加以报导。

归纳的结果显示，於母猪日粮内添加脂肪，会使新生的仔猪存活率提高 2.6%，而且也证明乳和初乳中脂肪含量显著地增加，还有泌乳量也同时增加。

肉牛日粮中添加脂肪可以增加热量密度，阻止营养分离，并且防止风吹失饲料，研究显示添加 2-3% 的脂肪会改善增重速度和饲料效率，并同时适用于妊娠期的肉牛、绵羊和山羊的日粮中，因其有助于预防初生衰弱并发症之效。

在泌乳母乳牛日粮内，以谷类比例的 5% 份量添加脂肪，将可提供每头母牛每天一磅的脂肪摄入量。以这种份量饲予高峰泌乳期（泌乳最初 90-100 天）的母牛可以增加牛乳产量达 200 -400 磅。

辅助脂肪的非营养价值：

家畜日粮内添加脂肪主要用以增加热量密度，然而在饲料配方和饲料生产方面，脂肪也能发挥其他非营养价值的功能，例如：

1. 提高饲料效能—需要较少的饲料而达到较高的生产率。
2. 使饲料更加可口。
3. 增进微量元素的分布。
4. 有助於控制饲料厂内的尘埃。
5. 改善粉状饲料的物理状态。
6. 由於减少了粉尘纷飞，因而改善了饲料厂工人的工作环境。
7. 减少因粉尘和筛撒而损失饲料。
8. 改良饲料外观—令颜色更鲜明。
9. 因脂肪有润滑作用，因而减低混合和处理机器之磨损。
10. 易化制粒过程—可节省饲料制粒时所需的动力。
11. 增加经过制粒模孔的流动速率，提高生产率。
12. 饲料中的维生素更呈稳定。
13. 因饲料较可口，故可在喂饲时减少浪费饲料。
14. 减少因尘埃而引起的火警和爆炸的危险。

家畜日粮中的动物副产粉：

动物副产粉（肉粉、肉骨粉、家禽副产粉、水解羽毛粉）已被广泛地应用于各种家畜作为日粮原料。人们采纳这种产品的程度要视乎其品质是否一贯地良好，及其取价与其他相对的蛋白质（氨基酸）原

料的价格比较是否具竞争力而决定。这些原料（尤其是肉骨粉）的经济评价，必须包括所保证能提供的磷和钙。

动物副产粉的成份组合，系依原料来源和加工方法所不同而有异；然而，在表十一中则对动物副产粉和黄豆粉的成份组合作了个简要的描述。有关这些蛋白质产品的完整描述，可参照附录。

在饲料配方中，动物副产品是有价值的蛋白质（氨基酸）来源，并予营养师在配制较高营养浓度日粮时有一定的灵活性。蛋白质（氨基酸），脂肪（能量），钙和磷都来自同种原料；动物副产品的氨基酸组合，使他们变成为配制高营养浓度日粮之弹性原料。肉粉和肉骨粉特别有价值，因为他们是能提供蛋白质和磷的良好来源，但肉粉和骨粉的用量所能提供的磷质则不能超过其所需要量，因为矿物质过量会降低生产，且也因其含氨基酸之故。就最佳生产条件而言，这些饲料并不含有足够的必需氨基酸，但却是植物性蛋白质（例如黄豆粉）的良好平衡者。因此我们并不推荐格动物副产粉当作唯一蛋白质辅助料，但却可与其他可利用蛋白质例如黄豆粉混合使用。当这些动物蛋白质和植物性蛋白质混合使用後，一种氨基酸缺乏现象会被另一种蛋白质的氨基酸所平衡，因此可培育出最优良的动物或家禽品种。

猪：

肉骨粉可以成功地用於猪日粮，明尼苏达大学的 R.J. MEADE 以玉米黄豆粉日粮与玉米黄豆粉加肉骨粉喂饲商品猪，并以此比较其生产力。

在此试验中，以肉骨粉取代三份一黄豆粉的成果颇令人满意，而平均每日增重并未显著影响（见表十二）。

表十二

	黄 豆 粉	黄豆粉+肉骨粉
平均最初体重（公斤）	22.1	22.2
平均最终体重（公斤）	102.2	103.2
平均日增重（公斤）	0.753	0.753
饲料/增重	3.24	3.18

TEXAS A&M UNIVERSITY的 TANKSLEY AND KUABE 於 1982 年给生长肥育猪饲予玉米黄豆粉日粮和玉米黄豆粉加肉骨粉（取代一半黄豆粉）日粮，比较他们的生产力。

当肉骨粉取代配方中的一半黄豆粉份量时，日增重、饲料摄取量和饲料效率等均受到抑制；然而，若以 L-色氨酸和赖氨酸辅助该肉骨粉日粮，使之与玉米黄豆粉日粮中的相等时，则提高了增重率并达到相等的饲料转换效果。（见表十三）

表十三 以肉骨粉取代黄豆粉对猪只生长的影响

蛋白质	黄豆粉	黄豆粉/ 肉骨粉	黄豆粉/肉骨粉+ 色氨酸	黄豆粉/肉骨粉+ 色氨酸和赖氨酸
日增重（公斤）	0.69	0.59	0.61	0.71
每日饲料摄取量	1.67	1.53	1.60	1.78
饲料与增重比	2.42	2.63	2.63	2.49

肉鸡：

肉骨粉也可成功地用于肉鸡日粮中。UNIVERSITY OF DELAWARE 的 T.D. RUNNELS发表的研究报告，将玉米黄豆粉日粮跟分别加添了2.5%，5%或 7.5% 肉骨粉的日粮作比较。（见表十四）

表十四

	日粮-肉骨粉百分比(%)			
	0	2.5	5.0	7.5
体重（公斤）	1.923	2.055	2.050	2.105
饲料/增重	2.03	2.01	1.97	2.01