



对鸡饲料的代谢能值测定方法中若干问题的建议*

中国农业科学院畜牧研究所 张子仪
东北农学院动物营养研究室 韩友文

禽类饲料中的有效能量一般采用代谢能值表示,但是在代谢能值的测定方法中存在着许多悬而未决的问题。用古典的方法测出的代谢能值因测试条件不同而变异较大。^①在先进国家从事这方面的研究历史已近30年^②,但尚无统一标准方案可循。随着我国饲料工业的发展,建立饲料法规,确定监测细则迫在眉睫,其中以有效能值的测定尤为重要,它不仅影响饲养标准的制定,也影响饲料本身的合理配制和利用。为此,作者等在总结前人工作的基础上‘对喂给量、试验动物的体重、类别、饲料的类型、喂饲方法、环境温度、饲料通过消化道的速度、内源能值的变异等影响代谢能值的因素进行了系统研究之后^{①~③},制定了对试验动物以32小时排空处理、准确投喂、局部手术缝合集粪器等为主要特点的快速测定方案。现整理如下并提出一些建议,以期通过今后的工作,不断改进提高。

前人工作简介

家禽生命活动过程的代谢产物除体热和气体外。其余可见部分包括少量分泌物与消化道表皮脱落物由粪尿中排出。但排泄物中的能量,并非全部来自饲料本身。而一部分是来自内源性代谢产物。为此迄今表示家禽代谢能的指标又称为表观代谢能(AME,计算方法见式三)。但是影响AME测值的因素很多,如试验用鸡的种类、喂食量、环境温度,基础饲料的搭配比例,日粮中的蛋白水平,纤维水平以及其他测试条件等等都有

可能引起AME测值的变异。

另一方面随着集约化饲养业规模的不断扩大及饲料工业的迅速发展,在快速、精确评定饲料的有效能值的测试手段方面也提出了新的要求。为此,近年来不少学者从不同角度提出过种种方案^④。如以 Cr_2O_3 , AIA、PEG等为稳定物质的指示剂法;模拟动物消化代谢过程的离体法以及以排空、准确饲喂为主要手段的排空快速测定法等。但共同的问题是都未能解决在测试过程中引入的生物学试验误差。

晚近引人注目的是加拿大I. R. Sibbald^⑤氏提出的真代谢能(TME)测定方案,(计算方法见式五),他的基本假设是:

1. 由排泄物排泄出的能量是食入能量的线性函数;
2. 代谢性粪能(FmE)如胆汁、消化液及肠粘膜脱落的细胞和内源性尿能(UeE)的损失量不受食入饲料的性质和数量的影响;
3. 当食入量为零时回归直线y轴的截距与由同一试验同体重的绝食试验鸡测得的FmE + UeE值相似。

而澳大利亚的D. J. Farrell氏^{⑥⑦⑧}以及美国一些^⑨学者则对此持批判态度,其论点是:

1. 不同饥饿期间不同试验鸡之间的内源能排泄量有着相当大的差异;
2. 日粮组成对内源能排泄量有影响,如饲料中的中性洗涤纤维含量(NDF)与其FmE + UeE量(y)的关系是:

*参加本项科研协作的有中国农业科学院畜牧研究所陈露秀、吴克谦,李文英,吴同礼;东北农学院吴成坤、南京农学院吴令、杭榴玉,邹雪媛,王立珊;江苏农学院杨文正、李筱倩;华南农学院郑诚、黄世仪,刘英强;广东省畜牧所何廷、莫樟华、刘翠珍、李婉仪;江苏家禽所曹加灵、赵连元等。

注:① Cr_2O_3 , 三氧化二铬,系一种不被动物吸收而且无毒的化合物。

②AIA, 酸不溶灰分(Acid Insoluble Ash)的略写,系饲料中所含不溶于4N盐酸的无机成分。

③PEG, (Polyethylene glycol)一种有机稳定物质。

$$y = 8.5 + 0.83NDF \quad (r = 0.78) \dots \text{式-}$$

3. FmE + UeE量还受其它种种因素, 如环境温度、饥饿鸡的予处理条件等的影响。

在此基础上Farrell氏提出了以训练迅速采食为主要手段的快速代谢能测定法。

两者的立论虽然不同, 但所提出的方案的共同弱点是, 都没有解决如何排除内源性排泄物的能量对代谢能测值的干扰问题。作者认为以动物为试验对象所产生的个体间的测值差异, 应该是绝对的。不可能有两个或两个以上的个体完全一致。为此, 对生物学方法的测值只能争取在一定约束条件下的相对精确和稳定, Sibbald氏法简易、快速, 有其可取之处, 但如上述种种原因, 目前世界各国最广泛采用的仍属于AME体系, Sibbald氏虽曾提出过用TME值换算AME

值的系数或公式, 但这些公式以后被 Muztar @Slinger@、Fallell@及作者等@@的工作证实并不实用于所有饲料。

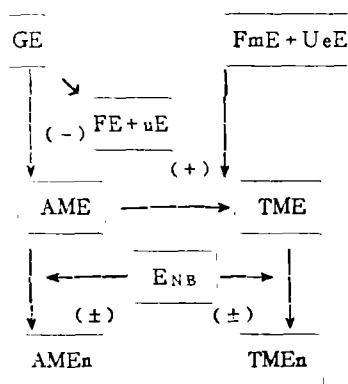
建议案及其生物学试验根据

一、关于鸡饲料代谢能值表示方法的选择

动物对饲料营养成分的利用尽管保持着动态平衡, 但在某一代谢试验期间却很少是绝对平衡, 为此, 有些学者主张, 根据饲料氮在动物体内的沉积量, 以所排出的含氮化合物的形式的热值进行校正, 正平衡时对代谢能值来说应加以扣除。反之, 当负平衡时则应给以补足。于是提出了氮校正代谢能 (ME_N)、氮校正真代谢能(TME_N)等项指标。(计算方法及涵义见式二~式五及图一)

$$\text{AME} = \frac{\text{(常规全收粪法)} \quad \text{5~7天平均} \quad \text{饲料中的} \quad \text{5~7天平均} \quad \text{排泄物} \quad \text{中的能量}}{\text{日采食量} \quad \times \quad \text{能量} \quad \text{日排泄物量} \quad \times \quad \text{能量}} \quad \dots \text{式二}$$

$$\text{AMEN} = \text{ME}_N = \text{AME} - 8.22 \times \text{NB} \quad \dots \text{式三}$$



图一 各种禽类饲料代谢能值涵义示意图

理论上TME_N应是比较完善的。但如上

$$\text{TME} = \frac{\text{(排空法)} \quad \text{采粮量} \times \text{饲料中} \quad \text{规定时间内} \quad \text{排泄物} \quad \text{规定时间内} \quad \text{内源物} \quad \text{中的能量} \quad \text{的排泄物量} \quad \text{的能量} \quad \text{排出量} \quad \text{的能量}}{\text{采食量}} \quad \dots \text{式四}$$

$$\text{TME}_N = \text{真代谢能值} - 8.22 \times (\text{喂食鸡的NB} - \text{对照空腹鸡的NB}) \quad \dots \text{式五}$$

- 注: 1. E_{NB} = 8.22 × NB;
2. NB = 每克供试饲料对应的氮平衡的克数;
3. 8.22, 鸡排泄物中每克氮以构成相对应的尿酸形式的燃烧热值(千卡)

项所述在测试手段上, 对 FmE + UeE 的校正存在着许多未解决的问题, 在校正过程又会引进误差, 况且氮校正与不校正所差无几, 在正常的生产条件下AME与 AME_N的关系为强正相关 (r = 0.995)。Sibbald与Sliger@虽然通过1,375例试验证实:

$$\text{AME}_N = 0.009 + 0.948\text{AME} \dots \text{式六}$$

但事实上氮校正值受不同发育阶段生理条件的影响, 强求用同一公式校正, 等于不校正, 对此问题在1982年全国 畜 禽 营 养 研 究 会 第 二 届 年 会 的 专 题 讨 论 中 认 为: 从 目前国情出发, 建议仍采用表观代谢能值,

但测试手段则采用排空法，不进行氮校正，

用AME表示。（计算方法见式七）

建议案

（排空法）

$$AME = \frac{\text{采食量} \times \text{饲料能值} - 32\text{小时排泄物量} \times \text{排泄物能值}}{\text{采食量}} \quad \dots\dots\dots\text{式七}$$

二、关于喂给量与喂给方法

为了提高代谢能测值的可信程度，在执行代谢试验时，尽可能加大喂给量是增加测值精度的重要措施之一。在采取的手段上可以大致分为三类：

（一）任意采食（ad libitum）

任意采食符合鸡的正常生理条件，但从鸡的采食习性观察，有挑食、抛洒之癖，就有可能在采食中引起量的或质的误差。特别是对一些适口性差的鸡饲料几乎不可能使试验动物食入规定的量。往往使试验中途报废。

（二）诱饲

此法系Farrell氏极积推荐的方法。主张将规定的供试饲料，制成颗粒饲料，通过饥饿——诱饲训练，使其在一小时内食尽规定的饲料量。此法对适口性差的饲料仍很难达到规定的采食量。另一方面在试验前需要训练采食步骤。从总的时间看仍有可能使试验日数拖长。

（三）强饲

此法系Sibbald氏所推荐，并设计有强饲器。可将任何饲料直接定量地送入嗦囊中，强饲法解决了适口性较差的饲料的投喂手段问题。但无疑会给试验动物以应激，有时也会拖长排空时间，同时，饲强量不能过多，超量会引起呕吐，导致试验报废。

建议案

根据饲料类型可以区别对待，如谷实类，糠麸类等适口性较好的饲料可以采用诱饲，也可以采用强饲；对粗饲料等适口性差的饲料则宜采用强饲。根据作者等的试验^④用强饲与自由采食测得的真代谢能值无显著差别。一般强饲配合饲料50克以下不致发生呕吐现象，对粗料也可以达到30克水平。据喂给量水平试验，强制给食量在50、70、90克之

间没有发现在真代谢能测值上的显著性差异。^⑤

为此建议对1.8公斤以上的成年公鸡强饲量每次应为50克或以上，对1.6公斤左右的育成公鸡，每次强饲量以40~50克为宜。粗料宜为30克左右。

三、关于排空处理和排泄物收集时间

试验鸡的排空处理时间和排泄物收集时间直接影响到代谢能的测值。根据绝食试验鸡的消化道中的残留食糜量测定结果^⑥：在强饲玉米、豆饼、叶粉后不论饲料类型如何，经过24、28或32小时后都发现仍然有一定量的干物质残留于消化道的各部位中。如以强饲时的喂给干物质质量作为100计算，则在24小时后玉米、豆饼，在消化道各部位的总残留干物质质量分别为14.3和20.1。显然按文献报导的仅以24小时排空处理是不可能全部排空的。另从32小时排空处理的残留干物质质量看，精料型的玉米、豆饼虽然90%以上排出（残留干物质质量分别为6.8%和7.2%），但粗料型的叶粉则残留干物质质量较大，达15.8%。用五月龄小公鸡测定的结果，在饲料间的规律与成年公鸡基本一致，但小公鸡比成年公鸡的排空速度快，自由采食和诱食比强饲时排空速度快，同样时间内的总残留量亦少。

建议案

鉴于内源性排泄物的量受种种条件的影响，而内源性排泄物的能量又是干扰代谢能测值的因素，为此，建议如下：

（一）用成年公鸡以强饲方式测定能量饲料、蛋白质饲料时最少需32小时，在测定粗料时，则32小时仍嫌不够，尚有延长的必要。但建议与能量饲料、蛋白质饲料同样处理。

(二)用小公鸡测定时可适当缩短排空期和收集期,如由32小时减少到24小时,但需经过排空速度测定试验决定。

(三)在试验前采用喂给同一饲料、同一喂量的方法,使试验鸡消化道中的前期残留物质与空腹处理物质大体近似,借以缩小或

补正内源性排泄物能量的变异带来的误差;即在不可能全部排空的条件下,用前后期残留量相冲的办法,一方面可以减少前期饲料质量对测值的影响,同时也可以通过喂给相等干物质量来减少排出不匀而形成的内源性排泄物能量的变异对代谢能测值的影响。

表一 试验日程安排

测定 期别	第一次测定				下次测定	
	预饲期	排空期	强饲	收集期	过渡期	排空期
时间	> 3天	32小时	5—10分钟	32小时	7天	32小时
处理	喂全价配合饲料(排空前最近一顿喂被测饲料)	饥饿	喂被测料	收集排泄物	喂全价配合饲料(排空前最近一顿喂被测饲料)	同第一次测定

计时从强饲结束时算起,如用诱饲或自由采食方式饲喂时则应从撤槽开始计时。

四、关于测试环境温度条件

环境温度对鸡的采食量^⑤、饮水量^⑥、饲料利用率^⑦、日增重^⑧产卵性能以及基础代谢^⑨等均有一定影响。不同生理状态的鸡有着不同的环境温度适中区,高于或低于适中区都有可能影响基础代谢、能量需要乃至对AME测值的影响^⑩,据报导^⑪:夏季测值比冬季测值高。用成年公鸡测定的玉米、桉叶类型日粮的TME值的结果:夏季与冬季测值低于秋季测值^⑫。在人工气候室条件下,高温(25~35℃)、低温(3~15℃)、及适温(18~24℃)对表观代谢能测值的影响不显著;而真代谢能的测定结果则以低温组最高,高温与适温组差异不显著^⑬。由此可见如果以真代谢能值表示鸡饲料的有效能值时,应在确定的温度条件下进行。若用表观代谢能值表示时,对测定时的环境温度条件似可适当放宽。

建议案

以表观代谢能表示时,测定环境条件建议控制在适温即15~25℃范围内为宜。

五、关于试验用鸡的条件

作者等的试验证明^{⑭⑮}15~24月龄的蛋用来亨公鸡,4~5月龄的来亨小公鸡,或3~4月龄的肉鸡都可以作为试验用鸡,用五种类型饲料验证的结果,在三种类型的试验鸡之间的测值无显著差别。

建议案

对试验用动物的要求条件应是:

(一)成年公鸡或体重在1.6公斤以上的肉鸡,要求强壮,在短期测试期间不致因应激而发生异常或疾病;

(二)能采食或接受相当量的饲料,可避免因喂给量不够而带来误差;

(三)经过挑选,淘汰掉一些怪癖,挑食、以及不适应代谢试验环境条件的个体,而保留可以连用多次的个体。

参考文献

1. 陈雪秀等,(1980),禽类真代谢能测定方法的研究:第一报:饥饿处理和排泄物收集时间对真代谢能测值的影响。中国农业科学院畜牧所科研年报。
2. 陈雪秀等(1980),第二报:给饲量对不同类型鸡饲料的真代谢能测值的影响,同上。
3. 吴克谦等,(1980),同上第三报:季节温度对不同类型日粮真代谢能值的影响,同

- 上。
4. 张子仪等, (1981), 同上, 第四报强制喂料与自由采食对TME测值的影响, 同上。
 5. 张子仪等, (1981), 同上, 第五报: 环境温度对TME测值的影响, 同上。
 6. 陈雪秀、张子仪等, (1981), 同上, 第六报TME测定法的可加性与重演性检验, 同上。
 7. 陈雪秀、张子仪等, (1981), 同上, 第七报绝食试验鸡的消化道中残留食糜的测定, 同上。
 8. 陈雪秀、张子仪, (1981), 同上, 第八报常用鸡饲料的真代谢能值与表观代谢能比较, 同上。
 9. 张子仪等(1979), 饲料营养评定及其方法的研究, 4—7报, 同上。
 10. 韩友文、吴成坤, (1982), 家禽饲料代谢能的研究(Ⅲ)家禽代谢能值的直接快速测定。东北农学院学报, 第四期27—32。
 11. 韩友文, 吴成坤, (1983), 家禽饲料代谢能的研究(Ⅳ), 真代谢能测定中鸡的消化道排空期, 同上, 第四期, 1—6页。
 12. 陈雪秀、张子仪, (1983), 常用鸡饲料的真代谢与表观代谢能值比较。中国畜牧杂志, 第六期, 2—4。
 13. 许振英编译, (1983), 气温与畜禽营养, 畜禽营养学进展之七, 中国畜禽营养研究会, 北京地区畜牧与饲料科技情报网。
 14. CHARLAMBOUS, K. et al. 1976. *Poult. Sci*, 55: 1657-1662
 15. BEGIN. J. J. 1967. *Poult. Sci*, 46: 379-383.
 16. CHAMI. D. B. et al. 1980. *Poult. Sci*, 59: 569-571.
 17. FARRELL, D. J. 1978. *Br. Poult. Sci.* 19: 303-308.
 18. FARRELL D. J. et al. 1977. *Brit Poult Sci*, 18: 725-734.
 19. FARRELL. D. J. et al. 1983. *Feed Sci. and Technology*, 9: 99-105.
 20. MOIR, K. W. et al 1977. *Anim. Feed Sci. Technol*, 2: 197-203.
 21. MUZTAR, A. J. and. SLINGER, S. J. 1981. *Poult. Sci.* 60: 835-839.
 22. MUZTAR, A. J. et al. 1981. *poult. Sci.* 60: 373-377.
 23. SIBBALD, I. R. 1982. *J. Anim. Sci*, 62: 983-1084.
 24. SIBBALD, I. R. (1980). *Poultry Science Convention, Auckland*, 10-19.
 25. SCHANG, M. J. et al 1982. *Poult. Sci*, 61: 1344-1353.
 26. SHIRES, A. et al. 1980. *poult. Sci.* 59: 39.
 27. VOHRA, P. 1972. *J. World's Poult. Sci*, 29: 204-214.
 28. YAMAZAKI, M., ZHANG, ZIYI. 1982. *Brit. Poult. Sci*, 23: 447-450.

欢 迎 订 阅 《农村实用工程技术》

应广大读者、作者的要求, 1986年《农业工程》改名为《农村实用工程技术》与大家见面。

《农村实用工程技术》是由农牧渔业部中国农业工程研究设计院、中国农业工程学会编辑出版的中央级技术普及杂志。

《农村实用工程技术》为双月刊, 逢双月5日出版, 16开本52页, 彩色封面。每期定价0.40元, 全年2.40元。本刊代号82—133。北京报刊发行局总发行, 全国各地邮局均可订阅(可破季订阅)。如在当地邮局订不上, 也可汇款到本杂志社直接办理订阅。(地址: 北京市农展馆南路)

欢迎订阅 畜牧与兽医 (双月刊)

《畜牧与兽医》双月刊是我国最早的畜牧兽医科技刊物, 创刊迄今近50年历史, 遍及国内外。内容根据普及与提高、理论与实际相结合的原则, 大胆改革创新, 讲求综合性、实用性、科学性和经济效益。主要刊登畜牧兽医科学进展、实验研究报告、生产技术经验、基础知识, 文献综述、学术动态、药品器械、建议与书评等, 并专设《简报》栏。可供广大专业户、重点户阅读。双月出版, 每期定价0.48元, 请读者及时向当地所在邮局(所)订阅, 本刊代号28—48。国外总发行: 北京中国国际书店。