

# 家鸭的基础代谢率及其每日 能量消耗的估计\*

吴锡谋 林伟春

(厦门大学生物系)

**摘要** 本文对不同品种家鸭进行基础代谢率测定及其每日代谢能量消耗估计,其结果均以金定鸭为最高,依序是“半番”鸭、“大土北”鸭、正番鸭而北京鸭较低。金定鸭的基础代谢率,高产的脱翅生型母鸭分别比中产的旧蓼毛亚型和低产的旧脱翅亚型高 10.83% 和 16.20%; 1 龄鸭比 2 龄和 3 龄鸭高 38.82%、31.80%。基础代谢率及其每日能量消耗随日龄、体重的增长而下降,其速度北京鸭大于金定鸭。

为配合“家鸭的饲料研究”工作,我们曾对金定鸭、北京鸭、正番鸭、“大土北”鸭和“半番”鸭的耗氧率进行了测定<sup>[2]</sup>。本文就金定鸭雌鸭的不同换羽类型、金定鸭和北京鸭的不同发育日龄以及不同年龄等因素对能量代谢的影响进行探讨,为家鸭饲料的合理搭配和饲养提供参考。

## 材料与方 法

**动物来源** 实验鸭由我校家鸭研究组提供,共 303 只,其中金定鸭成鸭 213 只(♀ 155 只,♂ 58 只),雏鸭 45 只(♀ 25 只,♂ 20 只);北京鸭雏鸭 45 只(♀ 21 只,♂ 24 只)。实验鸭的饲养条件相似,除雏鸭用广东汕头正大康地饲料厂出产的小鸭饲料喂养外,成鸭全部用龙海县饲料厂的配合饲料喂喂。

**测定方法** 本研究采用卡拉布霍夫-斯克伏尔佐夫(Kalabukhov-Skvortsov)的封闭式流体压力呼吸器。按卡氏法操作。实验基本符合测定基础代谢条件(即试前鸭禁食 12—14 小时,实验时将鸭静置于呼吸器内,器温平均为 19.84℃)。用秒表记录每只实验鸭消耗氧气(雏鸭 50—350 毫升,成鸭 200—350 毫升)所需的时间。根据测得耗氧量的数据,按公式  $V_0 = Kt$

换算为标准状态下以毫升氧/公斤(体重)·小时( $\text{mlO}_2/\text{kg} \cdot \text{hr}$ )为单位的基础代谢率(下简称代谢率)。

基础代谢能量消耗估算 曾有报道,动物的能量需要,可用其代谢率来进行估计<sup>[4]</sup>。由于基础代谢率较接近于动物在安静、饥饿和中性温度条件下的代谢能量消耗值,因此我们用测定家鸭的基础代谢率来估算其每日代谢消耗的能量。已知,动物每消耗 1 毫升氧,相当于消耗 4.8 卡的热量,换算式为:每日基础代谢能量消耗量(千卡/公斤·日) = 基础代谢率(毫升氧/公斤·小时) × 4.8 卡 × 24 小时/1000。

## 结果与讨论

**(一) 不同品种家鸭的每日基础代谢能量消耗** 据我们所测得各品种鸭的代谢率<sup>[2]</sup>,按上述公式换算为每日基础代谢能量消耗数值,(见表 1)。

由表 1 可见,金定鸭的每日基础代谢能量消耗为 70.64 千卡/公斤·日,分别比北京鸭、正番鸭、“大土北”鸭和“半番”鸭高 36.96%、33.36%、30.49% 和 12.33%。表明金定鸭的代

\* 本文承张松踪教授的指导和帮助,特此致谢。

表 1 不同品种鸭的代谢率及其能量消耗

品种	金定鸭		北京鸭		正番鸭		“大土北”鸭		“半番”鸭
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀♂
鸭数(只)	17	25	11	7	12	12	16	14	12
体重(公斤)	1.56±0.23	1.46±0.18	2.28±0.17	2.08±0.23	1.53±0.20	2.88±0.38	2.31±0.23	2.09±0.11	2.16±0.19
代谢率 (毫升氧/公斤·小时)	631.21±116.68	600.91±134.51	423.34±112.83	328.67±23.60	526.35±128.67	287.69±51.03	416.63±81.60	437.24±83.71	537.61±171.82
平均代谢率	613.17±127.00		386.52±99.70		407.02±154.91		426.25±81.82		537.61±171.82
代谢能消耗 (千卡/公斤·日)	72.72	67.22	48.77	37.86	60.64	33.14	47.99	50.37	61.93
平均代谢能消耗	70.64		44.53		46.89		49.10		61.93

谢率及其能量消耗均较北京鸭和正番鸭高。因为金定鸭的体重较轻,代谢率及其能量消耗与体重呈负相关<sup>[1]</sup>。另外,从行为上看,金定鸭产蛋量高,对外界环境变化警惕性高,反应敏捷,它们的代谢率及其能量消耗也会相应提高,这一情况与啮齿动物的试验结果颇为相似<sup>[4]</sup>。从遗传角度看,“半番”鸭的基础代谢能量消耗介于其双亲之间,而略近于母本金定鸭。“大土北”鸭则介于祖母代金定鸭与祖父代北京鸭之间,而接近于北京鸭,可见其受父性遗传影响较大。

**(二) 金定鸭不同换羽类型雌鸭的代谢率及其每日代谢能量消耗** 前已报道,金定鸭在自然换羽季节中,体羽更换形式表现多样性。根据翼羽更换方式、速度以及换羽时产蛋与否可分为四种类型,即脱翅型、掺毛型、旧翅型和脱翅生型。而旧翅型又可分为旧脱翅亚型和旧掺毛亚型两种。不同换羽类型的雌鸭表现不同的产蛋性能<sup>[3]</sup>。据此,于1985年11—12月间,即金定鸭的第二次自然换羽时期,对脱翅生型、旧掺毛亚型和旧脱翅亚型三种雌鸭进行代谢率测定,其结果见表2。

从表2可见,脱翅生型、旧掺毛亚型和旧脱翅亚型雌鸭的代谢率分别为564.32、503.25和472.88毫升氧气/公斤·小时。其中脱翅生型雌鸭的代谢率分别比旧掺毛亚型和旧脱翅亚型的高10.82%和16.20%。而旧掺毛亚型比旧脱翅亚型的高6%。它们的代谢率水平高低顺序

表 2 不同换羽类型雌鸭的代谢率及其能量消耗比较

换羽类型	脱翅生型	旧掺毛亚型	旧脱翅亚型
鸭数(只)	11	19	20
体重(公斤)	1.885	1.848	1.850
代谢率 (毫升氧/公斤·小时)	564.32	503.25	472.88
代谢能消耗 (千卡/公斤·日)	ss	1019.3729	2244.6943
	sx	10.0964	11.1672
	$\bar{x}$	65.0100	57.9747
t 值检验	脱翅生型—旧掺毛亚型	$t = 1.7197 < t_{0.05}$ , 无显著差异	
	脱翅生型—旧脱翅亚型	$t = 2.6554 > t_{0.05}$ , 差异显著	
	旧掺毛亚型—旧脱翅亚型	$t = 0.9946 < t_{0.05}$ , 无显著差异	

是脱翅生型大于旧掺毛亚型大于旧脱翅亚型。其结果与产蛋性能相一致。据测定,脱翅生型、旧掺毛亚型和旧脱翅亚型的500日龄产蛋量分别为 $338.67 \pm 12.94$ 枚、 $322.54 \pm 22.46$ 枚和 $284.67 \pm 30.78$ 枚<sup>[3]</sup>。说明产蛋量水平可反映代谢率水平,即产蛋量高者,其代谢率高,反之,产蛋量低者其代谢率也低。

不同换羽类型雌鸭的代谢率不同,其能量消耗也存在差异。如表2,脱翅生型的每日基础代谢能量消耗量为65.01千卡/公斤·小时,分别比旧掺毛亚型和旧脱翅亚型高12.14%和16.20%。而旧掺毛亚型比旧脱翅亚型高6.04%。经t检验表明,脱翅生型与旧脱翅亚型( $t = 2.6554 > t_{0.05}$ )差异显著,与旧掺毛亚型( $t = 1.7197 < t_{0.05}$ )无显著差异;而旧掺毛亚型与

表 3 不同发育日龄雏鸭的代谢率及其代谢耗能

品种		金定鸭						北京鸭					
日龄(天)		1		20		40		1		20		40	
性 别	鸭数(只)	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
鸭数(只)		5	5	12	8	8	7	5	5	9	11	7	8
体重(克)		44.52	43.26	464.43	442.99	629.38	520.71	64.29	57.96	890.39	858.52	1366.43	1450.00
平均体重(克)		43.89		455.85		578.67		61.12		872.86		1411.00	
代 谢 率 (毫升氧/公斤·小时)		3291.23	3175.85	1003.19	977.57	711.73	957.95	5403.89	3021.83	623.22	685.47	625.72	710.44
平均代谢率		3233.54		992.94		826.63		4212.86		657.46		670.91	
代 谢 耗 能 (千卡/公斤·日)		397.15	365.86	115.57	112.62	92.07	110.50	622.25	348.10	71.79	78.97	72.08	81.84
平均代谢耗能(千卡/公斤·日)	ss	21504.5843		13185.78		6255.7013		7021.7934		4447.007		1260.0226	
	sx	51.8466		26.3437		22.8322		29.6264		15.2988		9.8450	
	$\bar{x}$	380.6089		114.3870		95.3892		332.5456		73.5220		73.9521	
t 值检验	1日龄-20日龄	$t = 18.5037 > t_{0.01}$ , 差异极显著						$t = 31.3112 > t_{0.01}$ , 差异极显著					
	1日龄-40日龄	$t = 17.6549 > t_{0.01}$ , 差异极显著						$t = 30.4779 > t_{0.01}$ , 差异极显著					
	20日龄-40日龄	$t = 2.1294 > t_{0.05}$ , 差异显著						$t = -0.0924 < t_{0.05}$ , 差异不显著					

旧脱翅亚型 ( $t = 0.9946 < t = 0.05$ ) 也差异不显著。但从它们 500 日龄的产蛋量看, 脱翅生型与旧掺毛亚型基本相似, 而比旧脱翅亚型高 15.94% ( $t = 4.72 > t_{0.01}$ ) 差异极显著; 旧掺毛亚型比旧脱翅亚型高 11.73% ( $t = 3.92 > t_{0.01}$ ) 差异也极显著。由此可见, 虽然脱翅生型和旧掺毛亚型雌鸭的代谢率及其能量消耗比旧脱翅亚型略高, 因其产蛋量高, 说明它们对饲料中的能量利用率也较高; 旧脱翅亚型则相反, 其产蛋量较低, 而其代谢耗能相对较高, 从经济效益上看合算, 所以在第二次换羽时, 可考虑给予淘汰。

对比表 1 和表 2 的数据表明, 同一种金定鸭, 测试的环境温度和体重条件基本相同, 但代谢率及其能量消耗并不一致。表 1 的数值大于表 2。这是因为表 1 中的数据是春季 (3—4 月间) 测定的, 此时鸭只约为 8—9 月龄, 正处于年轻旺产时期, 所以其代谢率及其耗能较高, 而表 2 是在秋冬之交 (11—12 月间) 鸭子的第二次换羽季节, 鸭龄约为 15—16 月龄测得的, 此时, 体力衰减, 有的鸭子临近休产, 因此其代谢率比前者低 10.60—25.08%, 每日代谢耗能下降

10.60—28.06%。这些现象反映不同月龄、产蛋和换羽季节对鸭子的代谢率及每日代谢能量消耗有一定影响。

(三) 金定鸭和北京鸭不同发育日龄的代谢率及其每日能量消耗 本试验于 1986 年 4 月份从同批次孵出的金定鸭和北京鸭中, 分别随机取样测定它们的代谢率及其每日基础代谢能量消耗。其结果见表 3, 两种鸭均随日龄、体重增长, 其代谢率则逐渐下降。若以 1 日龄与其他日龄比较, 金定鸭, 1 日龄的代谢率为 20 日龄的 3.26 倍, 40 日龄的 3.91 倍, 差异极显著。北京鸭, 1 日龄的代谢率为 20 日龄的 6.28 倍, 差异也极显著。相同日龄的品种间比较, 1 日龄的北京鸭比金定鸭的代谢率高 23.25%。而 20 日龄的金定鸭却比北京鸭高 33.78%, 40 日龄的金定鸭比北京鸭高 18.84%。说明随日龄、体重增长, 其代谢率则随之下降, 而下降的速度金定鸭比北京鸭缓慢, 接近 20 日龄时代谢水平则逐渐超过北京鸭。

在品种内的两性间进行比较, 金定鸭 1—20 日龄雌雄之间的代谢率相差不明显, 而 40 日龄雄性比雌性高 25.70%。1 日龄的北京鸭雌性

比雄性的 $44.08\%$ ，20日龄时雄性与雌性基本相似，而40日龄则雄性比雌性的高 $11.93\%$ 。说明代谢率随日龄、体重增长而下降，而下降的速度雌性的 $>$ 于雄性，即雄性的代谢率逐渐高于雌性。

从表3还可以看到，1日龄金定鸭每日基础代谢耗能为20日龄的 $3.33$ 倍，40日龄的 $3.99$ 倍；1日龄北京鸭的每日代谢耗能为20日龄的 $4.52$ 倍，40日龄的 $4.50$ 倍。从体重增长看，在金定鸭，20日龄为1日龄的 $10.43$ 倍，40日龄为1日龄的 $13.18$ 倍。在北京鸭，20日龄为1日龄的 $14.28$ 倍，40日龄为1日龄的 $23.09$ 倍。以上说明金定鸭和北京鸭在1—40日龄的生长发育阶段中，前代谢率高，代谢耗能也高，生长迅速，体重增长快，因此在饲养上必需提供优质高能的饲料，以满足其代谢的需要。在后期，即20日龄后，金定鸭与北京鸭的代谢特点有所不同，北京鸭体重仍迅速增长，而代谢率趋于稳定；金定鸭仍保持较高的代谢水平和能量消耗，其除受体重小的影响外，还可能与其性情较为活泼，性发育较早有关。

**(四) 不同年龄对代谢率的影响** 对不同年龄金定鸭的代谢率测定，其结果见表4。测定的1与3龄鸭的体重相似，2龄鸭的体重稍轻，而1龄鸭的代谢率为 $824.91$ 毫升氧/公斤·小时，分别比2、3龄的高 $38.82\%$ 和 $31.80\%$ 。

表4 不同年龄雌鸭的代谢耗能比较

年龄(年)	1	2	3
鸭数(只)	20	50	16
体重(公斤)	1.74	1.65	1.78
代谢率 (毫升氧/公斤·小时)	824.91	504.66	562.60
代谢耗能 (千卡/公斤·日)	$95.03 \pm 18.12$	$58.14 \pm 11.31$	$64.81 \pm 9.32$
t 值检验	1—2 龄鸭	$t = 10.2814 > t_{0.01}$ , 差异极显著	
	1—3 龄鸭	$t = 6.0506 > t_{0.01}$ , 差异极显著	
	3—2 龄鸭	$t = 2.1359 > t_{0.05}$ , 差异显著	

经t检验表明，1龄鸭与2龄鸭( $t = 10.28 > t_{0.01}$ )、3龄鸭( $t = 6.051 > t_{0.01}$ )比较，都有极显著差异。而3龄鸭比2龄鸭高 $10.33\%$

( $t = 2.1359 > t_{0.05}$ )，差异显著。总的趋势是代谢率随年龄的增长而下降，但2龄鸭是在11—12月间测定的，此时正处于换羽、临近休产季节，影响其代谢率。

## 小 结

1. 金定鸭的每日基础代谢能量消耗( $70.64$ 千卡/公斤·日)分别比北京鸭、正番鸭、“大土北”鸭和“半番”鸭高 $36.96\%$ 、 $33.36\%$ 、 $30.49\%$ 和 $12.33\%$ 。这与金定鸭体重小、对环境变化警惕性高，反应敏捷等因素有关。而北京鸭、正番鸭和“大土北”鸭则体重大、警惕性低，反应动作较迟缓，故其代谢率及其能量消耗相对较低。

“半番”鸭的每日基础代谢能量消耗介于两亲本之间。“大土北”鸭虽介于祖母代金定鸭与祖父代北京鸭之间，但较接近于北京鸭。

2. 金定鸭的不同换羽类型，雌鸭表现有不同的基础代谢率及其能量消耗。据测定，脱翅生型的基础代谢率为 $564.32$ 毫升氧/公斤·小时，分别比旧掺毛亚型和旧脱翅亚型高 $10.82\%$ 和 $16.20\%$ 。而旧掺毛亚型比旧脱翅亚型高 $6\%$ 。这些结果与它们产蛋量由高到低的顺序相一致。

3. 1—40日龄期间，金定鸭与北京鸭的基础代谢率及其每日代谢能量消耗均随日龄、体重的增长而下降。下降的速度，北京鸭大于金定鸭，20日龄后金定鸭的代谢水平超过北京鸭。这种情况除了受“体重与代谢率呈负相关”的因素影响外<sup>[1]</sup>，与金定鸭性情较活泼，对环境变化反应敏捷以及性早熟有关。

4. 金定鸭的基础代谢率在体重相似条件下，也有随年龄增长而下降的趋势。

## 参 考 文 献

- [1] 韦正道等 1983 三种啮齿动物气体代谢的比较研究 兽类学报 3(1): 73—84。
- [2] 吴锡谋等 1986 金定鸭各种换羽类型的产蛋性能观测 动物学杂志 21(1): 16—19。
- [3] ——1987 家鸭耗氧率的测定 动物学杂志 22(2): 28—33。
- [4] 贾西西等 1986 根田鼠平均每日代谢率及每日能量需要的估计 兽类学报 6(2): 139—145。