

仔猪代谢特点的研究

丁晓明

(南京农业大学畜牧系, 南京, 210095)

摘要 分析活重 20~30kg 丹麦长白仔猪 115 头次的平衡试验资料发现, 当沉积于体脂的能量(RFE) < 0 时, 其沉积能与代谢能的比值(RE / ME, $P < 0.0001$)和沉积氮与可消化氮的比值(RN / DN, $P < 0.005$)均极显著地低于 REF > 0 时的比值。当 REF > 0 时, $RE, KJ / W^{0.52}, kg = -884 + 0.6556 ME, KJ / W^{0.52}kg$ 。RFE < 0 时, $RE, KJ / M^{0.52}kg = -0.256 + 0.2295ME, KJ / M^{0.52}kg$ 。为了避免因 RFE < 0 而导致代谢效率下降, 日粮中 ME, KJ / W^{0.52}kg 的量必需超过(DCP, g / W^{0.52}kg)^{0.46} × 500。RFE < 0 时沉积养分的数据不宜与 RFE > 0 时的数据一起进行统计处理。

关键词 仔猪 能量 代谢效率

国内外许多代谢试验表明, 仔猪尤其在 30kg 活重以内, 有优先沉积体蛋白质的特点。当日粮中氮源充足时, 即使能量为正平衡, 也会发生分解体脂以沉积较多体蛋白质现象, 即当沉积能(RE, 下同)为正值时, 会出现沉积于体蛋白的能(RPE, 下同)大于 RE, 而沉积于体脂的能(RFE, 下同)为负值。这种现象虽然早有报道, 但对它的深入研究分析却较少见。RFE 为负值时仔猪的代谢有什么特点, 对生产实际有什么影响, 此时所得数据能否与 RFE 为正值时的数据合并统计(一些国外文献就是这样做的), 都值得进一步探讨。本文的目的即在研究与仔猪这一代谢特点有关的一些问题。

1 材料和方法

用 3 组代谢试验的资料进行分析。3 组资料分别来源于: ① Thorbek(1975)“生长猪能量代谢研究”; ② Thorbek(1984)“20—120kg 活重丹麦长白猪维持和生长的能量和蛋白质需要量”; ③ 丁晓明, A. Chwalibog 等(1991)“生长公猪维持能量需要的研究”。其中除③为生长公猪外, 其余均为阉仔猪。由于在 20~30kg 活重范围内公猪与阉猪的代谢差异尚不显著, 故合并统计。所用饲料分别为: ①由不同谷物和蛋白质饲料组成 6 种饲料; ②高低两个营养水平的饲料; ③丹麦商品饲料。3 组资料中 RFE < 0 的猪几乎全部集中在 20~30kg 活重范围内。没有大于 32kg 和小于 18.5kg 的猪出现 RFE < 0。为避免种质和活重差异可能产生的影响, 只选用 20~30kg 活重丹麦长白猪的资料(RFE < 0 的资料全部采用), 共计 115 头次平衡试验, 其中 RFE < 0 的 32 头次, RFE > 0 的 83 次, 而 RE, RPE 全部为正值。

将以上资料按 RFE > 0, RFE < 0 和 RFE = 0 分别进行均数和各种回归统计, 分析比较各种指标的异同和特点。

收稿日期: 1994 09 12

2 结果与分析

2.1 代谢效率

比较 $RFE > 0$ 和 $RFE < 0$ 时能量和氮的消化率与转化效率, 结果见表 1。其中 DE / GE 、 ME / DE 、 DN / IN , 两者基本相同。 RE / ME ($P < 0.0001$)、 HE / ME ($P < 0.0001$) 和 RN / DN ($P < 0.005$) 两者差异极显著。这说明仔猪在 $RFE < 0$ 时, 其能量和氮的消化率并没有发生变化, 而被吸收养分的代谢效率却大大降低。 $RFE < 0$ 的仔猪由体表散失的热 (HE) 占 ME 的 90% 以上, RE 只占 ME 的 9.2%, 几乎只有 $RFE > 0$ 时的 1/3。

2.2 沉积能与代谢能的关系

为进一步掌握 $RFE > 0$ 和 $RFE < 0$ 时 RE 和 ME 的关系, 进行了回归分析, 得出以下两个公式:

$$RE, \text{KJ} / \text{W}^{0.52} \text{kg} = -884 + 0.6556ME, \text{KJ} / \text{W}^{0.52} \text{kg} (RFE > 0, R = 0.82) \quad (1)$$

$$RE, \text{KJ} / \text{W}^{0.52} \text{kg} = -256 + 0.2295ME, \text{KJ} / \text{W}^{0.52} \text{kg} (RFE < 0, R = 0.77) \quad (2)$$

根据丁晓明 (1991) 的生长猪维持能量需要与 $W^{0.52}$ 成比例的提法, 本文均采用 $W^{0.52}$ 。当 $RFE > 0$ 时, $RE = (ME - MEm) \times Kfp$, 因 $MEm = aW^b$, 故 $RE = ME \cdot Kfp - aW^b \cdot Kfp$, $RE / W^{0.52} = ME / W^{0.52} \cdot Kfp - a \cdot Kfp$ 。此处 MEm 为维持所需代谢能, Kfp 为可供生产用的 ME 转为 RE 的效率。 Kfp 一般随年龄、体重的变化而改变, 但在 20~30kg 范围内接近于常数。 a 是常数。因此对照公式 (1) 可以认为 $Kfp = 0.6556$, $a = 1348$ 。后者与丁晓明 1991 年提出的 $MEm = 1307W^{0.52}$ 基本相同。 $RFE < 0$ 时的情况比较复杂, RE 值的大小不但与 ME 有关, 而且受日粮中 DN 含量等因素的影响, 故不能用公式 (2) 求得 Kfp 和 MEm 值。

公式 (1) 和 (2) 中 $RE / W^{0.52}$ 和 $ME / W^{0.52}$ 的关系见图 1。 $RFE < 0$ 时仔猪 ME 的转化效率明显低于 $RFE > 0$ 猪的转化效率。但若用全部资料进行统计时, 由于 $RFE > 0$ 的数据较 $RFE < 0$ 的多, $RE / W^{0.52}$ 与 $ME / W^{0.52}$ 的关系线与 $RFE > 0$ 时很接近。实际上既掩盖了 $RFE < 0$ 时的特殊性, 又低估了 $RFE > 0$ 时的实际效率, 因而不能获得正确的结论。

2.3 $RFE = 0$ 时的代谢效率和能氮比例

$RFE > 0$ 和 $RFE < 0$ 的临界线为 $RFE = 0$ 。研究 $RFE = 0$ 时的代谢状况可以了解由 $RFE > 0$ 转为 $RFE < 0$ 时的转变情况。从 RFE 与 RE 、 ME 的回归关系中可获 $RFE = 0$ 时 RE 和 ME 的关系。用全部资料统计, 得 $RFE / W^{0.52} = 143 + 1.041RE / W^{0.52} - 0.221ME / W^{0.52}$ ($R = 0.99$)。当 RFE 为 0 时 $RE / W^{0.52} = 0.212ME / W^{0.52} - 137$ 。此时 $RE / W^{0.52}$ 和 $ME / W^{0.52}$ 的关系见图 1。此线与 $RFE < 0$ 时的线接近平行, 说明此时 ME 的转化效率已经下降。这与 ME 转化为 RPE 的效率小于转为 RFE 的效率有关。

为防止仔猪代谢效率下降并导致饲料转化效率下降, 应设法使 RFE 大于 0。根据营养学的概念和回归分析, RFE 的大小取决于 ME 和 RPE , 而 RPE 主要受 ME 和 DN 的影响。因此, RFE 的大小也与 ME 和 DN 关系最为密切。其回归式为:

$$RFE / W^{0.52} = -947 + 0.9547ME / W^{0.52} - 252DN / W^{0.52} (R = 0.8, n = 115) \quad (3)$$

根据公式 (3), 当 $RFE = 0$ 时, $ME / W^{0.52} = 264DN / W^{0.52} + 992$, 本文所用资料中 $DN / W^{0.52}$ 的范围为 2~5.6g, 则相应的 $ME / W^{0.52}$ 和其他值见表 2。

表 1 RFE > 0 和 RFE < 0 时的各种代谢效率

Table 1. Metabolic rates of the piglets when RFE > 0 or RFE < 0

| 指标 | DE / GE | ME / DE | RE / ME | HE / ME | DN / IN | RN / DE |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| RFE < 0 | 0.8308 | 0.9625 | 0.0920 | 0.9079 | 0.8058 | 0.5329 |
| RFE > 0 | 0.8315 | 0.9656 | 0.2604 | 0.7395 | 0.7995 | 0.5658 |

GE - 总能, DE - 消化能, ME - 代谢能, RE - 沉积能, HE - 体表散失的能, IN - 摄入氮, DN - 消化氮, RN - 沉积氮

表 2 RFE = 0 时 DN / W^{0.52} 和 ME / W^{0.52} 等的相应值

Table 2. Some corresponding value of DN (g / w^{0.52}kg) to ME, DCP, CP, ME / DCP and ME / CP when RFE = 0

| DN / W ^{0.52} , g / kg | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| ME / W ^{0.52} , KJ / kg | 1519 | 1783 | 2047 | 2311 |
| DCP / W ^{0.52} , KJ / kg | 12.5 | 18.75 | 25 | 31.25 |
| CP / W ^{0.52} , KJ / kg | 15.6 | 23.4 | 31.25 | 39.06 |
| ME / DCP, KJ / g | 121.5 | 95.1 | 81.9 | 74.0 |
| ME / CP, KJ / g | 97.4 | 76.2 | 65.5 | 59.2 |

DN / IN 的平均值为 0.8

表 2 表明, DN / W^{0.52} 愈小, 达到 RFE = 0 所需的 ME / DN 愈大。因此它们的关系可以用指数方程来表示:

$$RFE \geq 0 \text{ 时} \quad ME / W^{0.52} \geq 431 \times (CP / W^{0.52})^{0.4549} \quad (4)$$

$$\text{或} \quad ME / W^{0.52} \geq 475 \times (DCP / W^{0.52})^{0.4564} \quad (5)$$

为避免仔猪分解体脂以积聚体蛋白, 从而使饲料转化效率下降, 日粮提供的 ME 值应超公式 (4)、(5) 的计算值。本文所用资料中 RFE < 0 的猪的 ME / W^{0.52} 平均值为 1919KJ, DN / W^{0.52} 为 3.45g, 故 ME / W^{0.52} = 472 × (DCP / W^{0.52})^{0.4564}, 小于公式(5)的值。RFE > 0 时 ME / W^{0.52} 的平均值为 2272KJ, DN / W^{0.52} 为 3.93, 故 ME / W^{0.52} = 527 × (DCP / W^{0.52})^{0.4564}, 大于公式(5)的值。由于公式(3)只是样本群的代表线, 实际上有一部分猪虽然 ME / W^{0.52} 值大于公式(4)、(5)的相应值, RFE 仍可能小于零。据分析, 为使大部分 20~30kg 仔猪不致出现 RFE < 0, ME / W^{0.52} 应大于 500 × (DCP / W^{0.52})^{0.46}。

3 结论

① 20~30kg 活重仔猪当能量为正平衡而体脂为负平衡时, 其代谢能 (P < 0.0001) 即可消化氮 (P < 0.005) 的代谢效率显著低于 RFE 为正时的对应值。

② RE / W^{0.52} 和 ME / W^{0.52} 的回归式:

$$RFE > 0 \text{ 时, } RE / W^{0.52} = -884 + 0.6536ME, / W^{0.52} (KJ / kg, R = 0.82)$$

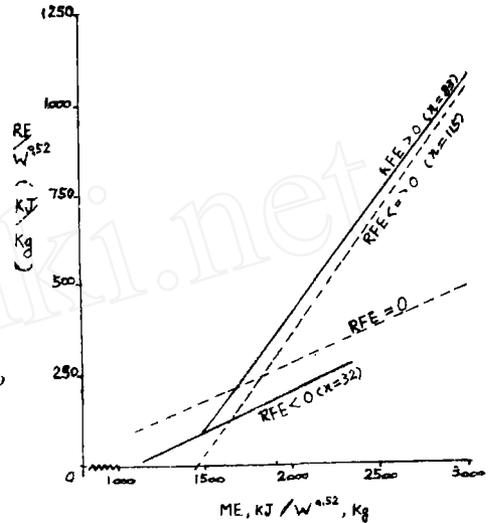


图 1 RFE 值不同时 ME / W^{0.52} 与 RE / W^{0.52} 的回归关系

Fig 1. Regression relationship between ME and RE (KJ / W^{0.52})

RFE < 0 时, $RE / W^{0.52} = -256 + 0.2295ME / W^{0.52} (KJ / kg, R = 0.77)$

RFE = 0 时, $RE / W^{0.52} = -137 + 0.2121ME / W^{0.52} (KJ / kg)$

RFE = 0 时 ME 的转化效率已大大低于 RFE > 0 时的对应值。

③ 为了避免 20~30kg 仔猪因动用体脂合成体蛋白而造成饲料效率下降, 日粮中提供的 $ME / W^{0.52}$ 必需超过 $500 \times (DCP / W^{0.52})^{0.46} (KJ, g, kg)$ 。

④ 对平衡试验进行统计分析时, 不宜将 RFE > 和 RFE < 0 时的 RE、HE、RFE、RPE、RN 等数值合并在一起处理。

参考文献

丁晓明. 1991. 中国动物营养学报. 3(2):13

Close W H, V R Fowler. 1985. Energy requirements of pigs: In Recent developments in pig nutrition. Eds. Cole, D. J. A. Haresing, W. Butterworths, 1~16

Maynard L A *et al.* 1979. Animal nutrition 7th Ed. McGraw-Hill Book Company, New York

McDonald P *et al.* 1988. Animal nutrition. 4th Ed. Longman Group (FE) Limited, Hong Kong

Thorbek G. 1975. Study on Energy metabolism in growing pigs, Statens Husdyrbrugsforsog. Beretning, 424, 193

Thorbek G A, Chwalibog S Henschel. 1984 Nitrogen and energy metabolism in pigs of Danish Landrace from 20 to 120 kg live weight, Norm for protein and energy requirements for maintenance and growth, Statens Husdyrbrugsforsog, Beretning, 563, 114

STUDY ON THE CHARACTERISTICS OF METABOLISM OF PIGLETS

Ding Xiaoming

(Department of Animal Science, Nanjing Agricultural University, Nanjing, 210095)

ABSTRACT

By analysis of data of 20~30 kg liveweight Danish Landrace from 115 metabolic trials, It was found that the values of $RE / ME (P < 0.0001)$ and $RN / DN (P < 0.005)$ were significantly lower in case of $RFE < 0$ than in case of $RFE > 0$, The regression equations of RE on ME were $RE / W^{0.52} (kg) = -884 + 0.6556 ME / W^{0.52} (kg)$, when $RFE > 0$ and $RE / W^{0.52} (kg) = -0.256 + 0.2295 ME / W^{0.52} (kg)$ when $RFE < 0$. To refrain from decreasing of RE / ME caused by $RFE < 0$, the amount of $ME / W^{0.52} (kg)$ in ration must be greater than the value of $500(DCP / W^{0.52} (kg))^{0.46}$. In the case of statistics, the data of RE, RPE, RFE, RN, and HE from trials in which piglets $RFE < 0$ must not be treated with those obtained from the piglets in $RFE > 0$.

Key words: Piglet, Energy, Metabolic efficiency