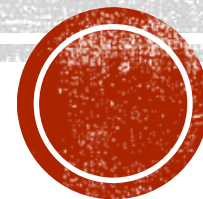


对舍养萨福克杂种绵羊在多粗饲料饲养下的能量代谢率的探讨

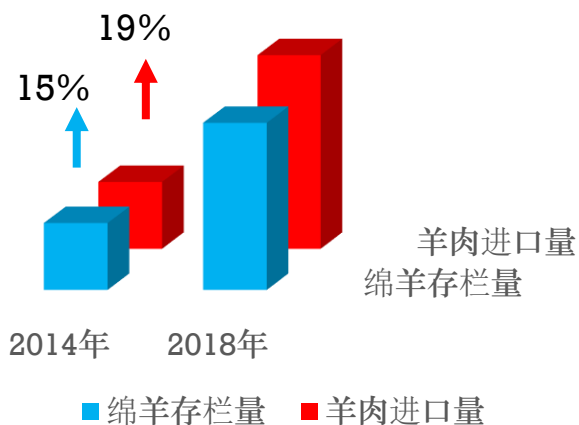
岛根大学 自然科学研究科 许坤



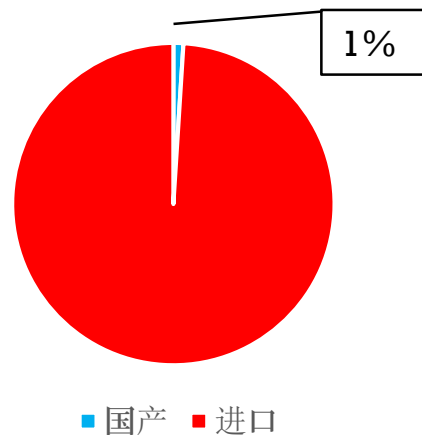
研究背景

近年，作为特色农产品日本国内羊肉需求量逐年上升。根据统计数据显示，2018年较2014年，日本全国绵羊存栏量提高了15%，羊肉的进口量提高了19%。但是日本国内羊肉生产量相对于需求的增长并未有相应的增长。同时，从国内市场供给结构来看，国产羊肉的占有率仅约为1%，需大量进口以满足需要。其原因为日本国内未形成完备的肉羊产业链，并且相较于进口生产成本较高。所以增加国内生产规模，提高生产效率是摆脱进口依赖，提高自给率需要解决的迫切问题。

日本国内羊肉需求变化



日本国内羊肉供给结构



研究目的

- 维持的能量代谢率(q_m): 代谢能(ME)/总能量(GE)
- AFRC: $q_m=0.53$
- 广冈: 放牧条件下, 黑毛和牛的 q_m 为0.45 – 0.55区间
- 苗川和山口: 放牧萨福克绵羊, 牧草CP=18%, $q_m=0.5$
- 一户: 粗饲料为主体的条件下, 维持水平的 q_m 在0.4左右合适

绵羊生产过程中, 在繁殖期外的维持的饲养管理费与生产成本密切相关。所以合适的日粮设计非常必须。为算出日粮设计中所需的代谢能的维持以及增长的饲料利用效率(k), 需要设定 q_m 的值。 q_m 的值作为反刍家畜的能量要求量计算的初始值, 有必要根据饲料的营养素和绵羊的生理状态进行正确的设定。但是现状是日本国内生产多根据经验进行设定, 因此本研究利用*in vivo*消化实验和*in vitro*体外产气实验, 并综合过去的研究, 重新对 q_m 的值进行评价。



实验材料

	TH1区	TH2区	RS区
饲料组成, %干物质			
TH	76	100	—
RS	—	—	60
CON	—	—	40
RC	24	—	—

- TH, 猫尾草干草;RS, 稻草;CON, 市场配合精饲料;RC, 压片玉米颗粒
- TH1区, TH配合RC区;TH2区, TH单体区;RS区, RS配合CON区
- 实验动物
 - 3实验区各使用3头成年萨福克杂种绵羊, TH1区和TH2区所用绵羊的平均体重 63.3 ± 2.7 kg, RS区所用绵羊的平均体重 48.5 ± 3.1 kg。实施时期分别为9月于11月。



实验方法

■ *In vivo* 消化实验

- 实验共12天，前7日为准备期，后5日收容进代谢实验笼内进行全粪收集的消化实验。试验期间饮水于矿盐自由摄取。
- TH, RS, RC使用日本标准饲料成分表记载值，CON使用TDN保证成分率的算出值。根据AFRC计算维持水平的代谢能需求量(MEm)时，3试验区的qm均设定为0.4。为保证实验动物的代谢能与代谢性蛋白质的充足，增加5%的安全率进行日粮设计。

■ *In vitro* 体外产气实验

- 采集萨福克绵羊的反刍胃液，使用MENKE的方法对各饲料进行了实验。实验共96小时，分别在3, 6, 9, 12, 24, 48, 72, 96小时的节点对气体产生数据进行记录。



计算公式

■ *In vivo* 消化实验

- $GE(\text{MJ/kg DM}) = 4.184 \times [5.67 \times \text{粗蛋白}(\%) + 9.68 \times \text{粗脂肪}(\%) + 4.25 \times \text{非纤维性碳水化合物}(\%) + 4.90 \times \text{中性洗涤纤维}(\%)] \div 100$
- $\text{可消化养分总量}(\text{TDN, g/日}) = \text{可消化有机物摄入量}(\text{g/日}) + \text{可消化粗脂肪摄入量}(\text{g/日}) \times 1.25$
- $ME(\text{kJ/日}) = \text{TDN}(\text{g/日}) \times 4.4 \times 0.82 \times 4.184$

■ *In vitro* 体外产气实验

- $GE(\text{MJ/kg DM}) = ME(\text{kJ/日}) \div 0.82 \div \text{有机物消化率}(\text{OMD, \%})$
- $\text{精饲料的OMD}(\%) = 9.0 + 0.9991 \times 24\text{小时气体产生量} + 0.0595 \times \text{粗蛋白} + 0.0181 \times \text{粗灰分}$
- $\text{精饲料的ME}(\text{MJ/kg DM}) = 1.52 + 0.1432 \times \text{OMD} - 0.0129 \times \text{粗灰分}$
- $\text{粗饲料的OMD}(\%) = 15.38 + 0.8453 \times 24\text{小时气体产生量} + 0.0595 \times \text{粗蛋白} + 0.0675 \times \text{粗灰分}$
- $\text{粗饲料的ME}(\text{MJ/kg DM}) = 0.15 + 0.1557 \times \text{OMD} + 0.013 \times \text{粗灰分}$



化学成分和能量含量

	TH	RS	CON	RC
化学成分				
干物质, %原物	86.7	88.6	88.8	86.2
有机物, %干物质	92.5	86.7	93.3	98.7
粗蛋白, %干物质	6.3	4.0	21.2	7.9
粗脂肪, %干物质	1.5	1.1	3.4	3.8
中性洗涤纤维, %干物质	68.4	73.5	22.4	12.5
能量含量				
总能量, MJ/kg 干物质	19.0	17.9	15.8	19.2
代谢能 (in vivo), MJ/kg 干物质	8.5	5.4	12.3	13.0
代谢能 (in vitro), MJ/kg 干物质	6.8	3.6	11.5	11.4



营养素摄入量

	TH1区	TH2区	RS区	SEM	<i>P</i>
DM, g/kg BW ^{0.75} /日	42.7 ^b	54.2 ^a	48.6 ^b	0.039	0.01
OM, g/kg BW ^{0.75} /日	40.1 ^b	50.1 ^a	43.4 ^b	0.035	0.01
CP, g/kg BW ^{0.75} /日	2.8 ^b	3.6 ^b	5.3 ^a	0.004	0.01
EE, g/kg BW ^{0.75} /日	0.9	0.9	1.0	0.001	0.65
NDF, g/kg BW ^{0.75} /日	23.5 ^b	36.8 ^a	25.8 ^b	0.021	0.01

- DM, 干物质; OM, 有机物; CP, 粗蛋白; EE, 粗脂肪; NDF, 中性洗涤纤维
- a, b, c平均值间具有有意差 ($P \leq 0.05$)
- TH1区, TH配合RC区; TH2区, TH单体区; RS区, RS配合CON区



营养素消化率

	TH1区	TH2区	RS区	SEM	P
DM(%)	61.6	63.7	60.8	3.175	0.87
OM(%)	63.3	64.9	65.5	2.722	0.90
CP(%)	53.4 ^b	62.2 ^{ab}	68.6 ^a	2.38	0.03
EE(%)	58.5	43.9	62.0	3.5465	0.07
NDF (%)	55.4	65.5	55.2	3.4992	0.26

- DM, 干物质; OM, 有机物; CP, 粗蛋白; EE, 粗脂肪; NDF, 中性洗涤纤维
- a, b, c平均值间具有有意差 ($P \leq 0.05$)
- TH1区, TH配合RC区; TH2区, TH单体区; RS区, RS配合CON区



TDN摄取量, 能量摄取量和能量代谢率

	TH1区	TH2区	RS区	SEM	P
TDN, g/kg BW ^{0.75} /日	26.3 ^b	34.7 ^a	28.0 ^b	0.0411	0.03
GE(<i>in vivo</i>), kJ/kg BW ^{0.75} /日	814.4	1031.1	867.6	0.0746	0.32
GE(<i>in vitro</i>), kJ/kg BW ^{0.75} /日	907.6	1178.5	1176.2	0.0792	0.31
ME(<i>in vivo</i>), kJ/kg BW ^{0.75} /日	399.1	483.1	423.2	0.0894	0.69
ME(<i>in vitro</i>), kJ/kg BW ^{0.75} /日	409.6	481.1	473.9	0.0277	0.62
能量代谢率(<i>in vivo</i>) [†] , q	0.49	0.47	0.47	0.0206	0.83
能量代谢率(<i>in vitro</i>) [‡] , q	0.45 ^a	0.41 ^b	0.39 ^c	0.0088	0.01

- TDN, 可消化养分总量; GE, 总能量; ME代谢能
- [†]ME(*in vivo*) ÷ GE(*in vivo*)
- [‡]ME(*in vitro*) ÷ GE(*in vitro*)
- a, b, c平均值间具有有意差 ($P \leq 0.05$)
- TH1区, TH配合RC区; TH2区, TH单体区; RS区, RS配合CON区



既往的研究结果比较

- *In vivo*消化实验

- 宫重: 萨福克绵羊, 维持的代谢能需求=460 kJ/BW^{0.75}, 维持的能量利用效率(km)=66.7%。利用AFRC的计算式($km=0.35 \times qm + 0.503$)算出 $qm=0.47$
- 寺田: 萨福克绵羊, 干草单体饲料(CP8.3% DM), $q=0.51$; 干草+精饲料(70:30, CP8.8% DM), $q=0.55$

- 呼吸实验

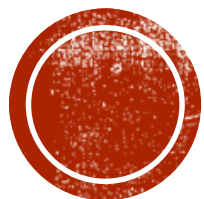
- Deng: 杜泊羊杂种, 粗饲料+精饲料(55:45), $qm=0.53$

- 比较屠宰法

- Galvani: 特克赛尔羊, $km=64.5\%$, 由AFRC的计算式得出 $qm=0.39$



总结



- 根据本实验得出粗饲料为主体的舍养萨福克绵羊的能量代谢率(q)为0.47 – 0.49的区间内。In vitro体外产气法的精度相对低于in vivo消化实验, 并一定程度存在过小评价。
- q 以及 q_m 受到饲料的质和家畜品种等影响。饲料中粗蛋白含量和反刍家畜的 q 以及 q_m 呈现正相关。
- 对比既往的研究数据, 同时考虑生产现场的便利性, 在粗饲料为主体的舍养条件以及优质牧场放牧的条件下, q_m 的设定值为0.5较为合适。