

不同代谢葡萄糖水平饲粮对 8~10 月龄后备奶牛生长发育、营养物质消化率和血清生化指标的影响

付 聪 王洪荣* 王梦芝 喻礼怀 霍永久

(扬州大学动物科学与技术学院,扬州 225009)

摘 要: 本试验旨在研究不同代谢葡萄糖水平饲粮对 8~10 月龄荷斯坦后备奶牛生长发育、营养物质消化率和血清生化指标的影响。试验选用 24 头月龄、体重接近的健康荷斯坦后备奶牛,随机分为 4 组,每组 6 头牛,分别饲喂代谢葡萄糖水平为 86.43(A 组)、99.93(B 组)、113.59(C 组)和 126.42 g/kg(D 组)的 4 种试验饲粮,试验期 60 d。在试验期开始当天、第 30 天、第 60 天测定生长发育指标和血清生化指标;在试验期第 21~25 天、第 51~55 天,采用酸不溶灰分(AIA)法进行消化试验,测定营养物质消化率。结果表明:1)随着饲粮代谢葡萄糖水平的提高,后备奶牛平均日增重呈先升高后趋于稳定的趋势,A、B、C、D 组平均日增重分别为 0.49、0.71、0.87、0.87 kg/d,A 组显著低于 B 组($P<0.05$),极显著低于 C 和 D 组($P<0.01$)。同一时间点各组后备奶牛体高、体斜长、胸围、腹围和管围接近。2)第 30 天和第 60 天,A 组血清尿素氮含量均显著高于 C 组($P<0.05$),第 30 天,B 组血清胰岛素含量极显著低于 C 组($P<0.01$)。3)饲粮代谢葡萄糖水平对后备奶牛营养物质消化率无显著影响($P>0.05$)。综合得出,饲粮代谢葡萄糖水平为 113.59 g/kg 时能满足 8~10 月龄荷斯坦后备奶牛 0.8~1.0 kg/d 日增重的需要。

关键词: 代谢葡萄糖;后备奶牛;平均日增重;生长发育;尿素氮;胰岛素;消化率

中图分类号: S823

文献标识码: A

文章编号: 1006-267X(2014)09-2615-08

我国一般将从出生到第 1 次分娩前这一阶段的奶牛统称为后备奶牛^[1],一般持续 22~27 个月。后备奶牛饲养成本巨大,约占奶牛养殖成本的 15%~20%^[2]。奶牛养殖发达国家非常重视后备奶牛的培育,后备奶牛初配月龄控制在 13~14 个月,成年奶牛奶产量在 8 t 以上。但国内由于缺乏后备奶牛方面的相关研究,后备奶牛的培育缺乏科学指导,导致了后备奶牛生产性能往往达不到国外先进水平,后备奶牛的初配年龄和初产年龄都远高于欧美发达国家。近年来的研究结果显示,葡萄糖对反刍动物生长性能调控意义重大^[3]。

Carruthers 等^[4]研究发现,提高泌乳奶牛饲粮非结构性碳水化合物比例能提高蛋白质的利用率;Cantalapiedra-Hijar 等^[5]研究发现,提高饲粮碳水化合物水平能够提高奶牛对低蛋白质饲粮中氮利用效率;Preson 等^[6]指出,当进入机体的 C3+C6 能(含 3 和 6 个碳原子的有机物的能量,主要是丙酸和葡萄糖的能量)占饲粮代谢能比例增高时,饲料利用率也随之增高;孙海洲等^[7]研究表明,给反刍动物提供大量的外源性葡萄糖可减少内源合成葡萄糖能量的损失,节约体内的生糖氨基酸。李胜利等^[8]通过真胃灌注葡萄糖大大增加了氮的沉积

收稿日期:2014-03-26

基金项目:国家“十二五”科技支撑项目(2012BAD12B02)

作者简介:付 聪(1989—),男,湖北武汉人,硕士研究生,从事反刍动物营养研究。E-mail: lovely_fc@163.com

* 通讯作者:王洪荣,教授,博士生导师,E-mail: hrwang@yzu.edu.cn

率。随着葡萄糖营养在国内研究的不断深入,卢德勋^[9]在基于反刍动物特殊的消化代谢特点和系统动物营养学的整体调控的思路下,在1996年首次提出了新的葡萄糖营养整体性指标——代谢葡萄糖(metabolizable glucose, MG)。在此基础上孙海洲等^[10]研究认为,体重40 kg的生长肥育绵羊在1.1倍维持需要条件下的适宜饲粮MG水平为131.6 g/d;王玲^[11]研究表明,内蒙古绒山羊在1.2倍维持需要的饲养水平下,体重23 kg的生长羊的适宜饲粮MG水平为44.13 g/d;苏鹏程^[12]利用MG和代谢蛋白质(metabolizable protein, MP)这两个整体营养指标研究了绒山羊体内葡萄糖和蛋白质营养平衡,结果表明生绒的适宜MG/MP为1.06。后备奶牛处于体蛋白质和体脂肪沉积的重要时候, MG对后备奶牛的生长发育能起到重要的调控作用,因此,有必要根据我国现有的后备奶牛饲养条件研究其适宜的MG水平。本试验以8~10月龄荷斯坦后备奶牛为研究对象,通过饲喂不同MG水平饲粮,观测其生长发育、营养物质消化率和血清生化指标变化,确定此阶段后备奶牛适宜MG水平,为科学饲养后备奶牛提供理论依据和操作方法。

1 材料与方法

1.1 试验动物及设计

采用单因子随机分组设计,按照出生时间相近和体重一致的原则,选取24头月龄、体重接近的健康荷斯坦后备奶牛随机分为4组,每组6头。

1.2 试验饲粮

参考NRC(2001)^[13]推荐的后备奶牛营养需要,设定试验牛预期日增重为0.8~1.0 kg/d,配制粗蛋白质水平为14.00%,代谢能为10.14 MJ/kg, MG水平分别为86.43、99.93、113.59和126.42 g/kg的4种试验饲粮,试验饲粮组成及营养水平见表1。

原料的MG水平通过卢德勋^[9]提出的公式计算:

$$MG(\text{g/kg}) = POEG + BSEG = 0.09 \times K_1 \times P_r + 0.9 \times K_2 \times BS$$

式中:POEG为由瘤胃发酵产生的丙酸转化形成的葡萄糖;BSEG为由过瘤胃淀粉提供的葡萄

糖; K_1 为瘤胃内丙酸吸收率; P_r 为瘤胃内丙酸产量; K_2 为过瘤胃淀粉在小肠中内的吸收率;BS为过瘤胃淀粉量。下式同。

由于丙酸吸收率测定难度较大,目前没有奶牛瘤胃丙酸吸收率相关报道,本试验借用韩飞^[14]在绵羊上测定的丙酸吸收率与丙酸产量的回归公式:

$$K_1 = -81.407/P_r + 0.796$$

$$(R^2 = 0.8005, P < 0.05, n = 17)$$

丙酸产量、过瘤胃淀粉量和过瘤胃淀粉在小肠内的吸收率参照兰旭青^[15]的方法测定。玉米、豆粕、麦麸、羊草和玉米青贮的MG测定值分别为284.78、85.51、101.53、44.64、56.88 g/kg,饲粮MG水平由原料MG测定值加权计算。

1.3 饲养管理

试验在扬州大学试验牧场进行,饲养时间为2013年6月至2013年8月。试验牛分组饲养,每天清理粪便2次,每星期对试验场地消毒1次,预试期10 d,试验期60 d。预试期按体重的2.45%(以干物质计)饲喂A组饲粮进行过渡,试验期各组分别饲喂相应试验饲粮。根据试验牛剩料和体重增长情况,每15 d提高饲粮饲喂量10%。每天饲喂2次,第1次06:00,第2次17:00。饲喂方式采用先粗后精的方式,羊草均切碎饲喂。

1.4 测定指标与方法

1.4.1 生长发育指标

试验期开始当天(第0天)、第15天、第30天、第45天、第60天在晨饲前称重,记录开始体重和结束体重,计算平均日增重;记录试验期第21~25天和第51~55天试验牛干物质采食量,在晨饲前收集各组试验牛前1天的剩料,用于测定干物质采食量,计算平均日采食量;试验第0天、第30天、第60天,即试验牛8、9、10月龄在晨饲前测量体高、体斜长、胸围、腹围和管围。

1.4.2 血清生化指标

试验期第0天、第30天、第60天,即8、9、10月龄在晨饲前于尾静脉采血10 mL,用UniCel Dx C-800 Synchron全自动生化分析系统(Beckman Coulter, 美国)测定血清尿素氮含量,血清胰岛素含量用南京建成酶联免疫分析(ELISA)试剂盒测定。

表 1 试验饲粮组成及营养水平(干物质基础)

Table 1 Composition and nutrient levels of experimental diets (DM basis) %

项目 Items	组别 Groups			
	A	B	C	D
原料 Ingredients				
羊草 Chinensis	42.40	42.20	40.00	40.00
玉米青贮 Corn silage	8.00	8.00	10.00	10.00
玉米 Corn	10.00	17.00	24.00	31.00
豆粕 Soybean meal	8.50	10.10	11.60	13.50
麦麸 Wheat bran	26.80	19.20	11.60	3.00
脂肪酸钙 Fatty acid calcium	2.70	1.60	0.70	0.20
磷酸氢钙 CaHPO ₄	0.20	0.40	0.60	0.70
食盐 NaCl	0.50	0.50	0.50	0.50
石粉 Limestone	0.35	0.45	0.45	0.55
预混料 Premix ¹⁾	0.55	0.55	0.55	0.55
合计 Total	100.00	100.00	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levels ²⁾				
代谢能 ME/(MJ/kg)	10.14	10.14	10.14	10.14
粗蛋白质 CP	14.01	14.01	14.01	14.00
中性洗涤纤维 NDF	47.76	45.27	42.23	39.50
酸性洗涤纤维 ADF	24.13	23.30	22.24	21.37
粗脂肪 EE	5.98	5.01	4.19	3.69
粗灰分 Ash	6.82	6.71	6.55	6.42
钙 Ca	0.84	0.85	0.84	0.87
总磷 TP	0.61	0.61	0.61	0.58
代谢葡萄糖 MG/(g/kg)	86.43	99.93	113.59	126.42

¹⁾ 每千克预混料中含有 One kilogram of premix contains the following: CuSO₄ 25 mg, FeSO₄ · H₂O 75 mg, ZnSO₄ · H₂O 105 mg, Co 0.002 4 mg, Se 0.001 6 mg, VA 12 000 IU, VD₃ 10 000 IU, VE 25 mg, 烟酸 nicotinic acid 36 mg, 胆碱 choline 1 000 mg。

²⁾ 营养水平为计算值,代谢能=消化能×0.82^[16]。Nutrient levels are calculated values, and ME=DE×0.82^[16]。

1.4.3 营养物质消化率

采用盐酸不溶灰分(AIA)法测定营养物质消化率,在试验期第 21~25 天、第 51~55 天进行消化试验,连续收集粪便 5 d,65 ℃烘干后密封保存。

饲粮样品的采集与处理:消化试验期内连续采集 5 d 饲粮样品,充分混合后,用于测定饲粮的营养物质含量。

粪便样品的采集与处理:消化试验期内在早、中、晚 3 个阶段分别收集试验牛粪便 100 g,并立刻加入 20 mL 10%的硫酸固定氨,实验室 65 ℃烘干后,混合 5 d 收集的粪便,粉碎过 40 目筛,密封保存。

饲粮及粪便样品中营养物质含量测定:用 FOSS 定氮仪 KT-260 测定粗蛋白质含量,ANKO-MA-200i 型半自动纤维分析仪测定中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维含量,乙醚抽提法测定粗脂肪含量,干物质和粗灰分含量测定方法参考文献[17]。

1.5 统计方法

数据在 Excel 2007 建立数据库,利用 SPSS

17.0 软件进行统计分析,用平均值±标准差表示,采用 SPSS 17.0 中 one-way ANOVA 进行单因素方差分析,差异显著性检验采用 LSD 法,以 P<0.05 和 P<0.01 作为差异显著性判断标准。

2 结 果

2.1 不同 MG 水平饲粮对后备奶牛生长发育的影响

后备奶牛的体重、平均日增重和平均日采食量以及发育指标分别见表 2 和表 3。A、B、C、D 组试验牛开始体重无显著差异(P>0.05)。在整个试验期 A、B、C、D 组的平均日增重分别为 0.49、0.71、0.87、0.87 kg/d, A 组试验牛平均日增重最低,显著低于 B 组(P<0.05),极显著低于 C 和 D 组(P<0.01);B 组试验牛平均日增重有低于 C 和 D 组的趋势(0.05≤P<0.10)。各组试验牛平均日采食量无显著差异(P>0.05)。后备奶牛体高和体

斜长随着月龄的增加而极显著增加 ($P<0.01$), 腹围和管围在试验期间无显著变化 ($P>0.05$), 相同时间点各组试验牛体高、体斜长、胸围、腹围和管围接近。

表 2 不同 MG 水平饲粮对 8~10 月龄后备奶牛体重、平均日增重和平均日采食量的影响
Table 2 Effects of different dietary MG levels on BW, ADG and ADFI of 8 to 10-month-old heifers

项目 Items	组别 Groups			
	A	B	C	D
开始日龄 Initial age/日龄	249±13	248±7	250±10	251±6
开始体重 Initial BW/kg	291.17±27.38	292.42±18.81	292.23±22.97	291.08±21.57
结束体重 Final BW/kg	320.58±37.49	335.17±19.55	344.58±19.66	343.13±26.07
平均日增重 ADG/(kg/d)	0.49±0.23 ^{Aa}	0.71±0.07 ^{ABb}	0.87±0.15 ^{Bb}	0.87±0.11 ^{Bb}
平均日采食量 ADFI/(kg/d)	7.92±0.46	8.11±0.25	8.03±0.34	7.98±0.42

同行数据肩标不同小写字母表示差异显著 ($P<0.05$), 不同大写字母表示差异极显著 ($P<0.01$), 相同或无字母表示差异不显著 ($P>0.05$)。表 4 和 5 同。

In the same row, values with different small letter superscripts mean significant difference ($P>0.05$), and with different capital letter superscripts mean significant difference ($P<0.01$), while with the same or no letter superscripts mean no significant difference ($P>0.05$). The same as Table 4 and Table 5.

表 3 不同 MG 水平饲粮对 8~10 月龄后备奶牛发育指标的影响
Table 3 Effects of different dietary MG levels on development indices of 8 to 10-month-old heifers cm

项目 Items	组别 Groups	时间 Time/d		
		0	30	60
体高 Body height	A	115.50±2.59 ^{Aa}	120.30±1.75 ^{Bb}	122.33±1.21 ^{Bb}
	B	114.50±3.56 ^{Aa}	118.67±2.73 ^{ABab}	121.50±3.02 ^{Bb}
	C	116.17±2.48 ^{Aa}	120.30±2.42 ^{Bb}	122.80±2.48 ^{Bb}
	D	116.50±4.18 ^{Aa}	119.33±2.25 ^{ABab}	122.83±2.71 ^{Bb}
体斜长 Body length	A	133.33±3.88 ^{Aa}	136.00±3.52 ^{ABab}	139.67±3.27 ^{Bb}
	B	132.83±4.12 ^{Aa}	137.67±4.27 ^{ABab}	141.33±3.72 ^{Bb}
	C	134.50±3.62 ^{Aa}	138.00±2.53 ^{ABab}	141.50±03.27 ^{Bb}
	D	134.00±3.58 ^{Aa}	135.83±4.02 ^{ABa}	140.67±3.01 ^{Bb}
胸围 Heart height	A	158.83±8.89	159.33±7.58	161.83±6.24
	B	159.83±2.48	160.67±3.61	162.83±5.53
	C	160.00±3.69	160.50±4.32	163.00±3.90
	D	157.83±4.31 ^a	159.50±5.01 ^a	166.33±5.99 ^b
腹围 Abdominal circumference	A	190.93±9.70	192.83±10.03	195.50±11.08
	B	191.83±8.06	191.83±8.06	192.23±9.07
	C	195.50±9.69	196.50±9.33	197.50±3.15
	D	189.33±5.61	190.50±4.85	194.50±7.18
管围 Cannon circumference	A	17.17±0.41	17.33±0.52	17.83±0.41
	B	17.17±0.41	17.33±0.52	17.50±0.55
	C	17.33±0.52	17.67±0.52	17.83±0.41
	D	17.17±0.41	17.50±0.55	17.67±0.52

同列数据肩标不同小写字母表示差异显著 ($P<0.05$), 不同大写字母表示差异极显著 ($P<0.01$), 相同或无字母表示差异不显著 ($P>0.05$)。

In the same column, values with different small letter superscripts mean significant difference ($P>0.05$), and with different capital letter superscripts mean significant difference ($P<0.01$), while with the same or no letter superscripts mean no significant difference ($P>0.05$).

2.2 不同 MG 水平饲粮对后备奶牛血清生化指标的影响

($P<0.05$), B、C 和 D 组之间无显著差异($P>0.05$);第 30 天 B 组试验牛血清胰岛素含量极显著低于 C 组($P<0.01$), A、C、D 组之间无显著性差异($P>0.05$)。

后备奶牛血清生化指标见表 4。第 30 天、第 60 天 A 组试验牛血清尿素氮含量显著高于 C 组

表 4 不同 MG 水平饲粮对 8~10 月龄后备奶牛血清尿素氮和胰岛素含量的影响

Table 4 Effects of different dietary MG levels on serum UN and INS contents of 8 to 10-month-old heifers

项目 Items	时间 Time/d	组别 Groups			
		A	B	C	D
尿素氮	0	3.78±0.60	3.50±0.42	3.73±0.43	3.92±0.23
Urinary nitrogen/ (mmol/L)	30	4.02±0.48 ^b	3.48±0.53 ^{ab}	2.92±0.76 ^a	3.70±1.05 ^{ab}
	60	4.10±0.54 ^b	3.55±0.74 ^{ab}	3.28±0.37 ^a	3.50±0.38 ^{ab}
胰岛素	0	9.33±2.25	8.90±2.27	9.40±2.62	9.18±2.03
Insulin/(mU/L)	30	8.47±2.63 ^{ABab}	7.07±0.95 ^{Aa}	10.97±3.06 ^{Bb}	8.35±2.33 ^{ABab}
	60	8.47±2.59	10.60±4.21	10.17±2.23	10.48±2.32

2.3 不同 MG 水平饲粮对后备奶牛营养物质消化率的影响

验牛第 21~25 天、第 51~55 天营养物质消化率无显著差异($P>0.05$);2 个阶段平均值各组间无显著差异($P>0.05$)。

后备母牛的营养物质消化率见表 5。各组试

表 5 不同 MG 水平饲粮对 8~10 月龄后备奶牛营养物质消化率的影响

Table 5 Effects of different dietary MG levels on nutrient digestibility of 8 to 10-month-old heifers %

项目 Items	时间 Time/d	组别 Groups			
		A	B	C	D
干物质 DM	21~25	77.01±2.60	77.35±2.16	78.81±2.37	78.73±3.43
	51~55	79.44±5.53	77.50±3.64	80.18±3.68	81.44±4.82
	平均值 Mean	78.34±4.43	77.32±2.80	79.32±3.08	80.09±4.23
粗蛋白质 CP	21~25	78.64±2.25	76.90±5.44	79.66±2.89	78.36±4.43
	51~55	80.19±6.51	78.75±3.63	80.38±3.74	80.51±5.98
	平均值 Mean	79.22±4.89	77.82±4.51	80.05±3.24	79.43±5.14
粗脂肪 EE	21~25	81.38±2.93	79.67±5.41	79.98±3.82	81.52±5.88
	51~55	83.99±4.46	83.39±8.25	81.40±4.32	82.10±4.60
	平均值 Mean	82.80±3.91	81.53±6.93	80.05±3.24	81.81±5.04
中性洗涤纤维 NDF	21~25	65.07±4.03	62.88±4.82	68.22±5.91	66.68±5.88
	51~55	72.15±7.75	66.36±6.32	70.75±2.49	68.91±1.58
	平均值 Mean	68.93±7.09	64.62±6.05	69.37±4.07	67.57±4.62
酸性洗涤纤维 ADF	21~25	53.00±3.75	51.93±5.59	56.27±5.59	53.66±7.38
	51~55	59.61±10.72	55.17±5.35	56.47±7.90	57.79±3.29
	平均值 Mean	56.61±8.66	53.55±5.48	56.38±6.12	55.31±6.20
粗灰分 Ash	21~25	67.32±3.32	67.61±3.93	71.25±2.45	71.51±4.67
	51~55	70.94±5.29	69.71±3.61	71.89±3.92	74.43±6.65
	平均值 Mean	69.73±4.73	68.86±3.76	71.60±3.19	72.97±5.69

3 讨 论

3.1 不同 MG 水平饲粮对后备奶牛生长发育的影响

葡萄糖对体脂合成影响重大,前大量的研究表明,乙酸的利用对葡萄糖存在依赖关系,提高瘤胃内丙酸产量以及增加小肠中可消化葡萄糖的量可以提高乙酸的利用效率。葡萄糖经磷酸戊糖途径形成的还原型辅酶 II (NADPH) 是乙酸合成脂肪所必需的,另外由于反刍动物体内缺少甘油激酶,脂肪合成的前体物质甘油主要由葡萄糖酵解途径提供。王俊峰等^[18]报道,每合成 1 g 体脂肪需 0.65 g 葡萄糖。8~10 月龄后备奶牛处在生长发育的高速阶段,维持后备奶牛适宜的增重和发育速度决定了后备奶牛是否能在 13 月龄达到 385 kg 的初配条件。本试验所选后备奶牛开始体重在 292 kg 左右,设定目标日增重为 0.8~1.0 kg/d,从试验结果可以得出,随着饲粮 MG 水平的提高,后备奶牛平均日增重先升高后趋于平稳。王玲^[11]在绒山羊试验也得到类似的结果。从本试验的平均日增重角度来看,饲粮 MG 水平为 113.59 g/kg 时后备奶牛体重增加的速度最高。

李文等^[19]研究了中国荷斯坦后备奶牛生长发育的规律,认为后备奶牛体高、体长、胸围的生长速度在 6 月龄前达到最高。张卫兵等^[20]研究发现,蛋白质、能量比对 8~10 月龄后备奶牛体高、体斜长、胸围指标等指标无显著影响。从本试验研究结果来看,各时间点各组后备奶牛发育指标接近,这可能是由于该时期后备奶牛体况发育速度较慢,在一定范围内改变饲粮组成不会对 8~10 月龄后备奶牛发育造成影响。

3.2 不同 MG 水平饲粮对后备奶牛血清生化指标的影响

血清尿素氮是蛋白质代谢产物,可作为动物体内蛋白质代谢的准确指标^[21],血清尿素氮含量和蛋白质利用率相关,当蛋白质利用率降低时,血清尿素氮含量会增加^[22]。通常血清尿素氮含量低,表明机体蛋白质合成率较高^[23]。本试验中 C 组后备奶牛血清尿素氮含量最低,显著低于饲粮 MG 水平最低的 A 组。前人研究^[24-25]表明,后备奶牛血清尿素氮与粗蛋白质采食量和能量有关,但本试验粗蛋白质含量接近,代谢能水平相同,说明饲粮 MG 水平能够在代谢层次调节蛋白质利用

率,适宜的饲粮 MG 水平能够提高蛋白质利用率。

胰岛素是由胰腺的 β 细胞分泌的,在糖类、脂类和蛋白质代谢中均发挥许多重要的作用。胰岛素能促进脂肪生成并抑制脂肪组织分解。在脂肪组织和肌肉中,胰岛素能通过脂蛋白酯酶 (LPL) 促进甘油三酯的合成,胰岛素能通过降低环腺苷酸 (cAMP) 水平、抑制蛋白激酶 A 和激素敏感脂肪酶 (HSL) 活性,从而抑制脂质分解^[26],此外在肝脏中,胰岛素促进脂肪生成并抑制生酮作用^[26]。胰岛素还能通过激活哺乳动物雷帕霉素靶蛋白 (mTOR) 上游信号分子激活 mTOR 通路,从而调控蛋白质的合成^[27]。本试验中 C 组血清胰岛素含量在第 30 天最高,极显著高于 B 组,这说明适宜的饲粮 MG 水平可能促进胰岛素分泌,从而促进机体脂肪沉积、增加蛋白质的合成,提高能量的利用率。

综合血清尿素氮和胰岛素含量可以得出,进入机体的 MG 存在最适宜水平,在该水平下,后备奶牛体内葡萄糖一方面能与蛋白质维持较好平衡,减少蛋白质的氧化分解供能,提高蛋白质利用率;另一方面通过影响胰岛素分泌,减少脂肪组织分解,促进脂肪沉积,并促进外周组织对酮体的利用,从而提高能量的利用率。

3.3 不同 MG 水平饲粮对后备奶牛营养物质消化率的影响

Bagg 等^[28]认为犊牛 6~9 月龄时前胃达到成年大小,营养物质全肠道消化率能够反映消化系统的生长发育情况。本试验中后备奶牛各营养物质的消化率在整个试验期变化幅度很小,同时饲粮 MG 水平对此阶段后备奶牛营养物质消化率没有显著影响。可能此阶段后备奶牛各胃室的比例和消化机能已基本达到成年反刍动物水平,对营养物质的消化率也日趋稳定。张卫兵等^[20]认为 9 月龄末后备奶牛对营养物质消化率达到稳定,而本试验认为 8 月龄末后备奶牛对营养物质消化率已达到稳定,这可能与后备奶牛 8 月龄前的饲养管理有关。

4 结 论

饲粮 MG 水平为 113.59 g/kg 时能满足 8~10 月龄荷斯坦后备奶牛 0.8~1.0 kg/d 日增重的需要。

参考文献:

- [1] BARPELED U, ROBINZON B, MALTZ E, et al. Increased weight gain and effects on production parameters of Holstein heifer calves that were allowed to suckle from birth to six weeks of age[J]. *Journal of Dairy Science*, 1997, 80(10): 2523-2528.
- [2] HEINRICH A J. Raising dairy replacements to meet the needs of the 21st century[J]. *Journal of Dairy Science*, 1993, 76(10): 3179-3187.
- [3] ALLEN M S, KNOWLTON K F. Non-structural carbohydrates important for ruminants[J]. *Feedsruff*, 1995, 67(16): 13-15.
- [4] CARRUTHERS V R, NEIL P G, DALLEY D E. Effect of altering the non-structural: structural carbohydrate ratio in a pasture diet on milk production and ruminal metabolites in cows in early and late lactation[J]. *Animal*, 1997, 64(3): 393-402.
- [5] CANTALAPIEDRA-HIJARL G, PEYRAUD J L, LEMOSQUET S, et al. Dietary carbohydrate composition modifies the milk N efficiency in late lactation cows fed low crude protein diets[J]. *Animal*, 2014, 8(2): 275-285.
- [6] PRESON T R, LENG R A. Matching ruminant production systems with available resources in the tropics and subtropics[M]. Australia: Penambul Books, 1987.
- [7] 孙海洲, 卢德勋, 斯琴. 生长肥育羊葡萄糖营养整体优化规律的研究[J]. *内蒙古畜牧科学*, 1999(1): 25-29.
- [8] 李胜利, 冯仰廉, 莫放, 等. 肉牛真胃灌注不同水平的葡萄糖和酪蛋白对日粮氮代谢调控的研究[J]. *中国畜牧杂志*, 1998, 34(4): 3-5.
- [9] 卢德勋. 反刍动物葡萄糖营养调控理论体系及其应用[J]. *畜牧与饲料科学*, 2010, 31(6/7): 402-409.
- [10] 孙海洲, 卢德勋, 张海鹰, 等. 不同代谢葡萄糖与代谢蛋白质比例的日粮对生长肥育绵羊葡萄糖营养影响的研究[J]. *动物营养学报*, 2001, 13(1): 43-46.
- [11] 王玲. 内蒙古白绒山羊适宜代谢葡萄糖水平的评定[D]. 硕士学位论文. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2003: 70-71.
- [12] 苏鹏程. 不同代谢葡萄糖水平日粮条件下白绒山羊体内蛋白质(氨基酸)分配规律的研究[D]. 博士学位论文. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2004: 106-107.
- [13] NRC. Nutrient requirements of dairy cattle[S]. 7th ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001.
- [14] 韩飞. 反刍动物常用饲料丙酸产量和吸收率的测定及其模型化的研究[D]. 硕士学位论文. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2001: 46-68.
- [15] 兰旭青. 奶牛常用饲料 MG 的测定及玉米加工工艺和粗饲料组合对 MG 影响的研究[D]. 硕士学位论文. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2008: 21-57.
- [16] 冯仰廉. 反刍动物营养学[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [17] 何建华. 饲料分析与检测[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004: 26-45.
- [18] 王俊峰, 刘美, 徐凤霞, 等. 反刍动物葡萄糖的营养代谢研究进展[J]. *饲料工业*, 2004, 25(5): 7-10.
- [19] 李文, 李小林, 文利侠, 等. 中国荷斯坦后备奶牛生长发育规律的研究[J]. *畜牧兽医杂志*, 2007, 26(5): 19-21.
- [20] 张卫兵, 刁其玉, 张乃峰, 等. 日粮蛋白能量比对8~10月龄后备奶牛生长性能和养分消化率的影响[J]. *中国农业科学*, 2010, 43(12): 2541-2547.
- [21] STANLEY C C, WILLIAMS C C, JENNY B F, et al. Effects of feeding milk replacer once versus twice daily on glucose metabolism in Holstein and Jersey calves[J]. *Journal of Dairy Science*, 2002, 85(9): 2335-2344.
- [22] 钟诚, 方国玺, 李凤双. 青山羊血清含氮生化指标与蛋白质营养代谢关系的研究[J]. *山东农业大学学报*, 1986, 17(1): 83-88.
- [23] COMA J, CARRIION D, ZIMMERMAN D R. Use of plasma urea nitrogen as a rapid response criterion to determine the lysine requirement of pigs[J]. *Journal of Animal Science*, 1995, 73(2): 472-481.
- [24] HALL J B, STAIGMILLER R B, BELLOWS R A, et al. Body composition and metabolic profiles associated with puberty in beef heifers[J]. *Journal of Animal Science*, 1995, 73(11): 3409-3420.
- [25] MCSHANE T M, SCHILLO K K, ESTIENNE M J, et al. Effects of recombinant DNA-derived somatotropin and dietary energy on development of beef heifers. II. Concentrations of hormones and metabolites in blood sera[J]. *Journal of Animal Science*, 1989, 67(9): 2237-2244.
- [26] BROCKMAN W W. Transformation of BALB/c-3T3 cells by tsA mutants of simian virus 40: temperature sensitivity of the transformed phenotype and retransformation by wild-type virus[J]. *Journal of Virology*, 1978, 25(3): 860-870.
- [27] PROUD C G. Regulation of protein synthesis by insulin[J]. *Biochemical Society Transaction*, 2006, 34(Suppl.2): 213-216.
- [28] BAGG J G, GRIEVE D J, BURTON J H, et al. Effect

of protein on growth of Holstein Heifer calves from 2 (11):2929-2939.
to 10 months[J]. Journal of Dairy Science, 1985, 68

Effects of Different Dietary Metabolizable Glucose Levels on Growth and Development, Nutrients Digestibility and Serum Biochemical Indices of 8 to 10-Month-Old Heifers

FU Cong WANG Hongrong* WANG Mengzhi YU Lihuai HUO Yongjiu
(College of Animal Science and Technology, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China)

Abstract: This study was conducted to evaluate the effects of different dietary metabolizable glucose (MG) levels on growth and development, nutrients digestibility and serum biochemical indices of 8 to 10-month-old heifers. Twenty-four healthy Holstein heifers with similar month of age and body weight were randomly divided to 4 groups with 6 heifers in each group. Heifers in groups A, B, C and D were fed experimental diets with MG levels of 86.43, 99.93, 113.59 and 126.42 g/kg, respectively. The experimental period lasted for 60 days. On the started day and days 30 and 60 of experimental period, growth and development indices and serum biochemical indices were determined; on days 21 to 25 and 51 to 55 of experimental period, digestive trials were carried out by the acid-insoluble ash (AIA) method to determine nutrient digestibility. The results showed as follows: 1) with the increase of dietary MG level, average daily gain (ADG) tended to increased firstly and then showed stable state. The ADG of groups A, B, C and D was 0.49, 0.71, 0.87 and 0.87 g/kg, respectively. The ADG of group A was significantly lower than that of groups B ($P<0.05$), C ($P<0.01$) and D ($P<0.01$). Body height, body length, heart height, abdominal circumference and cannon circumference in different groups at the same time point were close. 2) On days 30 and 60, serum urinary nitrogen content of group A was significantly higher than that of group C ($P<0.05$); on day 30, serum insulin content of group B was significantly lower than that of group C ($P<0.05$). 3) The nutrient digestibility of heifers was not significantly affected by dietary MG level ($P>0.05$). It is concluded that 113.59 g/kg of dietary MG level can meet the requirement of 0.8 to 1.0 kg/d of daily gain of 8 to 10-month-old Holstein heifers. [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2014, 26(9):2615-2622]

Key words: metabolizable glucose; Holstein heifers; average daily gain; growth and development; urinary nitrogen; insulin; digestibility

* Corresponding author, professor, E-mail: hrwang@yzu.edu.cn