

饲料能量水平对肉驴生长育肥性能和屠宰性能的影响

周艳¹ 张婧¹ 池越¹ 岳远西¹ 赵艳丽¹ 郭晓宇¹

张勇伟² 史彬林¹ 闫素梅^{1*}

(1.内蒙古农业大学动物科学学院,内蒙古自治区高校动物营养与饲料科学重点实验室,呼和浩特 010018;

2.内蒙古草原御驴科技牧业有限公司,和林格尔 011500)

摘要: 本试验旨在研究饲料能量水平对肉驴生长育肥性能和屠宰性能的影响,为舍饲肉驴营养需要的制定提供理论基础。采用单因子完全随机试验设计,将36头年龄为1岁、体重[(150±25) kg]相近的肉驴(公),随机分为3组(E1、E2和E3组),每个组设4个重复,每个重复3头驴。E1组饲喂低能量水平饲料,育肥前期(1~45 d)、中期(46~90 d)和后期(91~135 d)饲料消化能水平分别为10.13、11.23和11.97 MJ/kg;E2组饲喂中能量水平饲料,育肥前期、中期和后期饲料消化能水平分别为11.14、12.02和12.82 MJ/kg;E3组饲喂高能量水平饲料,育肥前期、中期和后期饲料消化能水平分别为11.49、12.44和13.22 MJ/kg。结果显示:E2组在育肥中期和后期的体重、平均日增重均显著高于E1和E3组(育肥后期的平均日增重除外)($P<0.05$),料重比显著低于E1和E3组($P<0.05$);整个试验期的平均日增重表现为E2组>E3组>E1组,且组间差异显著($P<0.05$)。宰前活重和胴体重表现为E2组>E3组>E1组,且组间差异显著($P<0.05$),但E3组的肉骨比和眼肌面积分别显著($P<0.05$)和趋于显著($0.05\leq P<0.10$)低于E1和E2组;E3组的大网膜脂肪重、肠系膜脂肪重、肾周脂肪重和腹内脂肪重以及GR值显著高于E1组($P<0.05$),E2组显著高于E1组(大网膜脂肪重除外)($P<0.05$)。E3组肺脏重显著高于E1和E2组($P<0.05$);与E2组相比,E1和E3组总脏器指数有升高的趋势($0.05\leq P<0.10$),消化道总重和回肠重、消化道总长度显著降低($P<0.05$),空肠、直肠和整个消化道指数以及直肠重显著升高($P<0.05$)。综上所述,在育肥前期、中期和后期饲料消化能水平分别为11.23、12.02和12.44 MJ/kg时,肉驴可获得较好的生长育肥性能与屠宰性能;饲料能量水平过高或过低均不利于肉驴生长育肥性能与屠宰性能的发挥。

关键词: 肉驴;能量水平;生长育肥性能;屠宰性能

中图分类号:S822;S816

文献标识码:A

文章编号:1006-267X(2021)05-2827-09

近年来,驴产业的发展已从役用转变为肉用、乳用等多种用途,提高驴的产肉性能和屠宰性能对发展驴产业、提高养驴业的经济效益具有重要的理论与实际意义。饲料能量水平直接影响肉用动物的产肉性能与屠宰性能,目前针对马属动物

能量营养的研究十分有限。有研究表明,饲料消化能(DE)水平(10.05、10.88、11.72和12.56 MJ/kg)显著影响德州驴的生长性能,消化能水平为11.72 MJ/kg时德州驴具有较高的日增重和饲料转化效率^[1]。Bruynsteen等^[2]研究发现,

收稿日期:2020-11-06

基金项目:内蒙古自治区科技重大专项(zdxx2018001)

作者简介:周艳(1997—),女,内蒙古呼和浩特人,硕士研究生,从事反刍动物营养的研究。E-mail: 1454803209@qq.com

*通信作者:闫素梅,教授,博士生导师,E-mail: yansimau@163.com

高能量限饲组(限饲 60%),马的体况评分、头尾重、心脏重和腹围下降的速度显著高于能量水平为 100%维持需要的对照组和中能量限饲组(限饲 80%),但并未发生胃溃疡等疾病行为。然而,关于肉驴饲粮能量水平的研究鲜见报道,目前有关驴的营养需要主要参考小型马的饲养标准,缺乏配套的饲养标准,限制了驴生产性能的最大发挥。鉴于此,本试验拟研究饲粮能量水平对肉驴生长发育性能和屠宰性能的影响,确定舍饲育肥肉驴的适宜能量需要量,为制定肉驴的饲养标准提供理论参考。

1 材料与方 法

1.1 试验动物与试验设计

采用单因子完全随机试验设计,选用年龄为 1 岁、体重 $[(150\pm 25) \text{ kg}]$ 相近的肉驴(公)36 头,随机分成 3 组(E1、E2 和 E3 组),每组 4 个重复,每个重复 3 头驴。所有驴进行舍饲育肥,预试期

10 d,正试期 135 d,分为育肥前期(1~45 d)、育肥中期(46~90 d)和育肥后期(91~135 d)。E1 组饲喂低能量水平饲粮,育肥前期、中期和后期饲粮消化能水平分别为 10.13、11.23 和 11.97 MJ/kg; E2 组饲喂中能量水平饲粮,育肥前期、中期和后期饲粮消化能水平分别为 11.14、12.02 和 12.82 MJ/kg; E3 组饲喂高能量水平饲粮,育肥前期、中期和后期饲粮消化能水平分别为 11.49、12.44 和 13.22 MJ/kg。3 组饲粮除了能量水平不同外,其他营养水平均相同,饲粮精粗比在育肥前期为 40:60,在育肥中期为 50:50,在育肥后期为 60:40。饲粮组成及营养水平见表 1。

饲养试验在内蒙古草原御驴科技牧业有限公司进行。试验开始前进行驱虫。试验期间,每个重复的 3 头驴在同一个栏饲养,精料每天饲喂 2 次(07:00 和 14:00),自由饮水,粗料每天饲喂 4 次(08:30、11:30、15:30、18:30)。定时清理驴舍,保持舍内卫生。

表 1 饲粮组成及营养水平(风干基础)

Table 1 Composition and nutrient levels of diets (air-dry basis)

%

项目 Items	育肥前期 Early fattening period			育肥中期 Middle fattening period			育肥后期 Late fattening period		
	E1 组 E1 group	E2 组 E2 group	E3 组 E3 group	E1 组 E1 group	E2 组 E2 group	E3 组 E3 group	E1 组 E1 group	E2 组 E2 group	E3 组 E3 group
	原料 Ingredients								
谷草 Straw	55.18	43.34	31.35	40.28	35.49	31.21	38.34	33.70	28.66
苜蓿草 Alfalfa	2.12	11.84	21.42	4.02	6.03	7.99	2.04	4.06	6.08
玉米青贮 Corn silage	6.43	9.77	12.16	6.09	9.13	11.34	5.55	8.30	11.51
玉米 Corn	6.07	14.85	20.29	27.11	30.45	29.72	37.39	36.51	35.72
次粉 Wheat midding				1.60	2.00	2.40	1.76	1.92	1.59
豆粕 Soybean meal	8.40	8.00	5.60	7.20	6.40	5.60	6.22	3.96	1.21
玉米蛋白粉 Corn gluten meal	0.60	0.92	0.40	0.70					
玉米胚芽粕 Corn germ meal	7.42	1.40		3.00					
干酒糟及其可溶物 DDGS	1.60	3.40	3.00	3.16	3.76	3.00	3.47	2.20	3.02
麸皮 Bran	10.00	3.90		3.10					
大豆油 Soybean oil		0.40	0.60			1.00		0.82	1.26
膨化全脂大豆 Puffed full-fat soybean			3.00	1.00	4.00	5.00	2.20	5.50	7.92
食盐 NaCl	0.40	0.40	0.40	0.50	0.50	0.50	0.55	0.55	0.55
石粉 Limestone	0.44	0.44	0.44	0.56	0.56	0.56	0.61	0.61	0.61
磷酸氢钙 CaHPO_4	0.88	0.88	0.88	1.10	1.10	1.10	1.21	1.21	1.21
预混料 Premix ¹⁾	0.16	0.16	0.16	0.20	0.20	0.20	0.22	0.22	0.22

续表 1

项目 Items	育肥前期 Early fattening period			育肥中期 Middle fattening period			育肥后期 Late fattening period		
	E1 组	E2 组	E3 组	E1 组	E2 组	E3 组	E1 组	E2 组	E3 组
	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3
	group	group	group	group	group	group	group	group	group
碳酸氢钠 NaHCO ₃	0.30	0.30	0.30	0.38	0.38	0.38	0.44	0.44	0.44
合计 Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levels ²⁾									
消化能 DE/(MJ/kg)	10.43	11.23	11.97	11.14	12.02	12.82	11.49	12.44	13.22
干物质 DM	86.31	83.92	83.12	85.65	85.44	85.47	84.86	83.34	81.47
粗蛋白质 CP	12.54	12.64	12.52	11.15	11.14	11.26	10.59	10.56	10.36
粗脂肪 EE	4.91	5.40	5.93	5.19	5.55	5.96	5.49	5.79	5.96
粗灰分 Ash	7.74	7.39	7.08	7.15	6.87	6.73	6.69	6.78	6.67
中性洗涤纤维 NDF	57.29	55.38	50.99	48.01	46.70	44.21	46.94	43.86	41.63
酸性洗涤纤维 ADF	32.71	32.23	30.37	26.71	26.36	24.55	27.11	25.24	22.01
钙 Ca	1.15	1.16	1.20	1.27	1.24	1.22	1.15	1.17	1.18
磷 P	0.48	0.48	0.42	0.52	0.51	0.49	0.48	0.51	0.51

1) 每千克预混料提供 One kg of premix provided the following: Fe 20 g, Cu 5 g, Zn 30 g, Mn 30 g, I 120 mg, Se 120 mg, Co 120 mg, VA 2 000 000 IU, VD₃ 800 000 IU, VE 9 000 IU。

2) 除消化能外,营养水平均为实测值。消化能依据测定的总能和能量消化率计算而得。Nutrient levels were measured values except DE. The DE was calculated according to GE and energy digestibility.

1.2 测试指标及方法

1.2.1 生长发育性能

试验开始前所有试验驴于早晨空腹称重,记为初始体重;之后每 15 d 称 1 次体重,计算每个阶段的平均日增重(ADG)及试验全期的总增重。试验期间,以重复为单位,记录每日的采食量,并计算干物质采食量(DMI)。根据平均日增重和干物质采食量计算料重比(F/G)。

总增重=结束体重-初始体重;

平均日增重=试验期内增重/试验天数;

料重比=干物质采食量/平均日增重。

1.2.2 屠宰性能

试验结束时,所有试验驴禁食 12 h,禁水 2 h 后屠宰,并参考《牛生产学》^[3]的方法测定屠宰性能指标,主要包括宰前活重、胴体重、屠宰率、净肉率、胴体净肉率、眼肌面积、背膘厚度(GR 值)、肉骨比、肾周脂肪重、大网膜脂肪重、腹内脂肪重和肠系膜脂肪重。

1.2.3 组织器官重及指数

试验驴屠宰后,迅速分离内脏,称量血液、皮毛、头、蹄、尾、心脏、肝脏、脾脏、肺脏、右肾脏、胰腺的重量,并计算总脏器重和各组织器官指数。

总脏器重=心脏重+肝脏重+脾脏重+

肺脏重+右肾脏重+胰腺重;

组织器官指数=(组织器官重/宰前活重)×100。

1.2.4 盲肠 pH、消化道重与长度及消化道指数

试验驴屠宰后,用便携式 pH 计测定盲肠内容物的 pH;迅速分离肠道,称量胃、十二指肠、空肠、回肠、盲肠、结肠、直肠的重量,并计算小肠重、大肠重和整个消化道重以及各消化道指数;用软尺测量十二指肠、空肠、回肠、盲肠、大结肠、小结肠、横结肠、直肠的长度以及大结肠和小结肠周长,并计算小肠长度和整个消化道长度。

小肠重=十二指肠重+空肠重+回肠重;

大肠重=盲肠重+结肠重+直肠重;

整个消化道重=十二指肠重+空肠重+回肠重+盲肠重+结肠重+直肠重;

消化道指数=(消化道重/宰前活重)×100;

小肠长度=十二指肠长度+空肠长度+回肠长度。

1.3 数据统计与分析

试验数据用 SAS 9.2 进行方差分析,并采用 Duncan 氏法进行多重比较, $P < 0.05$ 表示差异显著, $0.05 \leq P < 0.10$ 表示差异趋于显著, $P \geq 0.10$ 表示差异不显著。

2 结果

2.1 饲料能量水平对肉驴生长发育性能的影响

由表2可知,育肥后期体重、育肥中期平均日增重及整个试验期的总增重均以E2组最高,显著高于E1和E3组($P<0.05$);育肥中期体重为E2

组>E3组>E1组,各组之间差异显著($P<0.05$);育肥后期平均日增重表现为E2、E3组显著高于E1组($P<0.05$)。料重比在育肥中期为E2组<E3组<E1组,在育肥后期为E3组<E2组<E1组,且各组之间差异显著($P<0.05$);料重比在整个试验期为E2和E3组显著低于E1组($P<0.05$)。

表2 饲料能量水平对肉驴生长发育性能的影响

Table 2 Effects of dietary energy level on growth-fattening performance of meat donkeys

项目 Items	E1组 E1 group	E2组 E2 group	E3组 E3 group	均值标准误 SEM	P值 P-value
体重 Body weight/kg					
试验开始 Experiment beginning	151.20	151.23	152.53	1.338	0.971
育肥前期 Early fattening period	169.32	172.04	173.36	1.124	0.876
育肥中期 Middle fattening period	193.46 ^c	211.20 ^a	200.30 ^b	1.383	0.020
育肥后期 Late fattening period	211.47 ^b	232.54 ^a	220.77 ^b	3.268	0.007
平均日增重 ADG/(g/d)					
育肥前期 Early fattening	402.77	462.50	462.99	1.463	0.527
育肥中期 Middle fattening	536.35 ^b	870.13 ^a	598.71 ^b	10.654	<0.001
育肥后期 Late fattening	400.25 ^b	474.29 ^a	455.52 ^a	6.853	0.004
总增重 Total weight gain/kg	60.27 ^b	81.31 ^a	68.24 ^b	4.270	0.005
干物质采食量 DMI/(kg/d)					
育肥前期 Early fattening period	3.66	3.94	3.88	0.112	0.230
育肥中期 Middle fattening period	4.63	4.75	4.49	0.211	0.676
育肥后期 Late fattening period	5.08	5.24	4.71	0.267	0.396
整个试验期 Total trial period	4.47	4.64	4.36	0.174	0.536
料重比 F/G					
育肥前期 Early fattening period	9.15	8.45	8.38	0.256	0.215
育肥中期 Middle fattening period	10.54 ^a	5.47 ^c	7.56 ^b	0.324	<0.001
育肥后期 Late fattening period	12.82 ^a	11.08 ^b	10.27 ^c	0.449	0.002
整个试验期 Total trial period	10.84 ^a	8.34 ^b	8.74 ^b	0.300	<0.001

同行数据肩标相同字母或无字母表示差异不显著($P\geq 0.10$),肩标不同相同字母表示差异显著($P<0.05$)。下表同。

In the same row, values with the same letter or no letter superscripts mean no significant difference ($P\geq 0.10$), while with different letter superscripts mean significant difference ($P<0.05$). The same as below.

2.2 饲料能量水平对肉驴屠宰性能的影响

由表3可知,E2组的宰前活重和胴体重表现为E2组>E3组>E1组,各组之间差异显著($P<0.05$);E2组的肉骨比显著高于E1组($P<0.05$),但与E3组无显著差异($P\geq 0.10$);与E3组相比,E1组的眼肌面积有升高的趋势($P=0.075$)。E3组的肾周脂肪重、腹内脂肪重和大网膜脂肪重显著高于E2、E1组($P<0.05$),E2组的肾周脂肪重、腹内脂肪重显著高于E1组($P<0.05$);E2、E3组的肠系膜脂肪重与GR值显著高于E1组($P<0.05$)。

2.3 饲料能量水平对肉驴组织器官重量及指数的影响

由表4可知,E3组的肺脏重显著高于E1、E2组($P<0.05$);E2组的总脏器指数有低于E1和E3组的趋势($P=0.092$)。

2.4 饲料能量水平对肉驴消化道重量、长度及指数的影响

由表5、表6可知,与E2组相比,E1和E3组的消化道总重、回肠重和消化道总长度显著降低($P<0.05$),空肠、直肠和整个消化道指数以及直肠重显著升高($P<0.05$)。

表 3 饲料能量水平对肉驴屠宰性能的影响

Table 3 Effects of dietary energy level on slaughter performance of meat donkeys

项目 Items	E1 组 E1 group	E2 组 E2 group	E3 组 E3 group	均值标准误 SEM	P 值 P-value
宰前活重 LWBS/kg	211.47 ^c	232.54 ^a	220.77 ^b	3.268	0.007
胴体重 Carcass weight/kg	114.06 ^c	127.75 ^a	120.72 ^b	1.039	0.002
屠宰率 Dressing percentage/%	54.43	55.22	54.71	0.470	0.254
净肉率 Net meat rate/%	43.04	43.95	43.57	0.338	0.440
胴体净肉率 Net carcass percentage/%	79.38	80.00	79.70	0.338	0.440
肉骨比 Meat to bone ratio/%	3.85 ^b	4.00 ^a	3.93 ^{ab}	0.006	<0.001
眼肌面积 Eye muscle area/cm ²	42.06	40.89	39.07	1.500	0.075
GR 值 GR value/mm	19.90 ^b	24.37 ^a	25.39 ^a	0.872	0.018
肾周脂肪重 Perirenal fat weight/kg	0.61 ^c	0.71 ^b	0.81 ^a	0.005	<0.001
大网膜脂肪重 Omental fat weight/kg	0.27 ^b	0.30 ^b	0.35 ^a	0.003	<0.001
腹内脂肪重 Intra-abdominal fat weight/kg	2.12 ^c	3.21 ^b	3.90 ^a	0.020	<0.001
肠系膜脂肪重 Mesenteric fat weight/kg	0.98 ^b	1.23 ^a	1.26 ^a	0.014	<0.001

表 4 饲料能量水平对肉驴组织脏器重量及指数的影响

Table 4 Effects of dietary energy level on tissue and organ weight and indexes of meat donkeys

项目 Items	E1 组 E1 group	E2 组 E2 group	E3 组 E3 group	均值标准误 SEM	P 值 P-value
重量 Weight/kg					
血液 Blood	7.45	8.46	7.62	0.558	0.455
皮毛 Fur	16.47	17.24	16.64	0.489	0.473
头 Head	10.41	11.04	10.37	0.416	0.502
蹄 Hoof	6.25	5.82	5.76	0.294	0.470
尾 Tail	0.18	0.19	0.17	0.012	0.473
心脏 Heart	1.20	1.24	1.25	0.046	0.795
肝脏 Liver	3.38	3.54	3.52	0.149	0.231
脾脏 Spleen	0.96	0.83	0.87	0.056	0.329
肺脏 Lung	4.55 ^b	4.60 ^b	4.90 ^a	0.081	0.009
右肾脏 Right kidney	0.73	0.72	0.70	0.045	0.732
胰腺 Pancreas	0.20	0.19	0.23	0.016	0.381
总脏器 Whole visceral organ	10.77	10.75	11.14	0.384	0.747
指数 Index/%					
血液 Blood	3.63	3.86	3.62	0.239	0.762
皮毛 Fur	8.06	8.08	7.80	0.233	0.689
头 Head	5.10	5.15	4.92	0.117	0.552
蹄 Hoof	2.85	2.88	2.72	0.176	0.244
尾 Tail	0.09	0.09	0.08	0.005	0.275
心脏 Heart	0.60	0.57	0.59	0.015	0.567
肝脏 Liver	1.58	1.52	1.56	0.059	0.187
脾脏 Spleen	0.42	0.38	0.45	0.022	0.134
肺脏 Lung	2.20	2.14	2.27	0.061	0.372
右肾脏 Right kidney	0.36	0.34	0.33	0.012	0.137
胰腺 Pancreas	0.10	0.09	0.11	0.007	0.296
总脏器 Whole visceral organ	5.34	4.97	5.26	0.116	0.092

表 5 饲料能量水平对肉驴消化道重量及指数的影响

Table 5 Effects of dietary energy level on digestive tract weight and indexes of meat donkeys

项目 Items	E1 组 E1 group	E2 组 E2 group	E3 组 E3 group	均值标准误 SEM	P 值 P-value
盲肠 pH Cecal pH	6.38	6.35	6.38	0.052	0.994
重量 Weight/kg					
胃 Stomach	0.78	0.82	0.75	0.044	0.562
十二指肠 Duodenum	0.92	1.01	0.89	0.047	0.476
空肠 Jejunum	1.10	1.08	1.18	0.019	0.492
回肠 Ileum	0.59 ^c	0.88 ^a	0.73 ^b	0.674	0.012
小肠 Small intestine	2.61	2.97	2.81	0.151	0.205
盲肠 Caecum	1.14	1.27	1.12	0.798	0.678
结肠 Colon	3.41	3.85	3.38	0.138	0.898
直肠 Rectum	1.72 ^a	1.13 ^b	1.61 ^a	0.196	0.019
大肠 Large intestine	6.27	6.25	6.11	0.332	0.605
整个消化道 Whole digestive tract	8.88 ^b	9.22 ^a	8.92 ^b	0.242	0.023
指数 Index/%					
胃 Stomach	0.37	0.35	0.34	0.127	0.317
十二指肠 Duodenum	0.44	0.43	0.40	0.139	0.262
空肠 Duodenum	0.52 ^a	0.46 ^b	0.53 ^a	0.133	0.009
回肠 Ileum	0.28	0.38	0.33	0.017	0.152
小肠 Small intestine	1.23	1.28	1.27	0.176	0.244
盲肠 Caecum	0.54	0.55	0.51	0.205	0.175
结肠 Colon	1.61	1.66	1.53	0.015	0.467
直肠 Rectum	0.81 ^a	0.49 ^b	0.73 ^a	0.159	0.001
大肠 Large intestine	2.96	2.69	2.77	0.022	0.134
整个消化道 Whole digestive tract	4.20 ^a	3.96 ^b	4.04 ^a	0.167	0.012

表 6 饲料能量水平对肉驴消化道长度及结肠周长的影响

Table 6 Effects of dietary energy level on digestive tract length and colon circumference of meat donkeys

项目 Items	E1 组 E1 group	E2 组 E2 group	E3 组 E3 group	均值标准误 SEM	P 值 P-value
长度 Length/m					
十二指肠 Duodenum	0.59	0.63	0.57	0.040	0.756
空肠 Jejunum	7.70	7.87	7.78	0.513	0.413
回肠 Ileum	0.39	0.44	0.40	0.051	0.842
小肠 Small intestine	8.68	8.94	8.75	0.125	0.433
盲肠 Caecum	0.71	0.71	0.65	0.032	0.541
大结肠 Large colon	1.18	1.28	1.17	0.044	0.407
小结肠 Small colon	0.70	0.71	0.69	0.042	0.986
横结肠 Transverse colon	0.57	0.66	0.57	0.037	0.291
直肠 Rectum	1.02	0.85	0.92	0.059	0.277
整个消化道 Whole digestive tract	12.48 ^b	13.13 ^a	12.51 ^b	0.156	0.032
周长 Circumference/m					
大结肠 Large colon	0.39	0.41	0.39	0.015	0.632
小结肠 Small colon	0.36	0.39	0.35	0.019	0.688

3 讨 论

3.1 饲料能量水平对肉驴生长发育、育肥性能的影响

大量研究发现,饲料营养水平影响牛、羊等草食动物的生长发育和屠宰性能,是动物增长速度的决定性因素,但针对驴的研究罕见。李文强^[1]研究了饲料消化能水平对德州驴生长性能的影响,其结果得出,饲料消化能水平为 11.72 MJ/kg 时,德州驴的平均日增重、干物质采食量和料重比优于饲料消化能水平为 10.05、10.88 和 12.56 MJ/kg 时。本研究也得出,肉驴的生长育肥速度与饲料转化效率以中能量水平饲料组最高;而低、高能量水平饲料组均出现了不同程度的下降,尤以低能量水平饲料组的降低幅度大。消化道长度在一定程度上与营养物质的消化吸收有关,本试验中,与 E1、E3 组相比,E2 组的消化道总长度显著增加,提示饲喂中能量水平饲料可增加肉驴对营养物质消化吸收的表面积,延长饲料在肠道内的停留时间,进而促进营养物质的消化吸收。因此,今后还需在营养物质消化吸收以及消化酶活性等领域开展进一步的研究。戴东文等^[4]的研究指出,能氮比为 30.01 时后备欧拉羊的日增重显著高于能氮比为 25.00 和 35.06 时。本研究中 3 组饲料的蛋白质水平保持一致,因此,其能氮比不相同,这也可能是 3 组肉驴生长发育速度不同的原因之一。本研究还发现,肉驴在不同的育肥阶段能量需要不同,在育肥前期,饲料以中、高能量水平较好;在育肥中、后期,饲料以中能量水平较好。因此,有必要对不同育肥阶段肉驴的能量需要做深入研究。

3.2 饲料能量水平对肉驴屠宰性能的影响

关于饲料能量水平对肉驴屠宰性能的影响罕见报道。背膘厚度是反映胴体脂肪含量的主要指标,本试验结果得出,随着饲料能量水平的升高,肉驴的背膘厚度和胴体的脂肪沉积增加;宰前活重、胴体重、眼肌面积和肉骨比呈现出先升高后下降的趋势,提示饲喂中能量水平饲料的肉驴获得了较好的屠宰性能。许多研究得出高能量水平饲料并不能得到更多的产肉量,反而可导致过剩的腹部脂肪或胴体脂肪的堆积^[5-7]。内脏器官和消化道的重量在一定程度上可反映出动物的营养状况和生长发育情况。祁敏丽等^[8]的研究指出,湖

羊羔羊在 40 和 60 日龄时,能量限饲可显著降低肝脏重及其占宰前活重的比例、瘤胃重及其占复胃重的比例,说明能量限饲可抑制断奶羔羊内脏器官发育,尤其是肝脏和瘤胃的发育。本研究得出总脏器指数即脏器总重占宰前活重的比例表现为 E2 组有低于 E3 和 E1 组的趋势,这也部分解释了 E2 组肉驴屠宰性能优于其他组的原因。王定发等^[9]也得出了相似的研究结果,即随着饲料消化能水平的提高,海南黑山羊的脏器重量无显著变化,但脏器指数减小。胃肠道发育程度直接影响采食量和消化能力,而小肠是营养物质消化吸收的主要部位,其重量和长度的改变会影响营养物质的消化吸收,进而影响动物的生产性能^[10]。本研究结果表明,中能量水平饲料组的空肠指数显著降低,消化道总重、回肠重显著增加,这也进一步解释了中能量水平饲料组的肉驴屠宰性能优于其他组的原因。

综上可知,育肥前期、中期、后期饲料消化能水平分别为 11.23、12.02 和 12.44 MJ/kg 时肉驴可获得较好的生长发育性能和屠宰性能。本研究是在饲料蛋白质水平相同、能量水平不同的条件下进行的,但在蛋白质水平相同的情况下可能会引起氨基酸水平的变化,这些变化会对肉驴的生长育肥性能和屠宰性能产生怎样的影响需做进一步的研究。

4 结 论

在育肥前期、中期和后期饲料消化能水平分别为 11.23、12.02 和 12.44 MJ/kg 时,肉驴可获得较好的生长发育性能与屠宰性能;饲料能量水平过高或过低均不利于肉驴生长发育性能与屠宰性能的发挥。

参考文献:

- [1] 李文强.日粮能量蛋白水平对德州驴生长性能及驴皮相关基因表达的影响[D].硕士学位论文.锦州:锦州医科大学,2017.
LI W Q. Effects of dietary energy protein levels on growth performance and expression of donkey skin related genes in Texas donkey [D]. Master's Thesis. Jinzhou: Jinzhou Medical University, 2017. (in Chinese)
- [2] BRUYNSTEEN L, MOONS C P H, JANSSENS G P J, et al. Level of energy restriction alters body condi-

- tion score and morphometric profile in obese Shetland ponies [J]. *The Veterinary Journal*, 2015, 206 (1): 61-66.
- [3] 管林森.牛生产学[M].2版.北京:中国农业出版社, 2007.
- ZAN L S. Cattle production science [M]. 2nd ed. Beijing: China Agriculture Press, 2007. (in Chinese)
- [4] 戴东文,莫文生,孙璐,等.不同能氮比精料对后备期欧拉羊生长性能、血清生化指标及营养物质表观消化率的影响[J].饲料研究,2020,43(8):6-9.
- DAI D W, MO W H, SUN L, et al. Effects of concentrates with different energy-nitrogen ratios on growth performance, serum biochemical indexes and apparent digestibility of nutrients for Euler sheep in the reserve period [J]. *Feed Research*, 2020, 43(8): 6-9. (in Chinese)
- [5] 岳康宁,李秋凤,曹玉凤,等.不同能量水平日粮对2~3胎淘汰荷斯坦母牛育肥性能的影响[J].畜牧与兽医,2019,51(1):29-34.
- YUE K N, LI Q F, CAO Y F, et al. Effects of different energy level diets on fattening performance of 2 to 3 eliminated Holstein cows [J]. *Livestock and Veterinary Medicine*, 2019, 51(1): 29-34. (in Chinese)
- [6] 俞春山,叶勇,贾弟林,等.日粮能量水平对中卫山羊羯羊生长与屠宰性能的影响[J].中国草食动物,2011,31(1):31-33.
- YU C S, YE Y, JIA D L, et al. Effects of dietary energy level on growth and slaughtering performance of capricorn goat in *Zhongwei* goat [J]. *Chinese Herbivores*, 2011, 31(1): 31-33. (in Chinese)
- [7] 柏峻,赵二龙,李美发,等.育肥后期锦江牛能量代谢规律及需要量的研究[J].中国畜牧兽医,2019,46(3):732-739.
- BAI J, ZHAO E L, LI M F, et al. A study on energy metabolism law and requirement of *Jinjiang* cattle in late fattening period [J]. *Chinese Animal Husbandry and Veterinary Medicine*, 2019, 46(3): 732-739. (in Chinese)
- [8] 祁敏丽,柴建民,王波,等.饲料营养限制对早期断奶湖羊羔羊生长性能以及内脏器官发育的影响[J].动物营养学报,2016,28(2):444-454.
- QI M L, CHAI J M, WANG B, et al. Effects of dietary nutritional restriction on growth performance and visceral organ development of early weanling lake lambs [J]. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2016, 28(2): 444-454. (in Chinese)
- [9] 王定发,周璐丽,李茂,等.不同营养水平日粮对海南黑山羊肥育羔羊生长性能和器官指数的影响[J].中国畜牧兽医,2013,40(2):62-66.
- WANG D F, ZHOU L L, LI M, et al. Effects of dietary different nutrition levels on growth performance and organ index of fattening lambs in *Hainan* [J]. *Chinese Animal Husbandry and Veterinary Medicine*, 2013, 40(2): 62-66. (in Chinese)
- [10] 包斯琴高娃.日粮添加黑沙蒿对绒山羊育肥性能、屠宰性能及其肉品质的影响[D].硕士学位论文.呼和浩特:内蒙古农业大学,2018.
- BAO S G. The effect of adding *Artemisia sphaerocephala* to the fattening performance, slaughter performance and meat quality of cashmere goats [D]. Master's Thesis. Hohhot: Inner Mongolia Agricultural University, 2018. (in Chinese)

Effects of Dietary Energy Level on Growth-Fattening Performance and Slaughter Performance of Meat Donkeys

ZHOU Yan¹ ZHANG Jing¹ CHI Yue¹ YUE Yuanxi¹ ZHAO Yanli¹ GUO Xiaoyu¹
ZHANG Yongwei² SHI Binlin¹ YAN Sumei^{1*}

(1. Inner Mongolia Key Laboratory of Animal Nutrition and Feed Science, College of Animal Science, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010018, China; 2. Inner Mongolia Grassland Yulu Farming Co., Ltd., Horinger 011500, China)

Abstract: This study mainly investigated the effects of dietary energy level on the growth-fattening performance and slaughter performance of meat donkeys, and provided a theoretical basis for the formulation of nutrient requirements of stall-feeding meat donkeys. Using a single-factor completed random design, thirty-six meat donkeys (male) aged 1 years with similar body weight [(150±25) kg] were selected and randomly divided into 3 groups (E1, E2 and E3 groups) with 4 replicates in each group, and 3 donkeys in each replicate. Donkeys in the E1 group were fed low-energy level diets, and the digestible energy levels in the diets at the early fattening period (1 to 45 d), middle fattening period (46 to 90 d) and late fattening period (91 to 135 d) were 10.13, 11.23 and 11.97 MJ/kg, respectively; donkeys in the E2 group were fed middle-energy level diets, and the digestible energy levels in the diets at early fattening period, middle fattening period and late fattening period were 11.14, 12.02 and 12.82 MJ/kg, respectively; donkeys in the E3 group were fed high-energy level diets, and the digestible energy levels in the diets at the early fattening period, middle fattening period and late fattening period were 11.49, 12.44 and 13.22 MJ/kg, respectively. The results showed that the body weight, average daily gain of E2 group were significantly higher than those of E1 and E3 groups (except for average daily gain at the late fattening period) ($P<0.05$), and the feed to gain ratio was significantly higher than that of E1 and E3 groups at the middle fattening period and the late fattening period ($P<0.05$). The average daily gain was E2 group>E3 group>E1 group in the whole trial period, and the differences were significant among groups ($P<0.05$). The live weight before slaughter and carcass weight were E2 group>E3 group>E1 group, and the differences were significant among groups ($P<0.05$), but the meat to bone ratio and eye muscle area of E3 group were significantly ($P<0.05$) or tended to be significantly ($0.05\leq P<0.10$) lower than those of E1 and E2 groups, respectively; the omental fat weight, mesenteric fat weight, perirenal fat weight, intra-abdominal fat weight and GR value of group E3 were significantly higher than those of E1 group ($P<0.05$), and those (except omental fat weight) of E2 group were significantly higher than those of E1 group ($P<0.05$). The lung weight of E3 group was significantly higher than that of E1 and E2 groups ($P<0.05$). Compared with E2 group, the index of whole visceral organ of E1 and E3 groups trended to significantly increase ($0.05\leq P<0.10$), the whole digestive tract weight, ileal weight and whole digestive tract length significantly decreased ($P<0.05$), and the indexes of jejunum, rectum and whole digestive tract weight and rectal weight significantly increased ($P<0.05$). In summary, meat donkeys can obtain the better growth-fattening performance and slaughter performance when the dietary digestible energy levels at the early fattening period, middle fattening period and late fattening period are 11.23, 12.02 and 12.44 MJ/kg, respectively. When dietary energy levels are too high or too low, they will not be beneficial to the development of growth-fattening performance and slaughter performance. [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2021, 33(5):2827-2835]

Key words: meat donkeys; energy level; growth-fattening performance; slaughter performance