

不同 NDF 水平全价颗粒饲料对断奶公犊牛屠宰性能和组织器官发育的影响

杨宏波 刘红 朱隆基 陈银岳 陈志远 赵国琦*

(扬州大学 动物科学与技术学院,江苏 扬州 225009)

摘要 为了解不同 NDF 水平全价颗粒饲料对断奶公犊牛屠宰性能和组织器官发育的影响,选用 12 头 3 月龄中国荷斯坦断奶公犊,按照日龄相近(103.92 ± 1.5 d)、体重相似(121.25 ± 4.12 kg)的原则随机分成 4 组,每组 3 头,分别饲喂精粗料 4 种质量比为 75:25、70:30、65:35 和 60:40 的全价颗粒饲料,预试期 14 d,正试期 56 d。4 种全价颗粒饲料除 NDF 水平不同外,其他营养成分含量相近。饲养试验结束后犊牛进行屠宰,测定其屠宰性能及各组织器官鲜重。结果表明:不同 NDF 水平全价颗粒饲料对犊牛屠宰性能无显著影响 ($P > 0.05$);处理组 IV 犊牛复胃和瘤胃重显著高于处理组 I、II ($P < 0.05$);此外,处理组 IV 的肠道重量显著高于处理组 I ($P < 0.05$)。综上所述,NDF 水平高的全价颗粒饲料,不仅能保持相同屠宰性能,而且能促进断奶犊牛胃肠道的生长发育。

关键词 奶公犊;NDF 水平;颗粒饲料;屠宰性能;胃肠道

中图分类号 S 823; S 816

文章编号 1007-4333(2015)02-0124-07

文献标志码 A

Effects of the complete diet pellets with different NDF levels on slaughter traits and tissues and organs development of the weaned bull calves

YANG Hong-bo, LIU Hong, ZHU Long-ji, CHEN Yin-yue, CHEN Zhi-yuan, ZHAO Guo-qi*

(College of Animal Science and Technology, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China)

Abstract The aim of this study was to research the effects of complete diet pellets with different neutral detergent fiber (NDF) levels on slaughter traits and tissues and organs development of weaned bull calves. A total of 12 health weaned bull Holstein calves (days = 103.92 ± 1.5 d, weight = 121.25 ± 4.12 kg) were used and assigned randomly to 4 groups (I, II, III and IV), with 3 calves per group. The treatment diets were four concentrate-roughage ratios (75:25, 70:30, 65:35, 60:40), and with different NDF levels, but all other nutrient levels being equal. The experiment was conducted over a period of 70 days, including 14d for adaptation and 56 d for data collection. Experimental calves will be slaughtered at the end of the feeding examination, their slaughter performance and tissues and organs weight were measured. The results showed that there was no significant difference in slaughter performance of calves among the treatments ($P > 0.05$). As the concentrate-roughage ratio increased, complex stomach weight and rumen weight of calves were increased, and those of the treatment IV were significantly higher than those of treatment I and II ($P < 0.05$). Also, intestine weight of treatment IV was significantly higher than that of treatment I ($P < 0.05$). The results indicated that pellet feed with high level of roughage is conducive to the development of the gastrointestinal tract calves, and could keep the same slaughtering performance.

Key words dairy bull calves; NDF level; pellet feed; slaughter performance; gastrointestinal tract

收稿日期:2014-06-23

基金项目:国家“十二五”科技支撑计划项目(2011BAD17B02)

第一作者:杨宏波,硕士研究生,E-mail:yanghongbo333@outlook.com

通讯作者:赵国琦,教授,博士生导师,主要从事微生态营养与分子营养研究,E-mail:jszhaoguoqi@sohu.com

近年来随着我国畜牧业的快速发展,其中奶牛养殖业所占的比重在不断上升。据统计,每年大约有 300~400 万头奶公犊牛出生^[1],犊牛的价格越来越高,犊牛育肥也越来越多;其中的大部分公犊牛经简单喂养后宰杀卖肉或制作血清,虽然养殖效益有所降低,但浪费了庞大的奶公犊牛资源^[2]。目前,3~6 月龄是犊牛的快速生长发育阶段,国内大多数研究是颗粒饲料、鲜奶和代乳粉的比较,而关于全价颗粒饲料饲喂断奶后公犊牛的报道较少,如何合理利用奶公犊牛资源是一个热门话题。研究表明,用鲜奶或代乳粉饲喂奶公犊牛能获得良好的经济效益^[3-4]。但鲜奶和代乳粉价格较贵,并且饲喂时非常不便。如何合理利用固体饲料代替液体的代乳粉饲喂公犊牛而生产犊牛肉成为需要关注和解决的问题。

纤维物质是反刍动物日粮中重要的组成部分,其营养价值主要取决于中性洗涤纤维(NDF)的浓度和消化率。日粮中 NDF 的水平和降解率对反刍动物的瘤胃发酵和微生物氮代谢的影响极为重要^[5-7]。NDF 主要由纤维素、半纤维素和木质素组成,其中木质素虽然不能被瘤胃微生物降解,但能提高植物的韧性,从而对反刍动物的采食行为和瘤胃

发酵产生一定的影响。此外,日粮中 NDF 的水平和粒度对维持动物的健康也有一定的影响^[8]。然而,目前对于 NDF 的研究主要集中在成年奶牛和肉羊上,对于公犊牛的报道较少。因此本试验通过研究不同 NDF 水平全价颗粒饲料对断奶公犊牛屠宰性能、组织器官和胃肠道生长发育的影响,旨在为科学评价犊牛日粮 NDF 水平提供依据,为奶公犊牛饲养提供理论参考。

1 材料与方 法

1.1 试验日粮

根据 NRC(2001) 营养^[9]需要配制各试验组犊牛配方。试验组 I、试验组 II、试验组 III 和试验组 IV 分别饲喂精料与粗料质量比为 75 : 25、70 : 30、65 : 35 和 60 : 40 的颗粒饲料(以上各数值均按照风干样重量计算)。4 种试验日粮中粗蛋白、粗脂肪和常量元素等指标一致,能量相近,粗料按照苜蓿和小黑麦草 3 : 1 组成。试验组 I、试验组 II、试验组 III 和试验组 IV 日粮的 NDF 分别是 28.94%、31.54%、34.72% 和 37.68%。所有原料经粉碎后在扬州大学农牧场采用 20 型颗粒饲料机组制成。各试验组颗粒料的配方见表 1^[10],营养成分见表 2。

表 1 各试验组颗粒料配方组成

Table 1 Pellet diet composition of each group $w/\%$

原料 Ingredients	组别 Group			
	I	II	III	IV
玉米 Corn	35.42	34.50	32.39	30.95
豆粕 Soybean meal	12.00	11.50	11.28	11.00
DDGS	3.40	5.02	4.80	5.00
麸皮 Wheat Mill Bran	21.00	16.00	13.50	9.96
苜蓿 Alfalfa	18.75	22.50	26.25	30.00
小黑麦 Triticale	6.25	7.50	8.75	10.00
食盐 NaCl	0	0.07	0.09	0.24
磷酸氢钙 CaHPO ₄	0	0.17	0.17	0.28
碳酸钙 CaCO ₃	0.40	0.03	0.03	0
小苏打 NaHCO ₃	0.25	0.19	0.22	0.05
蛋氨酸 Methinine	0.03	0.02	0.02	0.02
预混料* Premixer	2.50	2.50	2.50	2.50
合计 Total	100	100	100	100

注: * 2.5% 的预混料补充料的微量元素及维生素分析保证值: 铁 Fe 15 mg/kg、铜 Cu 15 mg/kg、锰 Mn 70 mg/kg、锌 Zn 70 mg/kg、碘 I 1 mg/kg、硒 Se 0.22 mg/kg、钴 Co 1 mg/kg、VA 7.5 IU/g、VD 20 IU/g、VE 25 IU/kg。

Note: * Premix provided the following per kilogram of the diet: Fe 15 mg/kg, Cu 15 mg/kg, Mn 70 mg/kg, Zn 70 mg/kg, I 1 mg/kg, Se 0.22 mg/kg, Co 1 mg/kg, VA 7.5 IU/g, VD 20 IU/g, VE 25 IU/kg.

表2 各试验组日粮配方的营养水平
Table 2 Nutrition level of each group

营养水平 Nutrient levels	组别 Group			
	I	II	III	IV
精粗质量比 Concentrate-roughage ratio	75 : 25	70 : 30	65 : 35	60 : 40
ω (干物质)/% DM	84.50	84.89	85.05	85.20
ω (粗灰分)/% Ash	4.22	4.22	4.31	4.35
ω (粗蛋白质)/% CP	17.61	17.54	17.36	17.42
ω (粗脂肪)/% EE	3.67	3.71	3.58	3.50
ω (中性洗涤纤维)/% NDF	28.94	31.54	34.72	37.68
ω (酸性洗涤纤维)/% ADF	13.38	14.31	15.41	16.62
ω (钙)/% Ca	0.58	0.58	0.58	0.58
ω (磷)/% P	0.40	0.40	0.40	0.40
ω (赖氨酸)/% Lys	0.73	0.73	0.73	0.73
ω (蛋氨酸)/% Met	0.26	0.26	0.26	0.26
能量/(MJ/kg) NE _L	6.49	6.36	6.36	6.32

注:营养水平除能量、钙、磷、赖氨酸和蛋氨酸外均为实测值。

Note: NE_L, Ca, P, Lys and Met is a calculated value, while the others are measured values.

1.2 试验设计及饲养管理

试验于2014年3月—2014年5月在扬州大学实验农牧场进行。选择日龄相近(103.92±1.5) d、平均体重为(121.25±4.12) kg的中国荷斯坦断奶公犊牛12头,分为4组,每组3头,颗粒饲料每天于8:30、14:30和20:30饲喂3次,预试期14 d,正试期56 d。试验期每组犊牛分栏饲养,自由饮水,并保证犊牛每天有6~7 h户外活动时间,每日清晨犊牛饲喂后打扫圈舍,并且每周至少对牛舍消毒2次。

1.3 指标测定及检测方法

1.3.1 干物质采食量的确定

根据3~6月龄犊牛采食量确定各试验组的饲喂量,平均每周调整1次饲喂量,保证每组干物质采食量一致。每周具体饲喂量见表3。

1.3.2 屠宰性能指标测定

饲养试验结束时对所有犊牛进行屠宰,宰前12 h禁食并称量宰前活重,每头犊牛颈静脉放血,去头、蹄和内脏,剥皮劈半后称胴体重,用硫酸纸描绘出12到13胸肋间处眼肌的轮廓,待测眼肌面积,对胴体剔骨后称量全部肉重(包括肾脏及其周围脂肪)及骨重;分别测定各内脏器官和胃肠道的重量,计算屠宰率、净肉率、胴体出肉率和肉骨比等指标^[4]。

屠宰率/% = 胴体重/宰前活重 × 100;

净肉率/% = 净肉重/宰前活重 × 100;

胴体出肉率/% = 净肉重/胴体重 × 100;

肉骨比 = 净肉重/胴体总骨重。

表3 犊牛日平均干物质采食量(DMI)

Table 3 Average daily dry matter intake of calves

试验时间/周 Time	干物质采食量/(kg/d) DMI
1	2.20
2	2.35
3	2.50
4	2.65
5	2.80
6	2.95
7	3.10
8	3.25
9	3.40
10	3.55
平均值 Average	3.03

1.3.3 内脏器官和胃肠道指标的测定

犊牛屠宰后,立即结扎幽门瓣、回肠与盲肠结合处,取出整个胃肠道,再结扎皱胃和十二指肠结合处,肠胃分开去除肠道内容物并洗净后称重。将瘤胃、网胃、瓣胃和皱胃剪开,除去内容物并洗净后分别称重。分别称量内脏器官鲜重及胃肠道在清除内容物前后的鲜重^[11]。

1.4 统计分析

试验数据以平均数±标准误表示,数据采用统计软件SPSS 18.0中的单因素方差分析(One-Way ANOVA)进行统计分析,均值的多重比较采用Duncan法进行,以 $P < 0.05$ 为显著水平。

2 结果与分析

2.1 不同 NDF 水平全价颗粒饲料对断奶犊牛屠宰性能的影响

由表 4 可知,犊牛宰前活重、胴体重和净肉重随

着颗粒饲料中 NDF 水平的升高而增加,但各处理组间差异不显著($P>0.05$)。此外,不同精粗比全价颗粒饲料对犊牛其他屠宰性能指标均无显著影响($P>0.05$)。

表 4 不同精粗比全价颗粒饲料对断奶犊牛屠宰性能的影响

Table 4 Effects of complete diet pellets with different NDF levels on slaughter traits of weaned bull calf

项目 Items	处理 Treatment			
	I	II	III	IV
宰前活重/kg SBW	177.75±9.75	179.67±5.78	184.25±6.25	189.50±5.50
胴体重/kg Carcass weight	89.53±3.24	91.37±3.26	93.16±6.72	96.65±3.44
眼肌面积/cm ² Eye muscle area	70.50±7.50	69.00±5.29	71.00±1.00	72.00±2.00
净肉重/kg Meat weight	63.50±1.30	63.76±3.46	66.14±3.72	70.95±2.05
骨重/kg Bone weight	25.35±1.35	25.43±1.84	25.00±2.30	28.29±0.36
肉骨比 Ratio of meat to bone	2.51±0.08	2.49±0.12	2.66±0.10	2.39±0.19
屠宰率/% Dressing percentage	50.00±0.01	51.00±0.02	51.00±0.01	51.00±0.01
净肉率/% Meat percentage	35.79±1.24	35.36±0.82	35.94±0.57	35.69±1.17
胴体出肉率/% Meat percentage of carcass	70.96±1.12	69.57±1.50	71.08±1.14	69.98±1.50

注:同行数据相同小写字母表示差异不显著($P>0.05$),不同字母表示差异显著($P<0.05$),下表同。

Note: In the same row, the same lowercase mean no significant difference ($P>0.05$), while with different mean significant difference ($P<0.05$). The same as below.

2.2 不同 NDF 水平全价颗粒饲料对断奶犊牛组织器官发育的影响

随着颗粒饲料中 NDF 水平的升高,犊牛肠道的重量显著增加,且处理组 IV 肠道重量显著高于处

理组 I ($P<0.05$) (表 5)。另外,不同 NDF 水平全价颗粒饲料对其他组织器官发育的相关指标无显著影响($P>0.05$)。

表 5 不同精粗比全价颗粒饲料对断奶犊牛组织器官发育的影响

Table 5 Effects of complete diet pellets with different NDF levels on development of tissues and organs of weaned bull calf

项目 Items	处理 Treatment			
	I	II	III	IV
头+蹄 Head + feet	13.12±0.16	12.91±0.45	13.56±0.88	14.48±0.02
皮 Skin	16.41±1.18	16.56±1.16	16.71±1.15	17.97±0.33
心脏 Heart	0.81±0.01	0.89±0.06	0.92±0.04	0.96±0.06
肝脏 Liver	3.34±0.24	3.51±0.37	3.56±0.44	3.70±0.56
脾脏 Spleen	0.40±0.01	0.41±0.04	0.46±0.02	0.43±0.07
肺脏 Lung	2.78±0.08	2.73±0.30	2.75±0.25	2.87±0.32
左肾脏(包括脂肪) Left kidney (Including fat)	0.33±0.01	0.34±0.02	0.38±0.01	0.36±0.02
生殖器官 Genitals	0.12±0.01	0.13±0.02	0.14±0.02	0.16±0.01
食管 Esophagus	0.18±0.03	0.20±0.03	0.20±0.04	0.24±0.04
肠道 Intestine ^①	5.13±0.13 b	5.51±0.32 ab	5.80±0.20 ab	6.16±0.34 a

注:①肠道指清除内容物后的大肠和小肠。Note:①Intestine contains the large and small intestine without content.

2.3 不同 NDF 水平全价颗粒饲料对断奶犊牛复胃各胃室发育的影响

由表 6 可以看出,犊牛复胃和瘤胃重随着颗粒饲料中 NDF 水平的增加而显著升高,且处理组 IV

显著高于处理组 I、II ($P < 0.05$)。其中处理组 IV 的瘤胃占复胃总重的比例显著高于处理组 II ($P < 0.05$)。此外,处理组 I、II 的瓣胃和皱胃占复胃总重的比例显著高于处理组 IV ($P < 0.05$)。

表 6 不同精粗比全价颗粒饲料对断奶犊牛复胃各胃室发育的影响

Table 6 Effects of complete diet pellets with different NDF levels on development of each stomach compartment of weaned bull calf

项目 Items	处理 Treatment			
	I	II	III	IV
复胃重/kg ^① Stomachus compositus weight	6.01±0.40 b	6.59±0.47 b	7.40±0.35 ab	8.41±0.19 a
瘤胃重/kg Rumen weight	3.00±0.33 b	3.08±0.35 b	4.03±0.47 ab	4.79±0.09 a
占复胃总重比例/% Percentage in total weight of stomachus compositus	49.74±2.15 ab	46.44±2.39 b	54.32±3.82 ab	57.01±2.36 a
网胃重/kg Reticulum weight	0.45±0.05	0.56±0.09	0.76±0.02	0.70±0.10
占复胃总重比例/% Percentage in total weight of stomachus compositus	7.47±0.34	8.39±0.84	10.29±0.21	8.30±1.00
瓣胃重/kg Omasum weight	1.40±0.01	1.61±0.08	1.44±0.06	1.68±0.12
占复胃总重比例/% Percentage in total weight of stomachus compositus	25.49±1.07 a	23.00±0.38 a	19.62±0.98 b	19.96±0.98 b
皱胃重/kg Abomasum weight	1.16±0.02	1.34±0.03	1.17±0.21	1.24±0.06
占复胃总重比例/% Percentage in total weight of stomachus compositus	19.34±2.23 a	20.48±1.18 a	16.85±1.60 ab	13.80±0.07 b

注:①复胃包括清除内容物后的瘤胃、网胃、瓣胃和皱胃。

Note:①Stomachus compositus contain the rumen,reticulum,omasum and abomasum without content.

3 讨论

3.1 不同 NDF 水平全价颗粒饲料对断奶犊牛屠宰性能的影响

屠宰率和净肉率是反应动物屠宰性能的重要指标^[12]。在干物质采食量一致的条件下,本试验各处理组屠宰率和净肉率无显著差异,说明犊牛屠宰性能并未因采食不同精粗比全价颗粒饲料而表现出显著差异。王永超等^[13]分别用代乳品+羊草、代乳品以及颗粒料+羊草的方式饲喂犊牛到 6 月龄大,结果显示,犊牛采食代乳品+羊草的屠宰率和净肉率最高,分别达到 56.98% 和 41.58%。邓磊等^[14]用代乳品饲喂犊牛到 4 月龄大时,最终犊牛的屠宰率和净肉率分别为 51% 和 47%。刘萍^[15]用代乳粉饲喂犊牛到 5 日龄时,所得的屠宰率和净肉率分别为

54.42% 和 44.47%。以上研究所得犊牛屠宰率和净肉率都高于本实验的 50% 和 35%。这说明饲喂代乳粉在一定程度上可改善犊牛的屠宰性能,但却不利于犊牛胃肠道的发育,这可能会造成犊牛后期发育缓慢。本试验中犊牛采食全价颗粒饲料,内脏器官和胃肠道都有较好的比重,而 NDF 为 37.68% 的颗粒饲料的饲喂效果更好。此外,日粮中 NDF 水平与干物质采食量成负相关^[16],采食量的降低会影响动物的生产性能,而本试验中各处理组干物质采食量均相等,因此排除了采食量对屠宰性能的影响。

眼肌面积是指家畜背最长肌的横断面面积。由于眼肌面积性状与家畜产肉性能有强相关关系,所以在育种上显得尤为重要。本试验中,处理组 I 到 IV 的眼肌面积分别为 70.50、69.00、71.00 和 72.00

cm²,各处理组间无显著差异,这间接说明了犊牛采食不同 NDF 水平全价颗粒饲料对产肉性能无显著影响。然而犊牛采食不同 NDF 水平全价颗粒饲料是否对肉品质存在影响,还需要进行进一步的试验测定。

3.2 不同 NDF 水平全价颗粒饲料对断奶犊牛组织器官发育的影响

本试验 4 个处理组犊牛的肝脏、肺脏、肾及周围脂肪和生殖器官的鲜重都无显著差异,其原因可能是 4 个处理组的颗粒饲料中粗脂肪的总量相同,并且控制各组犊牛采食量基本一致,最终导致脂肪分布到这些容易脂肪沉积的组织器官的量相同^[13],造成各处理组之间差异不显著。在本试验中,不同 NDF 水平的颗粒饲料对犊牛免疫器官的重量无显著影响,这说明增加颗粒饲料中粗料的水平,对犊牛的免疫功能没有造成不利影响。

近年来研究表明,日粮纤维水平对反刍动物的消化道发育有直接影响^[17]。日粮中保证一定量的粗饲料和非降解纤维素,有利于反刍动物消化道的生长发育。Johnson 等^[18]研究发现,刺激肠道发育的主要因素是可发酵纤维,并且认为可吸收营养物质的数量与消化道的质量有关。Johnson 等^[19]研究表明,在采食量和代谢能相同的情况下,日粮精粗比对消化系统各器官总重无显著影响。然而 Sainz 等^[20]研究发现,生长阉牛采食 95%粗饲料的小肠黏膜重量显著高于采食 15%粗饲料的。朱岩丽等^[21]研究指出,日粮中合理的 NDF 和淀粉配比能促进胃肠道的良好发育。本试验中处理组 IV 的肠道重量显著高于处理组 I,原因可能是当纤维物质在消化道流通时,会促进肠道重量的增加及肌肉层变厚,使肠粘膜面积增大,影响到粘膜乳头形态的变化^[22],最终促进肠道内营养物质的代谢。提高日粮中 NDF 水平,会降低日粮在胃肠道中的流通速度,造成有机物、非纤维性碳水化合物、粗蛋白及脂肪等营养物质的消化率^[23],从而影响到组织器官的发育。在本试验研究条件下,犊牛采食 NDF 水平高的颗粒饲料能显著促进肠道的发育。

3.3 不同 NDF 水平全价颗粒饲料对断奶犊牛复胃各胃室发育的影响

饲料的组成及形态、挥发性脂肪酸、瘤胃 pH 和微生物是影响瘤胃发育的主要因素。其中挥发性脂肪酸的比例是直接原因,瘤胃微生物的变化则是根本原因^[24]。犊牛只采食干草和牛奶,其瘤胃发育是

非常缓慢的^[25],这是因为犊牛瘤胃的正常菌群还未建立,和易发酵开食料相比,干草消化不完全,即使能提供一定的物理刺激,但其代谢终产物也不能为瘤胃的发育提供足够的化学刺激。但精料也不是越多越好,犊牛采食过多精料会导致角质层厚度增加,从而使瘤胃壁的吸收能力下降,最终导致瘤胃角质化不全和瘤胃炎的发生。日粮中碳水化合物的结构类型会影响挥发性脂肪酸和瘤胃微生物的变化,导致瘤胃发酵模式的改变,从而影响瘤胃的发育。瘤胃由 3 个生态相构成,每个生态相集中了特定的微生物和相关微生物代谢的底物及终产物,所以造成瘤胃上皮形态学和解剖学上的差异。纤维素细菌和淀粉分解菌可以分别使乙酸和丙酸产量增加,而纤毛虫能使丙酸发酵转变为丁酸发酵。

Suarez 等^[26]研究认为,日粮中所含碳水化合物的水平会影响到犊牛瘤胃的大小和组织形态的发育。Stobo 等^[27]研究发现,犊牛从饲喂精料到粗饲料的过程中,乳头出现了分支,他认为这是理想的营养物质吸收模型。然而也有研究认为^[28],反刍动物采食精饲料比采食粗饲料时瘤胃有更好的发育,是因为精料发酵使丁酸和丙酸的浓度升高,从而导致乙酸的浓度下降,最终影响到瘤胃菌群的改变和发育。桂林生^[29]研究发现,瘤胃、网胃和瓣胃的鲜重及其组织形态发育的程度随日粮中粗料比例的增加而提高;高精料日粮能够明显促进试验牛的内脏器官的发育。本试验处理组 IV 犊牛的复胃、瘤胃重及瘤胃占复胃总重的比例显著高于处理组 I、II,原因可能是粗饲料中碳水化合物经瘤胃微生物发酵产生的乙酸、丙酸和丁酸等挥发性脂肪酸可刺激瘤胃的发育。此外,粗料水平高的颗粒饲料中未降解的物质如 ADF 的含量高,能更好的提高瘤胃的重量,促进瘤胃上皮乳头的长度、宽度及瘤胃绒毛密度,并且这种物理性刺激可促进瘤胃容积增大^[30]。另外,从本试验中还得出,犊牛采食不同 NDF 水平全价颗粒饲料对各处理组网胃、瓣胃和皱胃的重量无显著影响。

4 结论

在本试验条件下,犊牛采食不同 NDF 水平全价颗粒饲料对屠宰性能和内脏器官的发育无显著影响,但 NDF 水平达到 37.68% 时能显著促进犊牛胃肠道的生长发育。

参 考 文 献

- [1] 曹兵海. 我国奶公犊资源利用现状调研报告[J]. 中国农业大学学报, 2009, 14(6): 23-30
- [2] 张保云. 荷斯坦公犊牛生产小牛肉效果及牦牛 CAST 基因多态性分析[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2010: 6-7
- [3] Baker C A, Salleh R M, Shafit H M. Effect of milk diets on growth performance and carcass composition as veal from Sahiwal-Friesian calves[J]. *Journal of Tropical Agriculture and Food Science*, 2001, 29(2): 247-251
- [4] 杨再俊, 李胜利, 邓磊, 等. 饲喂全乳和代乳粉对小白牛生长性能和胴体性状的影响[J]. 中国畜牧杂志, 2010, 46(1): 31-33
- [5] Weiss W, St-Pierre N, Willett L. Varying type of forage, concentration of metabolizable protein, and source of carbohydrate affects nutrient digestibility and production by dairy cows[J]. *Journal of Dairy Science*, 2009, 92(11): 5595-5606
- [6] Weimer P J. Manipulating ruminal fermentation: A microbial ecological perspective [J]. *J Anim Sci*, 1998, 76: 3114-3122
- [7] Nousiainen J, Rinne M, Huhtanen P. A meta-analysis of feed digestion in dairy cows. 1 The effects of forage and concentrate factors on total diet digestibility[J]. *Journal of Dairy Science*, 2009, 92(10): 5019-5030
- [8] Mertens D R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows[J]. *Journal of Dairy Science*, 1997, 80(7): 1463-1481
- [9] 庄涛. 不同 cNFC/cNDF 日粮对断奶后 3~6 月龄公犊牛胃肠道发育的影响[D]. 扬州: 扬州大学, 2012: 7-9
- [10] 禹爱兵, 庄涛, 张建刚. 不同 cNFC/cNDF 日粮在断奶犊牛瘤胃内的降解规律及对瘤胃发酵参数的影响[J]. 中国饲料, 2012(14): 22-26
- [11] Hill S R, Knowlton K F, Daniels K M, et al. Effects of milk replacer composition on growth, body composition, and nutrient excretion in preweaned Holstein heifers[J]. *Journal of Dairy Science*, 2008, 91(8): 3145-3155
- [12] 许贵善, 刁其玉, 纪守坤, 等. 不同饲喂水平对肉用绵羊生长性能、屠宰性能及器官指数的影响[J]. 动物营养学报, 2012, 24(5): 953-960
- [13] 王永超, 姜成钢, 崔祥等. 添加颗粒料对小牛肉用奶公犊牛生长性能、屠宰性能及组织器官发育的影响[J]. 动物营养学报, 2013, 25(5): 1113-1122
- [14] 邓磊. 代乳粉及维生素 E 对小白牛肉生产、肉品质的影响研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2006: 23-25
- [15] 刘萍, 孟庆翔, 解祥学, 等. 蒸汽压片玉米及膨化大豆对奶公犊牛生长和屠宰性能的影响[J]. 中国农业大学学报, 2013, 18(2): 124-129
- [16] Michael S, Allen M S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle[J]. *Journal of Dairy Science*, 2000, 83: 1598-1624
- [17] Lesmeister K E, Heinrichs A J. Effects of corn processing on growth characteristics, rumen development, and rumen parameters in neonatal dairy calves[J]. *Dairy Sci*, 2004, 87: 3439-3450
- [18] Johnson L M, Harrison J H, Davidson D, et al. Corn silage management: Effects of hybrid, maturity, chop length, and mechanical processing on rate and extent of digestion[J]. *Dairy Sci*, 2003, 86: 3271-3299
- [19] Johnson L R, Barret K E, Gishan F K, et al. Regulation of gastrointestinal growth[C]// Johnson L R. *Physiology of the Gastrointestinal Tract*. New York: Raven Press, 1987: 301-333
- [20] Sainz R D, Bentley B E. Visceral organ mass and cellularity in growth-restricted and refed beef steers[J]. *Anim Sci*, 1997, 75: 1229-1236
- [21] 朱岩丽, 李福昌, 王春阳, 等. 不同中性洗涤纤维与淀粉比例饲料对生长肉兔生产性能、盲肠发酵及胃肠道发育的影响[J]. 动物营养学报, 2013, 25(8): 1791-1798
- [22] Sun W, Goetsch A L, Forster L A. Forage and Splanchnic tissue mass in growing lambs: Effects of dietary forage level and source on splanchnic tissue mass in growing lambs[J]. *British Journal of Nutrition*, 1994, 71: 141-151
- [23] 张立涛, 李艳玲, 王金文, 等. 不同中性洗涤纤维水平饲料对肉羊生长性能和营养成分表观消化率的影响[J]. 动物营养学报, 2013, 25(2): 433-440
- [24] Beharka A A, Nagaraja T G, Morrill J L, et al. Effects of form of the diet on anatomical, microbial, and fermentative development of the rumen of neonatal calves[J]. *Dairy Sci*, 1998, 81(7): 1946-1955
- [25] Heinrichs A J, Lesmeister K E. Rumen development in the dairy calf [J]. *Advances in Dairy Technology*, 2005, 17: 179-187
- [26] Suarez B J, Van Reenen C G, Gerrits W J J, et al. Effects of supplementing concentrates differing in carbohydrate composition in veal calf diets: II. Rumen development[J]. *Dairy Sci*, 2006, 89: 4376-4386
- [27] Stobo, I J, Roy J H, Gaston, H J. Rumen development in the calf. 2. The effect of diets containing different proportions of concentrates to hay on digestive efficiency[J]. *Br J Nutr* 1966, 20: 189-215
- [28] Nocek, J E, Heald C W, Polan C E. Influence of ration physical form and nitrogen availability on ruminal morphology of growing bull calves[J]. *Dairy Sci*, 1984, 67(2): 334-343
- [29] 桂林生. 日粮精粗比对荷斯坦公牛生长发育、消化道组织形态及血液生化指标影响的研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2009: 23-32
- [30] Vazquez-Anon M, Cassidy T, McCullough P, et al. Effects of alimet on nutrient digestibility, bacterial protein synthesis, and ruminal disappearance during continuous culture[J]. *Dairy Sci*, 2001, 84: 159-66