

[编者按]犊牛健康成长是养牛产业发展的基础。初生犊牛消化系统、免疫系统、呼吸系统等发育不完善,生理营养供给方式、生存环境等发生改变,这个特殊阶段对犊牛生长和发育至关重要。我国在2020年已全面禁止抗生素作为饲料添加剂使用。本期特邀专家中国农业科学院饲料研究所、奶牛营养学北京重点实验室刁其玉研究员,对酸度调节剂、微生态制剂、酶制剂和植物提取物等新型饲料添加剂在犊牛生长发育方面的应用进行综述,这些添加剂具有抗病、促生长等效果,开发绿色安全高效的调控产品对推动畜牧业健康发展具有重要意义。

营养调控技术在犊牛培育中的应用

■ 刁其玉

(中国农业科学院饲料研究所 奶牛营养学北京重点实验室,北京100081)

摘要:初生犊牛消化、免疫系统发育不完善,弱小的犊牛易发生消化道、呼吸系统疾病,影响正常的生长发育,严重者造成终身发育受阻,甚至死亡。抗生素作为饲料添加剂,应用于犊牛日粮中具有抗病与促生长的作用,然而其弊端也日益凸显。近年来,国内研究者陆续探讨了多种营养调节剂如,酸度调节剂、微生态制剂、酶制剂、 β 葡聚糖和植物提取物等生物活性物质对犊牛的作用,取得了一系列进展,为犊牛营养调控和早期培育方案提供了科学依据和实际技术指导。

关键词:犊牛;酸度调节剂;微生态制剂;酶制剂;酵母 β -葡聚糖;植物提取物

doi:10.13302/j.cnki.fi.2020.07.001

中图分类号:S823

文献标识码:A

文章编号:1001-991X(2020)07-0001-07

The application of nutrition regulation technology in calf rearing

Diao Qiyu

Abstract: For newborn calves, the digestive system and immune system are not well developed. The young animals appear weak and suffer from digestive tract and respiratory system diseases, which will affect the normal growth and development, and even cause life-long development blocked or even death. Antibiotics, as feed additives, have the function of disease resistance and growth promotion when they are used in calf diets. However, their disadvantages are increasingly prominent. In recent years, domestic researchers have successively studied the effects of various nutritional regulators, such as acidity regulators, microecological agents, enzyme agents, β -glucan and plant extracts on calves. A series of progress has been made, which provides scientific basis and practical technical guidance for the nutritional regulation and early rearing strategies of calves.

Key words: calf; acidity regulator; microecological agents; enzyme agents; yeast β -glucan; plant extract

我国俗有“三岁看大,七岁看老”的古训。犊牛离开母体后经历巨大改变,生理营养,营养素由母体通过血液供给到独立肠道吸收;生存环境,由恒温、无菌

的子宫内环境到变温、有菌的圈舍。犊牛需要独立面对新的生活环境或一个新的世界,在这个特殊的生理阶段,犊牛的生存和发展面临多方面的威胁,其发病、死亡的80%发生在出生后的90 d内,而从出生到60 d则是幼龄畜营养调控的“窗口期”,这个阶段的营养素供给决定了之后生理阶段的机体生长发育,消化系统发育、免疫系统建立,决定了成年畜的机体健康和产品质量^[1]。幼龄阶段的动物处于机体生长发育最快,

作者简介:刁其玉,研究员,博士生导师,研究方向为反刍动物生理营养与饲料科学。

收稿日期:2020-02-13

组织器官功能快速完善,免疫系统加速构建的时期,可塑性极大,任何外界环境或营养等因素的干预调控,都可能对动物后续生长发育造成严重影响^[2]。

抗生素作为饲料添加剂,应用于犊牛饲料具有抗病与促生长的作用,然而随着抗生素的广泛使用,其弊端也日益凸显,不仅会引起细菌耐药性和产物产品药物残留等问题,对动物和人类健康造成的危害日益受到关注。目前世界各国已采取了一定的措施,在饲料生产和养殖业中,限制或禁止抗生素的使用,我国也将于2020年全面禁止抗生素作为饲料添加剂使用,因而开发绿色安全高效的调控产品是推动畜牧业健康发展的重要举措,主要在如下几个方面。

1 酸度调节剂

酸度调节剂是用来调节消化道酸度(或pH值)的一类物质,其种类包括了有机酸、无机酸及其盐类和混合酸,主要有盐酸、磷酸、柠檬酸(柠檬酸盐)、富马酸、乳酸、甲酸(甲酸盐)等。饲料中添加酸度调节剂可降低消化道pH值,提高营养物质消化率,抑制消化道有害微生物增殖,优化肠道微生物菌群结构,减少病原菌感染^[3],在单胃动物日粮中的使用比较普遍。

新生犊牛的瘤网胃的体积仅占复胃的1/3,皱胃是4个胃室最大的一个,并且具有与单胃动物胃相似的消化功能。初生动物胃底腺不发达,只分泌少量盐酸,并很快与胃黏液中有机物结合,其余少量的盐酸在胃肠道中形成游离酸,易造成胃肠道内容物pH值升高。试验表明,用乳制品为基础的代乳品饲喂犊牛,饲喂前,犊牛皱胃内容物的pH值在1.5~2.0之间,饲喂后即升高到6.0,随后又逐渐降低,6 h后降低到饲喂前水平^[4]。犊牛采食液体饲料后,皱胃pH值快速升高,可能会导致病原体(比如沙门氏菌或大肠杆菌)更易通过皱胃,这表明,降低皱胃内pH值是幼龄动物抵御病原菌的重要机制之一。犊牛采食含有大豆蛋白的代乳品后,食糜pH值下降速度较慢^[4],提示饲喂牛奶和饲喂代乳品造成的犊牛皱胃pH值变化是有差异的,要想使饲喂代乳品的效果尽量接近牛奶,降低代乳品pH值或许是一条可行之路。

屠焰(2010)系统研究了酸度调节剂对犊牛的生长发育各项指标的影响,见表1。结果表明,犊牛代乳品乳液pH值由6.2降至5.5、5.0和4.5时,犊牛平均日增重显著增加,然而,饲喂不同植物蛋白比例代乳品的犊牛,在平均日增重上的表现是不一致的。饲喂50%植物蛋白比例代乳品的犊牛,其日增重随着代乳品乳液pH值的降低而升高,顺序为处理pH值6.2组<

pH值5.5组<pH值5.0组<pH值4.5组;饲喂80%植物蛋白比例代乳品的犊牛,在乳液pH值由6.2降低到5.5、5.0时,日增重升高,但当代乳品乳液pH值降低到4.5时,其平均日增重则降低。饲喂不同植物蛋白比例代乳品的犊牛采食量上也有差异:饲喂50%植物蛋白代乳品的犊牛,其干物质采食量以pH值6.2组最高,pH值5.5组最低;饲喂80%植物蛋白代乳品者,在乳液pH值由6.2降低到5.5、5.0时,采食量逐渐升高,但当代乳品乳液pH值降低到4.5时,采食量有所降低。代乳品乳液pH值对犊牛血清中促炎因子IL-1 β 和TNF- α 水平有显著的影响,见表2。降低代乳品乳液pH值至5.0时,血清中IL-1 β 水平明显降低,TNF- α 水平也显著低于pH值5.5组和pH值4.5组^[5]。

酸度调节剂作为犊牛消化道系统的pH值调控剂,可以有效调整肠道酸度,创造益生菌的生长繁衍的环境,同时提高了营养物质的利用率,促进了机体生长发育和健康。

2 微生态制剂

微生态制剂是指有利于益生菌在体内占主导菌群,能够改善肠道微生物平衡,对动物产生有利作用的活的微生物制剂^[6]。微生态制剂的种类很多,目前常用的种类是乳酸菌、双歧杆菌、肠球菌、酵母培养物、啤酒酵母、米曲霉的提取物等。微生态制剂应用于犊牛日粮可以促进动物消化道菌群平衡,提高机体免疫力,减少疾病的发生,是理想的营养调控剂。健康犊牛体内肠道微生物通常处于平衡状态,当沙门氏菌、大肠杆菌等致病菌占主导或优势时,乳酸菌、芽孢杆菌等益生菌数量减少,处于被占位状态,犊牛消化道微生物区系紊乱,从而引起犊牛的腹泻、痢疾等症状,同时抑制了生长发育。

符运勤(2012)的试验表明,犊牛基础日粮中添加地衣芽孢杆菌(2×10^{10} CFU/d)可显著提高0~8周龄犊牛的平均日增重,改善饲料转化率(F/G),并且其效果优于地衣芽孢杆菌(2×10^{10} CFU/d)+枯草芽孢杆菌(2×10^{10} CFU/d)组合以及地衣芽孢杆菌(2×10^{10} CFU/d)+枯草芽孢杆菌(2×10^{10} CFU/d)和植物乳酸杆菌(2×10^{10} CFU/d)组合,见表3^[7]。杨春涛等(2016)的研究结果为,犊牛日粮中添加热带假丝酵母(5×10^9 CFU/d)和桑叶黄酮(3 g/d)在降低犊牛腹泻率方面存在显著的协同作用,可显著降低42~56日龄犊牛腹泻率(见表4)^[8],结果还显示,犊牛日粮中添加热带假丝酵母显著提高了断奶后犊牛日粮总能代谢率(ME/GE)、消化能代谢率(ME/DE)和氮利用率,添加桑叶黄酮显著提高了断

表1 不同酸度与植物蛋白比例代乳品对犊牛体重、日增重、干物质采食量和饲料转化率的影响

项目	pH					RVP			P值		
	6.2	5.5	5.0	4.5	SEM	50	80	SEM	pH	RVP	pH×RVP
体重(kg)											
21 d	47.4	45.2	40.6	46.0	1.27	44.2	45.5	1.27	0.836 4	0.810 3	0.051 8
35 d	47.7 ^{ab}	48.3 ^a	49.2 ^a	46.5 ^b	0.85	48.4	47.4	0.49	0.040 3	0.131 4	0.009 5
49 d	54.3 ^a	53.7 ^{ab}	53.2 ^{ab}	51.7 ^b	1.20	55.1 ^a	51.3 ^b	0.69	0.092 7	0.000 3	0.017 1
63 d	55.6 ^b	59.0 ^a	60.2 ^a	60.1 ^a	1.07	60.6 ^a	56.9 ^b	0.78	0.002 9	0.000 9	0.040 0
平均日增重(g)											
21~63 d	281.9 ^b	372.5 ^a	399.9 ^a	374.7 ^a	20.53	402.0 ^a	312.5 ^b	14.40	0.000 4 ¹	0.000 2	0.031 5
RVP=50%	338.4 ^c	400.0 ^b	397.8 ^b	471.7 ^a	21.76						
RVP=80%	225.4 ^c	344.9 ^{ab}	401.9 ^a	277.6 ^{bc}	37.82						
干物质采食量(kg)											
21~63 d	31.5	31.5	31.8	31.4	0.17	31.8 ^a	31.3 ^b	0.13	0.508 1	0.003 1	0.000 1
RVP=50%	32.4 ^a	31.2 ^c	32.0 ^{ab}	31.6 ^{bc}	0.20						
RVP=80%	30.7 ^b	31.8 ^a	31.5 ^c	31.2 ^{ab}	0.31						
饲料转化效率											
21~63 d	2.6	2.2	2.4	2.0	0.30	1.9 ^b	2.7 ^a	0.21	0.179 1	0.007 2	0.447 3

注:1. 同行数据肩标字母不同表示差异显著($P<0.05$),字母相同表示差异不显著($P>0.05$);表2、表3、表4、表5、表7、表8、表9同;

2. pH=代乳品乳液的pH值,RVP=代乳品中植物蛋白的比例;

3. 资料引自屠焰(2010)^[5]。

表2 不同酸度代乳品对犊牛血清促炎因子指标的影响

项目	pH				SEM	P值
	6.2	5.5	5.0	4.5		pH
IL-1β(pg/ml)	327.0 ^a	338.9 ^a	198.4 ^b	393.5 ^a	29.65	0.000 3
IL-6(pg/ml)	278.7	307.3	261.5	421.5	52.53	0.120 9
TNF-α(pg/ml)	43.7 ^{bc}	54.3 ^{ab}	35.9 ^c	61.5 ^a	6.47	0.016 7

注:1. IL-1 β :白细胞介素-1 β ;IL-6:白细胞介素-6;TNF- α :肿瘤坏死因子 α ;

2. 资料引自屠焰(2010)^[5]。

奶前犊牛对日粮能量的代谢率,以及沉积氮、氮利用率和氮的生物学价值,热带假丝酵母与桑叶黄酮在提高日粮代谢能、氮的生物学价值方面存在协同作用。周盟(2013)的试验显示,单独添加植物乳酸杆菌或复合益生菌(植物乳酸杆菌+枯草芽孢杆菌)对犊牛干物质采食量及日增重均影响不显著,但是能显著改善犊牛的饲料转化效率,8~10周时,添加植物乳酸杆菌组的饲料转化效率降低了21.02%,复合益生菌(植物乳杆菌+枯草芽孢杆菌)的饲料转化效率降低了23.01%;整个0~12周的试验期内,添加植物乳酸杆菌和添加复合益生菌(植物乳酸杆菌+枯草芽孢杆菌)的饲料转化效率分别降低了11.47%和10.39%。并且,添加植物乳酸杆菌(1.7×10^{10} CFU/d)或植物乳酸杆菌(1.7×10^{10} CFU/d)+枯草芽孢杆菌(1.7×10^{10} CFU/d)的复合菌,均可显著提高犊牛淋巴细胞转化率,降低血清中皮质醇浓度(见表5)^[9],对犊牛断奶应激具有缓解作用。

用益生菌制剂调控动物体内的微生态平衡,改善消化系统的菌群结构,进而促进营养物质的吸收是动物生理营养的发展方向。目前我国已经批准使用的活

菌种为35种(农业部第2045号公告),这个数据低于欧盟和美国批准的数量。成年反刍动物瘤胃生存着庞大的微生物区系,这个区系的平衡决定着消化系统中营养物质的代谢,饲草料是否充分利用,进而决定着整个机体的健康。在幼龄阶段通过益生菌调整消化道微生物平衡,将引导反刍动物消化道内微生物菌群有序地向着合理化发展,是整个集体生长发育和健康的基础。

3 酶制剂

犊牛出生后瘤胃发育刚刚开始,微生物的消化功能尚未建立,对营养物质的消化代谢方式类似于单胃动物,主要依赖于体内的各种消化酶,幼龄动物的消化酶分泌不够充分,特别是早期断母乳的犊牛就更需要在日粮中添加酶制剂,以补充内源消化酶的不足,酶制剂已经广泛应用于猪和鸡等单胃动物的日粮中。实际证明,对于反刍动物的犊牛与羔羊,日粮中添加酶制剂效果显著,可以改善饲料的利用效率,增加犊牛的增重效果。

邢壮等证明(2008),酶制剂可显著提高日粮可消化干物质、有机物、淀粉及蛋白质的进食量和营养物

表3 益生菌对犊牛平均日增重、采食量和饲料转化效率的影响

项目	处理组				SEM	固定效应P值		
	基础日粮	地衣芽孢杆菌	地衣+枯草	地衣+枯草+植乳		处理	周龄	处理×周龄
平均日增重(g/d)								
0~8周龄	523.50 ^b	626.25 ^a	541.93 ^{ab}	564.90 ^{ab}	36.134	0.22	<0.01	0.29
0~2周龄	70.00	115.00	70.00	105.64	79.753			
2~4周龄	278.00 ^b	457.50 ^a	232.00 ^b	366.89 ^{ab}	79.706			
4~6周龄	700.00	830.00	813.06	783.09	79.300			
6~8周龄	1 046.00	1 102.50	1 052.65	1 004.00	79.706			
饲料转化率F/G								
0~8周龄	2.35	2.04	2.30	2.23	0.170	0.53	<0.01	0.88
0~2周龄	4.37	3.39	3.53	3.58	0.445			
2~4周龄	2.26 ^{ab}	1.86 ^b	2.85 ^a	2.23 ^{ab}	0.281			
4~6周龄	1.32	1.35	1.19	1.45	0.281			
6~8周龄	1.46	1.54	1.61	1.64	0.281			

注:1. 地衣组:基础日粮+地衣芽孢杆菌(2×10^{10} CFU/d);

2. 地衣+枯草组:基础日粮+地衣芽孢杆菌(2×10^{10} CFU/d)+枯草芽孢杆菌(2×10^{10} CFU/d);

3. 地衣+枯草+植乳组:基础日粮+地衣芽孢杆菌(2×10^{10} CFU/d)+枯草芽孢杆菌(2×10^{10} CFU/d)+植物乳酸杆菌(2×10^{10} CFU/d);

4. 资料引自符运勤(2012)^[7]。

表4 热带假丝酵母菌与桑叶黄酮对断奶前后犊牛腹泻的影响

项目	日龄	处理				SEM	P值		
		基础日粮	热带假丝酵母	桑叶黄酮	热带假丝酵母+桑叶黄酮		处理	日龄	处理×日龄
腹泻率(%)	28~80	24.21	21.86	18.49	19.44	1.345	0.317	<0.001	0.692
	28~42	44.71	39.28	34.52	39.88	2.269	0.060		
	42~56	18.05 ^a	16.22 ^a	14.29 ^b	13.10 ^b	1.751	0.042		
	56~80	9.88	6.09	6.67	5.33	0.898	0.259		
粪便指数	28~80	1.30	1.28	1.23	1.25	0.019	0.472	<0.001	0.811
	28~42	1.54	1.49	1.41	1.51	0.046	0.117		
	42~56	1.21	1.25	1.18	1.18	0.024	0.081		
	56~80	1.16	1.10	1.09	1.07	0.014	0.172		

注:1. 热带假丝酵母组:基础日粮+热带假丝酵母(5×10^9 CFU/d);

2. 桑叶黄酮组:基础日粮+桑叶黄酮(3 g/d);

3. 热带假丝酵母+桑叶黄酮组:基础日粮+热带假丝酵母(5×10^9 CFU/d)+桑叶黄酮(3 g/d);

4. 资料引自杨春涛等(2016)^[8]。

表5 益生菌对犊牛断奶前后应激指标的影响

项目		处理			SEM	P值
		基础日粮	植乳	植乳+枯草		
肌酸激酶(U/g)	56 d	150.86	169.42	152.33	12.11	0.284
	58 d	182.75	197.92	174.4	11.31	0.164
	62 d	200.80	164.72	162.45	18.67	0.124
淋巴细胞转化率	56 d	0.45	0.57	0.50	0.08	0.37
	58 d	0.25 ^b	0.37 ^a	0.37 ^a	0.04	0.018
	62 d	0.41 ^b	0.6 ^a	0.48 ^{ab}	0.08	0.047
皮质醇(μ g/l)	56 d	14.48	13.26	14.23	1.27	0.611
	58 d	18.36 ^a	14.29 ^{ab}	14.00 ^b	1.89	0.046
	62 d	14.41	13.06	11.97	1.19	0.176
肾上腺素(ng/l)	56 d	117.84	112.35	116.74	13.16	0.908
	58 d	151.48	137.51	133.01	15.84	0.491
	62 d	122.53	122.2	118.34	15.01	0.953

注:1. 植乳组:基础日粮+植物乳酸杆菌 GF103 (1.7×10^{10} CFU/d);植乳+枯草组:基础日粮+植物乳酸杆菌 GF103 (1.7×10^{10} CFU/d)+枯草芽孢杆菌 B27(1.7×10^8 CFU/d);

2. 资料引自周盟(2013)^[9]。

质表观消化率。淀粉酶的添加可显著提高日粮淀粉表观消化率,胃蛋白酶添加则提高了有机物和淀粉的

消化率,而含胃蛋白酶和淀粉酶的复合酶组则明显提高有机物、淀粉和蛋白质的表观消化率;同时与单一

酶相比,复合酶添加也明显提高了有机物、淀粉、蛋白质的表观消化率^[10]。国春艳(2010)系统研究了外源酶制剂对3~7月龄后备牛生长性能的影响,见表6。结果表明,3月龄的后备牛饲喂添加木聚糖酶和纤维素酶的日粮,与对照组相比,日增重分别为593 g和639 g,试验组增加了7.8%;4月龄后备牛饲喂添加同样的酶制剂日粮与对照组比较,日增重分别为687 g和784 g,增加了6.93%;5月龄后备牛饲喂添加相同酶制剂的日粮与对照组犊牛的日增重分别为829 g和863 g,增加了4.1%。可以看出,随着犊牛月龄的增加,酶制剂的作用明显在减弱,这符合犊牛消化系统的发育规律,即随着年龄的增长,动物体内酶的分泌种类和分泌量都在增加,逐步满足机体的需要,这也说明,及早给动物补充外源酶是非常必要的^[11]。

表6 添加酶制剂对不同月龄后备牛体重和日增重的影响

项目	处理	0 w	2 w	4 w	6 w	8 w	全期增重
体重 (kg)	CT	120.4	128.5	136.8	144.9	153.6	33.2
	ET	120.9	129.2	137.6	146.8	156.7*	35.8*
	CA	142.7	151.8	160.3	170.1	181.2	38.5
	EA	142.6	151.8	162.1	173.4	184.5*	41.9*
	CM	160	170.3	180.9	193.6	206.4	48.4
	EM	159.6	170.1	182.4*	194.5	207.9	52.3*
SEM		3.55	3.56	3.69	3.99	5.12	0.71
P值		0.073	0.065	0.061	0.111	0.034	0.023
日增重 (kg)	CT		0.578	0.592	0.583	0.625	0.593
	ET		0.593	0.606*	0.657*	0.707*	0.639*
	CA		0.655	0.583	0.644	0.76	0.687
	EA		0.652	0.589	0.692*	0.793*	0.748*
	CM		0.736	0.825	0.836	0.914	0.829
	EM		0.751*	0.878*	0.864*	0.957*	0.863*
SEM			0.015	0.021	0.028	0.058	0.043
P值			0.054	0.047	0.021	0.012	0.003

注:1. 同一列中同一指标下,标注*处理表示与其他处理差异显著($P<0.05$),未标者表示差异不显著($P>0.05$);CT:3月龄对照组;ET:3月龄酶处理组;CA:4月龄对照组;EA:4月龄酶处理组;CM:5月龄对照组;EM:5月龄酶处理组;

2. 资料引自国春艳(2010)^[11]。

酶作为生物催化剂,使大分子的营养物质转化为可以被吸收的氨基酸、脂肪酸、单糖等可以被利用的小分子,机体组织得以生长发育。体内酶是动物消化营养物质的必要前提条件,外源酶的添加是对内源酶的补充或强化,对营养素的消化和利用有着直接正向促进的作用;同时酶制剂还具有对饲料中的抗营养因子分解破坏作用,能够破解抗营养因子如木质素、酚酸的组成,能够分解一些药物残留的结构,减轻对动物的负面作用,对于动物产品的安全有积极作用。

4 酵母 β -葡聚糖

酵母 β -葡聚糖主要来源于酵母细胞壁,是由D-

葡聚糖通过 β -(1,3)键的方式相结合,并含有高度分支的 β -(1,6)键结合的多聚糖。它在消化道中不可溶、不吸收、不产生黏性,具有免疫调节作用,McKee等^[12]报道日粮中添加 β -葡聚糖可以提高早期断奶犊牛平均日增重,目前, β -葡聚糖应用于犊牛饲料中的研究还较少。周怵(2010)^[13]通过犊牛生长性能、营养物质消化率、部分免疫指标、肠道微生物菌群及肠黏膜形态等方面,系统研究了在正常生产条件与大肠杆菌K99攻毒条件下酵母 β -葡聚糖对早期断奶的影响,以及通过体外培养评价了酵母 β -葡聚糖对大肠杆菌的抑菌效果。酵母 β -葡聚糖添加量为75 mg/kg组的犊牛日增重比对照组提高了14.81%,这个剂量的酵母 β -葡聚糖还具有免疫增强作用,显著提高了早期断奶犊牛血清中IgG、IgM、碱性磷酸酶和溶菌酶活性,见表7;同时降低了早期断奶犊牛的粪便评分值,见表8。

在早期断奶犊牛日粮中添加75 mg/kg的酵母 β -葡聚糖可有效改善犊牛胃肠道黏膜形态,增强了犊牛的体液免疫功能,降低犊牛直肠中大肠杆菌数量,提高犊牛直肠中乳酸杆菌数量,从而能降低犊牛腹泻发生频率,提高犊牛对营养物质的消化率,可以促进幼畜的生长发育。

5 植物提取物

植物提取物是指一类来源于植物的具有一种或多种生物学功能的物质,其有效成分均具有不同程度的抗菌作用,添加到动物饲料中能够起到促进生长、增强免疫力和预防疾病的作用,具有安全、高效、无抗、无残留、无污染的独特优势,成为抗生素替代物的研究热点。

饲料中添加植物提取物有助于改善消化过程,最终使动物表现出较高的生长性能,尤其是在生命的早期阶段^[14]。植物提取物可通过增强内源性酶分泌,改善肠道环境和微生物群落平衡以及增强肝脏功能,来更好地利用脂肪和蛋白质来影响动物健康^[15]。研究表明,桑叶黄酮可显著降低哺乳期犊牛的腹泻率,提高80日龄犊牛血清生长激素和类胰岛素生长因子-1浓度^[16]。绿茶提取物对犊牛肠道中双歧杆菌和乳酸菌有促进作用,同时可抑制有害菌的生长,减少犊牛腹泻的发生。

天然植物的主要功能因子为生物碱,是一类源自微生物、植物和动物的结构复杂、种类繁多的天然产物。血根碱($C_{20}H_{15}O_5N$)就是一种苯菲啶异喹啉类生物碱;天然白藜芦醇存在于葡萄(葡萄皮、葡萄籽中含量最高)、花生及中药虎杖等植物中,是一种植物抗毒素。张卫兵(2018)^[17]系统研究了白藜芦醇和血根碱对0~2月龄荷斯坦犊牛生长性能、血清指标以及健康

表7 酵母β-葡聚糖对早期断奶血清免疫指标的影响

项目		β-葡聚糖添加水平 (mg/kg)					
		0	25	50	75	100	200
IgG (ng/ml)	0 d	36.19±1.04	36.83±1.03	32.36±0.93	34.91±1.30	33.64±1.21	40.19±1.76
	14 d	53.52±2.11 ^a	56.74±1.09 ^a	58.68±1.32 ^a	85.49±0.95 ^b	78.97±1.12 ^b	74.25±0.82 ^b
	28 d	88.11±2.64 ^a	90.04±2.23 ^a	127.69±2.18 ^b	143.83±2.94 ^b	136.34±2.89 ^b	132.39±2.32 ^b
	42 d	117.74±3.99 ^a	128.37±3.41 ^a	164.85±3.47 ^b	175.41±3.82 ^b	156.68±3.55 ^b	143.87±3.97 ^b
IgA (μg/ml)	0 d	4.30±0.71	4.39±0.51	4.24±0.39	4.58±1.56	4.62±0.44	4.85±0.77
	14 d	5.15±1.09	4.60±1.48	4.72±0.38	4.90±0.95	5.38±0.56	5.45±0.56
	28 d	4.81±0.56	5.06±1.13	4.18±0.58	4.36±0.77	4.80±1.62	4.15±1.17
	42 d	4.38±1.01	4.97±0.63	5.02±0.63	4.81±1.64	4.83±1.54	5.07±0.86
IgM (μg/ml)	0 d	11.02±0.95	11.94±1.02	11.09±0.82	11.33±0.63	11.06±0.31	11.05±0.33
	14 d	14.09±0.99 ^a	16.85±0.65 ^{ab}	16.76±0.41 ^{ab}	20.26±0.67 ^b	17.99±0.82 ^{ab}	17.36±0.32 ^{ab}
	28 d	16.80±0.99	16.09±1.42	17.42±1.68	18.82±0.55	17.72±0.92	17.10±0.78
	42 d	20.80±1.23 ^a	22.96±1.40 ^a	24.29±1.42 ^{ab}	25.04±1.71 ^b	25.79±1.66 ^b	23.49±1.43 ^{ab}
碱性磷酸酶 (U/l)	0 d	185.00±11.34	207.00±21.55	222.67±17.68	231.67±15.63	190.67±23.11	214.67±19.77
	14 d	138.33±21.95 ^a	129.33±18.44 ^a	125.67±11.34 ^a	183.67±16.87 ^b	128.33±20.68 ^a	138.67±17.56 ^a
	28 d	125.00±13.28 ^a	113.00±15.97 ^a	117.33±21.00 ^a	184.33±18.75 ^b	159.67±14.87 ^b	156.33±21.90 ^b
	42 d	123.33±12.18 ^a	140.00±13.21 ^a	139.33±14.56 ^a	209.61±19.66 ^b	167.67±16.43 ^b	174.33±14.90 ^b
溶菌酶 (μg/ml)	0 d	6.04±1.47	6.18±2.04	6.63±0.74	6.48±1.68	6.15±1.27	6.51±1.93
	14 d	6.54±0.90	6.40±1.31	6.82±0.58	7.01±1.03	6.93±1.60	7.09±1.26
	28 d	6.60±2.02 ^a	6.55±1.09 ^a	6.98±1.66 ^a	7.25±1.62 ^{ab}	7.21±1.95 ^{ab}	7.32±2.57 ^b
	42 d	6.61±0.74 ^a	7.40±1.69 ^b	7.51±0.34 ^b	7.60±1.39 ^b	7.80±0.94 ^b	7.66±2.49 ^b

注:资料引自周怿(2010)^[13]。

表8 酵母β-葡聚糖对早期断奶犊牛粪便指数的影响

项目	β-葡聚糖添加水平 (mg/kg)					
	0	25	50	75	100	200
0~14 d	2.00±0.10 ^b	1.96±0.14 ^b	1.66±0.07 ^a	1.50±0.04 ^a	1.71±0.09 ^{ab}	1.91±0.21 ^b
15~28 d	1.91±0.16 ^b	1.64±0.06 ^{ab}	1.36±0.13 ^a	1.21±0.02 ^a	1.36±0.02 ^a	1.67±0.05 ^{ab}
29~42 d	1.83±0.19 ^b	1.54±0.11 ^{ab}	1.33±0.08 ^a	1.22±0.08 ^a	1.33±0.12 ^a	1.60±0.05 ^{ab}
43~56 d	1.67±0.09 ^a	1.44±0.08 ^{bc}	1.13±0.05 ^b	0.67±0.01 ^a	1.21±0.14 ^b	1.46±0.10 ^{bc}

注:资料引自周怿(2010)^[13]。

状况的影响。结果表明,在日粮中添加白藜芦醇和血根碱使56日龄犊牛的体重增加了1 kg,它们的一个显著的作用是,白藜芦醇和血根碱可显著降低血清中游

离脂肪酸和胰岛素水平,白藜芦醇可显著提高犊牛血清生长激素、表皮生长因子和类胰岛素样生长因子-1浓度,见表9。

表9 白藜芦醇和血根碱对犊牛血清营养物质代谢以及内分泌指标的影响

项目	处理			SEM	P值
	代乳粉组	血根碱	白藜芦醇		
血清尿素氮 (mmol/l)	6.41	7.50	4.56	0.638	0.227 0
游离脂肪酸 (mmol/l)	0.44 ^a	0.38 ^b	0.36 ^b	0.012	0.002 4
皮质醇 (ng/ml)	16.55	19.52	16.23	0.833	0.380 4
胰岛素 (u/ml)	15.29 ^a	10.12 ^b	8.61 ^b	1.098	0.002 1
去甲肾上腺素 (pg/ml)	398.74	370.6	430.1	28.184	0.349 6
生长激素 (ng/ml)	3.94 ^b	3.95 ^b	4.55 ^a	0.091	0.000 7
表皮生长因子 (ng/ml)	0.81 ^b	0.64 ^c	0.88 ^a	0.020	0.000 1
类胰岛素样生长因子-1 (ng/ml)	167.44 ^b	168.57 ^b	213.37 ^a	6.004	0.000 1

注:资料引自张卫兵(2018)^[17]。

白藜芦醇或血根碱是2种新型的天然植物提取物,它们具有增加犊牛的胸围和十字部高并对犊牛采食量有促进作用的趋势,白藜芦醇对生长激素、表皮

生长因子、IGF- I 具有增加的作用;56日龄,血根碱组犊牛瘤胃乙酸浓度显著高于对照组,白藜芦醇组犊牛瘤胃液乙酸/丙酸值显著高于对照组。白藜芦醇和血

根碱具有作为生长促进剂的潜在功能。天然植物提取物因其具有天然性、多功能性、低毒副作用、无抗药性等独特性质,而逐渐成为抗生素、激素、化学合成品等产品的理想替代品。目前我国农业部公布了117种食药同源的植物,可以广泛用于动物的营养与饲料中,为养殖业的发展起到促进作用。

6 结论与展望

犊牛培育是养牛产业的关键环节,是提高牛群质量和生产水平的一项重要技术措施,犊牛健康成长是养牛产业发展的基础。我国优质后备畜生产是产业发展的薄弱环节,有些牛场犊牛的死亡率高达20%甚至以上,新生犊牛免疫功能没有建立,对病原菌与病毒的抵抗力很弱,易造成感染而患疾病,直接影响犊牛的健康生长。酸度调节剂、微生态制剂、酶制剂和植物提取物等新型饲料添加剂对犊牛的生长发育具有抗病促生长显著效果,有效减少疾病发生率,提高生产性能。然而,生产实践中,这些饲料添加剂的功效受到一系列因素的影响,包括活性成分的组成、饲喂方式和饲喂量以及动物健康状况等,仍需开展更为深入的研究。

参考文献

- [1] Diao Qi-yu, Zhang Rong, Tu Yan. Current research progresses on calf rearing and nutrition in China[J]. Journal of Integrative Agriculture, 2017, 16: 60345-60347.
- [2] Qiyu Diao, Rong Zhang, Tong Fu. Review of Strategies to Promote Rumen Development in Calves[J]. Animals, 2019, 9: 490.
- [3] Woodford S T, H. D. Whetstone, Murphy M R, et al. Abomasal pH, nutrient digestibility, and growth of Holstein bull calves fed acidified milk replacer[J]. J. Dairy Sci., 1987,70:888-891.
- [4] Colvin B M, Lowe R A, Ramsey H A. Passage of digesta from the abomasum of a calf fed soy flour milk replacers and whole milk [J]. J. Dairy Sci., 1969,52:687-688.
- [5] 屠焰. 代乳品酸度及调控对哺乳期犊牛生长性能、血气指标和胃肠道发育的影响[D]. 北京:中国农业科学院, 2010.
- [6] Fuller J R. Probiotics in man and animals[J]. Appl. Bacteriol., 1989,66:365-378.
- [7] 符运勤. 地衣芽孢杆菌及其复合菌对后备牛生长性能和瘤胃内环境的影响[D]. 北京:中国农业科学院, 2012.
- [8] 杨春涛, 曲培滨, 刁其玉, 等. 热带假丝酵母菌与桑叶黄酮对犊牛营养物质代谢和瘤胃发酵的影响[J]. 动物营养学报, 2016,28(1):224-234.
- [9] 周盟. 植物乳酸杆菌和枯草芽孢杆菌及其复合菌在断奶仔猪和犊牛日粮中的应用[D]. 北京:中国农业科学院, 2013.
- [10] 邢壮, 张有貌, 莫放, 等. 外源酶制剂对犊牛日粮营养物质表现消化率的影响[J]. 饲料研究, 2008(8): 62-64.
- [11] 国春艳. 木聚糖酶和纤维素酶对后备奶牛生长代谢、瘤胃发酵及微生物区系的影响[D]. 北京:中国农业科学院, 2010.
- [12] McKee C A, Eicher S D, Johnson T R. Ascorbic acid and a beta-glucan product from *Saccharomyces cerevisiae* influence on dairy calf well-being[J]. Journal of Dairy Science, 2000, 83(1): 134.
- [13] 周峰. 木聚糖酶和纤维素酶对后备奶牛生长代谢、瘤胃发酵及微生物区系的影响[D]. 北京:中国农业科学院, 2010.
- [14] Williams P, Losa R. The use of essential oils and their compounds in poultry nutrition[J]. World Poultry, 2001, 17(4):14-15.
- [15] Seifzadeh S, Aghjehgheshlagh F M, Abdibenemar H, et al. The effects of a medical plant mix and probiotic on performance and health status of suckling Holstein calves[J]. Italian Journal of Animal Science, 2017, 16(1):44-51.
- [16] Zhang L Y, Qu P B, Tu Y, et al. Effects of Flavonoids from Mulberry Leaves and *Candida tropicalis* on Performance and Nutrient Digestibility in Calves[J]. Kafkas. Univ. Vet. Fak. Derg., 2017, 23(3): 473-479.
- [17] 张卫兵. 白藜芦醇和血根碱对犊牛生长发育、瘤胃发酵和肝脏基因表达的影响[D]. 北京:中国农业科学院, 2018.

(编辑:董玲, msdongling@163.com)

作者简介 Author



刁其玉, 山东威海人, 反刍动物营养与饲料专家。德国哥廷根大学动物生理营养学博士, 中国农业科学院博士生导师, 反刍动物创新团队首席科学家, 饲料研究所二级研究员, 兰州大学博士生导师, 奶牛营养学北京重点实验室主任, 国务院特殊津贴专家, 全国农业先进工作者, 国家重大专项首席科学家, 动物营养学会反刍动物专业组主任。

长期在反刍动物生理营养领域开展科学研究与技术实践工作, 在幼畜的培育方面获得多项研究成果, 获得国家专项出版基金, 出版《犊牛生理营养与高效健康培育》。