

中国期刊方阵双效期刊

北方优秀期刊

辽宁省一级期刊

《中国学术期刊综合评价数据库》来源期刊
《中国期刊网》、《中国学术期刊(光盘版)》
全文收录期刊

2007年第28卷第23期

(总第308期)

(1980年创刊)

主管单位:

辽宁省经济委员会

主办单位:

辽宁省农牧业机械研究所

编辑出版:饲料工业出版社

地址:沈阳市金沙江街16号6门

邮编:110036

电话:总编室(024)86391923

编辑一室(024)86391926(传真)

编辑二室(024)86391925(传真)

网络发行部(024)86391257

投稿邮箱:ig@feedindustry.com.cn

网站:www.feedindustry.com.cn

总编辑:陈广鹏

副总编辑:沈桂宇 程成德

新任编辑:栾成德

广告全权代理:沈阳兴广告有限责任公司

总经理:林勇

副总经理:荣立勇

地址:(110036)沈阳市长江街126号甲

B幢4单元1610室

电话:(024)86276137 86276627

传真:(024)86276127

邮箱:slyygb@163.com

印刷:辽宁省印刷技术研究所

国内发行:辽宁省报刊发行局

国外发行:中国国际图书贸易总

公司(北京399信箱)

出版日期:每月5日、20日出版

国外代号:M4290

国内统一连续出版物号:CN21-1169/S

国际标准连续出版物号:ISSN1001-991X

邮发代号:8-163

发行范围:国内外发行

广告许可证:辽工商广字01-82号

开户行:中信银行沈阳分行惠安支行

帐号:72214101826000548-49

每期定价:6.00元

如需转载本刊文章及图片,请注明
摘自《饲料工业》杂志,并寄样刊。

饲料

SILIAO GONGYE

工业

(半月刊)

目次

工艺设备

■1 加工工艺参数对水产颗粒料耐久性的影响 程秀花 杨应举

■4 卧式灭菌机的研制与应用 于泉 孟凡志

肽营养

■5 Alcalase、Flavourzyme 合用体外水解豆粕 吕刚 张克英

生产大豆肽混合物的参数研究 金赛勉 李玉才 付培芬

小鼠对动物生产性能免疫功能的影响 张吉鹏 廖中保 刘林秀等

■12 饲用大豆多肽替代进口鱼粉与乳清粉对仔猪生产性能的影响研究

营养研究

■15 增食欲素及其生理功能研究进展 李宗付 邓雪娟

■18 断奶仔猪必需氨基酸营养需要研究 胡新旭 吴兴利 赵立鸿等

试验研究

■22 多菌体转化玉米秸秆生产蛋白饲料的研究 罗建成 臧晋

■26 小麦秸秆氨化中尿素氮水平对其品质的影响 吕贞龙 陈后庆 尹召华等

■29 益生菌和丝兰提取物降低猪舍有害气体浓度的效果试验

..... 王俐 张红星 朱鹤岩

饲养试验

■31 γ -氨基丁酸对生长肥育猪生长性能和胴体品质的影响 曹德瑞 邹晓庭

■34 慢性氟中毒对公鸡血浆促黄体生成素的影响 杨娟

检测技术

■37 鹿半粉饲料中吗啡的价值探讨 宋代军 黄嫒嫒

■40 近红外光谱分析与传统方法检测玉米中营养成分的比较 檀其梅 周杰

■42 近红外光谱技术与饲料质量评价 王海东 秦玉昌 李军国等

反刍动物营养

■45 抗氧化营养素对奶牛健康和牛奶风味的影响 马燕芬 赵军

■48 结合¹⁵N示踪法研究日粮蛋白水平对山羊氮代谢的影响 贾青 康红 徐红蕊等

■52 浅析半胱氨酸在反刍动物生产中的应用 王宗伟 李慧莲 曹秀青等

专题论述

■54 如何防止劣质油脂应用于动物饲料 马现永 林映才 周桂莲

■58 养殖业中日粮阴阳离子平衡的研究 徐运杰 方热军

问题探讨

■61 经济、营养饲料配方的设计 刘辉 杨克勤

特种养殖

■62 饲料原料中污染物对水稻繁殖性能的影响 王林会 徐永平 李淑英

信息采编

■36 美国人是如何养猪的

■39 初冬谨防鸭“倒蛋”

■57 禽流感、口蹄疫疫情继续保持下降态势

企业标识展示



正启人才工程
(0519)7309867



通济集团
(028)85188888



江苏中农
(0514)7848811



江苏北方
(0412)3430018
(024)88080922



东阳自动化
山东东阳
(0515)3719406



FOSP
江苏凤友
(0519)88309988



Dobeite-Victory
通高维尔
www.dobeite-victory.com
(029)87053008



邢达机械
(0519)87906658



KDN
康地恩生物
(0532)88966607



武汉振华
(027)83569722



KING POWER
杭州康德威
(0571)86433111



KING POWER
杭州康德威
(0571)86433111



YING CHUN
山东迎春粮食
(0546)8057585



景山成
(0455)7703213



Haid
广州海大
(020)84460169



Haid
广东山比克
(0760)3113061

加工工艺参数对水产颗粒料耐水性的影响

程秀花 杨应举

摘要 试验研究了原料粉碎粒度、调质温度、后熟化时间、入模水分和环模压缩比五个因素对水产颗粒料耐水性的影响。结果表明:①通常鱼用饲料的粉碎粒度过40目(0.425 mm)≥95%、调质温度控制在85℃以上、原料入模水分在14%~16%、后熟化时间为10~15 min,环模压缩比在15左右为宜;②河蟹配合颗粒饲料的粉碎粒度过80目≥90%、调质温度控制在80~90℃、原料入模水分在17%~20%、后熟化时间在20~30 min、环模压缩比在18~20为宜;③对虾配合颗粒饲料的粉碎粒度过80目≥90%、调质温度控制在80~90℃、原料入模水分在17%~20%、后熟化时间在20~30 min、环模压缩比在18~22为宜。

关键词 颗粒饲料;粉碎粒度;调质;耐水性

中图分类号 S816.8

Effect of the processing parameters on the durability for aquatic pelleted feed

Cheng Xiuhua, Yang Yingju

Abstract In this paper, the effects that size reduction of the raw material, the conditioning temperature, the post-cooking time, the conditioning moisture content and the compressing ratio of the die on the durability for the aquatic pelleted feed were studied. The results showed that: to obtain the higher durability, 95 percent of the size reduction was under 0.425 mm; The conditioning temperature was above 85℃; the conditioning water content was 14%~16% and the compression ratio of the die was 15 for the fresh-water fish; For the fresh-water crab and the prawn, the correspondently indexes as above were: 90 percent of the size reduction was under 0.180 mm; The conditioning temperature was above 80~90℃; The conditioning water content was 17%~20% and the compression ratio of the die was 18~20, respectively. The post-cooking time was 20~30 min and the compress ratio of the die was 18~20 for the former and 18~22 for the latter.

Key words pelleted feed; the size reduction; conditioning; durability

水产饲料的耐水性,也叫水中稳定性,是指水产颗粒料在水中浸泡一定时间后,保持组成成分不被溶解和散失的性能,是衡量水产饲料质量的一个非常重要的指标。耐水性是一个综合性指标,它表征了水产饲料在水中的保形性、可摄取性、不溃散性、不溶性,一般以一定时间内饲料在水中的散失量与饲料总量之比的百分数表示(即散失率或溶失率)。影响水产饲料耐水性的因素较多,概括起来主要包括以下几个方面:①饲料自身的质量,亦可称为内在质量因素,主要取决于原料选择,包括适宜的淀粉、粗纤维和水分含量及粘合剂等;②加工工艺条件的影响,包括粉碎粒度、调质温度、环模压缩比等;③饲料投放的养殖水体。本试验主要讨论加工工艺参数对水产颗粒料耐水

性的影响。

1 材料与方法

1.1 试验材料(见表1)

表1 饲料各成分配方比例及粗蛋白含量(%)

项目	淡水鱼料	河蟹料	对虾料	粗蛋白
菜粕	20.0	13.0	4.0	38.0
乌贼粉	-	5.0	8.0	40.0
虾壳粉	-	4.0	6.0	36.0
棉粕	8.0	8.0	4.0	40.0
豆粕	25.0	21.5	26.5	43.0
进口鱼粉	10.0	12.0	22.0	64.0
谷朊粉	-	-	2	72
沸石	1.0	-	-	0
米皮	8	-	-	13
麸皮	7.5	5.0	4.0	15.5
次粉	10.0	6.0	-	14
特二粉	-	18	16	11
标准粉	5.0	-	-	11
磷酸二氢钙	1.5	2.5	2.5	0
油脂	2.0	3.0	3.0	0
预混料	2.0	2.0	2.0	0
合计	100	100	100	
粗蛋白	32.10	32.10	37.78	

程秀花,扬州大学动物科技学院,博士,225009,江苏扬州大学文汇路校区。

杨应举,南通巴大饲料有限公司。

收稿日期:2007-09-23

本试验在南通巴大饲料有限公司水产饲料生产线上进行,样品取自该公司现生产销售的不同配方的三种水产饲料各一组,饲料均采用相同的生产工艺流程,避免了加工工艺的改变对饲料耐水性的影响。

1.2 颗粒料溶失率的测定方法

1.2.1 仪器与设备

恒温烘干箱;天平,感量为 0.01 g;立式搅拌器;量筒,500 ml;温度计,精度为 0.1 ℃;秒表;自制圆筒形网筛,网筛框高 6.5 cm,直径 10 cm,金属筛网孔尺寸应小于被测饲料颗粒直径。

1.2.2 试验步骤

称取 10 g 试料(准确至 0.1 g)放入已备好的圆筒形网筛内,然后置于水深为 5.5 cm 的容器中浸泡,水温为(25±2) ℃,然后把网筛从水中缓慢提升至水面,又缓慢沉入水中,使饲料离开筛底,按各养殖对象颗粒饲料产品标准中规定的浸泡时间。如此反复三次后,取出筛网,斜放沥干附水,把网筛内饲料置于 105 ℃烘箱内烘干至恒重,同时,称取一份未浸水同样试样的试料(对照料),置 105 ℃烘箱内烘干至恒重,按公式计算。每个试样取两个平行样进行测定,以计算其算术平均值为结果,数值表示至一位小数,允许相对误差 ≤4%。

$$S = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1} \right) \times 100\%$$

式中: S——溶失率(%);

m_1 ——对照料烘干后质量(g);

m_2 ——浸泡料烘干后质量(g)。

1.3 试验数据的处理

使用 DPS 统计软件对各个指标进行分析,用 LSD 法进行多重比较。以 $P < 0.01$ (差异极显著)、 $P < 0.05$ (差异显著)作为差异显著性判断标准。

2 结果与讨论

2.1 原料粉碎粒度对颗粒料耐水性的影响

试验测定原料粉碎粒度对颗粒饲料耐水性的影响。材料采用表 1 中提供的配方,三种饲料采用相同的加工工艺流程,即采用二次粉碎工艺,首先用锤片式粉碎机进行粗粉碎,之后再行微粉碎。在保持同一产品的配方和加工工艺不变的情况下,取同一品种的饲料各 3 组,对其进行耐水性试验,测定三种饲料的溶失率,试验结果如图 1 所示。

从图 1 中可以看出:淡水鱼颗粒饲料的溶失率随着原料粉碎粒度从 28 目增加到 80 目而呈现逐渐递减的趋势,也就是饲料的耐水性呈逐渐提高的趋势,

但是,当原料粉碎粒度从 36 目增加到 40 目时,溶失率降低的速率较从 40 目增加到 60 目时的溶失率降低的速率要高。考虑到生产实际中的经济性,淡水鱼饲料的粉碎粒度控制在 40 目左右为宜。河蟹和对虾颗粒饲料的溶失率随着原料粉碎粒度从 40 目增加到 120 目也呈现逐渐降低的趋势,在实际生产中同样考虑生产的经济性和河蟹及对虾本身对原料粒度的要求,一般将河蟹和对虾颗粒料的原料粉碎粒度控制在 80 目较为合适。

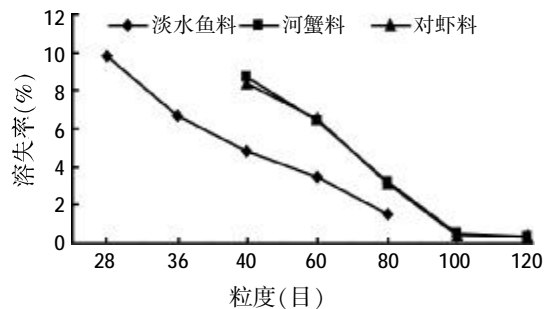


图 1 原料粉碎粒度对颗粒料耐水性的影响

2.2 调质温度对颗粒饲料耐水性的影响

调质是一个短时高温过程,调质温度的高低直接决定着物料的制粒特性和颗粒饲料的质量。该工艺采用多级调质,在保持原料粉碎粒度不变的条件下,改变原料的调质温度,测定其耐水性。饲料配方仍采用表 1 中提供的配方,试验结果如图 2 所示。

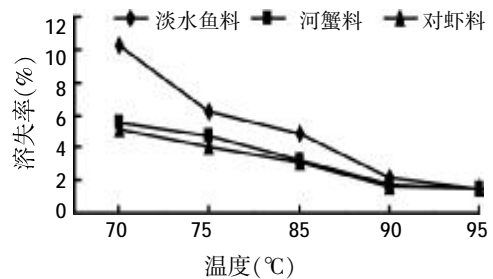


图 2 调质温度对颗粒料耐水性的影响

从图 2 中可以看出:三种颗粒料当调质温度达到 90 ℃时,再增加调质温度对饲料溶失率的影响并不是十分显著。虽然整体上随着调质温度的增高饲料的溶失率降低,但由于水生动物采食习性的不同,虾、蟹均为底栖性动物,习惯在水底采食,虾、蟹的另一个采食习性是“啃食”或“舔食”,这就要求饲料有良好的耐水性并柔软易食。硬颗粒鱼料采用投饵机喂食,投饵后立刻被吞食,水中稳定性一般保持 8~10 min 左右;河蟹和对虾料投入水中后,沉入水底,虾、蟹慢慢食用,

水中稳定性一般保持在 1~2 h 左右。因此,并不是溶失率越低越好。根据鱼类生长特点、大规模生产需要及养殖户的要求,实际生产中我们通常选用:鱼用颗粒料调质温度控制在 85℃以上;河蟹颗粒料调质温度控制在 80~90℃;对虾配合颗粒料调质温度控制在 80~90℃为宜。

2.3 后熟化时间对颗粒料耐水性的影响

后熟化一方面能促使淀粉进一步糊化,另一方面也可使在制粒工序产生的颗粒裂纹愈合,提高颗粒料的质量。该工序将会对颗粒饲料在水中的稳定性产生重要影响,具体结果如图 3 所示。

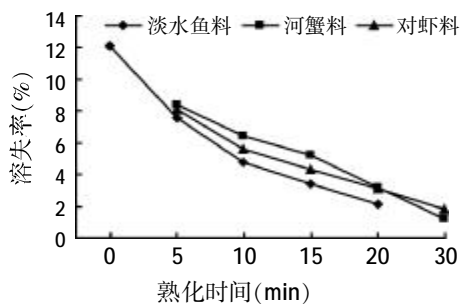


图 3 后熟化时间对颗粒料耐水性的影响

从图 3 中可以看出:淡水鱼料的后熟化时间保持在 10~15 min 为宜;河蟹颗粒料后熟化时间在 20~30 min;对虾配合颗粒料后熟化时间在 20~30 min。

2.4 入模水分对颗粒料耐水性的影响

原料在压制颗粒之前进行调质,通过饱和蒸汽的湿热处理,改善原料中的水分含量,使其易于制粒成型。入模水分的高低反映了调质的强弱程度,当入模水分低于 14% 时,只有模辊间隙为 0.3 mm 可进行有效制粒,但生产率偏低,电耗偏高。当模辊间隙增大为 1.0 mm 时,入模水分高于 7.5% 就很难进行有效制粒,另外,由于制粒和随后的冷却过程可去除的水分有限,过高的入模水分将使颗粒饲料很难达到安全储藏水分,因此,不宜采用过高的入模水分。入模水分的高低还直接关系到颗粒饲料耐水性的高低,本试验所测定的入模水分与饲料耐水性的关系如图 4 所示。

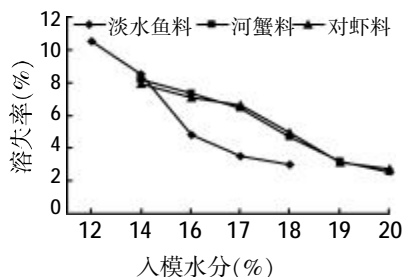


图 4 入模水分对颗粒料耐水性的影响

从图 4 可以看出:鱼用饲料原料入模水分在 14%~16%、河蟹颗粒料原料入模水分在 17%~20%;对虾配合颗粒料原料入模水分在 17%~20%为宜。

2.5 环模压缩比对颗粒料耐水性的影响

环模压缩比也称为压模孔的长径比,随着压模厚度的减小,颗粒生产率会显著提高,电耗降低,但颗粒质量亦随之降低。一方面在生产过程中造成粒化系数过低,另一方面对颗粒饲料耐水性也会产生一定的影响。同时,环模长径比对饲料产品的外观质量影响较大,主要是物料在环模孔内挤压时间长短引起的,长径比越大,挤压时间越长,物料温度偏高,产品颜色偏深;长径比越小,挤压时间越短,物料温度不高,产品颜色偏浅,且成品颗粒料的大小直接影响到水生动物的采食和饲料的有效利用率。本试验研究了环模压缩比对颗粒饲料耐水性的影响,结果见图 5。

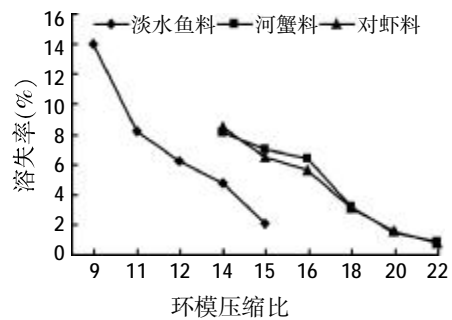


图 5 环模压缩比对颗粒料耐水性的影响

从图 5 中可以看出:三种颗粒料的溶失率均随着压缩比的增大而呈下降趋势。实际生产中,综合考虑以上因素,淡水鱼颗粒料的环模压缩比以 15 左右为宜;河蟹颗粒料环模压缩比在 18~20;对虾颗粒料环模压缩比在 18~22 较为合适。

3 结语

本文仅在实验的条件下研究了原料粉碎粒度、调质温度、后熟化时间、入模水分含量及环模压缩比对水产颗粒料耐水性的影响。实际生产过程中影响颗粒料耐水性的因素还有很多,比如所添加的粘合剂类型、后喷涂的工艺类型以及油脂添加量的多少等,只有合理的工艺流程和可靠的工艺参数相结合才能不断提高颗粒饲料的质量。

(参考文献若干篇,刊略,需者可函索)

(编辑:崔成德, cuiengde@tom.com)

卧式灭菌机的研制与应用

于井泉 孟凡志

玉米芯颗粒粉载体是用于兽药、饲料及化工等领域的原料,是粕类颗粒粉载体的理想替代产品,由于国内开发较晚,对各种质量指标还没有严格的控制,特别是其所含的各种菌类指标。而国际市场上销售的用玉米芯颗粒粉载体作为主要原料制成的各种兽药,对各种菌类指标有严格的控制要求,因此必须对玉米芯颗粒粉载体进行灭菌处理。

据调查和掌握的资料,玉米芯颗粒粉载体的灭菌目前国外是采用低温冷冻方法完成的,而国内尚无先例。国内其它行业如:油脂工业的软化设备,粮食工业的烘干设备,食品行业的烘烤设备等虽然都可以用来对玉米芯颗粒粉载体的灭菌,但它们或是能耗太高,或是效果不稳定、或是间歇式生产,都不适合本产品灭菌用。因此,经过一年反复试验论证,我们设计制造的BKM95型卧式灭菌机,经使用效果稳定,耗煤、耗电少,物料无焦糊现象,满足灭菌的工艺要求。

1 设备工作原理

利用内衬多头螺旋带倾斜角度的拨料翅的倾斜滚筒,经调速、减速电机的齿轮转动,带动滚筒低速旋转,将物料均匀抛洒在利用高温导热油为介质的同速旋转鼠笼式加热装置上,依据物料的性质、品种的不同,随时调整滚筒内温度和滚筒转速,达到杀灭物料中所含霉菌、酵母菌及沙门氏菌等的目的。

2 结构特点

① 采用多头螺旋带倾斜角度的拨料翅,使物料由上向下均匀抛撒在整个滚筒内鼠笼式加热装置上,充分利用热源。

② 采用鼠笼式加热装置,利用高温导热油为加热介质,循环使用,充分利用了热源,较以空气和水蒸气为介质的设备,大大节省能源。

③ 采用调速、减速电机,使滚筒的转数可根据物料不同的情况随时调整,较单采用减速电机更具灵活性。

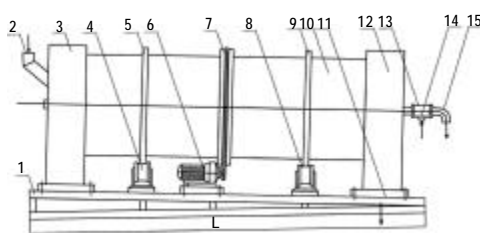
④ 采用齿轮转动,使滚筒运转平稳,物料受热均

匀透彻。

⑤ 滚筒的转动使物料翻动更加均匀,避免其它形式的设备死角造成物料焦糊现象。

⑥ 能量消耗大大降低,电耗仅为其它类似设备的十分之一,使生产成本大大降低。

卧式灭菌机的结构如图1所示。



1.机座 2.进料口 3.前保温罩 4.支撑座 5.旋转光盘 6.调速电机 7.驱动齿轮 8.支撑座 9.旋转光盘 10.旋转滚筒 11.出料口 12.后保温罩 13.旋转接头 14.进料口 15.出料口

图1 BKM95型卧式灭菌机结构

3 主要技术指标

3.1 工艺技术指标

机内环境温度为180~250℃;出机物料温度为100~160℃;物料机内停留时间为10~30min;产量为1~5t/h;吨物料耗煤为80kg;吨物料耗电为4kW·h。

3.2 质量指标(见表1)

表1 设备的灭菌质量指标

项目	灭菌后的数量	国外同类产品的质量标准
霉菌数量	≤1 000 个/g	≤10 000 个/g
酵母菌数量	≤500 个/g	≤10 000 个/g
沙门氏菌	25 g 样品量负反应	25 g 样品量负反应

3.3 国内类似的设备主要指标

产量为2~5t/h;吨物料耗煤为130kg;吨物料耗电为25kW·h。

4 经济效益分析

4.1 该设备投入使用后,各种菌类指标符合国外同类产品的质量标准,完全替代了进口产品,每吨产品经灭菌后销售可增值350元,按年生产1500t计算,可增值52.5万元,同时国内制药厂家可节省近20%左右的原料成本。

4.2 应用该设备年可节约煤75t,节电31.5万度,按可比价格计算年可节省能耗16.8万元。

(编辑:崔成德, cuicengde@tom.com)

于井泉,北票市棒棒饲料有限公司,高级工程师,122104,辽宁省北票市宝国老镇。

孟凡志,单位及通讯地址同第一作者。

收稿日期:2007-08-23



小肽营养 全球共享
美国华达(VBC)中国广州技术中心



[本栏目由美国华达(VBC)中国广州技术中心协办]

Alcalase、Flavourzyme 合用体外 水解豆粕生产大豆肽混合物的参数研究

吕 刚 张克英

摘 要 试验首先采用单因子设计研究了 Alcalase(内切酶)单酶体外水解豆粕生产大豆肽混合物的适宜参数,结果表明:Alcalase 水解豆粕的适宜条件为温度 60℃,初始 pH 值 7.9~9.0,反应时间 4~6 h,酶水平 0.012~0.024 AU/g 豆粕;在单因素试验基础上,采用三因素二次回归正交组合试验设计研究了 Alcalase、Flavourzyme 联合使用水解豆粕的回归方程,结果为:Alcalase 与 Flavourzyme 同时合用水解豆粕时,蛋白酶水平、水解时间与反应体系中 TCA-NSI、NH₂-N 含量的二次回归方程是成立的。据此方程及生产实际成本,确定在温度 50℃、未外加任何酸碱调节 pH 值条件下,适宜参数为:Alcalase 0.006~0.021 AU/g 豆粕,Flavourzyme 水平为 2 LAPU/g 豆粕,反应时间 6~10.5 h,此时 NH₂-N 含量 8.807%~13.33%,TCA-NSI 为 31.66%~56.53%,平均肽链长集中在 2~5 个氨基酸残基。

关键词 豆粕;水解;肽;Alcalase;Flavourzyme

中图分类号 S816.32

豆粕因其蛋白质含量、消化利用率高而作为我国饲料生产中应用最为广泛的植物蛋白原料。但豆粕中存在一些抗营养因子(包括胰蛋白酶抑制剂以及大豆抗原蛋白)限制了其在幼龄动物(断奶仔猪、犊牛)和水生动物上的应用。应用发酵或体外酶解的方法提高豆粕的营养价值,从而替代或部分替代价格日益看涨的动物蛋白(如鱼粉、血浆蛋白)已成为一种趋势。这不仅因为体外酶解豆粕可一定程度的降低或消除豆粕中抗营养因子,更在于酶解过程中能产生大量的具有特殊营养生理功能的小分子大豆蛋白肽。本文探讨用蛋白酶来体外酶解豆粕生产大豆肽混合物,确定适宜的蛋白酶种类、水平和 pH 值等参数,并通过三因素二次正交回归试验研究了蛋白酶水平、反应时间与反应体系中三氯乙酸氮溶指数(TCA-NSI)、氨基氮含量(NH₂-N)的量化关系,为将豆粕加工成为一种高品质蛋白源积累资料。

1 材料与方 法

1.1 豆粕性状描述

豆粕颜色浅黄色,烤大豆香味,没有酸败、霉变、焦化等异味,呈不规则碎片状,不含过量杂质,粗蛋白 46.1%(实测)。

1.2 酶的选择

Alcalase 碱性蛋白酶来自丹麦 NOVO 公司,由枯草杆菌发酵而得,固态,适宜 pH 值偏碱性(依反应底物有变化),酶活 3 AU/g,活性是以变性血红蛋白作为底物测定,是一种内切酶,主要用于提高蛋白水解程度;Flavourzyme 来自丹麦 NOVO 公司,由米曲霉菌种经发酵而得,固态,适宜 pH 值中性偏酸性(依反应底物有变化),酶活 500 LAPU/g,活性是以 L-亮氨酸-对硝基苯胺为底物测定,同时含有内切酶和外切酶的复合酶,主要用于改善水解蛋白的风味。

1.3 试验药品及仪器设备

药品包括氢氧化钠、盐酸、三氯乙酸、亚铁氰化钾、乙酸锌、甲醛、甲基红、五水硫酸铜、硫酸钠等,均为分析纯。仪器设备包括 150 ml 锥形瓶若干、烧杯若干、碱式滴定管、酸式滴定管、pHS-3C 精密 pH 计、HZS-H 水浴振荡器、90-1 型恒温磁力搅拌器、凯氏定氮仪。

1.4 测定指标及方法

粗蛋白含量(%)采用凯氏定氮法测定,参照杨胜(1999)的方法;氨基氮含量(NH₂-N,%)采用甲醛法测定,参照黄晓钰和刘邻渭(2002)的方法;三氯乙酸(20%,V/V)氮溶指数(TCA-NSI,%):TCA 溶解氮/总氮。蛋白质水解度(DH,%)的测定:DH=(N₂-N₁)/(N₀-N₁)。

式中:N₂——酶解后游离氨基氮含量(%);

N₁——酶解前游离氨基氮含量(%);

N₀——总氮含量(%)。

平均肽链长度(Average length of peptide chain,ALPC):用肽段含有的平均氨基酸残基数表示(董玉

吕刚,四川农业大学动物营养研究所,博士,625014,四川省雅安市新康路 46 号四川农业大学 9-4 号信箱。

张克英,单位及通讯地址同第一作者。

收稿日期:2007-09-18

莲等,2003)。

1.5 酶解方法及反应条件

精确称取 2 g 豆粕于锥形瓶中,加入 20 ml 双蒸水,振荡,然后按试验设计加入酶液,振荡,在试验设计的条件下反应,整个反应在水浴摇床中进行,摇床转速为 120 r/min。反应结束后,加入 20 ml 20%的三氯乙酸(V/V)结束反应,然后测定指标。

2 试验设计(见表 1)

表 1 pH 值的梯度水平

温度(℃)	pH 值					
50	6.6	7.2	7.5	7.9	8.4	9.0
60	6.6	7.9	8.4	9.0	9.4	9.8

注:pH 值是控制反应体系的初始 pH 值,反应过程中没有外加酸碱调节。

2.1 蛋白酶单酶酶解豆粕的适宜参数研究

2.1.1 Alcalase 单酶酶解豆粕的适宜参数研究

采用单因子试验设计研究用 Alcalase 酶解豆粕的适宜水平、温度、pH 值和时间。

2.1.1.1 Alcalase 酶解的适宜 pH 值研究

分别在 50 ℃和 60 ℃条件下,研究了 pH 值对 Alcalase 酶解效果的影响。每个温度下均设 6 个处理,pH 值 6.6 为对照组,为豆粕加蒸馏水的测定值,其余处理通过加 NaOH 调节 pH 值。反应条件:料:水=1:10,水解时间 4 h,摇床转速 120 r/min。

2.1.1.2 Alcalase 酶解适宜水平及适宜温度水平的研究

通过三个单因子试验,分别研究了在 pH 值 7.9,温度 50 ℃或 60 ℃下,以及 pH 值 6.6,温度 50 ℃时,Alcalase 的适宜水平。具体试验设计见表 2。反应条件均为:料:水=1:10,水解时间 4 h,摇床转速 120 r/min。

表 2 Alcalase 水平对酶解效果的影响

温度(℃)	pH 值	酶水平(AU/g 豆粕)					
50	7.9	0.006	0.012	0.024	0.036	0.048	
60	7.9	0.003	0.006	0.012	0.024	0.036	0.048 0.060
50	6.6	0.003	0.006	0.012	0.024	0.048	

2.1.1.3 Alcalase 酶解适宜作用时间的研究

反应条件:A/S=0.048 AU/g,温度 60 ℃,pH 值控制在 9.0 左右,统一加入 120 μl 的氢氧化钠,料:水=1:10,摇床转速 120 r/min,反应时间变化,设计梯度为(h)0.5、1.0、2.0、3.0、4.0、6.0、16.0。

2.1.2 Flavourzyme 适宜水平的研究

试验设 9 个处理,研究 Flavourzyme 水平(0、1、2、5、10、20、30、40、50 LPU/g 豆粕)对酶解效果的影响。反应条件为:温度 50 ℃,料:水=1:10,摇床转速

120 r/min,没有外加任何酸碱(pH 值 6.6),反应 4 h。

2.2 Alcalase 和 Flavourzyme 合用酶解豆粕的适宜参数的研究

采用三元二次回归正交组合试验设计,在 pH 值为 6.6 时,研究同时添加 Alcalase 和 Flavourzyme,酶水平和反应时间对酶解效果的影响,并建立回归方程。因素水平编码见表 3。试验设计及实施方案见表 4。

表 3 因素水平编码

编码	Alcalase(AU/g 豆粕)	Flavourzyme(LAPU/g 豆粕)	时间(h)
+γ	0.036	10	20
1	0.031 6	8.829	17.218
0	0.021	6	10.5
-1	0.010 4	3.171	3.281
-γ	0.006	2	1

注:①Alcalase 酶配制成 0.024 AU/ml,Flavourzyme 配制成 5 LPU/ml,全部配制成液态。

②当 m=3, m₀=4 时,可取得 γ=1.414;其中变化间隔分别为 ▲1=0.031 6-0.021=0.010 6 AU/g 豆粕,▲2=8.829-6=2.829 LPU/g 豆粕,▲3=17.218-10.5=6.718 h。

2.3 数据处理

正交回归试验采用 Excel 计算并建立回归方程,进行显著性、失拟性检验和统计选优,具体方法参考明道绪(2002)的研究。

3 结果与分析

3.1 Alcalase 适宜 pH 值的确定(见表 5、表 6)

由表 5 可知,在 50 ℃时,本试验设计 pH 值(6.6~9.0)范围内,Alcalase 水解豆粕的 TCA-NSI 从 pH 值 7.5 到 7.9 有一个突跃,从 25.674% 上升到 54.106%,而 pH 值从 7.9 变化到 9.0,TCA-NSI 没有明显的上升,说明从 TCA-NSI 角度,适宜初始 pH 值介于 7.9-9.0 之间。而 DH 变化趋势有所差异,在 pH 值 7.9-9.0 之间一直呈上升趋势。综合 TCA-NSI、DH,50 ℃ Alcalase 水解豆粕的适宜 pH 值为 7.9-9.0。

从表 6 可知,60 ℃ Alcalase 水解豆粕时获得最大 TCA-NSI 的初始 pH 值是 9.40,而获得最大水解度(DH)生成的初始 pH 值仍然是 9.40。而初始 pH 值从 7.9 变化到 9.40 时 TCA-NSI 增加幅度较小,实际生产中考虑成本可控制在 7.9-9.0 之间,可获得较大的 TCA-NSI 和较高水解度。

3.2 适宜温度的确定

对照表 5、表 6 可发现,在相同的条件下,60 ℃时 Alcalase 对豆粕中大豆蛋白的水解能力强于 50 ℃,提示 60 ℃更加适合 Alcalase 酶活性的发挥。因为大多数在大豆蛋白上的研究显示,Alcalase 的适宜温度介于 50~60 ℃之间。因此本试验中选择了这两个梯度水平。

3.3 适宜酶水平的确定

表 4 试验设计及实施方案

试验设计				实施方案		
处理	x_1	x_2	x_3	Z_1 (Alcalase,AU/g)	Z_2 (Flavourzyme,LAPU/g)	Z_3 (Time,h)
1	1	1	1	0.031 6	8.829	17.218
2	1	1	-1	0.031 6	8.829	3.281
3	1	-1	1	0.031 6	3.171	17.218
4	1	-1	-1	0.031 6	3.171	3.281
5	-1	1	1	0.010 4	8.829	17.218
6	-1	1	-1	0.010 4	8.829	3.281
7	-1	-1	1	0.010 4	3.171	17.218
8	-1	-1	-1	0.010 4	3.171	3.281
9	1.414	0	0	0.036	6	10.5
10	-1.414	0	0	0.006	6	10.5
11	0	1.414	0	0.021	10	10.5
12	0	-1.414	0	0.021	2	10.5
13	0	0	1.414	0.021	6	20
14	0	0	-1.414	0.021	6	1
15	0	0	0	0.021	6	10.5
16	0	0	0	0.021	6	10.5
17	0	0	0	0.021	6	10.5
18	0	0	0	0.021	6	10.5
0 对照				0	0	0

注:反应条件为温度=50 ℃,料:水=1:10,pH 值渐变未外加任何酸碱,摇床转速=120 r/min。

表 5 在 50 ℃时 pH 值对 Alcalase 酶解效果的影响

处理(pH 值)	水平(AU/g 豆粕)	TCA-NSI(%)	氨基氮含量(%)	水解度(%)	平均肽链长
对照(6.6)	0	0.5705	0.902	-	-
对照(6.6)	0.048	23.848	6.168	7.703	4.428
7.20	0.048	25.674	7.402	9.511	3.867
7.50	0.048	25.674	7.813	10.113	3.637
7.90	0.048	54.106	7.339	9.418	8.329
8.40	0.048	54.486	8.019	10.415	7.585
9.00	0.048	56.825	9.945	13.237	6.227

表 6 在 60 ℃时 pH 值对 Alcalase 酶解效果的影响

处理(pH 值)	水平(AU/g 豆粕)	TCA-NSI(%)	氨基氮含量(%)	水解度(%)	平均肽链长
对照(6.6)	0	4.754	0.9015	-	-
对照(6.6)	0.048	23.502	6.000	7.602	4.410
7.90	0.048	68.464	9.237	12.199	7.648
8.40	0.048	70.271	10.059	13.404	7.157
9.00	0.048	73.504	10.154	13.543	7.434
9.40	0.048	74.740	11.056	14.864	6.895
9.80	0.048	73.884	10.534	14.099	7.180

3.3.1 在 50 ℃、初始 pH 值 7.9 时,Alcalase 适宜水平 的确定(见表 7)

表 7 在 50 ℃时 Alcalase 水平对酶解效果的影响

处理	水平(AU/g 豆粕)	TCA-NSI(%)	氨基氮含量(%)	水解度(%)	平均肽链长
对照(0)	0	0.570 5	0.902	-	-
1	0.006	32.378	5.409	6.591	7.071
2	0.012	41.078	5.441	6.637	8.942
3	0.024	46.784	6.833	8.676	7.804
4	0.036	50.777	9.300	12.292	5.985
5	0.048	55.456	9.490	13.905	5.784

从表 7 可知,在 50 ℃下,Alcalase 水解豆粕时,本试验设定的范围内,TCA-NSI、NH₂-N、DH 随酶水平的增加单调递增,于 TCA-NSI 而言,Alcalase 酶水平大于 0.036 AU/g 豆粕后,增加幅度相对变小,对 NH₂-N、

DH 而言,酶水平大于 0.036 AU/g 豆粕后,变化幅度较小,实际生产中考虑成本可控制在 0.012~0.024 AU/g 豆粕,可获得较大的 TCA-NSI 和较高的水解度。

3.3.2 在 60 ℃初始 pH 值 7.9 时,Alcalase 适宜水平

的确定(见表 8)

从表 8 可知,60 °C Alcalase 水解豆粕时,其反应

体系中 TCA-NSI、NH₂-N、DH 随酶水平的变化趋势与

50 °C 下一致,但酶解效率高于 50 °C 条件下。实际生产

表 8 在 60 °C 时 Alcalase 水平对酶解效果的影响

处理	水平(AU/g 豆粕)	TCA-NSI(%)	氨基氮含量(%)	水解度(%)	平均肽链长
对照(0)	0	4.754	0.901 5	-	-
1	0.003	35.944	6.010	7.471	6.109
2	0.006	44.597	6.149	7.675	7.599
3	0.012	55.532	10.059	13.409	5.546
4	0.024	64.185	9.917	13.195	6.595
5	0.036	70.936	10.866	14.586	6.644
6	0.048	73.123	10.534	14.099	7.101
7	0.060	76.451	11.072	14.887	7.053

中考考虑成本可控制在 0.012-0.024 AU/g 豆粕,此时可获得较大的 TCA-NSI 和较高的水解度。

3.3.3 在 50 °C,初始 pH 值 6.6 时,Alcalase 适宜水平的确定(见表 9)

表 9 在 pH 值 6.6 时 Alcalase 水平对酶解效果的影响

处理	水平(AU/g 豆粕)	TCA-NSI(%)	氨基氮含量(%)	水解度(%)	平均肽链长
对照(0)	0	1.999	0.937	-	-
1	0.003	19.417	2.810	2.745	9.268
2	0.006	22.273	3.309	3.477	8.520
3	0.012	30.459	3.700	4.048	10.280
4	0.024	37.026	4.246	4.849	10.567
5	0.036	40.834	5.183	6.221	9.133
6	0.048	43.594	6.057	7.502	8.113

注:初始 pH 值 6.6 即是豆粕加双蒸水后的自然 pH 值。

从表 9 可知,在 pH 值 6.6 时,在本试验研究的酶量范围内,随着 Alcalase 酶量的增加,TCA-NSI、DH 一直呈现递增,但是增加幅度最为明显的是酶量小于 0.024 AU/g 豆粕,当酶量大于 0.024 AU/g 豆粕时,单位酶量所获得 TCA-NSI、DH 较小。实际生产中考虑

成本可控制在 0.012-0.024 AU/g 豆粕,此时可获得较大的 TCA-NSI 和较高的水解度。

3.4 60 °C、初始 pH 值 6.6 时,Alcalase 酶解效果随反应时间的变化趋势(见表 10)

从表 10 可知,60 °C Alcalase 水解豆粕时随反应

表 10 Alcalase 水解特性随着时间的变化规律

处理(h)	水平(AU/g 豆粕)	TCA-NSI(%)	氨基氮含量(%)	水解度(%)	平均肽链长
对照(0)	0	4.754	0.901 5	-	-
0.5	0.048	48.781	8.009	10.265	6.279
1.0	0.048	57.624	10.059	13.229	5.851
2.0	0.048	67.323	10.439	13.778	6.650
3.0	0.048	72.72	11.451	15.242	6.477
4.0	0.048	75.196	12.337	16.523	6.243
6.0	0.048	78.258	13.412	18.078	5.954
16.0	0.048	84.249	15.120	20.548	5.666

时间的延长,TCA-NSI、NH₂-N、DH 呈单调递增的趋势,但随反应时间的延长,单位时间内水解效率的增加幅度逐渐减小,实际生产中考虑成本可控制在 4-6 h,可获得较大的 TCA-NSI 和较高的水解度。

3.5 Alcalase、Flavourzyme 合用酶解豆粕时对水解效果的影响

Alcalase 和 Flavourzyme 同时使用时,对酶解效果的影响见表 11、降维分析分别见表 12 和表 13。

3.5.1 氨基氮生成量与酶水平、水解时间的回归关系

① 氨基氮含量 y(%)与 x₁、x₂、x₃ 的回归方程,其中:
 $x_1=(Z_1-0.021)/0.010 6$, Z₁ 表示 Alcalase 水平(AU/g 豆粕);
 $x_2=(Z_2-6)/2.829$, Z₂ 表示 Flavourzyme 水平(LAPU/g 豆粕);
 $x_3=(Z_3-10.5)/6.718$, Z₃ 表示反应时间(h)。对建立的方程进行失拟性检验(P>0.05),方程显著性检验(P<0.01)以及系数显著性检验,剔除系数检验 F 值小于 1 的回归项,决定系数 R²=0.994 1。说明建立的方程拟和程度高,且选择的因素(水平)是恰当的,反应体系中的水解过程遵循三因素二次回归关系。

表 11 Alcalase、Flavourzyme 合用,酶水平和反应时间对酶解效果的影响

试验设计				试验结果			
处理	x_1	x_2	x_3	TCA-NSI(%)	$\text{NH}_2\text{-N}(\%)$	水解度 DH(%)	平均肽链长
1	1	1	1	79.186	28.786	40.597	2.626
2	1	1	-1	63.0345	11.252	14.906	5.564
3	1	-1	1	70.896	20.441	28.370	3.329
4	1	-1	-1	47.454 6	8.767	11.266	5.335
5	-1	1	1	69.895	24.613	34.484	2.697
6	-1	1	-1	40.308	10.642	14.013	3.542
7	-1	-1	1	55.888	17.722	24.386	2.971
8	-1	-1	-1	35.162	7.783	9.823	4.285
9	1.414	0	0	65.607	19.503	26.996	3.212
10	-1.414	0	0	47.883	16.784	23.012	2.639
11	0	1.414	0	64.321	22.269	31.049	2.732
12	0	-1.414	0	57.317	13.127	17.654	4.223
13	0	0	1.414	69.895	25.551	35.858	2.593
14	0	0	-1.414	33.447	7.407	9.274	4.268
15	0	0	0	63.463	17.628	24.249	3.446
16	0	0	0	64.464	18.472	25.485	3.336
17	0	0	0	64.893	18.050	24.867	3.445
18	0	0	0	62.749	17.581	24.180	3.413
0 对照				6.432	1.078	0	0

$$y = 18.14 + 1.028^A x_1 + 2.793^A x_2 + 6.565^A x_3 + 0.662^A x_1 x_3 + 1.237^A x_2 x_3 - 0.432^{ns} x_2^2 - 1.041 5^A x_3^2 \quad (1)$$

根据此方程可以计算不同酶水平、水解时间时的豆粕水解液中的 $\text{NH}_2\text{-N}$ 含量,从而较好的反映豆粕水解液中大豆蛋白肽链的肽键被酶切割的程度,氨基氮含量高提示肽键被酶切割的数量更多,水解更彻底。由于水解度的变化趋势与氨基氮完全一致,仅仅在数字上大于氨基氮的含量,故本试验没有建立水解度的二次回归方程。但水解液中 $\text{NH}_2\text{-N}$ 含量与 TCA-NSI 可能不一致。

② 因素重要性采用降维分析法。将三元二次回归方程的另外两个因素固定在 0 水平,分别计算另一个因素取值(编码值):1.414、1、0、-1、-1.414,氨基氮含量 y 的大小,结果见表 12。 y 值变异系数越大表示因素对因变量 y 的影响越大,结果表明因素重要性顺序:时间>Flavourzyme>Alcalase。这提示我们在本试验的范围内,水解时间对于酶水解豆粕是最重要的因素,其次是 Flavourzyme 水平、Alcalase 水平。在本试验条件下提高水解效率的最好办法是延长水解时间。

表 12 两种蛋白酶同时添加时氨基氮回归方程的降维分析结果

编码值	1.414	+1	0	-1	-1.414	CV(%)
x_1	19.594	19.168	18.14	17.112	16.686	6.94
x_2	21.226	20.501	18.14	14.915	13.327	19.52
x_3	25.340	23.664	18.14	10.534	6.775	47.88

3.5.2 TCA-NSI 生成量与酶水平、水解时间的回归关系

① TCA-NSI(%)与 x_1 、 x_2 、 x_3 的回归方程。对建立

的方程进行失拟性检验($P > 0.05$)、方程显著性检验($P < 0.01$)以及系数显著性检验,剔除系数检验 F 值小于 1 的回归项。

$$y = 62.769 + 7.032^A x_1 + 4.411^A x_2 + 11.788^A x_3 - 1.340^{ns} x_1 x_3 - 1.888^{ns} x_1^2 - 4.426^A x_3^2 \quad (R^2 = 0.959 4) \quad (2)$$

② 同理采用降维分析法对因素重要性进行分析见表 13,结果表明因素对 TCA-NSI(%)重要性顺序:时间>Alcalase>Flavourzyme。

表 13 两种蛋白酶同时添加 TCA-NSI 回归方程的降维分析结果

编码值	1.414	+1	0	-1	-1.414	CV(%)
x_1	68.937	67.913	62.769	53.849	49.051	14.47
x_2	69.006	67.18	62.769	58.358	56.532	8.61
x_3	70.588	70.131	62.769	46.555	37.251	25.94

4 结论

4.1 Alcalase 单酶水解豆粕的适宜条件:温度 60 ℃,初始 pH 值 7.9~9.0,反应时间 4~6 h,酶水平 0.012~0.024 AU/g 豆粕。

4.2 Alcalase 与 Flavourzyme 同时合用水解豆粕,在温度 50 ℃、未外加任何酸碱的 pH 条件下(即初始 pH 值为 6.6),考虑到生产成本,确定适宜参数为:Alcalase 0.006~0.021 AU/g 豆粕、Flavourzyme 水平为 2 LAPU/g 豆粕,反应时间 6~10.5 h,将参数代入方程(1)、(2),得此时氨基氮含量 8.807%~13.33%,TCA-NSI 为 31.66%~56.53%,平均肽链长集中在 2~5 个氨基酸残基。

(参考文献若干篇,刊略,需者可函索)

(编辑:崔成德, cuiengde@tom.com)

小肽对动物生产性能和免疫功能的影响

金赛勉 李玉才 付培芬

蛋白质的消化代谢一直是动物营养学的研究热点之一。人们依据传统的蛋白质营养理论进行研究发现,动物并不能达到最佳的生产性能;而许多试验证明,在日粮中增加一定量的肽能够改善动物生产性能,增强动物的免疫功能,为此,本文就小肽对动物生产性能和免疫功能的作用进行综述。

1 对生产性能的影响

多种生物活性小肽(磷酸肽、阿片肽、内啡肽、促泌肽等)可在消化过程中释放出来,促进消化道的蠕动,改善消化机能,促进动物生长。小肽的参与可节省生产耗能,不需分解直接满足需要,且能对消化道产生保护作用,并协调各种养分的利用,更有利于最大限度发挥生产性能。沈峰等(2006)在育肥猪日粮中添加 500 mg/kg 小肽制剂,能显著提高猪的平均日增重和胴体瘦肉率;提高血清中血糖浓度和总蛋白质含量;提高血清中生长激素和胰岛素浓度。李职等(2004)研究表明,在乳猪教槽料中添加小肽,可较大幅度提高断奶仔猪的日采食量和日增重,并有较低的耗料增重比,且动物源小肽(鱼粉)比植物源小肽(大豆)效果更好。在断奶仔猪日粮中添加 0.2% 的小肽制品,可显著提高日采食量和日增重,显著降低料重比和腹泻率。大量试验表明,在日粮中添加小肽对动物的生产性能有明显的促进作用。

其原因可能是与肽链的结构功能有关;也可能与氨基酸残基序列有关。某些具有特殊生理活性的小肽能够参与机体生理活动和代谢调节,也可能是小肽提高动物生产性能的原因。

2 对蛋白质合成的影响

小肽能以完整形式被机体吸收进入循环系统,从而被组织用来合成蛋白质或直接成为生理活性物质。小肽不仅能被小肠粘膜吸收利用,而且其合成分子蛋白的速度远远高于氨基酸。大量试验证明,血液循环中的小肽能直接参与组织蛋白质的合成。此外,动物以小肽形式作为氮源时,整体蛋白质沉积高于相应的游离氨基酸日粮或完整蛋白质日粮。陈宝江

(2005)采用同位素大剂量法研究寡肽对蛋白质周转的影响发现,与游离氨基酸相比,寡肽通过降低肉仔鸡胸肌蛋白降解率,从而提高胸肌生长速度;同时通过提高腿肌蛋白合成率提高了腿肌生长速度。其作用机理似乎可以解释为小肽提高了机体蛋白质的沉积,降低了降解率,从而提高了蛋白质的合成,进而促进生长,表明小肽在蛋白质营养代谢中发挥着重要作用。可以预见,未来对小肽营养理论研究的继续充实和发展,必将对传统蛋白质营养理论产生深远的影响。

3 对免疫器官的影响

免疫器官重量是衡量机体免疫功能的指标之一。免疫器官和免疫器官指数在一定程度上反映了动物的免疫功能,在动物健康的情况下,免疫器官指数越高,动物的免疫功能越强。一般认为免疫器官重量降低为免疫抑制所致,而免疫器官重量增加则为免疫增强的表现。小肽对免疫器官的影响研究主要集中在脾脏、胸腺等。

左伟勇等(2005)观察到小鼠灌胃水解肽后脾脏相对质量各组之间变化不大,胸腺相对质量显著低于生理盐水组与蛋白盐酸水解组,但与蛋白组比较差异不显著,说明伴大豆球蛋白水解肽可能对免疫器官生长有一定作用。李清等(2005)报道,小肽可以显著促进鲤鱼的免疫器官发育,提高免疫器官指数。成鲤的肾脏重量随着小肽用量的增加而增重,可认为小肽促进了免疫器官的发育。蒋培红等(2007)发现日粮中添加小肽有促进生长期獭兔免疫功能发育的趋势,胸腺、脾脏、下颌淋巴结都是獭兔重要的免疫器官,小肽可以提高其指数,添加小肽组试兔的免疫器官发育明显好于对照组,其中添加 0.50% 小肽组的效果最好。王恬等(2003)发现,日粮添加小肽营养素和 SDPP 有促进早期断奶仔猪免疫功能发育的趋势,小肽营养素可提高免疫器官指数。杨小军等(2005)发现胃蛋白酶酶解的大豆蛋白水解液对大鼠免疫器官的促生长作用明显高于蛋白组,并认为这种作用是水解物对免疫脏器直接刺激的结果,也可能是作用于免疫器官上的特殊靶细胞而间接刺激发育的结果。至于小肽促进免疫器官发育的机理还有待于进一步研究。

4 对非特异性免疫功能的影响

非特异性免疫是机体免疫系统的重要组成部分。非特异性免疫的效应细胞包括巨噬细胞、单核细胞和中性粒细胞。吞噬细胞溶解作用和杀伤感染微生

金赛勉,东北农业大学动物科技学院,150030,哈尔滨市香坊区木材街 59 号。

李玉才,东北农业大学生命科学学院。

付培芬,东北农业大学动物医学学院。

收稿日期:2007-11-12

物是非特异性功能免疫效应细胞的重要功能。单核巨噬细胞的吞噬能力是衡量机体非特异性免疫功能的标志之一。已经证实,小肽可不同程度地影响巨噬细胞的吞噬功能。

姜泓等(1999)实验结果表明:添加虫草环肽 A 1、10 mg/kg 组均显著高于正常小鼠的廓清指数 K 及校正廓清指数 α 值,提示虫草环肽 A 对正常小鼠的细胞免疫具有调节作用。田刚等(2005)发现,5 种酶解鸡蛋清小肽混合物均能不同程度地提高小鼠腹腔巨噬细胞吞噬异物的能力。这与有关酪蛋白酶解产物中一些小肽有提高小鼠腹腔巨噬细胞吞噬绵羊红细胞作用的报道相一致。董伟等(1999)研究表明,生物活性肽-Pm (BAP-Pm)是一种无毒副作用、较安全的生物活性肽,可明显升高正常小鼠单核巨噬细胞系统的廓清指数和吞噬指数,增强吞噬能力,改善机体的机能状态,可作为一种免疫调理剂。Kitazawa H 等(2007)从牛的 β -酪蛋白酶的水解液中发现异常的单核细胞、巨噬细胞趋化肽,可以提高人和小鼠单核细胞、巨噬细胞的吞噬功能,但对中性粒细胞、胸腺依赖性淋巴细胞、树状突细胞吞噬功能无影响。何慧等(2006)研究发现甘露聚糖肽高、中剂量组具有提高小鼠巨噬细胞吞噬鸡红细胞能力和廓清指数,说明甘露聚糖肽高、中剂量能激活吞噬细胞和机体应激能力,而甘露聚糖肽低剂量组则不能显著增强小鼠巨噬细胞吞噬鸡红细胞功能和廓清指数,表明其激活吞噬细胞和机体应激能力,提高机体免疫功能需要一定的剂量和作用时间。

似乎可以理解为:肽通过机体吸收,增强机体巨噬细胞吞噬细菌和异物的能力,从而促进机体非特异性免疫功能的,但具体分子作用机理还有待于进一步研究。

5 对特异性免疫功能的影响

特异性免疫是免疫活性细胞,即 T 细胞和 B 细胞对抗原分子的识别、活化、增生、分化以及最终发生免疫反应的复杂生物学过程,包括细胞免疫和体液免疫两种。有研究表明,在蛋白质消化过程中释放的一些肽影响着动物体内的细胞免疫和体液免疫。

5.1 对细胞免疫功能的影响

细胞免疫是 T 细胞介导的机体的一种重要免疫反应。淋巴细胞亚群的稳定是维持机体正常免疫调节功能所必须的,CD³⁺细胞的数量直接反映外周免疫器官中总 T 细胞的水平,而 CD4⁺、CD4⁺/CD8⁺ 比值高,表明机体处于高的免疫状态。而 CD4⁺/CD8⁺ 比值是重要的机体免疫状态评估依据。

王鹏等(2006)研究显示,胸腺肽对免疫性肝损伤合并败血症小鼠可有效地提高 CD³⁺、CD4⁺ 和 CD4⁺/

CD8⁺ 的值,从而提高机体的免疫功能,增强机体的抵抗力,提示胸腺肽能充分地调动机体的免疫调节功能。王护宾等(1998)发现胸腺肽在 1~5 $\mu\text{g/ml}$ 时,对脾总体细胞的 ³H-TdR 自发掺入具有促进作用;在 5~25 $\mu\text{g/ml}$ 时,对 PHA 诱导的淋巴细胞转化具有促进作用,证明 25~100 $\mu\text{g/ml}$ 胸腺肽均能促进淋巴细胞表达 mL-2R,从而提高机体细胞免疫功能。饲料中添加谷氨酰胺二肽可提高仔猪断奶后第 10 或第 21 d 血液 CD4⁺/CD8⁺ 比值,且以 0.125% 和 0.25% Gln 二肽效果较好,饲料中添加 2% 谷氨酰胺二肽可显著降低第 10 d 血液 CD8⁺ 数量,增加 CD4⁺/CD8⁺ 比值,说明 2% 谷氨酰胺二肽可增强断奶仔猪细胞免疫功能。可能是谷氨酰胺二肽作为一种活性肽,被机体吸收后,以谷氨酰胺二肽形式直接作用于靶器官而发挥作用。汪永锋等(2006)研究证明,贞芪酪蛋白复合肽能提高免疫低下小鼠胸腺、脾指数以及免疫低下小鼠外周血白细胞数,明显促进免疫低下小鼠脾脏 G、K 淋巴细胞的增殖,促进免疫低下小鼠脾细胞产生 IL-2,即贞芪酪蛋白复合肽具有增强细胞免疫的功能。

5.2 对体液免疫功能的影响

体液免疫是由 B 细胞介导的机体的另一种重要免疫反应。体液免疫可以防御细胞外微生物及其毒素。

李清等(2005)发现,随着小肽用量的增加,成鲤血液中免疫球蛋白 IgM 和补体 C4 逐渐升高,尿素氮(BUN)水平明显低于对照组,可见小肽减少了尿素在肾脏中的沉积,提高了成鲤肌肉蛋白质的沉积率,降低肾脏尿素中毒的可能性,从而发挥了蛋白质提高免疫力的作用。王恬等(2003)研究发现在日粮中添加小肽营养素和 SDPP 有促进早期断奶仔猪免疫功能发育的趋势,小肽营养素可提高免疫器官指数与血液中免疫球蛋白 IgG 含量,添加 3% 小肽营养素组效果优于 1% 添加组和 2% SDPP 添加组。至于小肽营养素中是否含有免疫促进肽还有待进一步研究。高萍等(2000)研究表明,注射一定剂量的猪胰多肽,可提高仔猪的血清球蛋白(白蛋白、球蛋白及蛋白质系数)的水平,增强仔猪免疫力。张军民(2000)报道,在饲料中添加 1%~2% 的谷氨酰胺二肽可明显降低早期断奶仔猪 35 日龄血液毒素含量,增加肠黏膜中 S-IgA 的浓度,防止有害微生物和毒素的易位,减少腹泻,增强机体抗应激能力。汪永锋等(2006)研究贞芪酪蛋白复合肽还能促进免疫低下小鼠血清和脾细胞溶血素的生成,对体液免疫也有促进作用。

6 对免疫功能的双向调节作用

唐小云等(2003)研究发现,地龙肽(LP)0.1、0.5 mg/ml 明显提高淋巴细胞增殖率,增强巨噬细胞细胞毒效

饲用大豆多肽替代进口鱼粉与 乳清粉对仔猪生产性能的影响研究

张吉鹏 廖中保 刘林秀 宋琼莉 李龙瑞

摘要 试验旨在探讨用饲用大豆多肽同时取代 35 日龄断奶仔猪日粮中的进口鱼粉与乳清粉。采用单因子试验设计,按体重、性别、窝别一致的原则,选取 35 日龄“杜长大”三元杂交仔猪 36 头,随机分成对照组与试验组 2 个组。试验组用饲用大豆多肽分别取代对照组中 4%的乳清粉与 4%的进口鱼粉。结果表明,饲用大豆多肽可以同时取代 35 日龄断奶仔猪日粮中的乳清粉与进口鱼粉,而不会影响仔猪的生产性能($P>0.05$),并能显著提高经济效益($P<0.01$)。

关键词 大豆多肽;鱼粉;乳清粉;仔猪;生产性能

中图分类号 S816.7

近年来,进口优质鱼粉、乳清粉价格大幅攀升,给饲料加工企业的生产带来空前的压力,也给生物发酵豆粕产品带来空前的发展机遇。开发进口优质动物蛋白(如鱼粉、血浆蛋白、肠膜蛋白等)替代产品,是实现饲料工业与养殖业的可持续发展,保持乳仔猪养殖户赢利能力的重要举措。本试验利用多种益生菌组合发酵处理豆粕生产出饲用大豆多肽,作为仔猪饲料动物蛋白的替代原料,通过对仔猪生产性能的测定及经济效益的分析来探讨这种可行性。

1 材料与方 法

张吉鹏,江西省农业科学院畜牧兽医研究所,博士,研究员,330200,江西南昌。

廖中保,宜春学院。

刘林秀、宋琼莉,单位及通讯地址同第一作者。

李龙瑞(通讯作者),江西核工业天地和药业有限公司。

收稿日期:2007-09-20

★ 江西省农科院科技创新及成果转化基金项目

应,提高巨噬细胞和脾细胞分泌 NO 的水平($P<0.01$), 0.5 mg/ml 明显提高免疫抑制小鼠的免疫功能($P<0.01$), 而 1.0 mg/ml 剂量灌胃时,其各项指标均低于对照组。进一步研究发现,一定剂量的 LP 可提高 Mφ、脾细胞分泌 TNF- α 的水平。0.1 g/l 的 LP 可明显提高分泌 TNF- α 的水平($P<0.01$);而 1 g/l 剂量组的作用不明显。与对照组相比较,其脾细胞自发分泌 TNF- α 的水平反而降低,同时还发现 3 个剂量的 LP 都可使脾细胞分泌 IL-2 的水平升高,但以 0.1 g/L 组更显著,杨丽群等(2004)也发现三组浓度的地龙肽(0.1,0.5,1mg/ml)均可增强巨噬细胞吞噬活性,中低剂量组作用最为显著,随着浓度增加,作用逐渐减弱。由此说明 LP 在低剂量时可增强机体免疫功能,高剂量时可抑制免疫功能,从而对免疫功能表现出双向调节作用。有关肽免疫双向调节作用鲜有报道,在动物生产上是否也存在

1.1 饲用大豆多肽

多菌种组合生物发酵降解大豆蛋白生产的饲用大豆多肽作为配合饲料原料,是优质饲料蛋白源,其主要营养成分含量见表 1。饲用大豆多肽体外消化率为 95.17%、氮溶解指数为 40.8%、碱溶解蛋白为 84.7%、水溶解度为 21.8%。

1.2 试验日粮

试验基础日粮根据 NRC(1998)猪的营养需要和试验需求自行设计,试验日粮及营养水平见表 2。

1.3 试验动物与试验设计

选取 35 日龄“杜长大”三元杂交仔猪 36 头。采用单因素试验设计,依照体重、性别、窝别一致的原则随机分成 2 个组(对照组与试验组),试验组用大豆多肽同时取代对照组中 4%的乳清粉(3%粗蛋白,80%乳糖)与 4%的进口鱼粉(60%粗蛋白)。每个组 3 个重复,每个重复 6 头猪,公母各半,随机分配到 6 个栏中,试验期 20 d,其中预饲期 1 周。

类似作用也尚未见报道,说明 LP 在低剂量时可增强机体免疫功能,高剂量时可抑制免疫功能,从而对免疫功能表现出双向调节作用。有关小肽双向调节作用鲜有报道,具体作用机理还有待深入研究。

7 结 语

综上所述,小肽能不同程度地增强动物的免疫功能,用于畜牧生产中可增强畜禽抗病力,从而提高动物的生产性能,减少因疾病导致的经济损失。研制和开发廉价、高效、安全且无污染的小肽制品并应用于动物生产,同时要深入研究其免疫调节作用的分子机制,对于充分利用蛋白质资源,缓解蛋白质资源紧张局面,维持畜牧业可持续性发展大有裨益。小肽作为新一代饲料添加剂具有广阔的开发、应用前景。

(参考文献 34 篇,刊略,需者可函索)

(编辑:刘敏跃,lm-y@tom.com)

表 1 饲用大豆多肽的主要营养成分含量

营养指标		氨基酸含量(%)	
粗蛋白(%)	≥52	天门冬氨酸	5.31
粗蛋白中的多肽(%)	≥75	苏氨酸	1.90(2.78)
小肽(%)	≥12	丝氨酸	2.50
粗灰分(%)	≤6.5	谷氨酸	8.80
粗纤维(%)	≤3.5	甘氨酸	1.90
粗脂肪(%)	≤3.0	丙氨酸	2.31(2.69)
水分(%)	≤10	蛋氨酸	0.65
乳酸(%)	≥3	异亮氨酸	2.07
益生菌(cfu/g)	≥1×10 ⁸	亮氨酸	4.09
系酸力(mmol/100 g)	7.28	酪氨酸	1.91
pH 值	<4.8	苯丙氨酸	2.38
猪消化能(MJ/kg)	17.01	缬氨酸	2.29
总能(MJ/kg)	18.63	赖氨酸	3.16
钙(%)	0.52	组氨酸	1.11
磷(%)	0.87	精氨酸	3.09
有效磷(%)	0.74	脯氨酸	2.39
铁(mg/kg)	168.2	色氨酸	0.53
铜(mg/kg)	15.5	蛋+胱氨酸	1.42
锰(mg/kg)	31.8	总氨基酸	47.81
锌(mg/kg)	198.9	其中必需氨基酸	21.27
钾(mg/kg)	2 100		

注:表中数据为实测值

表 2 日粮配方及营养水平

项目	对照组	试验组
日粮组成(%)		
玉米	60	60
豆粕	16	13
大豆多肽	0	8
膨化大豆	10	10
麦麸	0	3
乳清粉	4	0
脂肪粉	2	2
进口鱼粉	4	0
预混料	4	4
营养水平		
消化能(MJ/kg)	13.74	13.81
粗蛋白(%)	19.26	19.17
钙(%)	0.83	0.81
总磷(%)	0.62	0.63
有效磷(%)	0.43	0.44
赖氨酸(%)	1.25	1.21
蛋氨酸(%)	0.37	0.35
蛋氨酸+胱氨酸(%)	0.65	0.61
苏氨酸(%)	0.77	0.73
色氨酸(%)	0.24	0.23

注:预混料严格按照 NRC(1998)的标准配制,含有维生素、微量元素和氨基酸(赖氨酸和蛋氨酸)。除粗蛋白、钙与磷为实测值外,其余均为计算值。

1.4 饲养管理

试验于 4 月 23 日至 5 月 12 日在江西宜春学院实验猪场进行,试验前对猪舍及各种器具进行彻底消毒。粉料饲喂,自由采食和饮水,日清粪 1 次。猪场按常规管理程序进行消毒、驱虫与免疫。试验期间准确记录每日的投料量和剩料量,同时仔细观察仔猪采食、排泄和精神状况,并记录猪群发病、腹泻(仔猪粪

便水分含量超过 90%)及死淘情况。

1.5 测定指标

采食量:试验开始(第 0 d)和试验第 1(7 d)、第 2 周(14 d)及试验结束时(21 d)称量总耗料量,以计算全期平均日采食量。

增重和日增重:试验开始(第 0 d)和试验第 1(7 d)、第 2 周(14 d)及试验结束时(21 d)的清晨,以栏为单位对仔猪空腹称个体重,计算全期平均日增重。

饲料转化率:根据仔猪日增重和日采食量,计算全期的饲料转化率。

腹泻率=(各处理累计腹泻猪只头日数/各处理总饲养头日数)×100%

死(病)淘率=[各处理累计死(病)淘猪头数/各处理总饲养头数]×100%

1.6 统计分析

首先用 Excel 软件整理试验数据,然后用 SAS6.12 软件进行 t 检验,所有数据均表示为“平均数±标准差”。

2 结果与分析

2.1 生产性能

用饲用大豆多肽同时取代对照组中 4%的乳清粉与 4%的进口鱼粉后,对仔猪体重、采食量、饲料转化率、腹泻率和死淘率等指标的影响见表 3。

由表 3 可以看出,饲用大豆多肽有提高断奶仔猪日增重和降低料肉比的趋势,但差异均不显著(P>0.05)。腹泻、病(死)淘汰率也有下降趋势,但由于猪头

数太少,未作统计分析,故文中没有反映。

表3 大豆多肽替代进口鱼粉与乳清粉对仔猪生产性能的影响

项目	对照组	试验组
初体重(kg)	11.03±0.50	11.39±0.46
结束体重(kg)	21.03±1.11	21.65±0.95
日采食量(g)	733.1±81.71	727.12±76.85
日增重(g)	503±56.33	509±51.31
料肉比	1.46±0.04	1.43±0.05
腹泻率(%)	0.37	0.29

2.2 经济效益分析(见表4)

表4 大豆多肽替代进口鱼粉与乳清粉经济效益分析

项目	对照组	试验组
每吨饲料成本(元)	3 006	2 723
每千克增重饲料成本(元)	4.38±0.11 ^A	3.89±0.13 ^B

注:①同行数据肩标不同大写字母者为差异极显著($P<0.01$),不同小写字母者为差异显著($P<0.05$),相同或未标字母者为差异不显著($P>0.05$);

②原料按做试验购入时的价格计算,其中玉米1 790元/t,豆粕2 640元/t,麦麸1 200元/t,膨化大豆4 000元/t,大豆多肽6 000元/t,乳清粉9 000元/t,脂肪粉9 500元/t,进口鱼粉9 000元/t,4%预混料6 000元/t。

由表4可知,使用饲用大豆多肽同时取代4%的乳清粉与4%的进口鱼粉,极显著地降低了每千克增重的饲料成本($P<0.01$)。

3 讨论

小肽与氨基酸具有相互独立的吸收机制,小肽的吸收具有耗能低、不易饱和,且不同的肽之间运转无竞争性和抑制性,同时小肽本身对肽和氨基酸的转运具有促进作用。动物对小肽的吸收比氨基酸更迅速、更有效。小肽对提高动物体组织蛋白质的沉积率、免疫作用与生产性能比游离氨基酸高得多。小肽在蛋白质的降解与合成中发挥着重要的作用,饲料中必须有一定数量的小肽才能使动物获得最佳的生产性能。饲用大豆多肽的主要成分为植物源性蛋白多肽,产品中不仅小肽含量高(超过12%),且低分子蛋白含量达到75%,消化率高。此外还富含益生菌、酶、乳酸和多种生物活性因子,具有独特的营养价值。饲用大豆多肽是一种新型功能性高蛋白饲料原料。

饲用大豆多肽是以植物蛋白为原料经特殊工艺处理的产品,其氨基酸组成与含量较之豆粕尽管有相当大的改善,但与优质(进口)鱼粉仍有一定的差距。然而,由于其在价格上的明显优势及其潜在的价值,我们通过对预混料进行调整,证明饲用大豆多肽可以同时完全取代仔猪日粮中4%的乳清粉与4%的进口鱼粉,而不影响仔猪的生产性能,这与国内外的报道

一致(Min等,2004;李绍章等,2004;Yang,2007)。使用饲用大豆多肽既能确保饲养效果,又能大大节省养殖成本,这也正是当前生物发酵降解大豆蛋白生产的大豆多肽(俗称生物发酵豆粕或发酵豆粕)产品市场销量火爆的主要原因。

本试验中,饲用大豆多肽能够同时全部取代仔猪日粮中的进口鱼粉与乳清粉,这可能与饲用大豆多肽富含低分子蛋白与小肽,多种益生菌组合发酵处理豆粕时产生的大量消化酶,如淀粉酶、蛋白酶、脂肪酶、纤维素酶、植酸酶(张吉鹏等,2007),以及其系酸力较低等有关。这些消化酶不仅能将豆粕所含的抗营养因子予以分解去除,而且随着在饲料中的添加,作为动物体内外源酶的大量补充,显著提高营养物质在仔猪体内的消化利用效率。多种益生菌组合的发酵过程可以看作营养物质在体外的预消化过程,大豆中大分子蛋白质被分解成相对较小分子蛋白质和部分小肽,利于动物吸收,减少能量消耗。众所周知,仔猪阶段胃肠道生理及微生物区系发育还未健全,胃分泌盐酸能力较差,盐酸缺乏后造成胃中pH值升高而抑制胃蛋白酶活性。断奶后由于日粮中系酸力较低的乳清粉、脱脂奶粉逐渐被系酸力较高的其它原料(鱼粉、豆粕的系酸力分别是60.38、50.68)所替代,使得营养物质的消化率较低。饲用大豆多肽有助于改善肠道微生物区系平衡,增强动物机体免疫力,其系酸力(7.63、其中有机酸 $\geq 3\%$)远低于鱼粉等原料,故可有效提高营养物质的消化率。同时饲用大豆多肽中丰富的乳酸菌与酵母菌,能有效防止因细菌感染而造成的消化紊乱和腹泻。

本试验尽管得出了比较满意的结果,但这只是初步的,主要是试验猪头数较少,今后要进一步增加试验猪头数及选用断奶日龄更早的仔猪进行试验。在今后的试验中,要就试验仔猪十二指肠绒毛高度与宽度,回肠、结肠与盲肠内容物中大肠杆菌、乳酸菌的数量以及结肠内容物中挥发性脂肪酸(VFA)的含量进行测定,从消化道层次探讨饲用大豆多肽取代仔猪日粮中进口鱼粉与乳清粉的营养代谢机理。此外,还要研究饲用大豆多肽在不同日龄断奶仔猪日粮中添加的最适比例。

4 小结

本试验的结果表明:饲用大豆多肽可以同时取代35日龄断奶仔猪日粮中4%的进口鱼粉与4%的乳清粉,并能显著提高经济效益($P<0.01$)。

(参考文献若干篇,刊略,需者可函索)

(编辑:刘敏跃,lm-y@tom.com)

增食欲素及其生理功能研究进展

李宗付 邓雪娟

近几年,在下丘脑发现了可促进食欲且来源于同一前体的两种新神经肽:增食欲素 A 和 B(orexinA 和 B),它们可激活两种密切相关且与 G 蛋白偶联的细胞表面受体(GPCRs)。研究显示它在增加摄食、饮水,调节睡眠觉醒周期、生殖、体温、血压和感觉等方面有广泛作用。本文综述了增食欲素的基因及蛋白质结构、组织分布和功能,以及增食欲素受体,探讨了增食欲素的作用机理,并对其在动物生产中的应用前景作了展望。

1 增食欲素发现的背景

1940 年有学者研究发现,下丘脑腹内侧(VMH)损伤可使动物出现过量进食的现象,提示 VMH 可能存在于一个进食中枢。1998 年 Yangisawa 研究小组在美国德克萨斯大学西南医学中心与宾夕法尼亚州史克药厂及英国贝克曼实验室的研究人员合作,在探索能控制进食新药的实验中在大鼠下丘脑腹外侧发现了两种新的与能量代谢有关,而与瘦素作用相反的神经肽:增食欲素 A 和 B。增食欲素(orexin)完全是一种现代分子筛选技术实验过程中的意外收获。因为所有的已知小调节肽(小肽激素和神经肽)都是通过作用于 G 蛋白偶联的细胞表面受体(GPCRs)起作用的,所以 Yangisawa 研究小组分析了许多编码 G 蛋白受体的 cDNA 序列,在各种组织,包括脑的各个部位提取物中用高分辨的高效液相色谱法(HPLC)来筛选作用于 G 蛋白受体的神经肽,在下丘脑腹外侧及邻近区域发现了两种新的神经多肽,并命名为增食欲素 A 和 B(希腊语 orexin 意为食欲)。中文还有食欲素、胖素、阿拉新素等不同译名。

2 增食欲素的结构

2.1 蛋白质结构

OrexinA 和 orexinB 都来自同一前体原。从大鼠中分离出的增食欲素 A 由 33 个氨基酸残基组成,相对分子质量为 3 562,N-端是焦谷氨酰的残基,C-端被酰胺化,4 个 Cys 残基形成两套链内的二硫键。从牛脑

中分离的增食欲素 A 序列与大鼠完全一致。增食欲素 B 由 28 个氨基酸残基组成,相对分子质量为 2 937,C-端也被酰胺化,有 46%的序列与增食欲素 A 一致。采用 RT-PCR、5'-RACE 及 3'-RACE 技术,获得了编码大鼠增食欲素前体原的全长 cDNA(585 bp)。在起始密码与 ATG 后的开放阅读框架编码 130 个残基的多肽(增食欲素前体原,Prepro-orexin)起始的 32 个残基具有信息肽的特征,Ala32-Gln33 是信号肽切割位点,Gln33-Gln66 与增食欲素 A 的序列相同;Lys67-Arg68 是一对碱性氨基酸,是激素原转化酶的识别位点;Arg69-Met96 与增食欲素 B 的序列一致,随后的 Gly-Arg-Arg 序列是 C-端酰胺化信号。可见,增食欲素前体原基因首先编码增食欲素前体原,随后切除信号肽产生增食欲素原,后者在激素原转化酶的催化下裂解为 2 段多肽,其中 Gln33-Gly66 的 N-端及 C-端在酶的催化下分别生成焦谷氨酸及甘氨酸残基,即为增食欲素 A;另一段多肽的 Gly97 发生酰胺化后,即为增食欲素 B。增食欲素 A 及增食欲素 B 的氨基酸与任何已知的多肽无相似之处。已克隆的增食欲素前体 cDNA 及人和小鼠增食欲素基因序列分析显示:人和小鼠增食欲素 A 的氨基酸序列与大鼠和牛的完全一致,而人增食欲素 B 序列中有两个氨基酸不同于啮齿类动物。从总体来说,人和大鼠的 orexin 前体原有 83%完全相同,而小鼠和大鼠则有 95%完全一致。由于氨基酸序列的差异主要存在于增食欲素前体羧基端(C 端),其编码另一活性肽的可能性不大。

2.2 基因结构

迄今为止,大鼠和人类的 orexin 前体原基因已分离克隆成功,并完成了基因全序列的测定。人的 orexin 前体原基因长 1 432 bp,有 2 个外显子,被 1 个内含子所分隔。第 1 个外显子长 143 bp,包括 5'-端非翻译区和 N-端前 7 个氨基酸残基信号序列的编码区;第 2 个外显子长度为 473 bp,含剩余的开放阅读框架,即编码 N-端 8~33 氨基酸残基的信号序列和 orexin 前体原以及 3'-端非翻译区。人的 orexin 前体原 mRNA 除了多聚 A 尾巴外,还含有 616 个核苷酸。在转录的起始点上游 291 处有增强子区域。转录起始点下游 108~110 是 TGA 终止密码子,随后 123~125 有 ATG 起

李宗付,中国农业科学院饲料研究所科技研发中心,100081,北京市海淀区中关村南大街 12 号。

邓雪娟,单位及通讯地址同第一作者。

收稿日期:2007-09-27

始密码子。猪与人的 orexin 前体原 cDNA 有 8.5% 的同源性。

3 增食欲素受体的特征

Sakurai 等是用表达 HFGAN72 受体的细胞筛选其激动剂时发现了增食欲素,故 HFGAN72 受体即是增食欲素受体,后又证实为 orexinA(Ox₁R)。在各种类别的 G 蛋白偶联受体中,Ox₁R 的结构与某些神经肽受体最为相似。成功地转染人 Ox₁R cDNA 的 CHO 细胞具有结合 ¹²⁵I-增食欲素 A 的能力,放射配体结合可被非标记增食欲素 A 以剂量依赖的方式抑制,但不被非相关肽(MPY 内皮素-T 等)抑制。增食欲素 A 同样能使成功表达 Ox₁R 的 CHO 细胞内的 Ca²⁺浓度增加。以上结果均说明 Ox₁R 是增食欲素 A 的特异性受体。

同样,增食欲素 B 也是 Ox₁R 的激动剂,但增食欲素 B 与 Ox₁R 的亲合力明显低于增食欲素 A,表明可能存在与增食欲素 B 的亲合力结合的另一种增食欲素受体。随后,Sakurai 等克隆了人、大鼠 Ox₂R cDNA。人的 Ox₁R 和 Ox₂R 的氨基酸序列与大鼠的相比分别有 94% 和 95% 相同。提示这两种受体的基因在种系发育中是非常保守的。放射配体结合发现,成功转染人 Ox₂R cDNA 的 CHO 细胞与增食欲素 B 具有高亲合力,但同时 Ox₂R 与增食欲素 A 的亲合力也很高,故可认为 Ox₁R 是增食欲素 A 的选择性受体,而 Ox₂R 则是一种对增食欲素 A 及 B 非选择性的受体。放射杂交作图发现,人 Ox₁R 基因位于染色体 1p³³,而 Ox₂R 基因位于染色体 6cen(p¹¹-q¹¹)。

4 增食欲素及其受体的组织分布

用 NorthernEP 印迹分析人脑的不同区域(不包括下丘脑)的结果表明,增食欲素前体的 mRNA 仅见于丘脑下核,而在人的心、脑、胎盘、肺脏、肝脏、骨骼肌、肾脏、胰脏未检测到增食欲素前体 mRNA。用 Northern 印迹分析成年大鼠的组织发现,0.7 kb 的增食欲素前体的 mRNA 除在睾丸有少量的表达外,几乎仅在脑中表达,而 Ox₁R、Ox₂R 的 mRNA 也仅在脑组织中被发现,这些观察结果与认为增食欲素是一种在中枢神经系统内起作用的调节肽的想法一致。

用免疫组化和原位杂交研究大鼠脑发现含 orexin 的神经元,在下丘脑及下丘脑腹部两侧呈对称的不连贯分布。在下丘脑中,阳性神经元见于侧部和后部区域及穹隆周围核中。在下丘脑的腹侧,也有阳性神经元分布。阳性神经元的形状各异,从瘦小的纺锤形到大的多极状。一些与进食有关的部位如室旁核、腹内

侧核、弓状核均未见阳性神经元。Mondal 等用放免法分析肥胖大鼠发现 orexin 广泛分布于间脑和脑干的核中,包括室旁核和弓状核等,在这些核中 orexin 分子主要是内源性的。这表明 orexin 是一种神经调质或神经递质或两者皆是,它在多种神经网络内调节自身分泌和神经内分泌。用放免法分析 orexinA 和 orexinB 发现,orexin 大量分布在下丘脑、延髓-脑桥和中脑,大脑皮层也含 orexin,而内脏器官和脂肪组织没有。Ox₁R 和 Ox₂R 仅存在于脑组织中,且它们在脑中的分布也有显著差异。在下丘脑腹内侧核 Ox₁R mRNA 含量最高,而室旁核则以 Ox₂R 为主。在海马结构、中缝背核和蓝斑区 Ox₁R mRNA 含量较高,Ox₂R mRNA 主要在大脑皮层、底丘脑和丘脑室旁核、视前核表达。Ox₁R mRNA 出现在下丘脑表明它有调节摄食的作用,但其中枢广泛分布提示 orexin 可能还有其它功能,现已发现增食欲素能调节摄食、能量平衡、饮水、生殖、睡眠、血压和体温等。

但也有不同结论,研究发现,增食欲素原(即增食欲素的前体)mRNA 在睾丸中表达,但在卵巢中表达,Ox₁R mRNA 也在垂体腺、肾上腺、甲状腺、肾、睾丸、卵巢、空肠、棕色脂肪组织(BAT)等处少量表达,Ox₂R mRNA 也在肾上腺、肺、垂体等处表达,同时发现在不同性别、不同组织器官中表达有显著性差异。

5 增食欲素的功能

5.1 增食欲素与瘦素(leptin)的关系

瘦素和增食欲素都是新近发现的主要作用于下丘脑,且对体重调节作用截然相反的多肽。瘦素可降低体重,增食欲素可能提高体重造成肥胖,它们之间是否有一定的联系,Kok 等最新的配对研究结果表明,发作性睡眠症患者其增食欲素缺乏,平均 24 h 血浆瘦素水平明显降低,且其昼夜分泌节律消失。同时 Switonska 等报道了给大鼠皮下注射增食欲素 A,60 min 后显著提高了血瘦素和胰岛素水平。与此相对应,Beck 等发现连续 7 d 给大鼠腹腔注射瘦素后,下丘脑增食欲素 A 含量显著降低;Komaki 等的研究结果也表明,禁食引起二者的变化趋势正好相反。这些至少说明瘦素和增食欲素在某种程度上相互影响、相互作用,但其关系到底如何,还有待进一步研究。另外,Horvath 等对大鼠和猴脑的研究结果证明了瘦素受体(Lep-R)出现在绝大多数富含增食欲素的神经元中,增食欲素和既含 NPY 又含 Lep-R 的神经元有直接的突触联系,增食欲素能增加 NPY 的释放,导致摄食增

加;而瘦素作为脂肪组织库的一种信号,发挥与增食欲素相反的作用,导致 NPY 释放的减少及其中介作用效果的减弱。这提示瘦素和增食欲素可能都是通过 NPY 这一中介物质起作用的。

5.2 增食欲素与进食行为的关系

下丘脑侧部损伤可抑制进食,使体重下降,这表明,该区域是调节进食和能量平衡的关键部位。刺激下丘脑富含增食欲素的神经元所出现的反应预示着增食欲素可能参与了进食的调节。为了验证这一假说,给雄性大鼠侧脑室快速灌注增食欲素,结果发现 1 次注射增食欲素 A 在 1 h 内产生与剂量依赖的刺激进食的效应。3 nmol 增食欲素 A 可使进食增加 6 倍,30 nmol 增食欲素 A 可使进食增加 10 倍,这种效应可持续 4 h 之久。给雄性大鼠侧脑室灌注 3 nmol 或 30 nmol 的增食欲素 B 可分别使进食量增加 5 倍和 12 倍。但增食欲素 B 的增食效应仅能持续 2 h,短于增食欲素 A,可能是因为增食欲素 B 是一线性多肽,有一个自由的氨基端,而增食欲素 A 有翻译修正,形成双硫键。增食欲素 A 与 B 增食效应持续时间的不同,可能意味着两者在中枢神经系统有不同的功能。但无论是增食欲素 A 或 B,其增食效应都低于 NPY,给大鼠灌注 3 nmol 的 NPY,2 h 和 4 h 后可分别使食量增加 24 倍和 12 倍。增食欲素 A 与 B 相近的增食效应,提示非选择性受体 Ox_2R 与增食欲素在体内的生理作用有较密切的关系。Sakurai 等将成年雄性大鼠禁食 48 h 后,用 Northern 印迹分析丘脑及下丘脑增食欲素前体及 NPY mRNA 的含量,结果增食欲素前体 mRNA 比正常进食的对照组增加 2.4 倍,NPY mRNA 的水平也上调,但增加幅度低于前者。Sakurai 的初步研究结果表明:增食欲素在禁食后表达增加,通过促进食物摄取而参与机体能量平衡中枢性调节。

5.3 调节饮水

外侧下丘脑和未定带在调节摄食和饮水方面有重要作用,该区域的损伤,不仅导致不能吞咽,还引起渴感缺乏。用电或化学刺激该区域,可增加饮水。脑室内注射 orexinA 或 orexinB,以剂量依赖方式增加饮水,orexinA 较 orexinB 的作用更强,这提示此过程中 orexin 通过 Ox_2R 起作用。用药后数分钟开始饮水,作用持续 3 h。Northern 印迹发现,48 h 禁水后,下丘脑 orexin 前体原 mRNA 上调 1.6 倍,血浆渗透压也显著升高。这说明 orexin 在调节体液平衡和饮水方面有其生理作用。

5.4 对生殖系统的作用

哺乳动物生殖功能的维持需要有足够的营养和代谢燃料的储备。orexin 在调节摄食及能量平衡方面有其生理作用,故推测其对生殖也有影响。实验发现,卵巢切除的大鼠用雌二醇苯甲酸和黄体酮预处理后,脑室内注射 orexinA 或 orexinB 以剂量依赖方式快速刺激黄体生成素(LH)分泌。血浆 LH 峰值浓度在 10 min 出现,orexinA 刺激显著高于 orexinB 刺激。但两种 orexin 均抑制切除卵巢后非预处理大鼠 LH 的分泌,LH 分泌均值和脉冲频率显著降低,脉冲幅度无明显变化。这提示 orexin 在下丘脑水平通过促性腺激素释放激素(GnRH)神经元而降低 LH 的脉冲分泌。

5.5 对睡眠的调节

缺乏 orexin 的小鼠与人嗜睡症患者表现相似。而用抗睡眠的药物可激活含 orexin 的神经元。用 orexinA 后增加活化的去甲肾上腺素能神经元,从而提高觉醒和运动活性。 Ox_2R 和 orexinA 前体原基因变异均可致嗜睡,大多数嗜睡症患者不能检测到 orexin。这一切均说明 orexin 在协调睡眠-觉醒周期方面有重要作用。

5.6 对循环系统、自主神经系统的作用

orexin 可能在调节感觉输入、体温、血压等方面有生理作用。大鼠脑室注入 orexin 后,引起血压升高、心率增快、肾交感神经紧张性升高等现象。研究表明,orexin 神经元在觉醒系统的配合下不依赖外周生热作用,可通过 BAT UCP1 来调节体温。

6 展望及应用前景

增食欲素是新近发现的,主要作用于下丘脑的多肽,是一种新的调节机体摄食及能量平衡的神经肽,它能促进食欲,可能造成肥胖。增食欲素及其受体的发现使人们对机体能量平衡的机制有了深入的认识。在人类,增食欲素的临床应用前景不仅仅只是增加恶病质、神经性厌食等消瘦病人的食欲而已,它的受体拮抗剂将可能成为治疗肥胖、糖尿病等能量代谢失衡性疾病的有效手段,orexin 系统突变可致发作性睡眠,可据此制造发作性睡眠模型,有利于进一步探讨嗜睡症的发病机制或筛选治疗嗜睡症的药物。在畜牧上,可用 orexin 促进食欲,增加动物采食量,发挥动物遗传潜力,或开发治疗疾病、提高生产性能的添加剂,有着广阔的应用前景。

(参考文献 31 篇,刊略,需者可函索)

(编辑:张学智, mengzai007@163.com)

断奶仔猪苏氨酸营养需要研究

胡新旭 吴兴利 赵立鸿 马秋刚 计成

断奶仔猪的早期营养与其后期的生长性能密切相关。苏氨酸为断奶仔猪限制性必需氨基酸之一,对其生长性能的发挥有重要作用。当前的大部分断奶仔猪料根据理想蛋白模式和仔猪营养需要的要求,基本都以添加剂的形式补充了赖氨酸和蛋氨酸,但是同时也造成仔猪饲料中苏氨酸的含量往往不能满足仔猪快速生长的需要,使其成为仅次于赖氨酸的第二限制性氨基酸。没有考虑断奶仔猪合理苏氨酸需要量的仔猪饲料,氨基酸的平衡难以得到保证,只有同时满足赖氨酸、蛋氨酸和苏氨酸的需要,才能发挥仔猪的生长潜力。本文将主要从断奶仔猪苏氨酸营养需求特点和需要量研究进展情况进行综述。

1 断奶仔猪苏氨酸需要特点

断奶仔猪由于处在快速生长发育的早期阶段,对苏氨酸的需求也就有一些特别之处。断奶仔猪苏氨酸摄入不仅要满足维持需要和蛋白质沉淀的要求,还应把在消化道内的内源性损失(毛刷状细胞和消化液的分泌)所引起的苏氨酸损失计算在内。因为苏氨酸参与了消化,苏氨酸的需求会根据消化道的重量不同而不同,消化道的重量又和动物的体重有关。在动物机体全身组织中,肠道黏膜组织更新速度是最快的。有研究表明,日粮中摄入的苏氨酸有60%左右被肠道组织吸收利用。进一步的研究表明这些吸收的苏氨酸有90%被肠道分泌为黏膜蛋白或者代谢掉。肠道组织所需要的苏氨酸在断奶仔猪所需要的全部苏氨酸中占有极大的比例。肠道有调节氨基酸利用的能力,并且优先保证满足肠道组织对苏氨酸的需要。实验证明苏氨酸是小肠黏液蛋白的主要组分,在猪小肠表面糖蛋白的合成中是必需的,在维护猪特别是乳仔猪肠道健康和肠粘膜功能以及保持肠道结构完整性中有重要作用。此外,苏氨酸对仔猪的免疫功能也有重要的作用,因为苏氨酸是组成免疫球蛋白的主要成分。

此外,苏氨酸的需要水平受动物个体代谢消化酶的发育程度影响。而且动物摄入的苏氨酸量的多少是与动物的血清苏氨酸水平紧密联系的。血浆中过高的

苏氨酸水平可能存在潜在的神经毒性作用,因为脑脊髓液中的苏氨酸浓度会随着血浆中苏氨酸浓度升高而升高。脑脊髓液中的苏氨酸会对幼龄动物的早期神经发育造成伤害,也可能危害到脑发育(Robert, 1998)^[1]。所以我们要注意给断奶仔猪适当提高日粮中苏氨酸水平,但是也不能过高。

Ettle 和 Roth (2005)^[2]在断奶仔猪自主选择不同苏氨酸含量的日粮试验中发现,仔猪有自动侦测体内的氨基酸代谢变化进而通过采食行为调控弥补氨基酸缺乏的能力。其理论依据是猪具备根据自身需要自动选择最适合的营养素浓度日粮的能力。也有研究者报道,随着猪的日龄增长(特别是生长猪到育肥猪),这种自动适应选择的能力在逐渐丧失。

2 断奶仔猪苏氨酸需要以及需要量研究进展

断奶仔猪苏氨酸需要量受到日粮的蛋白水平和赖氨酸水平的影响。一般在低蛋白水平日粮中我们更应该注意补充苏氨酸。考虑到断奶仔猪的理想蛋白模式,就需要按照日粮的赖氨酸含量确定合适的苏氨酸需要量。当满足赖氨酸和蛋氨酸需要后,应根据回肠可消化苏氨酸及其与赖氨酸适宜的比例配制仔猪日粮,以达到提高仔猪料的品质和断奶仔猪生长性能的目的。

断奶仔猪苏氨酸需要量的表示方式随着氨基酸需要量的研究发展也有很大的变化,前后产生了一系列的表示方式。按照这些表示方式产生的先后,依次大概是日粮中总苏氨酸需要量、日粮中总可消化苏氨酸需要量、回肠表观可消化苏氨酸需要量、回肠真可消化苏氨酸需要量以及回肠真可消化苏氨酸日需要量,与之对应按照苏氨酸需要量表示方式不同产生了不同的断奶仔猪的理想蛋白模式。随着研究手段的改进,这些表示方式也都越来越精准(谯仕彦, 2006)^[3]。赖氨酸的消化率比苏氨酸的消化率高出3%~6%,所以,把 Thr : Lys 从可消化氨基酸变为总氨基酸时,该比率会增加3%~6%。另外由于计算表观可消化氨基酸和标准真可消化氨基酸消化率时是否考虑了基础内源性损失的差异,一般情况下,内源性损失苏氨酸比赖氨酸高,苏氨酸的表观消化率结构性地低于赖氨酸的表观消化率(2%~5%)。所以表观可消化氨基酸表达的 Thr : Lys 与标准可消化氨基酸表达的 Thr : Lys 有2%~5%的差别。

根据近些年来国内外的研究者对断奶仔猪苏氨

胡新旭, 中国农业大学动物科技学院, 100094, 北京市海淀区圆明园西路2号。

吴兴利、赵立鸿、马秋刚、计成, 单位及通讯地址同第一作者。

收稿日期: 2007-10-18

酸需要量方面的研究作了一个汇总(见表 1 和表 2)。 许多的研究都发现, 随着苏氨酸的含量在合适

表 1 断奶仔猪苏氨酸营养需要的研究

仔猪阶段	苏氨酸 (%) (总)	表观可消化率 (%)	回肠真可消化率 (%)	回肠表观可消化率 (%)	比例 Thr : Lys (%)	其它	资料来源
22~56 d	0.77				60		ARC, 1981 ^[4]
5~10 kg	0.8						法国, 1984
5~15 kg	0.7						Rosell, Zimmerman, 1985 ^[5]
6.4~15 kg	0.7						Lewis, 1986 ^[6]
5~10 kg	0.59				57		中国, 1987
7~28 d	0.66					2.99 g/100 g CP	Lelbholz, 1988 ^[7]
28~56 d	0.54					3.00 g/100 g CP	Lelbholz, 1988 ^[7]
5~10 kg	0.68				64		NRC, 1988 ^[8]
10~20 kg	0.56						NRC, 1988
6~16 kg	0.63		0.52			DE 14.02 MJ/kg, CP 17.6%, Lys 1.25%	Saldana, 1994 ^[9]
10~20 kg			0.53			0.37 g D-Thr/MJ DE 2.83 g D-Thr/100 g CP	高振川, 姜云侠等, 1998 ^[10]
7~20 kg	0.75	0.61			65	DE 14.27 MJ/kg CP 19.7%, Lys 1.20%	高振川, 姜云侠等, 1998 ^[10]
5~10 kg	0.86		0.74	0.66	65		NRC, 1998 ^[11]
10~20 kg	0.74		0.63	0.56			NRC, 1998 ^[11]
10~26 kg	0.81~0.88					0.52 g Thr/MJ DE CP 18%~20%	张常明, 冯定远等, 1999 ^[12]
3.6~9 kg	0.985		0.89	0.83	68(T-Thr) 65(DT-Thr)	DE 13.81 MJ/kg, CP 20% Lys 1.45%	林映才, 蒋宗勇等, 2001 ^[13]
6.68~14 kg	0.68					DE 13.4 MJ/kg, CP 20% Lys 1.3%	侯永清, 计成等, 2001 ^[14]
11~22 kg			0.79		65.8(回肠真可消化氨基酸)	DE 14.03 MJ/kg, CP 18.5%, Lys 1.20%	乔岩瑞, 2005 ^[15]
10~25 kg	0.80		0.75		5.9~6.6 g DT-Thr/d	CP 20.7%, Lys 1.16% D- Lys 1.09%	Wang, Qiao 等, 2006 ^[3]

表 2 断奶仔猪理想蛋白中苏氨酸比例

仔猪阶段	Thr 比例 (Lys 为 100%) (%)	备注	资料来源
10~25 kg	69		Gatel, Fekete, 1989 ^[16]
理想蛋白	72		Wang, Fuller, 1989 ^[17]
5~20 kg	65	仔猪	Chung, Baker 等, 1992 ^[18]
9~25 kg	67		Schutte, 1995 ^[19]
21 kg~生长猪	74(可消化氨基酸)		郑春田, 李德发等, 2000 ^[20]
16.75 kg 以上	70	公猪	常文环, 王俊新, 2001 ^[21]
16.75 kg 以上	60	母猪	常文环, 王俊新, 2001
理想蛋白	65(可消化氨基酸)、67(总氨基酸)	仔猪	味之素集团, 2001
7~16 kg	60~65		Guzik 等, 2005 ^[22]
10~25 kg	69(可消化氨基酸)		Wang, Qiao 等, 2006 ^[3]

的范围内逐渐升高(一般对应仔猪日粮总苏氨酸为 0.6%~0.9%), 仔猪的生长性能逐渐得到改善, 表现为日增重的提高和料肉比的下降。

3 影响断奶仔猪对苏氨酸需要量的因素

3.1 性别和品种

雄性动物对苏氨酸需要量高于雌性。生长速度快的瘦肉型品种仔猪蛋白质沉积多, 需要苏氨酸多。

3.2 日粮因素

断奶仔猪对苏氨酸需求量受日粮类型影响很大。因为不同的日粮苏氨酸消化率不同。试验研究发现, 以玉米、花生饼粉为主的基础日粮, 其苏氨酸真消化率为 81%, 而以玉米、小麦和高粱为主的基础日粮, 其

苏氨酸真消化率为 84.5%。对理想氨基酸的研究表明, 饲料中苏氨酸用于沉积的效率比赖氨酸低。苏氨酸沉积过程中的氧化率比赖氨酸沉积时的氧化率高。Fan 等(1995)^[23]使用断奶仔猪(8.9 kg 和 11.8 kg)回肠消化试验测定豆粕、膨化大豆、双低菜粕的苏氨酸表观回肠消化率分别为 65.6%、57.3%、61.0%, 整个肠道苏氨酸表观消化率分别为 80.3%、72.6%、75.2%。一般回肠消化试验用 30 kg 左右的生长猪, 而本试验的结果可能更能代表断奶仔猪对氨基酸的消化能力。Wang 和 Qiao 等(2006)^[3]通过回肠 T 型瘘管消化试验测定玉米、花生粕、乳清粉的回肠真可消化苏氨酸系数(CITD)分别是 0.89、0.92、0.92。

体外消化实验测定氨基酸消化率,容易高估,原因是因为忽略了不同原料的组合作用和抗营养因子的作用以及肠道微生物的作用。氨基酸消化率也和原料的细胞壁及纤维组织结构有关。原料中氨基酸的分子结构,实际存在状态,游离的还是结合的直接影响其氨基酸消化率。

3.3 蛋白质水平

影响断奶仔猪对苏氨酸需要量的一个重要因素是日粮中粗蛋白水平。在低蛋白水平日粮中添加苏氨酸比在高蛋白水平日粮中添加效果相对要好。苏氨酸和日粮中粗蛋白也有一个合适的比例。

3.4 其它氨基酸的影响

由于苏氨酸与其它氨基酸之间存在协同或拮抗的关系,因而其它氨基酸的含量也影响苏氨酸的需求量。苏氨酸的需要量在很大程度上与赖氨酸的需要量相关,当日粮中的赖氨酸或蛋氨酸过量时,苏氨酸的需求量增大。添加适量苏氨酸可消除因赖氨酸或蛋氨酸过量造成的体增重下降,也可减轻色氨酸过量造成的生长抑制。苏氨酸可以消除 3% 丝氨酸所引起的氨基酸不平衡。饲料中苏氨酸代谢转化为甘氨酸,可以弥补仔猪体内甘氨酸供给不足。向苏氨酸缺乏的日粮中添加谷氨酸可减少苏氨酸从蛋白质中的降解;当日粮苏氨酸为机体蛋白质沉积的限制性因素时,谷氨酸有部分节约苏氨酸的效应。

3.5 外界应激因素

高温和低温环境会引起动物生理和代谢上的变化,从而导致采食量和生长速度下降以及胴体成分的改变。而且断奶过程中的环境变化和生理等应激因素都会影响仔猪对苏氨酸的需要量的变化。

3.6 加工因素

研究表明,同一原料的氨基酸回肠消化率和氨基酸可利用率的数值之间是存在差异的。原因是热加工等因素造成氨基酸的可利用率下降,但是并不影响其在回肠的消化率。研究结果表明,回肠可消化苏氨酸最大的贮留率为 64%,那么其余的 36% 的回肠可消化苏氨酸就可能被用于维持或者是以不可利用的苏氨酸形式吸收的;而且回肠可消化苏氨酸最大的贮留率低于回肠可消化赖氨酸最大的贮留率(73%~75%) (Beech、Batterham, 1991^[24])。加工因素造成不同原料之间的差异性更大。比如,生长猪回肠可消化苏氨酸用于蛋白沉积的比例为棉粕 0.44、肉骨粉 0.59、豆粕 0.64。而家禽肉骨粉比牛肉骨粉更耐热加工,但是二者的氨基酸回肠消化率都随着热加工时间的延长而降低(Williams, 1995^[25])。

3.7 非淀粉多糖

Zhu 等(2005)^[26]通过几种不同水平的非淀粉多糖对蛋白沉积和赖氨酸、苏氨酸的利用率影响研究发现,随着日粮中非淀粉多糖水平的升高(0、4%、8%、12%),生长猪(体重 14~17 kg)的蛋白沉积量下降,而且可消化苏氨酸的利用率也下降,但是赖氨酸的利用率基本不受影响。原因可能是由于日粮中非淀粉多糖导致回肠末端的内源氮和氨基酸损失增加。

Libao-Mercado 等(2006)^[27]通过 3 种原料(酪蛋白和小麦次粉、果胶)对回肠可消化赖、苏氨酸用于蛋白沉积效率的影响研究发现,随着回肠可消化赖、苏氨酸的升高,酪蛋白对回肠可消化赖、苏氨酸用于蛋白沉积的效率没有什么不利影响($P>0.10$),但是小麦面筋会造成回肠可消化赖氨酸、苏氨酸用于蛋白沉积的效率下降($P<0.001$)。研究表明来源于不同饲料原料的回肠可消化氨基酸用于蛋白沉积和其它生命活动功能的实质性效果是不同的。主要是因为小麦次粉中高含量的抗营养因子 NSP 产生的负面作用。但是纯化的可溶性 NSP(果胶)对回肠可消化赖、苏氨酸用于蛋白沉积的效率没有影响($P>0.10$)。

由以上两位学者的研究结果分析,可以看到饲料原料中的非淀粉多糖对苏氨酸用于蛋白沉积的效率有一定的负作用。所以目前众多学者建议在非淀粉多糖含量高的日粮中添加非淀粉多糖酶以消除其抗营养作用。

4 断奶仔猪合适苏氨酸需要量的确定

目前国内外对仔猪的氨基酸需要量的研究一般都采取生产性能指标(如平均日增重、平均日采食量、耗料增重比)和血液指标(血清氨基酸、血清尿素氮)确定合适的需要量。结合生产的需要,个人认为使用生产性能指标作为评定指标更有实践应用的指导意义。

研究表明,苏氨酸超过需要量时,随苏氨酸水平的升高,断奶仔猪采食量和日增重持续下降,苏氨酸过少或过多都降低采食量和日增重。总结大量试验研究发现,获得最大采食量的苏氨酸需要量低于获得最佳生产性能的苏氨酸需要量,在接近苏氨酸需要量最适水平附近,采食量变化很大。这个结果意味着在断奶仔猪的苏氨酸需要量最适水平基础上适当的稍微提高苏氨酸添加量,就可以达到让仔猪吃得少长的多、最大限度地提高饲料转化效率的目的。图 1 是笔者根据国内外学者研究断奶仔猪苏氨酸需要量的结果总结出来的一个剂量反应模式图。图中显示 A 点对应最大的平均日采食量, B 点对应最大的平均日增重,在 B 点的基础上适当提高日粮苏氨酸水平到 C 点,就可以获得相对较高的平均日增重(ADG)和相对较低的平均日采食量(ADFI),这样我们就可以获得相

应较低的耗料增重比和较好的经济效益。这也应该作为仔猪苏氨酸合适需要量研究的一个方向。

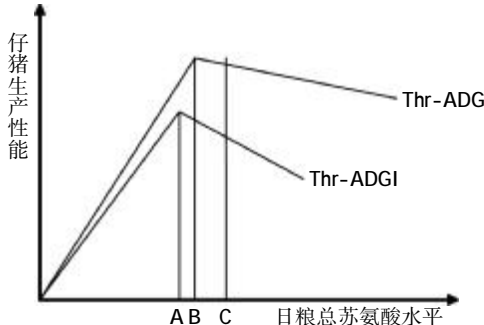


图1 苏氨酸与生产性能剂量反应模式

5 小结与提示

由于断奶仔猪自身特殊的生理特点以及特殊的生理生长阶段,苏氨酸对其机体各方面的生命活动(肠道发育、蛋白沉积、免疫系统等)具有重要的营养意义。根据我国当前的生产实践情况和今后的发展趋势,对于断奶仔猪(7~15 kg)的苏氨酸需要量建议为:日粮总苏氨酸需要量 0.84%~0.91%(对应 Lys 为 1.2%~1.3%);断奶仔猪理想蛋白模式中苏氨酸、赖氨酸比例分别为 70~72(T-Thr : T-Lys)和 65~68(DT-Thr : DT-Lys)。

根据目前仔猪苏氨酸营养研究进展,还有以下两个方面的研究前景值得我们关注。

① 苏氨酸对机体体液免疫和细胞免疫都起着相当重要的作用,由免疫应激和断奶应激引起的断奶仔猪对苏氨酸营养需要量方面的研究有待进一步深入。

② 应该针对断奶仔猪(7~15 kg)的苏氨酸需要量(特别是回肠真可消化苏氨酸量以及回肠真可消化苏氨酸日需要量)进行系列深入的研究,同时使用小于 20 kg 体重的断奶仔猪对其常用饲料原料的苏氨酸回肠消化率进行测定。

参考文献

- 1 Robert F P. Bertolo, Cathy Z. L. Chen, Garson Law, et al. Threonine requirement of neonatal piglets receiving total parenteral nutrition is considerably lower than that of piglets receiving an identical diet intragastrically[J]. The Journal of Nutrition,1998(128):1 752~1 759
- 2 Eittle T, Roth F X . Dietary preferences for feeds varying in threonine concentration by the piglet [J]. Physiology & Behavior,2005 (85):289~295
- 3 Wang X, Qiao S Y, Liu M, et al. Effects of graded levels of true ileal digestible threonine on performance, serum parameters and immune function of 10-25 kg pigs[J]. Animal Feed Science and Technology, 2006(129):264~278
- 4 ARC. The Nutrient Requirements of Pigs [M]. Common wealth Agric. Bureau, Slough, U.K.1981
- 5 Rosell V L, Zimmerman D R. Threonine requirement of pigs weighing 5 to 15kg and the effect of excess methionine in diets marginal

- in threonine [J]. J. Anim.Sci.,1985(60):480~486
- 6 Lewis A J, Peo J R E R. Threonine requirement of pigs weighing 5 to 15kg[J]. J. Anim. Sci.,1986(62):1 617~1 623
- 7 Leibholz J. Threonine supplementation of diet s for pigs between 7 to 56 days of age [J]. Anim. Prod.,1988(47):475~480
- 8 NRC. Nutrient Requirements of Swine (9th Ed)[M]. National Academy Press, Washington, DC.1988
- 9 Saldana C I, Knabaz D A, Owen K Q, et al. Digestible Threonine Requirements of Starter and Finisher Pigs [J]. J. Anim.Sci.,1994(72): 144~150
- 10 高振川,姜云侠,伍喜林,等.仔猪苏氨酸营养需要量的研究[J].动物营养学报,1998(10):41~50
- 11 NRC. Nutrient Requirements of Swine (10th Ed)[M]. National Academy Press, Washington, DC.1998
- 12 张常明,冯定远,刘玉兰,等.在低蛋白日粮中添加赖氨酸和苏氨酸对仔猪生产性能的影响[J].粮食与饲料工业,1999(11):42~43
- 13 林映才,蒋宗勇,余德谦,等.超早期断奶仔猪可消化蛋氨酸、苏氨酸、色氨酸需求参数研究[J].动物营养学报,2001(13):30~39
- 14 侯永清,计成,芮于明,等.日粮中不同蛋氨酸、苏氨酸水平对断奶仔猪有关血液生化指标的影响.粮食与饲料工业,2001(9):34~35
- 15 乔岩瑞.同时测定保育后期仔猪赖氨酸和苏氨酸需要量的试验 [J].养猪,2005(3):1~2
- 16 Gatel, Féte F J. Lysine and Threonine Balance and Requirements for Weaned Piglets 10-25 Kg Liveweight Fed Cereal-Based Diets [J]. Livest. Prod. Sci.,1989(23):195~206
- 17 Wang T C, Fuller M F. The optimum dietary amino acids pattern for growing pigs 1. experiments by amino acid deletion [J]. J. Anim. Sci.,1989(62)77~89
- 18 Chung T K, Baker D H. Ideal amino acid pattern for 10- kilogram pigs[J]. J. of Animal Science,1992(70):3 102~3 111
- 19 Schutte J B , Jong, Langhout D J. Threonine requirement of pigs in the live weight ranges of 10~20 and 20~40 kg [M]. In: ILOB report No. 1 95-3936, The Netherlands.1995
- 20 郑春田,李德发,谯仕彦,等.生长猪苏氨酸需要量研究.畜牧与兽医,2000(1):9~11
- 21 常文环,王俊新,于会民,等.苏氨酸与赖氨酸之比对生长猪性能及血中尿素氮的影响[J].饲料工业,2001(2):16~18
- 22 Guzik A C, Pettitt M J, Beltranena E, et al. Threonine and tryptophan ratios fed to nursery pigs[J]. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 2005(89):297~302
- 23 Fan M Z,Sauer W C,Lange C F M. Amino acid digestibility in soybean meal, extruded soybean and full-fat canola for early-weaned pigs[J]. Animal Feed Science and Technology,1995(52):189~203
- 24 Beech S A, Batterham E S. Utilization of ileal digestible amino acids by growing pigs: threonine [J]. British Journal of Nutrition , 1991(65): 381~390
- 25 Williams P E V. Digestible amino acids for non-ruminant animals: theory and recent challenges[J].Animal Feed Science and Technology,1995(53):173~187
- 26 Zhu C L , Rademacher M, Lange C F M.Increasing dietary pectin level reduces utilization of digestible threonine intake, but not lysine intake, for body protein deposition in growing pigs [J]. Journal of Animal Science,2005(83):1 044~1 053
- 27 Libao-Mercado A J, Leeson S , Langer S, et al. Efficiency of utilizing ileal digestible lysine and threonine for whole body protein deposition in growing pigs is reduced when dietary casein is replaced by wheat shorts [J]. Journal of Animal Science,2006(84): 1 362~1 374 (编辑:刘敏跃,lm-y@tom.com)

多菌体转化玉米秸秆生产蛋白饲料的研究

罗建成 臧晋

摘要 以玉米秸秆为原料,经多菌体发酵生产蛋白饲料。在对培养基进行简单优化的基础上,通过正交试验分析木霉、青霉、黑曲霉接种量,青霉、酵母接入时间和发酵时间对该试验的影响,得出最佳发酵工艺。结果显示,发酵固形物蛋白含量普遍降低,发酵液中可溶性蛋白含量最高为 512.36 $\mu\text{g/ml}$,与发酵前相比,增幅为 112.4%,还原糖含量与发酵前有所降低。

关键词 多菌体;混合发酵;蛋白饲料

中图分类号 S816.4

More bacteria into corn straw production of protein feed

Luo Jiancheng, Zang Jin

Abstract Using multi-bacteria to convert corn stalk into protein feed. On the basis of simple optimized medium, this paper through an orthogonal experiment finds out the optimum technics about fermentation after analyzing the influences of trichoderma inoculum, penicillium inoculum, aspergillus niger inoculum, and the respective inoculating time of penicillium and yeast as well as its fermentation time. The results in this paper showed that protein content of fermentation solids generally reduces after this experiment, and the maximum content of soluble protein mounts up to 512.36 $\mu\text{g/ml}$, which causes an increase of 112.4% compared with that before fermentation, and reducing sugar content basically keeps a balance with the pre-fermentation one. This experiment also lays a foundation for further researches on the utilization of cornstalk.

Key words multi-bacteria; mixed fermentation; protein feed

随着世界人口的巨增,粮食和能源的短缺将日趋严重,可再生植物纤维的开发利用引起了全世界的普遍关注。利用纤维素酶降解纤维素原料转化为可利用的单糖,进一步生产单细胞蛋白或其它发酵产品,其经济价值和社会效益都十分巨大。在我国农业生产中,形成的农作物副产物(如稻草、玉米秸秆、麦秸、豆秸、谷草、高粱秸等)只是被视为农业废料而放弃或仅被作为燃料以及充当部分肥料。巨大的潜在资源白白浪费,而且造成了严重的环境污染。如利用微生物对此类物质进行生物学转化,制成饲料和肥料,不仅可以减少污染,还可以变废为宝,解决我国饲料资源不足,价格昂贵等问题,有明显的经济效益及社会效益。本文利用氨处理酸中和的方法对玉米秸秆作前处理,然后通过几种微生物构建的多菌种共发酵的体系,依据各种微生物生长及代谢的特性,利用正交试验优化出一条较为完整可行的多菌种共发酵的技术路线

和工艺方法,以实现玉米秸秆及其它农作物秸秆的微生物的有效利用,为开发这一重要资源提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 菌种

本试验所用菌种绿色木霉、产朊假丝酵母、黑曲霉、青霉均来自实验室保藏。

1.1.2 培养基

PDA 培养基; 发酵培养基: 取水 1 000 ml 加入 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0.2%、 MgSO_4 0.05% (质量浓度), pH 值自然, 制成无机盐溶液。每个三角瓶加 9 g 秸秆粉(含水 84.4%), 1 g 麸皮, 100 ml 无机盐溶液。

1.2 方法

1.2.1 工艺过程和基本方法

菌种计数参照李爱华的方法进行; 玉米秸秆的处理参照陈庆森的方法进行。

1.2.2 试验方案

1.2.2.1 培养基优化

考察了附加碳源、氮源、无机盐等培养基成分对指标的影响; 同时选择接种量和酵母加入量的不同水平, 研究其对指标的影响。

罗建成, 南阳理工学院生化学院, 讲师, 473004, 河南省南阳市长江路 80 号。

臧晋, 单位及通讯地址同第一作者。

收稿日期: 2007-09-30

1.2.2.2 菌种组合选择

①二菌种组合:选取木霉和酵母,木霉和青霉以及木霉和黑曲霉三种组合为代表,进行两个菌种的正交试验。②三菌种组合:选取木霉、青霉和酵母以及木霉、黑曲霉和酵母两种组合进行三菌种试验。③四菌种组合:选取木霉、青霉、酵母、黑曲霉进行四菌种试验。整个试验设计见表1、表2、表3。

表1 二菌种共发酵正交试验

水平	因素		空1
	接入时间(A)	发酵天数(B)	
1	2 d后	8 d	1
2	2 d后	10 d	2
3	4 d后	8 d	2
4	4 d后	10 d	1

注:A是指酵母、青霉、黑曲霉接入时间。

表3 四菌种共发酵正交试验

水平	因素					
	木霉接种量(A)	黑曲霉接种量(B)	青霉接种量(C)	青霉接入时间(D)	酵母接入时间(E)	发酵天数(F)
1	3%	1%	5%	0 d	0 d	8 d
2	4%	2%	6%	2 d	2 d	10 d
3	5%	3%	7%	4 d	4 d	12 d

2.1 活化菌种浓度

绿色木霉、黑曲霉、青霉经过3 d培养,浓度分别达到 4.2×10^8 、 1.7×10^8 、 9×10^7 个/ml,酵母经过24 h培养浓度可达到 5.5×10^8 个/ml。

2.2 发酵条件及各因素水平的选择结果

2.2.1 附加碳源的影响

在发酵过程中,碳源是一个很重要的因素,在本次试验中考虑到不同附加碳源对酶活力的影响,选择在不加碳源和附加碳源(麸皮、豆饼粉)的条件下,比较不同附加碳源对酶活力的影响,结果见图1。结果显示,在无附加碳源情况下,酶活力最小;以麸皮为碳源的情况下,酶活力最高。

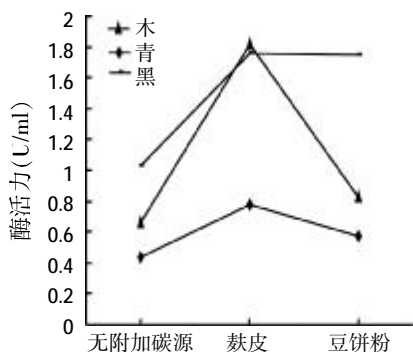


图1 附加碳源对酶活力的影响

表2 三菌种共发酵正交试验

水平	因素		空1
	接入时间(A)	发酵天数(B)	
1	同时	2 d	1
2	同时	4 d	2
3	2 d后	2 d	2
4	2 d后	4 d	1

注:A是指青霉、黑曲霉接入时间。

1.2.3 指标测定方法

还原糖含量的测定用DNS试剂法。滤纸酶活力的测定参照赵亚华的方法进行。可溶性蛋白含量的测定用考马斯亮兰G-250显色法。发酵残渣蛋白质含量用凯氏定氮法测定。粗纤维利用率参照张永惠的方法测定。

2 结果与分析

2.2.2 氮源的影响

同一菌种对不同含氮化合物的分解利用情况不一样,因此,选择合适的氮源对产酶更有利,在此参与比较的四种氮源为:尿素、硫酸铵、硝酸铵、硝酸钠,含量为0.2%(质量浓度,分子式中含一个N的,取量时为分子式中含两个N的两倍),试验结果见图2。结果显示,选择以硫酸铵为氮源时,纤维素酶活力最高。

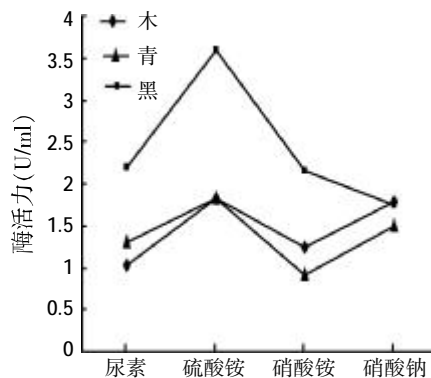


图2 氮源对酶活力的影响

2.2.3 接种量的影响

适当加大接种量有利于缩短培养过程中的适应期,提前进入对数期和平缓期,接种量不同时生长状况差别很大,因此选择适当的接种量很重要。控制其

它条件和基础发酵培养基一致,选取 2%、3%、5%、7% 四个不同接种量参与比较,结果见图 3。

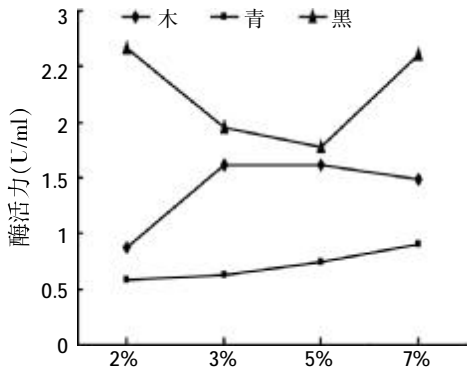


图3 接种量对酶活力的影响

结果显示,木霉在接种量为 3% 时酶活力最高,5% 时次之;黑曲霉接种量为 2% 时最高,而后先减少再增加,考虑用量和酶活力大小,选择接种量为 2% 最佳;青霉在此四个接种量情况下其酶活力一直上升,最高时接种量为 7%。采用较大的接种量可以缩短发酵中菌丝繁殖达到高峰的时间,使产物的形成提前到来。但接种量过大,往往使菌丝生长过快、培养液粘度增加,造成溶氧不足,而影响产物的合成。

2.2.4 无机盐的影响

不同的无机盐含有不同的金属离子,不同金属离子对菌种生长和产酶作用有较大影响。选择氯化钠、硫酸亚铁、硫酸镁、磷酸二氢钾四种不同的无机盐,其用量均为 0.05% (质量浓度) 进行试验,结果见图 4。结果显示,加入硫酸镁时酶活力最高,氯化钠次之。

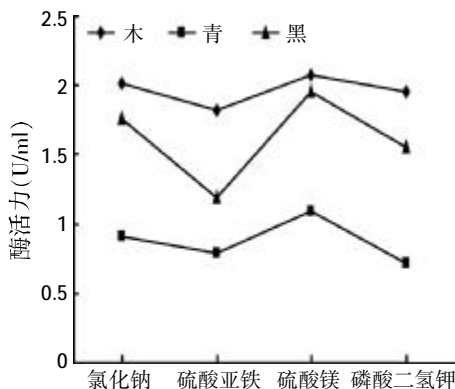


图4 无机盐对酶活力的影响

2.2.5 酵母接入量对酶活力的影响

纤维素酶的合成受降解产物的阻遏,其活力也受反馈抑制,由此在发酵时加入利用降解产物的菌种,有利于纤维素酶的合成和活力的提高,考虑不同的接

入量对酶活力的影响,选择 5%、10%、15% 三个接种量,结果见图 5。结果显示,酵母的接入量为 5% 时,酶活力最高。

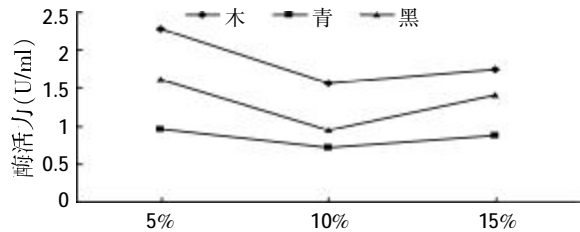


图5 酵母接入量对酶活力的影响

2.3 二菌种试验

2.3.1 木霉与酵母

对发酵指标进行检测,分析结果见表 4。

表4 木霉与酵母正交试验极差分析

a 还原糖含量 (μg/ml)	\bar{K}_1	141	159	168
	\bar{K}_2	172	154	145
R	31	5	23	
c 可溶性蛋白含量 (μg/ml)	\bar{K}_1	270.22	294.97	315.29
	\bar{K}_2	342.10	317.35	297.03
	R	71.88	22.38	18.27
d 粗纤维利用率 (%)	\bar{K}_1	28.15	30.38	32.26
	\bar{K}_2	34.67	32.44	30.56
	R	6.53	2.07	1.69

结果显示:指标 a 各因素的优顺序和水平为 A_2B_1 , 指标 c 和 d 为 A_2B_2 ;粗纤维利用率可达到 36.55%,还原糖和可溶性蛋白含量均有所上升。在该体系中,还原糖含量的增量较大,则木霉与酵母共存的情况下,酵母并不能较好利用还原糖。

2.3.2 木霉与青霉 (见表 5)

表5 木霉与青霉正交试验极差分析

a 还原糖含量 (μg/ml)	\bar{K}_1	160	168.5	163.5
	\bar{K}_2	168	159.5	164.5
	R	8	9	1
c 可溶性蛋白含量 (μg/ml)	\bar{K}_1	368.61	299.79	322.54
	\bar{K}_2	299.74	368.56	345.81
	R	68.88	68.78	23.27
d 粗纤维利用率 (%)	\bar{K}_1	31.07	30.59	32.015
	\bar{K}_2	30.54	31.03	29.59
	R	0.53	0.44	2.42

结果显示:指标 a 各因素的优顺序和水平为 B_1A_2 , 指标 c 和 d 为 A_1B_2 ;粗纤维利用率可达 32.06%,还原糖和可溶性蛋白含量与发酵前相比均有所增加。

2.3.3 木霉与黑曲霉 (见表 6)

表 6 木霉与黑曲霉正交试验极差分析

a 还原糖含量 ($\mu\text{g/ml}$)	\bar{K}_1	131	138.5	137.5
	\bar{K}_2	141	133.5	134.5
	R	10	5	3
c 可溶性蛋白含量 ($\mu\text{g/ml}$)	\bar{K}_1	377.14	362.27	377.26
	\bar{K}_2	364.20	379.06	364.08
	R	12.94	16.79	13.18
d 粗纤维利用率 (%)	\bar{K}_1	22.89	22.31	23.51
	\bar{K}_2	23.97	24.55	23.35
	R	1.08	2.25	0.16

结果显示:指标 a 各因素的优顺序和水平为 A_2B_1 , 指标 c 为 B_2A_1 , 指标 d 为 B_2A_2 ; 粗纤维利用率可达 25.17%, 与前两组比较其粗纤维利用率较低, 还原糖含量和可溶性蛋白含量与发酵前相比均有所增加。

黑曲霉在该体系中生长旺盛, 其对还原糖的利用也超过酵母, 但同时, 黑曲霉的生长也与木霉产生竞争, 故在此体系中粗纤维的利用率不高。

2.4 三菌种试验

2.4.1 木霉、青霉及酵母(见表 7)

表 7 木霉、青霉、酵母正交试验极差分析

a 还原糖含量 ($\mu\text{g/ml}$)	\bar{K}_1	139.5	144.5	143
	\bar{K}_2	145.5	140.5	142
	R	6	4	1
c 可溶性蛋白含量 ($\mu\text{g/ml}$)	\bar{K}_1	336.29	326.95	329.48
	\bar{K}_2	331.69	341.02	338.50
	R	4.60	14.07	9.02
d 粗纤维利用率 (%)	\bar{K}_1	31.96	34.56	33.92
	\bar{K}_2	33.34	30.74	31.38
	R	1.38	3.82	2.54

结果显示:指标 a 各因素的优顺序和水平为 A_2B_1 , 指标 c 为 B_2A_1 , 指标 d 为 B_1A_2 ; 粗纤维利用率可达 35.14%, 还原糖和可溶性蛋白含量与发酵前相比均有所增加。

该体系对还原糖的利用比二菌种优越, 酵母的加入也对纤维素酶和木聚糖酶具有辅助作用, 故其对粗纤维利用率较大, 还原糖含量的增量少。

2.4.2 木霉、黑曲霉及酵母(见表 8)

表 8 木霉、黑曲霉及酵母正交试验极差分析

a 还原糖含量 ($\mu\text{g/ml}$)	\bar{K}_1	56.5	64.5	59.0
	\bar{K}_2	68.5	60.5	66.0
	R	12.0	4.0	7.0
c 可溶性蛋白含量 ($\mu\text{g/ml}$)	\bar{K}_1	219.49	164.51	225.63
	\bar{K}_2	169.05	224.04	162.92
	R	50.44	59.53	62.71
d 粗纤维利用率 (%)	\bar{K}_1	35.34	35.55	34.44
	\bar{K}_2	36.03	34.82	35.92
	R	0.31	0.73	1.48

结果显示:指标 a 各因素的优顺序和水平为 A_2B_1 ,

指标 c 为 B_2A_1 , 指标 d 为 B_1A_2 ; 粗纤维利用率可达 36.13%, 还原糖和可溶性蛋白含量与发酵前相比均有所降低。综合以上混合菌发酵结果, 黑曲霉与酵母共存时, 还原糖和可溶性蛋白的含量会降低。

该体系较好的利用了还原糖, 对解除反馈抑制作用重大, 同时酵母的存在控制着黑曲霉对木霉的影响, 故粗纤维利用率较大。

2.5 四菌种组合正交试验及结果分析

2.5.1 还原糖含量极差分析(见表 9)

表 9 还原糖含量极差分析($\mu\text{g/ml}$)

\bar{K}_1	104.17	95.83	109.50	93.17	97.67	103.50	106.33
\bar{K}_2	90.50	92.50	86.33	95.83	91.33	83.00	85.00
\bar{K}_3	82.33	88.67	81.17	88.00	88.00	90.50	85.67
R	21.84	7.16	28.33	7.83	9.67	20.50	21.33

结果显示:对于指标还原糖含量而言, 因素的优顺序与组合为 $C_3A_3F_2E_3D_3B_3$ 。还原糖含量的高低直接影响到纤维素酶活力的大小, 在本试验中还原糖含量越低对纤维素酶的反馈抑制作用越小。

2.5.2 酶活力极差分析(见表 10)

表 10 酶活力极差分析(U/ml)

\bar{K}_1	1.930	1.437	1.895	1.708	1.517	1.767	1.907
\bar{K}_2	1.398	1.310	1.652	1.542	1.905	1.335	1.487
\bar{K}_3	1.505	2.087	1.287	1.583	1.412	1.732	1.440
R	0.532	0.777	0.608	0.166	0.493	0.432	0.467

结果显示:优顺序与组合为 $B_3C_1A_1E_2F_1D_1$; 分析二菌种与三菌种发酵试验的结果, 黑曲霉、青霉、酵母的存在对发酵液中还原糖含量的影响至关重要, 由此影响着纤维素酶活力的大小。在四菌种发酵试验中, 黑曲霉和青霉及酵母的接入时间对结果的影响, 与由二菌种与三菌种发酵试验得出的结论一致。

2.5.3 可溶性蛋白含量极差分析(见表 11)

表 11 可溶性蛋白含量极差分析($\mu\text{g/ml}$)

\bar{K}_1	288.805	343.332	248.533	359.793	397.632	306.580	309.403
\bar{K}_2	252.845	284.215	292.530	215.118	235.742	262.962	262.477
\bar{K}_3	307.063	221.167	307.650	273.802	215.340	279.172	276.833
R	54.218	122.165	59.117	144.675	182.292	43.618	46.926

最佳组合为 $E_1D_1B_1C_3A_3F_1$; 本试验是以生产蛋白饲料为目标, 所以在分析检测中, 蛋白质含量也是最终指标。在四菌种同时接入的情况下, 从生长繁殖到酶系的产生, 四菌种的相互作用始终存在, 在此情况下, 有利于粗纤维的降解利用, 为进一步合成蛋白质提供原料。

小麦秸秆氨化中尿素氮水平对其品质的影响

吕贞龙 陈后庆 尹召华 邢淑芳 徐庆龙 俞步清

摘要 将秸秆分为4组,分别用含量为0%、4%、5%和6%的尿素进行缸贮,温度在20℃以上时密闭2~3周后,分别取样,对样品进行干物质含量、粗灰分、粗蛋白、pH值、氨态氮、ADF、NDF、粗纤维、乙酸、丙酸和丁酸的测定,对测定数据进行分析。结果如下:①氨化处理可使秸秆的粗蛋白含量提高4%~6%,使秸秆的粗蛋白含量超过了反刍家畜饲料中蛋白质含量不能低于8%的限定值;②氨化处理可使秸秆的pH值得到显著提高;③尿素的含量越高,氨态氮的含量越高;④氨化处理后,可使秸秆中的挥发性脂肪酸有不同程度的减少。

关键词 尿素含量;氨化秸秆;贮存

中图分类号 S816.5*3

我国农作物秸秆年产量为7亿吨左右,资源十分丰富,居世界之首,占全世界秸秆总量的30%左右。目前秸秆利用率约为33%,并且其中大部分未加处理,经过技术处理后利用的仅约占2.6%。若将秸秆进行微生物处理或理化处理、综合处理,应用于草食动物饲养业,可提高动物的消化利用率,这是一份极其宝贵而又巨大的资源,如何利用这些生物资源中的有效成分,提高整个农业生产系统的产出水平,是一个十分重要的课题。本文就不同的尿素水平对小麦秸秆贮存品

吕贞龙,扬州大学实验农牧场,副研究员,225009,江苏省扬州市文汇东路12号。

陈后庆、尹召华、邢淑芳、徐庆龙、俞步清,单位及通讯地址同第一作者。

收稿日期:2007-09-28

质的影响进行研究,以为生产提供一定的参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

用含量分别为0%、4%、5%、6%的尿素对秸秆进行缸贮,温度20℃,密闭2~3周后得到的氨化秸秆,由扬州大学实验牧场提供。

1.2 试验分析项目与方法

通过实验室的方法,测定不同尿素含量对秸秆最终的干物质含量、粗灰分、粗蛋白、pH值、氨态氮、ADF、NDF、粗纤维、乙酸、丙酸、丁酸、乙/丙的影响。

1.2.1 pH值及氨态氮

每份氨化秸秆取样品20g,加入100ml蒸馏水,搅拌均匀,放入4℃冰箱,放置24h,并不时摇晃,制成浸提液。利用pHS-3C精密pH计直接测定浸提液

系有明显提高。

3 结论

发酵前后,固形物蛋白和可溶性蛋白的含量变化较大。绝大多数试验组中,可溶性蛋白含量增加,最大增幅为112.4%;固形物蛋白含量降低,平均下降0.2%。

利用单一菌种,通过单因素试验,确立了发酵培养基的成分:以麸皮为附加碳源,硫酸铵为氮源,同时添加硫酸镁作为发酵培养基中的无机盐。本试验中,用量分别为麸皮:秸秆=1:1.5,硫酸铵0.2%,硫酸镁0.05%(均为质量浓度)。分析单一菌种接种量的影响,木霉在接种量为3%时,酶活力为1.62U/ml;黑曲霉在接种量为2%时,酶活力为2.67U/ml;青霉在接种量为7%时,酶活力为0.90U/ml。

(参考文献若干篇,刊略,需者可函索)

(编辑:刘敏跃,lm-y@tom.com)

2.5.4 粗纤维利用率极差分析(见表12)

表12 粗纤维利用率极差分析(%)

\bar{K}_1	22.990	23.947	23.143	23.355	28.508	23.362	21.938
\bar{K}_2	21.823	23.595	22.215	22.463	19.767	22.158	23.505
\bar{K}_3	23.625	20.897	23.080	22.620	20.163	22.918	22.995
R	1.802	3.050	0.928	0.892	8.741	1.204	1.567

最佳组合为E₁B₁A₃F₁C₁D₁。

2.5.5 固形物蛋白极差分析(见表13)

表13 固形物蛋白极差分析(%)

\bar{K}_1	1.341	1.198	1.275	1.094	0.950	1.192	1.170
\bar{K}_2	1.238	1.316	1.217	1.355	1.466	1.244	1.252
\bar{K}_3	1.097	1.163	1.185	1.228	1.262	1.241	1.255
R	0.244	0.153	0.090	0.261	0.516	0.052	0.085

最佳组合为E₁D₁A₃B₃C₃F₁;针对四菌种发酵而言,四者构成良好的共发酵体系,有效降低了还原糖含量,由此可以提高纤维素酶活力和促进纤维素酶的合成。而且在四菌种体系中,可溶性蛋白较其它发酵体

pH 值,用苯酚-次氯酸钠比色法测定浸提液中的氨态氮含量。

1.2.1.1 试剂配制

NH₄Cl 标准液(50 mg/dl):准确称取 NH₄Cl 191.07 mg,加蒸馏水溶解后转移至 100 ml 的容量瓶中,定容,贮存于冰箱中。

A 试剂:准确称取苯酚 2.493 9 g,亚硝基铁氰化钾 12.70 mg,溶于蒸馏水中,定容至 250 ml。

B 试剂:准确量取次氯酸钠 5 ml,NaOH 1.25 g,溶于蒸馏水中,定容至 250 ml。

1.2.1.2 样品的测定

将样品 1 000 r/min 离心 10 min,取 50 μl 上清液置于试管中(调零的空白管中加入 50 μl 蒸馏水),依次加入 A 试剂和 B 试剂各 3 ml,用漩涡振荡器充分混合,将试管置 60 ℃水浴 10 min,然后以冷水冷却,取适当溶液以 OD_{546 nm}用 UV-Bi756 型可见紫外分光光度计比色,测得吸光度值,通过与浓度-吸光度标准曲线中对应值获得样品中的含量。

1.2.1.3 标准曲线的绘制

按顺序编号五支试管 0、1、2、3、4,依次加入 NH₄Cl 标准液 0、1、2、3、4 ml,再加入蒸馏水 5、4、3、2、1 ml,用漩涡振荡器充分混合,各管中 NH₄Cl 浓度依次为 0、10、20、30、40 mg/dl,将零号管作为空管,其余四管作为上述四种浓度的标准管。

1.2.2 干物质、蛋白质和中、酸性洗涤纤维

根据杨胜^[2]所述方法分别测定干物质、蛋白质和中、酸性洗涤纤维。

1.2.3 挥发性脂肪酸

根据王加启等^[9]方法测定挥发性脂肪酸。

1.2.3.1 操作方法

样品用水浸提,过滤,加入高碘酸酸化后,注入气相色谱进行分析。

1.2.3.2 试剂(均为分析纯,水为蒸馏水)

①15%高碘酸溶液。②VFA 标准溶液:用微量移液器取 86.25 μl 乙酸,93.25 μl 丙酸和 46 μl 正丁酸置于 100 ml 容量瓶中,用去离子水定容,即 15 mmol/l 乙酸、12.5 mmol/l 丙酸和 5 mmol/l 正丁酸混合标准溶液,在稀释 4 倍此浓度即可。③标准工作混合溶液:取 VFA 标准溶液 0.5 ml 于 1.5 ml 离心管中,加入 15%的高碘酸溶液 0.4 ml,用漩涡混合器混匀,以 10 000 r/min 离心 10 min,取上清液分析。

1.2.3.3 测定步骤

取氨化秸秆的浸提液 1 ml 于 1.5 ml 离心管中,

加入 15%高碘酸溶液 0.4 ml,用漩涡混合器混匀,以 10 000 r/min 离心 10 min,取上清液分析。采用外标法定量。

1.2.3.4 结果计算

$$\text{氨化秸秆中 VFA 的含量 } X(\mu\text{mol/g}) = \frac{C \times V}{M}$$

式中:C——外标法得到试样中乙酸、丙酸、丁酸的浓度(μmol/ml);

V——试样溶液体积(ml);

M——试样质量(g)。

$$C = \frac{A_x \times C_0}{A_0}$$

式中:A_x——样品中乙酸、丙酸和丁酸的峰面积;

A₀——标准品中乙酸、丙酸和丁酸的峰面积;

C₀——乙酸、丙酸或丁酸标准溶液浓度,mmol/l;

2 结果与分析

2.1 不同尿素含量对干物质、粗灰分、粗蛋白和粗纤维的影响(见表 1)

表 1 氨化秸秆的常规成分含量(%)

尿素含量(%)	干物质	粗灰分	粗蛋白	粗纤维
0	88.82±0.06 ^a	7.72±0.57 ^{ab}	4.34±0.02 ^a	31.34±1.37 ^a
4	91.35±0.72 ^b	8.77±0.95 ^a	6.57±0.82 ^a	33.37±1.41 ^a
5	91.80±0.64 ^b	15.99±2.27 ^c	9.73±1.99 ^a	33.40±1.28 ^a
6	93.39±0.87 ^c	6.22±0.85 ^b	10.08±2.14 ^b	22.25±1.96 ^b

注:同列肩标不同小写字母表示差异显著(P<0.05),相同小写字母表差异不显著(P>0.05)。下表同。

由表 1 可知,干物质的含量随尿素含量的增加而增加,尿素含量 6%的氨化秸秆中的干物质含量最高,且与其它的差异显著。不同含量的氨化秸秆中的粗灰分含量明显不同,5%的氨化秸秆中粗灰分含量最高,与其它的差异显著,0%的氨化秸秆与 4%和 6%之间没有明显差异。粗蛋白的含量随尿素含量的升高而增加,6%的氨化秸秆与其它的差异显著,可能是因为秸秆经过氨化处理后,由于氨态氮的储留和氨盐的生成,而大大提高了秸秆的粗蛋白质含量。0%、4%和 5%的氨化秸秆粗纤维含量无显著差异,6%的氨化秸秆粗纤维含量与其它含量的氨化秸秆差异显著。

2.2 不同尿素含量对 pH 值和氨态氮的影响(见表 2)

表 2 氨化秸秆的 pH 值和氨态氮

尿素含量(%)	pH 值	氨态氮(mg/dl)
0	6.63±0.15 ^a	7.21±0.29 ^a
4	7.28±0.05 ^b	12.79±4.10 ^b
5	7.79±1.13 ^c	18.04±3.44 ^c
6	9.49±0.05 ^d	35.26±0.23 ^d

经过尿素氨化处理的秸秆具有一定的碱性,由表

2 可知,尿素含量对秸秆的 pH 值有显著影响,尿素含量越高,pH 值越高,因为氨溶于水形成氢氧化氨,能使秸秆内部的氢键结合变弱,使纤维分子膨胀,并且能皂化糖醛酸和乙酸的酯键,中和游离的糖醛酸,使细胞壁成分中的纤维素和木质素间的联系削弱以及半纤维素被溶解,因而有利于消化。6%的氨化秸秆的碱性最强,0%、4%、5%和 6%的氨化秸秆之间的 pH 值差异均显著。氨态氮是评定秸秆品质的重要指标,并且直接影响秸秆的饲用价值。氨态氮的含量随着尿素含量的升高也逐渐增多,可能尿素含量的增加是氨态氮含量增加的主要原因。青贮饲料干物质采食量与氨态氮呈强的负相关,因此随着氨态氮的增加将会影响氨化秸秆的采食量,进而间接影响氨化秸秆的营养价值。

2.3 不同尿素含量对 ADF 和 NDF 含量的影响(见表 3)

表 3 氨化秸秆的 ADF 和 NDF 含量(%)

尿素含量(%)	ADF	NDF	粗纤维
0	36.29±2.31 ^a	59.85±0.85 ^a	31.34±1.37 ^a
4	37.38±0.75 ^a	60.57±1.91 ^a	33.37±1.41 ^a
5	38.73±0.76 ^a	51.36±17.12 ^{ab}	33.40±1.28 ^a
6	26.70±1.55 ^b	30.33±17.39 ^b	22.25±1.96 ^b

秸秆在中性洗涤剂中无法溶解的部分称之为中性洗涤纤维。在酸性洗涤剂中无法溶解的部分称之为酸性洗涤纤维。由表 3 可知,6%的氨化秸秆的 ADF、NDF 含量最低,6%的氨化秸秆的 ADF 含量与其它组的差异显著,0%、4%和 5%的氨化秸秆的 ADF 含量无显著差异。5%的氨化秸秆的 NDF 含量与其它组的无显著差异,6%与 0%和 4%的氨化秸秆的 NDF 含量差异显著。

2.4 不同尿素含量对氨化秸秆中 VFA 浓度的影响(见表 4)

表 4 氨化秸秆中 VFA 浓度(μmol/g)

尿素含量(%)	乙酸	丙酸	丁酸
0	5 083.97±1 64.90 ^a	523.50± 40.18 ^a	341.55±27.85 ^b
4	8 842.05±1 763.53 ^a	306.79±155.33 ^{ab}	176.03±81.22 ^a
5	8 472.06±3 502.17 ^a	257.26± 54.15 ^b	158.97±26.88 ^a
6	6 889.94±1 246.67 ^a	119.78±207.47 ^b	-

由表 4 可知,在尿素处理秸秆中,不同尿素含量对秸秆中的乙酸、丙酸和丁酸的含量有一定影响,但不同尿素含量的氨化秸秆对乙酸含量影响无显著差异;4%的氨化秸秆的丙酸含量与其它不同含量的氨化秸秆无显著差异,0%与 5%和 6%的氨化秸秆中的丙酸含量有显著差异;0%氨化秸秆的丁酸含量与 4%和 5%有显著差异。从不同的尿素含量来看,0%、4%和 5%的氨化秸秆中的乙酸含量总体呈升高趋势,丙

酸和丁酸呈下降趋势;各种酸的含量为乙酸最多,其次是丙酸,最少的是丁酸,6%的添加组没有检测出来。

2.5 不同尿素含量对 VFA 中的乙酸、丙酸和丁酸百分含量的影响(见表 5)

表 5 氨化秸秆的 VFA 含量(%)

尿素含量(%)	乙酸	丙酸	丁酸	乙/丙
0	85.46±1.02 ^a	8.80±0.56 ^a	5.75±0.52 ^a	9.74±0.76 ^a
4	94.56±2.88 ^b	3.53±2.11 ^b	1.91±0.87 ^b	32.89±15.24 ^b
5	95.03±1.01 ^b	2.98±0.51 ^b	2.00±0.58 ^b	32.61±6.10 ^b
6	98.29±2.96 ^b	1.71±2.96 ^b	-	6.16±10.68 ^c

由表 5 可知,0%氨化秸秆中乙酸的百分含量显著低于 4%、5%和 6%中的百分含量,4%、5%和 6%的各组间差异不显著;丙酸和丁酸的百分含量各组随着尿素添加水平的提高而显著降低,4%和 5%的氨化秸秆中的丙酸、丁酸和乙/丙没有显著差异;0%的氨化秸秆的丁酸含量最高,显著高于其它添加组,6%氨化秸秆组的丁酸百分含量没有检测出来;乙/丙以 4%和 5%氨化秸秆组较高,且两组间差异不显著。

3 结论

通过氨化处理可以不同程度地改变秸秆的物理、化学和组织结构特性,增加粗蛋白含量,使秸秆的粗蛋白含量提高 4%~6%,使秸秆的粗蛋白含量超过了反刍家畜饲料中蛋白质含量不能低于 8%的限定值,使酸性洗涤纤维(ADF)的含量显著减少,对提高小麦秸秆的贮存品质有一定的影响。经过上述试验,建议添加 5%尿素对秸秆氨化处理,可以获得综合效果较好的贮存品质。

参考文献

- 1 王加启,于建国.饲料分析与检验[M].中国计量出版社,2003.12
- 2 杨胜.饲料分析与饲料质量检测技术[M].中国农业大学出版社,1999
- 3 赵仁邦.高效液相色谱法测定枣中糖类物质[D].河北农业大学,2003.6
- 4 边四辈.提高秸秆营养价值的研究进展[J].国外畜牧科技,1999(5):17~18
- 5 苗志虹,汝应俊.尿素处理粗饲料的研究进展[J].国外畜牧学-饲料,1991(3):28~31
- 6 夏兆刚,孟庆翔.提高秸秆饲用价值的方法和途径[J].饲料研究,1999(6):21~24
- 7 刘淡,吴跃名,刘建新.氨化处理对秸秆理化特性和组织特性的影响[J].中国饲料,2004(2):36~38
- 8 wilkins, R. J., K. J. Hutchinson, R. F. Oilson et al. The voluntary intake of silage by sheep..Interrelationship bwtweet silage composition ang intake[J]. Agric. Sci. Camb,1971,77:531

(编辑:刘敏跃,lm-y@tom.com)

益生菌和丝兰提取物

降低猪舍有害气体浓度的效果试验

王 俐 张红星 朱鹤岩

丝兰是生长在美国西南部和墨西哥的一种植物,多年来其提取物在国外主要用于降低舍内氨气浓度,提高动物对氮的利用率。益生菌是由芽胞杆菌、乳酸菌、酵母菌等活菌以及增效因子组成的微生物饲料添加剂,可有效降低畜禽舍氨气等有害气体的浓度,改善饲养环境。此试验的目的是检验益生菌和丝兰提取物降低猪舍中氨气、硫化氢浓度的效果。

1 材料与方法

1.1 试验材料及试验时间、地点

丝兰提取物(商品名“富兰宝”)由美国 DPI(Distributors Processing, Inc.)公司生产;益生菌(商品名“益菌乐”)由北京某公司生产,总活菌数不低于 20 亿/g。

试验于 2007 年 6 月 29 日至 7 月 28 日在北京中荷养猪示范基地进行。

1.2 试验动物及试验设计

试验选择条件相近的 8 栋猪舍(对照组和试验组各 4 栋,分成南区和北区),对照猪舍和试验猪舍结构、养殖品种和数量相同,对照组的 4 栋舍饲喂猪场现有的饲料,试验组的 2 栋在现有日粮的基础上添加丝兰提取物,另外 2 栋在现有日粮的基础上添加益生菌,具体设计见表 1。各组分别对应:Ⅰ——妊娠舍;Ⅱ——产房;Ⅲ——仔猪舍;Ⅳ——育成舍。各舍每天早晨定时测定氨气和硫化氢的浓度,预饲期 2 d,正试期 28 d,其中氨气测定了 28 d,硫化氢测定了 10 d。

表 1 试验设计

猪舍及养殖品种	分区	分组	试验日粮
Ⅲ 仔猪舍 2 栋 (仔猪)	南区	对照组Ⅲ	基础日粮
	北区	试验组Ⅲ	基础日粮+2 000 mg/kg 仔猪用益菌乐
Ⅳ 育成舍 2 栋 (育成猪)	南区	对照组Ⅳ	基础日粮
	北区	试验组Ⅳ	基础日粮+500 mg/kg 猪通用益菌乐
Ⅰ 妊娠舍 2 栋 (妊娠母猪)	南区	对照组Ⅰ	基础日粮
	北区	试验组Ⅰ	基础日粮+62.5 mg/kg 富兰宝
Ⅱ 产房 2 栋 (哺乳母猪)	南区	对照组Ⅱ	基础日粮
	北区	试验组Ⅱ	基础日粮+125 mg/kg 富兰宝

1.3 猪舍结构与管理

试验猪为达兰配套系种猪,全场实行封闭式管理,舍内温度由温度传感器传给电脑,由电脑调节风扇转速和舍内喷淋来调节舍内温度。

妊娠舍为半漏缝地板,单元式,64 单栏(70 cm×230 cm)/单元,猪舍面积为 10 m×15 m,饲养密度为 0.43 头/m²。饲喂方式为料线上料,定量饲喂。

产房为全漏缝产床,单元式,8 单栏(180 cm×230 cm)/单元,猪舍面积为 4.5 m×10 m,饲养密度为 0.18

头/m²。人工喂料。

仔猪舍为全漏缝产床,单元式,8 圈(120 cm×250 cm)/单元,猪舍面积为 3.5 m×10 m,饲养密度为 2.06 头/m²。自由采食,每圈饲养 9 头。

育成舍为半漏缝产床,单元式,12 圈(200 cm×320 cm)/单元,猪舍面积为 7.5 m×16 m,饲养密度为 0.85 头/m²。自由采食,每圈饲养 8~9 头。

1.4 测定方法及数据处理

试验期每天在舍内按均匀布点原则选择东、西、南、北、中 5 个点,在距地面 0.3~0.5 m 高度处,在早晨定时用便携式氨气仪和硫化氢仪分别测定氨气和硫化氢的浓度。数据统计分析采用 SPSS10.0 进行显著性检验。

2 试验结果

2.1 各组氨气浓度(每周取一次值)(见表 2)

王俐,北京华辰科技(集团)公司,100085,北京市海淀区上地三街 9 号嘉华大厦 D 座 611。

张红星,北京中荷养猪示范基地。

朱鹤岩,单位及通讯地址同第一作者。

收稿日期:2007-09-18

表 2 试验期各组氨气浓度(mg/l)

项目	1 d	7 d	14 d	21 d	28 d
试验组 III	3.40±0.43 ^a	5.06±0.37 ^a	3.42±0.52 ^a	2.82±0.44 ^a	2.68±0.30 ^a
对照组 III	4.16±0.32 ^a	6.60±0.50 ^b	5.40±0.52 ^b	5.08±0.60 ^b	4.66±0.30 ^b
试验组 IV	8.76±0.62 ^a	6.92±0.97 ^a	5.78±0.65 ^a	4.44±0.50 ^a	4.24±0.23 ^a
对照组 IV	12.78±0.70 ^b	11.14±0.96 ^b	10.44±0.46 ^b	10.44±0.68 ^b	9.78±0.32 ^b
试验组 I	5.78±0.76 ^a	4.86±0.44 ^a	3.96±0.73 ^a	2.96±0.33 ^a	3.06±0.25 ^a
对照组 I	7.92±0.24 ^a	6.28±0.64 ^a	4.94±0.61 ^a	5.62±0.28 ^b	5.62±0.26 ^b
试验组 II	4.32±0.34 ^a	4.20±0.46 ^a	3.24±0.54 ^a	3.14±0.17 ^a	3.26±0.25 ^a
对照组 II	4.64±0.48 ^a	5.90±0.79 ^a	5.16±0.67 ^a	4.98±0.47 ^b	4.90±0.13 ^b

注:表中的数值为均值±标准误,纵向每两组进行 T 检验后,标有相同字母表示差异不显著,标有不同字母表示差异显著(P<0.05)。下表同。

从表 2 可以看出,添加丝兰提取物在试验后期(21 d 开始)显著降低了妊娠舍和产房的氨气浓度(P<0.05)。添加益生菌从第 7 d 开始就显著降低了仔猪舍的氨气浓度(P<0.05)。而添加益生菌从第 1 d 开始就显著降低了育成舍的氨气浓度(P<0.05)。

2.2 各组硫化氢浓度(每两天取一次值)(见表 3)

表 3 试验期各组硫化氢浓度(mg/l)

项目	1 d	3 d	5 d	7 d	9 d
试验组 III	0.34±0.05 ^a	0.34±0.05 ^a	0.34±0.05 ^a	0.40±0.00 ^a	0.38±0.04 ^a
对照组 III	0.36±0.05 ^a	0.40±0.00 ^a	0.38±0.04 ^a	0.40±0.00 ^a	0.40±0.00 ^a
试验组 IV	0.40±0.00 ^a	0.42±0.05 ^a	0.40±0.00 ^a	0.40±0.00 ^a	0.40±0.00 ^a
对照组 IV	0.46±0.09 ^a	0.48±0.08 ^a	0.40±0.00 ^a	0.44±0.05 ^a	0.44±0.05 ^a
试验组 I	0.36±0.05 ^a	0.40±0.00 ^a	0.36±0.05 ^a	0.38±0.04 ^a	0.40±0.00 ^a
对照组 I	0.38±0.04 ^a	0.42±0.11 ^a	0.38±0.04 ^a	0.38±0.04 ^a	0.40±0.00 ^a
试验组 II	0.36±0.05 ^a	0.36±0.05 ^a	0.36±0.05 ^a	0.38±0.04 ^a	0.40±0.00 ^a
对照组 II	0.34±0.09 ^a	0.38±0.04 ^a	0.38±0.05 ^a	0.38±0.04 ^a	0.38±0.04 ^a

从表 3 可以看出,添加丝兰提取物和益生菌对各猪舍的硫化氢浓度没有显著影响(P>0.05)。

2.3 各组氨气浓度随时间变化趋势

2.3.1 仔猪舍氨气浓度随时间变化趋势(见图 1)

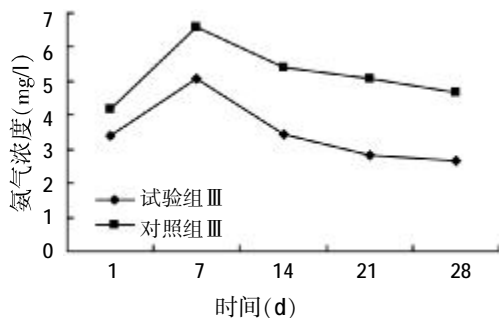


图 1 仔猪舍(III组)氨气浓度随时间变化曲线

由图 1 可知,添加益生菌组和对照组猪舍氨气浓度随时间的变化趋势相同,但试验组各时间的氨气浓度数值都明显低一些。

2.3.2 育成舍氨气浓度随时间变化趋势(见图 2)

由图 2 可知,添加益生菌组使猪舍氨气浓度随时间变化而逐渐下降。

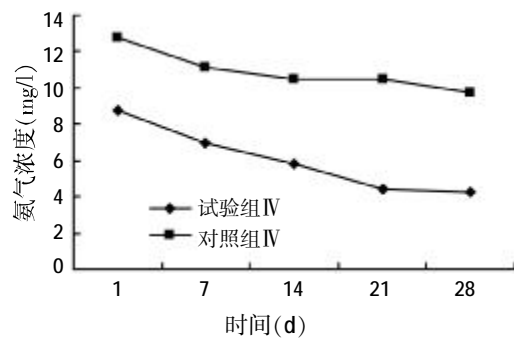


图 2 育成舍(IV组)氨气浓度随时间变化曲线

2.3.3 妊娠舍氨气浓度随时间变化趋势(见图 3)

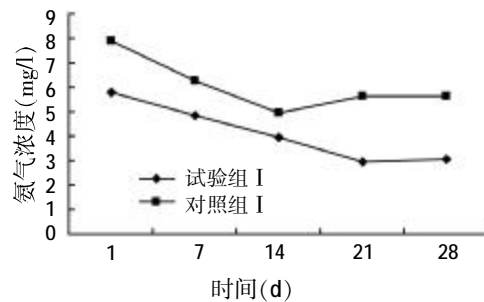


图 3 妊娠舍(I组)氨气浓度随时间变化曲线

由图 3 可知,随时间变化,添加丝兰提取物使猪舍氨气浓度逐渐下降,且从 21 d 开始,对照组和试验组的差异变大。

2.3.4 产房氨气浓度随时间变化趋势(见图 4)

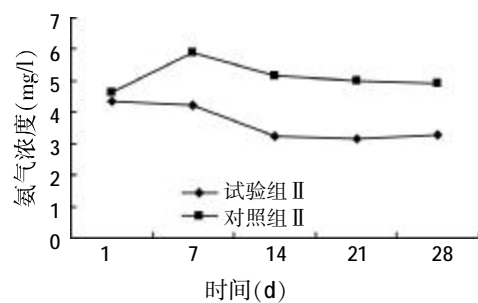


图 4 产房(II组)氨气浓度随时间变化曲线

由图 4 可知,添加丝兰提取物使猪舍氨气浓度随

γ-氨基丁酸对生长肥育猪生长性能和胴体品质的影响

曹德瑞 邹晓庭

摘要 选择96头体重43 kg左右的“杜长大”三元杂交猪,按试验要求分成4组,分别饲喂添加不同剂量γ-氨基丁酸(0、10、20和40 mg/kg)的饲料,研究γ-氨基丁酸对生长肥育猪生长性能和胴体品质的影响。结果表明:不同剂量的γ-氨基丁酸对生长肥育猪的生长性能和胴体品质都有一定的影响;其中以10 mg/kg组效果最为显著,全程日增重增加了13.08%($P<0.01$),料重比降低了7.81%($P<0.01$),屠宰率增加了3.64%($P<0.01$),眼肌面积提高11.89%($P<0.05$)。但不同剂量的γ-氨基丁酸对猪内脏器官重未产生显著影响。

关键词 γ-氨基丁酸;生长肥育猪;生长性能;胴体品质

中图分类号 S816.7

γ-氨基丁酸(GABA)是一种在动物体内起神经镇定作用的非蛋白质氨基酸。Krajnc D(1996)研究指出,

曹德瑞,浙江大学动物科学学院,310029,浙江省杭州市秋涛北路164号。

邹晓庭,单位及通讯地址同第一作者。

收稿日期:2007-09-20

★ 浙江省科技厅农业生物技术专项(G20060719)

时间变化而逐渐下降,到14 d基本趋于稳定。

3 讨论与分析

由于北京中荷养猪示范基地猪舍环境条件很好,而且试验期正值盛夏,猪舍每天都开窗通风,从试验数据来看,氨气和硫化氢的浓度都不高(尤其是硫化氢)。所以在冬季通风条件不好、氨气和硫化氢浓度较高的情况下,做这种试验效果要更好一些。总体来看,在本次试验中,添加丝兰提取物使猪舍氨气浓度下降33%~46%,添加益生菌的降氨幅度为44%~57%,而硫化氢因为含量太低,添加后影响不大。

添加益生菌可显著降低仔猪舍和育成舍的氨气浓度,分析其机理,主要是:益生菌作为一种活菌制剂,一方面可恢复并建立肠道内优势菌群(有益菌)和微生态平衡,由于有益菌群在肠道产生有机酸、过氧化氢和细菌素等抑菌物质,从而抑制了肠道内腐败菌的生长,降低了脲酶活性,减少了蛋白质向胺及氨的转化,使肠内和血液中氨及胺的含量下降,这样就减少了随粪便排出体外的氨等有害气体,改善了舍内空气质量,减少了环境污染。另一方面,益生菌通过增加消化道有益菌的数量,提高了肠道中多种酶类的分泌量和消化酶活性,其中蛋白酶、氨基氧化酶等可直接

γ-氨基丁酸是中枢神经系统内最重要的抑制性氨基酸递质,它不仅广泛分布于动物的中枢神经系统中,而且也分布于外周神经和非神经组织的细胞中,在非神经组织中发挥激素或营养因子的功能,对动物机体正常的生理功能起着重要的调节作用(Xu Xiangui, 2001)。Scanes(1986)和谢启文(1999)指出,GABA可促进生长激素(GH)的分泌。由于GH具有促进动物生长、提高机体蛋白质沉积、降低脂肪生成的作用,因参与含氮物质的代谢,提高氮的利用率,减少氮的排出,从而有效降低畜禽舍内氨气的浓度,改善饲养环境。

添加丝兰提取物从试验21 d开始显著降低妊娠舍和产房的氨气浓度,其机理主要是丝兰提取物具有脲酶抑制功能和氨吸附能力,提高了动物对氮源的利用效率,减少了氨的产生。

另外,试验组与对照组相比,①仔猪舍、育成舍:仔猪、育成猪毛色光亮,膘情好,抗病力增强。这主要是因为益生菌可维护猪肠道的微生态平衡,有效地降低耗氧菌的比例,促进有益菌的增殖,提高营养物质的消化吸收,从而提高饲料转化率,并且,益生菌中的有益菌可激活机体免疫系统活性,增加免疫球蛋白和免疫因子的分泌,从而提高动物免疫力,抵抗无名病原菌的侵入。②产房:哺乳母猪采食量平均增加了0.5 kg/d,产弱仔数明显下降。这主要是因为丝兰提取物可降低肠道氨含量,减少氨对肠粘膜细胞的损害,使肠粘膜细胞的更新减少,更新消耗的氧气减少,母猪血氧含量增加,更多的氧气通过子宫供给胎儿,减少胎儿因缺氧而形成死胎或弱胎。

(编辑:刘敏跃,lm-y@tom.com)

此,本研究在基础日粮中添加不同剂量的 GABA,研究在日粮中添加 GABA 对生长肥育猪生长性能和胴体品质的影响,为其在生产中的应用提供依据。

1 材料与试验方法

1.1 试验材料和试验动物

GABA 由浙江大学饲料科学研究所提供。“杜长大”三元杂交猪由浙江省嘉兴市欣欣养殖场提供。

1.2 试验动物分组

选取 96 头体重 43 kg 左右的“杜长大”三元杂交猪,按试验要求分为 4 个处理组,每组 3 个重复,每重复 8 头(公母各半)。4 个处理组分别在基础日粮中添加 0(对照组)、10(试验一组)、20(试验二组)和 40 mg/kg(试验三组)GABA。试验从试猪 43 kg 左右时开始,至 80 kg 左右时结束,试验期 48 d。试验在浙江省嘉兴市欣欣养殖场进行。

1.3 试验饲料

参照美国 NRC(1998 版)肥育猪营养需要配合而成的粉状配合饲料,其组成及主要营养成分见表 1。

表 1 试验饲料组成及主要营养成分

原料	配比(%)	营养成分	
玉米	66.8	消化能(MJ/kg)	13.40
四号粉	3.0	粗蛋白(%)	17.0
豆粕	20.4	赖氨酸(%)	1.0
进口鱼粉	1.0	蛋氨酸+胱氨酸(%)	0.55
沸石粉	2.0	总磷(%)	0.65
味精渣	1.0	有效磷(%)	0.3
磷脂豆粕	1.0	钙(%)	0.70~1.20
石粉	0.8		
预混料	4.0		
合计	100.0		

注:预混料组成为 VA 6 000 IU/kg、VD₃ 1 200 IU/kg、VE 20 IU/kg、VK₃ 1.5 mg/kg、VB₁ 1.5 mg/kg、VB₂ 3mg/kg、VB₆ 1.6 mg/kg、泛酸 15 mg/kg、烟酸 8 mg/kg、锰 0.06 g/kg、铁 0.15 g/kg、锌 0.12 g/kg、铜 0.2g/kg、钴 0.3 mg/kg、硒 0.3 mg/kg。四号粉为次粉。

1.4 测定项目

1.4.1 体重及采食量测定

试验开始、结束时,猪只空腹 24 h 称个体重,统计每重复耗料量,计算猪只平均日增重、平均日采食量、料重比。

1.4.2 屠宰测定

试验结束时,从对照组和促生长效果最好试验组的猪只中每重复选 2 头(公母各 1 头),共 12 头进行屠宰测定。按常规屠宰方法进行胴体分割,去头、蹄、尾和内脏(肾脏除外),称重,取左半胴体,按解剖位置将肌肉、脂肪、皮和骨骼分割成四部分。测定屠宰率、胴体瘦肉率、一点膘厚(第 6~7 肋处)、三点膘厚(第 6~7 肋处、最后肋骨处、腰荐结合处 3 处膘厚平均值)、眼肌面积。测定心脏、肾脏和肝脏的重量。

1.5 数据处理

所有数据以 $\bar{X} \pm S$ 表示,差异显著性分析采用 SAS (6.03) t 检验。

2 结果与分析

2.1 GABA 对日增重、料重比的影响(见表 2)

由表 2 可知,各试验组均不同程度改善了生长肥育猪的日增重水平,且试验一组效果优于其它两个试验组,促生长效果达到极显著水平。与对照组比较,试验一组日增重增加了 13.08%,差异极显著(P<0.01);试验二组和试验三组与对照组相比,日增重分别提高了 4.97%和 5.21%,差异均不显著(P>0.05)。

料重比的变化呈现与日增重变化相一致的趋势,以试验一组效果最佳。与对照组相比,试验一组料重比降低了 7.81%,差异极显著(P<0.01);试验二组和试验三组与对照组相比,料重比分别降低了 1.88%和 2.50%,差异均不显著(P>0.05)。

各试验组对猪只日采食量未产生显著影响,但与日增重相对应,生长速度较快的试验组与对照组比较,采食量有增加的趋势。

2.2 GABA 对生长肥育猪胴体品质的影响

2.2.1 GABA 对胴体性状的影响(见表 3)

表 2 GABA 对生长肥育猪日增重、料重比的影响

项目	始重(kg)	末重(kg)	日增重(g/d)	日采食量(kg/d)	料重比
对照组	43.23±6.48	78.44±6.89	733.51±9.94 ^A	2.35±0.11	3.20±0.01 ^A
试验一组	42.79±5.53	82.60±7.83	829.43±10.96 ^B	2.41±0.05	2.95±0.04 ^B
试验二组	43.27±4.81	80.23±6.85	769.97±17.86 ^A	2.42±0.08	3.14±0.03 ^A
试验三组	42.98±6.23	80.02±8.62	771.70±21.19 ^A	2.40±0.08	3.12±0.09 ^A

注:同列数据无肩标或有相同肩标字母者差异不显著(P>0.05),肩标小写字母不同者差异显著(P<0.05),肩标大写字母不同者差异极显著(P<0.01)。下表同。

表 3 GABA 对生长肥育猪胴体性状的影响

项目	屠宰率(%)	瘦肉率(%)	一点膘厚(cm)	三点膘厚(cm)	眼肌面积(cm ²)
对照组	70.59±0.15 ^A	55.97±1.82	2.03±0.35	2.73±0.18	33.04±1.53 ^B
试验一组	73.16±0.80 ^B	57.28±2.56	1.93±0.39	2.47±0.19	36.97±1.14 ^B

由表 3 可知,饲料中添加 GABA 对胴体组成有不同程度的影响,与对照组相比,试验一组屠宰率增加了 3.64%,差异极显著($P<0.01$);眼肌面积提高 11.89%,差异显著($P<0.05$);瘦肉率、一点膘厚、三点膘厚等略有变化,但差异均不显著($P>0.05$)。

2.2.2 GABA 对生长肥育猪内脏器官重的影响(见表 4)

表 4 GABA 对生长肥育猪内脏器官重的影响(g)

项目	肝脏重	心脏重	肾脏重
对照组	1 556±43.40	361.09±27.56	356.67±49.69
试验一组	1 689±39.27	342.33±43.52	365.33±51.16

由表 4 可见,添加 GABA 对内脏器官的重量无明显影响,与对照组相比差异不显著。

3 讨论

3.1 GABA 对生长肥育猪生长性能的影响

本试验结果表明,在生长肥育猪日粮中添加 GABA 可以提高日增重,降低料重比。医学研究表明,GABA 作为中枢神经递质,可以显著影响动物神经内分泌系统,从而对机体代谢产生特定的影响(Scanes, 1986)。GABA 的促生长效应,可能与其影响神经内分泌系统的功能,在不同水平调节与生长有关的激素的合成与释放,从而对机体代谢产生作用有关。

Stratford 和 Kelley(1999)将 GABA 受体激动剂和 GABA 受体激动剂注入大鼠脑区,发现饱食大鼠摄食量大增。Kimura 和 Kuriyan(1990)报道在用胰岛素诱导产生低血糖的大鼠中,下丘脑腹内侧核中 GABA 浓度增加,在下丘脑外侧区中却减少。而饱中枢(下丘脑腹内侧核)和摄食中枢(下丘脑外侧区)是动物调节摄食的基本中枢,可推断 GABA 是通过抑制饱中枢的作用发挥促食效应。但本研究各 GABA 试验组中,与对照组相比试验猪只采食量无显著变化。推断其中可能的机理为:一方面,GABA 激活 GABA 受体刺激猪摄食;另一方面,GABA 刺激 GH 的分泌,GH 加强肝糖元释放、抑制组织对糖的清除、降低脂肪组织对胰岛素的敏感性,提高了血糖水平,而高血糖则抑制猪的采食(Klint 等,1995;Sorensen 等,1996)。

本试验 GABA 的三个剂量(10、20、40 mg/kg)设置中,表现为 10 mg/kg 剂量试验组促生长和提高饲料利用率的效果优于其它剂量试验组,虽然 20、40 mg/kg 剂量试验组较对照组有一定提高,但显著低于 10 mg/kg

剂量试验组。GABA 为抑制性神经递质,高剂量长期刺激对动物机体代谢将产生负面影响;GABA 被机体消化道长时间吸收,血清氨基酸发生变化,引起保持动态平衡的体内氨基酸总代谢池发生失衡,而血清氨基酸水平是调节动物采食和相关代谢的重要杠杆;同时,高剂量 GABA 处理初始阶段,可通过促进动物生长相关激素的合成与释放,促进动物生长,但随着作用时间的延长,高剂量 GABA 将表现出一定的神经毒性,引起神经内分泌的改变,不利于动物生长。

3.2 GABA 对生长肥育猪胴体品质的影响

在生长肥育猪日粮中添加 GABA 可以降低胴体背膘厚,增加眼肌面积,提高屠宰率、瘦肉率。本研究分析,GABA 改善生长肥育猪胴体品质的效应与其促进生长相关激素的合成与释放有关,尤其是与 GABA 可以促进生长激素(GH)分泌的作用机制有关。国内外大量研究表明,应用外源 pGH 能极大地提高猪生长性能。Evock 等(1988)进行的陶公猪试验中,每日注射 pGH 140 ng/(kgBW),背膘厚度下降了 29%,眼肌面积增加 46%,瘦肉率提高了 16%。Smith(1990)在小母猪上得到的结果是背膘厚下降 19%,眼肌面积增加 15%,瘦肉率提高 12%。另外,Chung 等(1985)、Campbell 等(1989)、Etherton 等(1987,1991)、Lee 等(1994)、Peter 等(1995)研究也发现了 pGH 的促生长、提高瘦肉率、降低脂肪比率的效应。猪生长激素主要是通过促进肝脏内一些肽类合成(如 IGF-1 等),增加肌肉细胞代谢速度,而且同时还改变了饲料营养物质在猪体内的分配;增加机体蛋白质合成,降低脂肪的沉积,提高瘦肉率。

内脏代谢器官分析表明,GABA 处理对肥育猪心脏、肝脏和肾脏等器官的重量没有明显影响,但有增加肝脏重的趋势。Carter(1999)认为生长激素能增加内脏器官的生长,笔者认为这一方面是 GABA 调节了动物内分泌水平,由 GH 等激素调控所致,另外,GABA 作为氨基酸和神经递质,肝脏是氨基酸代谢主要部位,由于外源 GABA 的介入,造成相应组织器官代偿性生长所致。

参考文献

- 1 谢启文.现代神经内分泌学[M].上海:上海医科大学出版社,1999.9
- 2 Beverly J L, Martin R J. Influence of serum glucose on glutamate decarboxylase activity in the ventromedial nucleus of rats [J]. The American Physiological Society.,1990:697~703
- 3 Campbell R G, Steele N C, Caperna T J, et al. Effects of exogenous

慢性氟中毒对公鸡血浆促黄体生成素的影响

杨娟

摘要 将30只公鸡随机分为试验组和对照组,每组15只,对照组饲喂基础日粮(每日两次)+自来水,试验组饲喂基础日粮(每日两次)+3.25 g/l的NaF水,80 d后,检测每只公鸡血浆促黄体生成素的水平。以此探讨慢性氟中毒对公鸡促黄体生成素水平的影响,结果试验组血浆促黄体生成素平均含量为(0.178±0.026) U/l,两组t检验比较差异极显著(P<0.01)。说明氟严重降低公鸡的促黄体生成素水平。

关键词 氟;公鸡;血浆;促黄体生成素

中图分类号 S831

长期以来,氟一直被视为有毒元素,直到20世纪70年代初才被确认为人畜所必需的元素之一^[1]。适量的氟能预防龋齿,参与牙釉质的形成,在牙齿表面形成氟化磷灰石保护层,提高牙齿的强度,增强牙釉质的抗酸能力;微量的氟参与钙、磷代谢,有助于钙和磷形成氟化磷灰石,从而增强骨骼的强度;氟还能促进动物的生长发育和繁殖,影响动物的造血功能及其神经系统的兴奋性和传导作用等^[2];氟对细菌和酶有抑制作用,可减少由于细菌活动产生的酸^[3]。另一方面,

由于氟化学性质活泼,安全范围窄,因此摄入过量的氟就会引起人畜的氟中毒^[4]。

前人对氟的研究大多集中在硬组织、神经系统、细胞结构、细菌和酶等方面^[5-9],而对生殖毒性的研究比较少。本试验主要研究对生殖毒性的影响。

促黄体生成素(luteinizing hormone, LH)是由垂体前叶嗜碱性细胞分泌的一种糖蛋白激素。其生理功能在雄性体内主要是刺激睾酮的产生。促黄体生成素含量的改变,直接影响雄激素含量的改变及精子成熟,所以笔者首次采取鸡血浆促黄体生成素为检测指标,研究氟对鸡的生殖毒性,为动物氟病的防治提供参考依据,也为养鸡业发展提供一些基础数据,以提高家禽的繁殖能力,增加养殖业的经济效益。

杨娟,四川省岳池县农业广播电视学校,638300,四川岳池。

收稿日期:2007-09-28

porcine hormone administration between 30 and 60 kilograms on the subsequent and overall performance of pigs grown to 90 kilograms[J]. J.Anim.Sci.,1989,67:1 265~1 271

4 Carter S D, Cromwell G L, Colombo G, et al. Effects of porcine somatotropin on calcium and phosphorus balance and markers of bone metabolism in finishing pigs[J].J.Anim.Sci.,1999,77:2 163~2 171

5 Chung C S, Etherton T D, Wiggins J P. Stimulation of swine growth by porcine growth hormone[J].J.Anim.Sci.,1985,60:118

6 Etherton T D, Wiggins J P, Evock C M, et al. Stimulation of pig growth performance by porcine growth hormone:Determination of the dose-response relationship[J].J.Anim.Sci.,1987,64:433~443

7 Etherton T D, Smith S B. Somatotropin and β -adrenergic agonists: Their efficacy and mechanisms of action [J]. J. Anim.Sci.,1991,69 (Suppl.2):2

8 Evock C M, Etherton T D, Chung C S, et al. Pituitary porcine growth hormone (pGH) and a recombinant pGH analog stimulate pig growth performance in a similar manner[J]. J. Anim. Sci.,1988,66:1 928~1 941

9 Klint J, Buonomo F C, Baile C A. Growth performance, carcass characteristics, and sensory attributes of boars administered porcine somatotropin by sustained-release implant for different lengths of time[J]. J. Anim. Sci.,1995,73:3 585~3 595

10 Lee K C, Azain M J, Hardin M D, et al. Effects of porcine somatotropin(pST) treatment and withdrawal on performance and adipose tissue cellularity in finishing swine [J]. J. Anim.Sci.,1994, 72:1 702~1 711

11 Peter R E, Marchant T A. The endocrinology of growth in carp and related species[J]. Aquaculture.,1995,129:299~321

12 Scanes C G. Effect of thyroid hormone on growth hormone secretion in broiler chicken[J]. Poultry Science,1986,65:384~390

13 Smith V G, Kasson C W. Growth performance and carcass characteristics of pigs administered recombinant porcine somatotropin during 30 to 110 kilogram live weight [J]. J Anim Sci., 1990,68: 4 109~4 116

14 Sorensen M T, Oksbjerg N, Agergard N, et al. Tissue deposition rates in relation to muscle fibre and fat cell characteristics in lean female pigs (sus scrofa) following treatment with porcine growth hormone(pGH)[J].Comp Biochem Physiol A,1996,113:91~96

15 Stratford T R, Kelley AE.Evidence of a functional relationship between the nucleus accumbens shell and lateral hypothalamus subserving the control of feeding behavior [J]. J. Neurosci,1999,19 (24):11 040~11 048

16 Xu X G, Yang Z F, Huang S H, et al. Promotive effects of GABA on acid secretion from isolated mouse stomach in vitro [J].Acta Zool Sin,2001,47(2):170~175 (编辑:刘敏跃,lm-y@tom.com)

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 试验动物

30 只 150 日龄的广西黄羽公鸡(平均重量:2.5 kg),购于岳池县九龙镇养鸡场。

1.1.2 主要试剂

LH 检测试剂盒(DSL-10-4000 Active,美国 ENE 公司生产),包括如下试剂。

① LH 标准品:1 瓶,1 ml,标记为 A,不含 LH;5 瓶,0.5 ml/瓶,标记为 B、C、D、E、F,分别含有从马血清中提取的 LH 1、3、10、30、100 mIU/ml。

② LH 对照品:2 瓶,0.5 ml/瓶,含低浓度 LH(水平 1)和高浓度 LH(水平 2),均提取于马血清。

③ 稀释液:1 瓶,1 ml,内含蛋白质缓冲液。

④ LH 酶联抗体:1 瓶,0.3 ml,内含辣根过氧化物酶标记的 LH 抗体。

⑤ TMB 色原体溶液:1 瓶,100 ml,为溶解于过氧化氢酶柠檬酸盐缓冲液的 TMB。

⑥ 洗液:1 瓶,100 ml,为无离子洗涤剂盐溶液。

⑦ 温育终止液:1 瓶,11 ml,内含 0.2 mol 硫磺酸。

1.1.3 主要仪器

酶标仪、抗体包被板自动洗涤器(Turner Biosystems)、200 μ l 移液枪(Gilson S,A,B,P. 45-95-400 Lilliers-Le-Bel-France)、漩涡混匀器(上海亚荣分析仪器公司)、超纯水系统(Millipore Water Purification Systems)。

1.2 方法

1.2.1 染毒方法

购回 30 只公鸡后,经检测,鸡群健康,随机分成两组:试验组饲喂普通鸡饲料(正大全价料,含氟量正常)和 NaF 含量为 3.25 g/l 的水(早晚两次);对照组饲喂普通鸡饲料(正大全价料,含氟量正常)和自来水(含氟量正常)。整个试验过程均采用单笼饲养方式,控制饲养环境符合种鸡标准。饲喂 80 d。

1.2.2 动物慢性氟中毒判定指标

食欲下降,生长缓慢,精神萎靡,羽毛杂乱无光,喙变软、变形,足趾卷曲、变形,步态不稳,跛行,关节肿大、僵硬,腿呈八字形外展。严重时,跗关节着地,行走困难,甚至卧地不起。

1.2.3 样品的采集

于饲喂第 80 d 上午 8:00 对每只鸡进行穿腹心脏采血,乙二胺四乙酸二钠 4 mmol/l 全血抗凝,马上 2 000 r/min 离心 30 min,分离血浆,干净青霉素瓶分装待测。

1.2.4 血浆黄体生成素含量的测定

测定方法:ELISA 酶放大化学发光法(ELISA 夹心法)。

原理:酶联反应板孔中包被抗黄体生成素的单克隆抗体,加入黄体生成素的动物血浆样本和联结辣根过氧化物酶的黄体生成素,共同温育,它们竞争性于单克隆抗体反应,然后洗除未反应完液体,加入四甲基对二胺基连苯温育染色,加入酸终止液终止反应,之后在 450 nm 测定吸光度,450 nm 吸光度与动物样本 LH 的含量成正比。

试剂的准备:①洗液的稀释:100 ml 洗液倒进干净容器,加入 900 ml 去离子水。②LH 酶联抗体稀释:用稀释液 50 倍稀释。

测定过程:标记反应孔序号;分别在反应孔中加入 50 μ l 标准品、对照品和测定样品;每孔加入 100 μ l 稀释的酶联抗体;25 $^{\circ}$ C 温育 90 min;吸去反应液并用洗液洗 5 次,反应板倒扣于拭干材料上沥干水分;每孔加入 100 μ l TMB 溶液;25 $^{\circ}$ C 温育 20~25 min;加入 100 μ l 停止液;30 min 内 450 nm 处测吸光度。

1.3 数据的处理

用 Excel 软件绘制标准曲线,计算样品中 LH 含量,并将对照组与试验组之间进行 t 检验。

2 结果与分析(见表 1)

t 检验结果,t=2.67,0.01<P=0.0151<0.05,差异显

表 1 公鸡血浆中 LH 含量检测结果(U/l)

项目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	$\bar{X}\pm S$
对照组	0.25	0.181	0.24	0.25	0.316	0.228	0.259	0.186	0.215	0.169	0.181	0.153	0.219	0.217	0.219	0.218 \pm 0.046
试验组	0.196	0.176	0.24	0.165	0.17	0.127	0.169	0.18	0.165	0.204	0.17	0.18	0.176	0.177	0.179	0.178 \pm 0.026

著。即试验组公鸡血浆中的 LH 含量明显低于对照组。

3 讨论与结论

3.1 讨论

前人对氟中毒中的促黄体生成素的研究多集中在在人方面,特别是在女性^[9],而在畜禽方面的研究

很少,在雄性动物方面的研究更少。Toker 和 Savceuche 报道,氟中毒患者血清 LH 显著升高;崔留欣等^[11]发现氟中毒大鼠血清 LH 水平升高。但是袁淑德^[12]在对大鼠氟中毒研究中发现血清 LH 水平降低。然而尚未发现对鸡血清促黄体生成素研究的报道,因此我们的

研究可以说是首次的。本试验的结果,试验组公鸡血浆中的 LH 含量明显低于对照组,这与袁淑德的报道一致。

动物丘脑下部存在着两个调节促性腺激素释放激素的中枢:紧张中枢和周期中枢。雄性动物周期中枢受雄激素抑制而无活性^[3],仅由紧张中枢控制着丘脑下部 LHRH 的分泌。睾丸间质细胞分泌睾丸酮的信号通过神经系统集中于丘脑下部,通过负反馈作用由紧张中枢控制 LHRH 的释放,从而控制垂体 LH 的分泌。以往的研究指出,氟中毒有致血清促黄体生成素升高的现象^[14],可能是因为在亚急性毒性试验中,氟中毒动物血清睾酮含量下降^[15],对下丘脑 GnRH 的分泌细胞和垂体 LH 细胞的负反馈作用减弱,垂体 LH 大量释放入血,导致血清 LH 水平增高。本试验发现,慢性氟中毒导致血浆 LH 的活性降低,这可能是因为血浆 LH 水平由动物对氟中毒的状态不同而有差异。在慢性中毒试验中,由于氟长期作用于垂体 LH 细胞,使其功能受到一定程度的损伤,LH 合成减慢,释放也相应减少^[16]。

雄性动物 LH 的作用是主管睾丸循环功能,启动睾丸间质细胞分泌睾酮,促进雄性个体的成熟。睾丸中含有 LH 受体,垂体分泌的 LH 经血液循环到达睾丸后,与睾丸间质细胞上的 LH 受体结合,从而引发间质细胞合成睾酮。另一方面在生精细胞中也可见少量的 LH 受体,尽管其功能未知,但也许在整个睾丸对随后 LH 刺激中的反应有非常重要的作用。LH 在 FSH 的协同作用下,还有促进精子充分成熟的作用。氟导致分泌 LH 减少,势必降低机体睾酮的水平,影响精子的分化和成熟,对动物生殖能力造成影响。且本课题的其它试验组也测出精子的成熟率降低,本试

验为此提供了理论依据。

3.2 结论

氟严重降低公鸡的促黄体生成素水平,从而从生殖激素的角度解释了氟中毒的机理。同时,为家禽氟中毒的诊断和治疗提供了一定的依据。

参考文献

- 1 一凡.不可忽视的微量元素[J].中国保健食品,2004,12(3):46-47
- 2 Li J R. Fluoride.1994,27(1):125-127
- 3 程伟,郭长华,李明,等.鸡的氟中毒及防治措施[J].养禽与禽病防治,1998(11):19
- 4 蔡来长,陈志华.鸭的高氟饲料中毒.禽业科技,1998,14(2):24-25
- 5 王俊东,陈友发,詹重万,等.工业氟污染对山羊硬组织损害的研究[J].畜牧兽医学报,1992,23(2):141-145
- 6 孙增荣,刘凤贞,杨海贤,等.饮高氟水小鼠海马回组织超微结构观察[J].中国地方病学杂志,2000,19(5):333-334
- 7 马龙,祝志伟,吴少伟,等.氟对小鼠子代神经行为发育的影响[J].中国地方病学杂志,1993,12(6):341-343
- 8 余永新,纪素玲,边索,等.家兔氟中毒的血液学及病理学变化观察[J].中国兽医杂志,2003,39(5):25-27
- 9 潘姜萍,戴国钧.氟对体外培养的哺乳类细胞毒性试验[J].中国公共卫生学报,1992,11(5):276-278
- 10 王宗元.动物矿物质营养代谢与疾病[M].上海科学技术出版社,2000:100-101
- 11 崔留欣,姜春霞,王锡林,等.氟致雄性大鼠生殖功能损害的实验研究.中国地方病学杂志,1995,14(5):271-274
- 12 袁淑德.慢性氟中毒大鼠睾丸和前腺的超微结构[N].中国医科大学学报,1990,19(5):339
- 13 王健华.家畜内科学[M].中国农业出版社,2003:315-319
- 14 李瑞华,宋有.鸡氟中毒[J].黑河科技,2002,2(1):14
- 15 王述柏,锁守丽,吕永艳,等.高氟饲料对鸡血液某些生理生化指标的影响[J].中国畜牧杂志,2001,37(4):23-25
- 16 程伟,郭长华,李明.鸡的氟中毒及防治措施[J].中国家禽,1998,20(11):36 (编辑:刘敏跃,lm-y@tom.com)

· 信息采撷 ·

美国人是如何养猪的

美国的养猪业之所以能够迅速发展,关键原因是美国的养猪企业、饲料生产企业以及各种行业协会与科研机构能够通力合作。比如,养猪者协会遍及全美,其经费来自于猪的销售。养猪者协会的主要工作有:推广政府环保计划,推广提高猪肉质量的计划,协调公共关系和政策,与大学推广部门联合,为养猪农场主提供各种培训,资助有关养猪业方面的各种科研活动。

另外,在美国养猪育种中,美国的种猪登记和育种协会也起到重要作用。现在的全美国种猪登记制度或养猪业通用基因评审计划,将全国的种猪性能测定结果进行遗传参数的评估,再将每个种猪的育种值汇编成电脑联网数据库。通过这套系统,所需信息可通过网站直接点击某品种、某育种场而获得,从而使全美的种猪育种信息共享。

而政府也予以一定支持。比如,美国农业部一般会公布季度养猪业报告,政府也会发布天气、生产和价格信息以助生产。在防疫体系上,美国农业部动植物卫生检验局是美国动物防疫工作的最高行政管理部门,防疫是美国联邦-联邦区域-区域地方分三个层次的垂直管理体系。它们平时不参与各州的兽医管理工作,但一旦发生重大动物疫病,美国农业部长宣布国家进入紧急或超紧急状态时,这套体系便会立即启动,直接领导疫病的扑灭工作。此外,它们还对国家列入控制计划的动物疫病进行直接管理。

魔芋粉饲喂肉鸭的价值探讨

宋代军 黄嫚秋

摘要 试验用含魔芋粉0%、2%、3%、4%的饲料饲喂12日龄的樱桃谷杂交肉鸭SM3,探讨魔芋粉作为一种饲料原料的饲用价值。结果表明:用含魔芋粉的日粮饲喂肉鸭,对肉鸭的日增重、耗料量和增重饲料成本没有明显影响($P>0.05$),但对鸭的总增重和经济效益有一定影响。在本试验中,添加2%的魔芋粉使肉鸭的总增重增加,经济效益最好。

关键词 魔芋粉;添加量;肉鸭;生产性能

中图分类号 816.5

Research of konjac residue in diet on production performance of the growing meat ducks

Song Daijun, Huang Manqiu

Abstract To inquire into the possibility of feeding ducks with konjac residue, SM3 meat ducks of 12 days old are feeded with diet containing 0%, 2%, 3%, 4% konjac residue. The results indicated that there was no difference in the daily weight gain, the feed intake and the cost of feed for 1 kg of weight gain with the diet containing konjac residue. However, there was significant difference on the total weight gain and benefit. Under the experimental condition, the optimum rate of konjac residue was 2%, supplementing 2% konjac residue can increase the total increment of ducks and make the profit reach the maximum.

Key words konjac residue; supplemented concentration; growing meat duck; production performance

魔芋(Elephant foot yam, Konjac)又名天南星,民间俗称鬼芋、麻芋等,魔芋属被子植物门、单子叶植物纲、天南星科,为多年生草本植物(牛义等,2005)。魔芋粉是魔芋加工过程中得到的副产物,产量约占魔芋干的40%。因魔芋粉的粒径小,大多在100目以上,很易随风飞扬,故俗称“飞粉”(黄勇和谢英,1995)。在已进行的精粉生产中,约有80%的魔芋粉不但未被利用,反而造成环境污染。这些魔芋粉粗纤维含量低,含有蛋白质、钙、磷及大量的碳水化合物等丰富的营养成分,是一种很有开发价值的副产物。但因其含有三甲胺、单宁、生物碱等抗营养因子,对畜禽生长有不良影响。为了弄清魔芋粉的饲喂价值,本试验就魔芋粉添加量对肉中鸭生产性能的影响进行了研究,旨在初步揭示魔芋粉作为一种饲料原料的饲用价值,为其合理利用提供参考。

1 材料与方法

1.1 饲料的设计

为了使肉鸭达到最佳的生产性能和经济效益,同

时达到观察魔芋粉不同添加量对肉鸭生长情况的影响,根据SM3肉中鸭的营养需求,结合本地的饲料资源,设计一组饲料,要求其营养水平一致(王成章和王恬,2003)。这一组饲料包括三个试验饲料和一个对照饲料,对照饲料中不添加魔芋粉,三个试验饲料中分别添加2%、3%、4%的魔芋粉,依次分为饲料一、饲料二、饲料三。各饲料原料组成和主要营养成分含量见表1。

表1 饲料原料组成和主要营养成分含量

项目	饲料一	饲料二	饲料三	对照饲料
原料组成(%)				
黄玉米二级	65.76	65.99	64.29	57.76
玉米胚芽粕	6.30	6.30	6.25	6.30
菜粕	8.00	8.00	8.00	6.70
棉粕	4.00	4.00	4.00	4.00
豆粕	7.00	7.00	7.00	7.00
魔芋粉	2.00	3.00	4.00	0.00
小麦	0.70	0.40	0.10	12.00
石粉	1.51	1.50	1.52	1.51
食盐	0.33	0.31	0.34	0.33
膨润土	1.90	1.00	2.00	1.90
添加剂	2.50	2.50	2.50	2.50
营养水平				
粗蛋白(%)	15.00	15.00	15.00	15.00
代谢能(MJ/kg)	11.51	11.51	11.51	11.51
钙(%)	0.78	0.78	0.78	0.78
磷(%)	0.65	0.65	0.65	0.65

1.2 试验动物的选择与分组

选用健康、发育良好的9日龄樱桃谷杂交肉鸭,

宋代军,西南大学动物科技学院,博士,副教授,400716,重庆北碚。

黄嫚秋,单位及通讯地址同第一作者。

收稿日期:2007-09-23

预饲 3 d 后,选择体重均匀(差异不显著),健康无病的肉鸭 320 只,并随机分成三个试验组和一个对照组,每组设两个重复,每个重复 40 只。试验一组饲喂饲料一,试验二组饲喂饲料二,试验三组饲喂饲料三,对照组饲喂对照饲料。

1.3 饲养管理

试验鸭采用肉鸭舍饲的方法饲养,试验期内的平均温度是 18 ℃。各组鸭分别用塑料网床平养,其饲养管理条件一致。每日 8:00 和 15:00 两次喂料,任其自由采食,保证 24 h 供给清洁饮水。每日 23 h 光照,保证采光一致。预饲前做好接种免疫和服药驱虫工作,并且观测鸭的健康状况。预饲期逐渐把饲料调换成试验饲料和对照饲料(杨宁,2002)。

1.4 测定指标

本次试验的饲养期为 18 d,每天观察鸭群的健康状况,于每日清晨给料前统计一次耗料情况。并分别于 12 日龄和 30 日龄早晨对全群鸭只进行空腹称重,分别为试验初重和试验末重。统计试验期内的总耗料量、总增重,并计算日增重、料肉比、增重饲料成本和经济效益。

1.5 数据的统计分析

试验所得数据利用 SPSS 软件进行统计分析。计算各指标的平均数和标准差,并进行方差分析,使用 Duncan's 法多重比较各组不同添加量间的差异(明道绪,2001)。

2 试验结果与分析

2.1 生产性能

魔芋粉不同添加量对肉鸭生产性能的影响见表 2、表 3(总增重和总耗料量以每重复计)。

表 2 各组鸭的生产性能

项目	平均初重 (g/只)	平均末重 (g/只)	日增重 [g/(d·只)]	总增重 (kg)
试验一组	493.75±5.30	2 033.12±6.19	85.52±0.64	61.58±0.46 ^A
试验二组	489.38±11.49	1 971.81±32.61	82.36±2.45	58.30±0.35 ^B
试验三组	488.12±4.42	1 963.75±26.52	81.98±1.23	59.02±0.88 ^B
对照组	496.25±3.54	2 033.36±71.92	85.40±4.19	59.40±0.07 ^{AB}

注:①表中数据为 $\bar{x} \pm S$;

②表中同列数据肩注字母相同或无肩注者表示差异不显著,小写字母不同者表示差异显著($P < 0.05$),大写字母不同者表示差异极显著($P < 0.01$)。表 3 同。

表 3 各组鸭的耗料量与料肉比

测定指标	日耗料量[g/(d·只)]	总耗料量(kg)	料肉比
试验一组	187.02±3.24	134.65±2.33	2.187 0±0.054 2
试验二组	188.86±2.33	134.65±0.21	2.293 8±0.040 0
试验三组	185.70±6.29	133.70±4.52	2.264 8±0.042 8
对照组	186.86±4.10	132.45±0.00	2.189 6±0.059 5

2.1.1 增重情况

从表 2 可知,各试验组和对照组在日增重方面没有明显差异($P > 0.05$),试验一组略优于对照组,试验二组、试验三组均低于对照组;在总增重方面,各组之间存在差异,试验一组高于对照组($P > 0.05$),试验二组、三组低于对照组($P > 0.05$),试验一组与试验二组、试验三组差异显著($P < 0.01$)。说明在饲料中添加 2% 的魔芋粉对肉鸭的生长有促进作用。

2.1.2 耗料量

从表 3 可知,各试验组和对照组在平均日耗料量上差异不显著($P > 0.05$)。试验二组高于试验一组和对照组,试验三组平均日耗料量最低;在总耗料量上,差异不显著($P > 0.05$)。试验一组和试验二组相等,高于试验三组,对照组总耗料量最低。结果表明:在饲料中添加适量的魔芋粉不仅不影响饲料的适口性,反而会增进鸭的食欲,使鸭的采食量增加。

2.1.3 料肉比

从表 3 可知,各试验组和对照组在料肉比方面没有明显的差异($P > 0.05$),大小趋势是:试验一组的料肉比略低于对照组,试验二组和试验三组的料肉比高于对照组。结果表明:在饲料中添加 2% 的魔芋粉有降低肉鸭料肉比的趋势。

2.2 经济效益

魔芋粉添加剂量的不同对经济效益的影响见表 4(各总体指标按重复计)。

表 4 各组经济效益的分析

组别	试验一组	试验二组	试验三组	对照组
饲料成本(元/t)	1 715	1 709	1 703	1 762
总耗料量(kg)	134.65	134.65	133.70	132.45
日耗料量[g/(d·只)]	187.02	188.86	185.70	186.86
总增重(kg)	61.58	58.30	59.02	59.40
肉鸭收入(元)	344.82	326.48	330.54	332.64
增重饲料成本(元/kg)	3.75	3.94	3.86	3.92
收益(元)	113.90	96.36	102.85	99.26

2.2.1 增重饲料成本

总的看来各个试验组和对照组在增重饲料成本方面差异不明显。但大小趋势是,试验一组增重饲料成本最低,试验三组低于对照组,试验二组高于对照组。结果说明:在饲料中添加 2% 的魔芋粉不仅可以降低料肉比,也降低单位增重的饲料成本。

2.2.2 收益

试验组和对照组在收益方面,具有明显差异,试验一组每重复获利 113.90 元,比对照组多获利 14.64 元,也就是说试验一组每只鸭子比对照组多收益 0.37 元,其规模效益非常可观。试验三组每重复也比对照

组多获利 3.59 元,试验二组获利少于对照组。结果表明:在这几组添加剂量中,饲料中添加 2%的魔芋粉时收益最大。

3 讨论

3.1 魔芋粉不同添加水平对肉鸭生产性能的影响

本次试验结果表明,在饲料中添加 2%的魔芋粉可以提高肉鸭的生产性能,而在饲料中添加 3%或 4%的魔芋粉时,肉鸭的生产性能降低,其日增重和总增重均比对照组低。魔芋粉中含有动物所需要的蛋白质,并含有大量的糖类,具有较好的营养价值,是一种优质的饲料,用来饲喂畜禽,能够提高动物的生产性能。并且,很多人的研究证实,魔芋粉中含有一定量的魔芋葡萄甘露低聚糖(Konjac glu comannan,KGM),即魔芋葡甘聚糖,它能够促进畜禽胃肠蠕动,帮助其营养物质的消化和吸收,并且能增强动物的免疫功能,有助于畜禽生产性能的提高(唐胜球等,2005;曹晖,2005)。但是,魔芋粉中也含有一些抗营养物质,像三甲胺、单宁、生物碱等。由于这些抗营养物质的存在,必定会影响到畜禽生产性能的提高。因此,在饲料中添加一定量的魔芋粉能够提高动物的生产性能,超过一定的量就会抑制动物的生长。本试验关于添加魔芋粉能够提高鸭生产性能的结果,和杨昀等(2002)以及夏先林等(2003)以猪为试验动物的报道相一致。这些结果都表明,在饲料中添加适量的魔芋粉能够提高动

物的生产性能。

3.2 魔芋粉不同添加水平对经济效益的影响

在此次试验中,从经济效益方面考虑,在饲料中添加 2%的魔芋粉时其经济效益最明显。其原因之一是魔芋粉的价格较低,饲料的成本就会相应的降低,并且在饲料中添加 2%的魔芋粉时其料肉比最低,使得单位增重消耗的饲料成本降低。二是因为在饲料中添加 2%的魔芋粉时,其采食量加大,从而保证和提高日增重,在相同的饲养时间内,总增重就会提高,从而使总的经济效益提高。

参考文献

- 曹晖.魔芋葡甘聚糖的特性及其应用[J].扬州大学烹饪学报,2005(4):61-64
- 明道绪主编.生物统计附试验设计[M].中国农业出版社,2001:92-147
- 牛义,张盛林,王志敏,等.中国的魔芋资源[J].西南园艺,2005,33(2):22-24
- 唐胜球,董小英,邹晓庭,等.畜禽生物饲料添加剂魔芋葡甘聚糖的研究与应用[J].饲料工业,2005,26(2):37-39
- 王成章,王恬.饲料学[M].中国农业出版社,2003
- 夏先林,江萍,李时春,等.复合益微发酵魔芋飞粉的饲用价值研究[J].粮食与饲料工业,2003(2):24-26
- 杨宁主编.家禽生产学[M].中国农业出版社,2002
- 杨昀,周万能,潘兴.在日粮中添加魔芋粉渣饲喂生长育肥猪试验[J].贵州畜牧兽医,2006,26(1):1-2

(编辑:张学智, mengzai007@163.com)

· 信息采撷 ·

初冬谨防鸭“倒蛋”

蛋鸭“倒蛋”是指春季养的母鸭,从 11 月进入产蛋期,而这时气温逐渐变冷,因日夜温差过大或营养不足,导致刚产蛋的蛋鸭就停产“休假”。如果蛋鸭“倒蛋”就开始换毛,就要到明年春天才能产蛋。如果此期能控制鸭“倒蛋”,就能大大延长产蛋期,提高养鸭的经济效益。

当鸭出现蛋的个体变小,蛋壳变薄,产蛋时间延迟,上岸羽毛潮湿,往鸭舍里钻等“倒蛋”征兆,要及时采取以下措施。

1.调整鸭群 到了初冬,将鸭群中的老、弱、病、残鸭及时淘汰,留下生产性能好、体格健壮的母鸭。同时适当多配养一些公鸭,使之相互追逐,增加鸭群运动量。

2.增喂蛋白质饲料 适当增加玉米、蚕豆、豆饼的比例,控制鸭子采食量,提高饲料营养浓度。

3.防寒保暖 鸭棚的孔洞要堵好,门窗要挂上草帘,棚内地面厚垫干茅草、稻草等物,确保鸭腹部不受寒。同时还要注意做好相关的卫生防疫工作,确保蛋鸭健康。

4.补充光照 蛋鸭产蛋期每天需要 16 h 的光照,冬季昼短夜长,光照明显不足。因此要在鸭棚内安装 40-60 W 灯泡(每 20 m² 装一盏),灯泡距鸭背 2 m 高,并罩上灯罩,使光线集中照射在鸭体上,光照要均匀,每天晚上照 3-4 h。

5.“赶棚” “赶棚”可增强蛋鸭的御寒能力和消化能力,防止蛋鸭停产。做法是在鸭棚内轻轻吆喝鸭群起步,缓缓朝同一方向做圆周运动,一般每次绕 4-5 个圈,每隔 1 h 赶 1 次,每天可赶 2-3 次。尤其是在赶鸭下水前,也应“赶棚”。当有 80% 以上的鸭子大声“嘎嘎”叫时,就可开棚放鸭下水,以提高鸭群对棚外气温和水温的适应能力。

6.添加鱼肝油 因鱼肝油含有丰富的 VA 和 VD,对增强鸭子免疫力、稳定产蛋率都有好处。具体喂法:每天每只鸭喂 1 mg,将鱼肝油先拌在 1.5 kg 麸皮内,然后再拌匀在饲料里,喂 3-5 d 后,如产蛋正常、羽毛光亮可停喂,常吃会影响经济效益。

近红外光谱分析与 传统方法检测玉米中营养成分的比较

檀其梅 周杰

在饲料工业中,各种原料以及成品的营养成分分析需要使用不同的仪器和方法,不同的试剂,且样品需要经过不同的物理、化学方法预处理,不但手续繁琐,而且耗时费力、花费高、安全性能差。因此,怎样快速、准确、经济、安全地测定饲料中各种营养成分已成为生产实践中亟待解决的问题。近红外光谱分析技术(NIRS)是20世纪80年代发展起来的一种新的成分分析技术,它是利用有机物中含有C-H、N-H、O-H、C-C等化学键的泛频振动或转动,以漫反射方式获得在近红外区的吸收光谱,通过主成分分析、偏最小二乘法、人工神经网络等现代化学和计量学的手段,建立物质光谱与待测成分含量间的线性或非线性模型,从而实现用物质近红外光谱信息对待测成分含量的快速计量。由于使用该法检测样品具有样品用量少、检测速度快、无污染、非破坏等优点,且可以同时检测样品中几种甚至几十种成分的浓度,因而被广泛应用于农副产品分析、食品分析、药物质量控制、石油化工、环境、材料合成、纺织品等众多领域,近年来,NIR也逐步在饲料工业中获得应用。

玉米是最主要的能量饲料原料,在生产中用量最大,快速有效检测玉米的质量对饲料工业有极其重要的作用。为了解NIR在玉米常规成分检测中的准确性,本试验用NIR方法在一年中不同月份测定玉米中各种营养成分,包括粗蛋白(Crude protein, CP)、粗脂肪(Crude fat, ether extract, EE)、粗灰分(Crude Ash)、水分(Moisture)、中性洗涤纤维(Neutral detergent fiber, NDF)和酸性洗涤纤维(Acid detergent fiber, ADF)的含量,并与化学法进行比较,以验证NIR方法的准确性。

1 材料和方法

1.1 仪器与试剂

Foss 5000型近红外光谱仪(美);Sartorius AD204型电子天平(0.1 mg~210 g)(瑞士);Retsch ZM100型离心机研磨仪(德);Ankom 220型纤维测定仪(美);HYP-II型消化炉;KDN-2C型定氮仪;Foss tecator

Soxtec 2050型脂肪提取仪(美);WTB Binder干燥箱(德);Vulcan A550型高温炉(美);分样筛(孔径0.45 mm、1 mm);坩埚;滴定管(酸式);锥形瓶;干燥器(干燥剂为变色硅胶)等。

硫酸(化学纯,含量为98%,无氮);硫酸铜(化学纯,5个结晶水);硫酸钾(化学纯);氢氧化钠(化学纯,配成40%水溶液);硼酸(化学纯,配成2%水溶液);混合指示剂为甲基红(0.1%乙醇溶液)、溴甲酚绿(0.5%乙醇溶液)两溶液等体积混合,在阴凉处保存期为3个月;盐酸标准溶液;蔗糖(分析纯);硫酸铵(分析纯);硼酸吸收液;无水碳酸钠(分析纯);无水乙醚(分析纯)。

1.2 样品的采集与制备

采集某饲料厂2006年7月至2007年6月采购的玉米。将采集的每批玉米样品分为7份,其中1份用于NIR光谱分析,其余6份分别用于化学法测定粗蛋白、粗脂肪、灰分和水分、中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维。

1.3 NIR光谱分析

所有样品经离心机研磨仪磨碎,过0.45 mm分样筛,混匀后用1/2样品杯装填样品,样品深度不低于2 mm。采用ISIScan软件操作NIR系统设备,待仪器稳定后,运行Check cell标准测试槽,结果正常后开始扫描样品,直接预测玉米中各营养成分的含量。扫描波长范围:1 100~2 500 nm。

1.4 数据处理

化学法和NIR法测定的结果用SPSS软件处理,差异显著性采用t检验统计,并进行相关性分析。试验数据均以平均值±标准差(Mean±SD)表示。

2 结果分析

2.1 化学法与NIR法对玉米中营养成分测定的比较

化学法与NIR法对玉米中常规营养成分测定的结果如表1、表2所示。两种方法测定粗蛋白、粗脂肪、粗灰分、水分、中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维的相对误差分别为1.07%~3.90%(平均2.13%)、1.14%~5.46%(平均3.40%)、0.82%~4.24%(平均2.13%)、0~3.60%(平均1.24%)、0.13%~5.52%(平均2.17%)、0~6.90%(平均3.69%)。其中,除粗脂肪有3个月份测定值,中性洗涤纤维有1个月份测定值,酸性洗涤纤维有4个月份测定值的相对误差大于5%以外,其余测定值的

檀其梅,安徽农业大学动物科技学院,畜牧师,230036,安徽合肥。

周杰(通讯作者),单位及通讯地址同第一作者。

收稿日期:2007-09-10

相对误差均低于 5%。两种方法对六种常规营养成分测定的结果均无显著差异($P>0.05$)。

2.2 化学法与 NIR 法对玉米中营养成分测定的相关性比较

表 1 化学法与 NIR 法对玉米中营养成分测定的比较(%)

项目	CP			Crude Fat			Crude Ash		
	化学法	NIR 法	相对误差	化学法	NIR 法	相对误差	化学法	NIR 法	相对误差
2006-7	7.82	7.61	2.62	3.46	3.29	4.79	1.18	1.19	1.12
2006-8	8.00	7.89	1.38	3.44	3.34	2.91	1.20	1.16	3.33
2006-9	7.44	7.36	1.08	3.66	3.46	5.46	1.20	1.18	1.67
2006-10	8.44	8.24	2.37	3.48	3.30	5.17	1.10	1.09	0.91
2006-11	8.44	8.30	1.66	3.57	3.51	1.68	1.33	1.31	1.50
2006-12	8.26	8.06	2.42	3.53	3.44	2.55	1.14	1.11	2.63
2007-1	8.21	7.89	3.90	3.66	3.59	1.91	1.17	1.14	2.56
2007-2	8.41	8.32	1.07	3.51	3.37	3.99	1.18	1.13	4.24
2007-3	8.01	7.74	3.37	3.83	3.71	3.13	1.09	1.06	2.75
2007-4	8.00	7.96	0.50	3.52	3.48	1.14	1.17	1.18	0.85
2007-5	8.58	8.38	2.33	3.30	3.20	3.03	1.25	1.21	3.20
2007-6	8.32	8.08	2.88	3.79	3.60	5.01	1.22	1.21	0.82
Mean	8.16	7.98	2.13	3.56	3.44	3.40	1.19	1.16	2.13
SD	0.32	0.31		0.15	0.15		0.06	0.07	
t 检验		P>0.05			P>0.05			P>0.05	

表 2 化学法与 NIR 法对玉米中营养成分测定的比较(%)

项目	Moisture			NDF			ADF		
	化学法	NIR 法	相对误差	化学法	NIR 法	相对误差	化学法	NIR 法	相对误差
2006-7	15.28	15.10	1.19	7.83	8.02	2.36	2.06	2.14	3.80
2006-8	14.64	14.45	1.30	7.70	7.81	1.43	2.19	2.11	3.65
2006-9	15.27	15.14	0.85	7.43	7.84	5.52	2.03	1.89	6.90
2006-10	13.48	13.62	1.04	7.55	7.56	0.13	1.94	1.92	1.03
2006-11	13.27	13.00	2.03	8.29	8.38	1.09	2.36	2.41	2.12
2006-12	13.71	13.66	0.36	7.60	7.49	1.45	2.00	1.89	5.50
2007-1	13.06	13.07	0.08	7.58	7.64	0.79	1.97	2.05	4.06
2007-2	13.75	13.39	2.62	7.62	7.45	2.23	2.05	1.94	5.37
2007-3	12.70	12.70	0	8.40	8.65	2.98	2.08	2.02	2.88
2007-4	13.49	13.51	0.15	8.25	8.46	2.55	2.34	2.50	6.84
2007-5	11.04	11.07	0.27	8.16	8.11	0.61	2.21	2.21	0
2007-6	12.77	13.23	3.60	8.28	8.59	3.74	2.29	2.34	2.18
Mean	13.54	13.50	1.24	7.89	8.00	2.17	2.13	2.12	3.69
SD	1.17	1.10		0.36	0.44		0.15	0.21	
t 检验		P>0.05			P>0.05			P>0.05	

化学法与 NIR 法对玉米中常规营养成分测定结果的相关性和回归方程如表 3 所示,两种方法对 6 种常规营养成分测定的结果均呈高度正相关($P<0.01$)。

3 讨论

20 世纪 90 年代初我国将 NIR 分析定标软件的研制列入国家攻关计划,开展了 NIR 法测定饲料中各种成分定标软件的研制,先后完成了饲料和饲料原料中干物质、粗蛋白、粗纤维、粗脂肪、灰分、氨基酸等指标的定标工作。近 10 年来,近红外光谱法被逐渐应用于玉米的品质检验,然而目前应用 NIR 的饲料厂并不是很多。

本文用化学法和 NIR 光谱法在一年中对各月份采购的玉米进行粗蛋白、粗脂肪、灰分、水分、中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维等检测,结果表明两种方法测

定值的差异均不显著,且均具有高度的相关性见表 3。因此,采用 NIR 光谱法测定玉米中常规营养成分的含量是可行的。同时,由于 NIR 法具有检测速度快、操作安全、无污染,且可以同时检测样品中的数种成分的特点,其在饲料企业有广阔的应用前景。

表 3 化学法与 NIR 法对玉米中营养成分测定的相关性

项目	回归方程	相关系数	显著性检验
CP	$y=0.9278x+0.415$	0.965 7	$P<0.01$
Crude Fat	$y=0.9206x+0.1616$	0.935 7	$P<0.01$
Crude Ash	$y=0.978x+0.0046$	0.955 6	$P<0.01$
Moisture	$y=0.9204x+1.0342$	0.984 6	$P<0.01$
NDF	$y=1.1295x-0.9131$	0.923 5	$P<0.01$
ADF	$y=1.3133x-0.6747$	0.920 1	$P<0.01$

(参考文献 10 篇,刊略,需者可函索)

(编辑:崔成德, cuihengde@tom.com)

近红外光谱技术与饲料质量评价

王海东 秦玉昌 李军国 吕小文

摘要 近红外光谱的技术(NIRS)作为一种新的分析技术在饲料行业的应用和研究已经十分广泛,它不仅能够较准确地测定饲料产品营养价值等方面的各相关参数指标,而且能科学的分析配合饲料的原料组成和含量。文中综述了国外利用近红外技术分析测定饲料原料以及配合饲料产品中蛋白、纤维、脂肪等常规营养指标,以及消化能、代谢能等营养价值指标的研究进展。同时,文章还概述了近红外光谱技术鉴别配合饲料所用原料以及测定成分含量方面的研究。

关键词 近红外光谱技术(NIRS);饲料;质量评价

中图分类号 S816.17

20世纪70年代,美国科学家Norris首次将近红外光谱技术(NIRS)引入到谷物品质测定。经过短短20几年,国外对NIRS在饲料工业中的应用研究和理论研究已十分广泛,该技术已发展成为相对成熟的快速分析技术,在饲料原料和配合饲料产品的质量评价中发挥着日益重要的作用。特别是在快速分析饲料原料及成品的化学组成和营养价值方面,NIRS在一定程度上取代了一些复杂、耗时费力的化学分析方法。

1 NIRS与饲料原料质量评价

评价分析饲料原料质量是NIRS在饲料行业中应用最早,也是最成熟的技术。如用NIRS可以连续监控牧草化学成分和成熟期,通过预测牧草营养价值确定其最佳收获期,以及用NIRS能快速分析玉米、大麦、鱼粉等能量饲料原料和蛋白饲料原料的营养成分。

1.1 NIRS测定饲料原料化学组成

饲料原料常规营养指标包括粗蛋白、粗脂肪、粗纤维、水分、灰分、酸性和中性洗涤纤维、木质素等。利用NIRS测定饲料原料中粗蛋白的组成含量最为普遍,如Berardo在1997年建立了能够准确的预测白三叶中粗蛋白含量的NIRS快速检测方法,其预测值和真实值之间决定系数(R^2)为0.97;Cozzolino在2000年建立的检测玉米粗蛋白含量的NIRS方法,其测定的决定系数(R^2)为0.96。Cozzolion在2002年成功建立

了鱼粉中油脂含量的NIRS检测方法,预测值和真实值的决定系数(R^2)可达0.92。利用NIRS对牧草中脂质的测定研究相对较少,且所建立的检测方法应用效果也不尽相同。

纤维素和木质素是NIRS评价牧草质量最常用的两个指标;另外,虽然酸性洗涤纤维和中性洗涤纤维不是严格意义上的牧草成分,由于它们在营养学方面具有重要意义,利用NIRS检测酸性洗涤纤维和中性洗涤纤维也得到了深入研究和广泛应用。Berard研究建立的NIRS检测牧草粗纤维、中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维、酸性洗涤木质素,决定系数分别达到0.97、0.97、0.96、0.89。Cozzolino在2000年建立的NIRS检测玉米中酸性洗涤纤维和中性洗涤纤维的分析结果也非常好,决定系数(R^2)都达到0.98。

尽管无机物本身没有“红外活性”,且含量较少,但NIRS可以通过饲料原料中与无机物相作用的有机物来间接测定无机物的含量,因此,应用NIRS检测饲料原料中粗灰分和矿物质元素的研究也得到了一定的开展。Cozzolion在2002建立了鱼粉中灰分和氯化钠含量的NIRS检测方法,其测定决定系数(R^2)均在0.90以上。Moron在2002年对紫花苜蓿和红三叶中的矿物质元素进行了NIRS分析测定,从对钙、磷、钾、镁的预测结果来看,对钙和钾的预测结果较好。Lavrencic在2002年通过分析干燥饲草样品中的钙、磷、钾、镁、钠、锰、硒,发现NIRS对磷、钾、镁、钙的预测能力要好于对锰、硒。此外,NIRS还被用于测定饲料原料中的抗营养成分,如Clark在1987年研究建立了植物原料中生物碱的NIRS快速分析方法,丹宁酸的NIRS分析方法也已经建立,这些研究结果表明NIRS对某些含量很低的抗营养成分的预测结果令人满意,预测

王海东,中国农业科学院饲料研究所,100081,北京市海淀区中关村南大街12号。

秦玉昌(通讯作者)、李军国、吕小文,单位及通讯地址同第一作者。

收稿日期:2007-08-27

决定系数一般都在 0.90 以上。

尽管饲料原料的种类多样、形态各异,化学成分与植物的产地、生长收获季节等都有关系;但大量的研究已表明,只要用来建立预测模型的样品包含待测指标足够的浓度变化范围,NIRS 都可以用来分析牧草或其它饲料原料中几乎所有的有机成分,而值得注意的是收集足够数量有代表性的样品是建立近红外预测模型的关键之一。Berardo 在研究 NIRS 检测白三叶草化学组成的实验中,收集了两个地区五年中的牧草样品,以增大样品间的差异,从而使用于建模的样品更具代表性;而对小麦、大麦等化学组成预测,研究人员往往通过收集多个品种的样品以保证建模样品具有代表性。

1.2 NIRS 测定饲料原料营养价值指标

饲料原料营养价值指标主要是指与营养物质利用率相关的参数,这些指标的常规测定方法大都需要进行动物饲养实验,费时费力,因此,需要一种简便快速的方法。NIRS 用于评价原料的营养价值,特别是预测牧草的消化率已被广泛用于饲料行业。由于消化率等营养价值指标是饲料原料的一种特性,而并非是一个特定的化学指标,因而用 NIRS 预测营养价值指标要比测定饲料原料化学组成更加复杂,需要在近红外定标过程中引入一个“动物因子”。从本质上讲,与之相关的化学成分组成是决定营养价值指标特性的“内因”,因此,NIRS 对营养价值指标的预测本质上还是对化学成分组成的检测。

Leeson 在 1997 年用 NIRS 估测玉米、豆粕、小麦、大麦的代谢能,研究发现对这些饲料原料的 NIRS 分析结果与常规测定方法的检测值之间差别不大,NIRS 分析结果完全可以作为配制饲料的依据。Arminda 在 1998 年利用 NIRS 测定大麦、燕麦、高粱、小麦籽粒的干物质消化率、有机物消化率等营养价值指标,同样取得了令人满意的结果。研究人员通过比较分析了 NIRS 分析方法和体内法测定麦秸以及氨化秸秆的有机物消化率,发现 NIRS 分析方法的预测值与体内法测定值具有较好的相关性。总之,大量的研究表明,NIRS 在测定能值、有机物消化率等方面具有广阔的应用前景。

在快速分析蛋白质降解率和可消化氨基酸方面,NIRS 也得到了一定程度上的推广应用。De Boever 在 1998 年首先提出 NIRS 测定蛋白降解率的结果要比

依据化学组分含量计算新鲜牧草蛋白降解率的准确度高,该课题组在 2002 年通过试验进一步提出 NIRS 对可消化蛋白的预测结果和实验室测定结果基本一致。NIRS 对一些原料,如豆粕类蛋白的可消化氨基酸的预测也得到令人满意的结果,Jackson 在 1996 年用 30 个左右的豆粕样品研究了真可消化赖、蛋、胱、蛋+胱、苏氨酸的定标方程,除胱氨酸外其它定标方程都被证明具有良好的预测性能。

尽管近年来用 NIRS 测定消化率等营养价值指标的研究越来越多,且随着近红外仪器和分析软件的发展,预测精确度越来越高,但是 NIRS 是建立在一定条件的动物实验得到的大量数据基础上,而动物实验的结果变动较大,这在一定程度上限制了 NIRS 在评价原料营养价值方面的应用。

2 NIRS 与配合饲料产品质量评价

2.1 NIRS 测定配合饲料化学组成

目前很多大型饲料厂都已经将 NIRS 技术作为产品质量控制的重要工具。相比于国内科研人员的研究,国外开展的 NIRS 测定配合饲料化学组成的研究更加深入,饲料配方更加复杂,预测指标也更多。尽管有一些指标不同研究人员得到的结果不尽相同,但 NIRS 测定常规的营养指标的准确性都在可接受范围,AOAC 早在 1989 年就已经将近红外方法测定粗蛋白含量列为标准方法。

De Boever 通过收集的 300 个饲料样品,用 NIRS 测定奶牛饲料的常规营养指标,同时对近红外建模方法进行了一定改进,获得了非常好的实验效果。Xiccato 在 2003 年研究同时测定了 14 个指标,包括多种常规营养指标,除测定有机物质总含量精度较差外,其它指标都取得了令人满意的预测结果。最近,Dolores C. Pérez-Marín 收集了包括不同动物种类、不同物理形态且组成差异较大的 433 份配合饲料样品,这些样品共含有 60 种常量和微量成分,同时研究者分析了样品粉碎等制备过程对测定结果的影响,研究发现,不论样品是否粉碎,NIRS 分析测定的 5 种常规化学指标的结果都比较好。

Alomar 在一项专门针对宠物饲料狗粮的研究中,论证了 NIRS 对干物质、粗蛋白、粗纤维、脂肪含量的预测能力,结论是效果较好;同时对某些氨基酸的预测能力也很高,诸如精氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、苯基丙氨酸-酪氨酸(结合态)、苏氨酸和缬氨酸,但色氨

酸、矿物质、亚油酸的预测能力较差,研究人员由此得出结论,NIRS可以成功地用于预测商业狗粮中的重要营养参数。另外,White在2004年利用NIRS对特种动物水貂饲料中干物质、粗蛋白和粗纤维的含量进行了分析测定,测定效果较好,提出NIRS完全可以用于特种动物饲料的质量评价。

总之,不论是常见的畜禽配合饲料,还是宠物或经济动物饲料,对常规营养指标NIRS均呈现出了很好的预测能力,而对一些浓度较低的指标,NIRS的预测效果也基本满足人们对饲料质量安全评价的要求。

2.2 NIRS测定配合饲料成分组成

目前,国内几乎没有利用NIRS测定配合饲料中所用饲料原料组成的相关报道,而国外在近年已逐步在此方面开展了研究。NIRS既可用于特定饲料原料的定性识别,又可用于某种原料含量的定量测定,已经成为欧盟饲料监管中原料溯源的重要手段,在饲料安全监管领域呈现了较好的应用潜力。

Xiccato研究利用NIRS测定配合饲料中十余种原料的含量,以及利用NIRS对相似的原料总量进行预测,如对苜蓿草粉副产物、蛋白类、淀粉类以及小麦加工副产物的整体进行预测。该研究发现NIRS对苜蓿草粉、麦麸、太阳花粉、添加的脂肪具有较好的预测效果,但对大麦和小麦、大豆粉的预测能力较差;同时,对脱水苜蓿草粉和苜蓿干草混合物的预测结果稍好于仅对苜蓿草粉的预测结果,对淀粉浓缩物预测比对大麦或小麦的预测结果要好得多,对麦麸及其它副产物的混合物预测结果也好于仅对麦麸预测的结果。Dolores C. Pérez-Marín研究发现NIRS对向日葵粉、麸质饲料、紫花苜蓿、甜菜浆、棕榈粉、肉骨粉、家禽粉和总肉粉(家禽粉和肉骨粉)、动物脂肪以及矿物质-维生素补充料的成分组成具有极好的预测能力;对于玉米、豆粕、麦麸、糖蜜、碳酸钙、磷酸氢钙、蛋氨酸、大麦、羽扇豆和树薯有较好的预测能力;而对小麦、鱼粉、赖氨酸和盐的预测也在可接受的范围。

随着近年来疯牛病等的传播,对饲料中动物源性成分的预测也逐渐增多,Garrido-Varo研究建立了配合饲料中动物性脂肪和肉骨粉用量的NIRS检测方法,发现不论样品是否粉碎,预测值和真实值之间的决定系数(R^2)都在0.97以上,预测效果均较好。

2.3 NIRS测定配合饲料营养价值指标

与评价饲料原料营养价值相同,NIRS对配合饲

料营养价值指标的测定也是通过从相关化学成分的图谱中提取出与营养价值有关的信息,进而建立近红外分析模型,实现对营养价值评价。

Aufrere针对NIRS预测猪和牛的配合饲料营养价值进行了深入的研究,收集了大量的样品,对饲料中有机物消化率、总能、表观代谢能、消化能、代谢能等进行了分析测定,研究发现NIRS对能值具有很好的预测结果,准确度和通过化学组成计算或酶降解得到的结果相当。Castrillo在对狗粮的研究中,利用NIRS对膨化狗粮的总能、有机物表观消化能、粗蛋白表观消化能等进行测定,其中对总能、有机物消化率等的测定决定系数都很高,通过与参考方法比较,研究者认为NIRS预测结果与化学测定结果接近,NIRS可以作为一种快速、准确的分析方法。De Boever研究了NIRS预测奶牛全混合饲料的代谢能和净能,预测结果较好;同时,De Boever进行了NIRS测定瘤胃营养物质利用率的研究,其中NIRS对有机物消化率、小肠真蛋白消化率和瘤胃蛋白降解率的预测结果较好,精确度在可接受范围之内。

由于配合饲料组成比较复杂,NIRS测定其营养价值指标相比于饲料原料要复杂一些,影响的因素会很多,但从国外的研究来看,如果用于建模的参考数据准确,建模样品具有代表性,NIRS完全可以用于对特定配合饲料的营养价值指标进行评定。

3 小结与展望

随着近红外仪器的发展以及分析软件的改进,近红外光谱技术的准确度还会进一步提高,应用范围也会越来越广。目前,不论是近红外光谱技术测定饲料原料或配合饲料产品中的蛋白质、脂肪等成分指标已十分成熟,用光纤探头在线测定饲料中粗脂肪、粗蛋白和粗纤维的含量已经取得了令人满意的结果,利用NIRS在线高效监控饲料质量已是该项技术在饲料行业的研究热点;而尽管对饲料中氨基酸、能量、功能性成分、污染物等方面的研究已经很多,但NIRS在这些指标的预测分析方面尚需开展更加系统和全面的工作。此外,近红外光谱技术与其它技术一同评价如表观特性、发酵过程参数等综合指标,也是近红外技术发展的趋势。

(参考文献24篇,刊略,需者可函索)

(编辑:崔成德,cuicengde@tom.com)

抗氧化营养素对奶牛健康和牛奶风味的影响

马燕芬 赵军

摘要 奶牛的几个重要健康失调问题包括胎衣不下、乳房水肿和乳房炎,其严重性和流行性与氧化应激有关。某些抗氧化营养素可作为抗氧化剂或抗氧化酶成分对氧化应激起直接作用。此外,抗氧化营养素也影响牛奶风味。文中主要对抗氧化营养素对乳房炎、胎衣不下、牛奶风味的影响进行了综述。

关键词 抗氧化营养素;乳房炎;胎衣不下;牛奶风味

中图分类号 S823

当反应性氧代谢产物(ROM)超过细胞、组织或机体抗氧化系统的抗氧化能力时就会产生氧化应激,一些抗氧化营养素(Antioxidant Nutrients)可作为抗氧化剂或抗氧化酶的成分对氧化应激起直接作用。当奶牛患有胎衣不下、乳房水肿和乳房炎等健康失调问题时,其严重性和流行性主要与氧化应激有关。此外,抗氧化营养素也影响牛奶的质量。一般认为,牛奶中体细胞数(SCC)少于20万并具有可见正常外观(无结块)时为高质量的牛奶,但目前对高质量牛奶的定义不仅仅局限于此,并对其视觉和味觉感官也进行了限定,正常牛乳应该呈白色或微带黄色,不得含有肉眼可见的异物,不得有红色、绿色或其它异色,不能有苦味、咸味、涩味和饲料味、青贮味、霉味等异常味。为了满足消费者对奶制品不断增长的需求,牛奶及其奶制品就必须富有良好的风味来刺激消费者的购买欲望。

1 抗氧化系统

正常的细胞代谢、环境侵害以及炎症反应都会产生一些化合物叫做ROM或自由基。生化系统所产生的ROM主要是超氧化物、过氧化氢、羟基自由基和脂肪酸自由基,他们对细胞有毒害作用,因为这些化合物能和酶、细胞膜以及DNA相互作用,引起细胞破坏或死亡。所以动物体本身为沉降ROM的作用形成了一个依赖抗氧化营养素的抗氧化系统(见表1),此外,个别微量元素(作为酶的一部分)和一些维生素是抗氧化系统的成分。抗氧化系统主要包括水溶性抗氧化剂和脂溶性抗氧化剂,这两种抗氧化剂都是动物体所必需的,因为在细胞内都会产生自由基,但位于胞液内的抗氧化剂则不能去除细胞膜内所产生的自由基。动物体内的抗氧化途径与抗氧化营养素密切相关,一种抗氧化营养素可弥补一种抗氧化剂所产生的缺陷,但不能弥补另一种抗氧化营养素所产生的缺陷。

表1 哺乳动物中存在的一些抗氧化系统

成分(细胞内)	相关营养素	功能
超氧化物歧化酶(胞液)	Cu 和 Zn	一种酶,可把超氧化物转变为过氧化氢
超氧化物歧化酶(线粒体)	Mn 和 Zn	一种酶,可把超氧化物转变为过氧化氢
血浆铜蓝蛋白(水相)	Cu	一种抗氧化蛋白,阻止铜和铁参与氧化反应
谷胱甘肽过氧化物酶(胞液)	Se	一种酶,可把过氧化氢转变成水
过氧化氢酶(胞液)	Fe	一种酶(主要位于肝脏),可把过氧化氢转变成水
抗坏血酸(胞液)	VC	与几种类型的ROM反应
α -VE(膜)	VE	降解脂肪酸过氧化反应链
β -胡萝卜素(膜)	β -胡萝卜素	预防脂肪酸过氧化反应链反应的开始

奶牛需要采食机体所需的矿物质和维生素日粮来维持其最佳健康状况,处于最佳健康状况时的奶牛可获得最大的生产性能。当奶牛处于低于最佳状况时,补充机体可利用的营养素可使其恢复到最佳状

况,当获得最佳状况后,就不需要补充额外的营养素。此外,补充过多的抗氧化营养素也可使奶牛产生氧化应激,降低免疫功能,增加健康问题。

2 抗氧化营养素与乳房炎

乳房炎依旧是奶牛场危害最大和花销费用极高的问题之一。即使在管理比较好的牛场,临床型乳房炎也能达到5%~10%。病原菌入侵乳腺之后就会发生炎症反应,在整个炎症反应期间,某些类型的免疫细胞就会引入相当数量的ROM来援助这些细胞杀死病

马燕芬,内蒙古农牧业科学院动物营养研究所,010030,内蒙古呼和浩特市鄂尔多斯西街。

赵军,单位及通讯地址同第一作者。

收稿日期:2007-08-27

原菌。当这些细胞含有足够量的抗氧化剂时,ROM 的量则保持在一定范围内,在杀死免疫细胞之前,允许这些细胞杀死额外的细菌。当抗氧化剂的能力被限制时,这些免疫细胞的寿命就会缩短,感染的严重程度就会增加。

研究表明,VA 和 β -胡萝卜素对乳房炎的影响是不一致的。Dahlquist 和 Chew^[1]研究表明,当奶牛采食 NRC(2001)所推荐的 VA 和 300 mg/d β -胡萝卜素时,对乳房炎有积极的治疗作用;而 Oldham 等^[2]研究表明,补充 VA 和 β -胡萝卜素对乳房炎并没有作用,仅在整个干乳期和泌乳早期起作用。引起这两种研究差异的一个主要原因就是对照组牛体内 VA 和 β -胡萝卜素的差异,其中没有产生影响的对照组牛,其血清中有高浓度的 β -胡萝卜素,为 10 mg/l,而产生影响的对照组牛,其血清中 β -胡萝卜素仅为 2.5 mg/l。因此,要想使奶牛乳房获得最佳健康状况,其血清中 β -胡萝卜素的浓度就必须大于 3 mg/l。但是,LeBlanc 等^[3]研究表明,血清 β -胡萝卜素浓度与临床型乳房炎之间并没有统计相关性,同时还发现产前奶牛血清中含有高浓度的 VA 可降低临床型乳房炎的发生率,血清中 VA 浓度提高 100 ng/ml,临床型乳房炎发生率就下降 60%。研究表明,饲喂超过 NRC 要求的 VA 量,并不能降低乳房炎的发生率。

Weiss 等^[4]试验表明,日粮中补充 VE 和(或)Se 可降低乳房炎的发生率,并降低牛奶中的体细胞数,同时还表明与饲喂 1 000 IU/d VE 相比,在干乳期的最后 14 d 补充 400 IU/d VE 可降低临床型乳房炎和产犊时受到新的感染的几率。此研究的另一个最重要的特征就是奶牛采食低硒(0.1 mg/l)日粮,血浆中硒的浓度也很低(0.048 mg/l)。Erskine 等^[5]研究表明,在产犊前 3 个月和整个泌乳期给奶牛饲喂 2 mg/d Se,可降低大肠杆菌引起的乳房炎的严重程度并减缓其持续时间。Erskine 等^[6]则表明补充 Se 对葡萄球菌所引起的乳房炎并没有影响。目前 NRC 所推荐的 VE 和 Se 的浓度对于大多数情况下的奶牛都是足够量的。但大量数据表明,在整个围产前期补充高水平的 VE(>1 000 IU/d)可能更有益。

Scaletti 等^[7]研究表明,日粮中补充 20 mg/kg 的 Cu 可降低大肠杆菌引起的乳房炎。Tomlinson 等^[8]对 12 个实验结果进行的总结表明,当补充蛋氨酸锌(其中 5 个试验中添加锌大约 200 mg/d,另 7 个试验中添加锌大约 380 mg/d)时可显著降低牛奶中的体细胞数。

Whitaker 等^[9]比较了日粮中添加锌蛋白盐混合物(250 mg/d Zn)和无机锌(140 mg/d)或日粮中全部添加无机锌(390 mg/d Zn)两种方法来补充锌的效果,结果表明锌的来源对乳房炎感染率、传染病、临床型乳房炎以及体细胞数并没有影响。关于提高奶牛日粮中锌的水平是否直接与乳腺健康有关还需做进一步研究。目前的实验数据表明,奶牛日粮中含有 20 mg/kg 的铜和 50~60 mg/kg 的锌为最佳。

VC 是哺乳动物最重要的水溶性抗氧化剂,但日粮中所提供 VC 的形式在瘤胃中都易被降解掉,因此,奶牛不能通过日粮来摄取 VC,必须依靠自身组织合成 VC,所以 VC 并不是奶牛的一种必需营养素。嗜中性粒细胞中 VC 浓度很高,其主要作用是保护杀死病原菌的细胞免遭 ROM 的破坏。当刺激嗜中性粒细胞时 VC 含量可提高 30 倍。Santos 等^[10]报道奶牛血浆中 VC 的浓度与牛奶中体细胞数无显著性相关,但是体细胞数在一定范围内(67 000~158 000 个/ml)变动。Weiss 等^[11]研究 VC 对大肠杆菌引起的乳房炎的治疗效果,结果表明 VC 与临床型乳房炎之间呈显著性相关,减少牛体内 VC 用量,临床型乳房炎的持续时间就会加长,产奶量也会下降。但这个实验结果并不能说明提高牛体内 VC 含量就能降低乳房炎的严重性和流行性。是否 VC 含量低就会增加乳房炎的严重程度或者是否乳房炎的严重程度会消耗体内 VC 的量还需做进一步研究。目前的研究还不能证明运用 VC 可以预防或治疗乳房炎。

3 抗氧化营养素与胎衣不下

已有的调查表明,大约 10%的产犊牛都会导致胎衣不下(RFM),RFM 也是一种氧化应激病。Kankofer^[12]研究表明,患有胎衣不下的母牛其胎盘组织内 VC 浓度比健康母牛胎盘组织内 VC 浓度降低将近一半。Kimura 等^[13]研究表明,胎衣不下的母牛嗜中性粒细胞的杀伤力显著低于健康母牛的嗜中性粒细胞的杀伤力,缺硒奶牛的嗜中性粒细胞的杀伤力也显著低于不缺硒的奶牛。补充促氧化营养素(如可利用铁)有助于增加 RFM 的发生率,补充一定量的抗氧化营养素则可降低 RFM 的发生率。大多数研究表明,当对照组日粮含有低于 0.1 mg/kg 的硒时,通过日粮添加(0.1~0.3 mg/kg)或注射(产前 21 d 注射大约 50 mg)补充可降低 RFM 的发生率;但当对照组日粮含有超过 0.1 mg/kg 的硒时,硒的补充是有限的,超量补充硒对 RFM 没有作用。补充硒并不影响含 VE 量低的奶牛的 RFM 发

生率。LeBlanc 等^[9]研究表明,围产期奶牛血清中 VE 浓度与 RFM 发生率之间呈统计性相关,血清中 VE 浓度提高 1 $\mu\text{g/ml}$,RFM 发生率降低 21%,研究还发现血清中 VA 和 β -胡萝卜素与 RFM 之间没有相关性。

4 抗氧化营养素与牛奶风味

在不适当的储存条件下,液态奶将会产生氧化臭味,如不进行及时处理,此氧化臭味则可变得更加严重。在一定的情形下,牛奶中的氧化味(O_F)在挤奶时就可被察觉,其中牛奶脂肪中的脂肪酸是产生氧化味的主要因素之一。牛奶中高浓度的不饱和脂肪酸如亚油酸和亚麻酸可使牛奶产生氧化味,当提高日粮中这两种不饱和脂肪酸的浓度时,牛奶中的氧化味也会变得非常严重。一些抗氧化剂(如 Cu)易促使牛奶产生氧化味,其它抗氧化剂则会降低牛奶产生氧化味。牛奶中含有高浓度的 Cu 时极易产生氧化味,尤其当牛奶中富含高比例的不饱和脂肪酸时^[14]。牛奶中的 Cu 量与采食日粮中的 Cu 量并不呈高度相关,但当日粮中的 Cu 浓度超过 80 mg/kg 时,就可提高牛奶中的 Cu 浓度。牛奶中 VE 的浓度与采食日粮中 VE 的量相关,但采食大量 VE 仅会引起牛奶中 VE 量的中等程度的变化。通常一头奶牛所采食的 VE 量只有不到 2%分泌到牛奶中,因为日粮中的 VE 只有极少量能转移到牛奶中,实质上,VE 的量只有被奶牛消耗掉才能降低牛奶中的氧化味。Charmley 和 Nicholson^[19]的研究表明,奶牛采食制成粉状的豆饼和 8 000 IU/d VE 仍旧产生氧化味。当饲喂油脂预防牛奶产生氧化味时并没有确切的 VE 的量,但一般来说至少需要 3000 IU/d VE 才能预防奶牛产生氧化味。

5 结论

适当补充抗氧化营养素(尤其是 VE、Se、Cu 和 Zn)有助于降低奶牛所产生的健康失调问题,同时也可降低牛奶中产生氧化臭味及其它不良风味。一般来说,目前 NRC 对于这些营养素的推荐量是足够的,但围产期奶牛日粮中可添加比目前推荐量更高的 VE 量。

参考文献

- Dahlquist S P, B. P. Chew. Effects of vitamin A and B-carotene on mastitis in dairy cows during the early dry period [J]. J. Dairy Sci., 1985,68 (suppl.1):191
- Oldham E R, R. J. Eberhart, L. D. Muller. Effects of supplemental vitamin A and Bcarotene during the dry period and early lactation on udder health [J]. J. Dairy Sci.,1991,74:3 775-3 781
- LeBlanc S J, T. H. Herdt, W. M. Seymour, et al. Peripartum serum vitamin E, retinol, and beta-carotene in dairy cattle and their associations with disease [J]. J. Dairy Sci.,2004,87:609-619
- Weiss W P, J. S. Hogan, D. A. Todhunter, et al. Effect of vitamin E supplementation in diets with a low concentration of selenium on mammary gland health of dairy cows[J]. J. Dairy Sci.,1997,80:1 728-1 737
- Erskine R J, R. J. Eberhart, P. J. Grasso, et al. Induction of Escherichia coli mastitis in cows fed selenium-deficient orelenium-supplemented diets [J]. Amer J Vet Res.,1989,50:2 093
- Erskine R J, R. J. Eberhart, R. W. Scholz. Experimentally induced Staphylococcus aureus mastitis in selenium-deficient and selenium-supplemented dairy cows[J]. J. Amer.Vet.Med.Assoc.,1990,51:1 107-1 111
- Scaletti R W, D. S. Trammell, B. A. Smith, et al. Role of dietary copper in altering response to intramammary E. coli challenge. in Proc. Int. Mastitis Symp., Natl. Mastitis Council./Am. Assoc. Bovine Practitioners, Vancouver, BC, Canada,2001:29-33
- Tomlinson D J, M. T. Socha, C. J. Rapp, et al. Summary of twelve trials evaluating the effect of feeding complexed zinc methionine on lactation performance of dairy cattle[J]. J. Dairy Sci.,2002,85(suppl.1): 106
- Whitaker D A, H. F. Eayres, K. Aitchison, et al. No effect of a dietary zinc proteinate on clinical mastitis, infection rate, recovery rate, and somatic cell count in dairy cows [J]. Vet. J.,1997,153:197-204
- Santos M V, F. R. Lima, P. H. M. Rodrigues, et al. daFonseca. Plasma ascorbate concentrations are not correlated with milk somatic cell count and metabolic profile in lactating and dry cows [J]. J. Dairy Sci.,2001,84:134-139
- Weiss W P, J. S. Hogan, K. L. Smith. Changes in vitamin C concentrations in plasma and milk from dairy cows after an intramammary infusion of Escherichia coli [J]. J. Dairy Sci.,2004,87:32-37
- Kankofer M. Non-enzymatic antioxidative defence mechanisms against reactive oxygen species in bovine-retained and not-retained placenta: Vitamin C and glutathione[J].Reprod Domest Anim.,2001, 36:203-206
- Kimura K, J. P. Goff, M. E. Kehrli, et al. Decreased neutrophil function as a cause of retained placenta in dairy cattle [J]. J. Dairy Sci.,2002,85:544-550
- Timmons J S, W. P. Weiss, D. L. Palmquist, et al. Relationships among dietary roasted soybeans, milk components, and spontaneous oxidized flavor of milk [J]. J. Dairy Sci.,2001,84:2 440-2 449
- Charmley E, J. W. G. Nicholson. Influence of dietary fat source on oxidative stability and fatty acid composition of milk from cows receiving a low or high level of dietary vitamin E [J]. Can. J. Anim. Sci.,1994,74:657-664

(编辑:刘敏跃,lm-y@tom.com)

结合¹⁵N示踪法研究 日粮蛋白水平对山羊氮代谢的影响

贾青 康红 徐红蕊 赵国琦

摘要 采用4只体重(30±3)kg的山羊,运用¹⁵N稳定性同位素示踪技术,按4×4拉丁方设计,研究了8.5%(A)、11.0%(B)、13.5%(C)和16.0%(D)4种蛋白水平日粮对山羊氮代谢的影响。结果表明:①日粮蛋白水平对氮的表观消化率影响较小,各组差异不显著,但随氮食入量的增加呈升高的趋势;②山羊体内氮沉积量显著或极显著受日粮粗蛋白水平影响,并且蛋白水平为11.0%时,获得最大氮沉积0.36 g/W^{0.75};③粪中¹⁵N丰度和富集量都随日粮蛋白水平的升高呈现出先上升而后下降的趋势,其中B组最高,显著高于D组,A、B、C三组差异不显著;尿中¹⁵N丰度和富集量都呈现出随日粮蛋白水平高而升高的趋势,其中D组极显著高于A、B、C三组。

关键词 山羊;蛋白质;代谢;¹⁵N

中图分类号 S826

Effect of ration protein levels on metabolism of nitrogen in
goat with ¹⁵N-tracing technique

Jia Qing, Kang Hong, Xu Hongrui, Zhao Guoqi

Abstract For this research, four goats fitted with jugular fistulae were used as experimental animals, a 4×4 latin square experiment was carried out to study the effect of ration protein levels on metabolism of nitrogen in goat. Four different ration protein levels were 8.5%(A)、11.0%(B)、13.5%(C)and 16.0%(D), respectively. The results showed that: the apparent digestibilities of nitrogen raised with increases of ration protein levels, but there was no significant difference among four groups (P>0.05). The retained nitrogen(RN) in B group was much higher than that in A group(P<0.01) or in C and D group(P<0.05). The highest retained nitrogen was observed as 0.36 g/d·W^{0.75} at treatment of 11.0% dietary protein. The abundance and enrichment of feces-¹⁵N elevated at first then descended along with the increment of ration protein levels, group B was higher than that in group D(P<0.01), but there was no significant difference between group A, B and C respectively(P>0.05). The abundance and enrichment of urine-¹⁵N showed a similar rising trend along with the accretion of ration protein levels towards different treatments, whereas group D got the highest among them.

Key words goat;protein;metabolism;¹⁵N

反刍动物体内氮摄入超过正常生理需要时,多余的部分则以尿氮和粪氮的形式排出,造成浪费,同时污染环境。减少粪、尿中氮的排放量已成为动物营养研究的热点。反刍动物体内氮代谢的最重要特点之一是在肝脏中产生的内源尿素能够再循环。绵羊在饲喂

低蛋白日粮时,有高达92%的内源尿素进入消化道。Sarraseca等指出,肝脏产生的内源尿素有33%随尿排出,67%重新进入消化道,后者又有10%随粪便排出。为优化用于生产的日粮蛋白质和降低向环境中排放的氮量,有必要了解和定量粪、尿中的内源尿素氮量。本试验以羊草、稻草和精料配合成不同蛋白水平的日粮,研究徐淮山羊体内氮代谢,筛选出氮沉积量最高的日粮蛋白水平;同时,结合¹⁵N示踪法研究不同蛋白水平日粮下山羊粪尿中¹⁵N排出的动态变化及¹⁵N的富集情况,进一步探讨山羊内源尿素氮的代谢情况,为确定科学合理的山羊蛋白质营养需要提供参考依据。

贾青,扬州大学动物科学与技术学院,225009,江苏扬州。
康红、徐红蕊、赵国琦(通讯作者),单位及通讯地址同第一作者。

收稿日期:2007-10-29

★ 国家自然科学基金(30471259)和国家科技支撑项目(2006BAD04A03-07)

1 材料和方法

1.1 试验动物

选用 4 只体重为(30±3) kg 的 2 周岁左右徐淮山羊为试验动物。

1.2 试验日粮

本试验分别配制 8.5%(A)、11.0%(B)、13.5%(C) 和 16.0%(D)4 种蛋白水平不同,能量水平(10.3 MJ/kgDM) 基本相同的日粮。粗料由铡短的(3 cm)羊草(*Leymus chinensis*)和稻草(Straw)组成,精料由玉米、豆粕和添加剂组成。

1.3 饲养管理

试验羊采取单圈舍饲,日粮喂量以干物质计为体重的 2%。每日 8:00 和 20:00 分两次等量饲喂,自由饮水。

1.4 试验设计

采用 4×4 拉丁方试验设计,预试期 15 d,共 4 个周期,各周期间隔 7 d,消化代谢试验正试期 7 d,同位素示踪试验正试期 2 d。

1.5 消化代谢试验、同位素示踪试验

正试期开始前 1 d 晚上安装颈静脉留置针。正试期开始后的第 1 d 8:00 开始连续两天经颈静脉留置针持续灌注 ^{15}N -尿素,灌注速度为 0.7 ml/min。所用 ^{15}N -尿素丰度为 98%原子百分超。于灌注第 2 d 8:00 (饲喂前)开始收集粪尿,收集点为 8:00(饲喂前)、10:00、

12:00、16:00 和 20:00(饲喂前)。每个时间点分别全量收集粪尿并记录排粪量和排尿量。每次抽取 15%粪样测初水分和干物质含量,余下的粪喷洒 2% H_2SO_4 溶液,置 4 °C 冰箱备用测氮。将每个时间点收集到的尿样按每 100 ml 加 0.5 ml 浓 H_2SO_4 以固定 $\text{NH}_3\text{-N}$,于 4 °C 冰箱中保存备用。

1.6 测定指标及方法

用常规法测精料、粗料、剩料、粪样和尿样中的干物质、粗蛋白。 ^{15}N 的丰度用 Finnigan-MAT-251 质谱仪测定,流程如下:总氮测定→吸收液加 0.2~0.4 ml 1 mol/l H_2SO_4 溶液酸化→75 °C 水浴浓缩→装瓶密封→质谱仪测定。

1.7 计算方法和统计分析

蛋白质的表观消化率=[(食入氮-粪中氮)/食入氮]×100%。

本试验中,日粮样品 ^{15}N 的本底丰度为 0.364% (n=9)。

粪 ^{15}N 富集量=日排粪量×(N%)×(^{15}N %);

尿 ^{15}N 富集量=日排尿量×(N%)×(^{15}N %).

数据采用 Excel 软件进行整理,用 SAS 软件进行方差分析,用 Duncan's 法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 日粮蛋白水平对氮代谢的影响(见表 1)

饲喂四种日粮,山羊采食量差异不显著,说明日

表 1 日粮蛋白水平对氮代谢的影响

项目	A 组	B 组	C 组	D 组
采食量(g/d)	627.82±46.19 ^a	622.16±42.88 ^a	621.78±42.97 ^a	620.34±42.21 ^a
食入氮(g/d)	8.54±0.23 ^a	10.95±0.25 ^b	13.43±0.23 ^c	15.88±0.28 ^d
粪氮(g/d)	2.94±0.74 ^a	3.45±0.78 ^a	3.77±0.90 ^a	4.03±0.90 ^a
尿氮(g/d)	3.25±1.02 ^a	3.47±1.46 ^a	6.30±0.78 ^b	8.88±1.45 ^c
表观消化率(%)	65.08±7.29 ^a	68.27±6.85 ^a	71.97±6.96 ^a	74.75±6.10 ^a
可消化氮(g/d)	5.61±1.03 ^a	7.49±0.93 ^b	9.65±1.27 ^c	11.87±1.49 ^c
沉积氮(g/d)	2.36±0.83 ^a	4.02±0.97 ^c	3.36±0.38 ^b	2.91±0.74 ^b
沉积氮/代谢体重(g/W ^{0.75})	0.21±0.06 ^a	0.36±0.08 ^c	0.31±0.08 ^b	0.26±0.07 ^b

注:同行小写字母相同表示差异不显著(P>0.05),相邻表示差异显著(P<0.05),相间表示差异极显著(P<0.01)。以下各表同。

粮蛋白水平对山羊采食量影响不大。食入氮 D 组>C 组>B 组>A 组,D 组极显著高于 A、B 两组,显著高于 C 组;B 组显著高于 A 组。各组间粪氮差异不显著。D 组的尿氮极显著高于 A、B 两组,显著高于 C 组,C 组显著高于 A、B 两组,A、B 两组无显著差异。各组间氮的表观消化率差异不显著。C、D 两组的可消化氮均显著高于 B 组,极显著高于 A 组。B 组沉积氮极显著高于 A 组,显著高于 C、D 两组,C、D 两组间差异不显著。每千克代谢体重沉积的氮,B 组最高为 0.36 g/d,

极显著高于 A 组,显著高于 C、D 两组。

2.2 日粮蛋白水平对山羊粪、尿中 ^{15}N 丰度和富集量的影响

2.2.1 对山羊粪中 ^{15}N 丰度的影响(见表 2)

由表 2 可知,四种日粮山羊粪中 ^{15}N 丰度的平均值 D 组显著低于 A、B 组,与 C 组差异不显著。在 A、B 和 C 三组中, ^{15}N 丰度的平均值差异不显著,但以 B 组最高,呈现出随日粮蛋白水平的升高先上升而后下降的趋势。

表 2 各时间点不同蛋白水平日粮对山羊粪中 ^{15}N 丰度的影响(%)

项目	A 组	B 组	C 组	D 组
8:00	0.041±0.001 5 ^a	0.042±0.001 5 ^a	0.040±0.001 2 ^a	0.035±0.000 6 ^c
10:00	0.043±0.000 6 ^a	0.043±0.001 0 ^a	0.042±0.001 5 ^a	0.038±0.000 6 ^c
12:00	0.046±0.000 6 ^{ab}	0.047±0.002 6 ^a	0.044±0.001 0 ^b	0.039±0.000 6 ^d
16:00	0.054±0.001 0 ^{ab}	0.055±0.001 0 ^b	0.053±0.002 1 ^b	0.043±0.001 0 ^d
20:00	0.041±0.001 2 ^{ab}	0.041±0.002 5 ^a	0.040±0.002 1 ^{ab}	0.036±0.001 7 ^c
平均值	0.045 1±0.005 4 ^a	0.045 6±0.005 7 ^a	0.043 5±0.004 9 ^{ab}	0.037 8±0.003 0 ^b

从同一日粮不同时间来看,饲喂四种日粮,随着时间的推移粪中 ^{15}N 丰度上升,均在采食后 8 h(16:00)达到峰值,随后下降,但 D 组较 A、B 和 C 三组上升和下降的趋势平缓。由此可初步判断日粮蛋白水平对粪中 ^{15}N 峰值出现的时间影响不大,D 组 ^{15}N 丰度变化较其它三组平缓是因为此日粮蛋白水平下经粪排出的内源尿素氮较少,采食前后粪中 ^{15}N 丰度变化不大。

2.2.2 对山羊尿中 ^{15}N 丰度的影响(见表 3)

表 3 不同蛋白水平日粮对山羊尿中 ^{15}N 丰度的影响(%)

项目	A 组	B 组	C 组	D 组
8:00	0.123±0.002 ^a	0.126±0.002 ^a	0.130±0.001 ^d	0.142±0.001 ^f
10:00	0.126±0.002 ^a	0.128±0.001 ^a	0.133±0.001 ^c	0.145±0.001 ^e
12:00	0.132±0.001 ^a	0.137±0.001 ^c	0.147±0.001 ^e	0.157±0.001 ^g
16:00	0.124±0.001 ^a	0.126±0.002 ^a	0.131±0.001 ^c	0.143±0.001 ^e
20:00	0.122±0.002 ^a	0.124±0.002 ^{ab}	0.129±0.002 ^c	0.142±0.001 ^e
平均值	0.125±0.004 ^a	0.128±0.005 ^{ab}	0.134±0.007 ^b	0.146±0.007 ^d

四种日粮尿中 ^{15}N 丰度平均值 D 组最高,极显著高于 A、B 和 C 三组。在 A、B 和 C 三组中,A 组与 C 组差异显著,B 组与 A 组、C 组差异不显著,总体上呈现出随日粮蛋白水平升高而升高的趋势。

从同一日粮不同时间看,随着时间的推移,尿中 ^{15}N 丰度上升,均在采食后 4 h(12:00)达峰值,之后下降。由此看出,日粮蛋白水平不影响尿中 ^{15}N 丰度峰值出现的时间。尿中 ^{15}N 丰度峰值出现的时间比粪中 ^{15}N 丰度峰值出现的时间早 4 h,可能是肝脏产生的尿素通过再循环进入消化道被微生物利用,其代谢需要一定的时间,而在肝脏中产生的尿素可通过肾脏直接排出体外。

2.2.3 对山羊粪、尿中 ^{15}N 富集量的影响(见表 4)

表 4 不同蛋白水平日粮对山羊粪、尿中 ^{15}N 富集量的影响(mg/d)

项目	A 组	B 组	C 组	D 组
粪中 ^{15}N 富集量	1.72±0.01 ^a	1.74±0.04 ^a	1.70±0.02 ^{ab}	1.64±0.02 ^c
尿中 ^{15}N 富集量	4.90±0.12 ^e	5.06±0.11 ^{de}	5.26±0.12 ^c	6.09±0.09 ^a

粪中 ^{15}N 的富集量随日粮蛋白水平的提高呈现出先升高而后降低的趋势,以 B 组最高,极显著高于 D 组,A、B、C 三组差异不显著。由此可以认为,当日粮蛋

白水平在一定范围内变动时,对粪中尿素氮的排出量影响不大。随着 4 种日粮蛋白水平的提高,尿中 ^{15}N 的富集量呈现出依次升高的趋势,D 组极显著高于 A、B、C 三组,在 A、B、C 三组中,C 组极显著高于 A 组,显著高于 B 组,A、B 两组差异不显著。

3 讨论

3.1 日粮蛋白水平对氮代谢的影响

氮的摄入、沉积和排出对氮循环起着重要的作用,饲料中蛋白质利用率高,体蛋白合成的速度超过分解的速度,出现氮的正平衡。饲喂不同蛋白水平日粮,随日粮蛋白水平的提高,氮摄入量也增加。各日粮间的粪氮排出量虽然差异不显著,但较高的日粮蛋白质水平组有增加粪氮排出量的趋势。尿氮排出量受日粮蛋白水平影响较大,当日粮蛋白质水平高于 11.0% 时,尿氮排出量显著增加,这是由于 C、D 两组进食氮高,利用率低的缘故。A、B、C、D 四组氮的表观消化率组间差异不显著,但有随日粮蛋白水平升高依次升高的趋势。当日粮蛋白质水平高于 11.0% 时,虽然可消化氮显著增加,但大部分氮通过尿氮排出,故沉积氮显著降低。每千克代谢体重沉积的氮 B 组最高,说明本试验所设四种日粮蛋白水平下,11.0% 日粮蛋白水平可获得最大氮沉积量 0.36 g/W^{0.75}。

3.2 日粮蛋白水平对山羊粪、尿中 ^{15}N 丰度和富集量的影响

3.2.1 对山羊粪中 ^{15}N 丰度的影响

Chalmer 等(1976)指出,大肠中氮的主要来源是内源氮,且基本上是血液中的尿素,由后肠道壁血液扩散到食糜中。后肠道的微生物也可利用尿素合成菌体蛋白。有试验表明,反刍动物的大部分粪氮是未被消化的微生物残渣,包括来自瘤胃的微生物残渣和大肠中合成的微生物,而且以后者为主。本试验结果表明,随着日粮蛋白水平的提高,山羊粪中 ^{15}N 的丰度呈现出先升高而后降低的趋势,11.0% 日粮蛋白水平下山羊粪中 ^{15}N 的丰度最高。这是因为随着日粮蛋白水平的提高,参与再循环的内源尿素氮逐渐增多,有较多的内源尿素氮循环进入消化道内,被微生物利用合成

菌体蛋白,随后排出体外,使粪中¹⁵N丰度升高。但参与再循环的内源尿素氮并不与日粮蛋白水平成正比,当日粮蛋白水平高于11.0%时,通过再循环进入瘤胃内的尿素大部分以氨的形式被重吸收,在肝脏中重新生成尿素氮随尿排出,进而来自尿素的微生物蛋白量逐渐减少,最终造成粪中尿素氮的排出减少,因而出现当日粮蛋白水平超过11.0%时,粪中¹⁵N的丰度又呈现出下降的趋势。四种蛋白水平日粮下,粪中¹⁵N丰度的动态变化曲线相似,峰值出现的时间也一致,说明日粮蛋白水平对粪中¹⁵N丰度的动态变化规律和峰值出现的时间影响不大。

3.2.2 对山羊尿中¹⁵N丰度的影响

以往的研究表明,日粮蛋白水平显著影响尿氮含量,Preston等研究表明,尿氮含量与蛋白摄入量成正比。本试验表明,随着日粮蛋白水平的提高,尿中¹⁵N的丰度呈现出依次升高的趋势。当日粮蛋白水平从8.5%升到11.0%,从11.0%升到13.5%,尿中¹⁵N的丰度均差异不显著,但当日粮蛋白水平从13.5%升高到16.0%时,尿中¹⁵N的丰度极显著升高。这可能说明,当日粮蛋白水平在一定范围内变动时,蛋白水平对尿中内源尿素氮的排出量影响较小,一旦超出这个范围,大量的内源尿素氮将随尿排出,蛋白水平将显著影响尿中内源尿素氮的排出量。四种蛋白水平日粮下,尿中¹⁵N丰度的动态变化曲线相似,峰值出现的时间也一致,说明日粮蛋白水平对尿中¹⁵N丰度的动态变化规律影响不大。可以认为尿中¹⁵N丰度与日粮蛋白水平成正比。

3.2.3 对山羊粪、尿中¹⁵N富集量的影响

从瘤胃内吸收的氨如果不能被机体再利用,对反刍动物来说是一种浪费。本试验表明,随日粮蛋白水平升高,粪中¹⁵N富集量呈现出先升高后降低的趋势,尿中¹⁵N富集量呈现出依次升高的趋势,但尿中¹⁵N富集量随着日粮蛋白水平的升高增加的幅度较大,说明不同蛋白水平下未能被机体利用的内源尿素氮大部分经尿排出。从粪中¹⁵N富集量来看,16.0%蛋白水平日粮下最低,但该组尿中¹⁵N富集量最高。当日粮蛋白水平从8.5%升到11.0%,从11.0%升到13.5%时,粪中¹⁵N富集量均差异不显著,尽管11.0%日粮蛋白水平下粪¹⁵N的富集量最高。当日粮蛋白水平从8.5%升到11.0%时,尿中¹⁵N的富集量差异不显著,但当日粮蛋白水平从11.0%升到13.5%时,尿中¹⁵N的富集量显著增加。结合消化代谢部分的研究可看出,11.0%蛋

白水平日粮下可获得最大氮沉积量,因此初步认为本试验日粮组成条件下,11.0%的蛋白水平对山羊食入氮利用率最高,对环境造成的污染程度最小。

4 小结

4.1 氮的表观消化率组间差异不显著,但呈现出随氮食入量的增加而升高的趋势。日粮不同蛋白水平对山羊氮的沉积量有显著或极显著的影响,当日粮蛋白水平为11.0%时,可获得最大氮沉积量0.36 g/W^{0.75}。

4.2 粪中¹⁵N丰度和富集量均呈现出随日粮蛋白水平的升高先上升而后下降的趋势,尿中¹⁵N丰度和富集量均呈现出随日粮蛋白水平升高而升高的趋势。日粮蛋白水平不影响粪、尿中¹⁵N丰度峰值出现的时间。

4.3 由于11.0%蛋白水平日粮下可获得最大氮沉积量,因此可以初步认为11.0%蛋白水平日粮下,山羊对食入氮的利用率最高,对环境造成的污染程度最小。

参考文献

- 1 王建华,王洪荣,张海鹰,等.瘤胃保护性氨基酸对内蒙古白绒山羊氮消化代谢的影响.畜牧兽医学报,2006,37(1):38-43
- 2 韩友文主编.饲料与饲养学.北京:中国农业出版社,1997:53-104
- 3 陈杰主编.家畜生理学.北京:中国农业出版社,2003:162-167
- 4 杨凤主编.动物营养学.北京:中国农业出版社,2003:39-58
- 5 赵洪涛,王静华,李建国.反刍动物非蛋白氮营养研究进展.草食家畜,2003(4):36-38
- 6 Ritzhaupt A, Breves G, Schroder B, et al. Urea transport in gastrointestinal tract of ruminants: effect of dietary nitrogen. Biochem.Soc. Trans.,1997,25:490
- 7 Mahadevan S. Degradation of insoluble protein by bacteriodes amylophilus protease and by rumen microorganisms.J.Anim.Sci.,1980,50:723
- 8 Sarraseca A, Milne E, Netcalf M J, et al. Urea recycling in sheep: Effects of intake. Br.J.Nutr., 1998,79:79-88
- 9 贺建华主编.饲料分析与检测.北京:中国农业出版社,2005(第一版)
- 10 Chornton R F, Bird P R, Sommers N, et al. Urea excretion in uminants.3.The role of the hindgut(caecum and colon). Australian J. Agr. Res.,1970,21:345-354
- 11 Ørskov ER 著,望还现等译.饲料科学.北京:北京农业大学出版社,1991
- 12 Preston R L, Schnakenberg D D. Protein utilization in ruminants: blood urea nitrogen as affected by protein intake.J.Nutr.,1965,86:281-288

(编辑:张学智, mengzai007@163.com)

浅析半胱胺在反刍动物生产中的应用

王宗伟 李慧莲 曹秀青 刘大森

摘要 半胱胺(Cysteamine,CS)具有调节内分泌、提高免疫力以及抗氧化等生物学功能,能够增加反刍动物消化酶活性、提高日增重,促进乳腺发育,提高产奶量,但半胱胺在反刍动物生产中的应用也存在许多问题。

关键词 半胱胺;反刍动物;免疫力

中图分类号 S816.7

1 半胱胺的理化性质

半胱胺(Cysteamine,CS)又称 β -巯基乙胺,分子式为 $H_2N-CH_2-CH_2-SH$,是半胱氨酸的脱羧产物,是辅酶A分子的组成部分,因其结构中含有性质活泼的巯基和氨基而具有多种生物学功能,是动物体内的生物活性物质,在体内具有重要的生理作用。其纯品为白色结晶,有特殊气味,易溶于水及醇类,呈碱性,熔点为 $97\sim 98.5\text{ }^\circ\text{C}$,在空气中极不稳定,易氧化成胱胺而变质。半胱胺可从动物天然毛发中提取,也可化学合成,因其不稳定,一般制成盐酸盐,避光保存。化学合成的途径主要有两种:一种是由乙醇胺与溴化氢生成 β -溴化乙胺,再与二硫化碳环合水解而得;另一种是由环乙胺与硫化氢制得。

2 CS的生物学效应

2.1 调节内分泌

半胱胺在动物体内能够影响多种激素的释放。早期的研究发现,它主要耗竭SS(生长抑素),从而引起其它相关激素分泌的改变。当体内的SS耗竭时,SS对多种参与机体合成代谢和消化功能相关激素的抑制作用及对肠管的舒张作用解除,使GH、IGF(胰岛素样生长因子)、CCK(胆囊收缩素)、胃泌素、甲状腺素(T_3 、 T_4)、胰岛素等激素以及胰酶、胃蛋白酶等消化酶大量分泌,肠管运动加强,令机体的消化吸收和合成代谢增强。此外,CS还可能通过抑制多巴胺(DA)向去甲肾上腺素(NE)转化,导致DA含量显著升高,而大量DA在下丘脑强烈促进GH的合成和分泌。CS也可以通过性腺轴调节相关性激素的分泌和生殖器官的发育,从而提高繁殖性能。

2.2 提高免疫力

半胱胺通过多种途径来提高动物机体的免疫功能。首先,免疫功能与体内生长轴密切相关,目前已知至少3种SS受体存在于免疫组织中,CS耗竭体内SS,解除SS对免疫的抑制,提高GH和IGF水平,后者直接刺激淋巴因子释放;其次,CS解除SS对消化系统营养物质同化作用的抑制,促进机体对营养成分的利用,从而提高机体免疫功能。

2.3 抗氧化

CS分子含有一个-SH,能清除自由基,能够保护正常组织细胞免受烷化剂、电离辐射等造成的损伤。但由于CS在体外极不稳定,因而在临床使用上常用某些基团先将其分子上的活性基团通过化学反应保护起来,进入体内后在酶的作用下保护基团被水解,生成有活性的CS而发挥作用。

3 CS在反刍动物营养中的作用

3.1 CS对消化酶、日增重的影响

CS能够提高反刍动物小肠消化酶的活性,增加日增重。张英杰等报道,饲喂半胱胺对绵羊小肠主要消化酶活性的影响的试验中,每组每天分别饲喂添加0、7.5、15.0、22.5 mg/kg体重的半胱胺日粮,结果表明:绵羊小肠不同部位(十二指肠、空肠和回肠)淀粉酶、胰蛋白酶和糜蛋白酶活性不同,空肠中三种酶的活性均显著高于十二指肠和回肠;随着日粮半胱胺添加量的增加,绵羊小肠内容物中三种酶活性随之升高,但半胱胺的添加达到一定程度时(22.5 mg/kg),小肠内容物中这三种酶的活性反而降低。金水仙等报道,每天饲喂0.6、0.4、0.2 g/头半胱胺的试验组断奶湖羊小公羊平均日增重分别比对照组提高78.8%、48.7%和48.4%,差异显著($P<0.05$);在日粮中添加半胱胺各试验组每千克增重的饲料成本比对照组分别下降41.8%、31.7%和31.0%。范自营等研究表明,小尾寒羊日粮中分别添加0、50、100、150 mg/kg体重的CS(每5 d添加一次),其中以100 mg/kg体重的CS添加量

王宗伟,东北农业大学动物科技学院,150030,黑龙江省哈尔滨市香坊区木材街59号。

李慧莲,山东寿光古城街道畜牧兽医工作站。

曹秀青、刘大森(通讯作者),单位及通讯地址同第一作者。

收稿日期:2007-09-18

最好,能使绵羊 30 d 增重提高 25%($P<0.01$),其中以开始添加 CS 后前 20 d 最为明显,以后随时间延长促生长效果逐渐减弱,精料/增重比下降 20.2%。

3.2 CS 对乳腺发育的影响

CS 能够刺激乳腺组织的发育,增加相关激素的分泌。王月影等报道,用 3 只空怀奶山羊进行自身前后对照试验,空怀奶山羊在试验期添加 CS(每 5 d 添加一次,剂量为 100 mg/kg 体重,共 3 次),试验组空怀奶山羊乳腺组织的 DNA 含量与对照组相比明显升高($P<0.05$);组织学观察发现,对照组乳腺的腺泡很少发育,几乎看不到乳导管,试验组乳腺有明显导管生长和少量腺泡发育;与对照组相比,试验组血浆生长激素(GH)水平升高 39.5%($P<0.05$),血浆催乳素(PRL)水平提高 28.7%($P<0.05$)。用 4 只妊娠奶山羊进行同胎次配对试验,且各自进行自身前后对照,妊娠奶山羊在试验组的试验期添加 CS(每 5 d 添加一次,剂量为 100 mg/kg 体重,共 3 次),与对照组相比,试验组妊娠奶山羊乳腺 DNA 含量明显提高($P<0.05$),RNA 含量显著下降($P<0.05$);组织学观察发现,对照组山羊乳腺随着妊娠的进行有少量腺泡发育,腺导管有明显的生长,而试验组山羊乳腺有大量的腺泡发育,腺导管生长更明显,且有分泌物出现;与对照组相比,试验组山羊血浆 GH 水平提高 52.1%($P<0.05$),血浆 PRL 水平提高 19.8%($P<0.05$)。

3.3 CS 对产奶性能的影响

CS 能够显著提高产奶量。刘德义等报道,半胱胺对奶牛采食量无显著影响,但饲料转化率显著提高,泌乳期奶牛口服半胱胺后能显著提高产奶量,对乳脂率无显著影响。夏伦志等研究表明,精料中添加半胱胺显著提高奶牛产奶量 5.01%,降低料奶比($P<0.05$),对精料采食量无显著影响($P>0.05$);添加半胱胺有提高非脂固形物、乳脂与乳糖的趋势,但差异不显著($P>0.05$)。

3.4 CS 对反刍动物有关激素的影响

半胱胺能降低生长抑素的活性,显著影响生长激素的分泌。艾晓杰等报道,给 4 头成年湖羊(40 kg)一次口服 60 mg/kg 体重半胱胺后,第 1、3、5 d 血浆生长抑素水平分别下降 26.20%($P<0.05$)、21.27%($P<0.05$)和 31.56%($P<0.01$)。王子荣等研究表明,健康雄性去势山羊一次颈静脉注射 60 mg/kg 体重 CS 后,当天血浆生产抑素(SS)浓度就有所下降,3 d 时极显著低于对照组,6 d 时虽有回升,但仍比对照组低;GH 浓度总平均值、基础值、峰值在处理当天开始升高,在 3 d 时分别提高 14.83%、9.23%和 12.99%,均达到显著性水平($P<0.05$),第 6 d 时,GH 值、峰值仍高于对照组,而基础

值却低于对照组, GH 释放峰在整个试验期略有下降。王艳玲等试验表明,试验期奶牛血浆生长抑素(SS)水平明显下降($P<0.01$),生长激素含量显著提高($P<0.05$)。

半胱胺还能影响甲状腺激素和胰岛素的含量。艾晓杰等报道,成年湖羊一次口服半胱胺 60 mg/kg 体重,结果发现甲状腺激素(T_3 、 T_4)和胰岛素的水平均有明显升高。夏伦志等研究却表明,泌乳奶牛每天添加半胱胺 0、20、30、40 g/头,与对照组相比可分别显著提高血清胰岛素水平 19.82%、23.73%与 30.00%($P<0.01$),但对血清中 T_3 、 T_4 有降低趋势($P>0.05$)。CS 一方面可以通过抑制 SS,促进甲状腺激素的分泌,另一方面又能通过减少多巴胺的羟化,使 DA 含量升高,从而抑制促甲状腺素(TSH)的分泌,减少甲状腺激素的合成与分泌。CS 的添加量和添加方式的不同使得 CS 调控甲状腺激素的两条正反途径的作用大小不同可能是以上两研究结果产生差异的原因。

4 CS 的安全性和有待解决的问题

CS 有促进动物生长的积极作用,也有负面影响。研究发现,不同剂量的 CS 对消化道粘膜的作用完全不同。高剂量的 CS 可导致消化道溃疡,从而导致采食量下降,影响 CS 的应用效果,而低剂量 CS 对消化道粘膜却有保护作用。

CS 在实际生产中,也存在着一些实际操作问题有待进一步解决。第一,CS 无种属特异性,适用范围广,可以拌在饲料中使用,是一种较好的通过调控内分泌途径控制动物生长的生理调节剂,但其作用效果存在着典型的剂量-时间效应关系,且添加剂量必须根据体重进行计算,这给生产应用造成了一大障碍。第二,CS 在空气中极易被氧化,一般制成盐酸盐,必须溶于水再与饲料拌匀饲喂。操作复杂、有异味、适口性差等缺点需进行处理才能获得较好的效果,如何简化其操作步骤需要进一步的研究。第三,CS 作用剂量和动物的种类及所处的生理阶段有关,且由于有致溃疡作用,各种动物及不同生理阶段的适宜剂量尚需进一步的研究确定。第四,CS 在体内主要是特异性地与 SS 结合,调节内分泌,促进动物生长。动物机体的内分泌系统非常复杂,各种激素之间相互影响,特别是激素的负反馈作用,CS 作用机制和使用的持续时间问题需进一步的研究。第五,CS 能够改善胴体品质,但对畜禽肉质方面的影响还未见报道,需进行研究。第六,CS 在机体中的代谢过程、是否存在残留等问题还需进一步的研究。

(参考文献若干篇,刊略,需者可函索)

(编辑:张学智, mengzai007@163.com)

如何防止劣质油脂应用于动物饲料

马现永 林映才 周桂莲

油脂是一种优质的高能饲料,具有多种饲用价值和功能。在饲料中添加油脂,不仅可以增加饲料的营养价值,而且有助于改善饲料的物理性质,提高饲料效率。随着动物营养研究不断深入和现代畜禽生产、动物福利要求的提高,日粮添加油脂日益受到推崇。然而饲料油脂氧化给配合饲料品质、营养价值及安全性带来较大危害,据不完全统计,氧化油脂造成动物生产性能下降、患病甚至死亡,养殖户或生产厂家每年蒙受的经济损失高达10亿元以上。油脂氧化已引起营养学家、毒理学家更多关注。本文就饲用油脂氧化的危害及如何防止氧化作一综述。

1 劣质饲料油脂的危害

饲料油脂类主要包括植物油和动物油以及混合油。所谓的劣质饲料油脂实质上就是已经氧化变质的、杂质含量较多的油脂,如利用废弃的动植物加工油脂、餐馆回收油、高温循环油等。动物性油脂一般是用动物的肉屑、内脏、骨块、脂肪组织碎块等经剁碎后,加适量水,蒸煮冷却后,经过分离等一系列过程制备成饲料油脂。有些小型加工厂为节约成本,利用变质的动物废弃料或到市场上收集卖不出去的变质肉类等制备油脂,所制备的油脂已含有对动物及人体有害的剧毒物质。油脂氧化变质,会产生甘油酯二聚物、三聚体、多聚体或环状脂肪酸。进一步断裂分解成低级脂肪酸、醛、醇、酸和酮等多种有毒的非挥发性物质(Oarada等,1986)。造成的危害如下:①油脂氧化产生的过氧化物使饲料中的维生素A、D、E和K遭到破坏,过氧化物与蛋白质分子中许多活性氨基酸残基起反应,尤其是含硫氨基酸,导致蛋白质聚合,蛋白质溶解度降低,饲料变味,降低饲料的适口性和营养价值,甚至出现动物拒食、中毒或死亡。②氧化变质油脂使动物体内细胞生物膜PUFA比例下降,改变膜脂肪酸组成,降低膜流动性,肝和小肠上皮细胞损伤率提高,导致小肠、肝脏肥大,严重的会使一些组织发生病变,甚至引发疾病而死亡。③酸败物质的氧化物对机体酶

系中的琥珀酸氧化酶、核糖核酸酶、细胞色素氧化酶等重要酶系有直接破坏作用,干扰细胞内的三羧循环、氧化磷酸化,使细胞内能量代谢发生障碍,产生细胞内窒息。油脂氧化产物,直接穿过肠壁屏障,干扰机体代谢;使消化酶如胰蛋白酶、胃蛋白酶失活,影响正常的新陈代谢;使体内抗氧化酶失活,降低机体抗氧化能力,使动物易受应激,产生劣质肉。④酸败氧化过程的副产物能使免疫球蛋白生成下降,免疫功能降低,动物患病的机率大大增加,使养殖户的经济效益受到损失。对人而言,食用含有由变质油脂产生的有毒物质的猪肉或鸡肉等,有毒物质使血红蛋白2价铁转变为血红蛋白3价铁,其毒性作用使血红蛋白失去携氧功能,造成机体缺氧,而出现黏膜、皮肤紫绀,甚至造成中毒。

除油脂本身氧化对动物及人类造成危害外,油脂还是二噁英(Dioxin)最好的溶剂,由于高能脂肪的主要原料是各种动物的骨头、皮、脂肪和下水,“二噁英”的污染基本来自这种高能脂肪。

2 影响油脂氧化的因素

油脂提高畜禽经济效益,已被广大畜禽养殖者认可。但油脂也有两面性,用之得当可以获益,用之不当则可带来一定的经济损失。其中应用氧化的油脂对生产带来的损失最受人们的关注。多数研究表明,氧化油脂因含多种有毒有害物质而影响动物生产性能。大鼠(Hemans,1993)、肉鸡(Hussrin,1982)摄食含氧化油脂饲料后,饲料效率下降和增重降低,严重者出现失重甚至死亡。氧化油脂对蛋鸡可引起产蛋率急剧下降(顾浩清等,1991)。影响油脂氧化的原因有内因和外因两方面因素。

2.1 外因

温度、水分、光线、氧浓度和微量金属离子等对油脂及含油脂饲料品质的影响极大。随着温度的上升,油脂的氧化明显加快。温度与氧化速度的关系是温度每上升10℃,氧化速度便增加1倍。Paschke等(1944)在大豆油脂肪酸甲酯的试验中发现,15~75℃之间的氧化速度,每升高12℃则增加1倍。所以,应该尽量避免高温贮存油脂,最好放在低温处。

光线,特别是紫外线能促进饲料中油脂的氧化,这种作用很强烈。光作用于脂质中微量程度的氢过氧

马现永,广东省农业科学院畜牧研究所,博士,助理研究员,510640,广东省广州市天河区五山大丰一街1号。

林映才、周桂莲,单位及通讯地址同第一作者。

收稿日期:2007-09-10

化物,会促使氢过氧化物分解,生成游离基,使氧化反应爆发性进行。所以油脂尽量放在阴凉处。

水分会引起和促进油脂中的亲水物质(如磷脂、酶、微生物等)的腐败变质。但 Karel 等(1985)认为,对于某一食品而言,存在一个水分区域,在此区域内水分含量降低,脂质氧化迅速增强。Erdelyi(1985)也认为高水分使饲料中油脂氧化速度变慢。何健等(2003)研究表明,用含水量 16%或 18%的饲料饲喂猪时,饲料中脂质氧化酸败较慢,并且 16%与 18%的水分间没有显著差异($P>0.05$);水分减至 14%时,其脂质氧化酸败显著增强($P<0.05$);当水分继续减少至 10%~12%时,脂质氧化酸败程度也继续增强。

微量金属使油脂氧化的报道很多,其作用很强。据《油脂食品劣化及其防治》(大田静行,1985)介绍,铜、锰、铁、铬使油脂的保存性减少到 1/2 时的金属量分别为(mg/kg):0.05、0.6、0.6、1.2。可见,极微量的铜也会促进油脂氧化。

油脂暴露在空气中会自发的进行氧化作用,发生酸臭和口味变苦的现象,被称为油脂的自动氧化。其原因是脂肪酸中不饱和和烃链被空气中的氧所氧化,生成过氧化物。过氧化物进一步分解,生成低级的醛、酮和羧酸。这些反应产物会使油脂产生酸臭和苦味。

2.2 内因

影响油脂稳定的内因有两个,一是油脂中所含的

不饱和脂肪酸的类型;二是非甘油三酯成分中天然抗氧化组分的类型与含量。

一般情况下,油脂中所含的多不饱和脂肪酸比例大,其相对的抗氧化稳定性就差。油脂中游离脂肪酸含量增加(酸值增加)时,会促使设备或容器中具有催化作用的微量金属进入油脂中,因而加快了油脂氧化的速度。何健等(2003)通过试验研究表明,脂质的氧化酸败与其脂肪酸组成的不饱和程度和数量有关。非甘油三酯成分中天然抗氧化组分的含量越高,脂肪氧化的程度越小。

3 如何判断油脂的氧化程度

首先是物理评定,包括感官评定和黏度、异味评定等。一般质量好的、新鲜无氧化的油脂色泽较浅。饲料氧化酸败后,往往会在颜色、气味、组织状况上发生一系列的变化。酸败油脂往往颜色变褐或变绿,出现浑浊或絮状物,并且常常带有辛辣、脂化和腐败等不良气味,用手触摸时有湿和黏滑等感觉。油脂氧化后黏度会变大。

其次是通过过氧化值(POV)、羰基化合物(TBARS)、酸价(AV)、碘值(IV)等的测定来进行判断,一些常用油脂的物理性质见表 1。过氧化值是指油脂氧化后生成氧化产物,测定单位重量或体积的油脂所产生的过氧化物含量的多少称过氧化值,过氧化值小于 0.03%,表明为新鲜的油脂;过氧化值在 0.03%~0.06%时,感

表 1 常见油脂的物理特性(摘自沈同、王镜岩,1990;姜懋武等,2000)

油脂	熔点(或固化点,℃)	密度(kg/m ³)	脂肪含量(%)	皂化值(mg KOH/g)	碘值(g/100 g)	酸价(mg KOH/g)	乙酰化值	非皂化值
牛乳脂	32.2	0.911	93.8	227	36.1	<1.1~2.2		<1.0
猪油	30.5	0.919	≥94	194.6	58.6	<1.1~2.2	2.6	<1.0
牛油	48~49.6	0.938	73.5~78.6	197	49.5	<1.1~2.2	2.7~8.6	<1.0
羊油	42.0	0.945	94.2	194	40	<1.1~2.2		<1.0
马油	28.5~31.5	0.919	51	196.5	78.5	<1.2~2.2		0.3~0.8
骨脂肪	36~50	0.934	97	190~196	39~50	<1.2~2.2		0.5~1
鱼肝油		0.925	95.3	186	165	<2	1.15	0.54~0.62
沙丁鱼油		0.905	95	191	185	<2		1.5
蓖麻油	-18.0	0.961	90	180.3	85.5	<2		<2.0
玉米油	-20.0	0.922	95	192.0	122.6			<2.0
米糠油	-5~-5	0.917	92.4~92.6	182~188	98~110	<4		5.0
棉籽油	-1.0	0.917	95.6~96.2	194.3	105.7	<4		0.5~1.5
大麻油	-20	0.925		190~194	145~167			<2.0
椰子油	14~28	0.923	86~92	254~262	8~9.6			<0.3
棕榈油	30~41	0.931	94.2~98.7	196~210	52~58	<4		0.3
橄榄油	-6.0	0.918		189.7	81.1			0.3
花生油	3.0	0.914	94~96	192.1	93.4		3.5	0.5~0.9
芝麻油	-6.0	0.919	≥84	187.9	106.6			0.9~1.7
大豆油	-16.0	0.927	94~96	190.6	130.0			<1.0
葵花籽油	-17.0	0.923	95	188.7	125.5	<4		<1.0
桐油	-2.5	0.934		193.1	168.2			0.4~0.8
油菜籽油	-10	0.915	94~96	174.7	98.6	<4		<2.0

观检验时不觉得有异常;当过氧化值在 0.06%~0.07% 时,已呈现微弱的醛反应和过氧化物反应;当过氧化值在 0.07%~0.1%时,呈现醛反应和过氧化物反应,感官性质也有所改变;当过氧化值高于 0.1%时,油脂出现不愉快的辛辣味与其它刺激性气味;当过氧化值超过 0.15%较多时,饲用可能会发生中毒症状。

羰基化合物由初级氧化产物分解而来,称为次级氧化产物,其与硫代巴比妥酸(TBA)产生颜色反应,可在 523 nm 测吸光值或荧光(激发波长 515 nm,发射波长 553 nm)计算出羰基化合物含量,习惯上称之为硫代巴比妥酸反应物值。

酸价是指油脂在氧化过程中,降解产生游离脂肪酸和低级脂肪酸的含量。随着存放时间和加热时间延长,其值升高,对其测定可部分反映氧化发生状况。

碘价主要反应脂肪酸的不饱和状况。氧化条件下,脂肪酸脱饱和和增加,碘值下降,在评定油脂和氧化油脂质量时经常对其测定。

耗氧率是一个非常意义的脂肪氧化速度测量指标,但其测量方法较复杂,类似研究呼吸率所用

的方法。

虽然评定油脂氧化的方法较多,但在研究氧化油脂对动物机体影响时,主要应用氢过氧化物和羰基化合物两项测定指标,即 POV 和 TBARS,如辅以酸价和碘价,则对油脂氧化状况了解更为全面。

4 油脂的饲用标准

关于油脂的饲用标准,我国至今没有正式颁布。所以制定饲料用油脂的质量标准迫在眉睫。日本对饲用油脂的标准做如下规定(见表 2)。另外,对于酸价的标准,一些地区也做了一些规定(见表 3)。

表 2 日本饲用油公定规格

指标	规格
酸价(mgKOH/g)	<3
皂化值(mgKOH/g)	>190
碘值(g/100 g)	<70
过氧化值(mmol/kg)	<5
羰基价(mg/kg)	<30
MIU(水分、不纯物、不皂化物总量)(%)	<2
融点(°C)	30~40
AOM(活性氧法)(h)	<30
Halphen 反应(测油脂中棉籽油或棉酸含量)	阴性
有机氯	阴性
抗氧化剂	添加

表 3 酸价的标准

成分	一般可接受的标准		美国加州粮农部标准		中国台湾省标准
	饲料级动物脂肪和禽类脂肪	动植物性混合脂肪	饲料级动物脂肪和禽类脂肪	动植物性混合脂肪	动物油脂
总脂肪酸(下限)(%)	90	90			90
总脂肪物(下限)(%)					
游离脂肪酸(上限)(%)			98	95	20
水分(上限)(%)	15	50	15		0.5
杂质(上限)(%)	1.5	1.0			2.5
不可皂化物(上限)(%)	2.5	4.0			
MIU(上限)(%)			2.0	5.0	
酸碱度(pH 值)(下限)				4.0	
AOM(活性氧法)(下限)(h)					40

我国大陆商品大豆油的国家标准规定酸价为(mgKOH/g):一级≤1.0,二级≤4.0。其它主要油脂酸价(mgKOH/g)要求如下:菜籽油,≤4;玉米油,≤4;棉籽油,≤4;葵花油,4;棕榈油,≤5;鱼油,≤2;鸡油,≤1;猪油,≤1.5。

5 如何防止油脂的氧化

5.1 挑选优质油脂

首先要挑选质量好的油脂购买,必须没有异味。防止掺杂、氧化、变性、发霉、有毒和受污染等。首先通过感官进行初步判定,一般来说,眼观色泽浅、流动性好、杂质少,鼻闻有香油味、无酸变、无异味等为质量好的油脂,添加在饲料中的适口性也好。色泽较深、流

动性差、有哈味、杂质多的油脂则属于氧化变质的油脂。其次要测定油脂的过氧化值。方法是将空气喷送通过样品 20 h,测定过氧化值,若过氧化值在 0.07% 以下则为合格油脂。这种油脂在常温下可贮存 320 d。但是过氧化物在水或高湿条件下容易分解,因此油脂氧化到一定程度后,过氧化值反而会降低,因此,购买者应在收到所购买的油脂后马上测定过氧化值,并结合其它指标,做出正确判断。油脂的纯度、皂化值、碘值等均是要测定的指标。这些指标的参考标准见本文中的第 4 部分(油脂的饲用标准)。饲用油脂的掺假物主要是石蜡烃、矿物油、硬化油等。石蜡烃为石油提取出废弃的碳氢化合物,检验其存在的方法是称取油

脂样品 1.5 g,置于试管中,加入甘油二氯醇 7 ml、水 1.2 ml,于 65 ℃加热振荡后静置 10 min,然后测定其不溶解部分的容积即可判别石蜡烃的存在,其容量 0.1 ml 约等于 5%石蜡烃。通常矿物油比重为 0.84~0.93,碘价为 6~12,折光率为 1.49~1.51,不溶于酒精。

5.2 注意油脂原料和日粮的贮存

脂质氧化反应时刻都在进行,要使用保质期内的油脂原料配合日粮。饲用油脂进厂入库的同时即加入高效抗氧化剂(添加量应按配料中的最佳用量计算),特别是富含 PUFA 的油脂,要避光低温贮存,贮存时间不宜太久。桶装油脂一定要贮存于室内阴凉干燥处,而且要防止与铜金属的直接接触。应紧闭或尽量将储油罐(油桶)装满,开启后应及时盖紧并尽快用完,有条件的可充氮保存,以减少油脂与空气中氧及紫外线的接触。装油脂的容器,在油脂用完后要清洗干净,之后再注入新购油脂,不要新旧油脂接连不断地混装于一个容器中。

5.3 需要添加适量的抗氧化剂防止酸败

目前使用的抗氧化剂有二丁基羟基甲苯(BHT)、丁基羟基茴香醚(BHA)、没食子丙酯(PG)等单体,还有维生素类,如维生素 C 是氧去除剂,并可使主要的抗氧化剂再生; β -胡萝卜素是单氧淬灭物质;市场上也有抑氧素、抗氧安、抗氧啉、鲜灵(ENDOX)、保鲜乐等复合抗氧化剂。不同的油脂具有不同脂肪酸组成和不同的性能特点,有些抗氧化剂对某种油脂具有很好的保护作用,但对其它油脂几乎没有任何抗氧化效果,如 BHA 对核桃油有很好的抗氧化效果,但对于其它油脂的抗氧化效果并不是很好; α -生育酚对动物油脂有较好的抗氧化效果,但它在植物油脂中几乎没有任何效果。所以饲料中采用哪种抗氧化剂,必须看饲料中添加什么样的油脂,否则,有时加入的抗氧化剂起不到应有的作用。生产上比较理想的方式是采用多种抗氧化剂混合使用,但是要注意添加的剂量不能过高,防止造成危害。

5.4 注意原料搭配

油脂中不饱和脂肪酸的含量越高,精炼度越低,则愈易发生氧化。在炎热季节应谨慎使用鱼油、玉米油等含高度不饱和脂肪酸的油脂。米糠、鱼粉、乳清粉要限制添加量或脱脂后再使用。微量元素阳离子(铜、铁、锰等)在光照条件下可催化启动氧化反应的游离基产生,因而日粮中添加微量元素螯合物将可能防止微量元素阳离子对游离基产生的催化作用。因此,饲料中含 Fe、Cu 离子时添加金属螯合剂、增效剂,可提高抗氧化效果。

5.5 添加剂的使用要合理

配合饲料中添加一些天然具抗氧化性的维生素(如维生素 E、 β -胡萝卜素、维生素 C)及微量元素(如硒),并严格控制香味剂的使用,尤其不能用劣质或已酸败的香味剂。这是因为香味剂主要含醚、醛、酸、酯等挥发性芳香类物质,本身极易被氧化,劣质酸败的香味剂加入饲料中无疑成为氧化酸败的导火线。

5.6 直接调制、喂饲时现调现喂,以防酸败

加入脂肪的干饲料不可贮存时间过长,一般夏天 5~7 d,冬天不超过 21 d。夏季时间越短越好。

5.7 最好使用植物性油脂与动物性油脂相混合

植物油的消化吸收好于动物油,动物油中猪油好于牛油,最好把植物油和动物油按 3:1 的比例混合后使用,效果更佳。因此此比例的油脂代谢能值较高,能满足畜禽需求,质量又相对较为稳定。

5.8 饲料中添加的油脂的量要适宜

过多的油脂不仅利用率低,还更容易氧化,对畜禽生长不利。油脂过少,不能满足畜禽的需要,也会造成饲料适口性降低、生产性能下降等负面效应。另外,添加脂肪必须多给饮水,利于脂肪的吸收和利用。

6 小结

油脂的氧化酸败是生产使用和销售极易出现的问题,但有的并未真正引起有关饲料企业或添加剂生产厂家足够的重视,关于油脂的来源与渠道缺乏有效的监管,有关油脂氧化变质等方面的研究尚十分有限,如油脂氧化产物的致毒途径、不同脂肪源的酸败过程及其产物组成、氧化酸败的评价指标及氧化酸败油脂对于动物的安全指标等。因此,有关执法部门要加强油脂销售的监管力度,科研院校、高新技术企业也需要加强此方面的研究力度,大力宣传油脂氧化造成的危害,呼吁相关单位要生产、购买、使用质量好的油脂,减少油脂氧化给人们带来的危害。

(编辑:张学智, mengzai007@163.com)

· 信息采集 ·

禽流感、口蹄疫疫情

继续保持下降态势

从农业部 11 月 12 日召开的重大动物疫病防控形势分析会上获悉:在周边国家疫情频发、候鸟疫情范围扩大的情况下,我国重大动物疫情形势总体保持平稳。禽流感、口蹄疫疫情继续保持下降态势。

农业部部长孙政才介绍说,目前全国秋防工作已基本结束,防控工作取得积极成效。但禽流感、口蹄疫等重大动物疫情已进入高发季节,当前疫情形势仍然严峻。

养殖业中日粮阴阳离子平衡的研究

徐运杰 方热军

摘要 生理体液的酸碱平衡对动物生理活动和最佳生产性能的发挥十分重要,日粮电解质平衡直接参与机体酸碱平衡的维持与调节,从而对动物的健康、生产性能等产生重要影响。根据不同品种、环境、季节等配制不同阴阳离子水平的日粮在动物生产中很重要。

关键词 离子平衡;酸碱平衡;电解质平衡;动物生产

中图分类号 S816

矿物元素在动物营养中处于重要地位。经国内外畜牧工作者的研究,人们对单个元素的功能特性有了较系统的了解。随着动物营养与代谢病研究的深入,矿物元素之间的平衡也越来越受到重视。近30年来,由于反刍动物营养学的发展,人们进一步认识到日粮离子平衡对动物健康和生产的重要性。因此,在充分考虑能量、蛋白、钙、磷和氨基酸的平衡之后,根据动物种类、环境条件、生产目的来调节日粮电解质浓度,使动物体液酸碱平衡达到最佳生产性能的要求,是研究日粮离子平衡的主要目的。日粮离子平衡涉及到日粮阴阳离子平衡(Dietary cation-anion balance, DCAB)、机体酸碱平衡(Acid-base balance, ABB)和电解质平衡(Electrolyte balance, EB),本文主要讨论日粮阴阳离子平衡及其在动物生产中的应用。

1 日粮阴阳离子平衡定义

日粮阴阳离子平衡(DCBA)是指日粮中每千克或每100g干物质所含主要阳离子毫摩尔与主要阴离子毫摩尔之差,其含义有两层,即日粮中各种离子的含量及这些离子之间的比例关系。这里的阴阳离子是指不能分解的固定离子,比如 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Cl^- 、 S^{2-} 等。因为一价离子与二价离子或三价离子的功能与吸收不同,Mongin(1981)建议用 $(\text{Na}^++\text{K}^+-\text{Cl}^-)$ mEq/kg DM来表示,mEq是指相应元素的毫克当量数。Tucker等(1991)建议在日粮阴阳离子平衡中应包括对酸碱平衡有同 Cl^- 类似作用的 S^{2-} ,故采用 $[(\text{Na}^++\text{K}^+)-(\text{Cl}^-+\text{S}^{2-})]$ mEq/kg DM来表示。因日粮中的钙、磷、镁、硫的主要作用不是参与酸碱平衡调节,故DCAB常简化成 $(\text{Na}^++\text{K}^+-\text{Cl}^-)$ mEq/kg DM。Johnson把日粮离子平衡又叫做日粮电解质平衡(Johnson等,1985)。

徐运杰,湖南农业大学动物科学技术学院,410128,湖南省长沙市湖南农业大学1879号信箱。

方热军(通讯作者),单位及通讯地址同第一作者。

收稿日期:2007-07-23

2 日粮阴阳离子平衡的计算方法

例如,一种饲料含 Na^+ 0.18%、 K^+ 0.65%、 Cl^- 0.20%。计算阴阳离子平衡(mEq/kg)的步骤如下。

日粮中的 Na^+ 、 K^+ 、 Cl^- 分别乘以 10^6 以转化成每千克饲料中的毫克数,然后分别除以各自原子量,再分别乘以各自的化合价,得

$$\text{Na}^+: (0.18\% \times 10^6 / 23) \times 1 = 78.3 \text{ mEq/kg}$$

$$\text{K}^+: (0.65\% \times 10^6 / 39.1) \times 1 = 166.4 \text{ mEq/kg}$$

$$\text{Cl}^-: (0.20\% \times 10^6 / 35.5) \times 1 = 56.4 \text{ mEq/kg}$$

$$\text{DCAB} = \text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^- = 78.3 + 166.4 - 56.4 = 188.3 \text{ mEq/kg}$$

根据日粮阴阳离子平衡公式计算可以得出以下两种类型的日粮:当其为正值时,称该日粮为阳离子或碱性日粮;反之为阴离子或酸性日粮(Patience等,1987)。目前,常用的阴离子矿物盐有: NH_4Cl 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 MgSO_4 、 MgCl_2 、 CaCl_2 、 CaSO_4 。其中以 MgSO_4 的适口性最好, NH_4Cl 和 CaCl_2 适口性较差,混合精料中添加 MgSO_4 ,并不影响DMI,而添加 NH_4Cl 和 CaCl_2 时混合精料DMI降低50%(Ender F等,1971)。

3 DCAB的作用机理

3.1 调节体内的酸碱平衡

机体代谢过程中不断的产生酸性和碱性物质,而体液酸碱度始终调节在一个相对恒定的水平上,生命能够耐受的体液pH值范围为6.9~7.8。虽然机体可能通过细胞内外的缓冲作用以及肺和肾等器官的代偿功能调节体液的酸碱度,但是这种调节能力是有限的,一旦超出耐受的范围,机体就会出现酸中毒或碱中毒。体液酸碱度与日粮阴阳离子进食量、内源产酸和阴阳离子排泄量有关,所以通过调整日粮阴阳离子浓度可以改善体液的酸碱度,进而改善动物的生产性能。

3.2 Na^+ 、 K^+ 通过 Na^+ 泵机制和影响细胞电位调节细胞代谢

Na^+ 、 K^+ 、 Cl^- 的吸收和排泄与 HCO_3^- 、 H^+ 相关,它们对机体的酸碱平衡和缓冲体系有重要影响。随着日粮DCAB值的增加,机体从饲料中摄入的 Na^+ 增加,因而

肾小球滤出液中 Na^+ 也增加,与此同时, Na^+ 从肾小管的重吸收也随之增加,并与 H^+ 交换,从而促进肾小管上皮细胞对 H^+ 的分泌,这又促进了 HCO_3^- 的重吸收,结果导致血液 pH 值和 HCO_3^- 浓度增加,增强了血液的缓冲能力。对于高产家畜,尤其是高产奶牛、快速生长的仔猪和仔鸡等,机体组织细胞的代谢特别旺盛,酸性代谢产物较多。因此,适当增加饲料 DCAB 值将有利于高产动物维持体液酸碱平衡,发挥生产潜力。

4 日粮阴阳离子平衡对动物的影响

4.1 日粮阴阳离子平衡对蛋白质和氨基酸代谢的影响

Patience 等(1987)对 8~12 周龄生长猪的研究表明,若基础日粮中赖氨酸(0.45%)和色氨酸(0.1%)不足时,增加 Na^+ 或 K^+ 的添加量,可使 DCAB 增加,对猪增重的促进作用显著。Haydon 等(1990)报道,猪对日粮氮的总利用率随日粮 DCAB 水平的提高而升高。当日粮蛋白水平过低时,通过添加 K^+ 或 Na^+ 盐来提高猪的生长速度,被称为赖氨酸节约效应。Austic 等(1981)报道,添加 NaHCO_3 、 KHCO_3 对赖氨酸有节约效应。Ross 等(1994)报道,日粮阴阳离子平衡对氨基酸代谢有影响。黄瑞林(2000)对猪的研究表明,饲料中不同 DCAB 值对粗蛋白质消化代谢影响较大。由于赖氨酸与精氨酸之间存在拮抗作用,猪日粮中过量赖氨酸导致血浆中赖氨酸浓度升高和精氨酸浓度下降,在这种情况下,猪饲料中添加钾和钠,可使血浆和组织中赖氨酸和精氨酸浓度恢复正常。另外,在赖氨酸超量的鸡饲料中添加钠和钾,鸡的增重速度得到改善。这种效果有时与补充精氨酸的效果相似。在赖氨酸与精氨酸的拮抗作用中,高赖氨酸可以增加精氨酸的活性,从而使精氨酸的分解增强。当日粮中赖氨酸水平过高时,添加钠盐或钾盐等阳离子盐可以使精氨酸酶活性降低。而金属阳离子可以提高赖氨酸氧化分解过程中 L-赖氨酸- α -酮戊二酸还原酶的活性,从而使过量的赖氨酸部分分解,使赖氨酸与精氨酸比例趋于平衡。日粮高氯低钾有利于赖氨酸在小肠中的吸收,从而加剧赖氨酸与精氨酸的拮抗作用。

4.2 日粮阴阳离子平衡对动物采食量和消化率的影响

Erdman(1988)报道,瘤胃 pH 值降到 6.3 以下时, pH 值每降低 0.1 个单位,ADF 消化率会下降 3.6 个百分点,并且会降低饲料采食量。因此,对反刍动物来说,调节日粮 DCAB 可以维持瘤胃正常 pH 值(6.6~6.8),稳定或提高采食量和消化率。Russell 等(1993)也报道,DCAB 对反刍动物来说,其机理在于稳定和提

高了瘤胃的 pH 值,使瘤胃内液相流通速率加快,并使纤维分解菌活性增强,从而提高反刍动物对低质粗饲料的采食量和消化率。胡明等(2002)研究表明,随着 DCAB 值增加,绵羊瘤胃 pH 值线性增加, $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度呈下降趋势,当 DCAB 值为 20 mEq/100 gDM 时, $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度明显下降,并对丙酸、乙酸浓度及二者比值有显著影响。Patience 等(1987)和冷向军(1999)报道,日粮中 DCAB 值变化并不改变猪对营养物质的消化率,这可能与 DCAB 与大肠微生物的相互影响有关,且猪的生长在较大的 DCAB 范围内仍然表现良好。Fauchon 等(1995)报道,增加 DCAB(从 10 到 70 mEq/100 gDM)羊采食量随之增加。

4.3 日粮阴阳离子平衡对动物矿物质代谢和酸碱平衡的影响

Mongin(1981)报道,禽类 HCO_3^- 浓度随 DCAB 增加而升高。由于日粮中阴阳离子平衡值的增加,导致血液 pH 值及 HCO_3^- 增加,故使血液偏碱性,从而增加了血液的缓冲能力。Fredeen 等(1988)在对怀孕及产奶山羊的研究中发现,当 DCAB 增加时血液 H^+ 浓度降低, HCO_3^- 增加。Patience 等(1981)和 Haydon 等(1990)分别报道,猪血液 pH 值和 HCO_3^- 随 DCAB 变化而变化。Takagi 和 Block(1991)发现,羔羊血浆中总 Ca^{2+} 浓度不受 DCAB 影响,但却发现血浆 Ca^{2+} 离子浓度随 DCAB 增加而减少。Jackson 等(1992)、Ross 等(1994)报道,DCAB 为 0 时血浆 Ca^{2+} 浓度要比 DCAB 为 21、37、52 mEq/100 gDM 时高;随着 DCAB 的增加,奶牛血液 pH 值、尿 pH 值随之增加。DCAB 对血液酸碱平衡有直接影响,当 DCAB 减少时,血液参数有 1 个或多个发生变化, H^+ 增加, HCO_3^- 减少, pH 值降低。

4.4 日粮阴阳离子平衡对动物生产性能的影响

胡明等(2002)通过用不同阴阳离子水平日粮对绵羊进行试验,结果表明:随着 DCAB 值的增加,绵羊干物质采食量和消化氮的利用率、沉积率及体重有增加趋势,且当 DCAB 值在 20 mEq/100 gDM 时效果最佳。李秋凤等(2005)研究报道,DCAB 对热应激奶牛的生产性能具有显著影响,能提高 4% 标准乳产量,且在泌乳中后期当 DCAB 为 175 mEq/100 gDM 时饲喂效果最佳。Mongin 报道,鸡日增重效果在 DCAB 为 25 mEq/100 gDM 时最佳(Mongin P, 1981)。Thomas 等(1984)认为添加 1% NaHCO_3 可提高奶牛生产性能。Patience 等(1987)报道,当日粮 DCAB 为 0~34.1 mEq/100 gDM 时,仔猪(8~12 周龄)日增重增加,而在 -8.5 mEq/100 gDM 时日增重减少。Tucker 等(1988)报道,日粮 DCAB

为 20~37 mEq/100 gDM 时,奶牛的产奶量增加,且证明饲喂 20 mEq/100 gDM 日粮时产奶量要比喂 10 mEq/100 gDM 高 8.6%,比喂 -10 mEq/100 gDM 高 9%。Den Hantog(1989)报道,肉牛的肉料比在 DCAB 为 15.7~34.4 mEq/100 gDM 时比 DCAB 为 64 或 43.8 mEq/100 gDM 时高。Haydon 等(1990)报道,在热应激条件下,DCAB 在 25~40 mEq/100 gDM 范围内时,猪肉料比随 DCAB 增加而线性增加。West 等(1992)报道,无论是在冷应激还是在热应激条件下,随 DCAB 增加奶牛产奶量、乳脂率、乳蛋白、4%标准奶均有增加趋势。Jackson 等(1992)报道,在 DCAB 为 37 mEq/100 gDM 时犊牛增重最大,而在 DCAB 为 0 时增重最小。Ross 等(1994)报道,DCAB 为 15 和 30 mEq/100 gDM 时,阉牛增重效果明显。Fauchon 等(1995)报道,当 DCAB 为 50~70 mEq/100 gDM 时,能促进羔羊生长。陈海燕(1999)报道,添加 0.7% NaHCO₃ 使 DCAB 增加到 20.9 mEq/100 gDE,肉仔鸡日增重提高了 46.5%。

4.5 日粮阴阳离子平衡对生产瘫痪的影响

生产瘫痪是多胎泌乳初期奶牛钙动员不足或血镁含量低所引起的一种代谢性疾病,又叫产后瘫痪或低血钙症。低血钙症对一些疾病发病率的影响见表 1(郑健强,2003)。此病可以通过日粮营养,如在围产期日粮中添加阴离子矿物质添加剂等来成功的控制。所谓阴离子矿物质是指那些生物学效价较高且所含阴离子浓度高于阳离子浓度的矿物盐类。1971 年挪威学者 Ender F 最先指出饲喂酸性或者碱性处理以及添加硫酸或者盐酸对产后奶牛生产瘫痪的发病率有影响。Block(1984)报道,阴离子日粮可减少奶牛生产瘫痪的发病率,而阳离子日粮可诱发并增加生产瘫痪的发病率,其原因是饲喂阴离子日粮有利于钙的吸收。奶牛产前饲喂阴离子型日粮,预防生产瘫痪或亚临床型低血钙的作用机理,目前主要的学术观点有:①可导致奶牛适度的代谢酸中毒,抑制胃肠道对钙的吸收,体内钙浓度下降可通过反馈机制引起 1,25-(OH)₂D₃ 和甲状旁腺素(PTH)的合成和分泌增加,从而提高骨骼 Ca²⁺重吸收(Oetzel G R,2000);②可降低肠道 pH 值,从而提高 Ca²⁺的吸收率(Moor S J,等,2000);③提高组织 PTH 受体的敏感性(Goff J P 等,1991a);④提高组织器官感受器对 1,25-(OH)₂D₃ 应答(Goff J P 等,1991b)。青年母牛产前无需添加阴离子盐,一是青年母牛较少发生产乳热;二是青年母牛产前饲喂阴离子型日粮易引起产前血浆非必需脂肪酸浓度升高,继而导致产后酮病、皱胃移位、乳腺炎和胎衣滞留等发病

率增加(Moor S J 等,2000;Spanghero M,2004)。更重要的一点是,青年母牛的骨骼仍在生长,而生长骨骼具有大量破骨细胞存在,这些破骨细胞比成年奶牛骨细胞更容易对 PTH 产生反应(Moor S J 等,2000;Melendez P 等,2002)。另外,在使用阴离子矿物盐时,特别要注意适口性与最大耐受量。如果不考虑适口性和对机体代谢的影响,铵盐是最佳选择,因为氨被利用合成瘤胃微生物蛋白,在不增加阳离子的情况下补充了阴离子。但是,由于奶牛饲粮对氨添加量的限制,在安全的氨添加量范围内,不足以有效降低饲粮的 DCAB 值,所以铵盐是不适宜的。另外,单一添加也会严重降低饲粮的适口性,因此多种阴离子复合盐添加是最佳方式。其中硫酸盐是首要选择,氯盐次之。按干物质计算,日粮中 S 不要超过奶牛的最大耐受量 0.4%,Mg 的含量一般不超过 0.4%,Cl 的含量一般不超过 0.08%(孟庆翔,2002)。

表 1 低血钙症对一些疾病发病率的影响

疾病名称	增加倍数
胎衣不下	6.5
皱胃移位	3.4
乳房炎	8.1
酮病	8.9

5 小结

综上所述,日粮阴阳离子平衡在动物生产中的应用不容忽视。针对不同的动物、不同的环境、不同的饲养条件、不同的季节与饲料原料情况,通过添加 NaHCO₃、MgSO₄、MgCl₂ 等矿物盐配制不同日粮离子水平的饲粮来促进动物采食、提高动物生产性能、降低生产成本、增强机体的缓冲能力、预防营养代谢病、改善产品质量和增进动物健康具有很重要意义,在饲粮配合实践中值得重视。低水平的 DCAB 可以减少发病率,而高水平的 DCAB 可提高动物的采食量和生产性能,增强机体的缓冲能力,故在调节日粮 DCAB 的同时,不但要注意矿物元素的种类,还要注意其数量。一般认为鸡最适生长 DCAB 值是 25 mEq/100 gDM;奶牛以最大采食量、产奶量为目标时 DCAB 值为 20~37.5 mEq/100 gDM;猪在 17.5 mEq/100 gDM 生长最佳;生长阉牛在 45~50 mEq/100 gDM 时生长最佳;羔羊在 45 mEq/100 gDM 时采食量最高(胡明等,2000)。但 DCAB 在预防生产瘫痪的机理上不同的学者有不同的观点,还有待进一步研究。另外,DCAB 在家禽与单胃动物生产中的研究较少,今后要加强这方面的研究。

(参考文献 35 篇,刊略,需者可函索)

(编辑:张学智, mengzai007@163.com)

经济、营养饲料配方的设计

刘辉 杨克勤

利用 Excel 2003 提供的规划求解功能可以解决作业分配问题,诸如饲料配方问题、食谱问题、土石方调配问题等,只要涉及求最大利润、最小费用等问题均可使用规划求解工具来解决。本文介绍 Excel 2003 的规划求解功能在饲料配方中的应用。

1 饲料要求及原料情况

某生产单位生产混合饲料,规定所含各种营养成分为:P(蛋白质)至少有 15%,F(脂肪)至少含有 4.5%,S(淀粉)至少含有 30%,G(纤维素)不得超过 10%。所用原料有四种:甲原料(豆粕),每吨单价 2 500 元,四

种营养成分含量分别为 A 25%、B 2%、C 10%、D 2%;乙原料(花生秧),每吨单价为 150 元,四种营养成分的含量分别为 A 8%、B 1%、C 5%、D 40%;丙原料(骨粉),每吨单价 3 000 元,含四种营养成分分别为 A 20%、B 8%、C 1%、D 0.5%;丁原料(玉米),每吨单价为 1 450 元,四种营养成分含量分别为 A 7%、B 5%、C 40%、D 6%。求在符合饲料营养成分要求的前提下,如何配合这四种饲料,使饲料配合的费用最低。这是一项多项资源配合生产问题,为便于列出数学模型,可将问题归纳为表 1。

表 1 多种生产资源配合生产的最小成本

营养成分	各种原料含有的营养成分				混合饲料规定营养成分含量
	甲(豆粕)	乙(花生秧)	丙(骨粉)	丁(玉米)	
蛋白质 P(%)	25	8	20	7	≥15
脂肪 F(%)	2	1	8	5	≥4.5
淀粉 S(%)	10	5	1	40	≥30
纤维素 G(%)	2	40	0.5	6	≤10
价格(元/t)	2 500	150	3 000	1 450	
混合使用量(t)	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	

根据以上资料,设四种原料的需要量分别为 X₁、X₂、X₃、X₄,可列线性规划模型如下:

$$\begin{cases} 25X_1+8X_2+20X_3+7X_4 \geq 15 & (\text{蛋白质约束条件}) \\ 2X_1+1X_2+8X_3+5X_4 \geq 4.5 & (\text{脂肪约束条件}) \\ 10X_1+5X_2+1X_3+40X_4 \geq 30 & (\text{淀粉约束条件}) \\ 2X_1+40X_2+0.5X_3+6X_4 \leq 10 & (\text{纤维素约束条件}) \\ X_1 \geq 0, X_2 \geq 0, X_3 \geq 0, X_4 \geq 0 & (\text{非负条件}) \\ Z = 2\,500X_1 + 150X_2 + 3\,000X_3 + 1\,450X_4 & (\text{目标函数值最小}) \end{cases}$$

2 Excel 2003 规划求解步骤

2.1 安装规划求解加载宏

在 Excel 2003 窗口中单击“工具”菜单,在弹出的下拉菜单中单击“加载宏”命令,出现“加载宏”对话框,在“可用加载宏”列表框中选定“规划求解”复选框,单击“确定”按钮。加载宏后,“工具”菜单中出现“规划求解...”命令。

2.2 建立规划求解工作表

建立如图 1 所示的规划求解工作表,在表中输入数据。

图 1 规划求解工作表

在图 1 有关单元格输入如下公式:

$$\begin{aligned} C7 &= D7 * D\$5 + E7 * E\$5 + F7 * F\$5 + G7 * G\$5 \\ C8 &= D8 * D\$5 + E8 * E\$5 + F8 * F\$5 + G8 * G\$5 \\ C9 &= D9 * D\$5 + E9 * E\$5 + F9 * F\$5 + G9 * G\$5 \\ C10 &= D10 * D\$5 + E10 * E\$5 + F10 * F\$5 + G10 * G\$5 \\ D13 &= D5 * D4 \\ E13 &= E5 * E4 \\ F13 &= F5 * F4 \\ G13 &= G5 * G4 \\ D14 &= SUM(D13 : G13) \end{aligned}$$

2.3 求最佳组合解

① 选择“工具”→“规划求解...”命令,出现如图 2 所示的对话框。

刘辉,保定职业技术学院商务技术系,副教授,071051,河北省保定市朝阳南大街 613 号。

杨克勤,单位及通讯地址同第一作者。

收稿日期:2007-09-03

饲料原料中污染物对水貂繁殖性能的影响

王林会 徐永平 李淑英

摘要 污染物对水貂的生殖毒性日益受到人们的重视。一方面,水貂的繁殖性能直接关系到养殖户的收入;另一方面,污染物对水貂的生殖毒性在很大程度上也反映出其对人类及其它动物生殖性能的影响。文中综述了污染物对水貂生殖毒性实验的一些研究成果,旨在为水貂养殖及饲料生产提供参考。

关键词 水貂;繁殖性能;污染物;生殖毒性

中图分类号 S865.2+2

水貂(*Mustela vison*)是环境指示物种,对很多污染物都非常敏感(Calabrese等,1992)。同时,水貂又是食物链中的顶层捕食者,因此很容易因摄食其它动植物

而受污染物毒害。有些化学物质不仅能直接毒害母貂,而且能通过胎盘或母乳转移至仔貂体内,对幼仔的生长和发育造成不利影响。这些化学物质大都来自被污染的鱼、畜禽产品及其副产品、谷物等饲料原料。

1 有机氯对水貂的生殖毒性

有机氯性质稳定难降解,有很强的生殖毒性,主要包括多氯联苯(PCBs)、多氯联苯并二噁英(PCDDs)、多氯联苯并呋喃(PCDFs)、双对氯苯基三氯乙烷(DDTs)、七氯环氧化物(HEs)、六氯化苯(BHCs)等。这些物质广泛应用于塑料、油漆和农药生产中,若控制不善,极易污染

王林会,大连理工大学环境与生命学院动物生物技术与营养研究室,116024,辽宁省大连市甘井子区凌工路2号大连理工大学生物工程系303室。

徐永平(通讯作者),单位及通讯地址同第一作者。

李淑英,大连天人饲料有限公司。

收稿日期:2007-09-06

按照上述操作步骤,再输入以下两约束条件:

$$C10 \leq B10$$

$$D5 : G5 \geq 0$$

⑥ 在“规划求解参数”窗口中选择“求解”。

⑦ 单击“确定”按钮,计算结果如图4所示。



图2 “规划求解参数”对话框

② 在“设置目标单元格”窗口中选择D14单元格。

③ 选定“最小值”选项。

④ 在“可变单元格”窗口中选择D5 : G5 单元格。

⑤ 单击“添加”按钮,打开“添加约束”对话框,如图3所示,在“添加约束”窗口输入:

图3所示,在“添加约束”窗口输入:



图3 “添加约束”对话框

单元格引用位置 运算符 约束值

C7 : C9 >= B7 : B9

单击“确定”按钮,完成输入。

经济、营养饲料配方设计						
	豆粕	花生秧	骨粉	玉米		
	2500	150	3000	1450		
	0.328849	0.135426	0.05747	0.649423	1.171168	
营养成分含量	需求范围	最佳结果				
蛋白质P	15	15	25	8	20	7
脂肪F	4.5	4.5	2	1	8	5
淀粉S	30	30	10	5	1	40
纤维素C	10	10	2	40	0.5	6
					822.1229	20.31386
					172.4108	941.663
					饲料配合最低费用	1356.511
					生产满足条件的饲料费用为:	1670.564
					豆粕:花生秧:骨粉:玉米用量之比为:	5.72 : 2.36 : 1 : 11.30

图4 规划求解结果

⑧ 在“规划求解结果”对话框中选择保存“规划求解结果”,单击“确定”按钮。

3 结论

结果显示:要生产1t满足营养条件的饲料,最低费用为1670.564元。原料的配比为豆粕:花生秧:骨粉:玉米=5.72:2.36:1:11.30。本文将Excel的规划求解功能应用于饲料的调配计算中,既满足了营养需求,又能保证成本最低,获取最大的利润。

(编辑:崔成德, cuicengde@tom.com)

环境并进入食物链。水貂对有机氯非常敏感,直接或间接摄入都会造成母貂怀孕率降低、每窝产仔数减少、初生及幼龄仔貂存活率下降等问题(Aulerich等,1977、1987a;Kihlström等,1992;Platonow等,1973)。

1.1 PCB

PCB残留物可在水貂皮下脂肪富集,其水平可达饲料中的38倍,有些个体甚至高达200倍,而且半衰期长达98d(Hornshaw等,1983)。Tillitt等(1996)用被PCB污染的鲤鱼饲喂母貂发现,当PCB饲料水平为2.56 mg/kg时,仔貂出生时存活率仅为20%,且3周内全部死亡,而对照组初生仔貂存活率则为88%,3周龄存活率达85%。Harding等(1999)报道,野生幼龄水貂(不满1年)摄入0.03 mg/kg PCB(Aroclor 1260,湿重)时,阴茎骨的平均长度为42.4 mm;摄入PCB水平为0.18 mg/kg时,阴茎骨长度为35.5 mm。Aulerich等(2000)研究发现,PCB(Aroclor 1254)不影响生长期水貂阴茎骨的发育。Bursian等(2003)对哺乳期母貂分别饲喂PCB含量为1.6 mg/kg和3.7 mg/kg的饲料,结果发现,仔貂6周龄时的存活率分别为93%和46%。

1.2 七氯

七氯主要作为土壤杀虫剂,用于防治玉米根部的虫类和夜盗蛾等,可被迅速氧化为七氯环氧化物而非难于降解(Nash和Harris,1973)。七氯对母貂有很强的生殖毒性,并且可以通过胎盘和乳汁传递给仔貂(Mussalo-Rauhamaa等,1988)。Crum等(1993)在成年母貂繁殖期前及整个繁殖期对其饲喂含七氯饲料,结果发现,当七氯含量为25 mg/kg时,母貂88d后全部死亡,死亡前出现中枢神经系统症状,而对照组母貂试验期间(181d)则全部存活。此外还发现,进食含七氯饲料的母貂所产幼仔在出生、3周龄和6周龄时的体重明显较对照组低。

2 真菌毒素对水貂的生殖毒性

真菌的生命力很强,能在饲料中大量繁殖并产生代谢产物真菌毒素,对人类和动物都有害。

2.1 黄曲霉毒素

黄曲霉毒素是一些结构相近的真菌毒素的总称,产生此类毒素的真菌主要是黄曲霉和寄生曲霉。黄曲霉毒素毒性很强,进食含黄曲霉毒素的食物会造成动物或人死亡(Betina,1989)。水貂对黄曲霉毒素非常敏感,若连续摄入(每天摄入量为5 μg),第4周时就会产生毒性效应(Koppang和Helgebostad,1972)。Aulerich等(1993)研究显示,进食含10 mg/kg黄曲霉毒素的饲料后,母貂所产幼仔在出生时和3周龄时的体重明显低于对照组,且仔貂出生后3周内死亡率达33%。而据Joergensen(1985)的研究,人工养殖的水貂从出生到

断奶正常的死亡率仅为5%~10%。黄曲霉毒素也可通过胎盘或乳汁传给仔貂(CAST,1989)。

2.2 玉米赤霉烯酮

玉米赤霉烯酮是镰刀菌污染谷物产生的一种真菌毒素,它是一种非类固醇雌激素。Yang等(1995)研究发现,水貂饲料中玉米赤霉烯酮含量为20 mg/kg时会导致成年母貂阴门红肿,拒绝交配,即使交配成功,怀孕率也只有25%,且妊娠期较对照组长7.5d,幼仔中有半数在出生时或产后24h内死亡;雄貂则表现为睾丸缩小,交配成功率低。母貂妊娠及哺乳期间进食含玉米赤霉烯酮的饲料还会导致子宫扩张、阴道水肿及轻微的子宫内膜增生(Bursian等,1992)。饲料中加入适量水合铝硅酸钠钙(HSCAS)可吸附玉米赤霉烯酮,从而预防过期妊娠,提高仔貂成活率(Bursian等,1992)。

2.3 麦角生物碱

麦角生物碱是麦角菌属污染黑麦及其它谷物时产生的一种真菌毒素。由于水貂的部分饲料来源是谷物,所以有中毒的危险。Sharma等(2002)对成年母貂饲喂含麦角生物碱的饲料(公貂饲料中不含麦角生物碱),从交配前2周一直饲喂到仔貂33日龄。结果发现,饲料中3 mg/kg水平的麦角生物碱对母貂怀孕率并无明显影响;麦角生物碱含量为6 mg/kg时,母貂怀孕率仅为33.3%,且妊娠期较对照组长;麦角生物碱含量达12 mg/kg时,母貂怀孕率降至8.3%,且仔貂出生时全部死亡。

2.4 伏马毒素

伏马毒素是一类由串珠镰刀菌产生的真菌毒素,串珠镰刀菌广泛存在于谷物和谷产品中,所以对水貂有潜在危害。自然条件下,玉米中伏马毒素可达530 mg/kg(Lew等,1996)。Powell等(1996)研究发现,成功交配的成年母貂进食含254 mg/kg伏马毒素的饲料时,怀孕率只有58%,而对照组母貂怀孕率为100%。母貂饲料中伏马毒素浓度越高,幼仔初生体重越低($P < 0.05$),同时每窝产仔数也呈下降趋势,而且伏马毒素能通过乳汁传给幼仔。Morgan等(1998)用含不同剂量(湿重)伏马毒素的饲料饲喂已经成功交配的母貂,结果发现,伏马毒素水平为8.1 mg/kg时,母貂6周后的体重为814 g,而对照组为923 g;伏马毒素水平达17.0 mg/kg时,仔貂6~8周龄死亡率大大高于对照组。研究还发现,仔貂死胎率与母貂饲料中伏马毒素水平呈正相关。

3 雌激素对水貂的生殖毒性

3.1 植物雌激素

植物雌激素是很多植物中天然存在的微量化合物,如大豆异黄酮、β-谷甾醇等。植物雌激素有抗衰老、

抗癌、预防心脑血管疾病等功效,但动物大量摄入时会影响其性激素分泌、生殖器官的形态和生殖效率(Wisniewski等,2003;Nieminen等,2004;Ryökkynen等,2005)。植物雌激素是造纸工业及果浆生产工业的副产物,随工厂废水污染江河。染料木黄酮是一种大豆异黄酮,在工业废水中的浓度可达10.5 μg/l(Kiparissis等,2001)。大鼠试验表明,染料木黄酮可随乳汁或穿过血胎屏障传给子代(Fritz等,1998)。饲料工业中有时用大豆产品替代酪蛋白,但有报道大豆异黄酮可使猎豹(*Acinonyx jubatus*, Setchell等,1987)和大鼠(*Rattus norvegicus*, Nagao等,2001)不孕。Ryökkynen等(2005)研究发现,进食含β-谷甾醇饲料(每天每千克体重50 mg)的母貂所产雌性幼仔子宫容积明显较对照组小。

3.2 合成雌激素

合成激素是与雌二醇结构相似的类固醇衍生物,如己烯雌酚(DES)、己烷雌酚、乙炔基雌二醇、炔雌醚等。DES被开发后,曾用于预防流产、改善孕期不适、卵巢机能失调等,后来被发现可诱发胎儿畸形、生殖道缺陷及癌症。近年来DES被广泛用于畜禽育肥,所以对水貂有潜在毒害。Warner等(1955)用含DES的饲料饲喂成年母貂,结果发现,母貂进食DES含量为1.5 mg/kg的饲料时对其繁殖非常有利,配成率为100%,平均窝产仔数达5.9,但当DES饲料水平达10.0 mg/kg时,虽然母貂配成率也是100%,但怀胎率大大降低,平均窝产仔数只有0.9。生长期水貂每天若摄入10.0 mg/kg的DES则体形短小瘦弱,6~29周体重只增加1.17 kg(Bassett等,1956)。

4 其它污染物对水貂的生殖毒性

4.1 多溴联苯

多溴联苯(PBB)最初用于消防材料,但曾有人误将其当成氧化镁混进饲料,结果造成很多家畜中毒(Carter 1976;Di Carlo等,1978)。饲养水貂需要大量的畜禽产品及副产品,所以PBB对水貂是很大的隐患。Aulerich等(1979)研究发现,进食含高剂量PBB(11.980~15.625 mg/kg)饲料的妊娠母貂,3个月后全部死亡;进食含低剂量PBB(1.000~2.500 mg/kg)饲料的母貂能交配和产仔,幼仔无畸形,妊娠期天数也无改变,但每窝产仔数、幼仔初生体重和初生存活率均较对照组低。

4.2 氟

氟是已知元素中最活泼的非金属元素,具有很强的迁移性和对环境污染的广泛性。如果饲料生产中石粉、磷酸盐、过磷酸钙等原料含氟量过高,生产时又未脱氟,就会造成氟污染。Aulerich等(1987b)对成年母貂每天饲喂含氟化钠350 mg/kg的饲料,382 d后发现,

只有17%的母貂存活,而对照组则为100%。母貂死前几天会出现过度兴奋、昏睡等症状。研究也显示,进食含氟化钠饲料的母貂所产幼仔3周龄前的存活率只有14%,而对照组则为86%。

4.3 碘

摄入低剂量的碘(正常值:10~20 mg/kg,湿重)对水貂的生长和繁殖是有利的,超出正常值80 mg/kg时则会导致部分母貂不育、每窝产仔数减少和幼仔存活率降低(Jones等,1982)。当前,很多养殖户为了节省饲养成本,用大量的海鱼或畜禽副产品代替精肉,这些产品中可能含有过量的碘,由此人为造成碘污染。Aulerich等(1978)用含碘化钠的饲料饲喂成年母貂,从母貂交配一直喂到幼仔断奶。结果发现,进食含碘饲料(100~1 000 mg/kg)的母貂孕期过短。碘含量为100 mg/kg时,母貂平均窝产仔数为2.1,幼仔4周龄时的体重明显较对照组低;碘含量为1 000 mg/kg时,母貂全部空怀,而对照组平均窝产仔数为5.0。

4.4 甲醛

甲醛能杀死很多细菌、真菌和病毒,常被作为防腐剂用于畜禽饲料的保藏,但是其浓度超过一定量时会对动物造成毒害。水貂饲养中大量采用畜禽产品及其副产品,所以存在中毒危险。Li等(1999)用含甲醛的饲料饲喂母貂,从交配前1个月一直喂到仔貂6周龄断奶。结果发现,低水平的甲醛并没有影响配成率,当甲醛含量为1 100 mg/kg时,母貂所产幼仔的初生存活率及雄性幼仔体重均低于对照组。进一步研究发现,幼仔6周龄时血浆内红细胞数量及红细胞平均血红蛋白量明显较对照组低。从幼仔断奶后恢复正常饲料(不含甲醛)饲喂直至取皮,结果发现,仔貂在取皮时体重明显低于对照组。

5 结语

安全无污染的食物来源是水貂健康生长的基础,也是发展水貂养殖产业的基本保障。环境污染物一旦进入食物链就难于控制,而且有些污染物能在食物链中积累,即使生产中已不用这种化学物质,但仍可能发生毒害(Clarkson,1995)。所以减少污染物的毒害防胜于治,这就需要全社会的共同努力,保护环境,消除污染的源头。源于食品生产中的基于危害分析及关键控制系统(HACCP)是很好的控制方法,现已被很多饲料生产部门采用并形成标准(den Hartog,2003)。此外,污染物的致病机理的研究很重要,它为水貂疾病的诊断和治疗提供了理论依据。同时,由于环境污染日益严重,而且较难控制,所以开发饲料脱毒试剂势在必行。

(参考文献44篇,刊略,需者可函索)

(编辑:刘敏跃,lm-y@tom.com)