

基于 PLC 的粉碎机自动喂料控制系统设计和实现

李培乾 孙明友

粉碎机工作过程中,常由于上游喂料速度过快或调节不及时而造成超载甚至堵机,喂料速度过低又会造成粉碎机效能偏低,喂料控制系统在其工作过程中起到了至关重要的作用。本控制系统基于西门子 PLC 设计了粉碎机负荷调整控制器,成功解决了及时和准确调整喂料量的问题,具有精度高,运行可靠,操作方便、直观和性价比高等特点。

1 控制器工作原理

喂料控制系统机械部分主要由一个浅长槽喂料轮和一个定量可调节进料门组成。其中,喂料轮由变频电机传动,可通过改变其转速微调喂料量;进料门由步进电机驱动,调节其开度可以粗调喂料量。控制器部分主要由粉碎机电流检测变送装置、进料门开关检测装置、声光报警器、西门子 PLC、TD400C 文本显示器、变频器和步进电机驱动器等重要部件组成。接口原理如图 1 所示。

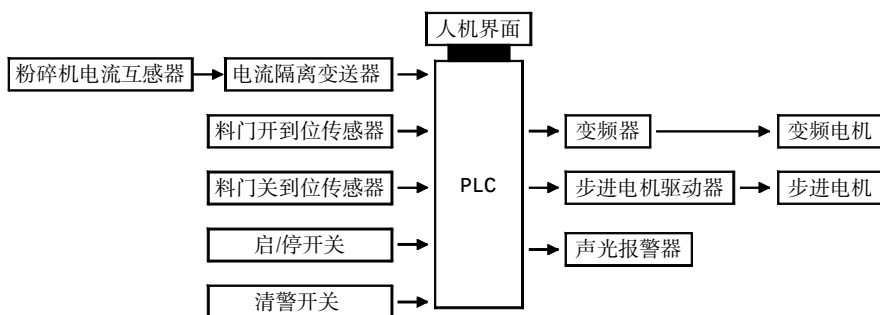


图1 控制器接口原理

喂料量实现自动调节,其控制原理如下:粉碎机电流检测装置实时检测粉碎机工作电流,并将信号传递至 PLC,通过与设定电流相比较,再调节进料门的开度和变频电机的转速,从而达到自动控制喂料量的目的。控制系统工作原理如图 2 所示。

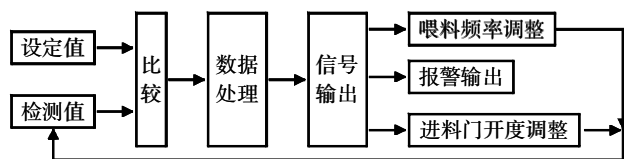
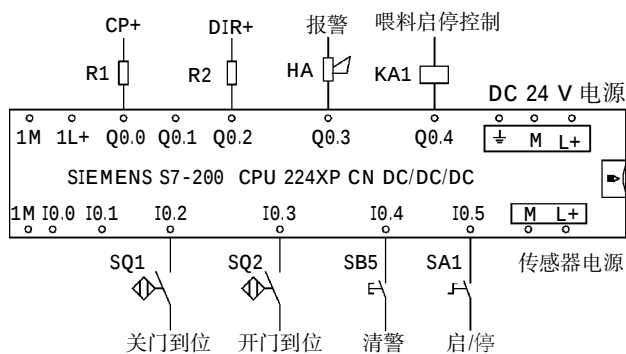


图2 控制系统工作原理

2 硬件电路设计

根据系统的功能,可靠控制是前提,调节及时性是关键。硬件力求结构简单、可靠性高,而调节精度通过步进电机无极调节进料门开度,变频调节喂料轮转速和检测装置反馈粉碎机工作电流来保证。本项目选择

西门子 S7-200 系列小型 PLC 和 TD400C 型文本显示器组合完成控制任务,部分应用电路如图 3 所示。



注:1. CP+——步进电机驱动器脉冲输入;2. DIR+——步进电机驱动器方向输入端;3. 待粉碎机启动正常后,方能启动喂料器。

图3 数字量输入输出部分应用电路

2.1 步进电机驱动器控制电路设计

市场上常见的步进电机驱动器的控制信号电压一般为 5 V,且有一路脉冲输入需接 PLC 的高频脉冲输出。根据驱动器的数据手册和 PLC 的端口介绍,本设计采用串联限流电阻的方式实现控制电压转换,接口电路如图 4 所示。

李培乾,江苏牧羊集团,225127,江苏省扬州市牧羊路1号牧羊集团研发中心。

孙明友,单位及通讯地址同第一作者。

收稿日期:2008-08-27

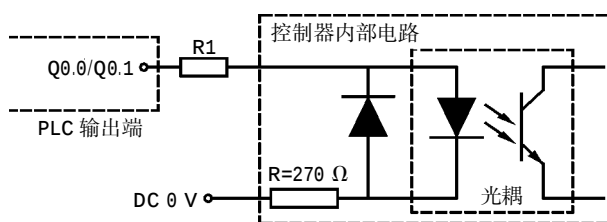


图 4 步进电机驱动器控制电路

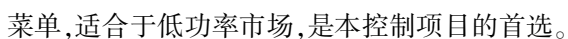
由于光耦导通压降 $U_0 \approx 0.7 \text{ V}$, 驱动器要求驱动电流信号 $7 \text{ mA} \leq I_0 \leq 18 \text{ mA}$; 串联电阻 R_1 可按照下列公式计算:

$$R1 = (24 - U_{\theta}) / I_{\theta} - R$$

进而得出: R_1 的取值范围 $1.0\text{ k}\Omega < R_1 < 3.0\text{ k}\Omega$, 本文取中间值 $2\text{ k}\Omega$ 。

2.2 电流检测和变频控制电路

电流隔离变送器选用上海虹润的 HRI414S41 型产品,它采用特制隔离模块,电路中的交流电流进行实时测量,将其变换为 4~20 mA 直流电流(I_Z)输出;具有高精度、高隔离、宽频响、低漂移、低功耗、温度范围宽、抗干扰能力强等特点。变频器采用丹佛斯(Danfoss) VLT-2800 系列产品,它是一款多功能变频器,安装和维护都非常快捷方便,具有人性化的操作界面和功能



电流检测和变频控制部分的接线情况如图 5 所示。

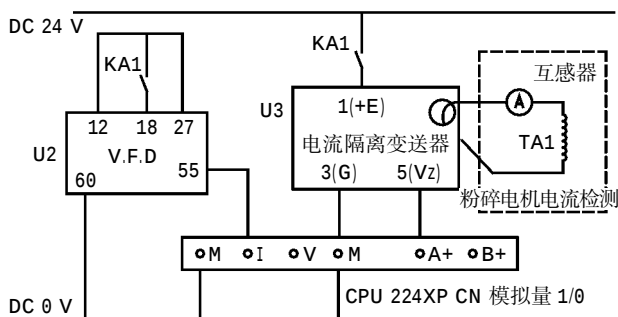


图5 模拟量控制部分电路接线

值得注意的是：将启/停控制继电器 **KA1** 的动合触点串入电流隔离变压器的电源输入端，可以有效防止粉碎机堵料和启动瞬时电流损坏电流隔离变送器 **U3**。

3 软件设计

在软件设计中,采用模块化结构。系统软件流程如图 6 所示,主要包括初始化、步进电机正反转控制、轻载调整、过载调整、报警处理、正常工作状态校准和关机控制等。

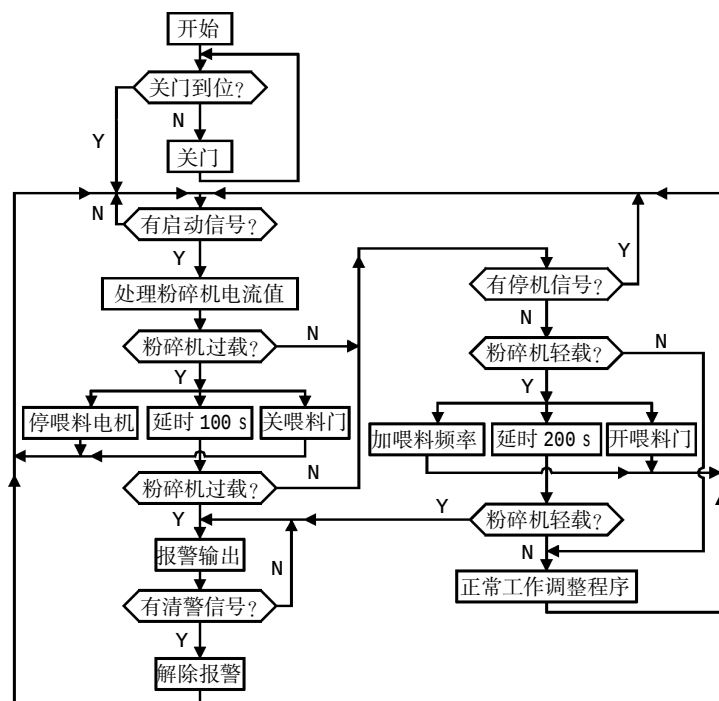


图6 系统控制流程

4 结论

该系统结构简单,运行稳定可靠,控制精度高,具有完善的保护功能,并为以后的技术改进留有一定的

资源,成本低,经用户使用后反映良好。

(参考文献若干篇,刊略,需者可函索)

(编辑:崔成德,cuicengde@tom.com)

刮板输送机的设计与使用

周三爱 王再辉

刮板输送机是一种挠性牵引的连续运输机械,其运输能力不受货物的块度和湿度影响,具有机身高度小,便于装载,长短调整方便,移置容易,机体坚固等特点,在粮食、油脂、饲料、食品、化工、建材等行业得到了广泛的应用。刮板输送机在饲料厂的使用也很多,它可以水平或倾斜一定角度较长距离传输原料或成品,其类型包括水平刮板输送机、倾斜刮板输送机和自清式刮板输送机。正确选择刮板输送机,使之达到安全、技术、经济和最佳运行状态非常关键,如果刮板输送机的参数确定不当或设备选型配套不合理,则影响其工作性能,甚至可能造成电机损坏和刮板链失效等故障;而科学使用、维修、管理刮板输送机同样也不容小视,它对提高输送产量,延长设备的使用寿命,降低运输成本等具有重要的现实意义。

1 刮板输送机主要参数的确定

1.1 刮板输送机的主要结构

刮板输送机主要由链条及链条上的刮板组成,根据用途可以设计成各种结构,如多进料口、中间卸料、不同倾斜角度。刮板输送机能以很大的倾角运行,且有较好的自清功能。刮板输送机还能设置链条断裂或阻塞保护开关和尾轮轴速度监测装置。刮板输送机有几种类型的进料口:一种是标准进料口,即在直接接收物料的刮板机顶部设有简单的开口,进料口要求能控制进料量(如闸门),以免阻塞刮板机;第二种是旁路或分流进料口,即物料被输送到刮板机缓冲斗,由进料口来控制进入刮板机的流量。由于物料的厚度由进料口控制,因此即便堵塞进料口,也不会阻塞刮板机。另外还有一些其它进料方式。刮板输送机链条有以下三种返回的方法:①滚筒或扣链齿轮。链条直接置于塑料滚筒或扣链齿轮上,这种方式最经济,链条没有完全张紧时,有空间下垂,但不太适合较宽的刮板输送机,因为链条不太紧时,刮板有可能倾斜。②导轨。链条上的塑料或聚乙烯刮板置于刮板机的整个钢轨

上。③托链槽。在物料输送层和链条返回层之间有一条托链槽,聚乙烯刮板就安装在这条托链槽上。这种类型常用于倾斜的刮板上。

1.2 输送量的确定

刮板输送机的输送量应满足生产工艺的要求。输送量(Q)取决于设计的配套设备,一般可按式计算:

$$Q(t/h)=3\ 600\ A\ v\ \gamma \quad (1)$$

式中: A——输送截面积(m²);

v——链速(m/s);

γ——物料的堆积密度(t/m³)。

1.3 链速和输送截面的确定

在刮板输送机输送量确定后,链速和输送截面的确定主要考虑满足输送量的要求。由式(1)可知,要满足一定的输送量,既可选取较大的输送截面与较低的链速,也可选取较小的输送截面与较高的链速。如何选取更为合理,还要从整机结构和性能等方面综合考虑。链速低而输送截面大,机器会显得庞大笨重;链速高而输送截面小,则会加大磨损,缩短使用寿命,同时,速度太高还会破坏物料流动的稳定性,产生逆流悬浮,不但不能提高输送量,反而增大了功率损耗。对于这一问题,常用能耗指标ω来衡量,其值为:

$$\omega=N/Q(S+H) \quad (2)$$

式中: N——输送机的驱动功率(kW);

Q——输送量(t/h)

S——输送机的输送距离(m);

H——物料输送距离对应的垂直升高(m)。

能耗指标越小,设备的设计制造质量水平越高。因此链速和输送截面选择还应满足能耗指标最小原则。

1.4 功率的确定

刮板输送机所需功率是选择电动机的基础,其主要由输送物料的阻力决定。

① 输送机重段运行阻力

$$W_Z(kN)=(qf+q_0f')L\cos\beta\pm(q+q_0)L\sin\beta \quad (3)$$

式中: L——输送机设计长度(m);

β——输送机铺设倾角;

f——物料在输料槽中移动阻力系数, f=0.6;

f'——刮板链在输料槽中移动阻力系数, 上链道

f'=0.3, 下链道 f'=0.5;

周三爱, 武汉理工大学, 430074, 武汉市洪山区黄山路1号。

王再辉, 武汉农业科学技术研究所。

收稿日期: 2008-09-18

q_0 ——刮板链单位长度重量(kN/m);

q ——输料槽单位长度物料的重量(kN/m),
 $q=Qg/(3\ 600\ v)$, g 为重力加速度(m/s²)。

② 输送机空段运行阻力

$$W_k(\text{kN})=q_0 L' \cos \beta \pm q_0 L \sin \beta \quad (4)$$

“+”、“-”号确定原则为:当物料沿倾角向上运行时取“+”号,向下运行时取“-”号。

③ 输送机牵引力为

$$W_0(\text{kN})=W_z+W_k \quad (5)$$

④ 电机功率(按等效功率计算)

$$\text{最大功率 } N_{\max}(\text{kW})=W_0 v/(102 \eta)$$

式中: η ——输送机总传动效率,取 $\eta=0.9$ 。

空载时(最小)功率

$$N_{\min}(\text{kW})=2 q_0 L \omega' v \cos \beta/(102 \eta) \quad (6)$$

等效功率

$$N_d(\text{kW})=0.6 \sqrt{N_{\max}^2+N_{\max} N_{\min}+N_{\min}^2} \quad (7)$$

1.5 链条最大拉力

对于单机头驱动的刮板输送机,最大输送功率施加给刮板链的最大牵引力

$$F_{\max}(\text{kN})=N_{\max} k \eta' / v \quad (8)$$

式中: k ——电机最大力矩与额定力矩之比, $k=2.3$;

η' ——电机最大力矩时驱动总效率, $\eta'=0.6$ (电机规定)。

2 刮板输送机主要零件的设计

2.1 刮板链的确定

2.1.1 单、双链的确定

输送机采用单链或双链,主要取决于整机的要求,以及槽宽和载荷的情况,一般情况下尽量选用单链,在输料槽宽度大且重载的情况下,单链不能满足工作负荷时,选用双链。另外,如果输送机有水平弯曲时,最好选用单链。刮板链中刮板的间距一般可取 300~900 mm。

2.1.2 链条型号的确定

刮板输送机采用的输送链主要有高强度圆环链、叉型链和套筒滚子链等。高强度圆环链由单个链环环环相扣,形成链条。链环是用合金钢棒料折弯成形,然后在直线段对焊而成。这种链条允许链环在各个方向相互转动,适用于有垂直和水平等多方向弯曲要求的运输。叉型链由叉型链节和销轴组成,单个链节可以通过模锻、冲压钢板组合与精铸等多种加工方法成形。它具有结构简单、使用可靠和拆装方便等特点,并有较大的铰链间隙,链条在物料中通过时,铰链不易

被挤死,所以使用范围较广。套筒链或套筒滚子链由内外链板、销轴、套筒(滚子)组成,通过套筒(滚子)与链轮啮合。链板为冲压件,也可由板材经激光切割。它具有转动灵活、磨损小、比压低和使用寿命长等优点。但更换时必须内外链板成对更换(2个节距)。只适用于平直或有垂直弯曲的运输场合。

2.1.3 链条规格的确定

链条规格的确定主要是满足其强度要求,链条的强度可用安全系数法计算。

链条的安全系数

$$K=\lambda S_p i / S \geq 5 \sim 6 \quad (9)$$

式中: λ ——双链条负荷不均匀系数,一般取 $\lambda=0.8$;

S_p ——链条断裂拉力(kN);

i ——板链条的股数;

S ——最大输送功率施加给刮板链的最大牵引力(kN)。

由此可以求得所需链条的断裂拉力

$$S_p=K S / i \lambda$$

根据条件 $S_p \leq [S_p]$ ($[S_p]$ 为所选取链条的链条允许断裂拉力)选取相应规格。

除此之外,选择链条时还应掌握以下原则:链条耐磨性要好;运行过程中链条与中板的滑动摩擦阻力要小;链节容易安装和固定;链条具有耐冲击、耐热、耐冷和耐腐蚀的性能;在链轮齿强度允许的情况下,优先选用节距较小的链条及较多的链轮齿数,使运行平稳,降低冲击和噪声,减小链条的动负荷;在保证使用强度的情况下,选择许用载荷与工作载荷最为接近的链条,这样可充分发挥链条的承载能力,避免能源及材料的浪费。

2.2 刮板的设计

刮板输送机采用的刮板多为方形截面,有实心 and 空心两种形式,其输送效果较好。制造工艺为铸造或锻造,调质处理。刮板长度是一个比较重要的参数,它直接影响到刮板链与输料槽侧壁的间隙。间隙过大会降低输料槽中物料输送的平均速度,不利于增大物料的内摩擦力,也不利于克服物料与槽壁的外摩擦阻力,从而降低输送效率;间隙过小又会增大输送阻力,还有可能出现物料块嵌在输料槽与刮板链之间卡死刮板链的现象,影响正常输送。另外,若间隙太小,稍一跑偏,刮板链便与槽侧壁刮碰,加速刮板链与输料槽的磨损,甚至造成刮板链的损坏。因此,确定合适的刮板长度,保持正确的间隙值,对保证输送机正常工

作,减少能量消耗,以及延长刮板链与输料槽的使用寿命都是至关重要的。间隙值(δ)的大小与物料的粒度、输料槽宽度等有关,但主要取决于粒度,可按式(10)确定间隙。

$$\delta \geq \text{最大粒度}/(2 \sim 4) + 5 \quad (10)$$

表1 为目前刮板输送机所使用的各种槽宽规格所对应的间隙值。间隙值可结合具体情况按上述值的20%上下浮动。

表1 刮板与输料槽侧壁的间隙值(mm)

输料槽宽度	120	160	200	250	320	400	500	630	800	100
间隙值	7.5	10.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	20.0	20.0	20.0

2.3 驱动装置的设计

机载刮板输送机常采用的驱动方式有:电机+限矩器+减速器、液压马达+减速器、低速大扭矩马达等,具体设计中应选用哪种驱动方式,还需要根据整台设备的具体结构要求而定。

2.4 链轮的设计

链轮需根据链条规格型号,依据标准进行设计,不同型式的链条应遵循不同的链轮标准。对于输送链轮来说,因为与之相配的链条通常节距较大,为了避免链轮尺寸过大,相对于传动用链轮,输送链轮的齿数一般都较少。输送链轮的齿槽常采用节线有分离量的齿槽形状,用这种齿形可使输送链条能通过铰链(滚子)在链轮根圆上作周向移动来补偿链条节距的变化。齿沟中心分离量 $S_{\min} = 0.04p$ (非机加工齿链轮), $S_{\min} = 0.08p$ (机加工齿链轮)。另外,输送链轮一般还要有齿沟端面倒角,其作用是使物料易于从齿槽内排出,避免堆积,造成跳链。

2.5 链条张紧装置的设计

输送机必须设有链条张紧装置,在运转前要进行紧链,目的是在输送链条中得到并保留规定的预紧力。预紧力是输送链的重要参数,预紧力太小时,松弛的链条会堆在机头链轮下,导致跳链或别卡;预紧力太大时,会加速链轮、链条、刮板和链道的磨损,也将导致输送机驱动功率的增加。所以保持链条的合适预紧力,对确保输送机无故障运行,延长链条、链轮和其它输送机部件的使用寿命非常重要。

① 张紧力的确定

刮板输送机一般只在机头部安装驱动装置,根据虎克定律推导得出链条的预紧力

$$F(\text{kN}) = W_z + 3W_k/4 \quad (11)$$

所以,张紧力为

$$T = 2F + W_k \quad (12)$$

② 张紧装置的设计

由于刮板输送机紧链力都不大,所以常采用黄油缸张紧、调整卡片机械锁定装置,即先通过张紧油缸伸缩机尾链轮轴,达到要求的张力,再插入卡片锁紧,使用方便,安全可靠。

3 刮板输送机的正确使用与维护

3.1 提高输送量的措施

刮板输送机使用中遇到的问题之一是非满负荷运转。要想解决问题,首先必须精确测出输送机的输送量。如果刮板输送机达不到额定输送量,可以从以下几个方面来寻找原因,从而找到解决问题的办法。

① 检查刮板输送机的速度。在安装和维护时,驱动装置上的滑槽可能安装不正确,或者驱动装置上的皮带松弛而打滑,使输送机在低于额定转速下运转。

② 检查刮板输送机内的物料厚度是否合理。物料厚度不合理有几个原因:一是输送机安装的倾斜角度不合理,而通常输送机只能在某个倾斜角度内运行才最佳。另一个原因是由于输送机进料不顺畅或不充足。例如,进料设备不匹配,进料门不正常,进料口有障碍物等。针对不同问题采取相应的措施,增加物料的厚度和进料均匀度。

③ 增加刮板输送机的输送量,除增加链条速度,卸料口也可相应加长。

3.2 防止积料的方法

对于中间卸料的刮板输送机,积料是使用中的另一大问题。刮板输送机可以设计成多个中间卸料点的方式,但是多个中间卸料点使积料的可能性大大增加,最终使物料堵塞输送机的头部或者引起交叉污染。防止积料问题可采取如下措施。

① 尽量加长中间卸料口的长度,这样物料在到达卸料口的末端前,有足够的时间卸掉。卸料口的长度随物料的厚度和链条速度的不同而不同。一般来说,卸料口长一些为好。大多数典型卸料口长度应该在90 cm以上。另外,卸料门下的过渡部分不应该阻碍物料通过卸料口的自由流动。

② 设有中间卸料口的刮板输送机一般应在链条上加装一些回料斗。少量的谷物或饲料不能在中间卸料口卸掉,而被输送到输送机的头部,如果头部的门是关闭的,物料最终会在头部堆积。回料斗拾起没有下去的物料,带到输送机的尾部,并被传送到卸料口。

3.3 日常维护工作

尽管刮板输送机有较好的可靠性,但是必须经常维护和保养,才能保证它的高效、安全运转。根据刮板输送机的结构特点,其日常维护应从以下几个方面进行。

① 经常检查运转是否正常,是否有不正常的噪声,发现故障应及时停机排除。

② 运行过程中严防铁块、大块硬物等混入槽内,以免损坏设备。

③ 定期清除输送机内的麻绳等杂物,以免缠绕链条后使电机过载,损坏电机和减速器。

④ 检查链条销子是否断裂或松动,及时更换或修复;检查刮板是否损坏或磨损。如果有弯曲变形或丢失的刮板,应及时更换或修补。聚乙烯刮板有划痕或沟槽表示可能有其它问题。

⑤ 检查链条、滚筒和扣链齿轮是否过度磨损。

⑥ 严格按照产品说明书,定期给轴承、齿轮和减速器等添加润滑油。

⑦ 定期检查所有安全保护装置,确保它们能可靠动作。

⑧ 定期检查所有螺栓联接的紧固程度,如发现松动应及时拧紧。

⑨ 经常检查和调整驱动皮带或链条的张紧度。对于刮板输送机来说,保持合适的链条张紧度是最关键的日常维护工作之一。链条既不能太紧也不能太松,链条过紧易引起过早磨损以及链条、扣链齿轮和轴承等发生故障,链条张紧度不够可能引起链条断裂。如果链条不够紧,它就可能挂住滚筒或导轨而损坏。当刮板输送机正常运转时,链条一般应有少许松弛,滚筒式返回输送机的滚筒之间,一般应该有 6.35~12.70 mm 的链条垂度。对于导轨式或托链槽式返回输送机,当链条从头部齿轮下来时,应该有少许链条垂度,一般是 12.7~25.4 mm。链条运转一段时间后,会慢慢变长或下垂,刮板有可能绊住导轨或托链槽,因此要经常检查,防止这种情况发生。

4 结语

刮板输送机是饲料工业不可缺少的运输工具。虽然刮板输送机的生产已达到标准化、系列化和通用化,但其类型、结构、规格较多,合理选择仍然显得十分重要,这对充分发挥设备的性能,保持机器正常运行具有重要作用。刮板输送机的安装、使用、维修、管理等方面工作也十分必要,对刮板输送机进行科学使

用和精心维护,可以大大减少故障,提高生产效率。近年来,人们从结构上、强度上和制造工艺上对刮板输送机进行了不断的研究和改进,使它更加完善耐用,相应随着刮板输送机设计和制造技术的进步和发展,刮板输送机将在饲料工业中发挥更大的作用。

参考文献

- [1] 运输机械设计选用手册编辑委员会.运输机械设计选用手册[M].北京:化学工业出版社,1999.
- [2] 王义行.链条输送机[M].北京:机械工业出版社,1997.
- [3] 姜翎燕.矿用机载短运距刮板输送机设计[J].煤矿机械,2007,28(5):1-3.
- [4] 伍新华.刮板输送机的维护和使用[J].粮食与饲料工业,2007(5):41-42.
- [5] 贾正胜,王强.双链刮板输送机的使用及维护[J].砖瓦,2008(3):50-50.
- [6] 徐乃兵,李光凡.浅谈通用型埋刮板输送机的选型与设计[J].中国油脂,2007,32(4):70-71.
- [7] 伍新华.如何正确维护和使用刮板输送机[J].饲料工业,2007,28(5):6-7.

(编辑:崔成德,cuicengde@tom.com)

《饲料工业》(英文版) 征稿启事

为了满足行业发展的需要和行业内国际间交流的进一步加深,将中国的饲料企业更好、更快地推向国际市场,与国际接轨。2008年,《饲料工业》推出了英文版,目的是让外国的读者更多地了解中国的一些行业资讯、发展动态、政策对行业发展的影响,增进企业间的国际合作,推动中国乃至全球饲料行业的发展。

为此,《饲料工业》向业内征集优秀的英文稿件,内容涉及人物专访、名企展示、行业年度报告、工厂管理、企业介绍、产品质量展示、学术专栏、政策分析以及企业国际合作等栏目,同时设置版块部分,介绍国内外的行业信息、资讯和新产品的展示。真诚希望您踊跃投稿,积极参与。

《饲料工业》(英文版)通过英文媒体平台把国内最全面的技术信息和研究成果展示给读者,使中国的饲料工业逐步走向世界,使外国的读者更多地了解中国的行业发展,促进国内外饲料行业、企业间的交流与合作,让《饲料工业》(英文版)与您一同成长。

投稿邮箱:eslgy@126.com

联系电话:13700047990

猪的日粮纤维营养及应用

马慧敏 刘昌奇

动物营养学界对日粮纤维的研究始于17世纪。长期以来,人们认为日粮纤维(DF)不仅没有营养价值,而且还会降低整个饲料的营养价值,对其一直持否定态度。20世纪70年代以来人们认识到植物中的纤维并不是废物,对肠道有很好的保健作用和促进功能,能预防若干种疾病等。进入20世纪90年代,全世界范围掀起了研究膳食纤维的热潮,受到来自不同领域科学家,包括医生、营养学家、食品科学家、生物化学家的广泛重视,同时也带动了动物营养学者对DF的研究。随着研究的深入,纤维在动物营养及防治某些疾病中的作用更加明朗化。纤维被研究者列为继糖、蛋白质、脂肪、水、矿物质和维生素之后的“第七大营养素”。

合理利用粗纤维的关键是要在日粮中保持一定的DF水平,防止消化机能紊乱,同时又要避免应用DF水平过高造成的营养物利用率降低。同时还应考虑植物纤维的种类、含量和构成的不同,对不同的动物添以不同的比例。合理分配粗精饲料,充分利用秸秆资源。

1 日粮纤维的定义

日粮纤维(dietary fiber, DF)是由碳水化合物聚合物组成并与其它非碳水化合物组分相联系的复杂的混合物。日粮纤维主要在植物细胞壁中被发现,由非淀粉多糖(NSP)及木质素、蛋白质、脂肪酸、蜡等组成。尽管20世纪后半叶,人们对日粮纤维进行了广泛的

研究,但日粮纤维的定义至今依然存在争议,且未达成共识(Devries,1999)。

Hipsley(1953)首次用日粮纤维作为植物细胞壁中不可消化成分的术语,Trowell(1972)最早将日粮纤维定义为“植物细胞成分中能抵抗人类消化酶水解作用的结构成分”。1976年日粮纤维的定义又被Trowell扩大为“包括所有不能被人类消化道内源酶降解的多糖和木质素”,也就是说,纤维是“不能被哺乳动物消化酶所消化的所有饲料成分”,包括与细胞壁结合的多糖(纤维素、半纤维素、果胶等),结构性非多糖(木质素)及非结构性多糖。这个概念从生理学的角度定义了日粮纤维及其特性。而化学定义为“非淀粉多糖和木质素的总和”(Theander等,1994)。

卢德勋教授(1998)认为,DF的定义应该包括以下4层含义:①DF是日粮内一种具有特殊营养生理作用的复合成分,而不是一种化学组成相当一致的饲料或日粮成分,日粮内组成纤维的单个成分的营养作用并不等于是DF整体的营养生理作用。②应该突出DF的组成,即由结构性和非结构性成分两部分构成。其具体成分如表1所示。③应该反映出DF的品质,即使用可利用指标来取代原来的粗指标。并且对于单胃动物和反刍家畜的可利用纤维指标应予以区分。④DF的分析方法应以全面反映日粮纤维定义的上述三层含义为原则,并具有操作简便、易行、快速、重复性强的特点。

表1 日粮纤维的组成成分

项目	组成成分
植物细胞壁(结构性成分)	(1)结构性多糖:纤维素、半纤维素、果胶物质 (2)非碳水化合物成分:木质素
植物细胞壁(非结构性成分)	(1)多种来源的多糖类:包括植物储备的非消化多糖、树胶类、植物粘胶、藻类多糖等 (2)与纤维紧密联系的物质:植酸、植酸盐、表皮层物质、细胞壁蛋白质(主要是羟脯氨酸)、部分维生素、芳香物质和非代谢糖类(棉籽糖)等

注:资料来源于卢德勋(1998)。

2 日粮纤维在植物中的分布及其理化特性

2.1 日粮纤维在植物中的分布

无氮浸出物与粗纤维分别分布在细胞结构的不同部分。粗纤维主要是作为细胞壁的成分存在。细胞壁的间隔层主要由果胶组成,初生壁主要由纤维素组成,其间含有少量半纤维素、果胶和木质素等,而次生

马慧敏,成都三旺股份有限公司,611430,四川省成都市新津县五津北路231号三旺集团技术部。

刘昌奇,单位及通讯地址同第一作者。

收稿日期:2008-09-04

壁则主要由纤维素、半纤维素和木质素组成。

2.2 日粮纤维的理化特性

2.2.1 持水性

所谓持水性是指每单位重量的干纤维所吸收的水分。不溶性纤维,如纤维素和木聚糖,具有海绵一样的功能;而可溶性纤维,如果胶,则通过网状结构的形式吸收水分子。纤维的持水性可从根本上改变食糜的物理特性,并从而改变肠道的生理活动。

2.2.2 阳离子交换能力

目前已有大量资料说明日粮纤维具有阳离子交换特性。日粮纤维的阳离子交换特性可能影响动物体内阳离子的利用率和微量元素的平衡。此外,阳离子可充当食糜中多糖与荷电小分子之间离子桥,使荷电小分子与纤维多糖结合,也可以使多糖与离子发生络合作用。

2.2.3 粘性

日粮纤维成分吸水后产生溶胀,使体积明显增加,在食糜中间表现一定的粘性。多糖在低浓度时,因与水分子互作而增加了溶液的浓度。随着多糖浓度的增加,多糖分子本身互相作用,从而缠绕成网状结构。在肉用仔鸡上的研究表明,采食大麦时 β -葡聚糖使食糜粘度增加。

2.2.4 可发酵性

日粮纤维素不能被高等动物酶解,只能通过微生物发酵降解,生成挥发性脂肪酸。能被发酵的成分主要是纤维素、半纤维素和一些非淀粉多糖。

3 日粮纤维对猪的营养作用和应用

3.1 对仔猪的营养作用和应用

过去人们认为仔猪消化功能尚未健全,不能发酵碳水化合物。因而仔猪日粮中的纤维物质会损害断奶仔猪的性能。但随着研究的深入,人们发现在断奶仔猪日粮中添加适量的纤维可改善仔猪的健康状况并提高仔猪生产性能。

单胃动物大肠微生物区系有多种细菌如链球菌属(*Streptococcus*)、乳酸杆菌属(*Lactobacillus*)、梭杆菌属(*Fusobacterium*)、真杆菌属(*Eubacterium*)、拟杆菌属(*Bacteroides*)和消化链球菌属(*Pepostreptococcus*)等。这些细菌属的组成不但有种属特异性,还与动物年龄、生理状态、肠道位置有关,而且与日粮组成,尤其是日粮中的纤维含量密切相关。仔猪出生后24 h,在空肠、回肠、盲肠和直肠就定植了分歧杆菌、大肠杆菌、乳酸杆菌、小梭菌等。哺乳仔猪胃内存在的微生物以乳酸

杆菌为主。随着仔猪日龄的增加其肠道微生物区系逐渐变得复杂并且形成一个相对动态平衡、稳定的微生态系统(朱伟云,2003)。

日粮纤维发酵的主要产物为醋酸、丙酸、丁酸、乳酸、琥珀酸等短链脂肪酸(SCFA),另外还有水、CO、H₂、CH₄等。SCFA可很快被消化道吸收,尤其是当肠道的pH值较低或肠道中SCFA浓度较高时。SCFA是单胃动物的重要能量来源,且在抵抗肠道病原菌上扮演着重要角色。它可以增强机体对病原性大肠杆菌等异物侵袭的抵抗力;可促进胃肠道对水和钠的吸收而减轻腹泻(Sakata,2001)。SCFA尤其是丁酸盐对维持仔猪健康具有十分重要的作用。丁酸盐通过刺激肠上皮细胞的分化促进肠绒毛的发育,增加营养物质的吸收面,使仔猪终生受益。Waechtersheuser等(2000)试验证实,丁酸盐在仔猪维持肠道粘膜屏障上起了一定的作用,这些酸性物质的缺乏可以导致仔猪溃疡性结肠炎和其它炎症反应。

影响日粮纤维发酵的因素主要有日粮纤维的来源、可溶性、木质化程度、加工及添加水平;同时与日粮纤维在肠道停留的时间、动物的体重、年龄及微生物的种类等有密切的关系(Williams,2001),对猪来说,谷物饲料纤维素的表观消化率系数在0.23~0.65;小麦及麦麸的表观消化率系数为0.24~0.6;燕麦、玉米、小麦麸壳为0.13~0.42。日粮纤维的可溶性是影响其发酵的另一个重要因素。日粮中不溶性纤维越多,日粮纤维所需的降解和发酵的时间也越长。与不溶性洗涤纤维相比,可溶性日粮纤维在到达大肠后可更容易、更快地发酵且发酵也较完全。另外,可溶性日粮纤维可增加大肠甚至于回肠中微生物的数量和活动(Wenk,2001),杨玉芬等的试验显示,仔猪、生长猪和肥育猪对纤维的发酵率在6 h和12 h数值接近,而在24 h仔猪对纤维的发酵率高于生长猪和肥育猪。这提示仔猪也许具有较强的利用日粮纤维的能力(杨玉芬,2003)。

3.1.1 日粮纤维对仔猪营养物质消化率的影响

Pluske等(2001)报道,日粮纤维的存在可引起仔猪食入的氨基酸和其它营养物质的内源性损失及消化率降低。Souffrant(2001)研究表明,可溶性纤维能延长日粮通过肠道的时间,延迟胃排空及葡萄糖的吸收,增加胰腺分泌,减慢吸收速度;不溶性纤维则可减少日粮通过肠道的时间,增强持水力,帮助排泄。日粮纤维可增加干物质的流失和内源性损失,从而导致淀

粉、蛋白质、脂类等营养物质消化率降低。为减少日粮纤维对仔猪的负面效应并充分利用日粮纤维,人们常对其进行各种处理,如豆类籽实的制粒、蒸煮及添加酶制剂等。Medel(2004)等给断奶后 10 d 的仔猪饲喂经加热处理的谷物类饲料,明显改善其日粮消化率和生长速度。

3.1.2 日粮纤维对仔猪腹泻的影响

断奶后 5~10 d 仔猪腹泻一直是制约养猪业发展的关键问题。研究表明,断奶日粮中的纤维成分,如燕麦、小麦、大麦中的纤维均可抑制大肠杆菌的增殖,降低仔猪腹泻率(Thomlinson, Lawrence, 1981)。但 McDonald (2001)研究表明,珍珠大麦中的纤维使肠道病原菌增加,仔猪腹泻率提高,且日粮中的可溶性非淀粉多糖含量与断奶仔猪小肠和大肠中产溶血毒素的大肠杆菌数量成正比,其原因可能与可溶性非淀粉多糖增加了消化物的粘性有关。Hopwood 等(2002)报道,在可消化稻米含量高的断奶仔猪日粮中添加 CMC(一种可溶、可发酵的纤维)会加剧大肠杆菌增殖。

3.1.3 日粮纤维对仔猪肠道上皮的影响

断奶仔猪日粮中添加纤维可增加消化器官(小肠、盲肠、结肠)的容积和重量。这可能是由于日粮纤维能改变消化道上皮组织形态,并最终影响上皮的水解和吸收功能。日粮纤维对消化道上皮形态和细胞周转的影响是多样化的,主要取决于纤维的物理、化学性质,纤维在日粮中的水平及其在肠道中保留的时间,并与动物的种类、年龄和日粮纤维在肠道的吸收部位有关。日粮纤维对仔猪小肠粘膜和大肠粘膜有显著影响,McDonald 等(2001)用高粘度的日粮 CMC 饲喂断奶仔猪发现可缩短小肠绒毛长度,增加隐窝深度。Pluske 等(2003)研究表明,在以水稻为基础经热处理的日粮中添加低粘度的 CMC,可增加断奶仔猪小肠绒毛高度和隐窝深度,但对小肠指状绒毛的形状无明显影响。

3.1.4 日粮纤维对仔猪肠道粘液层的作用

肠粘膜屏障包括肠粘液层屏障(主要是杯状细胞分泌的粘蛋白)和细胞屏障(肠上皮细胞间的紧密连接)。程学慧等(2002)指出粘液层连续地分布于仔猪整个肠道粘膜表面,结肠最厚(大约 830 μm),回肠最薄(大约 123 μm)。粘蛋白是一类由肠道和其它粘膜表面上皮细胞分泌的糖蛋白。它可保护肠道免受饲料的磨损和细菌定植的影响。日粮纤维可调节粘蛋白的分泌与合成,并根据肠道细胞的感染情况改变粘蛋白的

组成。Lien 等(2001)在以小麦为基础的仔猪日粮中添加 0、80、160、240 g 的豌豆纤维,回肠粘蛋白的分泌呈线性增加趋势。

在仔猪日粮中添加适量的纤维,有利于维护仔猪肠道正常的微生物区系和微生态环境,防止消化功能紊乱和腹泻的发生;有利于促进仔猪消化器官的发育,促进仔猪肠道上皮的增生和肠道粘液层的分泌;且日粮纤维经合适的处理后对仔猪营养物质消化率的影响很小,还能够利用较为廉价的饲料并达到提高仔猪健康水平的目的。

3.2 对生长育肥猪的营养作用及其应用

生长肥育猪的消化系统已趋完善,故其利用纤维的能力要比仔猪强的多。生长肥育猪对日粮纤维的利用主要体现在控制采食量、提供能量、维持胃肠道的正常蠕动、改善胴体的品质和降低生产成本等方面。当日粮纤维水平增加时,能量水平降低,猪的采食量就会增加。

3.2.1 日粮纤维对猪采食量的影响

据试验,在一定范围内,当日粮纤维水平增加时,日粮能量水平降低,为满足能量需求,猪能通过自身的生理调控机制,明显提高采食量。NRC(1988)表明,日粮纤维水平增加 1%,饲料采食量则增加 3%。但当日粮纤维水平过高(超过 100 g/kg)时,采食量则明显下降。其原因:一是消化道对纤维适应性增加的容积已不能容纳大体积高纤维日粮;二是纤维含量过高,可导致日粮适口性下降而影响采食量。ABC(1967)日粮纤维水平增加 1%,猪的采食量会增加 3%。但若日粮纤维水平过高时,采食量反而会下降。生长猪对纤维的利用程度取决于纤维的水平、纤维的来源、饲料作物的成熟程度、饲料中其它养分的含量及营养水平。

3.2.2 日粮纤维对猪生产性能和胴体品质的影响

大部分纤维是在猪的盲肠和大肠中被消化的,其过程是一个微生物的发酵过程。纤维发酵产生的挥发性脂肪酸可提供生长猪 5%~28% 的能量需要。Cramp-ton 等(1954)报道含 25% 麦麸的日粮不影响猪的生长速度,而用 12.5% 麦麸加 12.5% 的苜蓿配制日粮使猪增重降低。饲喂高纤维日粮使猪异嗜行为得到缓解,当日粮中纤维素含量超过 7%~10% 时生长会受阻,另外 DF 能减少胃溃疡,日粮内粗纤维水平超过一定值后,饲料转化率下降,但这些不利影响往往随着胴体含脂率下降,产生瘦肉率上升的正面效应。许梓荣(1982)发现,当饲料纤维水平低于 8.78% 时,猪增重速度随

日粮纤维水平的提高而提高;当日粮纤维水平高于 8.78% 时,猪增重速度随日粮纤维水平的提高而降低;当日粮纤维水平为 8.78% 时,猪增重速度最快。同时还发现,当日粮纤维水平为 11.28% 时,猪的可消化采食量在 4~5 月龄偏低,而在 6~7 月龄间能满足猪体的需要,这说明,猪对日粮纤维的适应能力随月龄的增加而增强。

在生长肥育猪日粮中,对纤维性饲料的最佳用量尚无定论,它受到纤维性饲料来源、加工方法、动物等因素的影响。Kjosn P 等(1999)认为在适宜的饲喂范围内(15%~20%),利用甜菜渣不仅可以降低生产成本,还可提高猪的瘦肉率等。Vo Thi Kim Thanh 等(2000)用地方猪和大约克种猪评定了青贮花生叶的效果时发现,以花生叶替代 50% 日粮蛋白质,对猪生长性能没有明显影响,饲料成本降低 22%。一般认为,当生长猪日粮中纤维含量超过 7%~10% 将抑制猪的生长,但这种抑制作用往往伴随着胴体含脂率下降、瘦肉率上升的正面效果。

杨玉芬(2002)以甜菜渣和苜蓿草粉作日粮的主要纤维源研究日粮中不同含量的纤维对肥育猪生产性能和胴体品质的影响。结果表明:日粮中粗纤维质量分数为 6%,可以获得较为理想的生产性能,对胴体品质没有不良影响;粗纤维质量分数为 8%,猪表现为生产性能低下,屠宰率显著降低($P<0.05$),背最长肌脂肪的含量显著降低($P<0.05$),背膘中粪臭素的含量显著提高($P<0.05$)。Kjosn P(1999)认为,饲喂高含量的甜菜渣,尽管降低了猪的生产性能,但也降低了胴体的脂肪含量;他们在日粮中添加 15%~20% 甜菜渣,不仅不影响猪的生产性能,反而提高猪的瘦肉率。霍贵成(1991)报道,稻壳和米糠可提高日粮纤维含量,显著降低背膘厚度($P<0.01$)。

3.2.3 日粮纤维对猪消化道发育和消化酶活性的影响

大量试验证实,日粮纤维对猪的消化道结构、组织形态、消化酶活性、消化道 pH 值、微生态环境等方面均产生了重要的影响,同时亦对猪消化道具有重要的保健作用。

一般来说,随着日粮纤维水平的提高,消化器官重量、长度、容积等均适应性增大,尤其是大肠。Pond 等(1988)研究表明,饲喂高苜蓿粉日粮与低苜蓿粉日粮相比,成年猪肝脏、胃、小肠、盲肠及结肠的重量(占体重的百分比)增加。在 Jorgensen 和 Jensen(1994)的试验中以果胶和豌豆纤维为纤维来源,生长猪消化道

特别是大肠重量及长度增加,大肠重量增加了 2 倍,长度增加了 30%。杨玉芬(2003)以甜菜渣和苜蓿草粉作为试验组的主要纤维源,研究发现,纤维含量为 8% 时,肥育猪胃、胰脏、十二指肠、空肠、盲肠和结肠占活体重的比例分别提高了 20.89%、21.42%、14.28%、17.68%、34.7% 和 22.63%,同时日粮纤维对胰脏和十二指肠中各种蛋白酶的活性均产生显著性的影响($P<0.05$)。陈宏权(1998)在研究增加日粮纤维含量对于消化器官发育的影响时发现,高纤维日粮明显刺激胃、肝和大小肠的生长发育,促进胃重、肝重和大小肠厚度。

Low(1985)报道,日粮纤维对于消化酶的活性和产量都会产生不同的影响,提高日粮中的纤维含量,特别是谷物纤维,能够促进唾液、胃液、胃酸和胃蛋白酶的分泌,提高了胰液的分泌量,由于提高了胰蛋白酶、胰脂肪酶和胰淀粉酶的活性,从而使得胰脏中蛋白的分泌量也有所增加。Richard(1984)研究发现,日粮纤维的来源不同,其对消化酶活性的影响也有所不同,在小白鼠日粮中分别添加瓜尔胶、苜蓿草粉、纤维素和果胶,发现瓜尔胶显著提高了胰淀粉酶、脂肪酶的活性,而降低了蛋白酶的活性($P<0.05$);苜蓿粉极显著提高了胰脂肪酶的活性和胰蛋白酶的活性($P<0.01$)。

3.2.4 日粮纤维对猪消化道 pH 值的影响

高纤维日粮对猪胃肠道 pH 值的影响尚无一致性的报道。Jenry(1994)发现采食高纤维日粮的猪的盲肠和结肠的 pH 值均显著低于采食低纤维日粮的相应部位的 pH 值($P<0.01$),而提高了胃食糜的 pH 值。Drochner 和 Coenen(1986)则发现猪采食含粗纤维 6% 的日粮 3~5 h,胃食糜 pH 值有所降低。Johansen(1993)则认为提高粗纤维含量对胃食糜 pH 值无影响。

3.3 日粮纤维对母猪的营养作用及其应用

大量的研究表明,母猪在妊娠期间采食高纤维日粮具有许多益处,现已引起了人们的关注。在正常情况下,妊娠母猪单位体重的采食水平较低,消化运输速度慢,而且消化容积大,食糜在大肠内被微生物发酵的时间较长,并且其体内纤维分解菌的数量比生长猪高 6.7 倍,故与生长猪相比,妊娠母猪对纤维具有较强的利用能力,二者对低消化率饲料的消化差异较大。研究表明,妊娠母猪由前期到中期对纤维的消化能力逐渐增强,由中期到后期逐渐减弱,纤维消化率降低可导致饲料通路增加,子宫容积增大和消化道容积减少,有利于提高母猪的繁殖性能。下面将日粮纤维对妊娠母

猪中的影响分两个方面予以介绍。

3.3.1 日粮纤维对妊娠母猪产前行为和内分泌的影响

在母猪怀孕期间饲喂高纤维日粮,可以减少母猪异常行为的发生。所谓母猪的异常行为,指的是一种无明显目的的反复行为,常见的有咬栅栏、虚假咀嚼以及过量的额外饮水等。母猪的异常行为会使机体的代谢率升高,饲料转化率下降,并且异常行为的发生对母猪的繁殖性能有害无益。异常行为的发生主要是由于生产者对妊娠母猪实行限饲,以减少能量的摄入量,保持母猪的体况,从而导致其采食量未能得到满足。如通过提高日粮中的纤维含量,降低日粮的能量浓度,使其自由采食高纤维日粮,则既限制母猪对能量的摄入,又可以满足母猪的采食量。Robert 等(1993)报道在怀孕期间,采食高含量的麸皮、玉米芯、燕麦壳或燕麦日粮的母猪,其异常行为比采食传统的玉米-豆饼型日粮的母猪少,而花更多的时间用于静卧,并且减少了额外的饮水次数,过量的饮水会使胃扩张,减少饮水量可减少对粪便的处理量。Morkoc 等(1983)报道,高纤维日粮会加快食糜流通速率,减少产生内毒素的有害菌数量。由大肠杆菌产生的内毒素会降低母猪体内促乳素的浓度,而饲喂高纤维日粮的母猪,血液中促乳素的浓度较高,这也许对仔猪有利。Famer 等(1995)以麸皮、玉米芯和燕麦壳作为纤维来源,研究在怀孕期间饲喂高纤维日粮对母猪产前行为和内分泌的影响。结果表明,以麸皮、玉米芯为纤维来源的日粮中母猪血液中促乳素的含量比较高,同时,以麸皮、玉米芯为纤维来源的日粮趋向于使母猪分娩时更安静。Matte 等(1994)报道,妊娠期间采食小麦麸和玉米芯的母猪,异常行为减少 50%,休息时间延长 12.8%(每天 3 h)。母猪行为的改变可降低能量的维持需要,提高能量利用率,为母猪和胎儿生长提供更多的能量。并且高纤维日粮经发酵可产生更多的挥发性脂肪酸,特别是乙酸,可直接用于合成乳脂,提供高能量的乳。王九峰(2000)报道,给母猪分别饲喂以甜菜和麦麸为纤维源的日粮,结果甜菜纤维组可显著降低母猪进食后胃内的 pH 值及大肠杆菌的浓度($P<0.05$),麦麸纤维组可显著提高母猪胃内乳杆菌的数量($P<0.05$)。

3.3.2 日粮纤维对母猪繁殖性能的影响

研究表明,妊娠母猪在现代养猪生产体系中有效利用日粮纤维的能力最强,比生长猪能更好地利用高纤维、低能量日粮,限饲的妊娠母猪比自由采食的生长猪能从纤维性饲料中获取更多的能量。由于母猪采

食量低、食糜流通速度慢,从而导致母猪肠道后段有很强发酵能力,成猪体内纤维分解菌的数量约为生长猪的 6.7 倍;且母猪的采食潜力很大,远大于其妊娠所需的量。人们便利用这一特性在妊娠母猪中应用低能高纤维饲料。猪日粮中添加高纤维物质还可增进动物健康,提高食糜通过胃肠的速度或降低胃溃疡的发生(Low,1985),并可防止便秘,降低异常行为的发生率,提高母猪的生产性能。Munchow 等(1982)和 Mroz 等(1986)分别用水解或氨化麦秸和麦壳代替妊娠母猪饲料中的部分谷物,结果表明母猪的繁殖性能显著提高(提高窝产活仔数 1.5 头)。Reese(1997)报道,给妊娠期母猪饲喂苜蓿干草、苜蓿半干青贮料、玉米蛋白饲料、燕麦壳或麦秸,可提高产活仔数 0.5~1.8 头;而妊娠母猪日粮中添加苜蓿草粉或酒糟会稍微降低每窝的活产仔数;妊娠期饲喂高纤维日粮的母猪,其断奶仔猪数平均提高 0.3 头/窝。他指出,为获得最大的断奶窝仔数,母猪妊娠期每天应消耗 350~400 g NDF。日粮纤维提高窝产仔数的生物学机制还不清楚。

总之,在妊娠母猪日粮中添加适量的纤维成分可在一定程度上提高母猪的繁殖性能。关于日粮纤维对母猪繁殖性能的影响研究结果不一致的原因有:①日粮纤维来源不同,其有效成分不同、理化特性不同,影响也就不同;②即使来源相同,若收割时间、加工处理不同,影响也不同;③各研究者的试验条件(日粮组成、纤维成分的添加比例、猪的品种、胎次、体况、母猪数量、饲养管理等)也不完全一致;④母猪繁殖性能方面的研究影响因素较多,且母猪本身有很强的自我调节能力,对高纤维日粮具有很高的耐受力。

4 纤维在各类猪饲料中的适宜水平

在各类猪日粮配方设计时,纤维含量应依猪的年龄、体重、纤维的消化特征、环境温度和纤维的加工程度而确定。

4.1 仔猪

仔猪补料中纤维含量一般较低,如果过高则影响食欲。实验表明,在仔猪日粮中使用 5% 的小麦麸或甜菜渣,并没有观察到养分消化率下降的现象,而是影响了养分在消化道不同部位降解的比例。

4.2 生长肥育猪

一般认为,纤维在育成猪日粮中超过 7% 时对生长有抑制作用,能量被纤维稀释是影响增重的主要原因。ARC(农业研究中心)认为,生长猪饲料中每增加 1% 的粗纤维,猪的生长速度降低 2%,每千克增重消

耗饲料增加 3%。

4.3 母猪

母猪对纤维具有较高的消化吸收能力,但是纤维在日粮中的比例多高为宜,尚不清楚。宋育(1995)认为以苜蓿和燕麦配制母猪饲料时,粗纤维含量可达 10%~12%。

5 结语

随着畜牧业的快速发展,有人预言未来的养猪业将直接与人类争夺谷物粮食,有限的谷物供给可能迫使养猪业不得不利用大量人类不能利用的饲料。鉴于此,猪利用纤维饲料的研究近年来引起人们的广泛兴趣。目前有关猪利用纤维的研究主要集中在日粮纤维对猪的生产性能的影响方面,而对不同生长阶段猪日粮纤维的最佳需求量和不同原料的适宜用量的研究很少。人们目前对猪大肠微生物区系的了解还不够,猪利用日粮纤维研究的难度也较大,但只要查明大肠中分解纤维素细菌和其它细菌间的交互影响、微生物和寄主间的交互影响,并利用生物技术对一些饲料作物进行改良,相信其应用前景还是比较乐观的。

参考文献

- [1] J. W. Devries, L. Prosky, B. Li, et al. A historical perspective on defining dietary fiber[J]. *Cereal foods world*, 1999, 44(5):367-369.
- [2] Trowell H. Fiber: a natural hypocholesteremic agent[J]. *Am. J. Clin Nutr.*, 1972, 25(5):464-465.
- [3] Trowell H C, Southgate D A T, Wolever T M S, et al. Dietary fiber redefined[J]. *Lancet*, 1976: 967.
- [4] Theander O, Aman P, Westerlund E, et al. Enzymatic/chemical analysis of dietary fiber[J]. *AOAC Int*, 1994, 77(3):703-709.
- [5] 卢德勋. 日粮纤维的营养作用及其利用[A]//刘建新主编. 饲料营养研究进展[C]. 亚洲中医药杂志社, 1998: 13-24.
- [6] 朱伟云, 姚文, 毛胜勇. 变性梯度凝胶电泳法研究断奶仔猪粪样细菌区系变化[J]. *微生物学报*, 2003, 43(4):503-508.
- [7] Sakata T, Inagaki A. Organic acid production in the large intestine: implication for epithelial cell proliferation and cell death[A]//Piva A, Bach Knudsen K E, Lindberg J E. The Gut Environment of pigs [C]. Nottingham: Nottingham University press, 2001: 85-94.
- [8] Waechtersheuser A, Stein J. Rationale for the luminal provision of butyrate in intestinal diseases[J]. *Europ J. Nutr.*, 2000, 39:164-171.
- [9] Williams B A, Verstegen M W, Tamminga S. Fermentation in the large intestine of single-stomached animals and its relationship to animal health[J]. *Nutr. Res. Rev.*, 2001, 14:207-227.
- [10] Wenk C. The role of dietary fibre in the digestive physiology of the pig[J]. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 2001, 90:21-33.
- [11] 杨玉芬, 卢德勋, 许梓荣, 等. 猪日粮中一些原料纤维品质评价的研究[J]. *江西农业大学学报*, 2003, 25(5):758-762.
- [12] Pluske J R, Kim J C, McDonald D E, et al. Non-starch polysaccharides in the diets of young weaned piglets [M]. CABI publishing, Walling-ford, 2001:81-112.
- [13] Souffrant W B. Effect of dietary fiber on ileal digestibility and endogenous nitrogen losses in the pig[J]. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 2001, 90:93-102.
- [14] Medel P, Latorre M A, Blas C, et al. Heat processing of cereals in mash or pellet diets for young pigs[J]. *Anim. Feed. Sci. Technol.*, 2004, 113:127-140.
- [15] McDonald D E, Pethick D W, Mullan B P, et al. Increasing viscosity of the intestinal contents alters small intestinal structure and intestinal growth, and stimulate proliferation of enterotoxigenic *Escherichia coli* in newly-weaned pigs[J]. *Br. J. Nutr.*, 2001, 86:487-498.
- [16] Hopwood D E, Pethick D W, Hampson D J, et al. Increasing the viscosity of the intestinal contents stimulates proliferation of enterotoxigenic *Escherichia coli* and *Brochyspira pilosicoli* in weaner pigs[J]. *Br. J. Nutr.*, 2002, 88:523-532.
- [17] Pluske J R, Black B, Pethick D W, et al. Effects of different sources and levels of dietary fibre in diets on performance, digesta characteristics and antibiotic treatment of pigs after weaning [J]. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 2003, 107:129-142.
- [18] Lien K A, Sauer W C, He J M. Dietary influences on the secretion into and degradation of mucin in the digestive tract of monogastric animals and humans[J]. *J. Anita. Feed Sci.*, 2001, 10:223-245.
- [19] 杨玉芬, 卢德勋, 许梓荣, 等. 日粮纤维对肥育猪生产性能和胴体品质的影响[J]. *福建农林大学学报(自然科学版)*, 2002, 31(3):366-369.
- [20] Kjosn P, OV Erland Matre, Matre T. Pig feed from sugar beet pulp[J]. *Feed Mix*, 1999, 7 (4) : 22-24.
- [21] 霍贵成. 地方猪种对纤维饲料利用的研究及纤维饲料对生产性能和背膘厚度的影响[J]. *畜牧兽医学报*, 1991, 22: 318-322.
- [22] 杨玉芬, 卢德勋, 许梓荣, 等. 日粮纤维对肥育猪消化道的发育和消化酶活性的影响[J]. *福建农业学报*, 2003, 18(1):34-37.
- [23] 陈宏权, 蒋模有, 赵瑞莲. 皖南花猪消化系统生长发育研究[J]. *安徽农业大学学报*, 1998, 25(2):157-162.
- [24] Low A G. The role of dietary fiber in digestion, absorption and metabolism [A]// Proceedings of the 3rd International Seminar on Digestive Physiology in the pig[C]. Copenhagen May 16-18, 1985: 157-179.
- [25] Richard M D, Barbara O. Dietary fiber and intestinal adaptation: effects on intestinal and pancreatic digestive enzyme activities [J]. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1985, 41:1 249-1 256.
- [26] 王九峰, 李德发. 不同类型与水平的日粮纤维对怀孕母猪胃内 pH 值以及微生物状态的影响研究[J]. *饲料研究*, 2000(3):5-7.
- [27] Duane E. Reese. Dietary fiber in sow gestation diets reviewed[J]. *Feedstuffs*, 1997(6):11-15.
- [28] 宋育. 猪的营养[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995.

(编辑: 刘敏跃, lm-y@tom.com)

早期营养对雏禽卵黄囊吸收影响的研究进展

朱小惠 王志跃

摘 要 卵黄囊是雏禽的一个重要营养来源。雏禽卵黄囊的吸收状况将严重影响其后期的生长发育,而早期饲喂与否、开食料的营养物质含量等因素直接影响到这一吸收过程。为此,文章就卵黄囊的形成及其功能、早期饲喂与禁食及饲料营养成分对卵黄囊吸收的影响等方面的研究进展进行综述。

关键词 营养;卵黄囊;雏禽

中图分类号 S831.4⁺4

雏禽在出壳后第一周内经历了从内源性营养(卵黄囊)向外源性营养(饲料)过渡的转变。这对于雏禽来说是一个很大的应激,如若处理不好这个转变过程将会导致雏禽早期体重下降、消化系统发育不良、免疫力低下等情况,从而影响雏禽的生长发育及后期的生长性能。

在雏禽早期营养的研究中,多数学者认为,限制后期胚胎和初生雏的生活力和发育的因素可能有以下几个方面:蛋内所含发育所需的营养量以及胚胎孵化期间的营养储备(肝糖元、肌细胞、蛋黄);胃肠消化道利用外源性碳水化合物与高蛋白日粮的能力;出雏后前几天雏禽依赖卵黄囊剩余营养的能力。由此可见,卵黄囊阶段的营养即早期营养在禽类营养中起着至关重要的作用^[1]。

1 卵黄囊的形成及其作用

鸡的卵黄囊是早期形成的胚膜,于孵化的第 2 d 开始形成,以后逐渐向卵黄表面扩展,第 4 d 包围卵黄 1/3,第 6 d 包围卵黄 1/2,到第 9 d 几乎覆盖整个卵黄的表面。与此同时,在卵黄囊上的血管网以同等的速度随着卵黄囊分布到整个卵黄。卵黄囊由卵黄囊柄与胎儿连接,卵黄囊能分泌一种消化酶,将卵黄变成可溶状态,使一些浓稠的卵黄呈液体状而被卵黄囊壁细胞吸收,并通过卵黄囊毛细血管的内皮细胞进入血液,从而使卵黄中的营养物质可以被吸收并输送给发育中的胚胎。卵黄囊在孵化初期具有与外界交换气体的功能,出壳前与卵黄一起被吸入腹腔中^[2]。

卵黄囊内的营养物质除了一部分经过代谢提供

雏禽维持需要外,另外一部分则转移入雏禽体内供其它组织器官的生长发育。王和民等^[3]发现,雏鸡在 12~58 时龄内,卵黄囊内营养素的减少量大于同期全屠体(含卵黄囊)相同营养素的减少量。这种现象说明,不仅刚出壳雏鸡前三天所需的能量、蛋白质、氨基酸等完全由卵黄囊(内源营养)提供,而且还说明了卵黄囊内的大量营养素向雏鸡体内转移。陈伟亮^[4]在比较 11~59 时龄扬州鹅雏鹅体重损失与卵黄囊损失的试验中,得到了一致的结论。

然而,Dibner 等^[5]则认为雏鸡出壳后 24~72 h 内,将残余卵黄囊中的蛋白质作为氨基酸来源,或者将其中的脂肪作为能量来源则是对资源的一种浪费,并且不能发挥最佳生产潜能。如果能够提供饲料以满足出壳后的营养需要,则能刺激雏禽胃肠道和免疫系统的发育,从而促进其生长发育。因此,在新生雏的这个重要阶段提供适宜的营养物质是有效促进禽类生长发育,改善其生产性能的有效途径。

2 卵黄囊的吸收过程

在整个孵化过程中蛋黄在供钙方面只是起到一定的调节作用,胚胎发育所需要的钙绝大部分都来自蛋壳与蛋白。然而胚胎 94.12% 的磷来自蛋黄,在供磷方面蛋黄发挥了主导作用。在鸡蛋 21 d 的孵化期中,蛋黄中的蛋白质含量时高时低,说明胚胎在利用蛋黄中的营养物质时并不是单一的,而是不断变化的。胚胎发育早期,主要是利用蛋白和蛋黄中的碳水化合物,4 胚龄时开始分解蛋白中的蛋白质和蛋黄中的脂肪,而在 14 胚龄后,蛋黄中的粗脂肪含量不断下降,18 胚龄以后加速了对蛋黄中脂肪的利用^[6]。Noble 等^[7]研究报道,在孵化的最后 7 d 要消耗全部脂类的 80%。

卵黄中的营养物质经过胚胎期的利用,鸡大约有 20% 的卵黄物质剩余在卵黄囊中,这些物质将在出壳后 1 周内被逐渐吸收^[8]。陈伟亮等^[4]研究扬州鹅的卵黄囊吸收规律时发现,在 11~59 时龄这段时间内绝食条

朱小惠,扬州大学动物科学与技术学院,225009,江苏省扬州市文汇路。

王志跃(通讯作者),单位及通讯地址同第一作者。

收稿日期:2008-08-02

件下的雏鹅卵黄囊干物质、燃烧值、粗蛋白和粗脂肪的损失分别占原有的 77.07%、80.54%、76.86% 和 70.07%;而采食条件下,59 时龄内低能组粗蛋白和粗脂肪的平均相对利用率分别为 95.68% 和 88.27%。各种氨基酸消耗都集中在 11~59 时龄,70% 以上的物质都在这一时期被利用,如采食条件下低能组损耗蛋氨酸和赖氨酸总量的 88.68% 和 82.37%,而绝食条件下只有 82.04% 和 73.89% 被利用。然而对鸭卵黄囊吸收的研究还处于空白阶段。

3 日粮营养物质含量对卵黄囊吸收的影响

3.1 日粮中碳水化合物对卵黄囊吸收的影响

卵黄囊营养对初生雏禽来说是一个营养储备库,但仅靠雏禽本身是没法打开这个能量库的,只有尽快给雏禽提供饲料才能帮助它们打开并利用这些能量。从生理学角度讲,雏鸡需要摄入碳水化合物才能利用卵黄中的脂类,从而成功地利用卵黄的能量储备。

卵黄囊营养是用于维持需要的,而外源摄入的能量才是用于生长需要的^[9],能量特别是以葡萄糖形式提供的能量比蛋氨酸和油酸吸收得更加彻底^[10]。而饲料中的碳水化合物只有在条件适合的情况下才能被较好地吸收。Moran^[11]研究表明,雏禽由于肠道发育不完全,葡萄糖的皮下注射比食入对生长和能量供应更有效。而经口腔提供外源性碳水化合物饲料可以提高残余卵黄囊的利用率,这可能是由于经口腔食入的饲料促进了肠道的发育,从而提高了肠道机能及卵黄通过卵黄蒂进入肠道的排空速度。

3.2 日粮中脂类对卵黄囊吸收的影响

Kori S. Baker^[12]以卵黄为饲料的研究表明,饲喂卵黄组(包括未经孵化的卵黄和刚出壳雏鸡的残余卵黄囊两种饲料)在 6 日龄时与饲喂粉料的对照组雏鸡相比体重较小,并且死亡率较高。该学者认为,这是由于卵黄含有较高的脂类,较难消化,再加上雏禽消化器官还没有发育完全,导致消化不良和食欲下降,而饲喂粉料组由于脂类等营养物质含量少,促使雏禽采食量增加,从而促进体增重的增加。而在去除卵黄囊试验中,去除卵黄囊组由于缺少卵黄囊营养物质的支持,不得不以减少运动、增加采食来维持生存,因此出现 13 日龄前体重较对照组小,但到 13 日龄后出现体重增加的趋势。由此可见,雏禽从卵黄和摄入的饲料中吸收的脂类都是可以有效利用的。因此,雏禽开食料中脂类等营养物质不是越多越好,要根据雏禽自身的生理特点配制开食料,才能使其生长达到最佳状态。

3.3 日粮中其它营养物质对卵黄囊吸收的影响

Nobakht^[13]研究证实,在开食料之前使用一个阶段的预开食料,对于提高雏鸡的生长是很有必要的。在饲喂预开食料的起初 3~4 d 内,雏鸡卵黄囊内的大部分营养物质已被吸收,这种配给形式可能比通常的开食料价格要高,但是这种饲料只在较短的时间内使用,且有利于生长发育。因此,雏鸡在第一天使用这种饲料,对其生长、饲料利用率、群体均一度 and 最后的经济效益都是有益的^[14]。Boersma 等^[15]在肉仔鸡诱食料中添加 Oasis,并在 30 h 内饲喂则 3 周龄内肉仔鸡体重增重较快。其中 Oasis 诱食料中的营养物质含量如下:含水量 9.9%、粗蛋白 25.5%、粗脂肪 5.0%、粗纤维 4.1%、代谢能(计算值)12.16 MJ/kg、P 0.79%、K 1.10%、Mg 0.2%、Na 0.15%。另外,有研究发现葡萄糖-酪蛋白型日粮对幼雏的生长很有利^[16]。

日粮中添加 0.1% 的牛黄酸可显著提高肉仔鸡 6 日龄体重,降低 0~45 日龄的料重比^[17]。卵黄囊中营养物质的消失有 66% 是在 24~72 时龄完成的,添加牛黄酸可使此期间卵黄囊营养物质的消失率显著提高,达到 77.94%,使 144 时龄卵黄囊营养物质总利用率提高 16.01%。

在出壳后的最初几天,家禽日粮代谢能值受到残余卵黄囊的影响,同时代谢能值的高低也会影响雏禽对卵黄囊内容物的吸收^[18]。因此选择合适的日粮营养水平以达到合理利用卵黄囊中所储备的营养是非常必要的^[19]。

4 早期饲喂和禁食对卵黄囊吸收的影响

有研究表明,早期饲喂确实可以促进新生雏的早期日增重。其它一些学者的研究也证明了早期饲喂有利于增重及卵黄囊的吸收与利用的观点^[20-23]。Gonzales 等^[24]研究表明,雏鸡最长禁食时间是 36 h(即出雏后 48 h),在这个时间段内禁食并不影响卵黄囊的吸收。但是当禁食时间达到 96 h(即出雏后 108 h)则卵黄囊的吸收受到影响。

Franco 等^[25]的研究表明,卵黄囊利用的情况取决于雏禽安置时间即饲喂时间。虽然在该研究中的 4 个处理组(推迟时间分别为 12、24、36、48 h)卵黄囊的重量差异不显著($P>0.05$),但是在这个阶段体重呈下降趋势且差异显著($P<0.05$)。由此可见,仅依靠卵黄囊的营养物质不能满足生长需要,甚至不能维持体重。赵红波等^[26]的研究结果表明,早期饲喂组鸡的体重显著大于早期禁食组,早期饲喂组的卵黄囊重有低于早

期禁食组的趋势,说明早期饲喂没有阻碍卵黄囊的吸收,可能还有促进作用。这可能是早期饲喂节省了卵黄囊中的免疫球蛋白,促进免疫器官的发育和建立自身的主动免疫以及提高了体增重。有研究表明,切除卵黄囊后的3 d,尽管肠重和肝重明显降低,但对雏禽的饲喂试验或禁食试验都显示,采食营养素对家禽初始增重的促进作用比残留卵黄更有价值。

5 小结

对于卵黄囊及早期营养的研究国内外还主要集中在鸡上,而对于鹅的研究还较少,目前王志跃等对扬州鹅进行了一定的研究,在鸭的研究就更少了。

禽类的卵黄囊营养是事实存在的,并在雏禽的早期营养中占有特殊的地位。但是,雏禽出雏后24~72 h仅依靠卵黄囊作为营养来源是对有效资源的一种不合理利用。因此了解和掌握卵黄囊的生理特点,卵黄囊中各种营养素的含量以及各种营养素的转移、利用等情况,对于丰富卵黄囊期雏禽营养研究与合理饲养是十分必要的。然而,在出雏后雏禽对于何种营养物质的需求是迫切的;在这个重要的阶段给雏禽提供怎样的营养物质;怎样进一步促进卵黄囊中营养物质的吸收、利用还需要进一步研究,进而为雏禽开食料的配制奠定一个良好的基础。

参考文献

- [1] 刘向萍. 早期营养方法及其潜力[J]. 中国家禽, 2005, 27(6): 55.
- [2] 杨宁. 家禽生产学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004.
- [3] 王和民, 霍启光, 李韶标, 等. 肉用雏鸡在绝食条件下的卵黄囊营养和维持需要[J]. 畜牧兽医学报, 1994, 25(1): 13-19.
- [4] 陈伟亮. 雏鹅卵黄囊营养及0~3周龄适宜能量、蛋白质水平的研究[D]. 扬州: 扬州大学, 2003.
- [5] J. J. Dibner, C. D. Knight, F. J. Ivey. The feeding of neonatal poultry. world poultry, 1998, 14(5): 20-31.
- [6] 杨海明. 孵化期间鸡蛋内物质转移及利用的规律性研究[D]. 扬州: 扬州大学, 2005.
- [7] Noble RC, Cocchi M. Lipid metabolism and the neonatal chicken. Progress Lipid Research, 1990, 29(2): 107-140.
- [8] Cheville N, F. Coignoul. Calcium in the turkey yolk sac during late development and postembryonic involution. American Journal of Veterinary Research, 1984, 45: 2 458-2 466.
- [9] Anthony N B, E. Dunnington, P. B. Siegel. Embryo growth of normal and dwarf chickens from lines selected for high and low 56 d body weight. Arch Geflügelkd, 1989, 53:116-122.
- [10] Noy Y, David Sklan. Energy Utilization in Newly Hatched Chicks. Poultry Science, 1999, 78:1 750-1 756.
- [11] Moran E T. Subcutaneous glucose is more advantageous in establishing the posthatch poult than oral administration. Poultry Science, 1988, 67: 493-501.
- [12] Kori S, Baker. Utilization of yolk as a feed source in newly hatched chicks with and without vitellin, Animal and Poultry Sciences, 1997: 10.
- [13] Nobakht A. Primary nutrition of broiler. Poultry Jahan, 2001,17 (18): 25-45.
- [14] A.A.Saki. Effect of Post-hatch Feeding on Broiler Performance. International Journal of Poultry Science, 2005, 4 (1): 4-6.
- [15] S. I. Boersma, F. E. Robinson, R. A. Renema, et al. Administering Oasis Hatching Supplement Prior to Chick Placement Increases Initial Growth with No Effect on Body Weight Uniformity of Female Broiler Breeders After Three Weeks of Age. The Journal Applied Poultry, 2003, 12:428-434.
- [16] A. B. Batal, C. M. Parsons. Effects of Age on Nutrient Digestibility in Chicks fed Different Diets. Poultry Science, 2002, 81: 400-407.
- [17] 何天培, 周毓平, 王玉江. 牛黄酸对肉仔鸡卵黄囊内微量元素转移吸收及生产性能的影响[J]. 动物营养学报, 1995, 7(4): 14-19.
- [18] elenka J. Influence of the age of chickens on the metabolisable energy values of poultry diets. British Poultry Science, 1968(9): 135-142.
- [19] 孔学民, Anderson D.M. 日粮中不同 Mn、Zn 水平对雏鸡卵黄囊中 Mn、Zn 转移的影响[J]. 畜牧兽医学报, 1996, 27(1): 16-24.
- [20] Heywang B W, M. A. Jull. The influence of starvation and feeding mash and scratch and grain respectively, at different times on yolk absorption in chicks. Poultry Science, 1930(9): 291-295.
- [21] Bierer B W, T. H. Eleazer. Effect of feed and water deprivation on yolk utilization in chicks. Poultry Science, 1965, 44:1 608-1 609.
- [22] Moran E T, B. S. Reinhart. Poultry yolk sac amount and composition upon placement: Effect of breeder age, egg weight, sex, and subsequent change with feeding or fasting. Poult. Sci., 1980, 59: 1 521-1 528.
- [23] Noy Y, Z. Uni, D. Sklan. Routes of yolk utilization in the newly-hatched chick. British Poultry Science, 1996, 37: 987-996.
- [24] E. Gonzales, N. Kondo, E'. S. P. B. Saldanha, et al. Performance and Physiological Parameters of Broiler Chickens Subjected to Fasting on the Neonatal Period. Poultry Science, 2003, 82:1 250-1 256.
- [25] Franco JRG, Murakami AEI, Natali MRMII, et al. Influence of delayed placement and dietary lysine levels on small intestine morphometrics and performance of broilers. Revista Brasileira de Ciencia Avicola, 2006, 8(4): 233-241.
- [26] 赵红波. 早期饲喂和禁食对新生肉雏消化系统发育规律及超前期日粮应用的研究[D]. 山东: 山东农业大学, 2002.

(编辑: 刘敏跃, lm-y@tom.com)

饲粮蛋白水平对肥育猪不同部位肌纤维发育增生的影响

王 丹 唐金虎

摘 要 试验比较研究了接近等氨基酸模式下, 饲粮蛋白水平对肥育猪不同部位肌肉肌纤维发育增生的影响。饲粮蛋白水平分别为 10%、18%、26%, 试验选用平均体重约 53 kg 的长×大二元杂交去势公猪 54 头。试验采用单因子完全随机区组设计, 随机分为 3 个处理, 每个处理 3 个重复(圈), 每个重复 6 头猪, 在接近等氨基酸模式 TD-Lys : TD-Met : TD-Thr : TD-Trp=100 : 34.6 : 71.7 : 19.2, 且在等能(14.2 MJ/kg)条件下进行试验。采用石蜡切片方法, 测定了肥育猪肌纤维横截面积、直径与密度, 探讨在接近等氨基酸模式下饲粮蛋白水平对肥育猪肌纤维发育增生的影响。结果表明, 通过提高饲粮蛋白质水平, 进而提高动物体蛋白质的沉积效率, 机体蛋白质含量的增加导致不同部位肌纤维横截面积和直径增大, 即肌纤维体积增大, 随着肌纤维的增粗, 导致单位面积内肌纤维密度下降。

关键词 蛋白质; 肌纤维; 增生; 肥育猪

中图分类号 S816.4

Effect of diet protein level on muscle fiber hypertrophy of different part in the finishing pigs

Wang Dan, Tang Jinhu

Abstract The experiment study the effect of diet protein level at the ideal balance amino acid pattern on muscle fiber hypertrophy of different part in the finishing pigs. Adopting wholly random design, fifty-four about 53 kg (Larger White×Landrace) dual hybrid castrated boar, which are divided into three treatments, each treatment including three replicated (six pigs per replicated), and fed with diets of three protein levels (10%, 18%, 26%) respectively. The energy concentration and amino acid pattern in the three diets were kept same. Adopting paraffins ection, the morphological quantity parameters are detected. In conclusion, the diet protein level may improve the deposit degree of protein in the body of animal. The morphological quantity parameters at the different part muscle fiber is increased with amount of the protein in the body, that is to say, the volum of muscle fiber is growing; The amount of connective tissue and adipose tissue is increased with the thickening muscle fiber, the muscle fiber density is cut down.

Key words protein; muscle fiber; hypertrophy; finishing pigs

对猪而言, 在胚胎期 90 d 肌纤维的数目就已经不再发生变化(Wigmore PM, 1983), 因而出生后肌纤维的生长主要是指肌纤维的肥大(hypertrophy)。肌纤维的肥大是依赖于肌原纤维的增多, 其中细胞核的增加是依赖卫星细胞的分裂, 卫星细胞分成两个, 一个继续为卫星细胞, 另一个与肌纤维融合, 使肌细胞进一步增大(Campion, 1979; campion, 1981)。肌纤维作为肌肉的主要组织结构基础, 随着动物种类、营养、性别、遗传因素、生长阶段、肌肉部位的不同, 其大小表现出显著差异。

本试验通过检测肌纤维性状指标, 在接近等真可消化氨基酸及等能模式下, 研究饲粮蛋白水平对肌纤维性状指标的影响, 揭示了提高饲粮蛋白水平可以促进肌肉肌纤维的发育增生, 为肌肉肌纤维发育的调控提供一些基础数据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

选择初重约 53 kg 的长×大二元杂交去势公猪 54 头。采用单因子完全随机区组设计, 随机分为 3 个处理, 每个处理 3 个重复(圈), 每个重复 6 头猪。3 个处理 CP 为 10%、18%、26%, 在接近等氨基酸模式 TD-Lys : TD-Met : TD-Thr : TD-Trp=100 : 34.6 : 71.7 : 19.2 与等能(14.2 MJ/kg)条件下进行试验。试验期为 67 d。试验猪均来自于阜新种猪场, 圈养(每圈 6 头猪), 试验期间采取限量饲喂和自由饮水, 饲喂全价饲料。饲粮组成及营养水平见表 1。配方的中蛋白组参照 NRC

王丹, 上海禾丰饲料有限公司, 201807, 上海市嘉定工业区沥红路 151 号。

唐金虎, 单位及通讯地址同第一作者。

收稿日期: 2008-07-15

(1998)营养需要配制,低蛋白组比中蛋白组蛋白降低 8 个百分点,高蛋白组蛋白比中蛋白组提高8 个百分点。

表 1 试验饲料组成及营养水平

项目	高蛋白组	中蛋白组	低蛋白组
饲料组成(%)			
玉米	47.80	67.40	87.50
玉米蛋白粉	15.30	4.00	0.50
棉粕	8.00	6.90	4.30
玉米纤维	6.30	2.10	3.50
豆粕	18.50	16.00	1.20
石粉	0.90	1.00	1.00
磷酸氢钙	0.30	0.30	0.40
玉米油	1.00	0.50	0.00
氯化钠	0.40	0.40	0.40
L-盐酸赖氨酸	0.50	0.40	0.20
预混料	1.00	1.00	1.00
合计	100.00	100.00	100.00
营养水平			
消化能(MJ/kg)	14.20	14.20	14.20
粗蛋白(%)	26.00	18.00	10.00
钙(%)	0.51	0.50	0.49
有效磷(%)	0.20	0.19	0.20
真可消化赖氨酸(%)	1.12	0.91	0.41
真可消化蛋氨酸(%)	0.41	0.27	0.16
真可消化苏氨酸(%)	0.82	0.59	0.31
真可消化色氨酸(%)	0.20	0.17	0.08

1.2 试验方法

1.2.1 采样

大约 100 kg 时屠宰,屠宰方式为电击,悬挂放血,60~62 ℃水温烫毛 45~60 s,脱毛机脱毛,冷水洗。将屠宰后的供试猪,在 2 h 内轻轻割取左半胴体的六块肌肉组织:背最长肌、腰大肌、半腱肌、半膜肌、臂三头肌、臀中肌(3 cm×1.5 cm×0.5 cm),切面与肌纤维走向垂直,每头猪都取大致相同部位的肌肉,取后立即放入 4%的中性福尔马林溶液中固定。

1.2.2 切片制备与染色

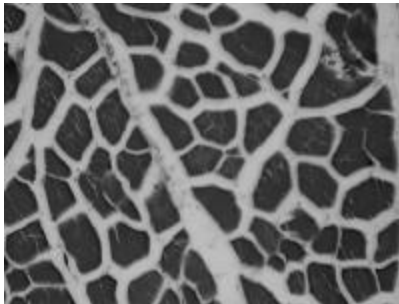
制备石蜡切片(兰玉辉,1988),进行 HE 染色(见图 1)。

1.2.3 图像分析

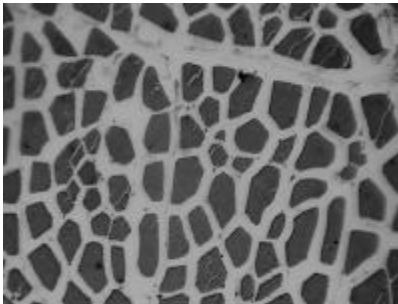
应用成像学显微镜和江苏捷达形态学图像分析系统 1.0 Version 进行图像采集,肌纤维性状指标的计算参照刘冰(2005)、余德勇(2005)。

1.2.3.1 肌纤维横截面积与横截面直径的测定

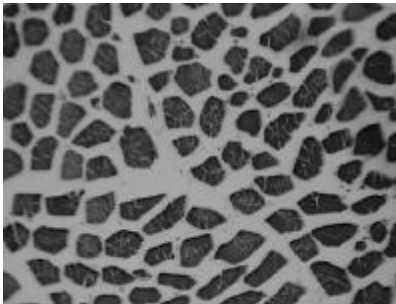
应用江苏捷达形态学图像分析系统 1.0Version,每张切片随机测定 5 个视野,自动记录肌纤维横截面积和横截面直径。



高蛋白组



中蛋白组



低蛋白组

图 1 经苏木素-伊红染色的大长猪背最长肌石蜡切片

1.2.3.2 肌纤维密度的测定

将一张横切石蜡切片置于 10×4 摄像显微镜下,随机选取五个视野,在电脑中保存图像,应用江苏捷达形态学图像分析系统 1.0Version,测量单个图像总面积,并统计其中肌纤维数目,计算肌纤维密度。

1.3 数据处理

统计数据用“平均数±标准差”表示,方差分析采用 SPSS16.0 软件,多元方差分析的功能模块调用步骤为“Analyze”→“General Linear Model”→“Multivariate”。

2 结果与分析

2.1 饲料蛋白水平对肌纤维横截面直径的影响(见表 2)

由表 2 可知,六块肌肉的肌纤维横截面直径存在

着相同的规律,随着饲料蛋白水平的提高,肌纤维横截面直径相应地均逐渐增大。表中数据显示饲料蛋白水平与肌肉部位对骨骼肌纤维横截面直径均具有极显著影响($P<0.01$),且二者间存在交互作用($P<0.05$)。将不同蛋白水平的数据进行合并分析,不同部位的肌纤维横截面直径变化趋势为:腰大肌<背最长肌<半腱肌<半膜肌<臂三头肌<臀中肌。

2.2 饲料蛋白水平对肌纤维横截面积的影响(见表 3)

由表 3 可知,六块肌肉的肌纤维横截面积存在着相同的规律,均随着饲料蛋白水平的提高逐渐增大。表中数据显示饲料蛋白水平与肌肉部位对骨骼肌纤维横截面积均具有极显著影响($P<0.01$),且二

者间存在交互作用($P<0.05$)。将不同蛋白水平的数据进行合并分析,不同部位的肌纤维横截面积变化

趋势为:腰大肌<背最长肌<半腱肌<半膜肌<臂三头肌<臀中肌。

表2 饲料蛋白水平对肌纤维横截面直径的影响(μm)

项目	高蛋白组	中蛋白组	低蛋白组	平均
背最长肌(LD)	71.93±2.27 ^{Ab}	68.39±1.79 ^{Ab}	56.62±4.32 ^{Bc}	65.65 ^{Cc}
半腱肌(ST)	77.29±2.94 ^A	65.25±1.21 ^B	54.86±2.29 ^C	65.80 ^{Cc}
半膜肌(SM)	74.53±5.25 ^A	68.52±0.38 ^{ab}	66.62±1.34 ^b	69.89 ^{ABCb}
臂三头肌(AT)	80.05±2.97 ^{As}	71.80±5.79 ^{Ab}	59.18±0.48 ^{Bc}	70.34 ^{ABb}
臀中肌(GM)	84.38±6.32 ^{As}	75.58±0.68 ^{ABab}	62.60±4.24 ^{Bc}	74.19 ^{As}
腰大肌(PM)	65.70±2.24 ^{As}	58.96±5.12 ^{ABab}	50.45±2.05 ^{Bc}	58.37 ^{Dd}
平均值	75.65 ^A	68.08 ^B	58.39 ^C	
方差分析结果	蛋白水平 **($P<0.01$) 肌肉部位 **($P<0.01$) 蛋白水平×肌肉部位 *($P<0.05$)			

注:表中数据=均值±标准差;各肌肉部位蛋白水平间比较,肌肉部位平均值间比较,蛋白水平与肌肉相比平均值间比较,相同字母表示差异不显著($P>0.05$),不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$),以下同。

表3 饲料蛋白水平对肌纤维横截面积的影响(μm^2)

项目	高蛋白组	中蛋白组	低蛋白组	平均
背最长肌(LD)	4 136.68±280.86 ^A	3 755.99±182.65 ^{Ab}	2 643.51±361.06 ^{Bc}	3 512.06 ^{Cc}
半腱肌(ST)	4 776.96±369.55 ^A	3 509.67±219.15 ^B	2 489.67±173.13 ^C	3 592.10 ^{Cc}
半膜肌(SM)	4 451.60±118.14 ^A	3 829.78±75.60 ^{Bb}	3 612.05±90.73 ^{Bc}	3 964.48 ^{Bb}
臂三头肌(AT)	5 073.09±435.06 ^A	4 319.28±75.37 ^{Ab}	3 028.85±471.42 ^{Bc}	4 140.41 ^{ABb}
臀中肌(GM)	5 931.68±1 002.01 ^{As}	4 753.87±337.65 ^{ABab}	3 223.30±429.48 ^{Bc}	4 636.28 ^{As}
腰大肌(PM)	3 538.32±292.72 ^{As}	2 854.60±375.68 ^{ABb}	2 023.82±248.28 ^{Bc}	2 805.58 ^{Ecd}
平均	4 630.80 ^A	385 7.78 ^B	2 836.87 ^C	
方差分析结果	蛋白水平 **($P<0.01$) 肌肉部位 **($P<0.01$) 蛋白水平×肌肉部位 *($P<0.05$)			

2.3 饲料蛋白水平对肌纤维密度的影响(见表4)

由表4可知,六块肌肉的肌纤维密度都存在着相同的规律,随着饲料蛋白水平的提高,肌纤维密度逐渐减小。表中数据显示饲料蛋白水平与肌肉部位对骨

骼肌肌纤维密度均具有极显著影响($P<0.01$),且二者间存在交互作用($P<0.01$)。将不同蛋白水平的数据进行合并分析,不同部位的肌纤维密度趋势为:半膜肌<臀中肌<臂三头肌<半腱肌<背最长肌<腰大肌。

表4 饲料蛋白水平对肌纤维密度的影响(根/ mm^2)

项目	高蛋白组	中蛋白组	低蛋白组	平均
背最长肌(LD)	141.87±5.88 ^{Bb}	155.39±5.76 ^{ABb}	232.17±50.96 ^{As}	176.30 ^{As}
半腱肌(ST)	119.02±10.71 ^{Bb}	145.80±10.58 ^{ABb}	189.21±28.37 ^{As}	151.34 ^{Bb}
半膜肌(SM)	119.90±3.42 ^{Bb}	129.75±4.88 ^{ABa}	136.75±3.38 ^{As}	128.80 ^{Cc}
臂三头肌(AT)	111.06±9.08 ^C	147.95±7.13 ^B	186.27±6.40 ^A	148.42 ^{Bcb}
臀中肌(GM)	118.14±3.25 ^{Bc}	140.52±0.70 ^{Ab}	146.33±3.06 ^{As}	135.00 ^{Cc}
腰大肌(PM)	147.08±13.80 ^{Bc}	174.45±5.63 ^{Bb}	209.00±5.55 ^{As}	176.84 ^{As}
平均	125.58 ^A	150.73 ^B	182.05 ^C	
方差分析结果	蛋白水平 **($P<0.01$) 肌肉部位 **($P<0.01$) 蛋白水平×肌肉部位 **($P<0.01$)			

3 讨论

3.1 饲料蛋白水平对肌纤维发育增生的影响

动物出生以后肌肉组织的生长依靠肌纤维中蛋白质含量的增加,也就是肌细胞蛋白合成率的增加(合成/降解),细胞蛋白质不断地进行周转,即合成与降解处于动态的平衡。动物体组织或全身蛋白质沉积实际上是蛋白质合成率与降解率差值的生理代谢反应。通过调控日粮营养因素,以及调节动物体蛋白质周转各过程可以提高动物体蛋白质的沉积效率。日粮

EAA模式和蛋白水平是调控蛋白质周转的重要营养因素。

在营养水平对肌纤维面积和肉色影响的研究中,陈代文等(2002)研究表明,营养水平对肌纤维面积和肉色评分无显著影响。在营养水平对肌纤维横截面积的研究中,朱砺和李学伟(2002)研究表明,在长白猪中,高营养水平组的肌纤维面积大于中营养水平组;朱砺等(2002)研究表明,不同蛋白质和能量水平间肌纤维面积的差异没有达到显著水平,在长白猪中,高

营养水平(高能、高蛋白)组的肌纤维面积大于中营养水平组,且明显大于低营养水平组;杨飞云(2003)研究表明,肌纤维面积高蛋白水平组略高于低蛋白水平组,但差异不显著;赵应安、杨飞云(2003)研究表明,蛋白水平对肌纤维面积的生长规律有一定影响,高蛋白水平能使猪充分发挥肌肉的生长潜力。本研究结果表明,六块肌肉的肌纤维横截面积均得出一致的结论,即随着饲料粗蛋白水平的提高,肌纤维横截面积增大,与以上研究得出了一致的结论。

在营养水平对肌纤维直径和密度的研究中,谭毓平等(2004)研究表明,高营养水平组的肌纤维直径大于低营养水平,而密度则相反。本文也得出了与前人一致的结论,随着饲料蛋白水平的提高,肌纤维直径增大,而肌纤维密度则减小。

3.2 肌肉部位对肌纤维发育增生的影响

宋富琴(1999)研究表明,长大杜黑与长大皮花杂交猪,肌纤维直径和密度在同一组合不同部位间存在明显差异,肌纤维直径不同部位间大小是背最长肌>腰大肌,而肌纤维密度则相反,不同部位间背最长肌<腰大肌。蔡原(2006)研究表明,放牧型合作猪,部位不同,肌纤维等效圆直径不同,不同部位间肌纤维等效圆直径大小依次是股二头肌>背最长肌>半腱肌;部位不同,肌纤维间距、肌束间距、肌大束间距和肌纤维密度都不同,肌纤维间距、肌束间距依次是背最长肌>半腱肌,肌大束间距和肌纤维密度背最长肌<半腱肌。

本试验结果表明,骨骼肌部位不同,肌纤维横截面积、直径与密度测定数值均有差异。本文得出了与前人一致的结论。肌肉部位对肌纤维发育增生的影响有待于进一步研究。

3.3 饲料蛋白水平对肥育猪不同部位肌纤维发育增生的影响

贾俊静、严达伟(2005)研究表明,猪杂交后显著地降低了腰肌、肱二头肌和背最长肌肌纤维密度,肌纤维密度降低的主要原因是杂交后显著地增加了腰肌、肱二头肌和背最长肌肌纤维直径。杨飞云(2003)研究表明,肌纤维面积高蛋白水平组略高于低蛋白水平组,但差异不显著;赵应安、杨飞云(2003)研究表明,蛋白水平对肌纤维面积的生长规律有一定影响,高蛋白水平能使猪充分发挥肌肉的生长潜力。本试验通过提高饲料蛋白质水平,促进肌纤维细胞蛋白质的周转,蛋白质合成的增加较降解的增加更占优势,致使合成与降解的差值增大,使肌纤维中细胞蛋白质沉积增多,促进肌肉肌纤维的发育增生。试验结果表明,

蛋白水平不同,肌纤维横截面积、直径与密度都会发生变化,随着饲料蛋白水平的提高,肌纤维横截面积与直径均增大,而肌纤维密度则减小;骨骼肌肌肉部位不同,肌纤维各性状指标包括肌纤维横截面积、直径与密度均不同。本试验得出了与前人一致的结论,并增多了肌纤维的检测项目,为饲料蛋白水平促进肌纤维的发育增生提供了更丰富的理论与实践依据。

4 结论

4.1 提高饲料蛋白水平,可以促进肌纤维横截面积和直径增大,即肌纤维体积增大,同时肌纤维密度下降。

4.2 背最长肌、臀中肌、腰大肌、半腱肌、半膜肌和臂三头肌,六块肌肉部位的肌纤维各性状指标测定结果均不同。

4.3 本试验中饲料蛋白水平与肌肉部位之间存在着交互作用,导致肌纤维横截面积、直径与密度不同。

参考文献

- [1] 蔡原.放牧型合作猪肉质特性研究[D].甘肃农业大学,2006.
- [2] 陈代文,张克英,胡祖禹.猪肉品质的形成原理[J].四川农业大学学报,2002(1):60-66.
- [3] 贾俊静,严达伟,等.杂交改良对撒坝猪肉品质的影响——肌肉食用品质及肌纤维特性分析[J].云南农业大学学报,2005,20(3):396-399.
- [4] 兰玉辉.不同切片制作方法对肌纤维性状测定结果的影响[J].养猪,1988(1):8.
- [5] 刘冰.不同品种鸡的肌纤维发育规律及其与肉质的关系[D].中国农业大学,2005.
- [6] 余德勇.北京鸭和樱桃谷鸭生长性能、肌肉理化特性比较及填饲对其影响[D].中国农业大学,2005.
- [7] 宋富琴.山西瘦肉型猪新品系及其杂优猪的肌纤维特性研究[D].山西农业大学,1999.
- [8] 杨飞云.二元杂交猪肌纤维面积生长规律及其与肉质的相关性研究[J].畜禽业,2003(11):24-25.
- [9] 赵应安,杨飞云,等.长×荣杂交猪肌纤维面积生长规律研究[J].四川畜牧兽医,2003,30(7):22-23.
- [10] 朱砾.肌纤维生长发育规律的研究[J].四川农业大学学报,2002,20(1):46-48.
- [11] Campion D R, Richardson L R, Reagan JO, et al. Changes in the Satellite cell population in fetal pig skeletal muscle[J].J.Anim.Sci., 1979,48(5):1 109-1 115.
- [12] Campion DR, Richardson LR, Reagan JO, Kraeling RR. Changes in the satellite cell population during postnatal growth of pig skeletal muscle[J]. J. Anim. Sci., 1981,52(5):1 014-1 018.
- [13] NRC. Nutrient requirements of swine.8th ed. Washington D. C.: National Academy Press. 1998.
- [14] Wigmore P M, Stickland N C. Muscle development in large and small pig fetuses[J]. J. Anat,1983,137: 235-245.
- [15] Young VR. Muscle protein accretion [J]. J. Anim. Sci., 1985, 61 (Suppl.2):39-56.

(编辑:张学智, mengzai007@163.com)

日粮色氨酸水平对5~12周龄

泰和乌骨鸡生产性能的影响

黎观红 游金明 瞿明仁 赵艳平

摘要 试验旨在研究日粮色氨酸水平对5~8周龄泰和乌骨鸡生产性能的影响,确定泰和乌骨鸡日粮适宜色氨酸水平。选用28日龄泰和乌骨鸡81只,随机分成3组,每组设3个重复,每个重复9只鸡(公母各半),饲养至12周龄。在5~8周龄3个处理组日粮色氨酸水平分别为0.133%、0.165%和0.197%,在9~12周龄3个处理组日粮色氨酸水平分别为0.130%、0.157%和0.184%。试验结果表明:在5~8周龄,各组间平均日采食量不存在显著差异($P>0.05$),但各组间的平均日增重和料重比存在显著差异($P<0.05$),其中0.165%组的平均日增重显著高于0.133%和0.197%组($P<0.05$),0.165%组的料重比显著低于0.197%组($P<0.05$),但与0.133%组差异不显著($P>0.05$)。在9~12周龄,日粮色氨酸水平对泰和乌骨鸡平均日增重、料重比和平均日采食量影响均不显著($P>0.05$)。综合考虑各项指标,泰和乌骨鸡在5~8周龄和9~12周龄日粮适宜色氨酸水平分别为0.165%和0.130%。

关键词 泰和乌骨鸡;色氨酸;生产性能;适宜水平

中图分类号 S816.11

泰和乌骨鸡又名丝毛乌骨鸡、竹丝鸡、乌鸡,是我国特有的珍禽品种。泰和乌骨鸡肉质鲜嫩、味美而滋补,具有特殊的药用保健价值,由于泰和乌骨鸡在生长速度、躯体组成、营养生理过程和生物学特性不同于其它鸡种,所以对饲料的利用和营养需要有其固有点。

许多研究人员就泰和乌骨鸡氨基酸需要量的研究做了较多的工作,但主要集中于蛋氨酸、赖氨酸、苏氨酸需要量的研究^[2-7]。色氨酸是家禽日粮的限制性氨基酸,是家禽维持和生长的必需氨基酸。色氨酸在体内具有多种生理功能,除了参与体蛋白的合成外,还是神经介质5-羟色胺的前体物。研究表明,色氨酸对动物的采食量具有一定的调节作用,该作用与5-羟色胺有关^[8-9]。由于近几十年来,营养学家们在配制全价配合饲料时,大量使用合成赖氨酸和蛋氨酸,使得

色氨酸逐渐成为制约动物生长的限制性因素。因此,家禽的色氨酸营养越来越受到人们的重视。尽管国内外对肉仔鸡色氨酸需要量进行了大量研究,有关泰和乌骨鸡色氨酸需要量的研究还未见报道。本试验旨在研究日粮不同色氨酸水平对5~12周龄泰和乌骨鸡生产性能的影响,确定日粮适宜的色氨酸水平,以期对泰和乌骨鸡生长后期饲养标准的制定和指导实际生产提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验动物与试验设计

采用单因子试验设计方法。选用前期试验后健康、体重均匀的28日龄泰和乌骨鸡81只,随机分成3个处理组,每个处理组设3个重复,每个重复9只鸡,各组间初始体重无显著差异($P>0.05$)。试验分5~8周龄、9~12周龄两个阶段饲养。在5~8周龄,3个处理组分别饲喂色氨酸水平为0.133%、0.165%和0.197%的日粮;在9~12周龄,3个处理组分别饲喂色氨酸水平为0.130%、0.157%和0.184%的日粮。

1.2 试验日粮

基础日粮配方及营养水平见表1,5~8周龄和9~12周龄基础日粮色氨酸水平分别为0.133%和0.130%。在基础日粮中按照试验设计方法分别添加不同水平的晶体色氨酸,使试验日粮色氨酸分别达到相应水平。所有日粮除色氨酸外,其余养分水平相同。色氨酸购于北京嘉康源有限公司,纯度为98.5%以上。

黎观红,江西农业大学动物科技学院,副教授,博士,330045,江西南昌。

游金明、瞿明仁(通讯作者)、赵艳平,单位及通讯地址同第一作者。

收稿日期:2008-09-21

★ 国家自然科学基金(30660129)、江西省自然科学基金(2007GZN0702)、江西省科技厅农业科技攻关重点项目(20061B0201500)共同资助。

1.3 饲养管理

试验于2007年9月~2007年10月在江西农业大学动物科技学院饲养实验室进行。各处理组泰和乌骨鸡的饲养条件完全相同。试验鸡采取随机分层立体饲养,自由饮水(头3 d饮水中加入多维和葡萄糖),5周后舍温保持22~24℃,湿度保持在55%~65%。定期清理鸡舍、打扫卫生并消毒,每天冲洗饮水器。按照正常程序进行免疫。

表1 基础日粮组成及营养水平

项目	5~8周龄	9~12周龄
原料(%)		
玉米	53.00	54.00
玉米淀粉	14.70	14.70
麦麸	5.00	7.00
花生仁粕	15.60	13.60
菜籽粕	6.00	6.00
菜籽油	1.50	1.00
食盐	0.30	0.30
石粉	1.20	1.20
磷酸氢钙	1.70	1.60
预混料 ^a	0.60	0.60
营养水平		
代谢能(MJ/kg) ^b	12.04	11.90
粗蛋白(%) ^b	15.79	14.98
钙(%) ^b	0.92	0.90
有效磷(%) ^b	0.45	0.44
蛋氨酸(%) ^c	0.32	0.27
赖氨酸(%) ^c	0.77	0.60
苏氨酸(%) ^c	0.80	0.74
色氨酸(%) ^c	0.133	0.130

注:a表示含维生素、微量元素、赖氨酸、蛋氨酸和苏氨酸;b表示计算值;c表示实测值。

1.4 测定指标与方法

1.4.1 平均日增重

分别于4、8、12周龄末清晨喂料前空腹称重,计算体增重,由末重与始重之差计算各重复泰和乌骨鸡的平均日增重。

1.4.2 平均日采食量

分别于8、12周龄末清晨喂料前称量各重复的饲料消耗量,计算各重复试鸡的日采食量,用投料量减去剩料量即得采食量,算出平均日采食量。

1.4.3 料重比

由采食量与体增重相除得出。

1.5 数据处理

所有结果以平均数±标准差表示。采用SAS 8.1软件对数据进行方差分析和Duncan's法多重比较。

2 结果与分析

2.1 日粮色氨酸水平对5~8周龄泰和乌骨鸡生产性

能的影响(见表2)

表2 日粮色氨酸水平对5~8周龄泰和乌骨鸡生产性能的影响

项目	平均日增重(g/d)	料重比	平均日采食量(g/d)
0.133组	9.84±0.66 ^b	3.14±0.26 ^{ab}	30.89±1.74 ^a
0.165组	10.84±0.12 ^a	2.55±0.42 ^b	27.64±2.09 ^a
0.197组	10.27±0.60 ^b	3.33±0.78 ^a	34.19±4.82 ^a

注:同列内具有相同肩标字母者表示差异不显著(P>0.05),有不同小写肩标字母者表示差异显著(P<0.05)。下表同。

从表2结果可知,各组间平均日采食量不存在显著差异(P>0.05),但各组间的平均日增重和料重比存在显著差异(P<0.05),其中0.165%组的平均日增重显著高于0.133%组和0.197%组(P<0.05),0.133%组和0.197%组平均日增重差异不显著(P>0.05);0.165%组的料重比显著低于0.197%组(P<0.05),与0.133%组差异不显著(P>0.05)。综合考虑各项指标,在本试验条件下5~8周龄泰和乌骨鸡日粮适宜色氨酸水平建议为0.165%。

2.2 日粮色氨酸水平对9~12周龄泰和乌骨鸡生产性能的影响(见表3)

表3 日粮色氨酸水平对9~12周龄泰和乌骨鸡生产性能的影响

项目	平均日增重(g/d)	料重比	平均日采食量(g/d)
0.130组	10.99±0.87 ^a	4.24±0.32 ^a	46.59±2.77 ^a
0.157组	11.79±0.74 ^a	4.62±0.67 ^a	54.46±1.99 ^a
0.184组	10.57±1.43 ^a	4.96±0.50 ^a	52.42±4.95 ^a

由表3可知,日粮色氨酸水平对泰和乌骨鸡平均日增重、料重比和平均日采食量影响均不显著(P>0.05)。但随日粮色氨酸水平的提高,泰和乌骨鸡饲料转化率呈降低趋势,而平均日采食量呈上升趋势。从这些结果可以判断,基础日粮的色氨酸已经能够满足泰和乌骨鸡维持和生长需要。因此,综合考虑各项指标,在本试验条件下9~12周龄泰和乌骨鸡日粮适宜色氨酸水平建议为0.130%。

3 讨论

Li等^[10]和瞿明仁^[11]利用析因法研究得出5~8周龄和9~12周龄泰和乌骨鸡色氨酸需要量分别为0.12%和0.10%。然而,本试验研究结果表明,5~8周龄和9~12周龄泰和乌骨鸡日粮适宜色氨酸水平分别为0.165%和0.130%,分别高出前者37.5%和30.0%。造成结果差异较大的主要原因可能是日粮组成、日粮的可消化性、研究方法等不同。析因法依据组织氨基酸组成与需要量高度相关,通过比较屠宰试验和氮平衡试验测定动物对所有必需氨基酸的需要量,这种方法

确定的需要量一般是最低需要量,未考虑饲料类型、动物饲养环境、日粮氨基酸利用率等因素的影响。同时,在前者析因法的研究中,采用的是传统的玉米-豆粕型日粮且在5~8周龄和9~12周龄日粮粗蛋白水平为19.07%和17.05%。研究表明,家禽氨基酸的需要量与日粮中其它营养素如能量水平、粗蛋白水平、氨基酸间的互作、维生素水平以及饲料氨基酸消化率等因素密切相关^[12]。同时,大量试验和生产实践证明,通过添加限制性氨基酸,一般可降低日粮粗蛋白水平2~4个百分点而保持动物生产性能不变。当日粮粗蛋白降低2个百分点以上时,除添加蛋氨酸、赖氨酸外,还必须添加苏氨酸和色氨酸^[13-14]。在本试验中,我们采用的是低蛋白玉米-花生粕型日粮,同时在低蛋白日粮中添加赖氨酸、蛋氨酸和苏氨酸。因此,本试验的日粮组成和营养水平以及氨基酸的消化率可能是影响泰和乌骨鸡色氨酸需要量的重要因素。另外,由于色氨酸在测定过程中容易受到水解和所使用的药品试剂等因素的影响,因而饲料中色氨酸含量的准确测定非常困难,从而造成不同研究者得出的色氨酸需要量结果差异变化很大。

家禽对色氨酸的需要量受品种、性别、生长阶段、饲料类型及日粮中色氨酸的利用率等因素的影响。目前,国内对肉用仔鸡色氨酸的需要量做了大量研究工作,但不同学者由于采用不同的饲料类型、日粮营养水平和方法,得出的结果也不一致。一般生长鸡的色氨酸需要量在0.14%~0.25%。李艳玲和吕于明研究结果表明^[15],对于粗蛋白水平为19%的玉米-豆粕-玉米蛋白粉型日粮,3~6周龄肉仔鸡色氨酸需要量为0.18%~0.19%。吴维辉等^[16]研究建议,对于玉米-玉米蛋白粉型日粮,在3~6周龄公鸡色氨酸需要量为0.20%,母鸡为0.18%;在6~8周龄,公鸡色氨酸需要量为0.18%,母鸡为0.16%。苏基双等^[17]研究结果表明,对于玉米-玉米蛋白粉型日粮,4~6周龄和7~9周龄黄羽肉鸡色氨酸需要量分别为0.16%和0.13%。NRC(1994)^[18]标准推荐6~8周龄肉鸡色氨酸需要量为0.16%,6~12周龄生长蛋鸡色氨酸需要量为0.13%~0.14%。我国鸡饲养标准^[19]推荐4~7周龄肉鸡色氨酸需要量为0.17%~0.18%,9~18周龄生长蛋鸡色氨酸需要量为0.18%。本试验结果与苏基双等^[17]在黄羽肉鸡研究结果和NRC(1994)标准推荐的6~12周龄生长蛋鸡色氨酸需要量一致。

4 小结

在本试验条件下,日粮色氨酸水平(0.133%~0.197%)

显著影响5~8周龄泰和乌骨鸡平均日增重、料肉比($P<0.05$),而对平均日采食量无显著影响($P>0.05$)。日粮色氨酸水平(0.130%~0.184%)对9~12周龄泰和乌骨鸡平均日增重、料肉比和平均日采食量无显著影响($P>0.05$)。综合考虑各项指标,泰和乌骨鸡在5~8周龄和9~12周龄日粮适宜色氨酸水平分别为0.165%和0.130%。

参考文献

- [1] 李时珍. 本草纲目[M]. 北京:人民卫生出版社, 1983:2 584-2 614.
- [2] 黎观红,瞿明仁.泰和鸡营养需要的研究现状[J]. 畜禽业,2000(11): 37.
- [3] 张桂芝,石天虹,黄保华,等.乌骨鸡日粮蛋氨酸、赖氨酸、苏氨酸需要量的研究[J].山东畜牧兽医,2007,30(3):1-4.
- [4] 瞿明仁,卢德勋.日粮蛋氨酸水平对泰和乌骨鸡生长性能的影响研究[J].饲料工业,2004(12):28-30.
- [5] 瞿明仁,游金明,熊玲玲,等.泰和丝毛乌骨鸡早期(0~12周龄)蛋氨酸需要量研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(5):590-593.
- [6] 刘雪兰,石天虹,黄保华,等.乌骨鸡育雏日粮适宜氨基酸水平的研究[J].山东家禽,2002(11):19-20.
- [7] 石天虹,黄保华,刘辉,等.乌骨鸡饲料氨基酸消化率及日粮蛋氨酸、赖氨酸营养需要的研究[J].饲料研究,2005(12):3-7.
- [8] 尹靖东.色氨酸对猪摄食和生长的调控作用及其机理[J].中国畜牧杂志,2007,43(1):37-40.
- [9] Lacy M P, Van Krey H P, Skewes P A, et al. Intraperitoneal injections of tryptophan inhibit food intake in the fowl[J].Poultry Science, 1986, 65(4): 786-794.
- [10] Li GH, Qu MR, Zhu NH, et al. Determination of the amino acid requirements and optimum dietary amino acid pattern for growing Chinese Taihe silky fowls in early stage [J]. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 2003, 16(12): 1 782-1 788.
- [11] 瞿明仁.泰和乌骨鸡必需氨基酸需要量、模式及消化率研究[D].内蒙古:内蒙古农业大学,2005.
- [12] 黎观红,瞿明仁,晏向华.家禽氨基酸需要量的研究进展[J].饲料工业,2001(2):7-9.
- [13] Sterling K G, Vedenov D V. Economically optimal dietary crude protein and lysine levels for starting broiler chicks. Poultry Science, 2005, 84: 29-36.
- [14] 雷秋霞,吴洪涛.畜禽低蛋白日粮的研究概况[J].广东饲料,2002,11(5):26-27.
- [15] 李艳玲,吕于明.3~6周龄肉仔鸡苏氨酸、色氨酸需要量的研究[J].中国畜牧杂志,2000,36(5):3-5.
- [16] 吴维辉,蒋宗勇,林映才,等.肉仔鸡可消化色氨酸需求参数研究[J].动物营养学报,1999,11(2):45-53.
- [17] 苏基双,刘汉林,梁琳,等.黄羽肉鸡色氨酸需要量的研究[J].中国饲料,1998(13):7-8.
- [18] National Research Council. Nutrient requirements of poultry. 9th Ed. National Academy Press. Washington, DC. 1994.
- [19] 中华人民共和国农业部.鸡饲养标准(NY/T 33—2004).2004.

(编辑:张学智, mengzai007@163.com)

混菌发酵生产柚皮菌体蛋白饲料的研究

黄晓霞

摘要 实验采用啤酒酵母和黑曲霉以柚皮为原料进行单菌和混菌发酵生产柚皮菌体蛋白饲料条件的研究。讨论了接种量、培养时间、培养温度、通风量、菌种比例、含水量、添加物等条件对发酵效果的影响,实验结果表明,在一定条件下,混菌发酵的实验效果比单菌发酵的效果好。混菌发酵的最佳工艺条件:接种量比例(酵母菌:黑曲霉)为 3:1,总接种量为 12%,添加 10%的麸皮于 30℃环境下培养 48 h,粗蛋白质含量可提高到 28.78%,是发酵原料的 6~7 倍,发酵产物色泽淡黄,酒香味,适口性好。

关键词 菌体蛋白饲料;单菌发酵;混菌发酵

中图分类号 S816.6

菌体蛋白饲料与原料相比,具有蛋白含量高,氨基酸种类齐全且比例适当,含有多种维生素、生物酶、激素及生长因子等的优点,并且生产菌体蛋白饲料可以缓解粮食不足问题,减少环境污染,促进畜牧业的发展,所以近几年来,采用微生物发酵技术以有机废料为原料生产菌体蛋白饲料的研究越来越多,例如李日强等用玉米秸秆生产饲料蛋白,李发生等应用酒糟生产菌体蛋白饲料,负建民等用马铃薯渣生产菌体蛋白饲料等。但以柚皮为原料生产菌体蛋白饲料的研究尚未见报道。广东梅州盛产沙田柚,其中柚皮占柚果重的 40%,主要成分是粗纤维、蛋白质、脂肪、糖类含量低,饲喂效果差,利用率低,且贮存不便,常常还会引起霉烂变质,造成环境污染。

本实验用微生物固态发酵技术,以梅州沙田柚柚皮为原料选用酵母菌和黑曲霉生产菌体蛋白饲料,讨论了一系列的发酵条件,为柚皮菌体蛋白饲料的生产提供了参考,具有一定的科研价值和广阔的市场前景。

1 材料和方法

1.1 材料

1.1.1 菌种

啤酒酵母和黑曲霉,来源于广东微生物研究所。

1.1.2 培养基

① 纯种培养采用马铃薯培养基:马铃薯 200 g、蔗糖(葡萄糖)20 g、琼脂 15~20 g、蒸馏水 1 000 ml,pH 值自然。制法为马铃薯去皮,切块煮沸 0.5 h,然后用纱布过滤,再加糖及琼脂,熔化后补充水至 1 000 ml。

② 发酵培养基:干柚皮(50℃烘干至恒重,切碎再粉碎)、无菌水、麸皮。

1.2 实验方法

将纯种菌种接到马铃薯培养基培养 48 h,再接种到装有 75 ml 马铃薯培养液的锥形瓶中,在 28℃恒温振荡培养 48 h。然后取一定量的菌悬液于灭菌后的发酵培养基中,在一定条件下培养一定时间后,50℃低温烘干测定其成分的变化。发酵工艺流程如图 1 所示。

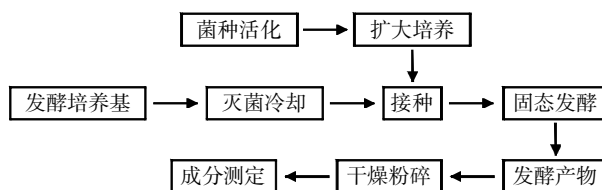


图 1 发酵工艺流程

1.2.1 单菌发酵实验

先进行单菌发酵实验,改变接种量、温度、时间及通风量等条件,测定发酵物粗蛋白质变化情况,结合感官情况确定最佳条件。

1.2.2 混菌发酵实验

由两种菌种确定接种量、温度、时间及其它条件,进行混菌发酵,改变菌种比例、培养基含水量及添加麸皮等条件,通过对粗蛋白质的测定及感官变化确定最佳实验条件。

1.3 测定方法

微量凯氏定氮法测定粗蛋白质;酸碱洗涤法测定粗纤维;油重法测定粗脂肪;干灰化法测定粗灰分;采用 pH S-25 型酸度计测定 pH 值。

2 实验结果与讨论

2.1 单菌发酵实验结果

先在不同条件下进行酵母菌、黑曲霉单菌发酵实验,根据其粗蛋白质含量和其感官来确定适合两种菌生长的最佳条件。

2.1.1 接种量的影响

黄晓霞,嘉应学院化学系,514015,广东梅州。

收稿日期:2008-09-15

取一定量的菌悬液置于 25 g 经灭菌的柚皮粉末中,pH 值自然,在 30 ℃培养 48 h 后,将发酵物在 50 ℃低温烘干,测定发酵物蛋白质含量(见图 2)进行分析。未培养柚皮的蛋白质含量为 4.29%。

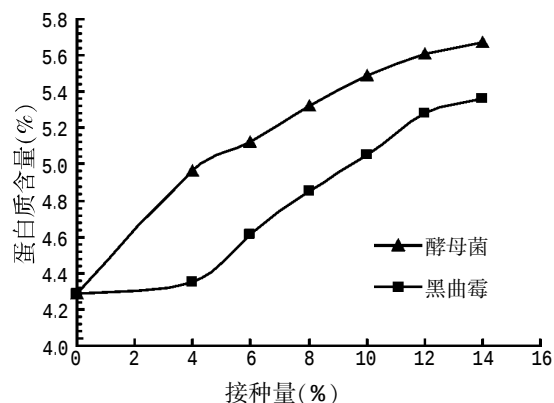


图2 接种量对蛋白质含量的影响

从图2可看出,随着接种量的增加,发酵物蛋白质含量增加,但接种量的增加并不与发酵产物中蛋白质的增加成正比。刚开始随着接种量的增加,发酵培养基中微生物数量越来越多,蛋白质含量也高,但是当微生物增长到一定数量后,培养基中营养物质已基本利用完,菌体数量不再增长,甚至减少,相应蛋白质含量也不再增加。故综合考虑蛋白质含量和生产成本,确定发酵接种量为12%。从感官上看,经酵母菌发酵后其柚皮的辣味逐渐消失,酒香味随着量的增加而变浓,且色泽淡黄,用手触摸时较粘手,发酵效果较好。黑曲霉培养后从感官上看呈黑色,随着接种量的增加,细长的菌丝越来越多,而且稍有霉味。

同时,由图2也可看出,相同质量的接种量,其蛋白质增长幅度不同,酵母菌培养增长幅度比用黑曲霉的大很多,且感官效果也较好。

2.1.2 培养时间的影响

用12%的接种量,培养温度为30 ℃,pH 值自然,改变培养时间,测定蛋白质含量的变化情况(见图3)并进行分析。

柚皮发酵24 h后菌体数量迅速增加,蛋白质含量快速增加,黑曲霉在48 h达到最大值,酵母菌在60 h达到最大值,但与48 h比较增加不大,继续培养蛋白质含量下降,这与微生物生长受营养物的限制有关。所以发酵物蛋白质的增长主要是由菌体数量的增加引起,两种菌体培养时间对蛋白质含量的影响曲线与分批培养微生物的生长曲线一致。从感官上看,酵母菌发酵物颜色改变不大,较有光泽,黑曲霉发酵物颜色较为暗淡,而且酵母菌发酵效果比黑曲霉好。

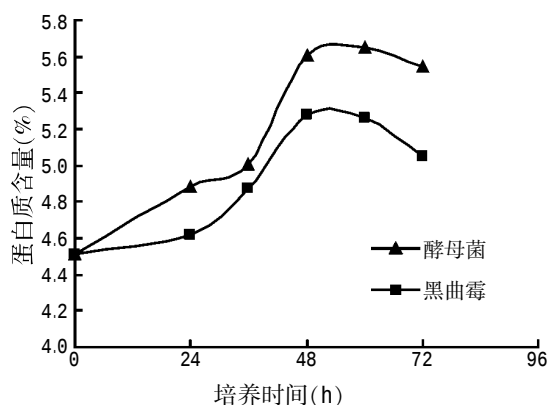


图3 培养时间对蛋白质含量的影响

2.1.3 培养温度的影响

用12%的接种量,培养时间为48 h,pH 值自然,改变培养温度,发酵后测定蛋白质含量的变化情况(见图4)并进行分析。

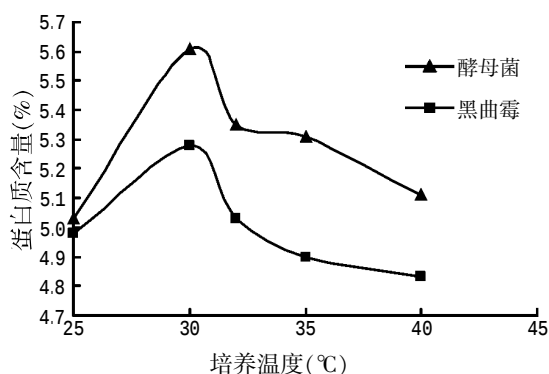


图4 培养温度对蛋白质含量的影响

从蛋白质含量的变化看,发酵物在未发酵前蛋白质的含量为4.42%,两菌都在30 ℃培养效果最好,经酵母菌发酵后发酵物蛋白质增加26.9%,黑曲霉的增加19.5%。

提高温度缩短培养时间的实验证明,发酵物水分蒸发快,不利于菌增长。

2.1.4 通风量的影响

将接种量为12%的发酵物平铺在底部铺有两层纱布的菱中,上面用四层纱布盖住,于30 ℃培养48 h,与在培养皿中培养作对比实验,结果见表1。

表1 通风量对蛋白质含量的影响(%)

项目	培养前	培养皿中	菱中
蛋白质含量(酵母菌)	4.42	5.61	4.58
蛋白质含量(黑曲霉)	4.42	5.28	4.58

由表1可以看出,在两个不同的器皿中培养,蛋白质含量差距很大,是由于在菱中,面积较大水分蒸

发快,不利于菌种的生长繁殖。所以,在菱中培养效果不好,应选用培养皿来培养。

2.2 混菌发酵实验

由单菌培养确定的适合的接种量为 12%, 温度 30 ℃, 培养时间 48 h, pH 值自然, 进行混菌培养, 然后通过适当的优化条件使蛋白质含量及其它含量指标达到最好的效果。

2.2.1 菌种比例的影响

改变两菌种的比例, 总接种量按 12% 进行培养, 通过对蛋白质含量的测定(见表 2), 选出最佳比例。

表 2 菌种比例对蛋白质含量的影响

项目	菌种比例(酵母菌:黑曲霉)				
	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3
蛋白质含量(%)	10.56	9.43	9.32	9.02	8.91

从表 2 可以看出, 混菌发酵后的蛋白质含量比单菌发酵明显增加, 所以两菌是互生关系。当酵母菌与黑曲霉的比例为 3:1 时, 蛋白质含量高达 10.56%, 发酵物有浓厚的酒香味, 柚皮辣味没有, 色泽淡黄, 干燥后色泽变化不大, 随着酵母菌的比例减小发酵物蛋白质含量随着减少。当黑曲霉菌量大于酵母菌时, 发酵物稍有霉味, 干燥后色泽发黑。根据上述实验结果, 发酵选择菌种混合比例(酵母菌:黑曲霉)3:1 为最佳接种比例。

2.2.2 发酵物含水量的影响

采用 3:1(酵母菌:黑曲霉)的菌种比例, 其它条件与上面相同, 发酵物的含水量 20%~60%, 进行发酵实验。发酵物蛋白质含量的变化如图 5 所示。

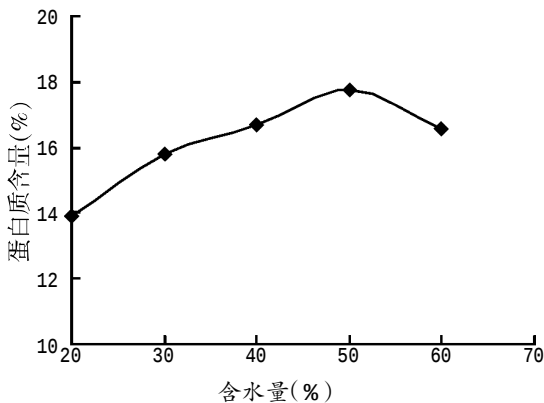


图 5 含水量对蛋白质含量的影响

由图 5 可看出, 发酵物含水量也是发酵的关键, 水分含量太大或太小, 菌体都不能正常生长发育。开始随着水分的增加蛋白质含量逐渐增加, 含水量为 50% 时蛋白质含量为 17.78%。可是当水分含量为 60% 时蛋白质含量反而下降了且发酵物稍有霉味, 这是因为水分

太多, 发酵物粘度大, 物料通透性差, 发酵时温度上升较高, 不利于菌体生长, 产物蛋白质含量明显降低。

2.2.3 添加物的影响

柚皮营养成分较单一, 在 2.2.2 节的条件下, 添加麸皮, 发酵物含水量增加至 60%~70%, 进行发酵实验, 测定蛋白质含量的变化, 结果见表 3。麸皮蛋白质绝干含量为 5.42%。

表 3 麸皮添加量对发酵效果的影响

项目	麸皮含量(%)			
	5	10	15	20
蛋白质含量(%)	22.92	28.78	29.69	30.02

柚皮中粗纤维含量较高, 在发酵体系中添加碳源营养成分有利于菌体生长。实验中添加麸皮, 菌体长势优于未添加组。添加 10% 的麸皮时, 发酵物蛋白含量大幅度提高, 继续添加蛋白质变化不大而且增加成本。因此, 发酵物中添加 10% 的麸皮较合适。另外, 添加麸皮后的发酵物含水量可以适当增加至 60%~70%, 因为麸皮较粗糙, 添加麸皮后物料的通透性好。

2.3 发酵产物分析与检测

经酵母菌和黑曲霉混菌发酵, 其它发酵条件是菌种比例为 3:1, 总接种量为 12%, 30 ℃ 培养 48 h, 添加 10% 的麸皮所得的柚皮菌体蛋白饲料样品外观色泽淡黄, 酒香味, 适口性好。测定发酵原料与发酵产物的蛋白质、粗纤维、粗脂肪含量的变化, 检测结果见表 4。经实验, 发酵后的柚皮菌体蛋白饲料粗蛋白质含量大幅度提高, 达到 28.78%, 粗纤维、粗脂肪、粗灰分含量变化不大, pH 值降低至 5.6。

表 4 发酵原料与发酵产物的指标比较

项目	粗蛋白质	粗纤维	粗脂肪	粗灰分	pH 值
发酵原料	4.90%	10.26%	3.13%	10.06%	6.9
发酵产物	28.78%	9.02%	3.32%	10.86%	5.6

3 结论

① 干柚皮的粗蛋白质含量为 4.00%~5.00%, 选用酵母菌和黑曲霉在 12% 的接种量, 30 ℃ 培养 48 h 进行单菌发酵后蛋白质含量都有所提高, 且酵母菌的发酵效果优于黑曲霉。

② 采用 3:1 的菌种比例, 总接种量 12%, 培养温度为 30 ℃, 培养时间为 48 h, 添加 10% 的麸皮, 发酵物含水量为 60%~70% 的工艺条件发酵后产物蛋白质提高至 28.78%, 色泽淡黄, 有浓郁的酒香, 无霉味, 无辣味, 是一种优良的菌体蛋白饲料。

(参考文献 14 篇, 刊略, 需者可函索)

(编辑: 张学智, mengzai007@163.com)

黄羽肉鸡有效磷需要量的研究

成廷水 李俊波 吕武兴 罗华军 王 杰

摘 要 试验旨在研究实际生产中黄羽肉鸡日粮有效磷水平。选择 600 只 16 日龄石岐黄羽肉鸡,随机分成 6 个处理,每处理 5 个重复,每重复 20 只鸡。试验分两个阶段,16~35 日龄为中鸡阶段,36~50 日龄为大鸡阶段,中鸡料有效磷分别为 0.45%、0.42%、0.39%、0.36%、0.33%、0.30%,大鸡料有效磷分别为 0.40%、0.37%、0.34%、0.31%、0.28%、0.25%。结果表明:①各有效磷水平组间日增重、日采食量及料肉比无显著差异 ($P>0.05$)。②35 日龄时 0.45%、0.42%与 0.39%组骨骼灰分显著高于 0.36%、0.33%与 0.30%组 ($P<0.05$),其中 0.42%与 0.39%组骨骼灰分含量极显著高于 0.36%、0.33%组 ($P<0.01$);0.45%、0.42%、0.39%、0.36%组骨骼磷含量显著高于 0.30%组 ($P<0.05$)。③50 日龄时 0.40%、0.34%与 0.31%组骨骼灰分显著高于 0.25%组 ($P<0.05$),其中 0.40%、0.34%极显著高于 0.25%组 ($P<0.01$);0.40%、0.37%组骨骼钙含量极显著高于 0.25%组 ($P<0.01$);0.40%、0.37%骨骼磷含量显著高于 0.25%组。综上结果表明,以生产性能为指标,16~35 日龄阶段与 36~50 日龄阶段黄羽肉鸡日粮有效磷水平分别为 0.30%与 0.25%;若以胫骨发育为参照指标,其日粮有效磷水平应不低于 0.36%和 0.25%。

关键词 黄羽肉鸡;有效磷;生产性能;胫骨发育

中图分类号 S816.71

磷是动物必需矿物元素,其重要性除了作为骨骼组成成分外,磷几乎对体内各种代谢过程都起着重要作用(Soares,1995;Summers,2001)。缺磷会导致生长鸡饲料利用率下降,增重减慢,胫骨发育不良等(吕于明,1997),影响饲料的饲喂效果。商业肉鸡饲料主要是植物性原料,其中 60%~80%的磷是以植酸磷形式存在,利用率低(Taylor,1965),因此配方设计时通常将有效磷(available phosphorus,AP)或非植酸磷(non-phytate phosphorus,NPP)作为磷水平的重要指标。NRC(1994)对肉鸡各个阶段有效磷的需要量作了推荐,但这些数据是以 1952~1983 年研究结果为基础建立的,而现代肉鸡品种及我国地方品种在生长速度、饲料转化效率、养分利用率、骨骼特性等方面与当时的研究对象存在很大差异,因此其对有效磷需要量应该有所不同。由于家禽磷的需要量尚不清楚以及饲料原料中磷的含量和利用率差异也非常大(Van der Klis 和 Versteegh,1996),实际生产中通常添加过量的磷以提供安全余量。然而逐渐增加的磷源价格以及人们对环境污染的关注,使得研究肉鸡更接近实际需要的有效磷水平成为必要。

1 材料与方法

1.1 试验动物与日常管理

试验选取 600 只 16 日龄石岐黄羽肉鸡,随机分成 6 个处理,每处理 5 个重复,每重复 20 只鸡。试验鸡网上平养,自由采食和饮水,采用常规饲养管理。为更准确地反映生产实际中肉鸡有效磷水平需要量,本试验将肉鸡分为三个阶段(1~15 日龄小鸡阶段;16~35 日龄中鸡阶段;36~50 日龄大鸡阶段),正试期从中鸡阶段开始。

1.2 试验设计和日粮组成

试验基础日粮组成与营养水平如表 1 所示。通过调整磷酸氢钙、石粉和沸石粉的含量,配制不同有效磷含量日粮,其中钙/有效磷比基本保持为 2.15,中鸡料各组有效磷分别为 0.45%、0.42%、0.39%、0.36%、0.33%、0.30%,大鸡料各组有效磷分别为 0.40%、0.37%、0.34%、0.31%、0.28%、0.25%。

1.3 试验指标的测定

1.3.1 生产性能测定

每阶段试验结束前一天晚上同时断料,余料称量,计算日均采食量;结束当天 8 点,各重复组称重,计算日增重和料肉比。

1.3.2 胫骨质量测定

每阶段试验结束时,于每重复随机取试验鸡一只,屠宰,取左侧胫骨,蒸煮后去肌肉、筋腱等,然后烘干,放入乙醚中浸泡过夜脱脂,捞出,待乙醚挥发后,置于 100℃烘箱烘至恒重,得脱脂干骨重,然后于马福炉中 550℃灰化至白色,称灰分重量,计算灰分含量。灰分中

成廷水,唐人神集团股份有限公司研发中心,博士,412007,湖南省株洲市天元区马家河唐人神科技园。

李俊波、吕武兴、罗华军、王杰,单位及通讯地址同第一作者。

收稿日期:2008-08-11

钙含量测定按 GB/T6436—92 标准,用 EDTA 指示剂法测定。灰分中磷含量测定按 GB/T6437—92 钒黄法显色测得比色值,求得样品中的磷含量。

表 1 两阶段基础日粮组成及营养水平

项目	16~35 日龄阶段	36~50 日龄阶段
原料(%)		
玉米	53.10	53.20
次粉	10.00	10.00
豆粕(43%)	17.70	7.00
棉粕(42%)	5.00	5.00
菜粕	0.00	4.00
米糠	4.00	4.00
蛋白饲料 B	0.00	5.00
玉米蛋白粉	4.00	5.00
磷酸氢钙	1.80	1.50
石粉	0.60	0.42
赖氨酸	0.24	0.36
蛋氨酸	0.10	0.07
氯化胆碱(50%)	0.10	0.10
食盐	0.36	0.35
沸石粉	0.00	0.00
猪油	2.00	3.00
预混料(1%)	1.00	1.00
合计	100	100
营养水平		
ME(MJ/kg)	12.25	12.54
CP(%)	18.55	17.39
Lys(%)	0.94	0.86
Met(%)	0.42	0.38

注:预混料组成如下(以每千克饲料计),维生素 A 8 000 IU;维生素 D₃ 1 000 IU;维生素 E 20 IU;维生素 K 0.5 mg;硫酸素 2.0 mg;核黄素 8.0 mg;烟酸 35 mg;维生素 B₆ 3.5 mg;维生素 B₁₂ 0.01 mg;泛酸 10.0 mg;叶酸 0.55 mg;生物素 0.18 mg;铁 100 mg;锌 100 mg;铜 8 mg;锰 120 mg;碘 0.7 mg;硒 0.3 mg。

1.4 数据处理

数据用 SPSS13.0 统计软件的 ANOVA 模型进行方差分析,多重比较选用 Duncan's 法。

2 试验结果与分析

2.1 有效磷水平对肉鸡生产性能的影响(见表 2)

由表 2 可知,本研究条件下,有效磷水平对 16~35 日龄阶段、36~50 日龄阶段与 16~50 日龄阶段黄羽肉鸡日增重、日采食量及料肉比无显著影响($P>0.05$)。

2.2 有效磷水平对肉鸡胫骨发育的影响(见表 3)

如表 3 所示,35 日龄黄羽肉鸡骨骼中灰分、钙、磷含量与日粮有效磷水平呈正相关,0.45%、0.42%与 0.39%组骨骼灰分显著高于 0.36%、0.33%与 0.30%组($P<0.05$),其中 0.42%与 0.39%组骨骼灰分含量极显著高于 0.36%、0.33%组($P<0.01$);0.45%、0.42%、0.39%、0.36%组骨骼磷含量显著高于 0.30%组。50 日龄时黄羽肉鸡骨骼灰分含量与前期表现相同趋势,0.40%、

0.34%与 0.31%组骨骼灰分显著高于 0.25%组($P<0.05$),其中 0.40%、0.34%极显著高于 0.25%组($P<0.01$);0.40%、0.37%组骨骼钙含量极显著高于 0.25%($P<0.01$);0.40%、0.37%骨骼磷含量显著高于 0.25%组。

表 2 有效磷水平对肉鸡生产性能的影响

项目	日龄	日采食量(g)	日增重(g)	料肉比
1	16~35	86.39±3.99	41.52±2.14	2.08±0.10
2		86.07±2.89	42.23±1.67	2.04±0.03
3		87.18±2.76	42.67±0.81	2.04±0.03
4		87.19±2.57	41.73±0.70	2.09±0.05
5		86.05±5.57	41.98±1.91	2.05±0.13
6		87.46±1.43	42.07±1.93	2.08±0.08
P		0.973	0.890	0.869
1	36~50	103.17±2.25	36.14±2.77	2.86±0.17
2		104.32±5.55	33.66±2.06	3.10±0.09
3		106.04±2.69	36.11±1.95	2.94±0.18
4		103.14±7.12	34.75±3.16	2.98±0.28
5		106.64±5.99	35.43±2.51	3.01±0.13
6		106.35±3.55	34.70±3.53	3.08±0.27
P		0.743	0.675	0.422
1	16~50	92.81±2.11	39.32±1.04	2.36±0.05
2		93.05±3.50	38.89±1.18	2.39±0.04
3		94.39±2.14	40.04±0.77	2.36±0.06
4		93.29±3.81	39.00±1.30	2.39±0.06
5		95.93±1.70	39.32±1.38	2.42±0.09
6		94.68±2.10	39.13±1.12	2.42±0.03
P		0.915	0.679	0.543

注:同列肩标不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$)。下表同。

表 3 日粮有效磷水平对肉鸡胫骨发育的影响

项目	日龄	骨灰分含量(%)	钙含量(%)	磷含量(%)
1	35	41.67±1.39 ^a	14.93±0.68	7.35±0.39 ^a
2		42.30±0.34 ^a	14.59±0.78	7.34±0.55 ^a
3		42.45±1.73 ^a	14.43±0.69	7.15±0.34 ^a
4		39.03±0.75 ^b	14.52±1.71	7.30±0.52 ^a
5		39.13±2.53 ^b	13.88±1.14	6.97±0.34 ^{ab}
6		39.48±1.68 ^b	14.45±0.95	6.89±0.35 ^b
P		0.002	0.512	0.418
1	50	45.06±1.96 ^a	16.15±1.01 ^a	8.32±0.44 ^a
2		41.30±1.19 ^a	16.08±1.57 ^{ab}	8.22±0.90 ^a
3		44.30±3.75 ^a	15.10±0.52 ^{ab}	7.82±0.77 ^{ab}
4		42.18±2.39 ^{ab}	15.18±0.99 ^{ab}	7.54±0.40 ^{ab}
5		41.55±1.94 ^{ab}	14.97±0.75 ^{ab}	7.64±0.39 ^{ab}
6		39.07±2.50 ^b	13.91±0.44 ^b	7.10±0.67 ^b
P		0.001	0.002	0.062

3 讨论

3.1 有效磷水平对黄羽肉鸡生长性能的影响

Skinner 等(1992b)试验表明,42~56 日龄肉鸡饲喂 NPP 0.24%日粮时,日增重、采食量、料肉比与 0.35% NPP 组相比无显著差异。Angel 等(200b)报道,42~49 日龄阶段,饲喂 0.11%或 0.25% NPP 日粮,肉鸡的生产性能没有显著差异。本试验中日粮不同有效磷水平对黄羽肉鸡采食量和日增重无影响,0.30%与 0.25%有

效磷水平即能满足 16~35 日龄与 36~50 日龄黄羽肉鸡生长的需要。由此可知,日粮中 NPP 水平一定范围内的变化不会引起生产性能差异。肉鸡后期生产性能不受日粮 NPP 水平的影响,究其原因,可能与其前期日粮 NPP 含量充足(Nelson 等,1990),后期肉鸡骨骼生成的磷需要量降低有关。同时,骨骼磷含量占机体总磷的 83%(Berner 和 Shike,1988),可作为磷的“储备库”,当日粮 NPP 水平低于动物生长需要时,可动用骨骼中的磷以满足机体代谢需要(Georgievski,1981)。因此在某种限量情况下,饲喂 NPP 缺乏的日粮,肉鸡的生产性能不受影响(Skinner 等,1992a、b)。另外,肉鸡对低磷日粮磷的吸收能力增强,Blahos 等(1987)报道,肉鸡饲喂低钙日粮 2 周,十二指肠和回肠磷的吸收增加,而饲喂低磷日粮,十二指肠磷的吸收也会小幅增加。

3.2 有效磷水平对骨骼发育的影响

美国 NRC(1994)推荐肉仔鸡有效磷需要量为 0.45% (0~3 周龄)、0.35% (3~6 周龄)、0.30% (6~8 周龄),其推荐量主要以胫骨发育为指标。研究显示,骨骼发育指标是肉鸡磷吸收、利用及需要量最敏感指标(Nelson, 1964, 1990; Yoshida, 1979, 1983; Sullivan, 1990; Potter, 1995, 1988)。本试验条件下,日粮有效磷水平对 16~35 日龄肉鸡日增重、采食量及料肉比均无显著影响,但骨骼灰分、钙、磷含量随日粮有效磷水平下降而下降,这与 Nelson 等(1990)研究结果相一致。Nelson 等(1990)报道,当日粮有效磷水平由 0.33% 提高到 0.43%,3 周龄时肉鸡体重、饲料转化率无明显差异,但其胫骨灰分含量却显著升高,由 40.86% 升至 44.87%。Yan 等(2000)试验也表明,21~42 日龄肉鸡饲喂 0.26% 和 0.35% NPP 水平日粮的增重和料肉比间无显著差异,表明以生产性能为指标肉鸡该阶段有效磷的需要量可能低于 0.26%。

Yan 等(2001)研究认为,3~6 周龄雄性肉仔鸡满足胫骨灰分、体增重和饲料转化率需要的日粮 NPP 水平为 0.33%、0.19% 和 0.16%; 获得理想胫骨灰分含量时,饲粮 NPP 水平与 NRC(1994)推荐量 0.35% 接近,而满足体增重和饲料需要的 NPP 水平较低,本试验也表明胫骨灰分与生长性能的有效磷需要量不尽相同,由上可知,生产实践中在保证肉鸡基本健康的前提下,以生产性能作为评估有效磷需要量指标是可行的。

4 结论

与生长性能相比,骨骼发育对日粮有效磷水平反映更敏感,以胫骨发育为参照指标,16~35 日龄与 36~50 日龄阶段黄羽肉鸡有效磷需要量应高于 0.36% 和 0.25%,但以生产性能为衡量指标,其有效磷需要量分

别为 0.30% 与 0.25%。

参考文献

- [1] Soares J H. Phosphorus bioavailability. In: Ammerman, C.B., D.H. Baker, and A.J. Lewis (eds). Bioavailability of nutrients for animals. Academic Press. New York, 1995:257-294.
- [2] Summers J D. Nutrition of the Chicken, 4th ed. 2001.
- [3] 冯子明. 家禽营养与饲料. 中国农业出版社, 1997.
- [4] Taylor T G. The availability of the calcium and phosphorus of plant materials for animals. Proc. Nutr. Sci., 1965, 24:105.
- [5] National Research Council (NRC). "Nutrient requirements of poultry" 9th ed. Nat. Acad. Press. Washington. DC. 1994.
- [6] Van der Klis J D, H. A. J. Versteegh. Phosphorus nutrition of poultry. Pages 71-83 in Proceedings of the Nottingham Feed Manufacturers Conference, Nottingham, UK. 1996.
- [7] Skinner J T, A. L. Izat, P. W. Waldroup. Effects of removal of supplemental calcium and phosphorus from broiler finisher diets. J. Appl. Poult. Res., 1992a(1):42-47.
- [8] Dhandu A S, R. Angel. Broiler nonphytin phosphorus requirement in the finisher and withdrawal phases of a commercial four-phase feeding system. Poult. Sci., 2003, 82:1 257-1 265.
- [9] Yan F, J. H. Kersey, P. W. Waldroup. Phosphorus requirements of broiler chicks three to six weeks of age as influenced by phytase supplementation. Poult. Sci., 2001, 80:455-459.
- [10] Nelson T S, G. C. Harris, L. K. Kirby, et al. Effect of calcium and phosphorus on the incidence of leg abnormalities in growing broilers. Poult. Sci., 1990, 69:1 496-1 502.
- [11] Berner Y N, M. Shike. Consequences of phosphate imbalance. Annu. Rev. Nutr., 1988: 8 121-8 148.
- [12] Georgievskii V I. The physiological role of microelements. Pages 105-117 in Mineral Nutrition of Animals. D.J.A.Cole, W.Hare-sign, W. Henrichsmeyer, J.P. Hudson, G. Kimber. 1981.
- [13] Skinner J T, M. H. Adams, S. E. Watkins, et al. Effects of calcium and nonphosphorus levels fed during 42 to 56 days of age on performance and bone strength of male broilers. J. Appl. Poult. Res., 1992b(1):167-171.
- [14] Blahos J, A. D. Care, B. S. Sommerville. Effect of low calcium and low phosphorus diets on duodenal and ileal absorption of phosphate in chick. Endocrinol. Exp., 1987, 21:59-64.
- [15] Nelson T S, A. C. Walker. The biological evaluation of phosphorus compounds. Pout. Sci., 1964, 43:94-48.
- [16] Yoshida M. Monobasic calcium phosphate as a standard for bioassay of phosphorus availability. Jpn., 1979, 16:271-276.
- [17] Yoshida M, Hoshii H. Re-evaluation of requirement of calcium and available phosphorus for starting egg-type chicks. Japanese Poultry Science. v., 1982, 19(2):93-100.
- [18] Potter L M. Bio-availability of phosphorus from various phosphates based on body weight and toe ash measurement. Poult. Sci., 1988, 67:96-102.
- [19] Potter L M, M. Potchhanakorn, V. Ravindran, et al. Bioavailability of phosphorus in various phosphate sources using body weight and toe ash as criteria. Poult. Sci., 1995, 74:813-820.
- [20] Yan F, J. H. Kersey, C. A. Fritts, et al. Evaluation of normal yellow dent corn and high available phosphorus corn in combination with reduced dietary phosphorus and phytase supplementation for broilers grown to market weights in litter pens. Poult. Sci., 2000, 79: 1 282-1 289. (编辑:刘敏跃, lm-y@tom.com)

华南地区干、湿料两种不同饲喂方法对肉猪生产性能的影响

王汉夫 武书庚

养猪业在我国畜牧业生产中占有十分重要的地位,搞好养猪生产对于发展农业经济、改善人民生活、支援国家社会主义建设,均有十分重要的意义。近年来养猪业迅猛发展,如何更快、更好地提高育肥猪生产已经成为研究的热点。所以除选择好的饲料和加强饲养管理外,饲喂方法也至关重要。湿拌料指水与饲料的混合物或食品工业液体副产品与常规饲料原料的混合物,典型湿拌料含干物质 20%~30%,资料显示,欧盟国家 1999 年有 28% 的猪采用了湿拌料。给猪喂湿拌料就是湿喂,仔猪吃奶、农村以泔水喂猪就是湿喂的典型例子,湿喂涉及到饲料微生物学和营养学。湿喂通过循环使用食品工业的副产品和高效利用传统饲料原料,具有较大的改善环境和降低饲养成本的潜力。湿料饲喂育肥猪特别是仔猪与采用干料相比可以降低饲料成本,增加适口性,扩大饲料原料范围;改善畜舍环境,减少处理、饲喂和空气中的饲料粉尘;节省用水,增加采食量,改善仔猪的生产性能;减少仔猪的断奶应激,减轻因换料而引起的肠道适应的应激,减少下痢。喂湿料可提高产后母猪的适口性,增加食欲,提高哺乳母猪的泌乳力,提高产仔数。本试验以育肥肉猪为研究对象,研究在华南地区高温高湿条件下饲喂方法对其生产性能的影响,为养猪生产中选择适当的饲喂方法,取得良好的经济效益提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 时间和地点

试验于 2008 年 5 月 2 日~24 日在海口科利民饲料技术有限公司猪场进行,试验时间 21 d。

1.2 试验材料

1.2.1 配合饲料

试验饲料是该场根据自身实际饲养情况,参照猪饲养标准(NY/T 65—2004)配制,基础日粮为玉米-豆粕-鱼粉型。日粮配方及组成见表 1。

1.2.2 试验设计及试猪选择与分组

表 1 日粮配方及营养成分含量

饲料原料	配比(%)	营养成分含量	
玉米	66.0	消化能(MJ/kg)	13.5
豆粕	23.0	代谢能(MJ/kg)	12.9
进口鱼粉	1.6	粗蛋白质(%)	17.0
麸皮	5.4	钙(%)	0.77
预混料	4.0	磷(%)	0.61
合计	100.0	粗纤维(%)	2.8
		粗脂肪(%)	3.6
		赖氨酸(%)	0.95
		蛋+胱氨酸(%)	0.60

注:4% 预混合饲料为每千克日粮提供 VA 450 μg;VD 45 μg;VE 26 mg;VK₃ 0.75 mg;核黄素 7.5 mg;D-泛酸钙 9.7 mg;烟酸 7.5 mg;VB₁₂ 0.011 mg;生物素 H₂ 0.31 mg;叶酸 3.1 mg;VB₆ 3.1 mg;硫酸素 5 mg;氯化胆碱 400 mg。锰 20 mg;锌 130 mg;铁 130 mg;铜,130 mg;碘 0.2 mg;硒 0.3 mg。

选择体重相近(约 60 kg)、健康的杜×长×大三元杂交肉猪 60 头,饲养在 6 栏中,随机分为 A、B 两个不同处理组,A 组采用干料饲喂的方法,B 组采用湿料[料水比例在 1:(1~1.5)范围]饲喂。经同质性检验达到同质($P>0.05$),且组内变异系数在 10% 以内,每 3 栏为 1 组,每栏公母比例相同。

1.3 饲养管理

试验阶段在半开放式猪舍进行,在试猪新入栏时加以调教,养成“三角定位”习惯;试猪定时喂料,每天 2 次,自由饮水,每天冲洗 2 次猪栏,保持猪舍的清洁,每天定时观察记录试猪的采食、饮水、排粪、呼吸、活动状态、健康情况、生长发育情况,对病猪及时进行诊断治疗。饲养密度 1.0 头/m²。密切注意饲养条件的改变,以便及时对试验进行调整控制,使得两个试验组在良好的试验环境下进行。除饲喂方法不同之外,两组的其它饲养条件相同。

1.4 观察和比较项目

1.4.1 增重

分别于试验开始和试验结束时称试猪个体重,记录试验天数,计算各组增重和日增重。

1.4.2 耗料量

准确统计全期的日耗料量,计算试验期内料肉比。

1.4.3 单位增重饲料成本

计算各组试猪平均每千克增重饲料成本。

1.4.4 腹泻及发病情况

整个试验期间两组试猪的腹泻率及发病情况。

王汉夫,海口科利民饲料技术有限公司,畜牧师,570311,海南省海口市万华路龙兴公寓 1-5-1 房。

武书庚(通讯作者),中国农业科学院饲料研究所。

收稿日期:2008-09-08

★ 国家科技支撑计划(2006BAD12B06)

1.5 数据处理

本试验应用 T 检验中的非配对设计两样本平均数的差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 湿喂对生长育肥猪生产性能的影响(见表 2)

从生产性能来看,湿喂显著增加了日增重,降低了料重比($P<0.05$),可见这种饲养方式操作简单、效益明显。

表 2 试猪平均体重和日增重统计分析

项目	试猪生产性能		项目	单位增重饲料成本分析	
	A 组	B 组		A 组	B 组
试验猪头数(头)	30	30	耗料量(kg/头)	42.47	50.80
始重(kg/头)	71.1±2.28	69.77±2.88	增重(kg/头)	10.06	16.23
末重(kg/头)	81.17±7.58 ^b	86.00±5.48 ^a	耗料量[kg/(头·天)]	2.02	2.42
增重(kg/头)	10.06±0.89 ^b	16.23±1.23 ^a	饲料价格(元/kg)	2.04	2.04
料重比	4.22±0.37 ^b	3.13±0.26 ^a	饲料成本(元)	86.64	103.63
日增重[g/(天·头)]	479.05±33.42 ^b	772.86±53.13 ^a	每千克增重饲料成本(元)	8.61	6.39

注:同行数据肩标不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。

采食量:湿喂增加了育肥猪的采食量,试验期内 A 组采食饲料 1 274.0 kg,B 组 1 524.0 kg; 试验期内 A、B 两组的耗料量分别为 42.47 和 50.80 kg/头。

增重分析:试验开始时 A 组平均体重为 71.11 kg,B 组为 69.77 kg,经过 T 检验,两组数据差异不显著($P>0.05$);试验结束时 A 组平均体重为 81.17 kg,B 组为 86.00 kg,B 组的增重比 A 组高出 6.17 kg,经检验,两组数据差异显著 ($P<0.05$);A 组的每头平均日增重为 479.05 g,而 B 组为 772.86 g,B 组的生长速度比 A 组高 61.3%,差异显著($P<0.05$)。可见,用湿料喂猪的生长速度远比直接用干料喂猪快。

饲料报酬:两组的饲料报酬及单位增重饲料成本见表 2。从表 2 可以看出,A 组的料重比为 4.22,B 组的料重比为 3.13,B 组的饲料利用效率远比 A 组好。

腹泻率、健康状况、行为以及抗病力:试验前期两组均有个别猪发生腹泻,A 组的腹泻率为 0.61%,而 B 组则为 0.30%。可见用湿料喂猪的腹泻率明显低于用干料喂猪的腹泻率。在整个试验阶段,两个试验组的试猪精神状态、活动情况、生长势头均处于良好状态,均未出现食欲不振、瞌睡等不良症状,但 A 组的试猪比 B 组饲料需求量大,并且饲料浪费较为严重。

2.2 经济效益分析(见表 2)

试猪每千克增重饲料成本:A 组 8.61 元,B 组 6.39 元,A 组比 B 组多了 2.22 元。很明显,用湿料喂猪可以提高饲料利用率,从而节省饲料成本,提高经济效益。

3 讨论

3.1 干料和湿料两种不同饲喂方法对肉猪生产性能影响

湿喂增加了猪的采食速度,增加采食量,避免断奶后喂干饲料对肠壁形态学的破坏(Pluske,1991;De-

prez,1987),从而改善生产性能。本研究表明,用湿料饲喂猪的生产性能与干料相比,日增重提高 61.3%,饲料报酬率提高 25.8%,单位增重饲料成本节省 25.78%。综合分析,B 组试猪的育肥效果比 A 组好,是因湿料饲喂易于猪消化吸收,增加采食量,改善肉猪的生产性能(武书庚等,2000),减轻因换料而引起的肠道适应的应激,减少下痢,从而杜绝猪喂食时呛肺等病患发生。

3.2 选择适宜饲喂方法的建议

湿喂可以节省饲料,降低饲料成本;增加适口性,扩大饲料原料来源;改善生产性能和饲料转化率;改善畜舍环境。减少了处理、饲喂和空气中的饲料粉尘;节省用水,减少污水排放。节省饮水器,减少饮水次数和防止滴水损失;增加采食量。如断奶仔猪和哺乳母猪;若饲料中添加酶,则更能改善效果。湿喂尤其适用于中国,因为能利用多种工业、农业副产品从而降低生产成本,但是实际生产中断奶仔猪湿喂还存在以下问题:如何维持湿料的新鲜,保持不酸败、饲槽的清洁卫生,避免微生物感染引起仔猪下痢,影响适口性。可见湿喂还有一些技术问题需要考虑,如每天的饲喂次数、供水量、水流速度等。从本研究条件来看,湿喂可以操作。

4 小结

湿喂显著改善了试猪的生产性能,在华南地区高温高湿条件下用湿料饲养育肥肉猪,其生产性能优于干料。因此,在饲养条件一致的情况下,应多采用湿料饲喂的方式进行肉猪育肥比较适宜。但干料和湿料两种不同的饲喂方式对小猪、育成猪等阶段的生产有何影响,还有待进一步探索。

(参考文献 13 篇,刊略,需者可函索)
(编辑:刘敏跃,lm-y@tom.com)

过瘤胃氯化胆碱对山羊生长性能 和血液生化指标的影响

陈东东 王春维

摘要 试验选用8月龄健康麻城黑山羊12只,采用单因子随机区组设计,按体重相近的原则分为4组,每组3个重复,每个重复1只。对照组为基础日粮组,处理Ⅰ组为精料补充料+0.1%过瘤胃氯化胆碱组,处理Ⅱ组为精料补充料+0.2%过瘤胃氯化胆碱组,处理Ⅲ组为精料补充料+0.3%过瘤胃氯化胆碱组。试验期5周,测定了山羊的平均日采食量(ADFI)、平均日增重(ADG)和料肉比(FCR)以及山羊血清中的丙氨酸转氨酶(ALT)、天门冬氨酸转氨酶(AST)、总蛋白(TP)、白蛋白(ALB)、球蛋白(GLO)、尿素氮(BUN)、碱性磷酸酶(AKP)、甘油三酯(TG)和总胆固醇(TCH)的含量。试验结果表明:在本试验的条件下,在1.2倍维持需要的基础上,生长山羊精料补充料中添加0.1%RPC后,山羊的平均日增重提高了159.00%($P<0.05$),料肉比降低了59.20%($P<0.05$);山羊血清中丙氨酸转氨酶(ALT)降低了12.58%($P>0.05$)。综合比较得出过瘤胃氯化胆碱产品的最佳添加量为0.1%。

关键词 过瘤胃氯化胆碱;肉山羊;生长性能;血液生化指标

中图分类号 S816.7

胆碱(choline)是B族维生素之一,最早是由Strecker于1849年从猪的胆汁中分离出来。到20世纪30年代,Besl确定了胆碱的营养作用后,胆碱及其衍生物的生理作用日益受到人们的关注(胡宝利,2000)。近年来氯化胆碱作为一种饲料添加剂已成为猪、禽全价配合饲料中必不可少的添加物质,对畜禽的生长、发育、提高肉蛋产量、降低饲料消耗均有显著效果。但是氯化胆碱在反刍动物上应用较少,这是因为直接饲喂的氯化胆碱被反刍动物瘤胃微生物迅速降解,先形成中间产物三甲胺,最终产生甲烷。由于瘤胃微生物的迅速降解作用,反刍动物日粮中的胆碱只有很少能避过瘤胃进入后部消化道而起到应有的作用。

针对以上问题,本实验室制备了过瘤胃氯化胆碱产品,并在雄性麻城黑山羊饲料中添加,以探讨过瘤胃氯化胆碱对山羊生长性能和血液生化指标的影响以及最适添加量。

1 试验材料与方法

1.1 过瘤胃氯化胆碱

本试验中所用的过瘤胃氯化胆碱产品为动物营

养与饲料科学湖北省重点实验室生产。

1.2 试验设计

本试验选用12只健康状况良好的体重为(17.23±1.98) kg的雄性麻城黑山羊,采用单因子随机区组设计,按体重相近的原则,分为4组,每组3个重复,每个重复1只。对照组为基础日粮组,处理Ⅰ组为精料补充料+0.1%过瘤胃氯化胆碱,处理Ⅱ组为精料补充料+0.2%过瘤胃氯化胆碱,处理Ⅲ组为精料补充料+0.3%过瘤胃氯化胆碱。

1.3 试验日粮

试验基础日粮以及预混料参照2004版《中华人民共和国农业行业标准》山羊饲养标准配制,代谢能供给量为1.2倍的维持需要。山羊的基础日粮组成与营养水平见表1。

表1 试验羊基础日粮的组成与营养水平

日粮组成	全日粮配比(%)	精料配比(%)	营养水平	
青干草	70	0	ME(MJ/d)	10.38
玉米	12.85	42.83	CP(%)	8.56
小麦麸	14	46.67	Ca(%)	0.61
棉粕	1	3.33	P(%)	0.41
石粉	0.9	3.00	NaCl(%)	1.15
食盐	1.15	3.83	Ca:P	1.5
预混料	0.1	0.33		
总量	100	100		

注:每千克预混料含VA 4.43 mg;VD 1.77 mg/kg;VE 786.89 mg;乙氧基喹啉 15.86 mg;一水硫酸锌 201.21 mg;亚硒酸钠 11.11 mg;五水硫酸铜 70.03 mg;一水硫酸亚铁 137.25 mg;一水硫酸锰 294.02 mg;七水硫酸钴 71.43 mg;碘化钾 24.71 mg。

陈东东,武汉工业学院饲料系,430023,湖北省武汉市汉口常青花园中环路特一号。

王春维(通讯作者),单位及通讯地址同第一作者。

收稿日期:2008-09-17

★ 2005年湖北省科技公关计划“奶牛过瘤胃胆碱的研制与开发”项目编号:2005AA201C29

1.4 饲养管理

试验在舍饲条件下进行,用代谢笼单笼饲养,每天 8:00 和 18:00 喂料 2 次,保证料槽的料充足,自由饮水。每日准确记录试验羊的采食量和剩草料量,预饲期为 7 d,正饲期为 28 d。

1.5 测定指标

1.5.1 生长性能指标

于正饲期第 1 d 和第 28 d 准确称量对照组及各处理组每只山羊的始重和末重(均为空腹重),每天 8:00 和 18:00 喂料两次,每次准确称量每只山羊的投料量与剩料量,以测定山羊的平均日采食量(ADFI)、平均日增重(ADG)和料肉比(FCR)。

平均日采食量(g)=(投料量-剩料量)/试验天数

平均日增重(g)=(末重-始重)/试验天数

料肉比=平均日采食量/平均日增重。

1.5.2 血液指标

血样来源:于试验期第 28 d 早晨 7:00 空腹颈静脉采血 10 ml,3 000 r/min 离心 20 min,制备血清,-79 ℃ 保存备用。血样送至武汉市第七医院采用全自动生化分析仪检测血清中的丙氨酸转氨酶(ALT)、天门冬氨酸转氨酶(AST)、总蛋白(TP)、白蛋白(ALB)、球蛋白(GLO)、尿素氮(BUN)、碱性磷酸酶(AKP)、甘油三酯(TG)和总胆固醇(TCH)的含量。

1.5.3 数据处理

采用 SPSS13.0 对数据进行 ANOVA 方差分析和 Duncan's 法多重比较。

2 结果与讨论

2.1 过瘤胃氯化胆碱对肉山羊生长性能的影响(见表 2)

表 2 过瘤胃氯化胆碱对山羊生长性能的影响

项目	对照组	处理 I 组	处理 II 组	处理 III 组
平均日采食量(g)	462.95±62.91 ^a	494.86±155.42 ^a	413.20±131.42 ^a	367.53±39.07 ^a
平均日增重(g)	37.92±3.54 ^b	98.21±13.63 ^a	41.64±1.71 ^b	47.85±4.04 ^b
料肉比	12.18±0.52 ^a	4.97±0.89 ^c	9.86±2.74 ^{ab}	7.67±0.16 ^{bc}

注:同行字母不同表示差异显著(P<0.05),字母相同表示差异不显著(P>0.05)。

2.1.1 平均日采食量(ADFI)

由表 2 可知,处理 I 组与对照组相比,平均日采食量由 462.95 g 升高到 494.86 g,提高了 6.89%,差异不显著(P>0.05)。王加启等(1997)在大型杂交肉牛中添加不同梯度的 RPC 后,平均日采食量增加的趋势明显,但与对照组相比差异不显著(P>0.10)。低 RPC 组的平均日采食量最大(比对照组高 4.2%),其次是含中浓度和高浓度的 RPC,平均日采食量最低。

由表 2 可以看出,随着过瘤胃氯化胆碱添加量的增加,采食量逐渐降低,而且处理 II 组和处理 III 组低于对照组,与王加启等(1997)报道的结果一致。其可能原因是由于:随着过瘤胃氯化胆碱添加量的增加,瘤胃中释放的氯化胆碱的量也有增加,而氯化胆碱本身具有的苦味可以使山羊的采食量降低;其次,可能未达到过瘤胃的氯化胆碱释放到瘤胃后,使瘤胃异常发酵,也可导致山羊的采食量降低。

Erdman 和 Sharma(1991)报道泌乳牛日粮中(精粗比=6:4)添加 RPC 后,干物质采食量(DMI)有升高趋势,但与对照组相比差异不显著。同一研究中,当日粮 CP 水平提高 16%,对 DMI 无显著影响。Peipenbrink 等(2003)报道,奶牛分娩前后,TMR(全混合日

粮)中添加 RPC,DMI 不受影响。但 Hartwall 等(2000)的研究表明,奶牛产后日粮中添加 RPC 配以 6.2%的 RUP(瘤胃非降解蛋白),结果使 DMI 降低。这表明 RPC 对奶牛 DMI 的影响与日粮中的蛋白质水平及状态有关。对饲喂高精料日粮的肥育肉阉牛和羊,Bryant 等(1999)做了相关研究,肥育牛日粮中添加 RPC 后,对 DMI 无影响;羊的 RPC 添加试验发现,RPC 对羊的 DMI 无显著影响。本试验结果表明,各处理组平均日采食量(ADFI)与对照组相比,增长不显著,与报道的结果一致。

2.1.2 平均日增重(ADG)

由表 2 可知,对照组的平均日增重为 37.92 g,处理 I 组、处理 II 组和处理 III 组的平均日增重分别为:98.21、41.64、47.85 g。与对照组相比,处理 I 组、处理 II 组和处理 III 组的平均日增重分别提高了 159.00%(P<0.05)、9.81%(P>0.05)和 26.19%(P>0.05)。许多研究表明,添加 RPC 能提高反刍动物的生产性能,主要表现在:提高产奶量、改善乳成分及增强繁殖性能等方面,但对采食量及日增重等影响不明显。本试验中处理 II 组和处理 III 组平均日增重与对照组相比,无显著差异,这与文献报道一致。但是处理 I 组平均日增重显著

高于对照组,这与报道的结果不一致,其原因可能是试验羊处于应激状态,通过随机分组,抗应激能力较好的分在了处理Ⅰ组。

2.1.3 料肉比(FCR)

由表 2 可知,对照组、处理Ⅰ组、处理Ⅱ组和处理Ⅲ

组的料肉比分别为 12.18%、4.97%、9.86%和 7.67%,处理Ⅰ组、处理Ⅱ组和处理Ⅲ组比对照组分别降低了 59.20%($P<0.05$)、19.05%($P>0.05$)、37.03%($P<0.05$)。

2.2 过瘤胃氯化胆碱对肉山羊血液指标的影响(见表 3)

表 3 过瘤胃氯化胆碱对山羊血液指标的影响

测定项目	对照组	处理Ⅰ组	处理Ⅱ组	处理Ⅲ组
丙氨酸转氨酶(U/l)	46.33±0.57 ^a	40.50±2.12 ^{bc}	36.00±4.24 ^{ab}	32.33±4.72 ^a
天门冬氨酸转氨酶(U/l)	113.33±26.02	101.0±22.62	102.50±17.67	84.33±13.50
总蛋白(g/l)	75.80±6.14	77.15±3.04	73.85±3.04	79.50±4.85
白蛋白(g/l)	30.06±1.35	29.80±2.68	30.60±2.12	30.43±2.29
球蛋白(g/l)	45.73±5.43	47.35±0.35	43.25±5.16	49.06±6.80
碱性磷酸酶(mmol/l)	378.33±254.14	452.50±340.11	1 026.50±1 249.45	943.33±828.56
尿素氮(mmol/l)	5.52±2.06	5.52±0.07	6.06±0.49	6.20±0.48
总胆固醇(mmol/l)	1.99±0.25 ^{ab}	1.52±0.14 ^a	2.22±0.014 ^b	1.78±0.42 ^{ab}
甘油三酯(mmol/l)	0.42±0.34	0.22±0.04	0.39±0.49	0.31±0.65

注:同行字母不同表示差异显著($P<0.05$)。

由表 3 可知,山羊血清中总胆固醇(TCH)、天门冬氨酸转氨酶(AST)、总蛋白(TP)、白蛋白(ALB)、球蛋白(GLO)、碱性磷酸酶(AKP)、尿素氮(BUN)、甘油三酯(TG)的含量,各组之间均无显著差异($P>0.05$)。

由表 3 可知,对照组、处理Ⅰ组、处理Ⅱ组和处理Ⅲ组血清中丙氨酸转氨酶的含量依次降低,处理Ⅱ组和处理Ⅲ组与对照组相比有显著差异($P<0.05$);处理Ⅰ组与对照组相比降低 12.58%,无显著差异($P>0.05$);处理Ⅰ组与处理Ⅲ组之间有显著差异($P<0.05$)。

血清中丙氨酸转氨酶、天门冬氨酸转氨酶活性的高低反映了蛋白质合成和分解代谢的情况,在正常情况下,这两种转氨酶主要存在于细胞中,而血清中的活性很低,在各组织器官中,以心脏和肝脏中的活性最为高。当这些组织细胞受损时,可有大量的转氨酶进入血液,于是血清中的转氨酶活性升高。故可作为医学临床中一些疾病的诊断依据,如丙氨酸转氨酶、天门冬氨酸转氨酶在血清中的活性可分别作为急性肝炎、心肌梗塞诊断和预后的指标之一(董淑丽等,2002)。碱性磷酸酶活性高低反映了动物的生长情况,是消化代谢的关键酶,参与脂肪代谢,提高血液中碱性磷酸酶活性有利于提高日增重。(杨华等,2001)。本试验的结果表明,添加过瘤胃氯化胆碱组丙氨酸转氨酶的含量低于对照组,差异显著($P<0.05$),与报道的结论一致。

血清尿素氮是反映机体氮代谢的重要指标,同时也能够指示日粮含氮物质在瘤胃的降解情况。一般

认为血清中尿素氮含量下降意味着蛋白质分解速度的降低,蛋白质沉淀加强。因此,以尿素氮水平的高低来反映动物生长表现、体内蛋白质合成、日粮粗蛋白质利用效率是较为准确的指标。从生长性能方面来看,饲喂过瘤胃氯化胆碱的山羊比对照组山羊日增重多;但是从血液生化指标上看,处理组血清中尿素氮含量与对照组无显著差异,仅有增高趋势。

3 结论

① 在 1.2 倍维持需要的基础上,山羊精料中添加 0.1% RPC 后,山羊的平均日增重提高了 159.00% ($P<0.05$),平均日采食量无显著影响($P>0.05$),料肉比降低了 59.20% ($P<0.05$)。

② 在本试验的条件下,在 1.2 倍维持需要的基础上,山羊精料中添加 0.1%RPC 后,山羊血清中丙氨酸转氨酶(ALT)降低了 12.58% ($P<0.05$),而天门冬氨酸转氨酶(AST)、总蛋白(TP)、白蛋白(ALB)、球蛋白(GLO)、碱性磷酸酶(AKP)、尿素氮(BUN)、甘油三酯(TG)、总胆固醇(TCH)的含量均无显著差异($P>0.05$)。

③ 本试验条件下,过瘤胃氯化胆碱产品的在羊精料中的最佳添加量为 0.1%。

(参考文献 15 篇,刊略,需者可函索)

(编辑:张学智, mengzai007@163.com)

几种奶牛用粗饲料品质的综合评定研究

张吉鹏 黄光明 邹庆华 张 鹄 卢德勋

摘 要 在测定江西奶牛养殖用的 4 种粗饲料(鲁梅克斯 K-1、紫云英、高丹草与苏丹草)的常规成分基础上,实测了奶牛对这 4 种粗饲料的干物质随意采食量(DMI),并采用相关模型计算出这 4 种粗饲料的分级指数(GI)与相对值(RFV)。分别应用单项指标粗蛋白(CP)、中性洗涤纤维(NDF)、干物质随意采食量以及综合指标 RFV、GI 对试验用 4 种粗饲料品质的分级进行了比较。研究表明:单一指标都难以正确地评定粗饲料品质,必须使用综合的整体指标。GI 是首个将粗饲料的可利用能、CP、NDF 与家畜的 DMI 综合起来考虑的一个粗饲料综合评定指数,由于考虑了粗饲料中的能氮互作,对粗饲料的分级比 RFV 更精确。

关键词 奶牛;粗饲料;品质评定;分级指数;相对值

中图分类号 S816.15

评价反刍动物粗饲料品质的指标有常规营养成分、采食量、消化率和利用率等。常规成分分析只能说明粗饲料自身的质量,即其营养素含量的高低,但在粗饲料品质评定中,最为关键的是:动物对粗饲料的采食和利用状况。就某一特定粗饲料而言,收获时的成熟期是决定该粗饲料品质的最重要因素。随成熟期的增加粗饲料品质逐步下降,有效能浓度、粗蛋白含量都将降低,纤维含量增加。与此同时,家畜对粗饲料的潜在干物质随意采食量降低。因此,要科学地评定粗饲料饲用价值,理论上就必须突破现行评定技术“单打一”这一传统思维模式,综合考虑饲草因素与动物因素。目前,缺乏理想的粗饲料分级、评定技术,是反刍动物营养工作者所面临的最大挑战,以粗饲料分级指数(Grading Index, GI)为基础的新技术体系(卢德勋, 2001)^[1]为解决这一问题开辟了一条全新的技术路线。GI 是在继承粗饲料相对值(Relative Forage Value, RFV)(张吉鹏, 2003)^[2]合理内涵(引入采食量与能量指标)、克服 RFV 以能量为中心的不足的基础上发展而来的一个由中国学者提出的粗饲料品质综合评定指数。GI 的表示式为

$$GI = NE_L \times DMI \times CP / NDF$$

式中:GI——粗饲料分级指数(Mcal);

NE_L——产奶净能(Mcal/kg);

DMI——粗饲料干物质随意采食量(kg/d);

CP——为粗蛋白(% DM);

NDF——中性洗涤纤维(% DM)。

式中的 NDF 可用酸性洗涤纤维(ADF)或酸性洗涤木质素(ADL)取代,DM 为干物质。

GI 的特点,就是综合了影响粗饲料品质的蛋白质和难以消化的纤维物质两大主要指标及其有效能,并引入动物对该种粗饲料的 DMI,从而克服了现行粗饲料评定指标的单一性与脱离动物反应的片面性,力求全面、准确地反映粗饲料的实际饲用价值。如要在生产实践中推广使用 GI 技术体系,很有必要建立科学的 GI 数据库。因此,本试验就是要在测定江西常用中国荷斯坦牛粗饲料 GI 的基础上,运用 GI 与 RFV 对奶牛粗饲料进行分级比较研究。

1 材料与方法

1.1 选用的粗饲料

选用的粗饲料为近年来江西大力推广的品种鲁梅克斯 K-1(Rumex K.1, RK1)、高丹草(Sorghum Hybrid Sudangrass, SHS)以及我省普遍栽培的苏丹草[Sorghum Sudanense(Pipes) Stapf., SSS]与稻田最主要的冬季绿肥作物紫云英(Astragalussinicus L., AL)等 4 个草种。鲁梅克斯 K-1 在现蕾期刈割、晒制干草备用,紫云英在盛花期刈割、晒制干草备用,高丹草与苏丹草均在开花期刈割、晒制干草备用。

1.2 常规成分分析

1.2.1 需测指标

干物质(Dry matter, DM)、粗蛋白(Crude protein,

张吉鹏,江西省农业科学院动物种质资源创新与营养调控重点实验室,博士,研究员,330200,南昌市莲塘北大道 1768 号。

黄光明、邹庆华,单位及通讯地址同第一作者。

张鹄,江西有为生物科技(股份)有限公司有人博士实验室。

卢德勋,内蒙古农牧业科学院动物营养研究所。

收稿日期:2008-08-28

★ 江西省农科院科技创新及成果转化基金

CP)、中性洗涤纤维(Neutral detergent fiber, NDF)、酸性洗涤纤维(Acid detergent fiber, ADF)、酸性洗涤木质素(Acid detergent lignin, ADL)以及奶牛干物质随意采食量(Dry matter voluntary intake, DMI)。

1.2.2 测定方法

粗饲料中 DM、CP、NDF 和 ADF 的分析依据《饲料分析及饲料质量检测技术》(杨胜, 1993)^[3]的方法进行。产奶净能(Net energy for lactating cow, NE_L)采用卢德勋(2004)^[4]介绍的模型计算得出。

$NE_L (\text{Mcal/kg}) = [1.044 - 0.0119 \times \text{ADF}(\% \text{ DM})] / 0.45$ (卢德勋, 2004)^[4]

RFV 根据有关模型计算得出: $RFV = \text{DMI} \times \text{DDM} / 1.29$ (张吉鹏, 2003)^[2], 其中, $\text{DMI}(\% \text{ BW}) = 120 / \text{NDF}(\% \text{ DM})$, $\text{DDM}(\% \text{ DM}) = 88.9 - 0.779 \text{ADF}(\% \text{ DM})$ 。本研究中, RFV 中 DMI 的计算, 是将实测的 DMI(kg/d)值换算成 600 kg 奶牛标准体重时占体重的百分比(%BW), 可消化干物质(Digestible dry matter, DDM)采用 RFV 中的 DDM 预测模型计算得出。

1.2.3 4 种粗饲料随意采食量(DMI)的测定

1.2.3.1 试验动物

在南昌市英雄开发区(南区)奶牛养殖示范区某养殖户家选取年龄、体重、胎次、泌乳阶段、体况和产奶量相近, 健康无病的 12 头中国荷斯坦奶牛进行试验。随机分成 4 组(n=3), 采用单因子试验设计。

1.2.3.2 饲养管理

试验期间试验用牛饲养在同一双列式牛舍内, 栓系饲养, 每头奶牛保证有 50~70 cm 的食槽空间, 并保证奶牛吃料时处在舒适的位置。自由饮水, 常规光照。每天多次拨弄饲料。

1.2.3.3 采食量的测定

给试验牛喂单一待测粗饲料, 另补给含维生素与微量元素的舔砖, 预试期间, 逐步替换原来的日粮, 预试期 14 d, 正式试验期 7 d, 每日记录试验牛 DMI。正式试验期间, 控制每天的剩料量不超过投给量的 10%。按此法测得的每头牛每天的平均采食量即为该试验牛的“DMI”, 单位为 kg/d。

1.2.4 数据处理

数据用 Excel 2003 软件处理, 用 SAS 软件中 GLM(一般线性模型)进行数据分析, 用 Duncan's 法检验进行显著性分析。

2 结果与分析

2.1 粗饲料的营养成分分析

试验用 4 种饲料的常规成分分析结果见表 1。

表 1 试验用 4 种粗饲料常规营养成分测定结果

项目	DM(% 风干)	CP(% DM)	NDF(% DM)	ADF(% DM)	ADL(% DM)
RK1	91.2	28.7	38.5	21.6	4.1
AL	90.7	26.4	42.8	29.4	4.7
SHS	90.9	13.1	58.4	32.8	4.6
SSS	90.4	8.6	61.9	40.4	6.8

注: RK1, 鲁梅克斯 K-1; AL, 紫云英; SHS, 高丹草; SSS, 苏丹草。

CP 含量的变化可反映粗饲料在制备过程中养分的损失(保留)情况, CP 含量越高, 粗饲料的品质越好。NDF 与瘤胃容积充满度及日粮采食量有关, 其含量与能量浓度成负相关, 粗饲料中高的 NDF 含量可限制奶牛的采食量及其对粗饲料的能量利用效率, NDF 含量越高, 粗饲料品质越低。粗饲料 ADF 含量与其有机物消化率(OMD)呈负相关, ADF 含量越高, 粗饲料品质越低。本试验所用的 4 种粗饲料以 CP 占干物质的百分含量自高到低进行的粗饲料品质比较排序以及按 NDF 与 ADF 自低到高对所测定的 4 种粗饲料品质比较顺序均为: 鲁梅克斯 K-1>紫云英>高丹草>苏丹草。以粗饲料化学组分对粗饲料品质的分级以鲁梅克斯 K-1 最好, 苏丹草最差。

2.2 经模型计算的试验用 4 种粗饲料的产奶净能与可消化干物质

经模型计算的试验用 4 种粗饲料的产奶净能与可消化干物质见表 2。粗饲料的可利用能越高, 其品质越好。NE_L 与 DDM 都是粗饲料可利用能的不同表达形式, 或许都是经模型计算的数据, 用 2 种不同形式表达的可利用能(NE_L 与 DDM)对试验用 4 种粗饲料品质比较顺序一致, 并与用化学组分对粗饲料品质自高到低的分级排序一致, 即鲁梅克斯 K-1>紫云英>高丹草>苏丹草。

表 2 试验用 4 种粗饲料的产奶净能与可消化干物质

项目	RK1	AL	SHS	SSS
NE _L (Mcal/kg)	1.75	1.54	1.45	1.25
DDM(% DM)	72.07	66.00	63.35	57.43

注: $NE_L (\text{Mcal/kg}) = [1.044 - 0.0119 \times \text{ADF}(\% \text{ DM})] / 0.45$, $\text{DDM}(\% \text{ DM}) = 88.9 - 0.779 \times \text{ADF}(\% \text{ DM})$ 。

2.3 试验用 4 种粗饲料的奶牛干物质随意采食量(DMI)

试验用 4 种粗饲料的奶牛干物质随意采食量(DMI)见表 3。粗饲料的 DMI 越高, 表示其品质越好。以 DMI 自高到低对所测定的粗饲料品质排序为: 高丹草(16.52 kg/d 或 2.76%)>紫云英(15.35 或 2.56%)>鲁梅克斯 K-1(15.05 kg/d 或 2.51%)>苏丹草(14.32 kg/d 或 2.39%)(括号中的数据为相应值), 与用化学组分对

粗饲料品质自高到低的品质分级并不一致。按 DMI 对粗饲料品质分级,高丹草排在首位,而鲁梅克斯 K-1 排在第三位。除鲁梅克斯 K-1 与紫云英、鲁梅克斯 K-1 与苏丹草差异不显著($P>0.05$)外,其余组间差异显著($P<0.05$)。影响粗饲料采食量的因素中与粗饲料本身有关的因素主要是其细胞壁的含量、蛋白质及其降解产物的含量、消化能含量、饲料适口性、有毒物质。奶牛对高丹草的采食量高可能与高丹草自身的能氮较平衡及其 NDF 品质有关,因为 NDF 的差别既包括水平差别,也包括品质的差别,NDF 的组成(部分纤维素、半纤维素和木质素)会影响 NDF 消化率,从而也会影响到 DMI。尽管鲁梅克斯 K-1 的 NDF 含量最低(38.5%),但其 DMI 却较低,可能与奶牛对鲁梅克斯 K-1 的气味不是很适应有关。粗饲料的 CP、NDF 含量虽可解释大部分的 DMI 差异,但由于 NDF 有水平和品质之别,所以单凭任何一种粗饲料的化学组分都不能完全解释动物的 DMI 差异。

表 3 试验用 4 种粗饲料的奶牛干物质
随意采食量(DMI)测定结果

项目	RK1	AL	SHS	SSS	SEM ^③
① DMI(kg/d)	15.05 ^{bc}	15.35 ^b	16.52 ^a	14.32 ^c	0.235 3
② DMI(%BW)	2.51 ^{bc}	2.56 ^b	2.76 ^a	2.39 ^c	0.038 1

注:① DMI(kg/d)为实测的奶牛干物质随意采食量;

② DMI(%BW)为将实测的奶牛干物质随意采食量转化成占 600 kg 体重百分比单位的奶牛干物质随意采食量;右上肩标不同字母 a、b、c 表示差异显著($P<0.05$),相同字母表示差异不显著($P>0.05$)。

③ SEM 为平均数的标准误差,如无特别说明,下同。

2.4 试验用 4 种粗饲料的 GI、RFV 值以及 GI 与 RFV 对粗饲料分级的比较(见表 4)

表 4 4 种粗饲料的 GI 与 RFV 值

项目	RK1	AL	SHS	SSS	SEM
GI ₁ (Mcal)	19.62 ^a	14.61 ^b	5.38 ^c	2.49 ^d	0.188 2
GI ₂ (Mcal)	34.97 ^a	21.27 ^b	9.59 ^c	3.81 ^d	0.311 7
GI ₃ (Mcal)	184.24 ^a	133.03 ^b	68.34 ^c	22.67 ^d	1.760 3
RFV	140.14 ^a	135.21 ^{ab}	130.91 ^b	104.92 ^c	1.950 3

注:右上肩标不同表示差异显著($P<0.05$),有相同字母差异不显著($P>0.05$)。

从表 4 可以看出,所测粗饲料品质按 NDF、ADF 与 ADL 所计算的 3 个 GI 以及 RFV 自高到低的分级排序均为鲁梅克斯 K-1>紫云英>高丹草>苏丹草,与按化学组分的分级排序相一致。按 GI 对所测粗饲料品质的分级 4 草种间差异显著($P<0.05$),按 RFV 对所测粗饲料品质的分级除鲁梅克斯 K-1 与紫云英、紫云英与高丹草的差异不显著($P>0.05$)外,其余草种间差

异显著($P<0.05$)。

3 讨论

3.1 使用综合的整体指标已成为科学评定粗饲料品质的必然发展趋势

本研究用综合指标(GI 与 RFV)对所测定的粗饲料品质的分级排序与按化学组分的相一致,但并不能否定综合的整体指标评定粗饲料品质的科学性(张吉鹏,2006)^[5],造成相一致的原因主要是刈割期。本研究中鲁梅克斯 K-1 在现蕾期刈割、紫云英在盛花期刈割、高丹草与苏丹草均在开花期刈割,选在这些时候刈割主要是兼顾产量与质量以及在实际生产中应用。使用综合的整体指标已成为科学地评定粗饲料品质的必然发展趋势(张吉鹏,2006)^[5],RFV 首先突破过去凭单一指标(如化学组分等)对粗饲料品质所做的脱离动物的片面评定,已为越来越多的国家广泛采用。RFV 只用一个数值就可估测牧草、半干贮或青贮料的能量价值。因为它提供了粗饲料饲用价值(就能量而言)的相对估计值,可衡量粗饲料为奶牛所提供的营养能力,从而使得应用该指标可以对不同批量或种类粗饲料的饲用价值进行比较。在美国牧草生产者、经营者用 RFV 定价,牧草育种专家以及牧草种子生产者使用 RFV 来反映品种的改良进展,政府推广文件及教科书等用 RFV 描述牧草的品质(张吉鹏,2003)^[2]。按照 RFV 的定义,成熟的(3/4 至完全开花即盛花期)苜蓿,其 RFV 值等于 100。RFV 值为 125 的牧草意味其比盛花期苜蓿的饲用能值高 25%。同样,RFV 值为 75 的牧草,意味其饲用能值只是成熟苜蓿的 75%(张吉鹏,2006)^[5]。可以这样理解,本研究中现蕾期的鲁梅克斯 K-1、盛花期的紫云英、开花期的高丹草与苏丹草,它们的饲用能值分别比成熟苜蓿高 40.14%、35.21%、30.91%与 4.92%。

但 RFV 不能用于奶牛日粮的平衡,因为它反映的只是粗饲料能量的相对值。GI 则不然,它反映的是粗饲料中可为奶牛采食、利用的有效能值,它是一个绝对值,因而可用于奶牛日粮中粗饲料混合的优化。

3.2 用 GI 对粗饲料分级比 RFV 更科学

众所周知,奶牛粗饲料蛋白含量越高,其品质越好,可是 RFV 值的计算就没有采用蛋白质指标。GI 则不仅将粗饲料可利用能量和蛋白质指标联系起来,而且还将粗饲料中难消化的成分 ADL 包括在内,对粗饲料品质进行综合评定,克服了 RFV 等评定指数仅仅根据能量来评定粗饲料营养价值的根本缺陷,具有更加科学的生物学意义。因此,GI 对粗饲料分级比

RFV 更科学。由于 NDF 中真正不能为奶牛消化的是其中的木质素,所以如果分析条件许可,建议用 ADF 或 ADL 计算 GI。

3.3 粗饲料品质评定的综合指标(RFV 与 GI)与粗饲料化学组分的关系

RFV 与预测 DMI 以及 DDM 的 2 个模型密不可分,而构成预测模型的因子则分别为 NDF 与 ADF,因而粗饲料中的 ADF 和 NDF 含量也就间接决定了奶牛粗饲料的 RFV 值。GI 以系统观点为核心,以具体粗饲料为评定目标,首次将粗饲料的主要营养素(CP 和 NDF 或 ADF 或 ADL)、粗饲料能值与动物的粗饲料干物质随意采食量直接统一起来考虑,进行粗饲料品质评定。GI 中的参数如本研究中的产奶净能也借鉴一些实用的模型。因此,粗饲料中的化学组分(CP、NDF、ADF 和 ADL)也会直接或间接影响到 GI。

尽管用综合指标(RFV 与 GI)评定奶牛粗饲料品质的指标体系较复杂,但它们仍然只不过是经改进的综合考虑了粗饲料因素与动物因素、定量比较不同粗饲料品质的又一种表示方法。多年来人们所熟知的一些准则仍然有效、适用。如粗饲料的纤维含量越低,其消化率就高,其品质就越好。同样,粗饲料的采食量越高其品质就越好。此外,粗饲料的蛋白含量越高,其品质也就越好。

4 小结

要做到科学地对粗饲料品质进行分级,就必须综合考虑粗饲料的可利用能、CP 与其中难以消化的组分如 NDF(ADF 或 ADL)以及动物的 DMI。GI 正是一个全面考虑了该四项指标的一个粗饲料品质综合评定指数。建议今后对奶牛常用粗饲料不同生育期的 GI 进行测定,建立奶牛常用粗饲料 GI 数据库,并建立预测 GI 参数的模型。

参考文献

- [1] 卢德勋. 乳牛营养技术精要[A]//华西希望集团. 2001 年动物营养学术研讨会论文集[C]. 四川成都, 2001.
- [2] 张吉鹏. 粗饲料品质评定指数研究进展[J]. 中国饲料, 2003(16): 9-11.
- [3] 杨胜. 饲料分析及饲料质量检测技术[M]. 中国农业大学出版社, 1993(6): 63.
- [4] 卢德勋. 奶牛粗饲料科学利用技术现代观[A]. 内蒙古自治区畜牧科学院, 草地发展与草地合理利用关键技术集成研究与产业化示范专项——禁牧舍饲条件下不同类型区的牛羊饲草料营养供给技术集成研究与示范(鉴定材料)[C]. 内蒙古呼和浩特, 2004: 292-299.
- [5] 反刍家畜粗饲料品质评定的指标及其应用比较[J]. 中国畜牧杂志, 2006, 42(5): 47-50.

(编辑: 张学智, mengzai007@163.com)

中国畜牧兽医学会动物营养学分会

第八届全国会员代表大会暨第十届学术研讨会胜利闭幕

金秋十月,丹桂飘香,中国畜牧兽医学会动物营养学分会第八届全国会员代表大会暨第十届学术研讨会于 2008 年 10 月 16 日上午 8:30 在杭州之江饭店隆重开幕。

大会由中国畜牧兽医学会动物营养学分会副理事长冯于明先生主持,动物营养学分会理事长王康宁先生致开幕词,中国畜牧兽医学会副理事长兼秘书长阎汉平、浙江省科技厅副厅长邱飞章、农业厅副厅长赵兴泉、浙江大学副校长朱军等到会并致贺词。

随后,王康宁理事长作理事会工作报告,向全体会员通报了动物营养学分会四年来的工作,并提出了新时期动物营养学会肩负的使命与责任。中国工程院院士张子仪先生作题为“从动物营养科学中的个案探讨整体论与还原论的结合”学术报告,在精深的理论思想和朴素的言语中带给与会代表深刻的思考。在为期三天的学术研讨会上,分四个会场共进行 100 多场学术报告,参会人员表现了极大的热情,每个会场都被浓浓的学术氛围所笼罩。会议期间还举行了学术论文墙报展示、科技成果与新产品展示。

大会闭幕前选举产生了 139 名动物营养学分会新一届理事会成员,其中常务理事 43 名,同时,选举浙江大学动物科学学院常务副院长刘建新教授为新一届动物营养学分会理事长。

本次大会由浙江大学动物科学学院承办,杭州汇能生物科技有限公司与宁波天邦股份有限公司协办,是我国动物营养学界四年一度的盛会,是该领域学术层次最高、规模最大的大会。来自我国动物营养学界专家学者、企业界人士等会员代表以及特邀代表美国康奈尔大学、普渡大学、诺伟司国际公司等业内人士 1 000 余人参加了会议。

体外产气法研究可发酵糖与尿素 对中性洗涤纤维降解率的影响

夏楠 王加启 卜登攀 赵国琦

摘要 试验采用 3×3 因子试验设计,应用体外产气法研究不同水平的可发酵糖(0、1.5、3 g/l 发酵液)、尿素(0、0.5%、1% DM)互作对中性洗涤纤维降解率(NDFD)及产气参数的影响。结果表明:6 h 可发酵糖与尿素互作对 pH 值、NDFD 的影响差异不显著($P>0.05$);当培养 24 h,显著降低发酵液的 pH 值、提高 NDFD($P<0.05$);而培养 48 h,极显著降低发酵液的 pH 值($P<0.01$),但对 NDFD 的影响差异不显著($P>0.05$)。各处理组 96 h 的产气量(G)、理论最大产气量(A)及参数 B 的变化趋势基本一致,B、C 组较低,I 组最高。从本试验的研究结果来看,3 g/l 的可发酵糖、1%的尿素互作的综合效果最佳。

关键词 体外产气法;可发酵糖;尿素;中性洗涤纤维降解率;产气参数

中图分类号 S816.32

动物日粮结构在动物生产过程中起着十分重要的作用,不仅影响动物生产性能,还影响某些营养成分的消化。大量研究表明日粮不同氮源和能源会影响饲料消化率和动物生产性能,但关于不同比例的快速降解的氮源(尿素)与快速发酵的能源(可发酵糖)的研究鲜有报道。本试验以羊草为基础底物,利用体外产气法评价不同水平的尿素与可发酵糖互作对 NDF 的降解率和产气参数的影响,以期以尿素、可发酵糖在反刍动物生产中的应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验原料

尿素购买自 Sigma 公司,纯度大于 99%,可发酵糖购买自 MSC 公司,其主要成分是快速可发酵糖,纯度大于 90%。

1.2 试验动物

选择 3 头体况良好、体重相近[(700±25) kg],装有永久性瘤胃瘘管的中国荷斯坦奶牛,采用栓系式饲养方式,正常饲喂全价混合日粮,自由饮水,供采集瘤胃液。

1.3 试验设计

本试验采用 3×3 因子试验设计。以羊草(0.5 g)为

基础底物,可发酵糖的添加量为 0、1.5、3 g/l 发酵液;尿素的添加量为 0、0.5%、1% DM,试验分为 9 个处理组,每组 3 个重复,具体试验设计见表 1。

表 1 试验设计

项目	A 组	B 组	C 组	D 组	E 组	F 组	G 组	H 组	I 组
可发酵糖(g/l)	0	0	0	1.5	1.5	1.5	3	3	3
尿素(%)	0	0.5	1	0	0.5	1	0	0.5	1

1.4 体外培养

1.4.1 体外培养装置

采用由 Theodorou 等(1994)建立并经 Mauricio 等(1999)改进的压力传感器体外产气技术进行体外批次培养,压力传感技术主体装置由若干产气瓶、产气瓶支架、压力传感器、带特定软件的计算机及恒温培养箱等组成。每批可同时培养 40 个样品。

1.4.2 缓冲液的配制

试验所用缓冲液按照 Russell 等(1984)介绍的配制。缓冲液具体配方如下。

微量元素溶液(A):每 100 ml 蒸馏水中溶解 13.2 g $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、10 g $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 、1.0 g $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 、8.0 g $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 。

缓冲液(B):将 4.0 g NH_4HCO_3 和 35.0 g NaHCO_3 溶于蒸馏水,最后定容为 1 000 ml。

常量元素溶液(C):5.7 g Na_2HPO_4 、6.2 g K_2HPO_4 、0.6 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 溶于蒸馏水中并定容为 1 000 ml。

刃天青溶液:浓度为 0.1%的刃天青溶液(W/V;厌氧指示剂,煮沸后有游离氧存在时呈红色,无氧时呈无色)。

还原剂溶液:160 mg NaOH 和 625 mg $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$

夏楠,扬州大学动物科学技术学院,225009,江苏扬州大学动物科学技术学院 30191 信箱。

王加启(通讯作者)、卜登攀,中国农业科学院北京畜牧兽医研究所。

赵国琦,单位及通讯地址同第一作者。

收稿日期:2008-09-28

★ “十一五”国家科技支撑计划项目(2006BAD04A10)

溶于 100 ml 蒸馏水(使用时临时配制)。

按照上述顺序和比例配制瘤胃微生物缓冲液: 400 ml 蒸馏水+0.1 ml 溶液 A+200 ml 溶液 B+200 ml 溶液 C+1 ml 刃天青溶液+40 ml 还原剂溶液,混匀,在 39 ℃水浴中持续通入 CO₂。

1.4.3 瘤胃液的采集

晨饲后 3 h,用真空泵分别从 3 头装有瘤胃瘘管的奶牛各采集 500 ml 瘤胃液,并取少量内容物,装入事先预热并通入 CO₂ 的保温瓶中,立即盖严瓶口,迅速返回实验室。用 4 层医用纱布过滤后置于 39 ℃水浴中,并将瘤胃液与缓冲液按 1:2 比例混合制成发酵液,并持续通入 CO₂。

1.4.4 体外产气试验步骤

将羊草通过 40 目的旋风磨粉碎、烘干,称取 0.5 g 逐个加入到标有编号的 120 ml 的发酵瓶中,再加入相应添加量的尿素和可发酵糖,然后用注射器准确吸取 75 ml 的发酵液加入到发酵瓶中,通入 CO₂ 后立即用胶塞密封,置于 39 ℃的恒温培养箱培养,并与自动记录产气装置相连,开始记录发酵产气量。

1.5 样品的处理与分析

发酵结束后,取出培养瓶,将发酵液倒入 40 目的尼龙袋过滤,立即测定 pH 值。将装有滤渣的尼龙袋放入洗衣机内(中等速度洗)冲洗 8 min,中间换水一次。冲洗时,用手轻轻抚动袋子,直至水清为止。再将尼龙袋放入 65 ℃烘箱烘 48 h 至恒重。中性洗涤纤维(NDF)的测定采用 Van Soest (1992)的方法。

根据 Groot 等(1996)和 Van Laar 等(2006)的产

气曲线模型 $G=A/[1+(C/t)^B]$,应用非线性软件(NL-REG)程序对不同处理组 96 h 的产气参数进行拟合,式中 G (ml/g DM)表示每克干物质在 t 时刻的产气量,A (ml/g DM)表示理论最大产气量,B (h)表示达到理论最大产气量的一半时所需的时间,C 决定产气曲线的形状。

1.6 数据统计

试验数据采用 Excel 软件进行整理后,用 SAS (9.0) 软件中 MIXED 模块对所有数据进行统计与分析,多重比较采用 Duncan's 法。

2 结果与分析

2.1 可发酵糖与尿素互作对发酵液 pH 值的影响(见表 2)

表 2 可发酵糖与尿素互作对发酵液 pH 值的影响

项目	处理组									SEM	P
	A	B	C	D	E	F	G	H	I		
6 h	6.98	6.97	6.93	6.95	6.94	6.94	6.92	6.92	6.91	0.013 9	>0.05
24 h	6.87	6.87	6.85	6.84	6.86	6.83	6.83	6.79	6.78	0.014 6	<0.05
48 h	6.78	6.77	6.78	6.65	6.73	6.73	6.59	6.58	6.60	0.009 6	<0.01

注:表中数值为3个重复的平均值;SEM 为平均标准误。

由表 2 可知,发酵液 pH 值随发酵时间延长而下降,各处理组中,A 组 pH 值最高,pH 值逐渐下降,I 组最低。各处理组不同时间段的发酵液 pH 值在 6.58~6.98 之间变动,是正常的瘤胃发酵 pH 值范围,验证了本试验没有改变瘤胃内环境。

2.2 可发酵糖与尿素互作对 NDF 降解率的影响(见表 3)

表 3 可发酵糖与尿素互作对 NDF 降解率的影响

项目	处理组(%)									SEM(%)	P
	A	B	C	D	E	F	G	H	I		
6 h	51.53	53.68	65.57	53.95	54.44	55.54	56.52	57.00	58.16	0.085 0	>0.05
24 h	65.50	68.25	70.08	68.35	68.98	71.34	69.35	72.03	74.58	0.019 5	<0.05
48 h	76.34	77.53	78.65	75.36	76.02	78.13	80.80	75.69	82.48	0.011 5	>0.05

由表 3 可知,发酵时间延长,NDF 的降解率明显增加。发酵 6、48 h,各处理组的 DNF 降解率差异不显著(P>0.05);而 24 h 发酵的各处理组 NDF 降解率差异显著(P<0.05),A 组最低,I 组最高。

2.3 可发酵糖与尿素互作对产气参数的影响(见表 4、图 1)

各处理组中 I 组 G 值最高,达 172.92 ml/g DM,其次 H 组为 155.90 ml/g DM,而 B、C 组最低,分别为 63.95、63.27 ml/g DM。而最高理论最大产气量为 I 组,

达 180.80 ml/g DM,最低的 F 组为 82.04 ml/g DM。产气参数 B 值最高为 I 组 1.46 h,最低为 C 组 0.58 h。

3 讨论

3.1 pH 值

当发酵时间的增加,pH 值不断下降。这主要是随发酵时间的延长,产生的酸性物质不能排出而导致积累,从而使体系 pH 值下降。Martin 等(2000)用体外法研究 0、2.5、3.25 g/l 三水平的可发酵糖对瘤胃微生物发酵的影响,结果发现 pH 值随可发酵糖添加量增加

而显著下降($P<0.01$); Bernard 等(2001)证明尿素提高瘤胃液 pH 值, 这些与本试验的研究结论一致。添加尿素, 使 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度增加, pH 值与 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度有极显著的线性回归关系。本试验体外发酵的 48 h 内, pH 值在 6.58~6.98 之间, 在瘤胃微生物适宜生活的范围内, 而瘤胃 pH 值通常维持在 6.0~7.0, 这说明本试验体外发酵没有改变瘤胃内环境。

表 4 可发酵糖与尿素互作对产气参数的影响

项目	产气参数			
	G(ml/g DM)	A (ml/g DM)	B (h)	C
A 组	71.70±7.16	106.84±15.36	0.60±0.01	25.31±5.94
B 组	63.95±1.88	90.58±2.77	0.69±0.04	22.55±2.01
C 组	63.27±1.97	97.76±2.81	0.58±0.02	28.83±0.91
D 组	91.72±4.43	105.79±5.26	0.87±0.02	9.77±0.74
E 组	100.32±4.65	114.77±3.90	0.92±0.02	9.38±0.99
F 组	73.68±21.21	82.04±25.11	1.07±0.13	6.42±2.70
G 组	111.92±1.74	117.33±1.56	1.21±0.01	7.26±0.15
H 组	155.90±43.86	161.56±44.50	1.43±0.09	7.17±0.13
I 组	172.92±33.03	180.80±35.25	1.46±0.10	7.32±0.27

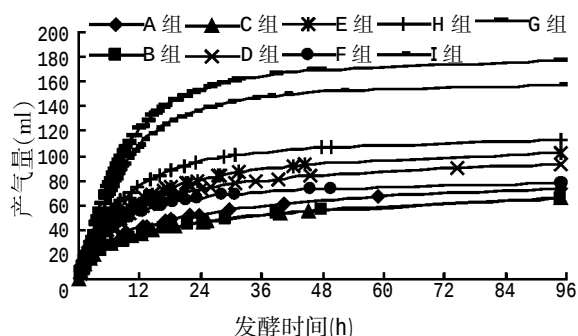


图 1 可发酵糖与尿素互作的产气量

3.2 中性洗涤纤维降解率

不同水平的尿素、可发酵糖及其组合影响日粮养分的消化降解, 日粮中添加尿素提高瘤胃 NDF 的降解率。Griswold 等(2003)体外发酵研究表明添加尿素 NDF 的降解率显著增加($P<0.01$), 这与本试验的研究结论相似, 即各处理组的尿素添加量增加, NDF 的降解率增加, 这表明适宜水平的可发酵糖与尿素有利于瘤胃微生物的生长繁殖, 从而使 NDF 的降解率增加。马陕红等(2006)用体外法同样证明尿素可提高 NDF 的降解率。Piwonk 等(1996)研究葡萄糖对 NDF 降解的影响, 结果发现葡萄糖降低了 NDF 的降解速率, 这可能与葡萄糖对纤维降解的阻遏作用有关。本试验的可发酵糖与尿素互作提高了 NDF 的降解率, 但差异不显著($P>0.05$)。

3.3 产气参数

由表 4、图 1 可知, 当发酵时间超过 48 h, 产气量增加不明显, 这说明本试验可发酵糖、尿素及羊草提

供的营养在发酵 48 h 后基本被降解吸收完全。提高各处理组可发酵糖、尿素的添加水平, 产气量(G)呈上升趋势, 其中 I 组最高, 为 172.92 ml/g DM, 这可能由于提高可发酵糖与尿素的添加量, 使其在一定程度上得到的同步释放, 微生物生长效率增加。产气参数 A、B 与 G 的变化趋势基本一致, 也是呈上升趋势, I 组值最高分别为 180.80 ml/g DM、1.46 h。本试验采用快速可发酵糖与快速降解的尿素作为能源与氮源, 降解速度较快。因此到达最大产气量一半时的时间均较短, 在 0.58~1.46 h 范围内。而产气参数 C 呈下降的趋势, C 组值最高, 为 28.83, F 组值最小, 为 6.42。

4 结论

在体外产气条件下, 可发酵糖、尿素的互作可提高 NDF 的降解率、提高养分的利用率及增加产气量, 但这与可发酵糖与尿素的添加水平有关。从本试验的研究结果来看, 3 g/l 的可发酵糖、1% 的尿素互作的综合效果最佳。

参考文献

- [1] 马陕红, 管林森, 茹彩霞. 可降解蛋白及非蛋白氮对模拟瘤胃体外发酵、营养物质降解率的影响[J]. 中国畜牧杂志, 2006, 13(42): 36-39.
- [2] Bernard J K, Martin S A, Wedegaertner T C. In vitro mixed ruminal microorganism fermentation of whole cottonseed coated with gelatinized corn starch and urea[J]. J. Dairy Sci., 2001, 84: 154-158.
- [3] Griswold K E, Apgar G A, Bouton J. Effects of urea infusion and ruminal degradable protein concentration on microbial growth, digestibility, and fermentation in continuous culture [J]. J Anim Sci., 2003, 81: 329-336.
- [4] Groot Jeroen C J, Cone John W, Williams Barbara A, et al. Multi-phasic analysis of gas production kinetics for in vitro fermentation of ruminant feeds[J]. Anim. Feed Sci. Technol., 1996, 64: 77-89.
- [5] Martin S A, Sullivan H M, Evans J D. Effect of sugars and malate on ruminal microorganisms[J]. J. Dairy Sci., 2000, 83: 2574-2579.
- [6] Mauricio R M, Mould M L, Dhanoa M S, et al. A semi-automated in vitro gas production technique for ruminant feedstuff evaluation [J]. Anim. Feed Sci. Technol., 1999, 79: 321-330.
- [7] Piwonka E J, Firkins J L. Effect of glucose fermentation on fiber digestion by ruminal microorganisms In Vitro[J]. J Dairy Sci., 1996, 79: 2196-2206.
- [8] Russell J B, Jeraci J L. Effect of carbon monoxide on fermentation of fiber, starch, and amino acids by mixed rumen microorganisms in vitro[J]. Appl. Environ. Microbiol., 1984, 48: 211-217.
- [9] Theodorou M K, Williams B A, Dhanoa M S, et al. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds [J]. Anim. Feed Sci. Technol., 1994, (48): 185-197.
- [10] Van Laar H, Van Straalen W M, Van Gelder A H, et al. Repeatability and reproducibility of an automated gas production technique[J]. Anim. Feed Sci. Technol., 2006, 127: 133-150.

(编辑: 张学智, mengzai007@163.com)

间接竞争 ELISA 法检测玉米中 ZEN 的提取方法研究

蔡建荣 吴 杰 赵春城

摘 要 应用抗玉米赤霉烯酮单克隆抗体(ZEN-McAb)建立间接竞争 ELISA,用以检测玉米中的玉米赤霉烯酮(ZEN)。检测限为 1 ng/ml,检测范围为 1~20 ng/ml。在提取玉米赤霉烯酮的过程中,提取液中的甲醇含量对检验结果的影响很大。当提取液中甲醇含量为 60%时,加标回收率最理想,平均回收率为 92.4%。

关键词 玉米赤霉烯酮;ELISA;回收率

中图分类号 S816.7

玉米赤霉烯酮是禾谷镰刀菌、三线镰刀菌等菌种产生的具有雌性激素作用的霉菌毒素。主要污染小麦、大麦、燕麦、玉米等谷物^[1],该毒素可引起家畜和实验动物外阴肿大、乳房肿胀、子宫增大等雌性激素中毒症状^[2-4],对大鼠有致畸作用^[5]。食用谷物中的玉米赤霉烯酮极易对人体造成较大危害,为此,各国都制定了严格的限量标准^[6]:澳大利亚规定黑麦中不得超过 0.06 mg/kg;巴西规定玉米中不得超过 0.2 mg/kg;法国规定食用谷物中不得超过 0.2 mg/kg;罗马尼亚规定所有食品中不得超过 0.03 mg/kg;俄罗斯规定米、小麦、面粉、坚果、植物油中不得超过 1 mg/kg。目前测定玉米赤霉烯酮的方法,有薄层色谱法^[4,7-8]、气相色谱法、ELISA 法等。其中 ELISA 法的要求设备不多,操作简便,检测速度快,但是属于酶促反应。未知的影响因素很多,其中提取液的甲醇含量对 ELISA 法的检验结果就有着显著的影响。

1 材料与方法

1.1 主要仪器与材料

酶标仪(MK3,芬兰雷勃公司)、小型粉碎机(IKA,德国)、微量振荡器(MS2 型,IKA 德国)、微量移液器(芬兰雷勃公司)、恒温培养箱(上海跃进医疗器械厂)、ELISA 试剂盒(检测限为 1 ng/ml,无锡市艾赛生物技术公司研制)、玉米(汉中市质检所提供,江苏某超市直接购买)。

1.2 样品提取方法

参照国标(GB/T 5009.22—1996)并加以改进。准确称取 5.0 g 玉米样品(已粉碎,并过 20 目筛)置于 250 ml

具塞锥形瓶中,加入 10 000 ng/ml 的玉米赤霉烯酮标准溶液(加标浓度为 100 ng/ml)50 μ l,摇匀,然后准确加入 25 ml 提取溶液,将瓶口密封,在振荡器上振摇 15 min(650 r/min),静止后过滤,弃去 1/4 初滤液,收集试样滤液,摇匀,用 PBS 溶液将试样滤液稀释到甲醇含量为 10%,即为待测样品提取液。

提取液中甲醇与水的配比和相应稀释配比设计见表 1。

表 1 提取液中甲醇与水的配比和相应稀释配比

项目	提取液组成	滤液量(μ l)	稀释液量(μ l)	稀释倍数
A#	90%甲醇/水(90:10,V/V)	500	4 000	9 倍
B#	80%甲醇/水(80:20,V/V)	500	3 500	8 倍
C#	70%甲醇/水(70:30,V/V)	500	3 000	7 倍
D#	60%甲醇/水(60:40,V/V)	800	4 000	6 倍
E#	50%甲醇/水(50:50,V/V)	1 000	4 000	5 倍

1.3 ZEN 标准溶液的制备

现有高浓度 ZEN 标准溶液,其浓度为 10 000 ng/ml,而实验中需要用到工作标准溶液浓度为 1、2.5、5、10 和 20 ng/ml,故用 10%的甲醇-PBS 溶液(10:90)稀释至相应浓度,稀释方法如下。

10 000 ng/ml→1 000 ng/ml:500 μ l 母液+4 500 μ l 稀释液;

1 000 ng/ml→100 ng/ml:500 μ l 母液+4 500 μ l 稀释液;

100 ng/ml→20 ng/ml:1 000 μ l 母液+4 000 μ l 稀释液;

20 ng/ml→10 ng/ml:2 500 μ l 母液+2 500 μ l 稀释液;

10 ng/ml→5 ng/ml:2 500 μ l 母液+2 500 μ l 稀释液;

5 ng/ml→2.5 ng/ml:2 500 μ l 母液+2 500 μ l 稀释液;

2.5 ng/ml→1 ng/ml:2 000 μ l 母液+3 000 μ l 稀释液。

1.4 ELISA 方法的检测步骤

1.4.1 试剂的准备

从冰箱中取出玉米赤霉烯酮(ZEN)酶联免疫试

蔡建荣,江苏省苏微微生物研究有限公司,工程师,214063,江苏省无锡市钱荣路 7 号。

吴杰、赵春城,单位及通讯地址同第一作者。

收稿日期:2008-07-15

剂盒,平衡至室温。用2 ml 抗体稀释液稀释抗体浓缩液,4 ml 抗体稀释液稀释酶标二抗浓缩液,充分摇匀。用蒸馏水1:20 稀释浓缩洗涤液后,洗涤液清洗抗体板条2次,拍干后备用。

1.4.2 抗原抗体反应

选择数孔分别加入50 μl ZEN 系列标准溶液(0、

1、2.5、5、10、20 ng/ml),其余孔中各加入50 μl 待测样品提取液(A#~E#)(布板方法见表2),随即在各孔中分别加入50 μl 抗体工作溶液,摇匀,37℃避光温育60 min。取出甩掉,拍干,用洗涤液洗涤板条3次,每次间隔2 min。向各孔中分别加入100 μl 酶标二抗工作溶液,摇匀,37℃避光温育30 min。

表2 各孔中加入的标准溶液

项目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
溶液	1 ng/ml	2.5 ng/ml	5 ng/ml	10 ng/ml	20 ng/ml	A	A	B	B	B	C	C	D	D	E	E	样品空白	样品空白

1.4.3 显色

将温育后的抗体板取出,弃去未反应抗原溶液,用洗液洗涤5次,每次间隔2 min。拍干后各孔中分别加入50 μl 底物液和50 μl 显色剂,37℃显色15 min。往各孔中分别加入50 μl 终止液,摇匀。

1.4.4 测定

终止反应后,立即用酶标仪在450 nm 波长处测定各孔OD 值,并绘制标准曲线,计算出样品中的ZEN 含量。

2 结果与分析

2.1 加标的实际检测值和回收率

按1.4 ELISA 实验步骤,测定ZEN 标准溶液浓度分别为0、1、2.5、5、10、20 ng/ml 的OD 值,根据标准曲线定量,确定加标的实际检测值和回收率。

回收率(%)=
$$\frac{\text{总的ZEN含量}-\text{空白样品中ZEN含量}}{\text{添加ZEN的量}} \times 100\%$$

各甲醇含量提取液的检测值(ng/ml)平均值如表3、图1所示。

表3 各甲醇含量提取液的检测值

项目	空白值	A#	B#	C#	D#	E#
检测值(ng/ml)	3.2	60.2	0	0	97.3	76.2
回收率(%)		57	0	0	94.1	73

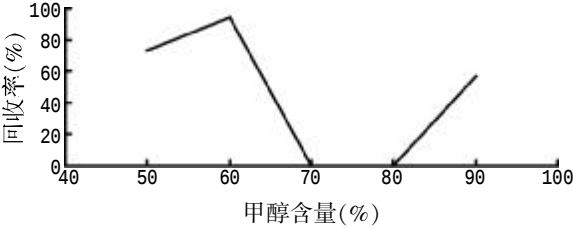


图1 甲醇含量与回收率

试验结果表明,同样污染程度的玉米样品,使用不同甲醇含量提取液的回收率之间存在很大差异。当提取液中甲醇含量为90%或50%时,回收率偏低;当

甲醇含量为80%或70%时,回收率几乎为零;而当甲醇含量为60%时,加标回收率最理想。

2.2 方法的重复性和稳定性

由以上结果可以看出,用60%甲醇/水溶液提取时,加标浓度的回收率为94.1%,与ELISA 的检测范围相一致。针对这种方法,按步骤1.2和1.4重复测定样品中ZEN 的加标后测定浓度,计算其标准偏差S和相对标准偏差CV%,结果如表4所示。

表4 提取方法重复性试验结果

项目	加标浓度100 ng/ml										平均
测定值(ng/ml)	95.4	93.8	95.7	97.1	97.4	95.3	95.0	94.9	95.6		95.6
回收率(%)	92.1	90.6	92.5	93.9	94.2	92.1	91.8	91.7	92.4		92.4

注:标准偏差(S)为1.1;相对标准偏差(CV%)为1.3%。

表4的结果表明,这两种提取方法对三个加标浓度的重复性较好,相对标准偏差均小于10%。

3 讨论

应用抗ZEN-McAb,建立间接竞争ELISA,对ZEN 标准品掺合的谷物检测,ZEN 检测限为1 ng/ml,平均回收率为92.4%,相对标准偏差为1.3%,建立的间接竞争ELISA 法对谷物中的ZEN 能痕量检测。

从间接竞争ELISA 法的检测程序看,检测样品仅用60%甲醇-水经15 min 提取,然后用PBS 液稀释至含甲醇为10%即可用于检测,不需更多程序的化学处理,对ZEN 检测结果无影响。全部检测程序可在3~4 h 内完成,检测程序简易、快速。

由于谷物中ZEN 的含量是根据标准曲线来定量的,而确定标准曲线的6个标准溶液点是用稀释液稀释高浓度标准溶液来配置的,配置成的6个标准溶液点的甲醇含量均在10%左右,所以为了使回收率实验在同一个系统中进行,本实验把所有样品提取液稀释到甲醇含量为10%进行ELISA 实验。

(参考文献若干篇,刊略,需者可函索)

(编辑:刘敏跃,lm-y@tom.com)

垂直型 SDS-PAGE 分析发酵豆粕中蛋白类抗营养因子的研究

欧阳亮 李 亮 蔡源锋

摘 要 为探索发酵豆粕中蛋白类抗营养因子的情况,文章详细研究了聚丙烯酰胺凝胶电泳法分析固态发酵豆粕蛋白质分子量的操作步骤,试剂配制方法、操作要点,研究结果表明,豆粕经过微生物固态发酵以后,分子量有所降低,抗营养因子有明显改善,但不同发酵豆粕在蛋白类抗营养因子方面的质量有一定差异。

关键词 聚丙烯酰胺凝胶电泳;发酵豆粕;蛋白质分子量;蛋白类抗营养因子

中图分类号 S816.17

豆粕中蛋白质含量丰富,含有人体所必需的 8 种氨基酸,是优质的全价蛋白源。但生豆粕中含有多种抗营养因子(antinutritional factors, ANF),主要包括大豆抗原蛋白(致敏因子)、胰蛋白酶抑制剂、植酸、大豆凝血素、脲酶、低聚糖、脂肪氧化酶、致甲状腺肿素等,这些抗营养因子阻碍营养成分的消化、吸收和利用,并对动物的生长发育和健康造成不良影响。

大豆中多数抗营养因子已经有了比较成熟的定性和定量测定方法,酶联免疫法比较复杂,不适合于中小饲料企业使用。在豆粕的抗营养因子中,蛋白酶、11S 蛋白、7S 蛋白等是主要的抗营养因子成分,分子量比较大,通过 SDS-PAGE 聚丙烯酰胺凝胶电泳的方法,测定蛋白分子量分布大致情况,从一定程度上可以看出发酵工艺对于去除抗营养因子的作用,通过标准分子量图谱比较,可以从一定程度上反映出蛋白类抗营养因子的去除程度,从一定角度上讲,其它类抗营养因子也可能由于细菌的消化分解和利用而被消耗。

SDS-PAGE 是 PAGE 的一种特殊形式。SDS 是带负电荷的阴离子去污剂。用 SDS-PAGE 测定蛋白质分子量时,蛋白质需经过样品溶解液处理,在样品溶解液中含有巯基乙醇及 SDS,各种蛋白质在巯基乙醇作用下,还原成单链,再进一步与 SDS 结合形成带大量负电荷的 SDS-蛋白质复合物。因此,各种蛋白质分子在 SDS-PAGE 中,只能按其分子量大小而分离。

电泳分离后,不同蛋白质分子量的条带经过染

色,显示出不同的条带分布,与显色的标准分子量条带相比较,得出样品中蛋白质的分子量分布范围。

1 试剂和仪器

1.1 主要试剂

Na_2HPO_4 、 $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、 β -巯基乙醇、SDS、甘油、溴酚蓝、丙烯酰胺(Acr)、N,N'-亚甲基双丙烯酰胺(Bis)、N,N,N',N'-四甲基乙二胺(TEMED)、硫酸铵(AP)、琼脂(糖)、低分子量标准蛋白试剂、甲醇、冰乙酸、考马斯亮蓝 R250。

实验中使用的试剂除低分子量标准蛋白试剂为色谱级外,其它均为分析级,所用的水为双蒸水。

1.2 主要仪器与试验样品

主要仪器是 DYY-6C 型凝胶电泳仪, DYCP-31DN 型电泳槽, Anke TGL-18G-C 型离心机,北京市六一仪器厂生产。实验测试样品为豆粕样品 1 个、市场发酵豆粕样品 3 个。

2 试剂配制

2.1 磷酸盐缓冲液(0.2 mol/l, pH 值 7.2)

称取无水磷酸氢二钠(Na_2HPO_4 , AR) 20.44 g(或 $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 51.58 g 或 $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 25.63 g),再称取磷酸二氢钠($\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, AR) 8.74 g(或 $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 7.73 g),溶于去离子水(或双蒸水)中,并定容至 1 000 ml。

2.2 液体样品溶解液

0.01 mol/l, pH 值 7.2 磷酸盐缓冲液内含 2% SDS、2%巯基乙醇、20%甘油(或 40%蔗糖)、0.04%溴酚蓝。此缓冲液用来溶解标准蛋白质及待测固体蛋白质样品,配制方法如表 1 所示。

2.3 凝胶贮液

称丙烯酰胺(Acr)30 g, N,N'-亚甲基双丙烯酰胺(Bis)0.8 g,加重蒸水至 100 ml,过滤后置棕色瓶,4℃贮存可用 1~2 个月。

欧阳亮,上海邦成生物科技有限公司,201615,上海市沪松公路 1620 弄 21 号。

李亮、蔡源锋,单位及通讯地址同第一作者。

收稿日期:2008-06-09

表 1 连续体系样品溶解液配制(0.01 mol/l、pH 值 7.2 磷酸盐缓冲液)

项目	SDS	巯基乙醇	甘油	溴酚蓝	0.2 mol/l、pH 值 7.2 磷酸盐缓冲液	加重蒸水至最后总体积为
含量	200 mg	0.2 ml	2 ml	4 mg	1 ml	10 ml

注:液体样品与样品溶解液等体积混合,若样品为固体,则用稀释一半的样品溶解液。

2.4 凝胶缓冲液

称 0.2 g SDS, 加 0.2 mol/l、pH 值 7.2 磷酸盐缓冲液至 100 ml, 过滤后置棕色瓶, 4 ℃贮存, 用前稍加温使 SDS 溶解。

2.5 1% TEMED

取 1 ml N,N,N',N'-四甲基乙二胺(TEMED), 加重蒸水至 100 ml, 置棕色瓶, 4 ℃贮存。

2.6 10%过硫酸铵

称过硫酸铵(AP)10 g, 加重蒸水至 100 ml, 此液

应每周新配, 置棕色瓶, 4 ℃贮存。

2.7 电极缓冲溶液(0.1% SDS, 0.1 mol/l、pH 值 7.2 磷酸盐缓冲液)

称 1 g SDS, 加 500 ml 的 0.2 mol/l、pH 值 7.2 磷酸盐缓冲液, 再用蒸馏水定容至 1 000 ml。

2.8 1%琼脂(糖)

称琼脂(糖)1 g, 加 100 ml 上述电极缓冲溶液使其溶解, 4 ℃贮存。

2.9 10%浓度 SDS-连续体系凝胶(见表 2)

表 2 SDS-连续体系凝胶配制

项目	配制 20 ml 不同浓度分离胶所需各种试剂用量(ml)
凝胶贮液	6.66
凝胶缓冲液	10.00
1%TEMED	2.00
重蒸馏水	1.23
混均后, 置真空干燥器中抽气 10 min	
10%过硫酸铵(AP)	0.20

注:使用工具是 1 ml 取液枪, 50 μl 取液, 一次性枪头废弃。

2.10 配制 0.5~1 mg/ml 低分子量标准蛋白试剂样品溶解液

称 10 mg 低分子量标准蛋白试剂, 加 0.2 mol/l、pH 值 7.2 磷酸盐缓冲液 10 ml, 溶解。

2.11 固定液

取 50%甲醇 454 ml, 冰乙酸 46 ml, 混匀。

2.12 染色液

称 0.125 g 考马斯亮蓝 R250, 加上述固定液 250 ml, 过滤后备用。

2.13 脱色液

冰乙酸 75 ml, 甲醇 50 ml, 加蒸馏水定容至 1 000 ml。

3 实验内容与步骤

3.1 配胶及凝胶板的制备

配胶:根据所测蛋白质分子量范围, 选择适宜的分离胶浓度。选择 SDS-PAGE 连续系统的配制方法(见表 2)。电极缓冲液为 0.1 mol/l、pH 值 7.2 磷酸缓冲液, 内含 0.1% SDS。

3.2 SDS-连续体系凝胶板的制备

将凝胶密封框(其中 0.75 mm 的密封条为浅绿色, 1.0 mm 的密封条为蓝色, 1.5 mm 的密封条为深灰色)放在平玻璃上, 然后将凹型玻璃与平玻璃重叠, 将两块玻璃立起来使其底端接触桌面, 用手将两块玻璃板夹住放入电泳槽内, 然后插入斜板板到适中程度,

即可灌胶。

按表 2 配制 20 ml 浓度为 10%的 SDS-连续体系凝胶溶液, 用细长头滴管将分离胶混合液加到两块玻璃板的缝隙内直至距离短玻璃板上缘 0.5 cm 处, 插入样品槽模板。为防止渗漏, 可在上、下电极槽中加入蒸馏水, 但不能超过短板, 以防凝胶被稀释, 约 30 min, 凝胶聚合, 继续放置 20~30 min 后, 倒去上下电极槽中的蒸馏水, 小心拔出梳形样品槽模板, 用窄条滤纸吸去残余水分, 注意不要弄破凹形加样槽的底面, 倒入电极缓冲液即可准备加样。

注意:凝胶聚集后, 轻轻取下梳子, 用手夹住两块玻璃板, 上提斜板板, 使其松开, 然后取下玻璃胶室, 去掉凝胶密封框, 注意在上述过程中手始终给玻璃胶室一个夹紧力, 再将玻璃胶室凹面朝里置入电泳槽。插入斜板板, 将缓冲液加至内槽玻璃凹口以上, 外槽缓冲液加至距平玻璃上沿 3 mm 处即可电泳。同时注意避免在胶室下端出现气泡。

3.3 制备液体样品

发酵豆粕固体样品经过超微粉碎, 过 100 目。取 1 g 样品, 用 100 ml 的 0.2 mol/l、pH 值 7.2 磷酸盐缓冲液溶解, 4 000 r/min 离心 10 min。取 0.5 ml 上清液, 加入 0.5 ml 液体样品溶解液, 溶解后, 将其转移到带塞小离心管中, 轻轻盖上盖子(不要塞紧, 以免加热时进

出),在 100 ℃沸水浴中保温 3 min,取出冷却即为液体样品。注:如处理好的样品暂时不用,可放在-20 ℃冰箱保存较长时间,使用前在 100 ℃沸水浴中加热 3 min,以除去亚稳态聚合。

3.4 加样

一般每个凹形样品槽内只加一种样品或已知分子量的混合标准蛋白质,加样体积要根据凝胶厚度及样品浓度灵活掌握,一般加样体积为 10~15 μl (即 2~10 μg 蛋白),如样品较稀,加样体积可达 100 μl ,如样品槽中有气泡,可用注射器针头挑除。加样时,将微量注射器的针头通过电极缓冲液伸入加样槽内,尽量接近底部,轻轻推动微量注射器,注意针头勿碰破凹形槽胶面。由于样品溶液中含有比重较大的蔗糖和甘油,因此样品溶液会自动沉降在凝胶表面形成样品层。

3.5 预电泳

分离胶聚合后是否预电泳应根据需要而定,SDS 连续系统预电泳采用 30 mA 电流,60~120 min。

3.6 连续系统电泳

在电极槽中倒入 0.1% SDS pH 值 7.2 的 0.1 mol/l 磷酸盐缓冲液,连接电泳仪与电泳槽,打开电源,将电流调到 20 mA,待样品进入分离胶后,将电流调至 50 mA,待染料前沿迁移至距硅橡胶框底边 1~1.5 cm 处,停止电泳,一般需 5~6 h。

3.7 凝胶板剥离与固定

电泳结束后,取下凝胶模,卸下硅橡胶框,用不锈钢药铲或镊子撬开短玻璃板,在凝胶板切下一角作为加样标志,在两侧溴酚蓝染料区带中心,插入细铜丝作为前沿标记。将凝胶板放在大培养皿内,加入固定液,固定过夜。

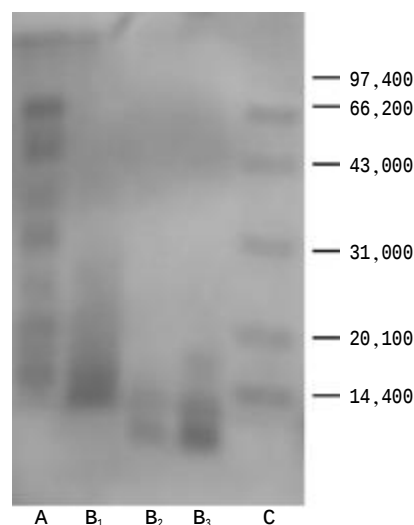
3.8 染色与脱色

将染色液倒入培养皿中,染色 1 h 左右,用蒸馏水漂洗数次,再用脱色液脱色,直到蛋白质区带清晰。

4 结果与分析

在大豆蛋白中,大多数大豆抗营养因子的分子量集中在 35 000~600 000 道尔顿,从 SDS-PAGE 垂直电泳图(见图 1)上可以看出,与低分子量蛋白标准图谱对照,豆粕发酵之前,抗营养因子较多,而发酵之后, B_2 发酵豆粕样品中分子量在 43 000 以上的大分子蛋白质大部分被分解,分子量在 20 100~43 000 的大分子几乎全部被分解,其蛋白分子量多数在 14 400 以下;而 B_1 和 B_3 发酵豆粕样品中的分子量稍大,但大部分抗营养因子也已经被降解去除,说明微生物发酵法确实能够降解豆粕中的大部分抗营养因子,但发酵批次之间的稳定性、不同厂家不同的发酵菌种和发酵

参数对去除大分子蛋白类的抗营养因子有一定差异。



注:A——发酵前豆粕样; B_1 ——发酵豆粕样品 1; B_2 ——发酵豆粕样品 2; B_3 ——发酵豆粕样品 3;C——低分子量蛋白标准,分子量 14 400~97 400 道尔顿。

图 1 发酵前后豆粕中蛋白质的 SDS-PAGE 垂直电泳

5 小结

微生物发酵法是利用微生物在繁殖过程中所分泌的复杂蛋白酶对豆粕中的蛋白质类抗营养因子的降解和部分消耗(如大豆抗原蛋白、胰蛋白酶抑制剂、大豆凝血素、脲酶、脂肪氧化酶),对非蛋白类抗营养因子的利用(如植酸、低聚糖、致甲状腺肿素等)来降低抗营养因子的水平。在发酵过程中使用的菌种种类、菌种产蛋白酶水平、菌种接种量、菌种培养条件、菌种总生物量决定了固态发酵工艺对豆粕中抗营养因子的去除水平。经过诱变和优化产酶水平的枯草芽孢杆菌,产蛋白酶水平和总量高,对蛋白类抗营养因子的去除非常明显,植物乳杆菌、酿酒酵母菌、枯草芽孢杆菌的协同生长对非蛋白类抗营养因子的消耗起着重要作用。

发酵豆粕中抗营养因子的情况可通过酶联免疫法、SDS-PAGE 聚丙烯酰胺凝胶电泳法测定,也能通过测定发酵豆粕产品中有关产物的水平来协助衡量,比如测定发酵豆粕中可溶物含量、小肽含量、乳酸含量、湿物料中活菌总数量等。总之,酶联免疫法定量准确,SDS-PAGE 聚丙烯酰胺凝胶电泳法比较直观,测定发酵豆粕产品中有关产物的水平来协助衡量更简单易行,所以要结合本公司的检验条件,对各种方法的检测经验、熟练程度,对不同厂家产品的使用经验来检测是比较恰当的。

(参考文献 15 篇,刊略,需者可函索)

(编辑:刘敏跃,lm-y@tom.com)

云南松、华山松、思茅松三种松针粉营养成分比较

郭爱伟 熊春梅 高润仙 万海龙 周杰珑

摘要 以云南松(*Pinus yunnanensis*)、华山松(*Pinus armandii*)、思茅松(*Pinus kesiya* var *langbianensis*)三种松针为研究对象,分析了三种松针中的干物质(DM)、粗蛋白(CP)、粗脂肪(EE)、粗灰分(Ash)、钙(Ca)、磷(P)等六种营养成分。结果表明:云南松、华山松、思茅松干物质含量分别为(91.38±0.17)%、(93.55±0.11)%、(97.89±0.02)%;粗蛋白分别为(11.81±0.39)%、(10.40±0.12)%、(2.98±0.12)%;粗脂肪分别为(6.42±0.01)%、(8.20±0.01)%、(9.74±0.01)%;粗灰分分别为(0.97±0.03)%、(0.84±0.01)%、(0.36±0.05)%;钙分别为(0.54±0.02)%、(0.48±0.15)%、(0.23±0.08)%;磷分别为(0.08±0.01)%、(0.07±0.04)%、(0.05±0.03)%。说明这三种松针具有较高的营养价值,研究结果为进一步开发和利用三种松针粉资源提供一定的科学依据。

关键词 松针粉;营养成分;比较

中图分类号 S816.35

松针粉是由松树的针叶经过一系列工序加工而成的,具有味苦、性温、有补充营养、健脾理气、祛风燥湿、杀虫和止痒等功效^[1]。近年来很多试验证实,松针含有动物生长所必需的生物活性物质和营养成分,能增强动物机体的新陈代谢、防治疾病、促进生长和提高生产性能。此外,松针来源于山林,受污染少,而且是可再生资源,是生产绿色饲料添加剂的宝贵资源,今后对松针粉的开发和利用将会越来越受到人们的重视^[2]。笔者通过对云南松(*Pinus yunnanensis*)、华山松(*Pinus armandii*)、思茅松(*Pinus kesiya* var *langbianensis*)等三种松针粉基本营养成分进行分析,旨在阐明其营养价值,为三种松针粉的综合开发利用提供可靠的理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

云南松、华山松采自云南南涧;思茅松采自普洱市。云南松、思茅松、华山松均避光自然风干,采集松针后将样品用剪刀剪碎,然后用四分法取得分析样品 200 g,粉碎至 40 目,装入密封容器中备用。

1.2 测定指标及方法

测定三种松针中的干物质(DM)、粗蛋白(CP)、粗脂肪(EE)、粗灰分(Ash)、钙(Ca)、磷(P)等营养成分^[3]。粗蛋白测定用 UDK126D 凯氏定氮仪,粗脂肪测定用 SZF-06A 脂肪测定仪,粗灰分采用高温灼烧法,钙采用高锰酸钾滴定法,总磷的测定采用钼黄比色法。

1.3 数据处理

为了估计在消除系统误差之后样品的真实含量,即在一定置信水平(t)下的可靠性区间,可由以下公式计算^[4]:

$$\mu = \bar{X} \pm t \frac{S}{\sqrt{n}}$$

式中:t——随置信水平和测定次数而变的系数,置信水平为 95%;

S——标准差;

μ ——总体平均值;

n——测定的次数;

$\bar{X}$ ——n 次测定的平均值。

2 结果与分析

2.1 三种松针概略养分含量比较(见表 1)

表 1 三种松针概略养分含量比较(n=3)(风干样基础)(%)

项目	干物质(DM)	粗蛋白(CP)	粗脂肪(EE)	粗灰分(Ash)
云南松	91.38±0.17	11.81±0.39	6.42±0.01	0.97±0.03
华山松	93.55±0.11	10.40±0.12	8.20±0.01	0.84±0.01
思茅松	97.89±0.02	2.98±0.12	9.74±0.01	0.36±0.05

2.2 三种松针钙粉(Ca)、磷(P)含量比较(见表 2)

从表 2 可以看出,云南松、华山松、思茅松三种松

郭爱伟,西南林学院保护生物学学院,讲师,650224,云南省昆明市白龙寺。

熊春梅、高润仙、万海龙、周杰珑(通讯作者),单位及通讯地址同第一作者。

收稿日期:2008-09-01

★ 云南省教育厅科学研究基金重点项目(07Z40522)

针粉钙含量(Ca)分别为 $(0.54 \pm 0.02)\%$ 、 $(0.48 \pm 0.15)\%$ 、 $(0.23 \pm 0.08)\%$ 。云南松比思茅松钙含量高 134.78%, 华山松比思茅松高 108.70%; 三种松针粉磷(P)含量分别为 $(0.08 \pm 0.01)\%$ 、 $(0.07 \pm 0.04)\%$ 、 $(0.05 \pm 0.03)\%$ 。其中磷含量最高的是云南松, 其次是华山松, 三种松中磷含量最低的是思茅松。云南松比思茅松的磷含量高 60%, 华山松比思茅松高 40%。云南松的钙磷比为 6.74, 华山松的钙磷比为 6.83, 思茅松的钙磷比为 4.81。

表2 三种松针钙、磷含量比较(n=3)(风干样基础)(%)

项目	钙(Ca)	磷(P)	钙磷比(Ca/P)
云南松	0.54 ± 0.02	0.08 ± 0.01	6.74
华山松	0.48 ± 0.15	0.07 ± 0.04	6.83
思茅松	0.23 ± 0.08	0.05 ± 0.03	4.81

3 讨论

研究表明, 干物质含量在不同松针中变化不大, 马尾松干物质含量为 88.96%, 黄山松为 89.03%, 赤松为 93.99%, 黑松为 93.08%, 红松为 82.38%, 油松为 90.20%^[5]。本研究的云南松、华山松、思茅松三种松针粉中干物质含量分别为 91.38%、93.55%、97.89%, 与上述松针差异不大。

松针粉中含有大量的蛋白质, 黄山松中的含量为 11.92%, 马尾松为 8.52%, 赤松为 10.60%, 红松为 8.35%, 黑松为 8.05%, 落叶松的含量为 15.2%, 其它种类蛋白质含量一般为 8% 左右^[6]。松针粉中不仅蛋白质含量高, 而且蛋白质中的氨基酸组成也比较全面, 共有 18 种之多, 其中包括动物所必需的 8 种氨基酸^[6]。本研究测定的云南松、华山松、思茅松三种松针粉粗蛋白含量分别为 11.81%、10.40%、2.98%, 云南松和华山松粗蛋白含量较高, 而思茅松粗蛋白含量较低, 如用思茅松松针粉作为动物的饲料, 不添加其它蛋白质饲料, 可能会影响动物正常的生长发育。

研究表明, 松针粉中的粗脂肪含量约为 3.8%~13.1%, 其中粗脂肪中所含的脂肪酸具有不饱和性, 能提高禽产品的品质^[1]。粗脂肪含量马尾松为 7.62%, 黄山松为 7.06%, 赤松为 13.10%, 黑松为 3.80%, 红松为 7.78%, 油松为 10.18%^[5]。本研究中云南松、华山松、思茅松三种松针粉粗脂肪含量分别为 6.42%、8.20%、9.74%, 与上述几种松针的粗脂肪含量差异不大。

刘晓庚等研究表明, 马尾松、湿地松、红松、黄山松的粗灰分含量分别为 2.34%~3.00%、3.36%、3.43%、2.28%^[6]。本研究测定的云南松、华山松、思茅松三种松

针粉粗灰分含量分别为 0.97%、0.84%、0.36%, 略低于上述几种松针。

钙、磷是动物生长发育不可缺少的无机矿物元素, 缺乏将会引起佝偻病以及骨质疏松等症状。钙在维持神经和肌肉正常功能中起着神经和肌肉兴奋性的作用, 参与正常血凝过程^[7]。松针粉中常量元素钾、钙、镁的含量均高于玉米籽实, 且钙含量远远高于大豆籽实, 其它微量元素多达 40 余种^[8]。马尾松中钙含量为 0.39%, 黄山松为 1.04%, 赤松为 0.45%, 黑松为 0.57%, 红松为 1.47%, 油松为 0.48%^[5]。本研究中云南松、华山松、思茅松三种松针粉钙含量分别为 0.54%、0.48%、0.23%, 钙含量与马尾松、赤松、黑松、油松比较接近, 而低于黄山松和红松。许多研究表明, 松针粉中的总磷(TP)含量, 马尾松为 0.05%, 黄山松为 0.04%, 赤松为 0.03%, 黑松为 0.04%, 红松为 0.06%, 油松为 0.13%^[5]。本研究测定的云南松、华山松、思茅松三种松针粉总磷含量分别为 0.08%、0.07%、0.05%。

4 结论

通过对云南松、华山松、思茅松三种松针粉营养成分的分析, 三种松针粉营养成分差异较小, 思茅松粗蛋白较低外, 其它两种松针有较高的蛋白质, 都富含粗脂肪和钙, 且钙多磷少。由此可知, 这三种松针粉具有较高的营养价值, 有待于进一步开发和利用。

参考文献

- [1] 王群, 王珏. 松针粉在动物生产中的作用及开发前景[J]. 饲料广角, 2005(7): 32-34.
- [2] 郭爱伟, 熊春梅, 周杰琬, 等. 松针粉在动物生产中的应用[J]. 西南林学院学报, 2007, 27(2): 91-93.
- [3] 张丽英. 饲料分析及饲料质量检测技术(第二版)[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [4] 武汉大学主编. 分析化学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 250-255.
- [5] 田允波. 松针粉的生产和利用[J]. 畜牧与饲料, 1997(1): 17-19.
- [6] 刘晓庚, 陈梅梅. 我国松针的开发利用研究进展[J]. 粮食与饲料工业, 2003(3): 25-29.
- [7] 张力, 杨孝列. 动物营养与饲料[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2007.
- [8] 李晓亮, 李湘, 张阅军, 等. 松针粉营养成分分析[J]. 饲料工业, 1997, 18(5): 31-32.

(编辑: 刘敏跃, lm-y@tom.com)

不同处理方式对苹果渣中苹果多酚含量的影响

王林枫 杨改青 张世君 王育红 艾志录 王艳玲

摘要 为了研究苹果渣中苹果多酚在处理过程中的稳定性, 试验以苹果渣为原料分别进行青贮和不同温度及时间的烘干处理, 采用改进的微波提取和福林-酚法测定苹果渣中总酚、可溶性糖和可溶性蛋白的含量。结果表明: 青贮方法对苹果多酚的含量影响较小, 可以最大限度地保存果渣中的苹果多酚; 烘干处理对苹果多酚有显著影响($P<0.05$), 随着烘干温度的升高, 苹果多酚的含量先降低后升高, 65℃时含量最低; 烘干时间对苹果多酚的含量也有较大影响, 随着时间的延长, 苹果多酚的含量也表现为先降低后升高的变化特点, 24 h 苹果多酚的含量最低。加热温度及时间对可溶性糖和可溶性蛋白的含量也有一定影响。研究发现了不同条件下苹果多酚的变化规律, 为苹果渣的适当处理和贮存提供了理论依据。

关键词 苹果渣; 苹果多酚; 烘干; 青贮

中图分类号 S816.34

苹果多酚(Apple polyphenols, AP)是苹果中所含具有苯环并结合多个羟基化学结构的多元酚类物质的总称, 是苹果中的次生代谢产物(Secondary Metabolic Product)。苹果多酚主要成分为单环酚酸(对羟基苯甲酸和对羟基肉桂酸衍生物)、黄烷-3-醇类和原花色素类(缩合型单宁酸)、二氢查尔酮和花色苷等五类化合物, 其中缩合型单宁类约占酚化合物总量的 50%^[1]。

苹果多酚作为一类具有生物活性的天然化合物, 具有较强抗氧化作用^[2], 用于抗龋齿, 抗癌细胞增生, 预防心血管、哮喘、糖尿病等慢性疾病^[3], 调节脂类代谢, 改善肺功能, 抑菌、抑病毒, 消除口臭, 防脱发、生发、美容等生理功能^[4], 性质稳定, 抗氧化性能高于茶多酚, 对 ACE(血管紧张素转移酶)抑制活性高于茶多酚, 可以作为高血压、高血脂及心脑血管疾病的有效抑制药剂^[5]。

苹果多酚的主要来源是苹果渣, 我国是苹果生产和苹果汁出口大国, 苹果榨汁后产生大量的苹果渣^[6]。目前, 我国的绝大多数的苹果渣被当作饲料使用, 仅考虑其普通营养价值, 很少考虑其中的功能成分——

苹果多酚的开发利用。苹果渣有很强的季节性, 在生产旺季, 大量的苹果渣需要采取适当的办法保存, 最常用的保存方法是青贮和干贮。在加工和贮存过程中, 也只考虑保存其普通营养成分, 而没有考虑保存其中的功能成分。本研究就是根据苹果渣的常用加工及贮存条件, 研究不同条件对苹果多酚含量的影响, 根据其变化特点, 采用合理的保存措施, 最大限度地保留苹果渣中的功能成分。

1 材料与方法

1.1 试验材料及处理方法

选用河南省三门峡市当地优质苹果榨取果汁后的新鲜苹果渣。本研究选用青贮和烘干两种方法对苹果渣进行处理, 青贮组用容量为 1 kg 的广口瓶, 瓶中装满苹果渣后, 压实, 加盖旋紧, 瓶盖口外用玻璃胶密封, 共装 18 瓶, 室温避光存放, 以后每月打开 3 瓶, 晾干, 密封袋密封, 测定苹果多酚含量, 暂时不能测定的, 样品在 -20℃冰箱保存。烘干组的苹果渣设不同温度和烘干时间, 烘干温度分别为 45、65、85、105℃, 烘干时间分别为 4、8、12、18、24、36、48 h, 烘干时将装样品的托盘一次性放入烘箱, 设定烘干温度, 鼓风干燥, 在不同的预定时间取样, 放至常温时装入密封袋待测, 短时间内不能测定的, 放入 -20℃冰箱保存, 最长存放时间不超过 6 个月。

1.2 试验仪器设备及试剂

1.2.1 主要试验仪器

本试验所用主要仪器有紫外分光光度计、低速大容量离心机(TDL-5-A)、数显超级恒温水浴锅(HH-501)、循环水式真空泵[SHZ-D(Ⅲ)]、旋转蒸发仪(R201B-Ⅱ)、热风循环烘箱(DGH-9143BS-Ⅲ)、超声

王林枫, 河南农业大学牧医工程学院, 博士, 副教授, 450002, 河南省郑州市文化路 95 号。

杨改青、艾志录、王艳玲(通讯作者), 单位及通讯地址同第一作者。

张世君, 河南宏邦生物科技有限公司。

王育红, 河南农业职业学院食品科学系。

收稿日期: 2008-07-15

★ 博士科研启动经费(编号: 30300098)

波清洗器、微波炉、微量移液枪等。

1.2.2 主要试验试剂

本试验所需主要试剂有无水乙醇(分析纯)、硫酸(分析纯)、无水碳酸钠(分析纯)、苯酚(分析纯)、没食子酸(分析纯)、考马斯 G-250(标准品)、磷酸(分析纯)、钨酸钠(分析纯)、钼酸钠(分析纯)、硫酸锂(分析纯)、福林试剂(Folin-Ciocalteu)等。

1.2.3 福林试剂的配制

在 2 000 ml 磨口回流装置内加入钨酸钠($\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)100 g, 钼酸钠($\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)25 g, 水 700 ml, 35%磷酸 50 ml, 浓盐酸 100 ml, 文火回流 10 h, 然后加入硫酸锂 50 g、水 50 ml 和溴水数滴, 摇匀, 去除冷凝器, 继续煮沸 15 min, 以除去多余的溴。溶液呈金黄色, 冷却后, 定容至 1 000 ml, 过滤, 滤液即福林试剂(试剂不应呈绿色, 否则需重配)。置于棕色瓶中保存^[7]。

1.2.4 没食子酸标准溶液的配制

准确称取 0.100 0 g 没食子酸, 溶解于 70%乙醇溶液中并定容至 100 ml, 制得标准储备液。使用前用 70%乙醇溶液稀释 10 倍, 得到浓度为 100 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 的标准工作液。

1.2.5 没食子酸标准工作液线性关系考察

准确移取没食子酸标准工作液 50、100、150、200、250、300 μl 置于 5 ml 容量瓶中, 分别加入蒸馏水 1 950、1 900、1 850、1 800、1 750、1 700 μl , 混匀后各加入福林试剂 1.0 ml, 充分振荡后静置 3~4 min, 再分别加入 10% Na_2CO_3 溶液 1.0 ml, 摇匀置于 25 $^{\circ}\text{C}$ 恒温水浴中反应 2 h, 以试剂空白为对照, 765 nm 下测定吸光度 A_{765} , 以含量对吸光度作图, 得到没食子酸标准曲线(见图 1)。求得回归方程为: $y=0.0322x+0.0152$, $R^2=0.999$, 说明线性关系良好, 线性范围在 5~30 μg 。

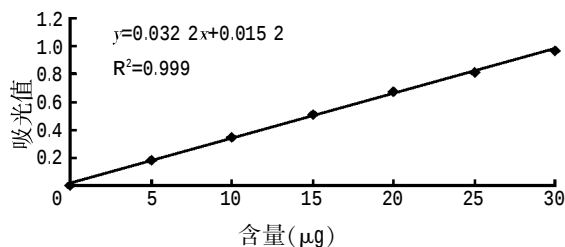


图1 没食子酸标准曲线

1.3 苹果多酚含量的测定

将苹果渣粉碎过 140 目筛, 放入微波萃取仪的容器中, 按 1 : 50 的料液比加入 60% 的乙醇溶液, 设置微波辅助功率 750 W, 萃取时间 60 s, 将提取液置于离

心机中以 4 200 r/min 离心 15 min, 然后真空抽滤, 量取体积。移取抽滤液 1 000 μl 置于 5 ml 容量瓶中后定容。移取容量瓶中的溶液 1.0 ml 置于试管中, 然后向试管中先后加入 1.0 ml 水、1.0 ml 福林试剂、1.0 ml 的 10% Na_2CO_3 。摇匀后于 25 $^{\circ}\text{C}$ 水浴 2 h, 然后在 765 nm 下测其吸光度^[8]。

1.4 可溶性糖的测定(苯酚法)

1.4.1 葡萄糖标准曲线绘制

准确称取葡萄糖, 配制 0.1 mg/ml 葡萄糖标准工作液。移取葡萄糖标准工作液 0、200、400、600、800、1 000 μl 分别置于 10 ml 的容量瓶中, 分别加入 1 000、800、600、400、200、0 μl 蒸馏水, 混匀后加入 5% 苯酚溶液 1.6 ml 后, 再加入浓硫酸 7.0 ml, 摇匀后放置 10 min, 置于 25 $^{\circ}\text{C}$ 的恒温水浴中 15 min, 补加蒸馏水至刻度, 以蒸馏水为对照, 490 nm 下测定吸光度 A_{490} 。以含量对吸光度作图, 得到葡萄糖标准曲线(见图 2)。求得回归方程为: $y=0.0553x+0.0016$, $R^2=0.9994$, 说明线性关系良好。线性范围在 2~10 μg 。

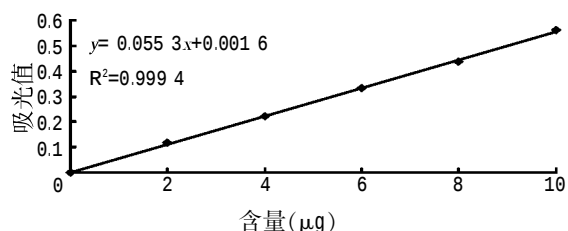


图2 葡萄糖标准曲线

1.4.2 苹果多酚提取液中的多糖含量的测定

移取抽滤后的多酚提取液 1 000 μl 置于 5 ml 的容量瓶中后定容, 移取容量瓶中的溶液 1 000 μl 置于 10 ml 容量瓶中, 然后向容量瓶中加入 5% 苯酚溶液 1.6 ml, 再加入 7.0 ml 浓硫酸, 摇匀后放置 10 min, 置于 25 $^{\circ}\text{C}$ 的恒温水浴中 15 min, 补加蒸馏水至刻度, 于 490 nm 处测其吸光度^[9]。

1.5 可溶性蛋白的测定(考马斯亮蓝 G-250 染色法)

1.5.1 可溶性蛋白标准曲线绘制

配制 0.1 mg/ml 牛血清蛋白标准工作液。移取牛血清蛋白标准工作液 0、100、200、300、400、500、600、700、800、900、1 000 μl 分别置于试管中, 分别加入 1 000、900、800、700、600、500、400、300、200、100、0 μl 蒸馏水, 混匀后加入考马斯亮蓝溶液 5 ml 置于试管中, 摇匀后静置 5~20 min。以蒸馏水为对照, 595 nm 下测定吸光度 A_{595} 。以含量对吸光度作图, 得到蛋白标准曲线(见图 3)。求得方程为 $y=0.0111x+0.0534$, $R^2=$

0.991 6,说明线性关系良好,线性范围在 1~100 μg 。

1.5.2 苹果多酚提取液中可溶性蛋白含量的测定

移取抽滤后的多酚提取液 1 000 μl 置于 5 ml 的容量瓶中后定容,移取容量瓶中的溶液 1 000 μl 置于试管中,然后向试管中加入考马斯亮蓝溶液 5 ml,摇匀后静置 5~20 min。以蒸馏水为对照,595 nm 处测定吸光度^[10]。

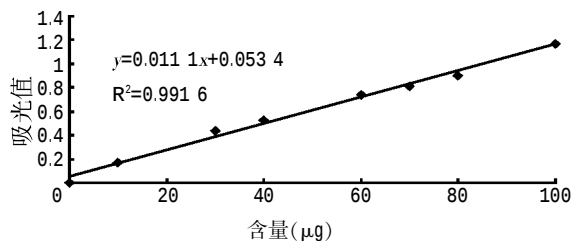


图3 蛋白标准曲线

1.6 数据处理

结果以平均值 $\pm$ 标准差表示,数据处理与分析采

用 SPSS(13.0)统计软件的单因素方差分析法进行,以 $P<0.05$ 作为差异显著性判断标准。

2 结果与讨论

2.1 苹果渣处理后其苹果多酚的含量

不同温度和烘干时间的苹果渣中苹果多酚的含量见表 1,不同青贮时间处理的苹果渣中苹果多酚的含量见表 2。

表1 苹果渣经过烘干处理后苹果多酚的含量(mg/g)

项目	45 $^{\circ}\text{C}$	65 $^{\circ}\text{C}$	85 $^{\circ}\text{C}$	105 $^{\circ}\text{C}$
0	8.54 $\pm$ 0.04 ^a	8.54 $\pm$ 0.04 ^b	8.54 $\pm$ 0.04 ^b	8.54 $\pm$ 0.04 ⁱ
4 h	6.68 $\pm$ 0.03 ^f	6.40 $\pm$ 0.05 ^g	6.86 $\pm$ 0.08 ^g	6.45 $\pm$ 0.02 ^e
8 h	5.57 $\pm$ 0.05 ^e	5.41 $\pm$ 0.02 ^f	5.60 $\pm$ 0.02 ^f	5.46 $\pm$ 0.06 ^d
12 h	4.68 $\pm$ 0.02 ^d	4.34 $\pm$ 0.01 ^e	4.79 $\pm$ 0.06 ^e	4.99 $\pm$ 0.04 ^b
18 h	4.43 $\pm$ 0.01 ^c	3.95 $\pm$ 0.03 ^c	3.96 $\pm$ 0.03 ^c	4.99 $\pm$ 0.02 ^b
24 h	3.61 $\pm$ 0.04 ^a	3.53 $\pm$ 0.02 ^a	3.57 $\pm$ 0.03 ^a	4.91 $\pm$ 0.01 ^a
36 h	4.23 $\pm$ 0.04 ^b	3.74 $\pm$ 0.05 ^b	3.62 $\pm$ 0.03 ^b	5.06 $\pm$ 0.06 ^c
48 h	4.22 $\pm$ 0.04 ^b	4.03 $\pm$ 0.03 ^d	4.02 $\pm$ 0.02 ^d	5.02 $\pm$ 0.04 ^c

注:数据肩标不同字母表示差异显著($P<0.05$),相同字母表示差异不显著($P>0.05$)。下表同。

表2 苹果渣经青贮处理后苹果多酚的含量(mg/g)

项目	0月	1个月	2个月	3个月	4个月	5个月	6个月
多酚含量	8.54 $\pm$ 0.04 ^c	8.42 $\pm$ 0.04 ^a	8.54 $\pm$ 0.07 ^c	8.48 $\pm$ 0.07 ^b	8.63 $\pm$ 0.06 ^d	8.59 $\pm$ 0.05 ^c	8.47 $\pm$ 0.06 ^b

从表 1、表 2 可以看出,加工方式对苹果多酚的影响有较大差异,青贮处理各组苹果多酚的含量远远高于烘干处理的各组,虽然青贮处理各段时间的苹果多酚含量差异显著,但各值之间的绝对值差异不大,说明青贮处理是保存苹果渣的理想方式。

由表 1 可以看出,不同的温度和烘干时间对苹果多酚的含量影响显著。在相同时间不同的温度下,苹果多酚的含量随着温度的升高而表现为先降低后升高的趋势,65 $^{\circ}\text{C}$ 时苹果多酚的含量最低,而后随着温度的升高,苹果多酚的含量又有所升高。出现这一现象的原因可能与苹果渣里存在一定量的多酚氧化酶有关,该酶在 65 $^{\circ}\text{C}$ 条件下活性最高,部分苹果多酚被氧化而降低了苹果多酚的含量^[11],从另一方面也可以看出,纯的苹果多酚相当稳定,温度对其影响不大。但苹果多酚苯环上有比较活泼的 H^+ , 在高温的作用下,苹果多酚可能通过疏水键和多点氢键与蛋白质和糖类发生缩合反应,形成难溶的化合物,分子量增大,导致单位摩尔吸收系数或者单位百分吸收系数变大^[12]。根据朗伯-比尔定律,吸光度值增大,苹果多酚的量增加,因而表现出回升的趋势,但事实上苹果多酚的摩尔浓度没有增加,而是由分子量增大引起的。在苹果多酚增加的同时,可溶性糖和蛋白的量在减少,这一点

可以从苹果渣提取液中可溶性糖和可溶性蛋白的含量得到验证。

在同一温度条件下,苹果多酚随着烘干时间的推移表现出不同变化特征,在 45 $^{\circ}\text{C}$ 和 65 $^{\circ}\text{C}$ 条件下,苹果多酚的含量表现为先降低后升高的趋势。在烘干 24 h 时含量最低,分别为 (3.61 $\pm$ 0.04) mg/g 和 (3.53 $\pm$ 0.02) mg/g,说明 24 h 后苹果多酚氧化酶已基本失活。此后,随着时间的延长,又表现为升高的趋势,这是由于开始加热时,随着温度的增高,苹果多酚氧化酶的活性增强,苹果多酚氧化,含量降低;随着时间的推移,苹果多酚酶的活性下降,苹果多酚与糖及蛋白质的反应逐渐增加。在 85 $^{\circ}\text{C}$ 和 105 $^{\circ}\text{C}$ 条件下,苹果多酚的含量随着时间的变化与 45 $^{\circ}\text{C}$ 和 65 $^{\circ}\text{C}$ 条件下类似,但降低幅度小且升高阶段不太明显,12 h 后基本稳定,苹果多酚的含量相对较高,这可能是由于苹果多酚氧化酶在高温的条件下快速失活,减少了其对苹果多酚的分解,另一方面在高温烘干的过程中,水分的散失使苹果多酚与糖及蛋白质之间的反应也受到限制,因而,苹果多酚到一定程度后基本稳定,没有大的变化。

经过以上分析可以看出,在苹果渣的烘干过程中,由苹果多酚酶引起的苹果多酚降低和由缩合反应

引起的苹果多酚含量增加这两方面的作用同时存在,不同阶段表现的主次不同,开始阶段以苹果多酚酶的活动为主,苹果多酚的含量逐渐降低,随着时间延长,苹果多酚氧化酶基本失活,苹果多酚不再分解,进而转化为以缩合反应为主的阶段,分子量加大,苹果多酚的含量上升。但此时苹果多酚的含量上升,并不意味着苹果多酚的生物活性增加。

2.2 苹果多酚提取液中可溶性糖和可溶性蛋白的含量变化

不同温度处理后多酚提取液中可溶性糖的含量见表3。糖和蛋白质是苹果渣中与苹果多酚有密切关系的两种成分,在高温烘干的条件下,其中的葡萄糖、麦芽糖和蔗糖与苹果多酚发生缩合反应,使多酚衍生物支链增加,形成不溶性的化合物,使可溶性糖

的含量减少,苹果多酚的分子量增加。从表3可以看出,在同一温度加热的条件下,随着加热时间的延长,可溶性糖的含量先逐渐降低,至36 h时最低,尔后又回升。

表3 苹果多酚提取液中可溶性糖的含量(mg/g)

项目	45 ℃	65 ℃	85 ℃	105 ℃
0	4.78±0.04 ^a	4.78±0.04 ^h	4.78±0.04 ^h	4.78±0.04 ⁱ
4 h	4.53±0.03 ⁱ	4.66±0.02 ^g	4.85±0.05 ^g	4.70±0.07 ⁱ
8 h	4.36±0.04 ^e	4.52±0.08 ^f	4.37±0.07 ^f	4.54±0.04 ^e
12 h	3.80±0.07 ^d	3.98±0.07 ^e	4.10±0.03 ^e	3.53±0.05 ^e
18 h	2.07±0.04 ^b	2.58±0.07 ^d	3.54±0.04 ^b	2.91±0.03 ^d
24 h	2.02±0.01 ^b	2.26±0.06 ^c	3.40±0.07 ^a	2.70±0.06 ^{bc}
36 h	1.59±0.08 ^a	1.94±0.04 ^a	2.63±0.03 ^c	2.43±0.07 ^a
48 h	2.65±0.07 ^c	2.13±0.06 ^b	2.73±0.04 ^d	2.60±0.05 ^b

青贮苹果渣中可溶性糖的含量见表4。

表4 苹果渣经青贮处理后可溶性糖的含量(mg/g)

项目	0月	1月	2个月	3个月	4个月	5个月	6个月
可溶性糖含量	4.78±0.04 ⁱ	4.69±0.06 ^e	4.17±0.03 ^d	3.68±0.09 ^c	3.45±0.04 ^b	3.28±0.03 ^a	3.20±0.04 ^a

在青贮处理苹果渣中,可溶性糖含量减少是由于糖分在乳酸菌的作用下分解为乳酸,乳酸浓度增高有利于苹果渣的保存。

各处理组可溶性蛋白的含量见表5。不同处理的苹果渣中可溶性蛋白质的含量随处理方式的不同而不同。在烘干处理的苹果渣中,可溶性蛋白的含量随着烘干时间的延长而降低,各组之间差异显著($P<0.05$),可溶性蛋白含量的降低可能有两个原因:一是在烘干处理过程中,活性较强的氨基酸残基上的分子基团也可与多酚发生反应,形成不溶性的化合物,使可溶性蛋白的量减少,同时也使苹果多酚的分子量增加;二是在加热过程中,糖与蛋白质之间发生美拉德反应,形成不

溶性的化合物,降低了可溶性蛋白的含量^[13]。

表5 苹果多酚提取液经过烘干处理后可溶性蛋白的含量(mg/g)

项目	45 ℃	65 ℃	85 ℃	105 ℃
0	4.72±0.05 ^h	4.72±0.05 ^g	4.72±0.05 ^g	4.72±0.05 ^{df}
4 h	4.64±0.03 ⁱ	4.47±0.05 ^f	4.53±0.07 ^f	4.63±0.08 ^e
8 h	4.03±0.07 ^e	4.05±0.06 ^e	3.99±0.05 ^e	3.98±0.02 ^d
12 h	3.83±0.05 ^d	3.78±0.07 ^d	3.76±0.05 ^{cd}	3.60±0.07 ^c
18 h	3.64±0.07 ^c	3.52±0.08 ^{bc}	3.45±0.03 ^{ab}	3.38±0.05 ^b
24 h	3.26±0.02 ^a	3.34±0.03 ^a	3.35±0.02 ^a	3.26±0.04 ^a
36 h	3.28±0.04 ^a	3.41±0.06 ^{ab}	3.48±0.04 ^{ab}	3.27±0.02 ^a
48 h	3.50±0.01 ^b	3.61±0.04 ^{cd}	3.65±0.05 ^c	3.59±0.06 ^c

青贮处理苹果渣中可溶性蛋白的含量见表6。

表6 苹果多酚提取液经青贮处理后可溶性蛋白的含量(mg/g)

项目	0月	1个月	2个月	3个月	4个月	5个月	6个月
可溶性蛋白含量	4.72±0.05 ^h	4.75±0.01 ^a	4.80±0.03 ^{ab}	4.87±0.02 ^{bc}	4.94±0.03 ^{cd}	4.98±0.03 ^{de}	5.04±0.03 ^e

在青贮处理的苹果渣中,可溶性蛋白的含量随着时间的延长而增加,这是由于在青贮过程中微生物(主要是乳酸菌)的数量增加引起细菌蛋白质的含量增加,因而可溶性蛋白的含量增加。

经过分析可以看出,苹果多酚的含量与加工条件有关,加热对其含量影响较大,主要原因是加热提高了多酚氧化酶的活性,加速了苹果多酚的氧化,65 ℃条件下该酶活力最高;如果温度较高时(本试验中大于85 ℃),多酚氧化酶迅速失活,苹果多酚含量比较

稳定。另一方面,长时间加热可使苹果多酚与糖及蛋白质之间发生反应,形成难溶的大分子化合物,使多酚浓度相对增加。同时,加热可影响可溶性糖及可溶性蛋白的含量。

在青贮条件下,苹果多酚氧化酶在低温的环境中活性较弱,在缺乏氧气条件下,不易发生氧化反应,苹果多酚的含量基本稳定;由于糖分的分解,可溶性糖含量降低,另一方面,在青贮过程中,由于微生物数量的增加,可溶性蛋白含量升高,营养价值提高。综合各

DDGS 的生产工艺、研究利用现状及在畜禽生产中的应用

张 铭

摘 要 随着玉米在酒精生产中量的不断增加,同时也产生了大量的副产物——玉米酒糟,其商品名也叫 DDGS(distillers dried grain with solubles)。它是一种很有价值的饲料组分,因为它最大限度地保留了原谷物的蛋白质等营养成分,并且还融入了糖化曲和酵母的营养成分和活性因子,所以说 DDGS 是一种高蛋白、高营养的优质蛋白饲料原料。文章主要是对 DDGS 的组成、加工工艺、研究利用现状及其应用加以综述。

关键词 DDGS; 生产工艺; 蛋白饲料

中图分类号 S816.35

1 DDGS 的组成

DDGS 主要由两部分组成:①DDG, 干酒精糟,是玉米发酵提出酒精后余留的谷物碎片处理的产物。其中浓缩了玉米中除了淀粉和糖的其它营养成分,如蛋白、脂肪、维生素等。②DDS, 发酵提取酒精后的稀薄

余留物中酒精糟的可溶物干燥处理的产物。其中包含了玉米中一些可溶性营养物质,发酵中产生的未知生长因子、糖化物、酵母等。

2 DDGS 的生产工艺

当前 DDGS 的生产主要采取两种方法:一种是干法加工(比较方便),另一种就是湿法加工(整体效益较好),两种工艺的主要步骤如下。

2.1 干法加工

主要步骤:玉米处理→粉碎投料→发酵蒸馏。产品主要是:酒精、DDG、DDS。具体工艺流程如图 1 所示。

张铭,湖南农业大学动物科技学院,410128,湖南省长沙市芙蓉区湖南农业大学 1879 信箱。

收稿日期:2008-05-23

方面因素,青贮是比较理想的处理方法。

3 结论

① 苹果渣的不同处理方法对苹果多酚的含量有较大影响。在烘干和青贮两种处理方法中,烘干温度对苹果多酚含量的影响较大,青贮对苹果多酚含量的影响小,从营养价值方面考虑,青贮是保存苹果渣的最佳方法。

② 不同的烘干温度和时间对苹果多酚的影响不同。随着烘干温度的升高,苹果多酚的含量先降低后升高,65℃影响最大;随着烘干时间的延长,苹果多酚的含量先降低后升高,拐点与温度有关;从苹果多酚方面考虑,高温(105℃)快速(小于 12 h)烘干较好。

参考文献

- [1] 王闲萍,段泽敏. 苹果多酚物质的利用与资源分析[J]. 山西果树, 2004, 38(4): 32-33.
- [2] 戚向阳,陈维军,杨尔宁. 苹果多酚提取物的组成及其抗氧化性能的研究[J]. 中国粮油学报, 2003, 18(5): 70-73.
- [3] E. N. Frankel, A. L. Waterhouse, J. E. Kinsella. Inhibition of human LDL-C oxidation by reserato[J]. Lancet, 1993, 34(1): 1 103-1 104.

- [4] 柳田显郎. 苹果中多酚的特点、机能和应用实例[J]. 日本新食品工业, 1999(2): 25-30.
- [5] Silvina B. Lotito, Balz Frei. Relevance of apple polyphenols as antioxidants in human plasma: contrasting in vitro effects [J]. Free Radical Biology & Medicine. 2004, 36(2): 78-85.
- [6] 廖小军,胡小松. 我国苹果生产、加工现状与发展对策[J]. 中国农业科技导报, 2001, 6(3): 13-16.
- [7] 郭娟. 苹果渣中苹果多酚的提取、纯化及功效研究[D]. 河南农业大学, 2006: 49-50.
- [8] 王育红. 大孔树脂吸附苹果多酚特性及苹果多酚功效研究[D]. 河南农业大学, 2007: 28-37.
- [9] <http://down.foodmate.net/standard/sort/3/469.html> (GB/T 6194-86).
- [10] 曲春香,沈颂东,王雪峰,等. 用考马斯亮蓝测定植物粗提液中可溶性蛋白质含量方法的研究[J]. 苏州大学学报(自然科学版), 2006, 22(2): 82-85.
- [11] 刘文山,肖凯军,郭纪远. 苹果多酚氧化酶的提取及其抑制作用的研究[J]. 现代食品科技, 2006, 24(4): 63-65.
- [12] 赵扬帆,郑宝东. 植物多酚类物质及其功能学研究进展[J]. 福建轻纺, 2006, 18(11): 107-110.
- [13] 吴少雄,郭纪远,李琳,等. 苹果汁中糖等和氨基酸的美拉德反应动力学模拟研究[J]. 现代食品工艺, 2008, 24(3): 23-26.

(编辑:刘敏跃, lm-y@tom.com)

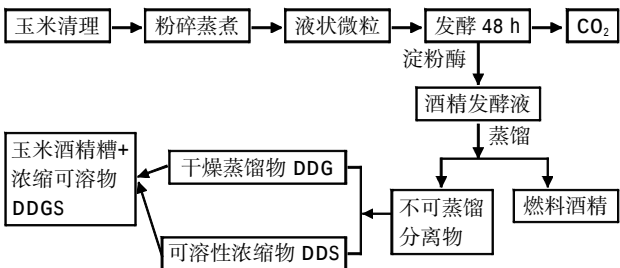


图1 干法加工DDGS的工艺流程

2.2 湿法加工

主要步骤:玉米清理→浸泡→去皮→分离胚芽、蛋白、粗淀粉浆→生产酒精。主要产品:酒精、玉米油、玉米蛋白粉、玉米胚芽粕、玉米蛋白饲料。具体工艺流程如图2所示。

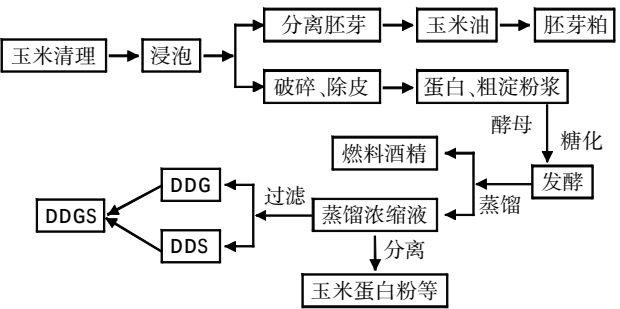


图2 湿法加工DDGS的工艺流程

3 DDGS的研究利用现状

3.1 DDGS的营养成分及特性

玉米酒糟中除碳水化合物减少外,其它成分为原料的2~3倍。以玉米为原料的DDG、DDS和DDGS的粗蛋白含量较高,且基本相近,占干物质的27%~29%。三者的粗纤维含量分别为11%、7%和4%左右。DDG、DDGS和DDS三者的营养成分以及消化能值见表1。

玉米DDGS的主要特点是低淀粉、高蛋白,可消化纤维以及有效磷和硫含量高,可广泛用于畜牧生产;酵母菌体、B族维生素含量丰富,且富含生长因子,有利于动物生长。DDGS在干燥加工过程中,如果加热过度会发生美拉德反应,表现为DDGS的颜色较深,气味浓,这种情况会影响其赖氨酸的利用率。DDGS的理化特性:不同来源的DDGS其理化性质也不一样,一般是从颜色、气味、粒度、容积密度、酸碱度(pH值)、流动性、货架寿命及吸湿性几个特性来判断它的优劣程度。高质量的DDGS表现为金黄色,主要是要求生产过程中加工干净、糖转化率高、酵母充分发挥作用而不易糊化,除此之外还有其它影响因素:①玉米本身的色泽对其生产出来的DDGS的颜色有着很明显的

影响;②烘干过程中,发酵浓缩液添加的比例不同;③加热的温度、时间等因素对DDGS的外观也会产生不同程度的影响(温度控制在407~598℃),过高或者过久容易使蛋白质变性,氨基酸利用率低。

表1 玉米酒糟的营养成分

项目	DDG	DDGS	DDS
干物质(%)	94.0	90.0	93.0
粗蛋白(%)	30.6	28.3	28.5
粗脂肪(%)	14.6	13.7	9.0
粗纤维(%)	11.5	7.1	4.0
无氮浸出物(%)	33.7	36.8	43.5
粗灰分(%)	3.6	4.1	8.0
钙(%)	0.41	0.20	0.35
磷(%)	0.66	0.74	1.27
赖氨酸(%)	0.51	0.59	0.90
蛋氨酸(%)	0.80	0.59	0.50
胱氨酸(%)	0.48	0.39	0.40
苏氨酸(%)	1.17	0.92	1.00
异亮氨酸(%)	1.31	0.98	1.25
亮氨酸(%)	4.44	2.63	2.11
精氨酸(%)	0.96	0.98	1.05
缬氨酸(%)	1.66	1.30	1.39
组氨酸(%)	0.72	0.59	0.70
酪氨酸(%)	1.30	1.37	0.95
苯丙氨酸(%)	1.76	1.93	1.30
色氨酸(%)		0.19	0.30
铁(mg/kg)	300	280	560
铜(mg/kg)	25.0	57.0	83.0
锰(mg/kg)	22.0	24.0	74.0
锌(mg/kg)	55.0	80.0	85.0
硒(mg/kg)	0.45	0.39	0.33
消化能(猪)(MJ/kg)	13.10	14.35	16.23
消化能(羊)(MJ/kg)	15.94	14.64	-
消化能(鸡)(MJ/kg)	8.69	9.20	12.95
消化能(牛)(MJ/kg)	-	14.06	-

3.2 DDGS的限制因素

DDGS中DDS的比例不同对其营养成分有很大的影响。DDS的比例越高,其蛋白质的含量越低,脂肪的含量越高,磷的含量也会提高;DDGS质量变异的主要原因可能是由于玉米生长的地理位置和品种间的差异造成的,但酒精的生产工艺流程、谷物的发酵方法以及副产品干燥方法等因素也影响其终产品的质量。

3.2.1 DDGS中赖氨酸的变异问题

DDGS中的赖氨酸和色氨酸缺乏,变异也大。赖氨酸含量在0.61%~1.06%之间,平均为0.89%。

3.2.2 DDGS的霉菌毒素污染问题

DDGS水分含量高,谷物已破损,霉菌容易生长,因此霉菌毒素含量很高,可能存在多种霉菌毒素,会引起家畜的霉菌毒素中毒症。导致免疫低下和病患率升高,生产性能下降。美国奥特奇(北京)公司2006年对来自上海、广东和天津的12份DDGS样品进行了

霉菌毒素含量的检测,结果如表2所示,DDGS样品中霉菌毒素的阳性检出率为100%。DDGS中霉菌毒素的含量从高到低依次为呕吐毒素、烟曲霉毒素、玉米赤霉烯酮、赭曲霉毒素、T-2毒素和黄曲霉毒素。黄曲霉毒素虽含量较低但检出率仍为100%。

表2 DDGS霉菌毒素检测结果

项目	阳性样品平均值 ($\mu\text{g/kg}$)	阳性样品最大值 ($\mu\text{g/kg}$)	阳性检出率 (%)
黄曲霉毒素	13.0	26.3	100
T-2毒素	69.0	94.7	100
玉米赤霉毒素	744.5	1 423.1	100
赭曲霉毒素	82.5	162.8	100
烟曲霉毒素	1 930.0	7 380.0	100
呕吐毒素	3 680.0	16 750.0	100

3.2.3 DDGS中的脂肪含量

DDGS中不饱和脂肪酸的比例高,容易发生氧化,能值下降,对动物健康不利,影响生产性能和产品质量如胴体品质、牛奶的质量。所以要使用抗氧化剂。

3.2.4 DDGS中的纤维含量

玉米DDGS中的纤维含量高,单胃动物不能利用它。使用一些复合酶制剂可以提高动物对DDGS中纤维以及其它营养物质的消化利用率。

3.2.5 DDGS对适口性的影响

玉米DDGS使用不当将会影响饲料的适口性。如刚出厂时DDGS酒味很浓,用于生产猪饲料,添加5%~6%就会导致饲料适口性下降,而存放一段时间之后,则刺激性气味明显减弱,适口性提高。

3.3 玉米DDGS在国内的利用现状

乙醇工业在我国有着悠久的历史。20世纪70年代以前,我国生产乙醇的主要原料是糖蜜、薯干等。进入20世纪80年代后,由于我国玉米产量的迅速增加,而且使用玉米生产的乙醇质量好,导致以玉米为原料生产乙醇的厂家迅速发展。同时由于玉米乙醇联产DDGS作为一个产业政策列上日程,乙醇总量中来自玉米原料的产量即达到了30%左右。全国年生产蛋白质含量超过27%的DDGS饲料达200万吨,来自玉米乙醇生产的DDGS饲料为60万吨,占DDGS饲料总量的30%。

近几年,我国的工业用燃料乙醇生产量大幅度增加,来自玉米乙醇生产的DDGS饲料量也在扩大。尽管燃料乙醇生产的DDGS饲料对饲料工业会产生较大的促进,但在过去对乙醇生产的共生产品尤其是玉米DDGS蛋白质饲料研究甚少。现代乙醇工业发生了

巨大变化,现代化的发酵技术、差压精馏技术、低温干燥技术、高品质控制技术被运用于新型燃料乙醇工厂。以前的DDGS饲料营养成分表已不能反映现在的DDGS饲料营养成分。为了提高DDGS作为饲料的利用价值,有必要对现代燃料乙醇工厂生产的玉米DDGS蛋白质饲料进行研究,以便精确地评定玉米DDGS饲料的营养价值,推动DDGS蛋白质饲料在畜牧业上的广泛应用。

3.4 玉米DDGS在国外的利用现状

在国外,玉米DDGS饲料基本上来自于以玉米为原料生产燃料乙醇的工厂,尤其在北美洲,年产玉米DDGS约320~350万吨,约70万吨出口到欧洲用作饲料。在美国,大量来自玉米干粉酿酒的酒糟成为饲料配方的焦点。乙醇产业及受其影响的玉米价格成为2007年在美国养猪业和国际间经常讨论的话题。更令人惊讶的预测报告说自从1963年以来,美国国内玉米年平均产量已经翻了一倍,为了适应需求,在接下来的5~7年里,玉米年产量可能会再翻一番。如果乙醇制造业按照目前的计划发展下去,其副产物玉米酒糟(DDGS, distillers dried grain with solubles)全国的供给量可能是现在的3倍。近来美国科学家研究表明,DDGS对猪的饲喂效果也很好,DDGS中中性洗涤纤维的含量很高,可以阻止病原菌在猪肠壁上附着或作为有益菌的营养来源,在日粮中添加5%~10%的DDGS可降低50%由回肠炎导致的猪病死率,仅此一项每年为美国节省兽药治疗费用近2 000万美元。随着玉米大量的应用到工业酒精的生产,DDGS的产量也随之剧增,美国2006年工业生产的DDGS量已超过600万吨,其主要原因在于饲料和家畜业需求量在不断扩大。格兰特大学的学者通过试验证实DDGS的营养价值可以用于奶牛、肉牛、猪、家禽等多种饲料配方当中。明尼苏达州大学的研究者指出:当给生长肥育猪(20~115 kg)饲喂DDGS时,原料中存在的油脂会使猪胴体脂肪更软更油,并且随着DDGS在饲粮中比例的提高而严重。当在生长肥育猪饲粮中添加高油谷物或谷物副产物时,也会出现相似的结果。尽管软脂肪和脂肪硬度的降低是全国包装食品生产厂和肉类加工厂所关注的,但目前市场上并没有对脂肪品质差的猪肉实行价格处罚。研究表明:与饲喂常规玉米大豆日粮的猪胴体相比,在生长肥育猪饲料中添加20%DDGS对腹脂厚度和硬度没有影响。

4 DDGS在畜禽生产中的应用

4.1 DDGS在家禽生产上的应用

DDGS具有良好的适口性和饲料安全性。可以刺激家禽的采食,提高采食量,5%的添加组比对照组每羽鸡高5 g/d产蛋量和产蛋率有明显提高(乔红,2000)。研究表明,日粮中DDGS的用量控制在10%以内,代替饲料中部分豆饼、麦麸和玉米,对肉仔鸡无不良影响(张鉴兴,1992)。徐奇友等(2004)分别以10%、20%和30%的DDGS代替对照组中的豆粕和玉米,试验表明添加不同水平的DDGS对产蛋鸡产蛋率、产蛋重和鸡的增重无显著影响,添加不同水平的DDGS均可提高采食量。鸡的第一限制性氨基酸为蛋氨酸,DDGS中蛋氨酸的含量较高,所以DDGS也是蛋氨酸的良好来源,如与其它饲料配合,可成为种鸡和产蛋鸡的饲料。不过DDGS中的粗纤维的含量较高,限制了家禽对它的消化和利用,所以在家禽中应严格控制其添加量。

在实际生产中,肉小鸡建议DDGS用量为6%,若投喂量大要注意能量水平与赖氨酸、蛋氨酸水平适当调整;蛋小鸡在10%以内;蛋母鸡建议在15%以内,同样需调整能量、赖氨酸、蛋氨酸水平,否则易造成产蛋率下降(尤其是在夏天进食少)。

4.2 DDGS在猪生产上的应用

DDGS中赖氨酸的含量较低。而赖氨酸是猪的第一限制性氨基酸。因此在猪生产中DDGS氨基酸的消化率和生物学价值低于豆粕,但它的氨基酸总量较苜蓿、麸皮高得多,因此从氨基酸营养上考虑,DDGS可以作为猪的良好饲料。李玫等(1994)报道饲料中适当添加赖氨酸可以显著改善DDGS的饲养效果。Whitney等(2004)研究DDGS对断奶和生长猪的影响发现,DDGS用量达25%不会影响仔猪断奶14 d后的生产性能,但对于体重低于7 kg的仔猪而言,高水平DDGS影响仔猪增重。与断奶仔猪相比,DDGS能更好地用于生长肥育猪饲料的能量和蛋白质来源。另外,DDGS能预防猪肠道消化疾病并能抑制饲料自身的病原菌。DDGS在不同猪日粮的最大用量分别为:仔猪、生长猪、泌乳母猪、后备母猪为20%,怀孕母猪、空怀母猪为50%,但饲料中需同时添加赖氨酸和色氨酸。

有研究结果表明,与饲喂常规玉米-豆粕型日粮的生长肥育猪的胴体相比,在生长肥育猪日粮中添加20%DDGS对腹脂厚度或腹脂硬度评分没有影响;且已经有几个田间试验报道表明,当给肥育猪日粮中添加5%~15%DDGS,养猪生产者已观察到发生回肠炎(猪增生性肠炎)猪群的肠道健康可得到改善。

在使用DDGS时应注意的事项:DDGS开始时可

以低水平添加,然后逐渐增加用量,直到最高用量,特别是对于母猪。明尼苏达大学的研究表明,如果在母猪日粮中一开始添加高水平的DDGS将导致饲料采食量下降,到恢复全部采食量时大约需要1周时间。另外,霉菌毒素对繁殖性能有很大影响,因此当将DDGS用于母猪日粮中时要格外小心;日粮中DDGS用量达30%对生长肥育猪生产性能无影响。然而,添加30%时可导致腹部坚硬度下降和更多软脂,由于DDGS中多不饱和脂肪酸的含量高。因此,在生长肥育猪日粮中推荐最大添加量为20%。

4.3 DDGS在反刍动物上的应用

DDGS粗蛋白的含量较高。且CP的降解度较低,因此它是反刍动物理想的豆粕替代品(Owen等,1991; Powers等,1995)。国内外的研究表明,与豆粕相比,DDGS是较好的过瘤胃蛋白质(RUP)饲料,且RUP中氨基酸的比例平衡较好(Cozzi等,1994),用DDGS替代玉米和豆粕,可改善瘤胃内环境,从而改善瘤胃发酵状况。DDGS中粗纤维和脂肪含量较多,可以替代可溶性碳水化合物和淀粉有助于维持瘤胃微生态平衡和稳定瘤胃pH值,减少瘤胃酸中毒。而DDGS中有效磷和赖氨酸的含量较低,因此用DDGS作豆粕的替代品饲喂奶牛时应注意磷的补充。张忠远(2003)报道,日粮中添加 NaHCO_3 ,可以加快瘤胃排空速度,更有利于DDGS中的过瘤胃物质发挥作用,其效果在产奶量和乳成分分析中得到体现。DDGS饲料中不仅含有植物蛋白质,还含有酒精发酵用的酒精酵母菌体,这种酵母菌体中含有50%左右的蛋白质。这种生物蛋白质的氨基酸、微量元素和维生素含量更加丰富,更易消化吸收。DDGS富含B族维生素,且含有未知生长因子,可用于犊牛断奶饲料中;在精料中的添加量以10%~20%为宜。

5 DDGS的前景展望

随着石油的紧缺和环境污染的加重,很多国家都在不断地研究开发新能源,而其中发酵乙醇是一种较理想的新型燃料,也伴随着乙醇产量的加大,其副产品DDGS的产量也随之不断增长。当众多国家在研究新能源的同时也在大力开展DDGS的研究,而DDGS以其高蛋白、高有效磷、价格低廉、安全性高的特性倍受关注,同时随着DDGS生产工艺的不断改进,加工技术的不断更新,在解决能源危机的同时也解决了资源紧缺问题,DDGS的前景很可观。

(参考文献24篇,刊略,需者可函索)

(编辑:张学智, mengzai007@163.com)

奶牛日粮中物理有效中性洗涤纤维(peNDF)研究进展

栗文钰 赵国琦 孙龙生

纤维是反刍动物的一种必需营养素,如何有效地开发利用这一潜在的饲料资源,提高其消化率和营养价值已成为畜牧业中一个重要的研究课题。日粮纤维现在一般泛指饲料中那些来源于植物,但又不能被动物胰腺或小肠消化酶所消化的细胞壁成分。Mertens(1997)认为纤维是“不能被哺乳动物消化酶所消化的所有饲料组分”,包括与细胞壁结合的多糖(纤维素、半纤维素、果胶等)、结构性非多糖(木质素)及非结构性多糖。多年来,在奶牛营养中,一直将中性洗涤纤维(Neutral detergent fiber, NDF)作为表示纤维的指标。中性洗涤纤维主要包括日粮或饲料中的纤维素、半纤维素和木质素,是饲料中被动物缓慢消化甚至不可消化的成分。但是,使用这一指标配合奶牛日粮也不理想,因为当日粮纤维主要来源于较长的粗饲料时,NDF在日粮中的含量可以很低,而当日粮粗纤维主要来源于过短的粗饲料或其它非粗料成分时,NDF在日粮中的含量必须提高。也就是说,使用NDF作为日粮纤维的指标仍然不甚可靠。因此,Mertens(1997)提出了物理有效中性洗涤纤维(peNDF)的概念。

1 物理有效中性洗涤纤维的概念

peNDF是指纤维的物理性质(主要是碎片大小),刺激动物咀嚼活动和建立瘤胃内容物两相分层的能力,与peNDF密切相关的反应是动物咀嚼活动变化。饲料的 $peNDF = \text{饲料 NDF 含量} \times pef$ (physical effectiveness factor, 物理有效因子),pef的范围从0(NDF不能刺激咀嚼活动)到1(NDF刺激最大咀嚼活动)。饲料peNDF总是低于其NDF含量。peNDF与饲料纤维含量、颗粒大小和饲料颗粒在瘤胃中变小有关,因此和瘤胃内容物的两相分层密切相关。而后者又是决定大颗粒饲料在瘤胃中的选择性滞留、刺激反刍和瘤胃蠕动、瘤胃发酵动态和食糜排空等的重要因素。唾液缓冲液的分泌是维持瘤胃pH值稳定的一个重要因素。因此,peNDF通过它与唾液缓冲液分泌和瘤胃pH值的关

系来影响动物健康和乳脂率的变化。

2 物理有效中性洗涤纤维的测定方法

饲料peNDF是其NDF含量和pef的乘积。为了估测饲料的peNDF含量,必须具备下列要求:①通过化学方法分析测定饲料的NDF含量;②准确确定该饲料纤维的物理有效因子(pef)的值。实验室估测peNDF基于以下三点假设:①对于同一种饲料来说NDF值是固定的,不受饲料长度变化的影响;②奶牛的咀嚼活动不受颗粒大小在1.18 mm以下饲料的影响;③不同来源饲料的脆性是相同的。第一点假设可以通过测定大于1.18 mm大小饲料的NDF含量来检测;第二点假设可以使用不同筛子来详细说明饲料的分配状况,通过观察动物对长度不同的饲料的生理反应来验证;第三点假设可以通过测量碾磨力度来衡量饲料的脆性。对于饲料的NDF含量,现在常用的方法是范氏(Van Soest)提出的试验方法,在实验室容易操作。下面主要介绍pef的测定方法。

2.1 通过回归方程求解 pef

Mertens(1997)提出了一个用于估测饲料有效性的参比标准,他假设每千克干物质的NDF应该对动物产生最大的咀嚼活动,参比饲料为含100%NDF的长干草,其pef值默认为1,那么peNDF值应为100,然后用其它纤维饲料与其作比较。由于NDF含量影响着不同粗饲料之间刺激咀嚼能力的差异,而且每千克NDF的咀嚼时间随粗饲料中NDF的提高而提高,他估计0.4~2.0倍维持水平采食量的非泌乳奶牛标准长干草每千克干物质或NDF的咀嚼时间为240 min。通过求解NDF含量与每千克干物质或NDF总咀嚼时间的回归方程,可以得出含100%NDF长干草的咀嚼活动分别为213或238 min/kg NDF。他认为,理论切短长度和咀嚼活动之间存在指数关系,并预测理论切短长度为40、20、5、1 mm的牧草其咀嚼活动分别为长牧草的80%、70%、50%、25%。因此,不同长干草之间咀嚼时间与NDF含量有关,假设在不采食饲料的情况下动物没有咀嚼活动,因此建立了一个过原点的线性回归模型,建立每天每种饲料和每种物理形式的NDF采食量与总咀嚼时间之间的回归关系。方程中的回归系数代表每种来源和物理形式每千克NDF的咀嚼时间。用长干草作为标准,计算出其它NDF来源的

栗文钰,扬州大学动物科学与技术学院,225009,江苏扬州。

赵国琦、孙龙生(通讯作者),单位及通讯地址同第一作者。

收稿日期:2008-08-18

★ “十一五”国家科技支撑项目子课题(2006BAD04A03-07)

pef。某种纤维饲料的 pef 就等于该饲料的回归系数除以长干草的回归系数。

2.2 实验室分析测定 pef

Mertens (1986)提出,只有那些颗粒大到足够能滞留于瘤胃而且需要咀嚼的纤维颗粒才与粗饲料价值(或 peNDF 值)有关。为了测定 peNDF 值,确定能滞留在瘤胃并需要反刍的饲料颗粒大小至关重要。测定日粮(物理形态)颗粒大小的筛分方法有很多,因此许多试验的结果互相之间由于测定方法的差别并没有可比性,并且不能用于实际生产中指导日粮的配制(Murphy 等,1997)。Mertens (1997)在进行了大量试验后认为,饲料在经过反刍动物的咀嚼和瘤胃微生物的降解后,其颗粒只有小于 1.18 mm 才能通过瘤网胃口进入后部消化道。因此他提出一个简单的物理学方法来估计 pef,即通过测定经垂直振动后保留在 1.18 mm 筛孔上干物质所占的比例。因此,某种饲料的 pef 值应与保留在 1.18 mm 筛孔上干物质所占的比例相同。

依据 Mertens 所提出的理论,Henrichs 等(1996)制作了一个手工水平振动的复筛系统——宾州粗饲料颗粒分级筛(PSPS),其主要作用是可以简便地测定粗饲料和 TMR 的颗粒分布,从而计算出饲料的 pef 值。PSPS 是一个手工水平振动复筛,共分为 4 层(其中三层筛网孔径分别是 19、8、1.18 mm,最下面是一个底盘)。具体测定方法:将 3 层筛子和底盘按孔径由大到小依次向下排列,取约 200 g 鲜样置于最上层筛(孔径 19 mm)。筛子总共水平振荡 40 次(每个方向 5 次,共 2 组),振荡频率为 1 次/s 或水平振荡距离大于 17 cm。振荡过程中不允许出现垂直振动。振动结束后,称量每层筛上物,测定干物质含量,求出筛上物占总的干物质比例,其 pef 值就等于每层筛上物干物质含量之和。

3 物理有效中性洗涤纤维水平对奶牛的营养调节作用

3.1 peNDF 水平对奶牛采食行为、反刍活动及采食量的影响

日粮 peNDF 浓度对奶牛采食行为的影响主要是通过奶牛的采食时间及咀嚼活动、反刍活动等表现出来的。汪水平(2004)研究指出,奶牛日采食时间与日粮 peNDF 量呈中等相关,奶牛日咀嚼时间与日粮 peNDF 量呈中等相关,奶牛日单位 DMI 反刍时间与日粮 peNDF 量呈中等相关,奶牛日单位 DMI 咀嚼时间与日粮 peNDF 量呈中等相关,奶牛日单位 NDFI 咀嚼时间与日粮 peNDF 量呈中等负相关。王吉峰(2004)等给荷斯坦奶牛饲喂不同精粗比、不同粗料的日粮发现,低精料且玉米青贮含量高的日粮组的干物质进食

速度慢,采食、反刍及咀嚼时间都长;羊草含量高的日粮组 NDF 进食量大,反刍时间较长;精粗比 30:70 的日粮组实验牛的采食量极显著高于任何一个精粗比高于 30:70 的日粮组。

日粮 peNDF 浓度对奶牛采食量的影响在一些研究中还存在着不同的争议。Kononoff 等(2003)研究表明,降低日粮中 peNDF 浓度能增加奶牛对 DM 和 peNDF 的摄入量。然而,Bal(2000)等和 Yang(2005)等认为日粮中的 peNDF 浓度不会影响奶牛 DM、NDF 和氮等营养物质的摄入量。

3.2 peNDF 水平对奶牛瘤胃内环境的影响

日粮中有效纤维,特别是物理有效纤维含量可以由奶牛的咀嚼行为直接表现出来,动物的咀嚼活动旺盛,唾液分泌量随之增加,唾液中的缓冲物质中和酸性物质能力提高,保证了瘤胃正常的生理功能,稳定的内环境有利于维持奶牛生产性能和正常的乳脂率。贺鸣(2005)研究表明,TMR 日粮中不同的颗粒大小通过影响动物的咀嚼行为来调控瘤胃发酵特性。动物瘤胃液中总 VFA 含量与动物采食量相关,随着日粮颗粒大小的下降而升高,但是差异不显著($P>0.05$)。而氨态氮含量呈上升趋势,苜蓿干草长度的增加使得乙酸/丙酸比例上升($P>0.05$),2 cm 组和 8 cm 组差异显著($P<0.05$)。

Beauchemin 等(2005、2006)研究报道,减少日粮中 peNDF 的含量显著降低了奶牛咀嚼的次数以及反刍的时间、次数,从而增加瘤胃酸中毒的风险。Beauchemin 等(2005、2006)研究表明,peNDF 浓度对瘤胃 pH 值的影响不显著,随着 peNDF 的降低,总的 VFA 浓度、丙酸摩尔浓度增加,丁酸摩尔浓度下降,乙/丙比例降低。瘤胃中氨态氮浓度不受 peNDF 浓度的影响。

3.3 peNDF 水平对奶牛消化道养分消化的影响

Schwab(2003)、Kononoff(2003)、Yang 等(2005)的研究结果表明,总肠道的干物质、有机物,尤其是 NDF、ADF 和氮消化率都随着日粮中 peNDF 的浓度增加而增加。这可能是由于随着 peNDF 摄入量的增加,能通过改善瘤胃的功能而提高瘤胃中纤维的消化能力以及肠道中纤维的消化能力。然而 Kononoff(2003)等却得到了不尽相同的研究结果:随着日粮中 peNDF 浓度的增加,过瘤胃的总非纤维性碳水化合物含量增加,总肠道的干物质消化率也随之提高,但 NDF 的消化率却没有明显变化。引起这种差异的原因很可能是日粮中 peNDF 含量的不同造成的,例如,在 Kononoff(2003)等试验所使用的日粮设计中 peNDF 的含量占日粮的

15.6%~18.4%,而在 Yang 等(2005)的研究中则只有 7.0%~8.9%,由此看来,日粮中 peNDF 浓度的是否影响 NDF 消化率还应取决于日粮中 peNDF 的浓度高低。当日粮中 peNDF 的浓度降低到 7.2%以下时,NDF 的消化率随 peNDF 的浓度的下降而下降,但当 peNDF 的浓度降低到 9.5%时,NDF 的消化率并不随 peNDF 浓度的改变而改变。Beauchemin(2003)等认为,当日粮 peNDF 浓度过低或者全混合日粮粉碎过细时,粗料颗粒大小对动物的咀嚼时间、瘤胃 pH 值和纤维的消化率有明显的影响。根据 Yang 等和 Beauchemin(2001)等的报道,由于瘤胃中淀粉的消化受到的影响可以部分或者全部在小肠中得到补偿,因此日粮中 peNDF 浓度对非纤维性碳水化合物——淀粉消化率的影响较小,通常只引起微小的线性的降低,但是瘤胃中纤维消化受到的影响却很少能在小肠中得到补偿。

3.4 peNDF 水平对奶牛生产性能的影响

对于 peNDF 浓度对奶产量及奶成分的影响,目前在一些学者的研究之中还没有形成一致。最近的研究结果是 Yang(2006)发现,peNDF 浓度对奶产量和 4% FCM 的影响不是很明显。乳成分如乳脂肪含量、乳糖不受 peNDF 浓度的影响,但是乳蛋白含量随着 peNDF 浓度的增高而呈下降趋势。因此,对于 peNDF 水平对奶牛生产性能方面的研究还需要更进一步的证实。

4 小结

反刍动物需要以足够的粗饲料来源形式的日粮纤维用来维持正常的瘤胃发酵和乳脂率稳定。提高日粮纤维含量和粗饲料颗粒大小,进而提高日粮的 peNDF 浓度已经被证明可以有效地增强奶牛咀嚼活动和唾液分泌,从而改善瘤胃内环境、降低奶牛酸中毒的风险。然而对于 peNDF 在奶牛中的具体添加量以及 peNDF 浓度对奶牛消化道各种营养物质的消化影响,对奶牛生产性能方面影响的研究目前还没有达成共识,因此,需要在这些方面进一步加深研究,以确定 peNDF 在奶牛中的实际添加量及影响因素,从而为保证奶牛健康及提高奶牛生产性能方面提供理论依据。

参考文献

- [1] 贺鸣.TMR 中粗饲料不同颗粒大小对奶牛咀嚼行为和瘤胃发酵的影响[D].北京:中国农业大学,2005.
- [2] 闵晓梅,孟庆翔.有效纤维及其在奶牛日粮中的应用[J].乳业科学与技术,2002(1):24-27.
- [3] 王吉峰.日粮粗精比对奶牛消化代谢及乳脂肪酸成分影响的研究[D].北京:中国农业科学院,2004.
- [4] 汪水平.不同日粮对奶牛瘤胃发酵、纤维消化、行为学及生产性能的影响[D].陕西:西北农林科技大学,2004.
- [5] 徐炜玲,孟庆翔.奶牛饲养中日粮的有效纤维问题[J].饲料博览,2002(6):35-37.
- [6] 杨凤.动物营养学[M].北京:中国农业出版社,2000.
- [7] Bal M A, Shaver R D, Jirovee A G, et al. Crop processing and chop length of corn silage:effects on intake,digestion and milk production by dairy cows[J]. J. Dairy Sci., 2000,83:1 264-1 273.
- [8] Beauchemin K A, Yang W Z, Rode L M. Effects of barley grain processing on the site and extent of digestion of beef feedlot finishing diets[J].J.Animal Sci., 2001,79:1 925-1 936.
- [9] Beauchemin K A, Yang W Z, Rode L M. Effects of particle size of alfalfa based dairy cow diets on the chewing activity,ruminal fermentation,and milk production[J]. J.Dairy Sci.,2003,86:630-643.
- [10] Heinrichs A J, P. J. Kononoff. Evaluating particle size of forages and TMRs using the Pen State Particle Separator. Penn State, University Park, PA. 1996.
- [11] K. A. Beauchemin, W. Z. Yang. Effects of physically effective fiber on intake, chewing activity,and ruminal Acidosis for Dairy cows fed diets based on corn silage[J].J.Dairy Sci.,2005,88:2 117-2 129.
- [12] Kononoff P J, Heinrichs A J. The effect of corn silage particle size and cottonseed hulls on cows in early lactation [J]. J. Dairy Sci., 2003,86:2 438-2 451.
- [13] Mertens D R. Effect of physical characteristics, forage particle size and density on forage utilization. Page 91 in Proc. Nutr. Symp, St.Louis, MO.Am. Feed Ind. Assoc, Arlington, VA.1986.
- [14] Mertens D R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows[J]. J. Dairy Sci., 1997,80:1 463-1 481.
- [15] Murphy M R, J. S. Zhu. A comparison of methods to analyze particle size as an applied to alfalfa haylage, com silage and concentrate mix[J]. J. Dairy Sci., 1997,80:2 932.
- [16] P. J. Kononoff, A. J. Heinrichs, H. A. Lehman. The Effect of Corn silage particle size on eating behavior, chewing activities, and rumen fermentation in lactating dairy cows[J]. J.Dairy Sci.,2003, 86: 3 343-3 353.
- [17] Schwab E C, Shaver R D, Shinnors K J, et al. Processing and chop length effects in brown-midrib corn silage on intake,digestion and milk production by dairy cows[J]. J. Dairy Sci.,2003, 85: 613-623.
- [18] W. Z. Yang, K. A. Beauchemin. Increasing the physically effective fiber content of dairy cow diets may lower efficiency of feed use [J]. J. Dairy Sci., 2006,89:2 694-2 704.
- [19] Yang W Z, Beauchemin K A, Rode L M, et al. Comparison of hulls-less barley,or corn for lactating cows:effects on extent of digestion and milk production[J].J.Dairy Sci.,1997,80:2 475-2 486.
- [20] Yang W Z, K. A. Beauchemin, L. M. Rode. Effects of particle size of alfalfa-based dairy cow diets on site and extent of digestion[J]. J. Dairy Sci., 2002,85:1 958-1 968.
- [21] Yang W Z, Beauchemin K A. Effects of physically effective fiber on digestion and milk milk production by dairy cows fed diets based on corn silage[J]. J.Dairy Sci., 2005,88:1 090-1 098.

(编辑:张学智, mengzai007@163.com)

生物能源对饲料市场及相关产业的影响及对策研究

何蒲明

随着石化能源的价格上涨及其所带来的环境问题,生物能源作为一种可再生能源越来越受到重视,其中燃料乙醇和生物柴油尤其被看好。目前,燃料乙醇的原料以玉米为主,生物柴油的原料以大豆和菜籽为主。生物燃料作为石化能源替代品,受到众多国家的普遍重视,同时生物燃料生产和贸易的不断扩大大可能产生的问题和影响也开始引起各方关注。

1 国内外生物能源发展概况

生物能源提出几十年,但大行其道是近两年的事,为减少对石油进口的依赖,很多国家采取措施,鼓励本国的生物燃料生产,其中美国和欧盟国家的措施最为积极。美国政府自1978年起就以各种补贴水平对生物乙醇生产商实施补贴,乙醇产量从1980年的1.75亿加仑增加到2006年的约49亿加仑(1 464万吨)。截止到2007年4月,生产能力为70亿加仑(2 091万吨)。美国2007年27%的粮食作物用来生产生物能源,该比例在2006年还只是20%。欧洲是世界上生物柴油发展最快的地区之一,份额已占到成品油市场的5%。目前在欧洲用于生产生物柴油的原料主要为菜籽油,生产生物柴油可享受政府的税收政策优惠,其零售价低于普通柴油。巴西由于石油资源相对匮乏,生物能源也发展较快。1980年提出“柴油计划”;1983年巴西政府提出“植物油脂计划”,推进生物燃料的应用;2006年,巴西启动生物柴油计划;据估计,到2007年底,巴西年产生生物柴油可能达到15亿千克。燃料乙醇在巴西也发展较快,据统计,该国乙醇的消费量已占到全国汽车燃料消费量的43%。自1973年至今,巴西生物能源的产量增加了744.4%,从360万吨石油当量增加到3 040万吨石油当量,年均增长21.3%。

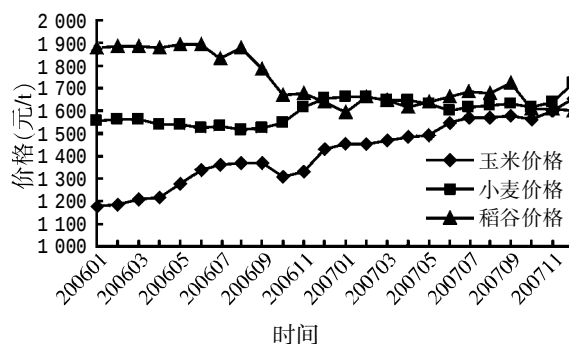
我国生物能源虽然起步晚,但发展快。财政部已启动对我国生物能源和生物化工发展的财税扶持政策。2005年,我国生产了102万吨燃料乙醇,仅次于巴西、美国,已成为世界上继巴西、美国之后第三大生物燃料乙醇生产国和应用国。2006年,我国燃料乙醇的生产达到144万吨,按照1:3.3比例计算,大概消耗玉米475万吨。随着我国国内汽油消费量的增加,现在的燃料乙醇生产能力根本不能满足试点区域的市场需要。

2 生物能源对饲料市场的影响

玉米是生产生物能源的主要原料之一,2006年10月以来,随着国际原油价格的不断上涨,作为替代能源的乙醇生产项目迅猛增加,玉米工业需求突飞猛进,价格也随之上涨,进入2007年,市场还一直延续着上涨的余温,玉米、大豆和小麦等不仅价格居高不下,而且供给开始紧张,库存开始下降,对以农产品为原料的饲料市场及相关产业的发展带来了一定的影响。

2.1 对饲料价格的影响

目前较成熟的燃料乙醇的生物转化方法是以玉米为原料,随着燃料乙醇遍地开花,其主要原料玉米的价格上升趋势明显。玉米作为重要的农产品和饲料产业中最重要的原料,在2007年的农产品价格上涨中表现“突出”。具体情况见图1。



注:数据来源于郑州粮食批发市场,玉米、小麦和稻谷的数据分别为黄玉米2、豫麦34和梗稻谷3的价格数据。

图1 2006-2007年三大粮食品种价格走势

从图1可以看出,在近两年的时间里,稻谷的价

何蒲明,长江大学经济学院,讲师,434025,湖北荆州长江大学经济学院(西校区)。

收稿日期:2008-08-28

★ 湖北省教育厅科研项目“基于农产品期货市场的粮食安全问题分析”(Q20081202)的阶段性研究成果

格有所回落,涨幅为-14.69%,小麦价格呈缓慢增长趋势,涨幅为10.76%,而玉米的价格呈迅速上涨趋势,涨幅达到40.44%。玉米价格大幅度上涨,发展生物乙醇是最主要的原因。

我国作为玉米消费大国,玉米消费主要用于饲料和工业消费,二者占到了总消费量的85%以上。饲料用玉米所占的比例最高,达70%以上,饲料用玉米需求的变化对市场的影响比较大。但由于生物能源的发展,工业消费在决定玉米价格方面将发挥越来越大的作用,工业加工用玉米所占比例虽然只占14%左右,但近年来发展很快,年平均用量增加200多万吨,对市场的影响也非常明显。

2.2 对饲料需求、供给和库存的影响

由于生物能源的发展,玉米已由原来的粮食属性进一步发展到具有能源属性,导致玉米的消费结构发生变化,用于生物能源生产的比例明显上升,在粮食的需求、供给和库存等方面对饲料市场的影响已经开始显现。

近期的玉米需求增长主要由扩大生物能源生产所拉动。在这方面,以美国和巴西为代表的重要农产品出口国表现最为积极,采取了一系列鼓励措施,如美国对乙醇生产的补贴。在农产品出口国,扩大生物能源生产首先拉动了对玉米、甘蔗、油菜、棕榈油等原料产品的国内需求,从而引起出口数量减少。

石油价格上升也从供给方面对粮食产生了影响。燃料是农业生产的重要成本项目,特别是在发达国家。燃料价格提高加大了生产成本,产生推动价格上升的效应。与此同时,运输费用也会随着燃料价格的上升而上升。由于农产品的单位重量(体积)价值较低,运输费用上升会显著增加最终使用者的购买成本,进而影响到粮食的生产、流通和贸易,这对饲料行业的原料供给构成了一定的威胁。虽然国家为了增加广大农民的种粮收入,采取了一系列优惠政策,如取消农业税,实行粮食直补、良种补贴等。但以美国为代表的各国发展生物能源的热潮大大地提高了对化肥的需求,促使全球化肥价格大幅上涨,而且2008年以来,全球煤、电、气等能源价格均面临较大上涨压力,为防止能源外流,部分国家对化肥出口相继采取限制措施,如埃及和印尼等国都限制尿素出口。所以农资价格上涨的绝对数额已经超过国家给农民的各项补贴金额,农民的种粮成本还是增加,积极性会受到影响。

2006年,全球粮食总储备量下降到3.75亿吨,比上年下降16.2%;粮食期末库存只占当年总产量的17.1%,占当年总消费量的16.5%。2007年,全球用于生产燃料的粮食超过1亿吨。恰恰是这1亿吨,打破了世界粮食市场维持多年的供需平衡关系,使全球粮食储备总量已经下跌到3.09亿吨,仅仅相当于54d的全球消费量,而1999年的储备水平相当于115d的全球消费量。迄今,全球粮食储备量已减少到30年来的最低水平。而我国为了消化陈化粮,2006年和2007年燃料乙醇的产量迅速增加,目前陈化粮已经基本耗尽,部分生产已经开始使用新粮。

3 生物能源的发展对饲料行业未来的影响

3.1 有关国家生物能源的发展目标

2007年12月18日,美国众议院高票通过了能源法案修正案,要求其使用量在2020年达到360亿加仑。欧盟的目标是到2010年能源中的生物能源掺混率达到5.75%,或者占到总用量的6.5%,到2020年,运输燃料的20%将用燃料乙醇等生物燃料替代,巴西农业部长罗伯托·罗德里格斯最近在日本东京宣布,到2013年,巴西计划将乙醇燃料的年产量扩大到350亿升,是目前年产量的2倍以上。印度政府将在全国推广乙醇汽油,并计划把汽油中乙醇的比例提高到10%。根据我国《生物燃料乙醇及车用乙醇汽油“十一五”发展专项规划》,“十一五”期间,我国将生产600万吨生物液态燃料,其中燃料乙醇500万吨,生物柴油100万吨,乙醇汽油到2010年将占我国汽油消费量的一半以上;到2020年,生产2000万吨生物液态燃料,其中燃料乙醇1500万吨。

3.2 未来玉米价格走势

美国作为世界农产品市场的主要供给者,也是主要价格制定者,对世界农产品价格影响最大,美国本国大力发展燃料乙醇将导致出口大幅度减少,对全球玉米行情产生重大影响,并波及其它食品。中国虽然作为玉米主要生产国,但由于生物能源的快速发展,很可能由玉米出口国变为进口国,而美国将长期维持价格制定者的角色,所以,美国玉米出口减少的直接后果之一是世界市场玉米价格维持高位,并对所有相关行业供求产生重大影响。而我国由于在将来的一定时期国家要大力发展燃料乙醇,对玉米的需求将会增加,国内供给将难以满足,只有依赖进口,但在价格方面又没有定价权,只能受制于人,这些因素也将导致

今后一定时期国内玉米高价位运行的状况。

3.3 未来玉米供需走势

由于世界大多数国家都在大力发展生物能源,传统的玉米出口国的出口量将会大大减少,从而对国际市场上的供给产生很大影响。而生长周期缓慢,在有限的耕地条件下,农产品很难在短期实现大幅增产。巴西生产的生物乙醇占其全部燃料消费的10%,仅需要其3%的耕地,但在大部分国家这种模式行不通。要像巴西那样达到10%的目标,美国将需要30%的耕地,而欧洲则需要72%的耕地。中国有这么多耕地吗?所以国内的供给也不会有显著增加。目前生产燃料乙醇需要400万吨玉米,意味着占据470万亩耕地,“十一五”期间,燃料乙醇的目标是500万吨,2020年的目标是1500万吨,由此看来由于国家政策的支持,工业用玉米将会大幅度增加,对饲料用粮是一个很大的压力。所以总体来说,生物能源生产对玉米构成了一种新的需求,而且这种需求具有持久性。在高利润的推动下,玉米作为生物能源的开发还将持续下去,深加工企业还会不断扩张。所以玉米供求偏紧,甚至出现短缺将是一种常态。

但是,考虑到我国玉米长期供求偏紧,2006年底国家出台了一系列政策,强调发展燃料乙醇应坚持“非粮”原则,严格控制玉米工业产品深加工的盲目发展。盲目扩张态势将会在一定程度上得到遏制。同时随着经济发展,居民消费结构的升级,未来中国玉米消费的热点将会在一定程度上从深加工向饲养业回归。

4 对策研究

4.1 要认清形势,早作准备,但不必过于悲观

对于玉米市场,首先要认清当前的基本形势,因为世界绝大多数国家和政府鼓励和支持生物能源的发展,而且规模也在不断扩大,加上未来人口增加,经济发展,对能源的需求也会增加,发展生物能源的非粮技术在短期内很难有实质性的突破,生物能源的发展依然是以粮食为主要原料,所以在这种形势下,要早作准备,把风险降低到最小限度。但也不要过于悲观,因为:①在当前玉米高价的激励下,世界有关国家的生产能力将会在一定程度上激发,从而会在一定程度上增加玉米供给;②我国政府已经明确表示了生物能源发展的“非粮”原则,这也会在一定程度上遏制工业玉米的需求;③现在各国已经初步认识到生物能源

对粮食造成的影响,在积极开发新的技术,将来一旦技术上突破了,那么原料的来源就很丰富了,对粮食和耕地的压力就会大大减少。

4.2 要积极参与期货市场

虽然从长期的观点来看,生物能源对饲料行业的影响不会太大,但对近期和今后一段时期还是有较大的影响,为了减少这种影响,饲料企业积极参与期货市场,因为期货市场具有发现价格和转移风险的经济功能,期货市场可以报出未来长达16个月的价格走势。在期货市场上进行套期保值,既可以避免价格风险,又可以减少对原料短缺的担心。目前我国期货市场已经成熟,发展迅速,交易规范,玉米、豆粕等主要饲料原料品种都已经上市交易,与国际特别是美国芝加哥交易所联系紧密,与其有很强的关联性。

4.3 开展规模化经营

在目前这种新的形势下,小规模经营难以抵挡市场风险,而且竞争力也不强,而开展规模化经营,一是可以实现规模采购和生产,降低成本,形成规模优势,获得规模效应;二是为了适应参与期货市场的需要,因为参与期货市场进行交易,有一个最小交易单位的问题,如果规模太小,达不到其交易的基本要求,就无法参与,或者在规模上勉强能够进行期货交易,但由于交易量不大,所感受到的好处也不明显,那么参与的意义也不大,只有企业做大了,才有可能做强。

参考文献

- [1] 国家发展和改革委员会. 美国加大对生物能源和生物化工产业扶持力度[OL]. (2007-9-10) <http://www.bioon.com/biology/news/311923.shtml>.
- [2] 佚名. 生物燃料如火如荼 巴西打造能源大国[OL]. (2007-04-02) 中国生物技术信息网.
- [3] 吴志华. 巴西的能源农业战略[OL]. <http://www.ahxf.gov.cn/xp/show.asp?ID=5130>.
- [4] 佚名. 燃料乙醇能否“破茧化蝶”? [OL]. (2007-06-01) http://www.agri.gov.cn/fxycpd/qt/t20070601_826410.htm.
- [5] 佚名. 巴西乙醇燃料发展之路[OL]. (2007-03-30) <http://www.88088.com>.
- [6] 佚名. 我国燃料乙醇业发展概况. 中国证券报, 2007-11-07.
- [7] 李超民. 我国CPI过快上涨的国际根源[OL]. (2007-09-03) <http://www.sina.com.cn>.

(编辑:刘敏跃, lm-y@tom.com)

饲 料 企 业 生 产 成 本 的 控 制

周根来 王庆忠

摘 要 生产成本的控制是当前饲料企业生产经营中不可忽视的问题。饲料企业只有从饲料生产的实际出发,运用最科学的方法,征用高技术的人才,让每一个部门协调工作,共同努力才能使生产成本降低。文章主要综述了饲料厂如何在生产前和生产中运用科学的方法和先进的管理方式对生产成本进行控制。

关键词 饲料;生产成本;控制

中图分类号 F715.53

饲料企业属于“种植业-饲料加工业-养殖业及畜产品加工业”整个产业链的中间产业,其发展受到上下游产业的双重制约。目前饲料业正处于饲料原料和养殖产品的强势夹击中,饲料产品越来越呈现出低利化的趋势。在当前饲料原料价格疯涨的形势下,饲料企业如何在这利润分配不均衡的产业链中取得竞争优势显得意义非凡。不少饲料企业(集团)选择了拉伸和放宽自身产业项目的策略,以在其它产业中获得利润降低风险。同时,对饲料产业自身进行“精耕细作”,优化调整饲料配方,转变产品营销策略,强化大宗原料采购管理等都不失为有效的方略。其中,控制饲料产品的生产成本也是一个重要的措施。

现实管理中,大部分企业往往高度重视制造过程中的成本控制,却忽视了成本控制的预防管理与系统管理,没有过多考虑生产工艺、产品设计、配方设计、原料选用等因素的负面影响,在生产成本控制上抓小失大,使生产成本始终居高不下。其实,饲料厂生产成本控制是一个系统工程,在产品研发与市场定位之初,成本控制工作就已经渗透其中,在配方投入生产之前,决定成本大局的数值就已确定,真正的成本控制应当是在产前与产中对成本进行整体联合控制。所以系统全面地对各个成本进行控制对生产成本的影响作用变得越来越大。

1 产前控制

产前控制主要是指饲料厂在生产饲料之前对各个准备性工作进行控制。产前控制主要包括:市场的定位、生产工艺及布局、设备选用、原料选用及配方组成、产品加工标准等。

1.1 市场的定位

分析、比较本饲料厂与竞争者在经营管理、技术开发、采购、生产、市场营销、财务和产品等七个方面究竟哪些是强项,哪些是弱项。借此选出最适合本企业的优势项目,以初步确定企业在目标市场上所处的位置。

1.2 生产工艺及布局

根据主要产品设计标准确定最佳的生产工艺流程,根据未来一定时间的销量决定生产能力与规模,然后再依据确定后的工艺流程与生产能力选用合适的设备与确定生产配套设施的合理布局。按照这样的流程确定下来的生产线,对生产成本的小时生产能力、吨产品水电费、吨产品备件费、吨产品维修费、吨产品人工费、吨产品原料损耗等因素都能够明确计算出来,生产出来的产品的制造成本是最低的,效益是最好的。

1.3 设备选型

在设备与配件选型时,一次性投资固然要考虑,但更应该考虑的是设备维护费用与配件性价比以及所有与之有关的隐性成本与综合收益。所以在选用混合机时,要选用节省时间而且混合均匀度高的双轴混合机。在选用环模时,要选用环模使用寿命与耐磨性比一般合金钢都高的不锈钢环模。要选用进口减压阀,虽然进口减压阀的价格是国产减压阀的几十倍,但进口减压阀的使用寿命却是国产减压阀的几千倍,由此节省的设备维修时间、设备故障时间带来的生产效益、质量稳定性更是国产减压阀无法比拟的。

1.4 原料特性及配方组成

配方师在饲料配方设计中要优先选用营养价值高、制造成本低的饲料原料。同一配方中添加液体成分种类不宜过多,这样才能减少混合时间、增加配料批次,使生产成本降低;配方组成要简单,这样能使配料周期缩短,配方越少、产品结构越简单,生产效率就会提高。比如说,原料水分不仅会影响粉碎效率,还会

周根来,江苏畜牧兽医职业技术学院畜牧系,225300,江苏省泰州市凤凰东路8号。

王庆忠,单位及通讯地址同第一作者。

收稿日期:2008-09-08

影响制粒过程的蒸汽添加量,半成品水分含量大,蒸汽添加量就会减少,物料因调质温度低而不能完全糊化,制粒生产效率下降,生产成本增高;脂肪含量大的原料易于制粒,却不利于粉碎,粉碎时常常因为粉碎机筛孔被堵而造成电流升高、电耗增大、生产效率下降。

1.5 产品加工标准

合理设定产品加工参数,避免过度加工,提高生产效率。水产料与畜禽料的加工标准要根据不同动物不同生长需要而分别确定。生产时,一定要依据动物生长需要设定料型、粉碎粒度、颗粒直径、颗粒长度、调质温度、分级筛的尺寸、粒料含粉率等生产工艺参数。

1.6 制定成本计划

制定成本计划前,首先要收集和整理:各项成本降低指标及有关的各项规定,计划期企业的生产、物料供应、劳动工资和技术组织措施等计划,计划期各种直接材料、直接人工的消耗定额和工时定额,材料计划价格、各部门费用预算以及劳动工资率,上期产品成本资料,费用开支标准及有关规定等资料。根据收集的资料再分析上年度成本计划完成情况,制定本年度成本的预算与计划。通过产前对成本的计划与控制,分析实际成本与计划成本之间的差异,指出有待加强控制和改进的领域,达到评价有关部门的业绩,促进企业发展的目的。

2 产中控制

产中控制是指饲料厂在生产饲料时对影响饲料成本的各个环节进行控制。产中控制可以进一步细分为原料成本、制造成本、仓储成本的控制等。

2.1 原料成本的控制

饲料产品作为一种附加值相对较低的产品,需要价格相对稳定的原料供给。饲料企业原料成本占饲料生产成本较高,对原料有很强的依赖性。由于原料的价格受气候、农民种植偏好及农业总收成等因素的影响较大,原料价格的波动对产品的单位成本、销售价格、毛利率会产生直接影响。

2.1.1 合理的采购计划

根据当前的生产计划适时、适量的采购,不能盲目的采购,造成原料库存过多、发霉变质,以致财产的浪费和成本的无形增加。

2.1.2 制定好最高限价

原料采购要做好最高限价,可以通过两种方法执行:一种是集团公司原料采购部牵头成立物价管理领导小组,调查市场原料价格信息,搜集子公司上报物价资料,并讨论制定、修订主要物资的指导价格和最高价格,供各子(分)公司参照执行;另一种是各子(分)

公司采购部门自身定期组织市场调研,组织修订自购料的最高限价,报集团公司批准后执行。

2.1.3 做到择优采购

采购人员要抓住买方市场这一契机,充分利用市场竞争机制,对同一产品的多个供货厂商进行了解,比质、比价、比信誉和比售后服务,在同等条件下择廉采购。此外,公司要组织员工共同谈价,不能让采购员单独和供应厂商进行价格谈判,要有采购员、托收员和业务主管等人员共同进行谈价,防止“暗箱操作”使成本增加。公司必要时候要强制比例压价,由于竞争激烈,从经销商那里进货,要求采购员起码降低进价5%,或其它合适的比例。

2.2 制造成本的控制

制造成本是生产成本的重要组成部分。饲料生产现场存在着各种影响生产成本的要素,基本可以分为人力、加工设备、材料、作业方法和环境五大部分。

2.2.1 人力

人力是指岗位人员在生产中的配备情况。在其它因素既定状态下,制造成本就是由生产现场的岗位操作人员进行控制的。要提高工作效率,所以岗位人员配备要充足、合理,多用工作效率高的熟练工,要经常鼓舞员工的士气,让团队凝聚力增强。

2.2.2 加工设备

加工设备是指对饲料生产设备的保养与管理。机器正常运行是提高生产效率的保证。饲料生产企业首先要加强机器设备的管理,设备的故障应该以防为主,以修为辅。通过健全的日常维护,能大大地降低故障率,确保生产的正常进行。其次是对设备精度的校正。要设定校正周期,定期对设备进行校正,并适时记录校正结果,保证设备的精度,从而保证产品的质量。第三是对设备的清洁和日常保养。要制定对设备的日常清洁制度,并由操作人员在操作结束后立即实施清洁,规定用什么方法,用何种洗涤剂,用什么样的抹布,清洁到什么程度,必要时将维护和清洁项目形成表格,每次实施后要加以记录,以便管理人员确认。

2.2.3 材料

材料是指饲料厂配方、原料、配件、工具以及其它生产必需物资。在现实管理中,由于等待、寻找、计划不周等因素造成的生产浪费往往占有很大比例。比如,2008年2月下旬,某公司仓库的豆粕库存不足,但是中控人员在不知情的情况下按照原配方进行投料生产,当收到投料员通知时,才打电话给配方员让其调整配方。但配方员已经下班了,由此导致了当天生产效率的下降,人工成本及制造费用大幅上升,同时还影

响了其它产品的正常供应,给市场造成一定的波动。

2.2.4 作业方法

在制造过程中作业方法要得当。比如饲料原料大多以包装形式进厂,要采用划口的方式,这样既提高了投料速度又不影响带皮的回收。成品包装要直接缝口无需折边,这样既节省时间又提高了劳动生产率。

2.2.5 环境

环境主要是指温度、湿度、天气等自然环境,以及厂区、库房、生产车间等工作环境。饲料企业因天气原因引发生产设备被雷击、库房进水等事故而导致停产抢修的事件时有发生,这些都直接或间接地降低了生产效率而增加了生产成本。冬季会经常出现因气温低而引发的液体添加管道堵塞、蒸汽管道中冷凝水增多、动物性油脂结块等事件。夏天却经常出现因环境湿度大、温度高而引发成品水分超标、储存原料易发生变质等事件。因此,在厂房设计时或生产制程中,应采取有效措施避免这些环境因素导致的成本升高现象。另外,公司还要强化现场管理,制定相应的环境管理标准,如岗位的人员、时间、方法、标准等,把环境卫生管理作为员工的工作任务之一。

2.3 仓储成本的控制

仓储成本控制是仓储管理的基础,对提高整体管理水平,提高经济效益有重大影响。降低仓储成本应做好以下几方面。

2.3.1 采用“先进先出”方式,减少仓储原料和成品保管风险

要采取有效的先进先出方式,主要有:①贯通式系统。利用贯通的通道,从一端存入物品,另一端取出物品,物品在通道中自行按先后顺序排队,不会出现越位等现象。贯通式系统能非常有效地保证先进先出。②“双仓法”储存。给每种被储存的原料和成品都准备两个仓或货位,轮换进行存取,再配以必须在一个货位中出清后才可以补充的规定,则可以保证实现“先进先出”。另外,要提高储存密度,提高仓容利用,其主要目的是减少储存设施的投资,提高单位存储面积的利用率,以降低成本、减少土地占用。

2.3.2 采用有效的储存定位系统,提高仓储作业效率

储存定位也就是被储存物位置的确定。如果定位系统有效,能大大节约寻找、存放、取出的时间,而且能防止差错,便于清点及实行订货点等的管理方式。储存定位系统可采取一般人工管理。行之有效的方式是“二号定位”,即是用一组二位数字来确定存取位置的固定货位方法。这两个号码是库号、位号。这就使每一个货位都有一个组号,在物资入库时,按规划要求,

对物资编号,记录在账卡上,提货时按二位数字的指示,很容易将货物拣选出来。这种定位方式可对仓库存货区事先作出规划,并能很快地存取货物,有利于提高速度,减少差错。目前大多饲料公司一直使用这个方法,它大大缩减了投料时间和成品的出厂时间,提高了工作的效率,降低了成本。

2.3.3 采用有效的监测清点方式,提高仓储作业的准确程度

对储存物资数量和质量的监测有利于掌握仓储的基本情况,也有利于科学控制库存。在实际工作中稍有差错,就会使账物不符,所以,必须及时且准确地掌握实际储存情况,经常与账卡核对,确保仓储物资的完好无损。此外,经常的监测也是掌握被存物资数量状况的重要工作。监测清点常用“五五化”堆码方式。“五五化”堆码是手工管理中采用的一种科学方法。储存物堆垛时,以“五”为基本计数单位,堆成总量为“五”的倍数的垛形,如梅花五、重叠五等等。堆码后,有经验者可过目成数,大大加快了人工点数的速度,而且很少出现差错。这样可以避免不必要的损失,节省了资金。

3 小结

生产成本需要控制的地方很多,只有从企业实际出发,深度剖析各个控制点对生产成本可能造成的连锁反应以及彼此之间的联系,由此获得成本控制的思想与方法,成本控制工作才有可能取得显著的效果。“以质量求生存,向管理要效益”并非是一句空话,饲料企业应像建立质量管理体系一样,建立起具有企业特色的成本控制体系,并进行流程化、制度化、规范化管理,企业的成本管理工作才会变难为易、化繁为简,全员、全面地进行成本控制才有可能得到真正的贯彻实施。

参考文献

- [1] 杨凤祥.仓储管理实务[M].北京电子工业出版社,2005:80-160.
- [2] 刘学剑.中小饲料企业原料采购管理策略[J].饲料广角,2005(23):15-16.
- [3] 蔡辉益.饲料加工机械与降低生产成本[J].新饲料,2007(2):13-14.
- [4] 杨道兵.论粮油加工企业核心竞争力的培育和提升[J].粮食与饲料工业,2007(9):10-11.
- [5] 王德平.加强生产现场管理把浪费扫地出门[J].饲料广角,2007(14):24-25.
- [6] 王永胜.东边日出西边雨 上半年全国饲料经济形势述评[J].中国饲料,2007(15):16-17.
- [7] 麻日平.江苏小型饲料企业扬长避短应对市场[J].饲料广角,2007(16):21-22.
- [8] 杨辉.饲料企业质量成本控制及其核算[J].饲料广角,2007(19):9-10.
- [9] 杨柳江,胡登龙.影响饲料企业生产成本的因素[J].饲料广角,2007(23):18-19.
- [10] 刘兴旺.原料价格波动与水产饲料企业的应对[J].饲料广角,2007(24):27-28. (编辑:崔成德,cuicengde@tom.com)