



- [设为首页](#)
- [加入收藏](#)
- [联系我们](#)
- [投稿须知](#)

2008年3月3日星期一

[网站首页](#)
[同兴广告](#)
[企业名录](#)
[行业资讯](#)
[技术文章](#)
[网络刊物](#)
[在线订购](#)
[编读互动](#)



站内搜索:

类别: [全部类别](#)

[全部范围](#)

[点击下载读者调查表](#)

会员登录

用户名:

密码:

验证码:  6022

相关文章

- 发酵豆粕在水产饲料中的应用...
- 哺乳动物斯钙素-1的研究
- 微生物制剂降低胆固醇研究进...
- 饲料企业库存系统的系统动力...
- 槲皮素的生物学效应及应用前...
- 类胡萝卜素在水产饲料中的应...
- 瘤胃微生物来源的纤维降解酶...
- 中草药植物内生菌产生抗生素...
- 蒸汽压片玉米加工工艺及其对...
- 乳酸菌的耐酸性机制

合作伙伴



### 菜籽饼粕中硫代葡萄糖苷的危害与脱毒措施研究

作者:臧海军 张克英

期号: 2007年第2期

硫代葡萄糖苷(Glucosinolates, GIs)是十字花科植物中重要的次生代谢产物,在菜籽饼粕(RSM)中含量很高。其主要代谢产物为硫氰酸盐(SCN)、异硫氰酸盐(ITC)、腈和5-乙烯基-2-硫代噻烷酮(5-VOT)。除了总硫代葡萄糖苷(T-GIs)外,SCN、腈和5-VOT的含量也是评定RSM品质的重要指标。由于菜饼粕中硫代葡萄糖苷含量很高,不仅降低了饲料的适口性,而且摄入过多容易引起动物中毒,从而影响动物健康,器官组织形态发生改变,生产性能下降。

#### 1 硫代葡萄糖苷在植物中的分布

在天然植物中已发现120多种不同的硫代葡萄糖苷,它们存在于11个不同种属的双子叶被子植物中,最重要的是十字花科,所有的十字花科植物都能够合成硫代葡萄糖苷。硫代葡萄糖苷存在于这些植物的根、茎、叶和种子中,但主要存在于种子中。硫代葡萄糖苷在一些十字花科植物中的含量大约占干重的1%,在一些植物种子中的含量达到10%。硫代葡萄糖苷在植物中的含量变化很大,不同品种、不同生长环境以及同一植株的不同生长阶段、同一植株的不同部位含量都存在差别(Farnham等,2000)。

#### 2 硫代葡萄糖苷的结构及组成

硫代葡萄糖苷是一种含硫的阴离子亲水性植物次生代谢产物。1970年,Marsh和Waser等对硫代葡萄糖苷晶体的x射线分析证明,所有的硫代葡萄糖苷都具有相同的基本结构(见图1),其共同的核心结构是β-D-葡萄糖连接一个磺酸盐醛基团和一个来源于氨基酸的侧链。根据侧链R的氨基酸来源不同,可以将硫代葡萄糖苷分为脂肪族硫代葡萄糖苷(侧链来源于蛋氨酸、丙氨酸、缬氨酸、亮氨酸和异亮氨酸)、芳香族硫代葡萄糖苷(侧链来源于酪氨酸和苯丙氨酸)及吲哚族硫代葡萄糖苷(侧链来源于色氨酸)。

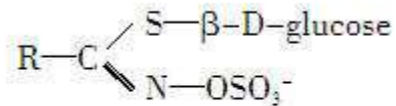


图1 硫代葡萄糖苷的分子结构

#### 3 硫代葡萄糖苷的降解

硫代葡萄糖苷在植物中不是单一存在的,它是以硫代葡萄糖苷-葡萄糖硫苷酶(GIs-Myrosinase)体系形式存在的。在完整的植物中,葡萄糖硫苷酶存在于特定的蛋白体中,硫代葡萄糖苷存在于液泡中,两者是分离的,但当植物细胞组织被破坏的时候,如在刀切或咀嚼的过程中,葡萄糖硫苷酶被释放出来,并将硫代葡萄糖苷水解。硫代葡萄糖苷的最初酶解产物是不稳定的糖苷配基和等摩尔的D-葡萄糖及KHSO<sub>4</sub>。根据侧链的不同,这些物质随后重新排列生成异硫氰酸盐、硫氰酸盐和羟基腈等化合物(Mithen等,2000; Finiguerra等,2001)。这些特殊降解产物的形成原因是很复杂的,如侧链不同、pH值大小、金属离子和蛋白质的存在等都是决定其产物的重要因素。葡萄糖硫苷酶在人和动物体肠道中也可以由肠道微生物合成(Bernardi等,2003; Cheng等,2004)。

硫代葡萄糖苷在无酶(如加温、加压)的条件下也会发生降解,其降解过程十分复杂,主要产物是腈类化合物和异硫氰酸盐,反应产物和反应速度与外界条件有关。温度高,硫代葡萄糖苷降解反应速度快,生成腈的量;与体系的含水量有关,体系的含水量低,要在较高温度下发生反应,且降解反应速度较慢;碱性化学试剂(如氢氧化钠、氢氧化钾、氢氧化钙、氨水等)和过渡金属离子都可催化硫代葡萄糖苷的降解反应,反应速度随碱性试剂浓度的增大而加快;加压也能使硫代葡萄糖苷的



反应速度加快。

#### 4 日粮中硫代葡萄糖苷对动物的危害作用

硫代葡萄糖苷的毒害作用不是由其自身引起的, 而是由无毒的硫代葡萄糖苷被畜禽采食后经饲料中芥子酶或胃肠道细菌酶催化作用, 降解生成异硫氰酸盐、■唑烷酮、腈和硫氰酸盐等有害物质。■唑烷酮阻碍单胃动物甲状腺素的合成, 引起血液中甲状腺素浓度下降, 促进垂体分泌更多的促甲状腺激素, 使甲状腺细胞增生, 最终导致甲状腺肿大(Wallig等, 2002); 硫氰酸盐抑制碘转换, 造成甲状腺肿大; 异硫氰酸盐产生的苦味严重影响菜籽饼粕的适口性(Mithen等, 2000), 并导致猪下痢, 对动物皮肤、粘膜和消化器官表面具有破坏作用, 同时也有致甲状腺肿大效应; 腈主要对动物健康有影响, 其毒性大约为■唑烷酮的8倍, 造成动物肝脏和肾脏肿大, 严重时可引起肝出血和肝坏死(Burel等, 2000b; Tanii等, 2004)。日粮中硫代葡萄糖苷对动物生产性能的负面影响也与其引起的内分泌紊乱有关(Ahlin等, 1994)。

日粮中硫代葡萄糖苷对动物毒害作用的程度取决于硫代葡萄糖苷及其降解产物的含量和组成, 不同的动物种类对硫代葡萄糖苷的耐受能力也不同(Tanii等, 2004)。反刍动物对日粮中的硫代葡萄糖苷的反应不太敏感; 与兔、禽和鱼相比, 猪对日粮中的硫代葡萄糖苷的反应要敏感的多。猪、兔、禽、鱼及反刍动物对日粮中硫代葡萄糖苷的耐受水平分别为0.78、7.0、5.4、3.6和1.5~4.22  $\mu\text{mol/g}$ 。

#### 5 硫代葡萄糖苷的脱毒

##### 5.1 微波、微粉碎和挤压

菜籽饼粕(湿度1.3%、24 h、4  $^{\circ}\text{C}$ )在2 450 MHz的条件下微波辐射2.5 min可以灭活黑芥子酶, 降低硫代葡萄糖苷含量。对于不同的菜籽饼粕, 微波处理使硫代葡萄糖苷降低范围为70~254  $\mu\text{mol/mmol}$ (Aumaitre等, 1989)。随着湿度的增加和微波热处理时间的延长, 硫代葡萄糖苷的含量降低程度越大。给小鼠饲喂微波处理过的菜籽饼粕尽管能改善采食和营养价值, 但产生的生长抑制作用仍然存在(Maheshwari等, 1980)。

在195  $^{\circ}\text{C}$ 时对菜籽饼粕进行90 s的微粉碎是一种降低硫代葡萄糖苷含量的有效方法。微粉碎可以去除370  $\mu\text{mol/mmol}$  TGIs和所有的异硫氰酸盐, 只有极少量的硫代■唑烷酮残留。生长猪日粮添加微粉碎的菜籽饼粕能改善营养物质消化率(Fenwick等, 1986)。

在对硫代葡萄糖苷脱毒上, 对菜籽饼粕进行挤压处理比微波处理更为有效。菜籽饼粕干法挤压可以把总硫代葡萄糖苷含量降低到193~428  $\mu\text{mol/mmol}$ (Aumaitre等, 1989)。对硫代葡萄糖苷含量高的菜籽饼粕进行湿法挤压处理(150  $^{\circ}\text{C}$ 、200 r/min、2%氨气)能够使总硫代葡萄糖苷大量减少(670  $\mu\text{mol/mmol}$ )(Huang等, 1995)。日粮中添加挤压处理过的菜籽饼粕能提高干物质摄入量、肝脏重量和蛋白质生物学价值。

##### 5.2 金属盐溶剂处理

在多种处理方法中(硫酸铜、硫酸亚铁、硫酸锌溶液), 只有硫酸铜溶液处理法较为有效, 能够使菜籽饼粕中的ITC和OT灭活。硫酸铜溶液处理菜籽饼粕(每千克的菜籽饼粕浸泡于2 L硫酸铜溶液, 即6.25 g五水硫酸铜溶解于2 L的水中, 60  $^{\circ}\text{C}$ 条件下)能够有效降低900  $\mu\text{mol/mmol}$ 总硫代葡萄糖苷(Das和Singhal, 2005)。肉鸡和猪日粮中添加硫酸铜溶液处理过的菜籽饼粕(80和160 g/kg), 能够改善鸡和猪生长性能、甲状腺功能、碘利用率、血清锌溶液含量和碱性磷酸酶活性, 也有关于用五水硫酸铜处理菜籽饼粕降低ITC和OT含量的报道, 但硫酸铜溶液处理是如何去除菜籽饼粕中硫代葡萄糖苷及ITC、OT成分还有争议, 有研究推测, 可能硫酸铜溶液处理法将发生的硫代葡萄糖苷降解反应或代谢产物的重排转换成异硫氰酸盐或腈产物, 这两种物质是具有挥发性的; 另一种可能就是转换成胺产物, 如丙烯胺和硫脲的重排反应(Rouzaud等, 2003)。也有研究表明, 硫酸铜溶液可以与硫代葡萄糖苷或其降解产物(异硫氰酸盐和■唑烷酮)分别整合成无毒产物。

##### 5.3 固态发酵法

用Rhizopus oligosporus和Aspergillus sp在固态发酵条件下(m菜籽饼粕: v水=1: 3, 25  $^{\circ}\text{C}$ 、有氧条件、10 d), 对菜籽饼粕进行发酵(21  $^{\circ}\text{C}$ 灭菌、103 kPa、15 min), 能够灭活黑芥子酶, 降低总硫代葡萄糖苷含量431  $\mu\text{mol/mmol}$ 和■唑烷酮340 mg/g(Vig和Walia, 2001)。在30  $^{\circ}\text{C}$ 条件下, 对菜籽饼粕进行发酵60~96 h, 使硫代葡萄糖苷全部降解(Rakariyatham和Sakorn, 2002)。发酵时间越长, 硫代葡萄糖苷的降解率越高, 在发酵期间硫代葡萄糖苷及其降解产物的减少主要是由于微生物酶的作用, 使这些化合物中的葡萄糖和硫利用增强。在这样的湿度和温度条件下, 硫代葡萄糖苷也可以发生自身分解, 挥发性的代谢产物会蒸发掉。

##### 5.4 热处理

热处理能够降低菜籽饼粕中硫代葡萄糖苷的含量, 且湿法热处理要比干法热处理效果好(Leming等, 2004)。根据菜籽饼粕的情况, 加热时间和温度不同, 可以降低总硫代葡萄糖苷630~950  $\mu\text{mol/mmol}$ (Burel等, 2000a)。给奶牛饲喂热处理过的硫代葡萄糖苷含量高的菜籽饼粕能够提高其产奶率、蛋白质转化率和日粮氮利用率(Shingfield等, 2003), 提高肉牛的生产性能(Tripathi等, 2001b)。对单胃动物而言, 菜籽饼粕高温处理(高于110  $^{\circ}\text{C}$ 、30 min)会使蛋白质品质下降(Newkirk等, 2003; Glencross等, 2004)。然而, 这可以提供更多的非降解瘤胃蛋白, 对反刍动物是有利的。对于单胃动物, 菜籽饼粕的热处理要控制在100  $^{\circ}\text{C}$ 、30 min(Jensen等, 1995), 这样的条件下总硫代葡萄糖苷可以降低500  $\mu\text{mol/mmol}$ , 且保持较好的蛋白质质量。不同的硫代葡萄糖苷对热的感受能力不同, 所以热处理后硫代葡萄糖苷的降低程度也不同。4-羟基-芸苔葡萄糖硫苷对热的敏感程度要比脂肪族的硫代葡萄糖苷高(Jensen等, 1995; Leming等, 2004)。异硫氰酸盐、硫氰酸盐是具有挥发性的物质; ■唑烷酮具有水溶性, 在游离状态下没有活性, 但通过酶的作用会产生有活性的■唑烷酮而引起毒害作用, 加热能破坏这种酶, 因此高温可大大降低其致甲状腺肿大的有害作用; 腈类化合物——CHB, 包括环硫化物, 含环硫结构的腈类不太稳定, 容易聚合生成毒性较小的化合物。

### 5.5 水处理

硫代葡萄糖苷及其降解产物均易溶于水(有研究表明,水煮10min,甘蓝中葡萄糖苷的含量可以降低30%~50%)。将去油的菜籽饼粕用水处理0~12 h后(m菜籽饼粕: v水=1: 5),硫代葡萄糖苷的降解(360~900 μmol/mmol)能力呈线性升高,这取决于硫代葡萄糖苷的含量和组成(Das和Tyagi等, 2001),水处理6~8 h后,硫代葡萄糖苷减少量最大。用水处理后,硫代葡萄糖苷的降解能力要比黑芥子苷和戊烯基硫代葡萄糖苷高(Tyagi, 2002)。肥育羔羊饲喂水处理(v水: m饼粕=5: 1, 8 h)过的菜籽饼粕,能够减轻硫代葡萄糖苷及其代谢产物的抗营养效应,从而改善养分利用率和生产性能(Tripathi等, 1999)。水处理是去除菜籽饼粕中硫代葡萄糖苷的一种经济有效的方法,蛋白质利用率可提高到与动物蛋白相媲美的程度(由40%提高到69%),可消化程度的提高在小鼠的生长上得到明显反应(Tripathi等, 2000),但该方法干物质损失严重,耗能较高。

### 5.6 补充给药法

在低硫代葡萄糖苷日粮中补充添加碘、碘化酪蛋白或碘酸钙对动物生产性能没有任何影响。日粮中(GIs<5 μmol/g)单独添加铜20~200 mg/kg能够改善猪的回肠氨基酸消化率(Rowan等, 1991)。碘和铜联用有一定的协同效应,表现出更好的效果。生长猪(菜籽饼粕日粮型)日粮中添加1 mg/kg碘和250 mg/kg铜能够维持其采食量、体增重,使甲状腺和肝脏重量正常, T3和T4水平升高,与豆粕日粮的饲养效果相当。经过硫酸铜处理后,在肥育猪(菜籽饼粕日粮型)日粮中补充添加碘0.125 mg/kg(Schone等, 1988)和肉鸡(菜籽饼粕日粮型)日粮添加碘0.5 mg/kg(Schone等, 1993),硫代葡萄糖苷对生产性能和甲状腺激素的不良影响可消除。如果猪日粮中总硫代葡萄糖苷的含量每克干物质达到2 μmol,补充添加1 000 μg/kg的碘足以消除由硫代葡萄糖苷所引起的碘缺乏症状(Schone等, 2001)。犊牛日粮配有菜籽饼粕时,补充添加硫酸铜和碘化钾(500 mg/kg)可改善其生长性能、甲状腺激素水平和血清碱性磷酸酶活性(Tripathi等, 2001a)。同样,在山羊日粮中添加碘0.075 mg/d(Pattanaik等, 2001)、公羊日粮中添加碘0.1 mg/d(Pattanaik等, 2004),可改善循环系统中甲状腺素的水平、生长速度、精液品质和精液中睾丸酮激素的水平。在猪日粮中添加106 cfu/ml嗜酸性乳酸杆菌不会显著影响硫代葡萄糖苷的降解。然而,在补充添加硫酸铜会增强硫代葡萄糖苷的降解能力(Rowan等, 1991)。碘和铜联用可以改善动物的生产性能,因为铜是一种生长促进剂(Henning, 1982),而碘是甲状腺素的组成部分,铜也可以延缓碘缺乏症的出现,碘可以减轻甲状腺的肥大和增生(Ludke和Schone, 1988)。日粮单独添加铜可以改善菜籽饼粕的营养价值,添加硫酸铜可以改变硫代葡萄糖苷的降解产物,可能会有助于其吸收,也可能通过重排反应产生次级分解产物。

### 6 结语

饲喂菜籽饼粕可以增加动物外周脂肪含量和胴体及奶中不饱和脂肪酸(C22: 2和transC18: 1)的含量,然而菜籽饼粕中的硫代葡萄糖苷不仅具有抗营养作用,影响动物生产性能,而且其代谢产物在动物产品的残留,影响畜产品的品质。菜籽饼粕中硫代葡萄糖苷的含量和组成因其生长环境不同而变异较大,在饲料中添加菜籽饼粕要考虑总硫代葡萄糖苷的含量,对菜籽饼粕中硫代葡萄糖苷代谢产物的预测,有助于人们对其品质和对动物可能产生的影响有更深入的认识。为了消除或缓解硫代葡萄糖苷的危害作用,使其对动物健康和生产的不良影响降到最低,在众多的脱毒处理方法中,水浸提法、加热和硫酸铜溶液处理效果较好,这方面还需作进一步的研究。综上所述,如果能采用一种有效的硫代葡萄糖苷脱毒工艺,菜籽饼粕在动物饲料中应用的前景必将很广阔。

(参考文献44篇,刊略,需者可函索)  
(编辑:王芳,xfang2005@163.com)

...评论...

发表  
评论



\*40字以内

提交

重置

[关于我们](#) | [网站导航](#) | [友情连接](#) | [联系我们](#) | [会员须知](#) | [广告服务](#) | [服务条款](#)

版权所有:饲料工业杂志社 Copyright © [Http://www.feedindustry.com.cn](http://www.feedindustry.com.cn) 2004-2005 All Rights 辽ICP备05006846号

饲料工业杂志社地址: 沈阳市皇姑区金沙江街16号6门 邮编: 110036 投稿:E-mail:[tg@feedindustry.com.cn](mailto:tg@feedindustry.com.cn) 广告: E-mail:[ggb@feedindustry.com.cn](mailto:ggb@feedindustry.com.cn)

编辑一部: (024) 86391926 (传真) 编辑二部: (024) 86391925 (传真) 网络部、发行部: (024) 86391237 总编室: (024) 86391923 (传真)