

葡萄糖氧化酶(鲜尔康)作用机制 研究及在饲料中的应用

陈宝江 博士 教授
河北农业大学动物科技学院

个人简介

- ◆ 动物营养与饲料科学学博士，河北农业大学动物科技学院教授，副院长。
 - ◆ 中国动物营养专业委员会理事，河北省畜牧兽医学会理事，农业部饲料添加剂和添加剂预混合饲料生产许可证审核委员会专家。
 - ◆ 研究方向:单胃动物营养，饲料原料及添加剂开发与价值评价，非常规饲料原料微生物发酵增值技术；
 - ◆ 主持国家科技支撑课题、国家星火项目、国家重点实验室开放课题，农业部生物饲料重点实验室开放课题10余项、国际横向合作课题30余项；
 - ◆ 获省自省科技进步一等奖1项，二等奖4项，三等奖8项；获河北省畜牧兽医科技创新青年才俊奖；申请国家发明专利8项，其中4项已获授权。
 - ◆ 在《Frontiers of Agriculture in China》、《中国畜牧兽医学报》、《动物营养学报》《中国畜牧杂志》等国内外期刊发表论文100余篇。
 - ◆ 主编《畜禽营养与饲料》、《蛋鸡高效饲养技术》等著作3部，副主编、参编著作16部。
-

几个问题

搞养殖的目的是什么？

什么是我们最大的威胁？

我们要怎么做？

威胁？

市场---市场缺少公平、商家无序竞争



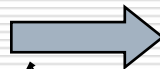
自然----饲料、疾病、环境



如果无法逃避，就要找到出路

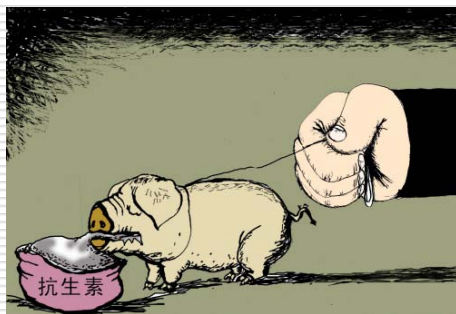
□ 市场

- 在现有条件下，忍受规律，寻找机会

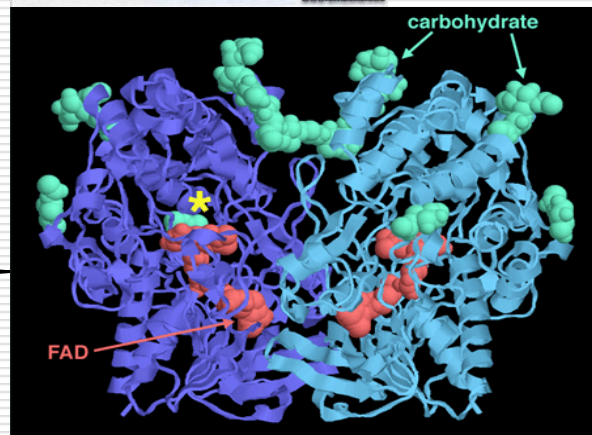
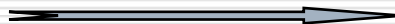


□ 自然

- 防重于治
- 养重于防



- ◆ 查找源头，找到方法



查找源头？找到方法！

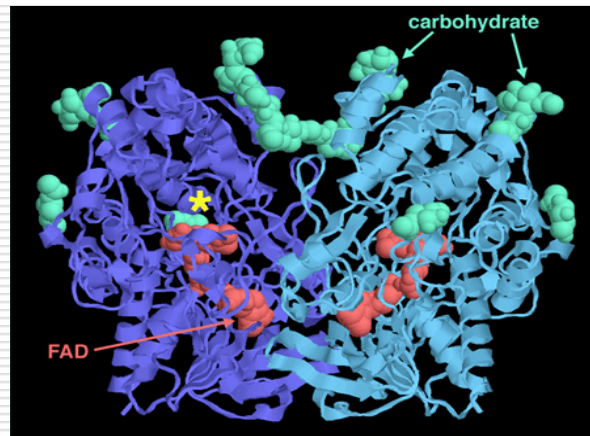
□ 动物发病内在原因

- 1.有害微生物侵蚀
- 2.病毒感染
- 3.饲料发霉
- 4.环境应激

□ 方法

- 提高免疫力，练成百毒不侵身；
- 抑制有害菌，形成铜墙铁壁环境；
- 杀灭霉菌，降解霉毒，提高肝脏解毒能力；
- 稳定肠道环境，减少生理应激；

□ 有没有一种全面、高效、安全的理想产品，完成一箭四雕的梦想？



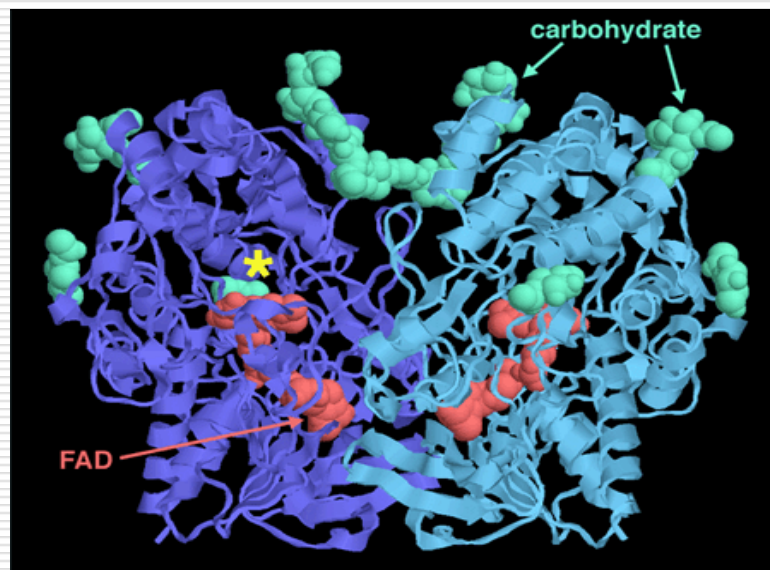
葡萄糖氧化酶！

提纲

- 结构特点
 - 作用机理
 - 应用效果
-

结构特点

- 葡萄糖氧化酶（Glucose Oxidase，简称God）
- 以FAD为辅基，每克分子酶含2克分子FAD
- 结合在葡萄糖较深处FAD是此氧化反应的辅助因子，图中红色所指部位，葡萄糖结合的活性位点在FAD的上面，处于较深的立体结构中，图中星号位置所示。葡萄糖氧化酶像很多在细胞外发挥作用的蛋白质一样，表面被糖链覆盖，图中用绿色表示糖链。



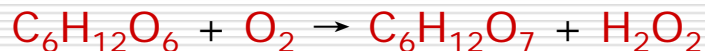
发现与应用

- 1928年由Muller首先从黑曲霉（*Aspergillus niger*）的无细胞提取液中发现葡萄糖氧化酶。随后Kusai等、Pazur和Swoboda等分别从青霉（*P. Variable*）和黑曲霉中提纯葡萄糖氧化酶。
 - 七十年代葡萄糖氧化酶在国外应用已很广泛。在国内，1960年以后有些单位也做过不少工作，主要用于蛋白片脱糖工序中。
 - 80年代，河北省微生物研究所在葡萄糖氧化酶的制备和应用方面作了许多深入地研究，取得了突破性的进展，先后制备了诊断用的葡萄糖氧化酶、食品用葡萄糖氧化酶、饲料用葡萄糖氧化酶等多种，目前已成为葡萄糖氧化酶专业化生产基地。
 - 1999年农业部以河北省微生物所生产的鲜尔康（饲料用葡萄糖氧化酶）为主要依据，制定了GOD检测标准，并将其定为12种允许使用的饲料酶制剂添加剂之一，开始在畜牧业上应用。
-

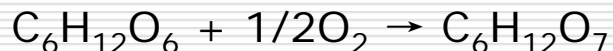
作用机理

□ 葡萄糖氧化酶的催化反应，按条件不同有如下三种形式：

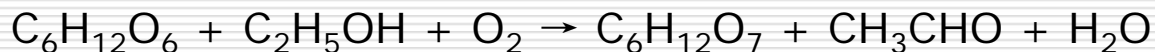
- 在没有过氧化氢酶存在下，每克分子葡萄糖氧化酶氧化时消耗1mol氧。



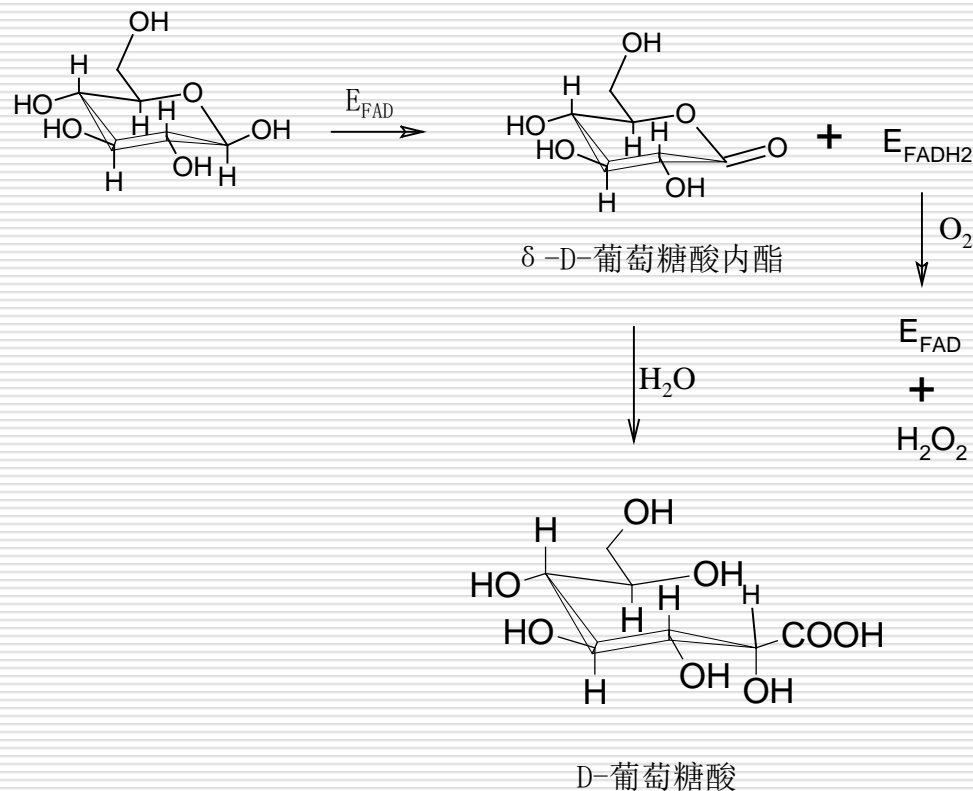
- 在有过氧化氢酶存在下，每克分子葡萄糖氧化酶氧化时消耗0.5mol氧。



- 在有乙醇和过氧化氢酶存在下，过氧化氢同时被用于乙醇的氧化作用，此时，每克分子葡萄糖氧化酶氧化时消耗1mol氧。

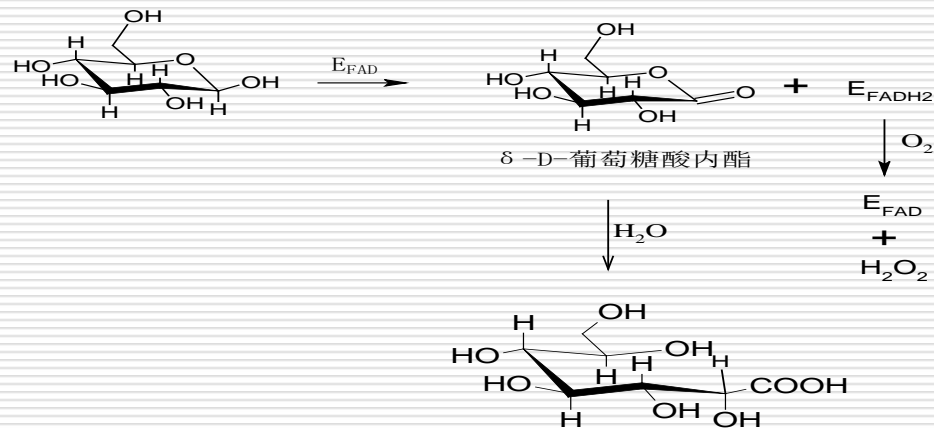


葡萄糖氧化酶催化反应分子机制



影响因素-1：底物

- 它对 **β -D-吡喃葡萄糖**表现出高度的专一性。
- 羟基处在 **β** -位时酶的活力比处在 **α** -位时高约**160**倍。底物分子中的任何一点改变都会显著降低其氧化速率。



D-葡萄糖酸

影响因素-2: pH

- 最适pH值5.6。在pH 3.5-6.5，具有良好稳定性。大于8或小于2，会导致酶的迅速失活。

影响因素-3：温度

- 葡萄糖氧化酶的作用温度范围较宽，最适作用温度为 $30\sim 50^{\circ}\text{C}$ 。
 - 葡萄糖氧化酶在低温下有很好的稳定性。
 - 固体酶制剂低温下（ -15°C ）可保存8年，常温条件下可保存2年。
-

影响因素-4：抑制剂与稳定剂

- 抑制剂： Hg^{2+} 、 Ag^{+} 、对氯汞苯甲酸、苯胍等。
 - 腺嘌呤二核苷酸（FAD）对其结构有稳定作用。
 - 甘露糖、果糖以及D-阿拉伯糖对葡萄糖氧化酶有明显的竞争性抑制作用，不宜共同使用。
-

作用-1： 消除肠道病原菌生存环境，保持肠道菌群生态平衡

□ 促进有益菌生长

- 催化肠道内的葡萄糖产生葡萄糖酸和过氧化氢，此反应过程可消耗肠道内的氧气，为厌氧有益菌的增殖制造厌氧环境；
- 反应产物葡萄糖酸可降低胃肠内pH值为乳酸菌生长制造酸性环境；

□ 抑制有害菌感染

- 有益菌大量增殖形成微生态竞争优势，抑制了大肠杆菌、沙门氏菌等有害菌存活，从而控制有害菌的感染，提高机体免疫力；
 - 反应生成的过氧化氢具有灭菌作用，当过氧化氢积累到一定浓度时，直接抑制大肠杆菌、沙门氏菌、巴氏杆菌、葡萄球菌、弧菌的生长繁殖。
-

作用-2： 保护肠道上皮细胞完整 阻挡病原体侵入

- 畜禽处于应激状态时，机体会发生一系列氧化，产生大量的“**自由基**”，当产生的自由基超过机体自身的清除能力时，就会破坏肠道上皮细胞，
 - 葡萄糖氧化酶具有抗氧化作用，能清除自由基，**保护肠道上皮细胞完整**。
-

作用-3： 改善胃肠道酸性消化环境

- 葡萄糖氧化酶催化葡萄糖生成葡萄糖酸，在胃肠道内发挥酸化剂的作用。
 - 葡萄糖氧化酶进入胃肠道后，葡萄糖酸不断产生，从而使胃肠道pH值降低，偏酸的环境有利于各种消化酶保持活性，消化酶的活性好，自然助于饲料的消化。
-

作用-4： 防止霉菌毒素中毒，保护肝脏

- 葡萄糖氧化酶直接抑制黄曲霉、黑根霉、青霉等多种霉菌，对黄曲霉毒素B中毒症有很好的预防效果。
- 促进肝脏内的氧化还原反应，协助肝脏代谢毒素

当葡萄糖氧化酶进入动物消化道后，一部分会进入肝脏，加速肝脏内的氧化还原反应，从而加速毒性成分的代谢，畜禽药物中毒得以解除，肝脏的健康也得以更好地保护。

作用-5： 保证原料、饲料的品质

□ 防止油脂氧化酸败

- 油脂中加有葡萄糖氧化酶，可消耗其中的氧气，抵制微生物的生长，防止油脂酸败变质。
-

应用-1：治疗霉菌毒素中毒

- 畜禽因采食发霉变质饲料引起霉菌毒素中毒症状，可根据病情，添加葡萄糖氧化酶，快速解除畜禽体内的霉菌毒素，保护肝脏，畜禽迅速康复。
-

猪场常常面临这样的情况

母猪繁殖障碍！

- ❑ 小母猪假发情、后备猪不发情？
- ❑ 生产母猪流产、弱胎、死胎、八字脚增加？
- ❑ 产下乳猪阴唇红肿？
- ❑ 配种间隔延长？







生长肥育猪性能下降！

- ❑ 保育乳猪死亡率？
 - ❑ 呕吐、拒食、采食量下降，推迟出栏？
-

绝大多数是因为：霉菌毒素！

霉菌毒素是某些霉菌在基质（饲料）上生长繁殖过程中产生的有毒二次代谢产物。

常见的有8种：

-  黄曲霉毒素、
 -  呕吐毒素
 -  T-2毒素
 -  玉米赤霉烯酮（F-2毒素）
 -  串珠镰孢菌毒素
 -  赭曲霉毒素、桔霉素、麦角毒素。
-

国家饲料卫生标准 (GB13078—2001) 中部分原料和饲料的霉菌允许量

卫生指标项目	样品名称	指标	实验方法	备注
霉菌的允许量 (每克产品中) 霉菌总数×10 ³ 个	玉米	<40	GB/T13092	限量饲用 (40~100) 禁用: (>100)
	小麦麸、米糠			限量饲用 (40~80) 禁用: (>80)
	豆饼 (粕)、 棉籽饼 (粕)、 菜籽饼 (粕)	<50		限量饲用 (50~100) 禁用: (>100)
	鱼粉、肉骨粉	<20		限量饲用 (20~50) 禁用: (>50)
	鸭配合饲料	<35		
	猪、鸡配合饲料 猪、鸡浓缩饲料 奶、肉牛精料补充料	<45		

各种霉菌毒素对猪的中毒剂量和症状(一)

毒素名称	猪的种类	日粮毒素水平	临床症状
黄曲霉毒素	生长-肥育猪	100 $\mu\text{g}/\text{kg}$	没有临床症状,在肝脏中残留。
		200~400 $\mu\text{g}/\text{kg}$	生长受阻,饲料利用率低,免疫抑制。
		400~800 $\mu\text{g}/\text{kg}$	肝显微受损、胆管炎。血清肝酶升高,免疫抑制。
		800~1200 $\mu\text{g}/\text{kg}$	生长受阻,采食量减少,被毛粗糙,黄疸,低蛋白血症
		1200~2000 $\mu\text{g}/\text{kg}$	黄疸,凝血病,精神沉郁,厌食,部分动物死亡。
		>2000 $\mu\text{g}/\text{kg}$	急性肝病和凝血病,动物在3-10天内死亡
	母猪	500~750 $\mu\text{g}/\text{kg}$	不影响受孕,分娩正常仔猪,但仔猪因乳中含有黄曲霉毒素生长缓慢

各种霉菌毒素对猪的中毒剂量和症状(二)

毒素名称	猪的种类	日粮毒素水平	临床症状
赭曲霉毒素、橘霉素	肥育猪	200 $\mu\text{g/kg}$	屠宰时可见轻微的肾脏损伤, 增重下降
		1 mg/kg	生长受阻, 氮血症和糖尿
		4 mg/kg	尿频、烦、渴
	母猪	3~9 mg/kg	饲喂的第一个月妊娠正常
烟曲霉毒素	各种猪	25~50 mg/kg	血清鞘脂类改变, 肝组织损伤
		50~100 mg/kg	生长受阻, 黄疸, 慢性肝机能障碍
		> 120 mg/kg	急性肺水肿, 肝病

各种霉菌毒素对猪的中毒剂量和症状(三)

毒素名称	猪的种类	含量	临床症状
单端孢霉菌毒素类 (T-2毒素)	生长-肥育猪	1 mg/kg	无临床症状
		3 mg/kg	采食量减少
		10 mg/kg	采食量减少, 口腔、皮肤受刺激, 免疫抑制
		20 mg/kg	完全拒食, 呕吐
脱氧瓜萎镰孢烯醇 (呕吐毒素, DON)	生长-肥育猪	1 mg/kg	没有临床症状, 采食量影响较小
		5~10 mg/kg	采食量降低25%-50%
		20 mg/kg	完全拒食
玉米赤霉烯酮 (F-2毒素)	母猪	1~3 mg/kg	发情, 外阴阴道炎, 脱垂
		3~10 mg/kg	黄体滞留, 不发情, 假孕
		> 30 mg/kg	交配后饲喂1-3周出现早期胚胎死亡

猪黄曲霉毒素中毒

月



图2：曲霉导致母猪流产



猪黄曲霉毒素中毒



皮肤出现红斑、溃皮龟裂



胎儿畸形和致突变

玉米赤霉烯酮导致母猪流产



玉米赤霉烯酮



产死胎，子宫严重脱出



玉米赤霉烯酮 - 阴门红肿

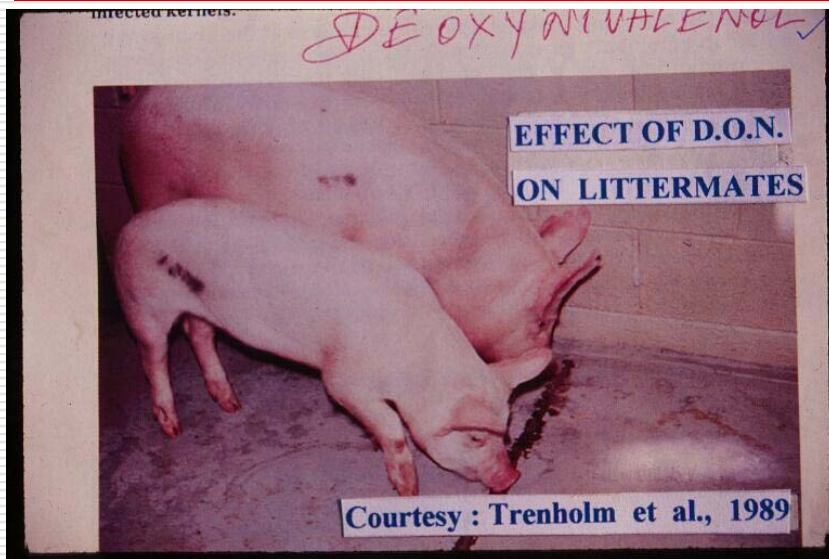


玉米赤霉烯酮伤害哺乳猪

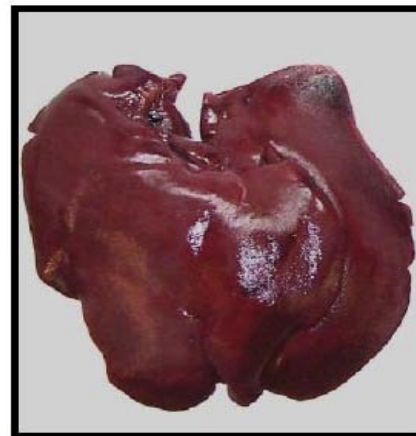


哺乳仔猪阴唇红肿

呕吐毒素导致猪拒食



呕吐毒素一呕吐



Control 对照



DON deoxynivalenol
呕吐毒素 攻毒结果

T₂毒素损害皮肤



T₂毒素中毒产生的皮肤炎症



鲜尔康产品特点

- 1.菌种自然选育，确保生物安全；
 - 2.产物酶谱完善，保证作用彻底；
 - 3.加工工艺独特，抗逆能力超强；
-

推荐方法

□ 预防

- 长期小剂量应用鲜尔康1-2/kg饲料（15-30U/kg饲料）；

□ 治疗

- 对已发生霉菌中毒动物，按鲜尔康4-6/kg饲料（60-90U/kg）添加，连用3天，快速解除畜禽体内的霉菌毒素，保护肝脏，畜禽迅速康复。
-

作用2-减少应激，提高食欲

□ 条件

- 在畜禽饲养过程中，各种应激（免疫、换料、热、转群、断喙、季节交替、断奶、母猪围产期等）引起的畜禽采食量下降，精神沉郁。

□ 推荐用量

- 应用鲜尔康3-4/kg饲料（45-60U/kg）拌料7天。
-

作用-3：治疗消化不良、顽固性腹泻

□ 条件

- 因气候、饲料中个别成分或应激造成的畜禽生理性的消化不良、顽固性腹泻。
- 各种疾病伴发的病理性腹泻。

□ 推荐用量

- 第一阶段：鲜尔康3-5/kg饲料（45-75U/kg）拌料3天，
 - 第二阶段：鲜尔康2-3/kg饲料（30-45U/kg）拌料3-5天。
-

作用-4： 协同药物、提高疗效

□ 环境

- 当畜禽发生发生各种传染病时，由于葡萄糖氧化酶能够迅速改善畜禽的消化吸收，进而促进发病畜禽对药物成分的有效吸收利用，提高疗效。

□ 推荐用量

- 应用药物治疗的同时辅以鲜尔康1-2kg/吨饲料（15-30U/kg）拌料
-

研究工作：

- 近10年，有关文献152篇，其中我们团队发表了15篇；
 - 近两年：
 - 葡萄糖氧化酶制剂对饲喂含霉变玉米面小鼠血清指标和肝脏功能的影响 -Animal Husbandry & Veterinary Medicine , 2015
 - 葡萄糖氧化酶对饲喂含霉变饲料小鼠体重和肠道微生物的影响 -Chinese Journal Of Animal Nutrition 2014
 - 葡萄糖氧化酶营养作用机制及在畜禽生产中的应用--饲粮配制的系统理念 -中国林牧渔业经济学会饲料经济专业委员会第十届学术交流大会论文集
 - 葡萄糖氧化酶对仔猪生长性能、健康、饲料养分利用率及相关理化指标的影响 –黑龙江畜牧兽医, 2014
 - 鉴定课题：
 - **“葡萄糖氧化酶作用机制及在畜禽养殖中的应用”** 成果1项，获得河北农业大学科技进步一等奖，河北省科技进步三等奖；
 - 申请国家发明专利：
 - “一种猪用功能性预混料” 1项；
-

试验-1：高水分条件下鲜尔康的防霉效果研究

设计：

选择容易发霉两种饲料原料（玉米和花生饼），通过提高饲料水分含量和存放环境的相对湿度，以加快饲料霉变速度。

方法：

1. 取一定量的高水分(含量**18%**左右)玉米和花生饼，粉碎，过40目；
 2. 分别加入0.3%丙酸铵、丙酸钙、鲜尔康、两种市售商品防霉剂，充分混合均匀，然后移入三角瓶中，用滤纸包扎瓶口；
 3. 置恒温恒湿培养箱中，温度30℃、相对湿度85%的条件下培养。
 4. 每天观察霉菌的生长情况，分别于第3,6天检测霉菌菌落总数
-

结果

样品	组别	第3天（个/克）	第6天（个/克）
花生粕	对照	8.83*10 ³	7.2*10 ⁷
	0.3% 丙酸铵	3.90*10 ³	5.45*10 ⁷
	0.3% 丙酸钙	1.00*10 ²	4.15*10 ⁷
	0.3% 鲜尔康	1.00*10 ²	5.25*10 ⁴
	0.3% 商品1	1.65*10 ³	9.85*10 ⁶
	0.3% 商品2	3.30*10 ³	5.9*10 ⁷
玉米	对照	4.60*10 ⁶	3.25*10 ⁷
	0.3% 丙酸铵	7.05*10 ⁴	8.35*10 ⁶
	0.3% 丙酸钙	1.00*10 ⁴	4.0*10 ⁶
	0.3% 鲜尔康	5.15*10 ⁴	4.25*10 ⁵
	0.3% 商品1	1.45*10 ⁶	9.10*10 ⁶
	0.3% 商品2	3.45*10 ⁶	4.05*10 ⁷

试验-2 鲜尔康对仔猪生产性能的影响

□设计

160 头28 日龄断奶的三元杂交(杜×长×大) 健康仔猪按体重随机分为4 组，每组4 个重复，每个重复10 头。

对照组饲喂常规断奶仔猪基础日粮，试验1，2，3 组分别饲喂含10，20，30 U/kg 葡萄糖氧化酶的日粮，试验持续30 d。

结果:

□ 对生产性能影响

项目	对照组	试验1组	试验2组	试验3组
始重/kg	8.68±0.12	8.65±0.11	8.77±0.06	8.71 ±0.18
末重/kg	23.49 ^a ±0.94	25.26 ^b ±0.34	26.14 ^{bc} ±0.49	27.20 ^c ±0.21
日增重/g	493.7 ^a ±32.4	553.7 ^b ±41.5	579.0 ^{bc} ±53.2	616.3 ^c ±28.9
日采食量/g	695.0 ^a ±12.8	724.7 ^b ±25.2	751.5 ^b ±18.2	778.4 ^c ±34.1
料重比	1.41 ^a ±0.16	1.31 ^{ab} ±0.09	1.30 ^{ab} ±0.16	1.26 ^b ±0.05

注:同行数据肩标字母相同表示差异不显著($P > 0.05$),不同表示差异显著($P < 0.05$)。

□ 对养分消化率影响

项目	对照组	试验 1 组	试验 2 组	试验 3 组
总能	79.41 ^a ± 1.81	82.26 ^b ± 0.14	81.61 ^b ± 1.13	84.23 ^c ± 1.12
粗蛋白	78.48 ^a ± 2.63	81.46 ^b ± 0.96	82.85 ^b ± 1.15	83.81 ^b ± 3.46
粗脂肪	88.16 ^a ± 1.23	91.25 ^b ± 1.32	92.13 ^b ± 1.14	91.34 ^b ± 1.25
粗纤维	47.17 ^a ± 5.31	53.14 ^b ± 1.26	52.04 ^b ± 4.28	54.32 ^b ± 2.12

注：同行数据肩标字母相同表示差异不显著 ($P > 0.05$)，不同表示差异显著 ($P < 0.05$)。

□ 对抗氧化功能影响

项目	对照组	试验1组	试验2组	试验3组
谷胱甘肽过氧化物酶活性/(U · mL ⁻¹)	15.63 ^a ± 1.21	19.62 ^b ± 0.98	22.15 ^b ± 2.35	23.15 ^b ± 3.14
过氧化氢酶活性/(U · mL ⁻¹)	8.74 ^a ± 0.56	9.58 ^b ± 0.84	12.15 ^c ± 1.45	10.32 ^{bc} ± 0.98
超氧化物歧化酶活性/(U · mL ⁻¹)	29.22 ^a ± 3.45	30.85 ^a ± 2.14	35.14 ^b ± 2.51	38.45 ^b ± 2.98
丙二醛含量/(nmol · mL ⁻¹)	0.70 ^b ± 0.04	0.65 ^{ab} ± 0.07	0.45 ^a ± 0.02	0.48 ^a ± 0.05

注：同行数据肩标字母相同表示差异不显著 ($P > 0.05$)，不同表示差异显著 ($P < 0.05$)。

对小肠食糜PH值的影响

采食后时间	2 小时		4 小时		6 小时		8 小时	
对照组	6.05		5.98		5.86		5.85	
试验1组	5.95	0.10	5.87	0.12	5.82	0.04	5.78	0.07
试验2组	5.92	0.13	5.82	0.17	5.75	0.11	5.72	0.13
试验3组	5.85	0.25	5.74	0.24	5.71	0.15	5.58	0.27

对健康的影响

项目	对照组	试验 1 组	试验 2 组	试验 3 组
腹泻率	$8.26^a \pm 1.03$	$6.23^{ab} \pm 2.04$	$4.15^b \pm 0.87$	$4.33^b \pm 0.54$
死淘率	$4.86^a \pm 0.25$	$4.26^a \pm 0.41$	$2.15^b \pm 0.25$	$3.02^b \pm 0.54$

注：同行数据肩标字母相同表示差异不显著 ($P > 0.05$)，不同表示差异显著 ($P < 0.05$)。

试验-3 鲜尔康对母猪生产性能影响

□ 试验动物

- 选用胎次相近哺乳母猪40头，随机分为2个处理，每处理20头，单笼饲养。

□ 时间：

- 从产前20天开始，到23天断奶；

试验处理

组别	日粮
对照组	基础日粮
试验组	基础日粮+0.1%鲜尔康

结果

项目	对照	试验
母猪采食量（公斤/天）	5.89±0.93	6.13± 1.40
初生均重（公斤/头）	1.24± 0.08	1.30± 0.11
断奶均重（公斤/头）	6.42± 0.66	6.97± 0.64
平均日增重（公斤/头.天）	0.225±0.031	0.247±0.018
平均产仔数	8.82± 2.56	9.65± 0.25
平均断奶头数	7.50± 2.07	9.09± 0.68
成活率	0.85± 0.15	0.94± 0.12

试验-4 鲜尔康对饲喂霉变饲料小鼠体重和肠道微生物影响

18~22g 昆明小鼠130只，随机分为13组。分别饲喂添加 0、10%、20%、30%霉变玉米面（黄曲霉毒素 B1 含量为225.9μg/kg，呕吐毒素含量为1023.1ug/kg）和 0、0.1%、0.3%、0.5%鲜尔康的饲料，试验期为 60 d。

表 1 试验分组及处理
Table 1 Experiment grouping and treatment

组别 Groups	饲料 Diet
组 1(空白对照组) Group 1 (blank control group)	小鼠基础颗粒料
组 2(试验对照组) Group 2 (experimental control group)	90%基础料+10%霉变玉米面
组 3(试验对照组) Group 3 (experimental control group)	80%基础料+20%霉变玉米面
组 4(试验对照组) Group 4 (experimental control group)	70%基础料+30%霉变玉米面
组 5(试验组) Group 5 (experimental group)	89.9%基础料+10%霉变玉米面+0.1%葡萄糖氧化酶
组 6(试验组) Group 6 (experimental group)	79.9%基础料+20%霉变玉米面+0.1%葡萄糖氧化酶
组 7(试验组) Group 7 (experimental group)	69.9%基础料+30%霉变玉米面+0.1%葡萄糖氧化酶
组 8(试验组) Group 8 (experimental group)	89.7%基础料+10%霉变玉米面+0.3%葡萄糖氧化酶
组 9(试验组) Group 9 (experimental group)	79.7%基础料+20%霉变玉米面+0.3%葡萄糖氧化酶
组 10(试验组) Group 10 (experimental group)	69.7%基础料+30%霉变玉米面+0.3%葡萄糖氧化酶
组 11(试验组) Group 11 (experimental group)	89.5%基础料+10%霉变玉米面+0.5%葡萄糖氧化酶
组 12(试验组) Group 12 (experimental group)	79.5%基础料+20%霉变玉米面+0.5%葡萄糖氧化酶
组 13(试验组) Group 13 (experimental group)	69.5%基础料+30%霉变玉米面+0.5%葡萄糖氧化酶

结果:

对平均日增重影响 (单位: 克)

试验期 Experimental days/d	霉变玉米面添加量 Addition of moldy maize meal/%	空白对照组 Blank control group	试验对照组 Experimental control group	0.1% GOD 组 0.1% GOD group	0.3% GOD 组 0.3% GOD group	0.5% GOD 组 0.5% GOD group
20	10	0.42±0.08	0.34±0.06	0.36±0.04	0.40±0.04	0.38±0.06
	20	0.42±0.08 ^a	0.35±0.08 ^c	0.45±0.06 ^{ab}	0.47±0.04 ^a	0.42±0.05 ^a
	30	0.42±0.08	0.33±0.04	0.35±0.07	0.40±0.08	0.36±0.05
40	10	0.16±0.08	0.14±0.06	0.14±0.02	0.16±0.04	0.10±0.04
	20	0.16±0.08 ^{BChc}	0.11±0.04 ^{Cc}	0.24±0.06 ^{ABab}	0.30±0.07 ^{Aa}	0.19±0.04 ^{ABCahe}
	30	0.16±0.08 ^{Bb}	0.09±0.03 ^{Bb}	0.13±0.04 ^{Bb}	0.27±0.04 ^{Aa}	0.17±0.03 ^{Bb}
60	10	0.28±0.08 ^{Aa}	0.15±0.14 ^{Bd}	0.18±0.04 ^{BCDhed}	0.24±0.05 ^{ABab}	0.23±0.05 ^{ABCahe}
	20	0.28±0.08 ^{Aa}	0.13±0.03 ^{Bb}	0.15±0.04 ^{Bb}	0.30±0.06 ^{Ab}	0.13±0.04 ^{Bb}
	30	0.28±0.08 ^{Aa}	0.13±0.04 ^{Bb}	0.14±0.04 ^{Bb}	0.24±0.05 ^{Aa}	0.21±0.04 ^{ABab}

□ 对肠道微生物影响

菌群 Flora	霉变玉米面 添加量 Addition of moldy maize meal/%	试验期 Experimental days/d	空白对照组 Blank control group	试验对照组 Experimental control group	0.1% GOD 组 0.1% GOD group	0.3% GOD 组 0.3% GOD group	0.5% GOD 组 0.5% GOD group
大肠 杆菌 <i>E. coli</i>	10	40	5.13±0.21 ^{Bbc}	6.08±0.16 ^{Aa*}	5.54±0.29 ^{Bb}	5.02±0.25 ^{Bc**}	4.65±0.32 ^{Bc}
		60	5.06±0.28 ^{BCbc}	7.23±0.44 ^{Aa}	5.32±0.30 ^{Bb}	4.33±0.34 ^{Cc}	4.35±0.39 ^{Cc}
	20	40	5.13±0.21 ^{Cc}	7.08±0.29 ^{Aa}	5.85±0.38 ^{Bb}	5.32±0.48 ^{BCc}	5.40±0.25 ^{BCbc}
		60	5.06±0.28 ^{Bc}	7.48±0.53 ^{Aa}	5.65±0.39 ^{Bb}	5.11±0.29 ^{Bbc}	5.05±0.32 ^{Bc}
	30	40	5.13±0.21 ^{Bb}	7.23±0.28 ^{Aa*}	6.50±0.40 ^{ABa}	5.83±0.58 ^{Bb}	6.11±0.70 ^{Bb}
		60	5.06±0.28 ^{Cc}	7.92±0.51 ^{Aa}	6.21±0.51 ^{Bb}	5.44±0.48 ^{BCbc}	5.76±0.54 ^{BCbc}
乳酸杆菌 <i>Laetobacil- lus</i>	10	40	9.13±0.21 ^{ABabc}	8.49±0.36 ^{Bc}	8.79±0.81 ^{ABbc}	9.55±0.41 ^{Aa}	9.23±0.24 ^{Aab}
		60	9.55±0.31 ^{Aab}	8.13±0.32 ^{Bb}	8.99±0.76 ^{ABa}	9.70±0.61 ^{Aa}	9.25±0.37 ^{Aa}
	20	40	9.13±0.21 ^{Aa}	8.25±0.32 ^{Bc*}	8.43±0.36 ^{ABc}	9.01±0.38 ^{ABab}	8.58±0.40 ^{ABCbc}
		60	9.55±0.31 ^{Aa}	7.54±0.63 ^{Bc}	8.62±0.54 ^{Ab}	9.42±0.41 ^{Aa}	8.85±0.61 ^{Aa}
	30	40	9.13±0.21 ^{Aa}	7.76±0.61 ^{Bb}	8.12±0.42 ^{Bb}	8.33±0.61 ^{ABb}	8.12±0.38 ^{Bb}
		60	9.55±0.31 ^{Aa}	7.18±0.42 ^{Cc}	8.48±0.38 ^{ABab}	9.15±0.32 ^{ABab}	8.33±0.41 ^{Ab}

试验-5 鲜尔康对小鼠血清指标和肝脏抗氧化能力及组织结构的影响

□ 试验设计:

- 75只18-22g的KM小鼠随机分为5组，对照组饲喂基础日粮，其余4组在基础日粮中添加30%霉变玉米面（黄曲霉毒素B1含量为225.9ug/kg，呕吐毒素含量为1023.1ug/kg）和不同浓度（0%、0.1%、0.3%、0.5%）的鲜尔康。
 - 饲养期为60 d。
-

对小鼠肝脏抗氧化能力的影响

测定指标	A 组	B 组	C 组	D 组	E 组
GSH - Px（酶活力单位）	996.32 ± 152.61 ^{Bb}	675.94 ± 30.54 ^{Ad}	892.61 ± 63.74 ^{Ba}	960.50 ± 27.81 ^{Bbc}	917.85 ± 13.32 ^{Bac}
T - SOD/（U • mg ⁻¹ ）	297.78 ± 33.95 ^B	174.57 ± 41.58 ^A	260.23 ± 41.15 ^B	279.94 ± 24.77 ^B	276.33 ± 43.91 ^B
MDA/（nmol • mg ⁻¹ ）	1.92 ± 0.61 ^{Bb}	3.61 ± 0.96 ^{Aa}	3.12 ± 0.78 ^b	2.17 ± 0.33 ^{Bb}	2.34 ± 0.25 ^b
CAT/（U • mg ⁻¹ ）	115.64 ± 28.15 ^{Bb}	80.03 ± 9.04 ^{Aa}	86.22 ± 2.91	93.49 ± 8.61 ^{Ab}	92.88 ± 8.43 ^{Ab}

注：同行小写字母相同或未标字母者表示差异不显著（ $P > 0.05$ ），不同表示差异显著（ $P < 0.05$ ）；不同大写字母表示差异极显（ $P < 0.01$ ）。下同

- 饲喂含霉变玉米面饲料后，B组肝脏中 GSH—Px、T—SOD 和 CAT 活性极显著降低，MDA 含量升高。试验组 GSH—Px 活性与 B 组比较均极显著升高，添加 0.1% 和 0.3% 鲜尔康组差异显著；D组和 E 组与 B 组比较，GSH—Px、T—SOD 活性极显著升高；与 B 组比较，0.3% GOD 组MDA 含量极显著下降，0.5% 鲜尔康 组MDA含量显著下降；添加 0.3%和 0.5%鲜尔康组与B组比较，CAT活性显著升高。

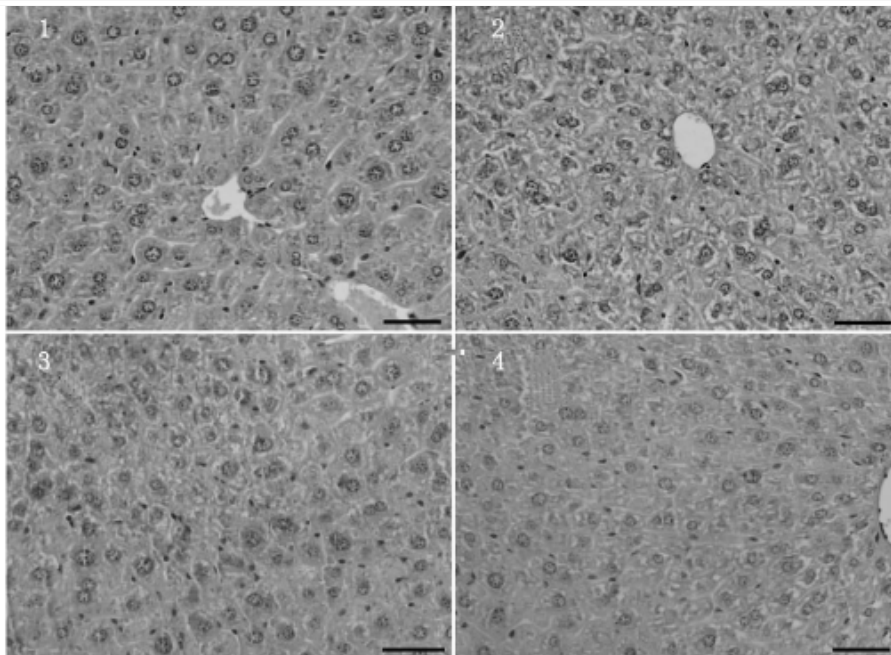
对血清理化指标影响

- 饲喂含霉变玉米面饲料后，对血清中各检测生化指标均有不同程度的影响，B 组谷丙转氨酶和碱性磷酸酶活性升高，与 A 组比较差异显著。与 B 组比较，C 组、D 组和 E 组谷丙转氨酶活性降低；各试验组碱性磷酸酶含量也都有不同程度的降低，D 组与 B 组比较差异极显著，0.3% GOD 组与其他 2 个试验组比较差异显著。
- 说明：添加 鲜尔康 能够不同程度地改善肝脏蛋白质和脂类代谢。

测定指标	A 组	B 组	C 组	D 组	E 组
总蛋白 / ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	78.25 \pm 7.49	66.58 \pm 1.87 ^{Aa}	82.49 \pm 1.51 ^b	79.78 \pm 10.21 ^b	91.99 \pm 1.39 ^{Bb}
白蛋白 / ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	29.30 \pm 1.29 ^b	22.52 \pm 1.32 ^{Aa}	25.33 \pm 1.53	29.30 \pm 1.29 ^b	31.06 \pm 2.38 ^{Bb}
总胆固醇 / ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	4.27 \pm 0.16	4.04 \pm 0.22	3.05 \pm 0.02	2.69 \pm 0.16	3.04 \pm 4.26
甘油三酯 / ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	2.45 \pm 0.70	1.36 \pm 0.61	1.58 \pm 0.24	2.02 \pm 0.17	1.60 \pm 0.13
谷丙转氨酶 / ($\text{U} \cdot \text{L}^{-1}$)	44.52 \pm 10.87 ^B	80.57 \pm 1.77 ^{Aa}	53.95 \pm 4.44 ^b	41.56 \pm 13.58 ^{Bb}	64.78 \pm 19.26 ^b
谷草转氨酶 / ($\text{U} \cdot \text{L}^{-1}$)	136.97 \pm 26.31	159.15 \pm 1.85	146.75 \pm 103.34	153.38 \pm 10.24	109.47 \pm 7.16
碱性磷酸酶 / ($\text{U} \cdot \text{L}^{-1}$)	40.94 \pm 16.57 ^{Bb}	57.07 \pm 2.73 ^{Bb}	48.52 \pm 1.94 ^{Ba}	37.36 \pm 2.53 ^{Ac}	47.83 \pm 1.36 ^{Ba}

肝脏组织形态学观察

- 1. A 组肝脏组织结构基本正常; 2. B 组肝细胞索紊乱, 肝细胞内出现空泡; 3. B 组肝脏窦状隙中可见淤血; 4. E 组肝脏组织结构基本正常, 有些肝细胞内可见少量空泡;



□ 谢谢，敬请指正！

□ 联系：

电话：13903125675

邮箱：chenbaojiang@vip.sina.com



-
- 鲜尔康销售联系人
 - 郭海冬 13733807078
 - 微信号 13733807078
 - QQ 326141466
-