



霉菌毒素降解酶的最新研究进展

磐硕生物 研发总监

中国科学院大学 企业硕士导师

郭立佳 15175396657

汇报内容

- 一、降解酶最新应用研究进展
- 二、伏马毒素降解酶研究进展



新型饲料添加剂的申报

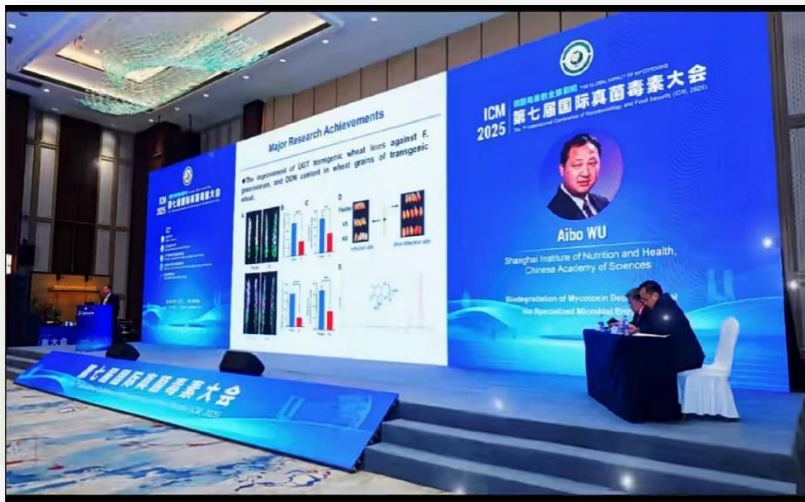
附件1	合同编号: 2023豫006	附件1	合同编号: 2023豫167	附件1	合同编号: 2023豫165
广东省农业科学院动物科学研究所 横向科技项目合同书			广东省农业科学院动物科学研究所 横向科技项目合同书		
项目名称: 饲料毒害降解酶应用工艺提升 项目委托方(甲方): 河北磐硕生物科技有限公司 项目受托方(乙方): 广东省农业科学院动物科学研究所 项目研究负责人: 崔晓霞 刘威 项目研究起止时间: 2023年1月10日至2023年11月10日			项目名称: 饲料毒害降解酶应用工艺提升 项目委托方(甲方): 河北磐硕生物科技有限公司 项目受托方(乙方): 广东省农业科学院动物科学研究所 项目研究负责人: 崔晓霞 刘威 项目研究起止时间: 2023年1月10日至2023年11月10日		
广东省农业科学院动物科学研究所制 二〇二三年			广东省农业科学院动物科学研究所制 二〇二三年		

中华人民共和国 农业转基因生物安	中华人民共和国 农业转基因生物安	中华人民共和国 农业转基因生物安
农业农村部公告(2023)第1518号	农业农村部公告(2023)第1518号	农业农村部公告(2023)第1518号
河北磐硕生物科技有限公司 中国科学院上海营养与健康研究所 项目委托方: 河北磐硕生物科技有限公司 项目受托方: 中国科学院上海营养与健康研究所 项目研究负责人: 崔晓霞 刘威 项目研究起止时间: 2023年1月10日至2023年11月10日	河北磐硕生物科技有限公司 中国科学院上海营养与健康研究所 项目委托方: 河北磐硕生物科技有限公司 项目受托方: 中国科学院上海营养与健康研究所 项目研究负责人: 崔晓霞 刘威 项目研究起止时间: 2023年1月10日至2023年11月10日	河北磐硕生物科技有限公司 中国科学院上海营养与健康研究所 项目委托方: 河北磐硕生物科技有限公司 项目受托方: 中国科学院上海营养与健康研究所 项目研究负责人: 崔晓霞 刘威 项目研究起止时间: 2023年1月10日至2023年11月10日

合同编号:
技术开发(委托)合同
项目名称: 饲料毒害降解酶应用工艺提升 项目委托方(甲方): 河北磐硕生物科技有限公司 项目受托方(乙方): 扬州大学 签订时间: 二〇二四年十一月十五日 签订地点: 扬州大学 有效期限: 二〇二四年十一月至二〇二九年十二月
中华人民共和国科学技术部制

中华人民共和国 农业转基因生物安	中华人民共和国 农业转基因生物安	中华人民共和国 农业转基因生物安
农业农村部公告(2024)第185号	农业农村部公告(2024)第185号	农业农村部公告(2024)第185号
河北磐硕生物科技有限公司 中国科学院上海营养与健康研究所 项目委托方: 河北磐硕生物科技有限公司 项目受托方: 中国科学院上海营养与健康研究所 项目研究负责人: 崔晓霞 刘威 项目研究起止时间: 2023年1月10日至2023年11月10日	河北磐硕生物科技有限公司 中国科学院上海营养与健康研究所 项目委托方: 河北磐硕生物科技有限公司 项目受托方: 中国科学院上海营养与健康研究所 项目研究负责人: 崔晓霞 刘威 项目研究起止时间: 2023年1月10日至2023年11月10日	河北磐硕生物科技有限公司 中国科学院上海营养与健康研究所 项目委托方: 河北磐硕生物科技有限公司 项目受托方: 中国科学院上海营养与健康研究所 项目研究负责人: 崔晓霞 刘威 项目研究起止时间: 2023年1月10日至2023年11月10日

第七届国际真菌毒素大会



磐硕首席科学家 武爱波教授

Biodegradation of Mycotoxins Deoxynivalenol via Specialized Microbial Enzyme
呕吐毒素降解微生物及酶的发掘与识别机制研究

(微) 生物降解脱毒技术的研究进展

黄曲霉毒素B1生物降解研究进展

菌种/酶	反应时间/h	降解率/%	年份
嗜麦芽寡养单胞菌35-3	72	82.5	2008
铜绿假单胞菌	72	82.3	2014
色齿毛菌	120	99	2016
地衣芽孢杆菌BL010粗酶	120	97	2018
短小芽孢杆菌E-1-1-1 菌株	24	92.5	2020
枯草芽孢杆菌漆酶	5	100	2024
土曲霉/二肽基肽酶	3	80	2024

玉米赤霉烯酮生物降解研究进展

菌种/酶	反应时间/h	降解率/%	年份
酿酒酵母/内酯水解酶ZHD101	——	100	2004
赖氨酸芽孢杆菌（ZJ-2016-1）	48	77.2	2017
大肠杆菌/zhd518	3	100	2017
大肠杆菌/CbZHD	——	——	2017
内酯酶基因 ZENC 在毕赤酵母	——	70-95	2018
水解酶(ZHD)和羧肽酶(CP)	2	100	2019
枯草（ZJ-2019-1）/酶	24	99	2020

呕吐毒素生物降解研究进展

菌种/酶	反应时间/h	降解率/%	产物	年份
Agrobacterium-RhizobiumE3-39	24	100	3-keto-DON	1997
BBSH797	96	91.2	DOM-1	2002
Bacillus isolates LS100	——	100	DOM-1	2007
Devosia nanyangense DDB001	72	100	3-epi-DON	2014
AKR18A1	0.8	——	3-keto-DON	2017
D-G06	24	100	DOM-1	2020
Devosia sp.	10	97	3-keto-DON	2022
AKR18A2+QDDH	4	98	3-epi-DON	2023
Bacillus subtilis	9	——	3-epi-DON	2024

- 1、产业化和规模化进程
- 2、吨饲料中的使用成本

应用研究一 ——降解酶对蛋鸡生产性能的影响

➤ 实验动物分组

➤ 600只25周龄海兰褐蛋鸡，分为5组；

➤ 5组分别饲喂基础日粮，或基础日粮+20 ug/kg

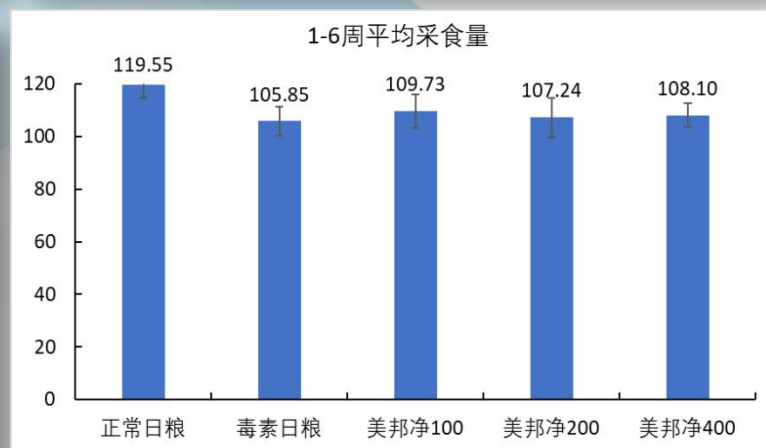
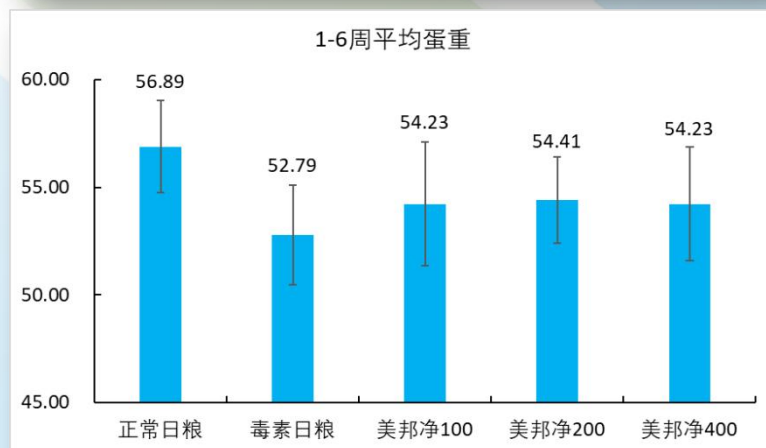
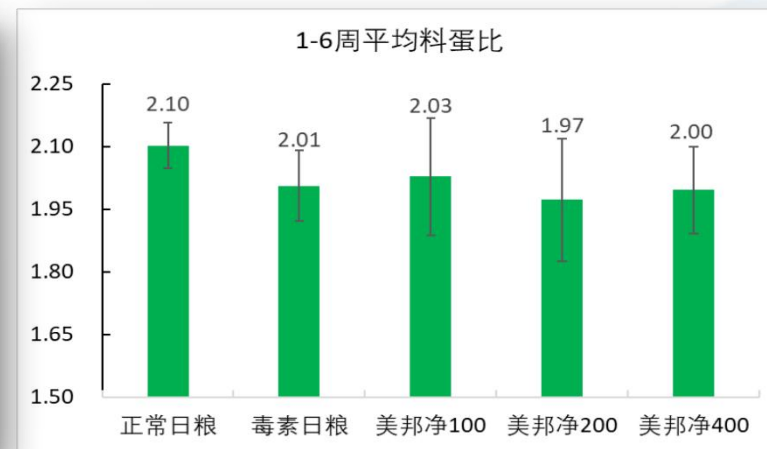
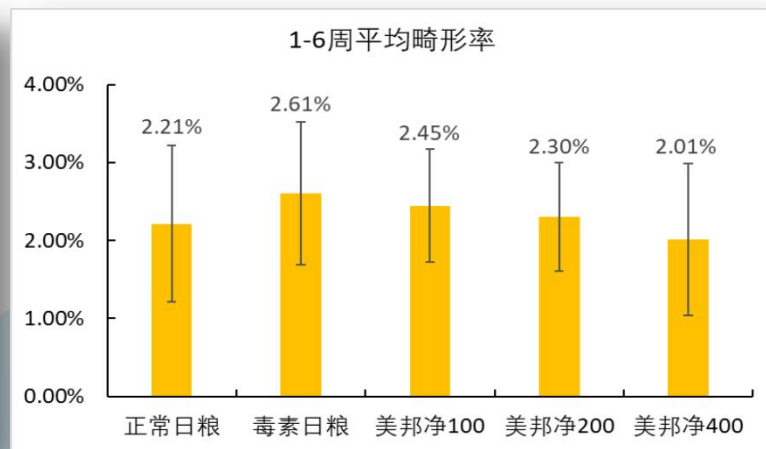
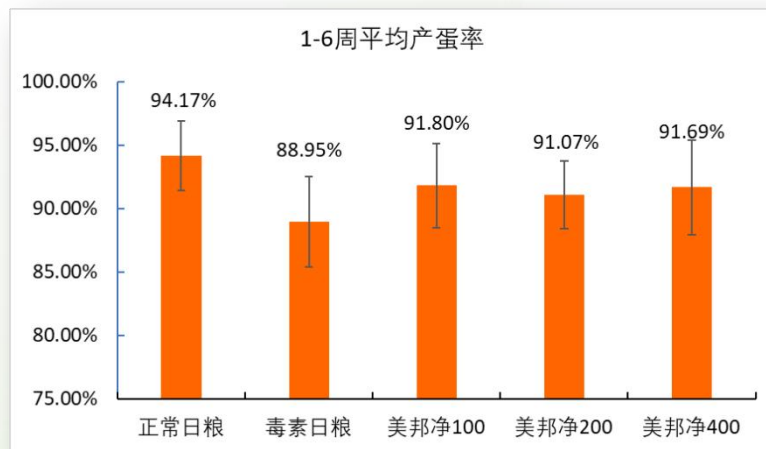
AFB1、3.0 mg/kg DON和0.5mg/kg ZEN的日粮

（毒素组）或毒素组+100、200或400g/T美邦净的

日粮，饲养6周。



应用研究一 ——降解酶对蛋鸡生产性能的影响



1、与正常组相比，霉菌毒素降低了产蛋率、蛋重，增加了畸形蛋率；料蛋比降低更多是由于蛋重和采食双重下降所致；

2、与毒素组相比，添加美邦净100-400g/吨，均可提高产蛋率、蛋重，降低畸形蛋率。

应用研究一 ——降解酶对蛋鸡生产性能的影响

添加降解酶对蛋鸡脏器指数的影响

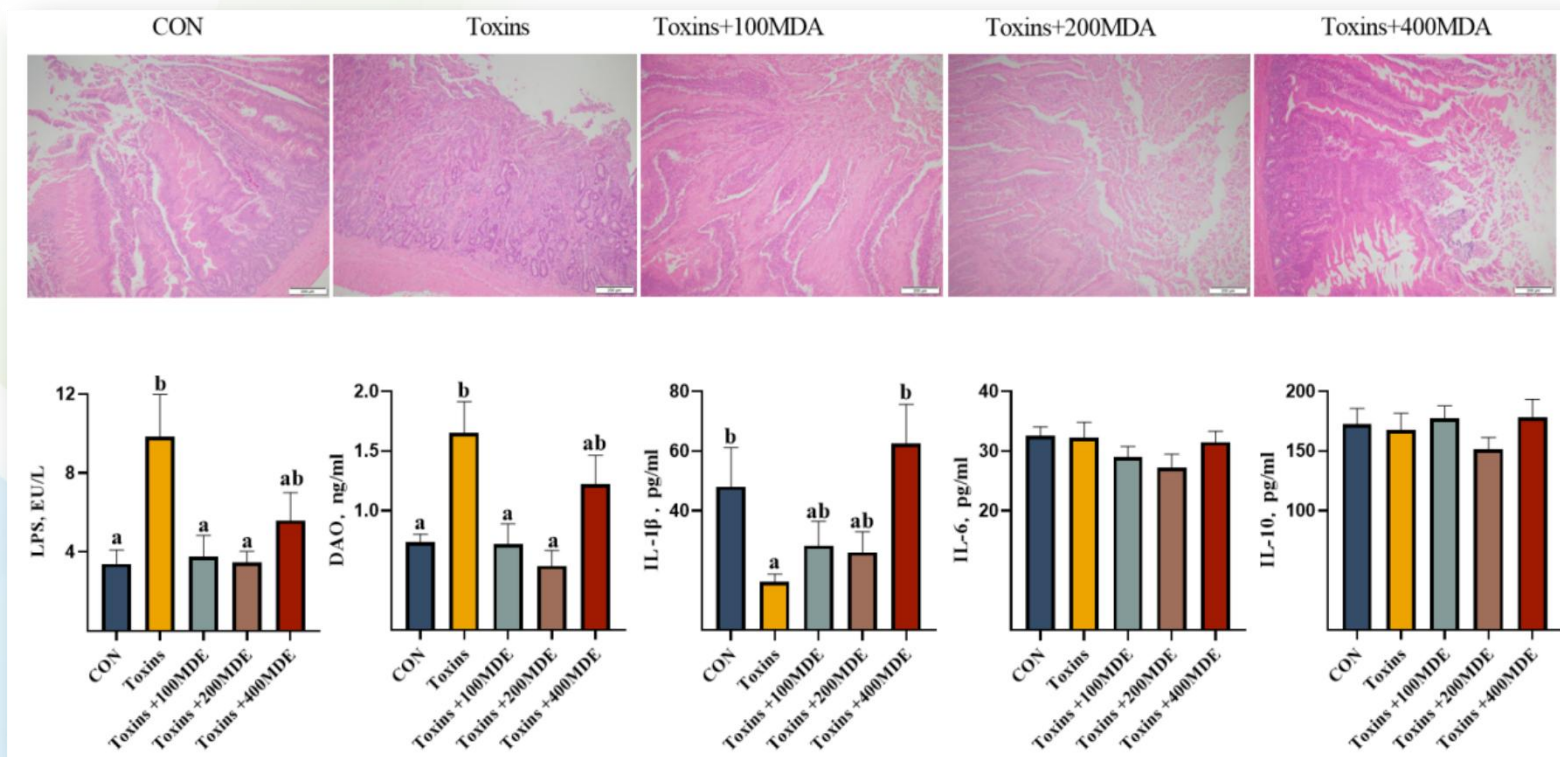
	CON	Toxins	Toxins +100MDA	Toxins +200MDA	Toxins +400MDA
肝脏指数, %	1.80±0.23 ^a	1.98±0.21 ^{ab}	1.98±0.17 ^{ab}	2.05±0.18 ^b	2.04±0.35 ^{ab}
肾脏指数, %	0.48±0.07 ^a	0.57±0.12 ^b	0.56±0.11 ^{ab}	0.52±0.13 ^{ab}	0.46±0.11 ^a
脾脏指数, %	0.12±0.03 ^a	0.15±0.03 ^b	0.13±0.03 ^{ab}	0.13±0.02 ^{ab}	0.13±0.03 ^{ab}
嗦囊指数, %	0.34±0.05 ^a	0.42±0.05 ^b	0.38±0.07 ^{ab}	0.33±0.14 ^{ab}	0.34±0.04 ^a
卵巢指数, %	0.18±0.05	0.19±0.06	0.18±0.05	0.20±0.05	0.21±0.05
肌胃指数, %	2.04±0.20	2.27±0.30	2.20±0.26	2.31±0.36	2.29±0.34
腺胃指数, %	0.34±0.05	0.33±0.03	0.35±0.03	0.34±0.04	0.34±0.05

霉菌毒素增加了蛋鸡嗦囊、肾脏、脾脏指数，日粮添加美邦净可缓解霉菌毒素对这些脏器的危害。

未发表数据

应用研究一 —— 降解酶对蛋鸡生产性能的影响

添加降解酶对蛋鸡十二指肠组织形态学的影响

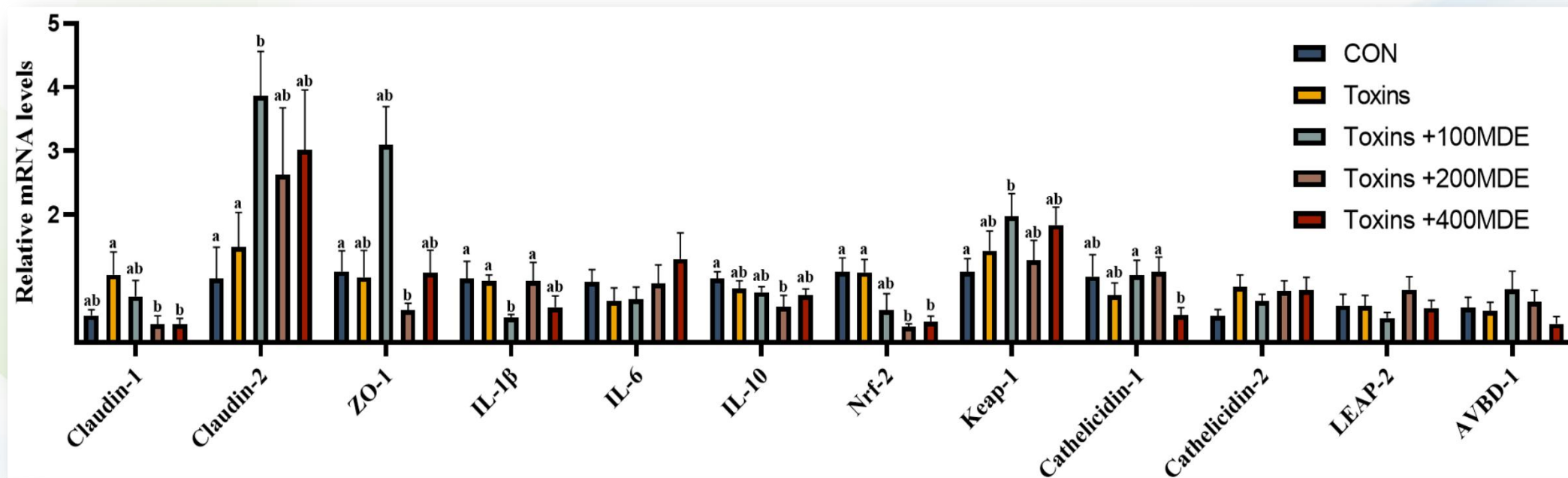


Toxins组 (6/10) 表现为肠绒毛显著变短、黏膜上皮坏死脱落和固有层炎性细胞增生。与Toxins组相比, **Toxins +100MDE (5/10)**、**Toxins +200MDE (2/10)** 和**Toxins +400MDE (3/10)**组黏膜上皮坏死程度减轻, 炎性细胞浸润范围局限。结果表明, **治疗组出现明显的改善。**

与CON组相比, **Toxins组显著升高了 ($P < 0.05$) LPS和DAO含量**, 与Toxins组相比, **Toxins +100MDE组和Toxins +200MDE组显著降低了 ($P < 0.05$) LPS和DAO含量。**

应用研究一 —— 降解酶对蛋鸡生产性能的影响

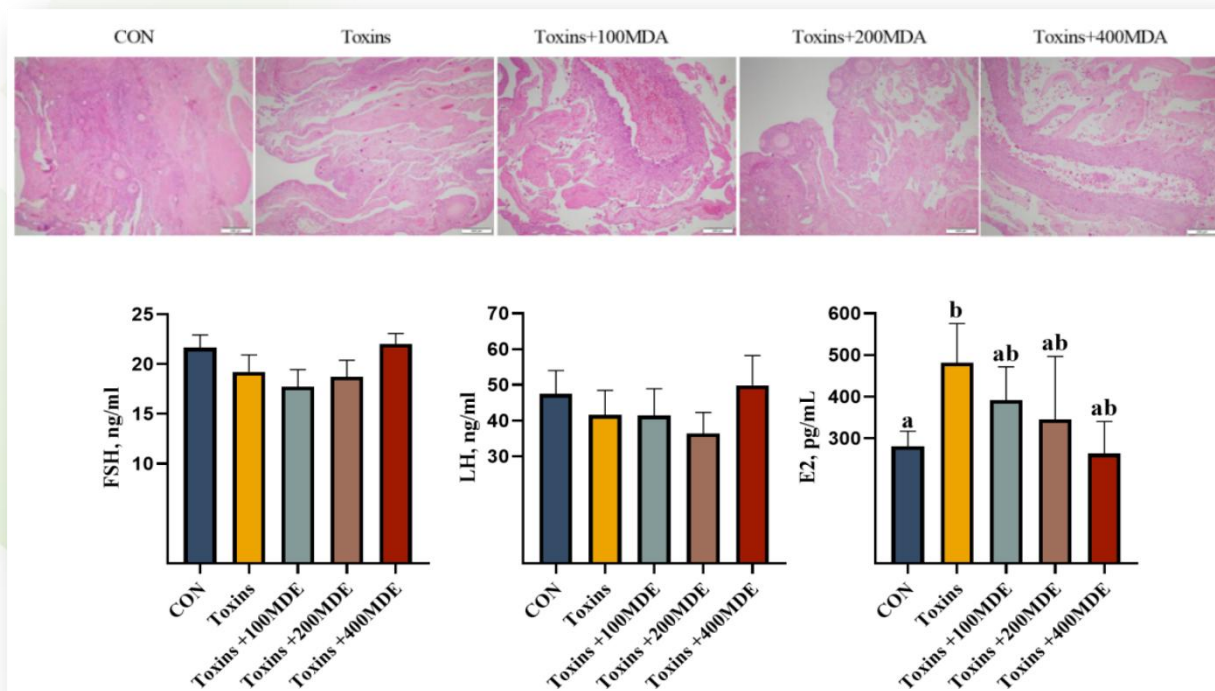
添加降解酶对蛋鸡十二指肠基因表达量的影响



与Toxins组相比，Toxins +100MDE组显著提高了（ $P < 0.05$ ）Claudin-2和ZO-1 mRNA的表达量，显著降低了（ $P < 0.05$ ）IL-1 β 的表达量。

应用研究一 ——降解酶对蛋鸡生产性能的影响

添加降解酶对蛋鸡卵巢组织形态学的影响



与CON组相比，**Toxins组 (4/10)** 出现卵泡形态异常。而**Toxins + 100MDE、Toxins + 200MDE和Toxins + 400MDE**组病变发生率均下降至**2/10**，且卵泡形态基本恢复正常，颗粒细胞层次清晰。

与CON组相比，**Toxins组显著提高了 ($P < 0.05$) E2含量**。而FSH和LH在各组间无显著差异 ($P > 0.05$)。CON组卵泡发育正常，结构清晰 (0/10)。

应用研究二 ——降解酶对仔猪生长性能的影响

实验分组及饲料毒素实测值

毒素种类	毒素1组	毒素1组+美邦净	毒素2组	毒素2组+美邦净
AFB1, ppb	39.85±6.08 ^b	38.09±2.90 ^b	93.21±7.03 ^a	99.45±9.87 ^a
ZEN, ppb	360±41 ^b	383±108 ^b	1250±234 ^a	1048±68 ^a
DON, ppb	981±211 ^b	1097±213 ^b	2070±219 ^a	2438±110 ^a

➤ 实验动物分组

➤ 240头断奶仔猪，分为4组；

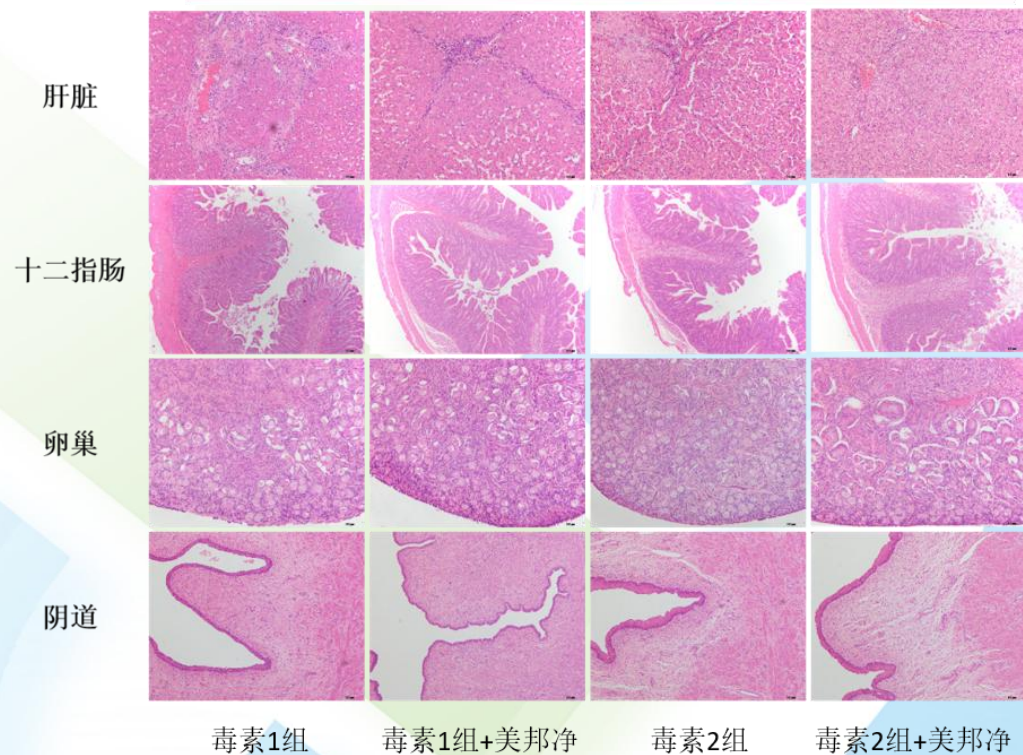
➤ 不同毒素组和在不同毒素组日粮+200/T美邦净的日粮，饲养3周。

应用研究二 ——降解酶对仔猪生长性能的影响

试验周期	项目/组别	毒素1组	毒素1组+美邦净	毒素2组	毒素2组+美邦净	P值
1-21日	始重, kg	7.79±0.01	7.80±0.00	7.79±0.00	7.79±0.01	0.363
	末重, kg	16.61±0.27 ^b	17.34±0.10 ^a	16.58±0.13 ^b	16.98±0.41 ^{ab}	0.056
1-7日	ADFI, g/d	431±5	433±27	404±17	427±19	0.441
	ADG, g/d	400±15	394±28	374±3	403±17	0.421
	F/G, g/g	1.08±0.03	1.10±0.02	1.08±0.04	1.06±0.05	0.746
8-14日	ADFI, g/d	614±30	662±18	598±46	618±15	0.241
	ADG, g/d	450±23	48±10	442±42	464±28	0.511
	F/G, g/g	1.37±0.01	1.37±0.02	1.36±0.07	1.33±0.05	0.833
15-21日	ADFI, g/d	701±8 ^b	801±10 ^a	724±14 ^b	735±40 ^{ab}	0.010
	ADG, g/d	479±17 ^b	568±24 ^a	514±32 ^{ab}	519±36 ^{ab}	0.074
	F/G, g/g	1.46±0.04	1.41±0.07	1.41±0.09	1.42±0.06	0.838
1-21日	ADFI, g/d	548±14 ^{ab}	582±16 ^a	530±17 ^b	552±18 ^{ab}	0.073
	ADG, g/d	441±14 ^b	477±5 ^a	440±7 ^b	460±20 ^{ab}	0.061
	F/G, g/g	1.24±0.02	1.22±0.02	1.21±0.02	1.20±0.02	0.319

应用研究二 —— 降解酶对仔猪生长性能的影响

添加降解酶对仔猪器官组织的影响



	肝脏病变	肠道病变	阴道病变	卵巢病变
毒素1组	5 (3)	5	4	0
毒素1组+美邦净	5 (3)	0	2	0
毒素2组	6 (4)	2	6	0
毒素2组+美邦净	6 (3)	1	6	0

霉菌毒素造成了断奶仔猪肝脏、肠道、阴道等器官的不同程度的病变，添加美邦净有缓解器官病变的趋势。

应用研究三——猪仿生消化法评估降解酶效果

Degradation	Stomach digestion		Intestinal digestion		
	2h	4h	6h	8h	10h
AFB ₁ , %	67.57±15.25	72.01±13.09	69.67±10.06	63.88±12.29	76.27±9.67
DON, %	5.17±3.61 ^c	56.39±7.88 ^b	55.87±16.17 ^b	74.04±5.27 ^a	62.53±9.58 ^b
ZEN, %	59.01±7.74	60.77±5.92	48.63±15.82	60.67±6.28	58.97±11.34

在模拟猪胃消化中，日粮添加美邦净可有效降低饲料中霉菌毒素的含量，其中对AFB₁、DON和ZEN的降解率分别可达到76.27%、74.04%和60.77%。

应用研究四——降解酶对肉鸡生长性能的影响

日粮组成

原料组成	含量，%	营养成分 ³	含量，%
玉米	59.44	代谢能（MJ/kg）	12.81
豆粕	33.07	粗蛋白	20.89
大豆油	2	粗脂肪	4.36
磷酸氢钙	2.1	粗纤维	2.68
石粉	2	粗灰分	4.86
氯化胆碱	0.15	钙	2.05
食盐	0.3	总磷	0.73
赖氨酸	0.24	有效磷	0.45
DL-蛋氨酸(98.55%)	0.2	赖氨酸	1.29
苏氨酸	0.2	蛋氨酸	0.52
维生素预混料 ¹	0.2	半胱氨酸	0.37
矿物质预混料 ²	0.1		
合计	100		

毒素水平及实验分组

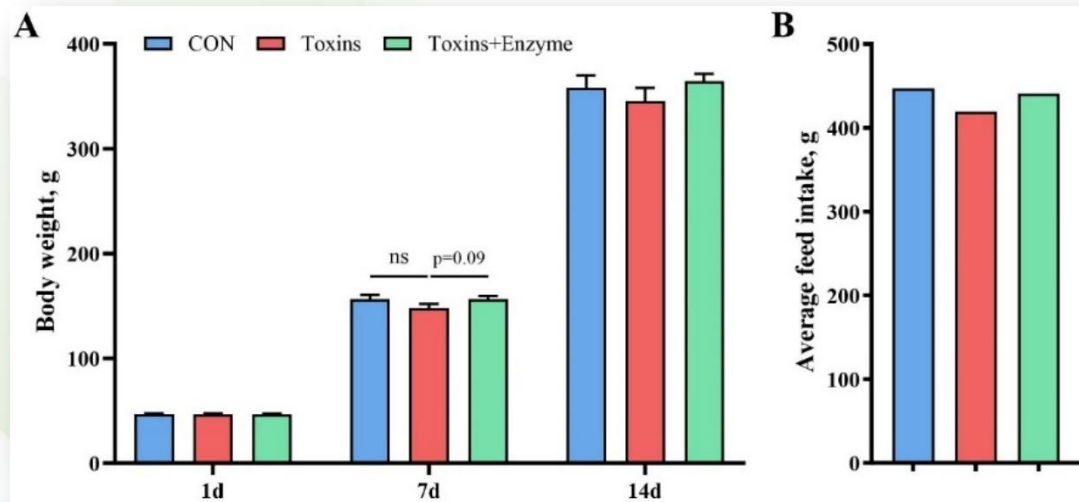
组别	处理
CON	基础饲粮（BD）
Toxins	基础饲粮（BD）+ 50 ug/kg AFB ₁ 、3.0 mg/kg DON和1.5mg/kg ZEN
Toxins+Enzyme	基础饲粮（BD）+ 50 ug/kg AFB ₁ 、3.0 mg/kg DON和1.5mg/kg ZEN + 0.02%美邦净

日粮组成与营养成分

注：¹维生素预混料为每千克饲粮提供：维生素A，28200IU；维生素D₃，10152IU；维生素E，37.6IU；维生素K₃，4.7mg；
 维生素B₁，9.4mg；核黄素，28.2mg；维生素B₆，9.4mg；维生素B₁₂，75.2μg；叶酸，2.82mg；生物素，0.38mg；烟酰胺，65.8mg；泛酸，56.4mg。
²矿物质预混料为每千克饲粮提供：铁，100mg；铜，8mg；锰，20mg；锌，100mg；硒，0.3mg；碘，0.7mg。
³营养水平为计算值。

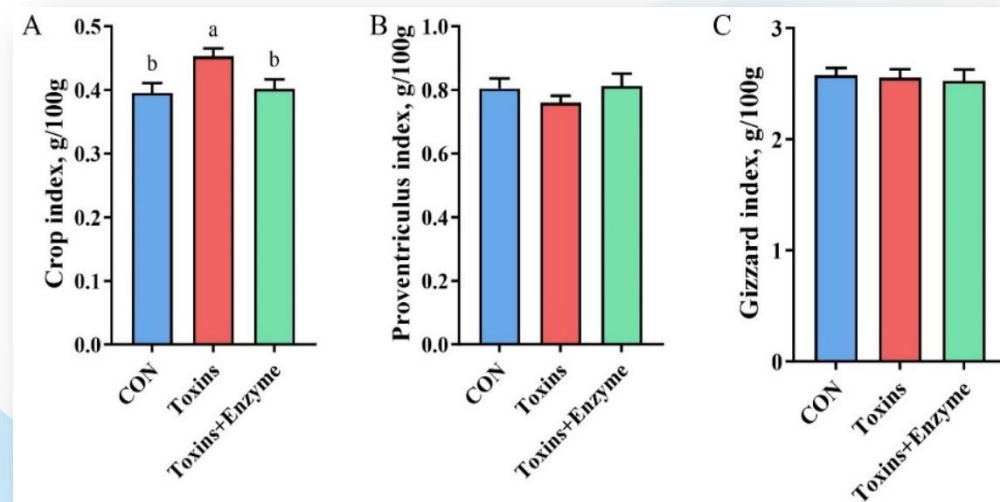
应用研究四 —— 降解酶对肉鸡生长性能的影响

图1 对肉仔鸡生长性能的影响



项目	对照组	毒素组	毒素+酶组
平均日增重/g	311.1	298.54	317.78
平均采食量/g	447.13	419.46	441.12
料肉比	1.44	1.41	1.39

图2 对肉仔鸡器官指数的影响



霉菌毒素导致肉鸡嗦囊脏指数升高，腺胃指数有下降趋势，添加美邦净可缓解霉菌毒素对肉仔鸡的这些危害。

应用研究四 —— 降解酶对肉鸡生长性能的影响

图3 对肉仔鸡血清生化的影响

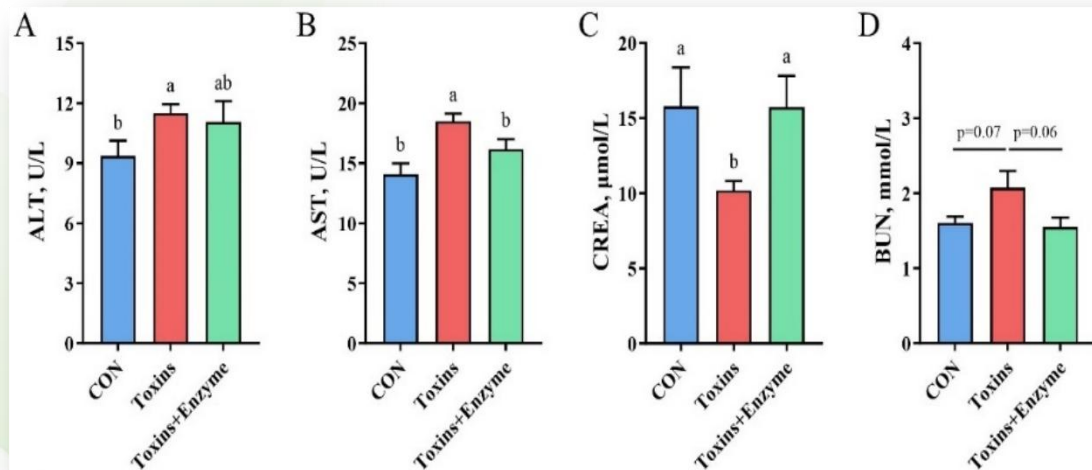
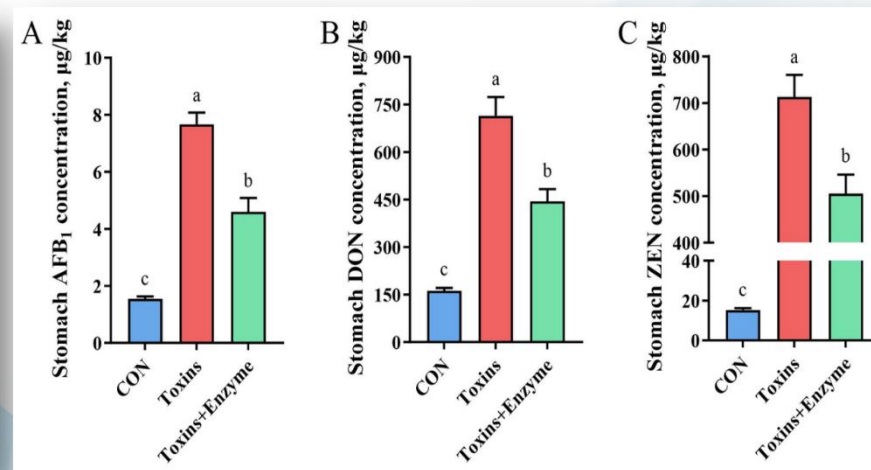


图4 对胃内容物中霉菌毒素的影响



霉菌毒素诱导了ALT、AST活性增加、CREA降低，BUN增高，影响肝肾功能，以及增加了嗦囊和胃内容物中霉菌毒素的含量。而日粮添加美邦净可缓解霉菌毒素对肉仔鸡的这些危害。

实验总结

- 1、日粮霉菌毒素**达到国家限量标准**情况下，添加**美邦净100g/吨**饲料可**提高蛋鸡产蛋性能**。
- 2、日粮霉菌毒素**远高于国家限量标准**情况下，添加**美邦净200g/吨**饲料可**提高仔猪生长性能**。
- 3、日粮在胃部停留**2h**，添加降解酶可降解 **AFB₁ 70%、ZEN 60%**，停留**4hDON**可降解**60%**。
- 4、日粮霉菌毒素**超过国家限量标准**情况下，添加**美邦净200g/吨**饲料可**提高肉鸡生长性能，降低料肉比**。

2025年磐硕合作发表的论文

Toxicon 266 (2025) 108539

Contents lists available at ScienceDirect

Toxicon

journal homepage: www.elsevier.com/locate/toxicon

A novel mycotoxin-degrading enzyme complex can biodegrade AFB₁, DON, and ZEN co-contamination in both *in vitro* and *in vivo* experiments

Yan-Qi Ning^{a,1}, Zhe Peng^{a,1}, Yu Zhang^a, Alainaa Refaie^a, Jing-Hui Ge^b, Li-Jia Guo^b, Wen-Jie Yang^b, Lv-Hui Sun^{a,*}

^a State Key Laboratory of Agricultural Microbiology, Hubei Hongshan Laboratory, Key Laboratory of Smart Farming Technology for Agricultural Animals of Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Frontiers Science Center for Animal Breeding and Sustainable Production, College of Animal Science and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan, 430070, Hubei, China
^b Hebei Panshuo Biotechnology Co., Ltd., Baoding, 071500, Hebei, China

Archives of Toxicology
<https://doi.org/10.1007/s00204-025-04005-3>

BIOLOGICS

T-2 toxin-induced splenic injury by disrupting the gut microbiota-spleen axis via promoting IL-6/JAK/STAT1 signaling-mediated inflammation and apoptosis and its mitigation by elemental nano-selenium

Meng Liu¹ · Xue-Wu Li^{1,2} · Hua Sun³ · Yi-Qin Yan¹ · Zhi-Yuan Xia¹ · Alainaa Refaie¹ · Ni-Ya Zhang¹ · Shuai Wang¹ · Chen Tan¹ · Lv-Hui Sun¹ 

Liu et al.
 Journal of Animal Science and Biotechnology (2025) 16:66
<https://doi.org/10.1186/s40104-025-01213-w>

Journal of Animal Science and Biotechnology

RESEARCH **Open Access**

Contamination of aflatoxin B₁, deoxynivalenol and zearalenone in feeds in China from 2021 to 2024

Meng Liu^{1,2†}, Zhiyuan Xia^{1,2†}, Yu Zhang², Rengui Yang³, Weicai Luo⁴, Lijia Guo⁵, Ying Liu⁶, Dessalegn Lamesgen², Hua Sun¹, Jiangfeng He^{1*} and Lvhui Sun^{1,2*}

Deng et al.
 Journal of Animal Science and Biotechnology (2025) 16:54
<https://doi.org/10.1186/s40104-025-01189-7>

Journal of Animal Science and Biotechnology

RESEARCH **Open Access**

Five glutathione S-transferase isozymes played crucial role in the detoxification of aflatoxin B₁ in chicken liver

Jiang Deng^{1,2}, Zhe Peng¹, Zhiyuan Xia¹, Yixin Mo¹, Lijia Guo², Jintao Wei³, Lvhui Sun^{1*} and Meng Liu^{1*}

Contents lists available at ScienceDirect

Toxicon

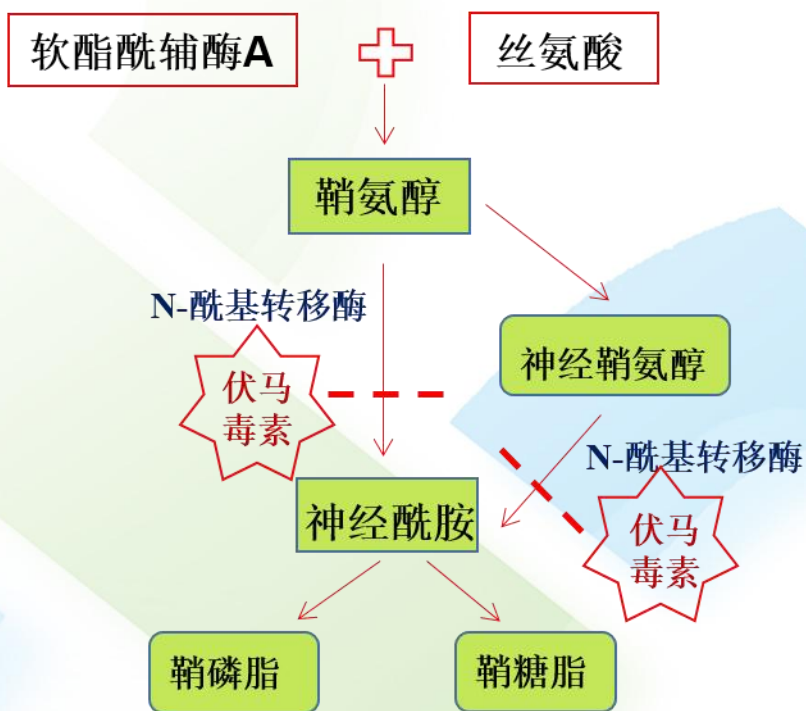
journal homepage: www.elsevier.com/locate/toxicon

Hepatoprotective effects of dandelion against AFB₁-induced liver injury are associated with activation of bile acid-FXR signaling in chicks

Zhe Peng^{a,1}, Jiang Deng^{b,1}, Ze-Jing Xu^a, Qin-Jian Niu^a, Lamesgen Dessalegn^a, Alainaa Refaie^a, Lv-Hui Sun^a, Yan-Ping Feng^{a,*,†}, Meng Liu^{a,*,†}

^a State Key Laboratory of Agricultural Microbiology, Hubei Hongshan Laboratory, Frontiers Science Center for Animal Breeding and Sustainable Production, College of Animal Sciences and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan, Hubei, 430070, China
^b Institute of Animal Husbandry and Veterinary Sciences, Hubei Academy of Agricultural Sciences, Wuhan, 430064, China

伏马毒素的致病机理及危害



种类	羟基数量	N乙酰转移酶结合力	毒性
FB1	C14、C15	最高	100%
FB2	C15	中等	20-40%
FB3	C14	稍弱	10-30%

- 1、呼吸系统损伤：肺水肿：“喘气病”或“肺水肿综合征”；
- 2、细胞膜完整受损，损伤肠道黏膜结构，影响消化吸收；
- 3、生长性能下降，采食量减少；
- 4、神经症状（高剂量）：可能导致共济失调、瘫痪等神经症状；
- 5、造成肝脏、肾脏损伤。

中枢神经 细胞膜完整性 离子泵 细胞表面受体

伏马毒素污染情况分析

国家饲料限量标准

饲料种类	限量/ppb	风险标准/ppb
饲料原料	60000	5000 & 1000
反刍动物精补料	50000	
犊牛、羔羊精补料、 家禽浓缩料、家禽配合饲料	20000	
鱼配合饲料	10000	
猪、兔、马配合饲料	5000	

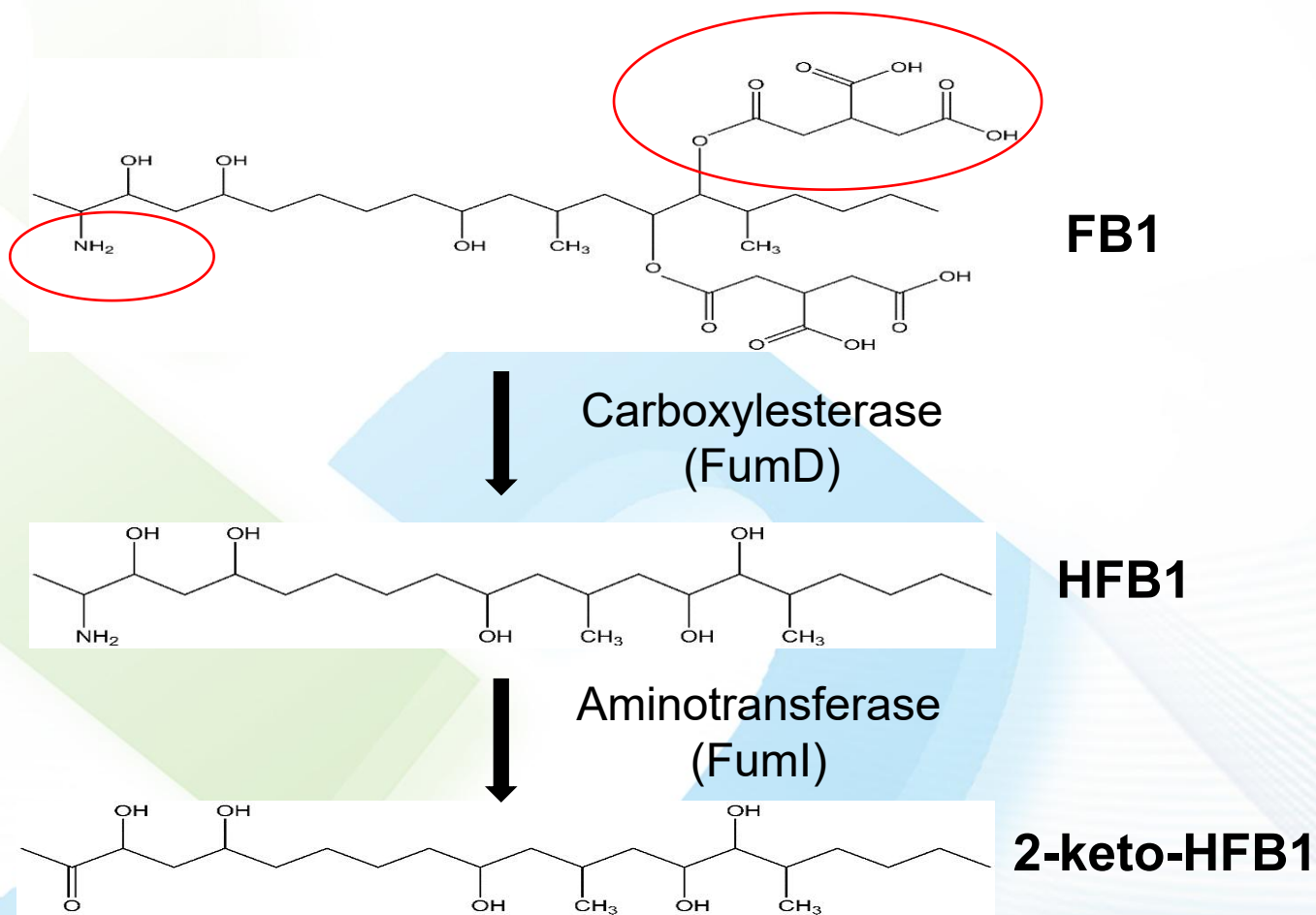
2025年1-12月FB和DON共存现象

毒素	项目	饲料	玉米
FB	阳性均值/ppb	3799.14	6816.39
	检出率/%	97.6	72.5
DON	阳性均值/ppb	508.1	2406.31
	检出率/%	87.5	60

FB 和DON的联合毒性影响

	分组	浓度 (mg/kg饲料)	净增重 (kg)	总摄食 (kg)	死亡率 (%)
肉鸡	Control	0	1.71±0.14 ¹	60.1	16.67
	L-FBs	10 (FB1+FB2+FB3)	1.65±0.14	51.3	16.67
	H-FBs	20 (FB1+FB2+FB3)	1.37±0.22 ^{**2}	39.7	25
	L-DON	5	1.37±0.26 ^{**}	44.3	8.33
	H-DON	10	1.13±0.29 ^{****}	40.0	25
	L-FB-DON	10 FBs+5 DON	1.56±0.58	38.1	25
	H-FB-DON	20 FBs +10 DON	1.37±0.41 ^{***}	37.7	25

伏马毒素降解酶的降解机理



融合酶FUMDI

通过脱羧、氨基转移，
去除支链基团，使其
毒性降低。

伏马毒素降解酶的降解效率

	使用量/ μg	对照组/ng	实验组/ng	降解率/%	酶活/U
酶活测定	0.1	5000	4219	0.16	约10000万/g
	0.5	5000	2818	0.44	
	1	5000	1807	0.64	
	10	5000	230	0.95	
	100	5000	51	0.99	

名称	检测项目	用量 (g/t)	初始 $\mu\text{g/kg}$	降解后 $\mu\text{g/kg}$	降解率/%	降解时间/min
玉米浆	FB1	30	27789	12207	56%	15
玉米浆	FB1	30	27789	13136	53%	30
玉米浆	FB1	60	27789	10592	62%	15
玉米浆	FB1	60	27789	9654	65%	30

伏马毒素降解酶特色

- **酶活高**：理论状态下1g酶可降解1500mg伏马毒素/吨饲料。
- **时间短**：15分钟即可完成降解。



河北磐硕生物科技有限责任公司



- 成立于2021年，坐落于河北省保定市，总占地40亩，一期投资1.2亿元。
- 2024年通过省饲料生产许可验收，7月正式量产降解酶。
- 依托中国科学院营养代谢与食品安全重点实验室、国家食品安全风险评估分中心、以及中国科学院上海生科院-根特大学-上海交大真菌毒素研究联合实验室为研发平台。
- 目前量产4种降解酶，在研5种降解酶。



河北磐硕生物科技有限责任公司



全自动发酵生产线



进口级微囊包衣机



医药级后处理设备



全自动分装生产线

感谢聆听！ 欢迎批评指导！

感谢聆听！ 欢迎批评指导！