(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 115299527 A
(43)申请公布日 2022.11.08

(21)申请号 202110502537.8

(22)申请日 2021.05.08

(71)申请人 中国石油天然气股份有限公司
地址 100007 北京市东城区东直门北大街9号中国石油大厦

(72)发明人 胡世洋 惠继星 屈海峰 岳军 宁艳春 徐友海 王继艳

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限责任公司 11240
专利代理师 路秀丽

(51)Int.Cl.
A23K 10/38(2016.01)
A23K 10/12(2016.01)
A23K 20/20(2016.01)
A23K 20/105(2016.01)
A23K 20/26(2016.01)
A23L 5/20(2016.01)
C12N 1/20(2006.01)
C12R 1/10(2006.01)
C12R 1/125(2006.01)
C12R 1/25(2006.01)

权利要求书2页 说明书11页

(54)发明名称

降解DDGS饲料中呕吐毒素的方法及DDGS饲料

(57)摘要

本发明提供了一种降解DDGS饲料中呕吐毒素的方法及DDGS饲料。该方法包括:将枯草芽孢杆菌、地衣芽孢杆菌和植物乳杆菌分别接种于湿糟和酒糟浓缩液中进行发酵处理,得到脱毒的湿糟和脱毒的酒糟浓缩液;再经过烘干处理得到已降解呕吐毒素的DDGS饲料;其中,枯草芽孢杆菌、地衣芽孢杆菌和植物乳杆菌的菌液浓度各自独立地为2×1010CFU/mL～4×1010CFU/mL。利用上述三种混合菌种分别对湿糟和酒糟浓缩液中的呕吐毒素进行降解,使得饲料中呕吐毒素的含量更低,解决了现有DDGS饲料中呕吐毒素残留危害动物以及人类健康的问题,且提高了饲料中益生菌的含量,提高了饲料的应用价值。

CN 115299527 A

1.一种降解DDGS饲料中呕吐毒素的方法,其特征在于,所述方法包括:

步骤S1,将枯草芽孢杆菌、地衣芽孢杆菌和植物乳杆菌分别接种于湿糟和酒糟浓缩液中进行发酵处理,得到脱毒的湿糟和脱毒的酒糟浓缩液;以及

步骤S2,将所述脱毒的湿糟和脱毒的酒糟浓缩液进行混合烘干处理,得到已降解呕吐毒素的DDGS饲料;

其中,所述枯草芽孢杆菌、地衣芽孢杆菌和植物乳杆菌的菌液浓度各自独立地为2×10^{10}CFU/mL～4×10^{10}CFU/mL。

2.根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述枯草芽孢杆菌、地衣芽孢杆菌和植物乳杆菌的菌液接种体积比例各自独立地为按2%～5%。

3.根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述湿糟中的发酵条件为:发酵罐转速为200r/min～400r/min,氧气通气量为1.0vvm～1.5vvm,发酵温度28℃～37℃,发酵时间18h～24h;

所述酒糟浓缩液中的发酵条件为:发酵罐转速为200r/min～400r/min,氧气通气量为1.0vvm～1.5vvm,发酵温度28℃～37℃,发酵时间24h～48h。

4.根据权利要求1所述的方法,其特征在于,在将所述枯草芽孢杆菌、所述地衣芽孢杆菌和所述植物乳杆菌接种之前,所述方法还包括:培养并获得菌液浓度各自独立地为2×10^{10}CFU/mL～4×10^{10}CFU/mL的所述枯草芽孢杆菌、所述地衣芽孢杆菌和所述植物乳杆菌;

优选地,对所述将所述枯草芽孢杆菌、所述地衣芽孢杆菌和所述植物乳杆菌各自的菌体接种于盛有100ml～200ml培养基的摇瓶中进行一级种子培养,获得一级种子;以及

将所述一级种子接种于发酵罐中进行发酵罐培养,得到浓度为2×10^{10}CFU/mL～4×10^{10}CFU/mL的菌液;

其中,所述摇瓶中发酵培养的培养条件为:发酵温度28℃～37℃,发酵时间18h～24h,所述摇瓶的转速为150r/min～180r/min,所述培养基的pH值为6.0～7.4;所述发酵罐培养的培养条件为:发酵温度28℃～37℃,发酵时间36h～48h,发酵罐的转速200r/min～400r/min,氧气通气量为1.0vvm～1.5vvm,培养基的pH值为6.0～7.0。

5.根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述一级种子按1%～10%的体积比例接种于发酵罐中进行所述发酵罐培养。

6.根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述摇瓶中发酵培养的培养基和所述发酵罐培养的培养基各自独立地为:蛋白胨4g～8g、酵母浸粉4g～8g、葡萄糖10g～20g、磷酸二氢钾5g～10g、七水硫酸镁0.5g～1g、氯化钠5g～10g,加蒸馏水至1000mL～1400mL,pH值6.0～7.4。

7.根据权利要求3所述的方法,其特征在于,在所述湿糟的发酵处理过程中和/或在所述酒糟浓缩液的发酵处理过程中,所述方法还包括向发酵体系中添加营养盐的步骤;

优选地,所述营养盐的添加量,以终浓度计,分别为0.1g/L～0.3g/L的硫酸铵、0.1g/L～0.3g/L的尿素以及0.1g/L～0.3g/L的磷酸氢二铵。

8.根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述步骤S2包括:

对所述脱毒的湿糟和所述脱毒的酒糟浓缩液按照4～6:1的质量比混合,得到脱毒湿糟混合物;

将所述脱毒湿糟混合物进行干燥使水分含量降至15%以下,得到所述已降解呕吐毒素

的DDGS饲料。

9.根据权利要求8所述的方法,其特征在于,所述脱毒的湿糟中的干物质含量为62wt%～65wt%,所述脱毒的酒糟浓缩液中的干物质含量为27wt%～30wt%。

10.权利要求1至9中任一项所述的降解DDGS饲料中呕吐毒素的方法降解得到的DDGS饲料,其特征在于,所述DDGS饲料中呕吐毒素的含量在1mg/kg以下。

降解DDGS饲料中呕吐毒素的方法及DDGS饲料

技术领域

[0001] 本发明涉及微生物领域，具体而言，涉及一种降解DDGS饲料中呕吐毒素的方法及DDGS饲料。

背景技术

[0002] 随着消费者对食品卫生和安全性的普遍关注和研究者对真菌毒素研究的不断深入，原料和饲料中的真菌毒素污染情况也日益引起动物营养界和饲料界的重视。有调查显示中国饲料和原料真菌毒素污染超标的比例为60％～70％，其中呕吐毒素(食品或饲料中一种常见的真菌毒素，又称脱氧雪腐镰刀菌烯醇DON)的超标比例接近70％。王若军等(中国饲料及饲料原料受真菌毒素污染的调查报告，饲料工业，2003，24(7)：53-54)对我国28个省市自治区194份饲料及原料玉米、麦麸的调查结果显示，呕吐毒素(B型单端孢霉烯族真菌毒素)、T-2毒素(A型单端孢霉烯族真菌毒素)和玉米赤霉烯酮的污染率分别为50.0％、18.1％和26％。王金勇等(2012年中国饲料和原料真菌毒素检测报告，《中国畜牧杂志》，2013年第4期，29-34)对2012年我国各地841份饲料和原料样品进行检测，发现目前饲料和原料中主要存在的真菌毒素是呕吐毒素、玉米赤霉烯酮、烟曲霉毒素及黄曲霉毒素。其中呕吐毒素阳性检出率和平均值最高。

[0003] 呕吐毒素(vomitoxin)又称脱氧雪腐镰刀菌烯醇毒素(deoxynivalenol，DON)，是一种B型单端孢霉烯族化合物，分子式为$C_{15}H_{20}O_6$，相对分子质量为296，化学名称为3a，7a，15-三轻基-12，13-环氧单端抱霉-9-烯-8-酮(3，7，15-trihydroxy-12，13-epoxytrichothec-9-en-8-one)，是一种无色针状结晶体，熔点151℃～153℃，紫外波谱扫描无吸收峰。易溶于水、甲醇、乙醇、乙酸乙醋、丙酮、氯仿等溶剂，不溶于丁醇、石油醚和正己烷，性质稳定，具有较强的热抵抗力，121℃高压加热25min仅有少量被破坏，具有较强的耐酸性，但在碱性条件下DON的毒性降低，据报道被DON污染的粮食在碳酸钠溶液中能出去70％的毒性，长时间作用几乎能被全部除掉。主要是由镰刀菌属中的禾谷镰刀菌(Fusariurn graminearum)和黄色镰刀菌(Fusarium culmorum)产生的毒性次级代谢产物，呕吐毒素广泛存在于大麦、小麦、玉米和燕麦等粮食和饲料原料中。人和动物在误食被该毒素污染的粮谷类后可以产生广泛的毒性效应，临床症状有：站立不稳、反应迟钝、竖毛、食欲下降、呕吐等，其中猪对呕吐毒素最为敏感，断奶仔猪尤其敏感。饲料中0.3mg/kg～0.5mg/kg的微量毒素就会引起猪拒食、生长下降以及对传染病的抵抗力下降，饲料中含1mg/kg以上的呕吐毒素时可引起猪拒食、嗜睡、生长严重受阻、体增重减慢、免疫机能减退、肌肉协调性丧失以及呕吐等症状。此外，呕吐毒素可在人和动物体内蓄积，可诱发急性或慢性疾病，具有致畸性、神经毒性、胚胎毒性和免疫抑制作用。

[0004] 美国食品及药品管理局(FDA)要求4个月以上的肉牛以及鸡饲料中，呕吐毒素含量不能大于10mg/kg，其它动物饲料中则不能大于5mg/kg；人用麦麸、面粉、胚芽等谷物产品中，呕吐毒素浓度必须低于1mg/kg。欧盟规定谷物及谷物副产品、玉米副产品中呕吐毒素的最大含量分别是8mg/kg和12mg/kg。猪、羊和其它动物饲料中的呕吐毒素含量分别不超过

0.9mg/kg,2mg/kg和5mg/kg。我国则在《食品安全国家标准粮食》(GB2715-2016)中规定小麦、面粉、玉米中呕吐毒素的限量为1mg/kg。

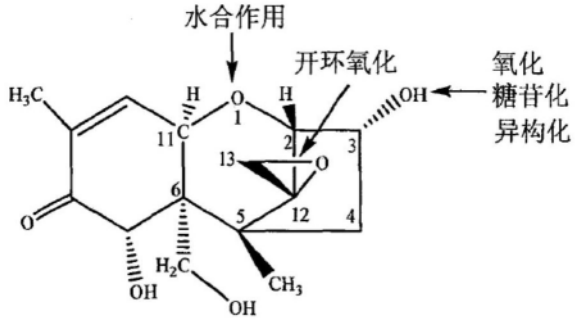
[0005] 目前,燃料乙醇生产企业所使用的原料主要是玉米,玉米在储运过程中不可避免会有霉变发生,导致玉米原料含有真菌毒素(呕吐毒素、玉米赤霉烯酮、烟曲霉毒素及黄曲霉毒素)。当利用含有真菌毒素的玉米进行发酵生产燃料乙醇时,大部分真菌毒素会在发酵生产过程中,浓缩富集到副产物酒糟(DDGS饲料)中。然而,当DDGS饲料中真菌毒素(呕吐毒素、玉米赤霉烯酮和伏马毒素)含量超过国家限量标准是不能被利用的。DDGS饲料又称酒糟蛋白,因其高蛋白、高有效磷、低植酸磷、高维生素等优点,深受饲料业欢迎。DDGS作为常规蛋白质饲料的重要替代品,它的使用大大缓解了我国常规蛋白质资源缺乏现状,有效降低了生产成本,但真菌毒素含量超标严重,DDGS中真菌毒素含量几乎达到发酵粮食原料的3倍,根据2010年DDGS市场调查,玉米赤霉烯酮检出率为73%,呕吐毒素检出率为98%。

[0006] 微生物降解转化不仅可以高效将真菌毒素降解转化为无毒产物、环保安全,而且生物酶催化方法具有专一性强、转化效率高。已经成为当前真菌毒素削减技术中最有发展前景的处理技术途径。真菌毒素的毒性基团被微生物所利用产生次级代谢产物或者被微生物分泌的胞内、胞外酶分解破坏,同时产生无毒的降解产物。对于微生物来说,具有生长繁殖快,易培养等特点,易于大规模生产,非常适合推广使用。

[0007] 微生物降解转化污染物主要通过氧化反应(β-氧化、环氧化、氮氧化、硫氧化、甲基氧化等)、还原(硫酸盐还原、双键还原、三键还原)反应、水解反应、脱基反应(脱卤、脱氨、脱羧)、羟基化反应、酯化反应以及代谢(氨代谢、肟代谢、腈胺代谢)等一种或多种生理、生化反应,达到对污染物的转化、降解、矿化等作用,使污染物的分子结构发生改变,从而降低或去除污染物的毒性。利用微生物的这一特征来分解转化玉米酒糟中真菌毒素,达到降低DDGS饲料中真菌毒素含量。

[0008] 微生物菌体能在温和的条件下将真菌毒素降解为无毒或者低毒物质,而且对原料的感官性状和适口性等影响极小,因而成为研究生物降解真菌毒素的热点。微生物降解呕吐毒素的方式主要有三种:(1)开环氧化作用;(2)C3-OH氧化、糖营化、异构化作用;(3)水合作用。呕吐毒素降解靶位如式1所示。

[0009]



式1

[0010] 目前,已经发现的能够降解呕吐毒素的微生物有土壤杆菌属(Agrobacterium)、根瘤菌(Rhizobium)、黏红酵母(Rhodotorula glutinis)、、发酵地霉酵母(Geotrichum fermentans)、美极梅奇酵母(Metschnikowia pulcherima)、马克思克鲁维酵母(Kluyveromyces marxianus)、深红类酵母(Rhodotorular ubra)和优杆菌属细菌(Eubacterium BBSH797)、牛瘤胃中微生物、土壤微生物、鱼内脏微生物以及鸡肠道微生物。

对呕吐毒素微生物降解的研究已取得了一定进展(如表1所示)。

[0011] 表1微生物对呕吐毒素的清除作用

[0012]

菌株	效果	推测机理
Saccharomyces cerevisae	清除 12. 6% 的 DON	细胞壁中葡甘露聚糖(glucomannans)吸附
Streptococcus thermophilus	清除 33% 的 DON	细胞壁疏水吸附
Lactobacillus rhamnosus strain GG ATCC53103, *Lactobacillus delbrueckii* ssp bulgaricus R0149, *Leuconostoc mesenteroides* R1107	清除 54%, 55%, 46% 的 DON	细胞壁疏水吸附
Rhodotorula rubra	DON 清除率: 47. 7%,	酶降解作用
Rhodotorula glutinis	84. 6%,	
Metschnikowia pulcherima	55%,	
Geotrichum fermentans	62. 7%	
Kluyveromyces marxianus	44%	
Agrobacterium-*Rhizobium* strain E3- 39	200 μg/mL 的 DON 在 24 h 内被完全转化成 3-酮基-4-DON	胞外酶氧化
牛瘤胃中微生物	清除 35% 的 DON	开环氧化
土壤微生物	清除 50% 的 DON	
鸡肠道微生物	清除 98% 的 DON	
鸡肠道微生物	清除 100% 的 DON	开环氧化
BBSH 797	-	乙酰基转变成羟基, 再开环氧化

[0013] 土壤微生物是生活在土壤中的细菌、真菌、放线菌、藻类的总称。其个体微小,一般以微米或毫微米来计算,通常1克土壤中有10^6个～10^9个,其种类和数量随成土环境及其土层深度的不同而变化。它们在土壤中进行氧化、硝化、氨化、固氮、硫化等过程,促进土壤有机质的分解和养分的转化。土壤微生物一般以细菌数量最多,有益的细菌有固氮菌、硝化细菌和腐生细菌;有害的细菌有反硝化细菌等。施用有机肥有益于微生物的生长和繁殖。

[0014] 在中国专利CN 102485883 B中公开了采用梭状芽孢杆菌属(clostridium sp.)微生物来分解呕吐毒素。在期刊食品科学中一篇名为一株降解呕吐毒素蜡样芽孢杆菌的筛选与鉴定的文献中公开了采用蜡样芽孢杆菌来分解呕吐毒素,但是他们所使用的微生物均未被列入可用于饲料添加使用的安全微生物。

[0015] 尽管现有技术中也提出了几种对呕吐毒素进行降解的方案,但面对目前不同饲料中呕吐毒素含量仍较高的问题,还需要对现有的呕吐毒素的降解方案进行改进,以进一步降低饲料中呕吐毒素的含量。

发明内容

[0016] 本发明的主要目的在于提供一种降解DDGS饲料中呕吐毒素的方法及DDGS饲料,以解决现有饲料中呕吐毒素的含量较高的问题。

[0017] 为了实现上述目的,根据本发明的一个方面,提供了一种降解DDGS饲料中呕吐毒素的方法,该方法包括:步骤S1,将枯草芽孢杆菌、地衣芽孢杆菌和植物乳杆菌分别接种于湿糟和酒糟浓缩液中进行发酵处理,得到脱毒的湿糟和脱毒的酒糟浓缩液;以及步骤S2,将脱毒的湿糟和脱毒的酒糟浓缩液进行混合烘干处理,得到已降解呕吐毒素的DDGS饲料;其中,枯草芽孢杆菌、地衣芽孢杆菌和植物乳杆菌的菌液浓度各自独立地为2×10^{10}CFU/mL～4×10^{10}CFU/mL。

[0018] 进一步地,枯草芽孢杆菌、地衣芽孢杆菌和植物乳杆菌的菌液接种体积比例各自独立地为按2%～5%。

[0019] 进一步地,湿糟中的发酵条件为:发酵罐转速为200r/min～400r/min,氧气通气量为1.0vvm～1.5vvm,发酵温度28℃～37℃,发酵时间18h～24h;酒糟浓缩液中的发酵条件

为:发酵罐转速为200r/min～400r/min,氧气通气量为1.0vvm～1.5vvm,发酵温度28℃～37℃,发酵时间24h～48h。

[0020] 进一步地,在将枯草芽孢杆菌、地衣芽孢杆菌和植物乳杆菌接种之前,方法还包括:培养并获得菌液浓度各自独立地为2×10^{10}CFU/mL～4×10^{10}CFU/mL的枯草芽孢杆菌、地衣芽孢杆菌和植物乳杆菌;优选地,对将枯草芽孢杆菌、地衣芽孢杆菌和植物乳杆菌各自的菌体接种于盛有100ml～200ml培养基的摇瓶中进行一级种子培养,获得一级种子;以及将一级种子接种于发酵罐中进行发酵罐培养,得到浓度为2×10^{10}CFU/mL～4×10^{10}CFU/mL的菌液;其中,摇瓶中发酵培养的培养条件为:发酵温度28℃～37℃,发酵时间18h～24h,摇瓶的转速为150r/min～180r/min,培养基的pH值为6.0～7.4;发酵罐培养的培养条件为:发酵温度28℃～37℃,发酵时间36h～48h,发酵罐的转速200r/min～400r/min,氧气通气量为1.0vvm～1.5vvm,培养基的pH值为6.0～7.0;优选地,将一级种子按1%～10%的体积比例接种于发酵罐中进行发酵罐培养;优选地,摇瓶中发酵培养的培养基和发酵罐培养的培养基各自独立地为:蛋白胨4g～8g、酵母浸粉4g～8g、葡萄糖10g～20g、磷酸二氢钾5g～10g、七水硫酸镁0.5g～1g、氯化钠5g～10g,加蒸馏水至1000mL～1400mL,pH值6.0～7.4。

[0021] 进一步地,在湿糟的发酵处理过程中和/或在述酒糟浓缩液的发酵处理过程中,方法还包括向发酵体系中添加营养盐的步骤;优选地,营养盐的添加量,以终浓度计,分别为0.1g/L～0.3g/L的硫酸铵、0.1g/L～0.3g/L的尿素以及0.1g/L～0.3g/L的磷酸氢二铵。

[0022] 进一步地,步骤S2包括:对脱毒的湿糟和脱毒的酒糟浓缩液按照4～6:1的质量比混合,将所述脱毒湿糟混合物进行干燥,并控制其中干物质的含量降至15%以下,得到已降解呕吐毒素的DDGS饲料。

[0023] 进一步地,脱毒的酒糟干物质量浓度为62%～65%,酒糟浓缩液的干物质量浓度为27%～30%。

[0024] 进一步地,干燥的温度为80℃～200℃,干燥的时间为4h～48h。

[0025] 根据本发明的另一方面,提供了上述任一种降解DDGS饲料中呕吐毒素的方法降解得到的DDGS饲料,DDGS饲料中呕吐毒素的含量在1mg/kg以下。

[0026] 应用本发明的技术方案,通过利用上述三种混合菌种分别对湿糟和酒糟浓缩液中的呕吐毒素进行降解,不仅使得饲料中呕吐毒素的含量更低,而且该降解毒素的方法对饲料和环境没有污染,有效地解决了传统去毒方法所存在的问题。并且该方法中所使用的微生物符合微生物性饲料添加剂的要求,不仅解决了现有DDGS饲料中呕吐毒素残留危害动物以及人类健康的问题,而且提高了饲料中益生菌的含量,提高了饲料的应用价值。

具体实施方式

[0027] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。下面将结合实施例来详细说明本发明。

[0028] 如背景技术所提到的,现有的饲料中呕吐毒素的含量最高,其降解效率仍相对较低。为了进一步降低饲料中的呕吐毒素含量,改善饲料品质,本申请的发明人利用现有的能够降解呕吐毒素的微生物菌种降解呕吐毒素的方案进行了改进,提供了一种降解能力更强的方案,具体如下。

[0029] 本申请中利用三种明确可用于饲料添加使用的安全微生物来降解呕吐毒素,分别

是枯草芽孢杆菌、地衣芽孢杆菌和植物乳杆菌。发明人经研究发现，这三种菌种在相同的培养条件下混合培养，均能获得较高的繁殖能力，且对呕吐毒素的降解能力更强，因而对呕吐毒素的降解效率也更高。

[0030] 基于上述研究结果，在本申请一种典型的实施方式中，提供了一种提供了一种降解DDGS饲料中呕吐毒素的方法，该方法包括：步骤S1，将枯草芽孢杆菌、地衣芽孢杆菌和植物乳杆菌分别接种于湿糟和酒糟浓缩液中进行发酵处理，得到脱毒的湿糟和脱毒的酒糟浓缩液；以及步骤S2，将脱毒的湿糟和脱毒的酒糟浓缩液进行混合烘干处理，得到已降解呕吐毒素的DDGS饲料；其中，枯草芽孢杆菌、地衣芽孢杆菌和植物乳杆菌的菌液浓度各自独立地为2×10^{10}CFU/mL～4×10^{10}CFU/mL。

[0031] 本申请的降解DDGS饲料中呕吐毒素的方法，通过利用上述三种混合菌种分别对湿糟和酒糟浓缩液中的呕吐毒素进行降解，不仅使得饲料中呕吐毒素的含量更低，而且该降解毒素的方法对饲料和环境没有污染，有效地解决了传统去毒方法所存在的问题。并且该方法中所使用的微生物符合中华人民共和国农业部公告第2045号《饲料添加剂品种目录(2013)》中允许添加的微生物性饲料添加剂的要求，不仅解决了现有DDGS饲料中呕吐毒素残留危害动物以及人类健康的问题，而且提高了饲料中益生菌的含量，提高了饲料的应用价值。

[0032] 本申请提供的上述降解DDGS饲料中呕吐毒素的方法，因在燃料乙醇生产过程中，会产生大量的酒糟上清液(发酵成熟醪液经离心后的清液)，大部分经蒸发浓缩后生产酒糟浓缩液，湿糟与酒糟浓缩液混合蒸发干燥后产生出酒糟蛋白饲料(DDGS饲料)。所以，降解DDGS饲料中呕吐毒素的方法需两种途径协同作用才能达到降解DDGS饲料中呕吐毒素的目的。一种途径是在湿糟中添加高密度的混合菌液进行发酵处理，达到降解湿糟中溶解的水溶性呕吐毒素的目的。另一种途径是在酒糟浓缩液中添加高密度的混合菌液进行发酵处理，达到降解酒糟浓缩液中非水溶性呕吐毒素的目的。通过上述两种途径处理后，湿糟与酒糟浓缩液一起干燥生产酒糟蛋白饲料，即可达到降解DDGS饲料中呕吐毒素的目的。

[0033] 该方法中所使用的枯草芽孢杆菌、地衣芽孢杆菌和植物乳杆菌均属于益生菌，枯草芽孢杆菌能够促进动物生长在动物体内合成多种酶类物质和多种B族维生素，从而提高饲料消化吸收利用率。地衣芽孢杆菌能产生多种活性酶，如蛋白酶、淀粉酶、脂肪酶、果胶酶、葡聚糖酶、纤维素酶等，同时还能产生多种酶促因子，增强动物消化酶的活性。植物乳杆菌的益生作用广泛，能提高动物生长速度和机体免疫力、降低机体胆固醇含量、合成不饱和脂肪酸和多糖及减少氧化应激等。以2×10^{10}CFU/mL～4×10^{10}CFU/mL的高浓度范围的菌液形式存在的混合菌液中，菌生物量较高，对饲料中毒素的降解处理能力和效率均较高。

[0034] 枯草芽孢杆菌是芽孢杆菌属的一种属于土壤微生物，其单个细胞0.7μm～0.8μm×2μm～3μm，着色均匀。无荚膜，周生鞭毛，能运动。革兰氏阳性菌，芽孢0.6μm～0.9μm×1.0μm～1.5μm，椭圆到柱状，位于菌体中央或稍偏，芽孢形成后菌体不膨大。菌落表面粗糙不透明，污白色或微黄色，在液体培养基中生长时，常形成皱醭。需氧菌。可利用蛋白质、多种糖及淀粉，分解色氨酸形成吲哚。在遗传学研究中应用广泛，对此菌的嘌呤核苷酸的合成途径及其调节机制研究得较清楚。广泛分布在土壤及腐败的有机物中，易在枯草浸汁中繁殖故名。

[0035] 通过含有枯草芽孢杆菌的复合菌种进行降解呕吐毒素，具有以下有益效果，包括

1)促进动物生长在动物体内合成多种酶类物质和多种B族维生素,从而提高饲料消化吸收利用率。2)抑制致病菌,菌体产生的枯草菌类、多粘菌素、制霉菌素、短杆菌肽等多种抗菌活性物质,对动物体内的致病菌或内源性感染的条件致病菌有明显的抑制作用。3)提高免疫力,刺激动物免疫器官的生长发育,提高免疫球蛋白和抗体水平,提高机体免疫力。4)减缓应激,减缓有多种原因导致的动物应激反应。5)调节肠道平衡,建立肠道内优势有益菌群,调整消化道内的微生态平衡。6)改善饲料环境,减少粪便臭味及有害气体排放。

[0036] 地衣芽孢杆菌为革兰氏阳性杆菌属于土壤微生物,单个细胞0.8μm×1.5μm～3.5μm,细胞形态和排列呈杆状、单生,产生近中生的椭圆状芽孢,孢囊稍膨大。在肉汁培养基上的菌落为扁平、边缘不整齐、白色、表面粗糙皱褶,24h后菌落直径为3mm。

[0037] 地衣芽孢杆菌能产生抗菌活性物质、杀灭致病菌,并具有独特的生物夺氧作用机制,能抑制致病菌的生长繁殖,对有益菌有促进生长作用。地衣芽孢杆菌能产生多种活性酶,如蛋白酶、淀粉酶、脂肪酶、果胶酶、葡聚糖酶、纤维素酶等,同时还能产生多种酶促因子,增强动物消化酶的活性。地衣芽孢杆菌在一定条件下能产生抗逆性内生孢子,可以产生脂肽类、肽类、磷脂类、多烯类和氨基酸类等多种抗生素,对多种病原菌起到很好的抑制作用。

[0038] 地衣芽孢杆菌同时能产生多种营养物质如维生素、氨基酸、有机酸、促生长因子等,参与动物机体新陈代谢,为机体提供营养物质。地衣芽孢杆菌能调节动物肠道菌群平衡,改善肠道微生态环境,促进动物生长、减少动物肠道疾病的发生,提高动物机体的抗病力。同时它还可通过免疫抑制、竞争性吸附及合成抑菌物质等多方面的作用。地衣芽孢杆菌能刺激动物免疫器官的生长发育,激活淋巴细胞,提高免疫球蛋白和抗体水平,增强细胞免疫和体液免疫功能,提高机体免疫力。此外,饲用地衣芽孢杆菌具有拮抗肠道病原细菌,维护和调节肠道微生态平衡的作用,增强动物机体的抗病力和免疫力,可有效的提高饲料的转化率,增加畜禽产品的生产量。

[0039] 植物乳杆菌属于乳酸杆属,圆端直杆菌,通常为0.9μm～1.2μm×3.0μm～8.0μm,单个、成对或短链状。通常缺乏鞭毛,但能运动。革兰氏阳性,不生芽孢。兼性厌氧,表面菌落直径约3mm,凸起,呈圆形,表面光滑,细密,色白,偶尔呈浅黄或深黄色。属化能异养菌,15℃能生长,通常最适生长温度为30℃～35℃。

[0040] 植物乳杆菌通过产生有机酸、细菌素、过氧化氢和双乙酰等多种抑菌物质,促进营养物质吸收等多种功能,能改善调节肠道微生物菌群的平衡,增强机体的免疫力。植物乳杆菌的益生作用广泛,如提高动物生长速度和机体免疫力、降低机体胆固醇含量、合成不饱和脂肪酸和多糖及减少氧化应激等。被广泛应用于食品发酵及微生态制剂等领域中,是中华人民共和国农业部公告第2045号《饲料添加剂品种目录(2013)》中允许添加的微生物性饲料添加剂之一。法国科学家Niderkorn分别检测了29株菌对真菌毒素的去除效果,发现所有的乳酸菌都有去除呕吐毒素的能力。乳酸菌降解呕吐毒素功能的实现,需要活菌数达到一定的数量。

[0041] 上述方法中采用三种菌种形成的混合菌液,不仅对饲料中的呕吐毒素的降解具有协同促进作用,而且也能对饲料中的其他可能的毒素进行降解,使得处理后的饲料中的毒素含量更低,并且由于上述菌种都属于对人和动物有益的益生菌,因而所得饲料的营养价值更高。

[0042] 上述方法中，将每种菌接种于湿糟和酒糟浓缩液中的接种比例优选按照体积比为2%～5%的比例接种。

[0043] 本申请的上述方法中，对湿糟和酒糟浓缩液进行发酵培养进行呕吐毒素降解的具体条件为混合微生物菌种的繁殖条件，所有有利于上述混合菌种进行最大化繁殖的条件均有助于实现对呕吐毒素进行高效降解。

[0044] 在本申请一种优选的实施例中，湿糟中的发酵条件为：发酵罐转速为200r/min～400r/min，氧气通气量为1.0vvm～1.5vvm，发酵温度28℃～37℃，发酵时间18h～24h；优选地，酒糟浓缩液的发酵条件为：发酵罐转速为200r/min～400r/min，氧气通气量为1.0vvm～1.5vvm，发酵温度28℃～37℃，发酵时间24h～48h；更优选地，在湿糟的发酵的过程中和/或在述酒糟浓缩液的发酵的过程中，还包括向发酵罐中添加营养盐的步骤，进一步优选地，营养盐为0.1g/L～0.3g/L的硫酸铵、0.1g/L～0.3g/L的尿素以及0.1g/L～0.3g/L的磷酸氢二铵。

[0045] 分别在上述优选的条件下对湿糟和酒糟浓缩液进行发酵处理，使上述混合菌种能够最大量地进行繁殖，进而对湿糟和酒糟浓缩液中的呕吐毒素进行高效降解，大大降低了处理后饲料中的呕吐毒素的含量，并相应提高了饲料中益生菌的含量，使饲料更具应用价值。

[0046] 具体为：湿糟中的发酵处理步骤如下：取各菌液浓度为2×10^{10}CFU/mL～4×10^{10}CFU/mL的枯草芽孢杆菌、地衣芽孢杆菌和植物乳杆菌，按2%～5%比例接种于湿糟发酵罐中进行发酵培养，发酵条件为：转速200r/min～400r/min，通气量1.0vvm～1.5vvm，自然pH值，发酵温度28℃～37℃，发酵培养18h～24h，发酵过程中为促进微生物生长需要添加一定量的营养盐(优选地，营养盐的添加量，以终浓度计，分别为0.1g/L～0.3g/L的硫酸铵、0.1g/L～0.3g/L的尿素以及0.1g/L～0.3g/L的磷酸氢二铵)。

[0047] 酒糟浓缩液中的发酵处理步骤如下：取各菌液浓度为2×10^{10}CFU/mL～4×10^{10}CFU/mL的枯草芽孢杆菌、地衣芽孢杆菌和植物乳杆菌，按5%～10%比例接种于酒糟浓缩液发酵罐中进行发酵培养，发酵条件为：转速200r/min～400r/min，通气量1.0vvm～1.5vvm，自然pH值，发酵温度28℃～37℃，发酵培养24h～48h，发酵过程中为促进微生物生长需要添加一定量的营养盐。其中，营养盐添加量为0.1g/L～0.3g/L的硫酸铵、0.1g/L～0.3g/L的尿素、0.1g/L～0.3g/L的磷酸氢二铵。

[0048] 为了进一步延长微生物菌剂降解呕吐毒素后的饲料的存储时间以及提高饲料的存储和运输条件，在本申请一种优选的实施例中，步骤S2包括：将脱毒的湿糟和脱毒的酒糟浓缩液按照4～6:1的质量比混合；再将所述脱毒湿糟混合物进行干燥，使其水分含量降至15%以下，得到已降解呕吐毒素的DDGS饲料。优选地，脱毒的湿糟中的干物质含量为62wt%～65wt%，脱毒的酒糟浓缩液中的干物质含量为27wt%～30wt%。优选地，干燥的温度为80℃～200℃，干燥的时间为4h～48h。

[0049] 在本申请第二种典型的实施方式中，提供了一种上述降解方法降解处理后的DDGS饲料，该DDGS饲料中呕吐毒素的含量在1mg/kg以下。相比现有技术中的DDGS饲料，其中的呕吐毒素的含量大大降低，提高了饲料的食用安全性。

[0050] 需要说明的是，上述三种菌种在进行混合降解呕吐毒素之前，需要先单独或者混合进行高密度培养，以获得上述高浓度。具体步骤可以在现有的杆菌培养条件基础上对各

培养条件进行优化调整得到。在本申请一种优选的实施例中，通过高密度培养获得上述浓度为2×10^{10}CFU/mL～4×10^{10}CFU/mL的菌液的步骤包括：将菌体接种于盛有100ml～200ml培养基的摇瓶中进行一级种子的培养，以及将一级种子接种于发酵罐中进行发酵罐培养，获得2×10^{10}CFU/mL～4×10^{10}CFU/mL的菌液；其中，摇瓶中发酵培养的培养条件为：发酵温度28℃～37℃，发酵时间18h～24h，摇瓶的转速为150r/min～180r/min，培养基的pH值为6.0～7.4；发酵罐培养的培养条件为：发酵温度28℃～37℃，发酵时间36h～48h，发酵罐的转速200r/min～400r/min，氧气通气量为1.0vvm～1.5vvm，培养基的pH值为6.0～7.0。

[0051] 在上述优选的培养条件进行发酵罐培养，能够获得具有本申请上述高密度的菌液，使得同样菌液用量条件下对饲料中毒素的降解效率高，处理后的饲料的营养价值高。

[0052] 上述将一级种子接种于发酵罐中进行培养的步骤中，具体接种的比例可以根据实际一级种子的菌液浓度进行合理调整。在本申请一种优选的实施例中，将一级种子按1%～10%的体积比例接种于发酵罐中进行发酵罐培养，获得微生物菌剂。按1%～10%的体积比例接种，能够使发酵罐中的发酵速度快，发酵效率高。

[0053] 对本申请混合菌种进行一级种子培养和发酵罐培养的步骤中，可以在单一菌种进行培养的培养基基础上通过合理添加或调整碳源、氮源及其他营养元素得到。在本申请一种优选的实施例中，摇瓶中发酵培养的培养基和发酵罐培养的培养基各自独立地为：蛋白胨4g～8g、酵母浸粉4g～8g、葡萄糖10g～20g、磷酸二氢钾5g～10g、七水硫酸镁0.5g～1g，氯化钠5g～10g，加蒸馏水至1000mL～1400mL，pH值6.0～7.4。

[0054] 在本申请一种最优选的实施例中，上述枯草芽孢杆菌、地衣芽孢杆菌和植物乳杆菌的高密度培养方法，具体为：在无菌条件下，利用接种环分别挑取3环至5环菌体接种于100ml～200ml培养基中进行摇瓶发酵培养(一级种子培养)，培养条件为：发酵温度28℃～37℃，发酵时间18h～24h，转速150r/min～180r/min，pH值6.0～7.4。将上述培养好的一级种子，按1%～10%比例接种于发酵罐进行枯草芽孢杆菌、地衣芽孢杆菌和植物乳杆菌的高密度培养，培养条件为：发酵温度28℃～37℃，发酵时间36h～48h，转速200r/min～400r/min，通气量1.0vvm～1.5vvm，pH值6.0～7.0，最终各菌液浓度达到2×10^{10}CFU/mL～4×10^{10}CFU/mL。发酵种子培养基由如下组分组成：蛋白胨4g～8g、酵母浸粉4g～8g、葡萄糖10g～20g、磷酸二氢钾5g～10g、七水硫酸镁0.5g～1g，氯化钠5g～10g，加蒸馏水至1000mL～1400mL，pH值6.0～7.4。发酵罐培养基由如下组分组成：蛋白胨4g～8g、酵母浸粉4g～8g、葡萄糖10g～20g、磷酸二氢钾5g～10g、七水硫酸镁0.5g～1g，氯化钠5g～10g，加蒸馏水至1000mL～1400mL，pH值6.0～7.4。

[0055] 下面将结合具体的实施例来进一步说明本申请的有益效果。以下实施例中所使用的菌种均为商品化的菌种，均购于中国工业微生物菌种保藏管理中心(CICC)。具体信息如下：

[0056] 枯草芽孢杆菌：(Bacillus subtilis)，保藏编号分别为CICC 10089和CICC 20445。

[0057] 地衣芽孢杆菌：(Bacillus licheniformis)，保藏编号为CICC 20446和CICC20514。

[0058] 植物乳杆菌：(Lactobacillus plantarum)，保藏编号为CICC 6002。

[0059] 需要说明的是，以下实施例中呕吐毒素含量的检测方法是采用呕吐毒素(DON)

ELISA快速检测试剂盒(本试剂盒采用间接竞争ELISA方法,在酶标板微孔条上预包被呕吐毒素抗原,样本中的呕吐毒素和微孔条上预包被的抗原竞争抗呕吐毒素抗体(抗试剂),同时呕吐毒素抗体与酶标二抗(酶标物)相结合,经TMB底物显色,样本吸光度值与其所含呕吐毒素量呈负相关,与标准曲线比较再乘以其对应的稀释倍数,即可得出样本中呕吐毒素的含量。相关检测试剂购自北京华安麦科生物技术有限公司)进行测定。

[0060] 实施例1本发明枯草芽孢杆菌的高密度培养方法

[0061] 在无菌条件下,利用接种环挑取5环两种枯草芽孢杆菌接种于100ml培养基(300ml三角瓶)中,进行摇瓶发酵培养(一级种子培养),培养条件为:发酵温度37℃,发酵时间24h,转速180r/min,pH值7.0。将上述培养好的一级种子,按10%比例接种于发酵罐进行枯草芽孢杆菌的高密度培养,培养条件为:发酵温度37℃,发酵时间48h,转速200r/min,通气量1.5vvm,pH值7.0,发酵结束后,将发酵液保存在4℃冰箱内备用。采用的是平板计数法,取1mL发酵液进行稀释10^{-9}倍后,经过37℃,24h培养后数出平板上所生长出的菌落个数分别为:CICC 10089达到3.8×10^{10}CFU/mL和CICC 20445达到3.5×10^{10}CFU/mL。

[0062] 其中,摇瓶发酵培养基由下述组分组成:蛋白胨4g、酵母浸粉4g、葡萄糖10g、磷酸二氢钾5g、七水硫酸镁0.5g,氯化钠5g,加蒸馏水至1000mL,pH值7.0。所述发酵罐培养基由如下组分组成:蛋白胨16g、酵母浸粉16g、葡萄糖40g、氯化钠20g、磷酸二氢钾20g、七水硫酸镁2g、蒸馏水2000mL,pH值7.0。

[0063] 实施例2本发明地衣芽孢杆菌的高密度培养方法

[0064] 在无菌条件下,利用接种环挑取5环两种地衣芽孢杆菌接种于100ml培养基(300ml三角瓶)中,进行摇瓶发酵培养(一级种子培养),培养条件为:发酵温度37℃,发酵时间24h,转速180r/min,pH值7.0。将上述培养好的一级种子,按10%比例接种于发酵罐进行地衣芽孢杆菌的高密度培养,培养条件为:发酵温度37℃,发酵时间48h,转速400r/min,通气量1.5vvm,pH值7.0,发酵结束后,将发酵液保存在4℃冰箱内备用。采用的是平板计数法,取1mL发酵液进行稀释10^{-9}倍后,经过37℃,24h培养后数出平板上所生长出的菌落个数,CICC20446达到2.7×10^{10}CFU/mL,CICC20514达到2.8×10^{10}CFU/mL。

[0065] 其中,摇瓶发酵培养基由下述组分组成:蛋白胨4g、酵母浸粉4g、葡萄糖10g、磷酸二氢钾5g、七水硫酸镁0.5g,氯化钠5g,加蒸馏水至1000mL,pH值7.0。所述发酵罐培养基由如下组分组成:蛋白胨16g、酵母浸粉16g、葡萄糖40g、氯化钠20g、磷酸二氢钾20g、七水硫酸镁2g、蒸馏水2000mL,pH值7.0。

[0066] 实施例3本发明植物乳杆菌的高密度培养方法

[0067] 在无菌条件下,利用接种环挑取5环植物乳杆菌接种于100ml培养基(300ml三角瓶)中,进行摇瓶发酵培养(一级种子培养),培养条件为:发酵温度30℃,发酵时间24h,转速180r/min,pH值6.2。将上述培养好的一级种子,按10%比例接种于发酵罐进行植物乳杆菌的高密度培养,培养条件为:发酵温度30℃,发酵时间48h,转速200r/min,通气量1.5vvm,pH值6.2,发酵结束后,将发酵液保存在4℃冰箱内备用。采用的是平板计数法,取1mL发酵液进行稀释10^{-9}倍后,经过30℃,24h培养后数出平板上所生长出的菌落个数达到,2.6×10^{10}CFU/mL。

[0068] 其中,摇瓶发酵培养基由下述组分组成:蛋白胨4g、酵母浸粉4g、葡萄糖10g、磷酸二氢钾5g、七水硫酸镁0.5g,氯化钠5g,加蒸馏水至1000mL,pH值6.2。所述发酵罐培养基由

如下组分组成:蛋白胨16g、酵母浸粉16g、葡萄糖40g、氯化钠20g、磷酸二氢钾20g、七水硫酸镁2g、蒸馏水2000mL,pH值6.2。

[0069] 实施例4本发明降解DDGS饲料中呕吐毒素的方法

[0070] 湿糟的混合微生物菌液发酵处理:取枯草芽孢杆菌液(CICC 10089)浓度为3.8×10^{10}CFU/mL,地衣芽孢杆菌液(CICC 20446)浓度为2.7×10^{10}CFU/mL,植物乳杆菌液浓度为2.6×10^{10}CFU/mL,分别按2%、2%和5%的比例共同接种于湿糟发酵罐中进行发酵培养,发酵条件为:转速200r/min,通气量1.0vvm,自然pH值,发酵温度37℃,发酵培养24h,发酵结束后,将发酵液保存在4℃冰箱内备用。其中,发酵过程中添加的营养盐由下述组分组成:0.2g/L的硫酸铵、0.1g/L的尿素、0.3g/L的磷酸氢二铵。

[0071] 酒糟浓缩液的混合微生物菌液发酵处理:取枯草芽孢杆菌液(CICC 10089)浓度为3.8×10^{10}CFU/mL,地衣芽孢杆菌液(CICC 20446)浓度为2.7×10^{10}CFU/mL,植物乳杆菌液浓度为2.6×10^{10}CFU/mL,分别按5%、5%和10%的比例共同接种于酒糟浓缩液发酵罐中进行发酵培养,发酵条件为:转速400r/min,通气量1.5vvm,自然pH值,发酵温度37℃,发酵培养48h,发酵结束后,将发酵液保存在4℃冰箱内备用。其中,发酵过程中添加的营养盐由下述组分组成:0.1g/L的硫酸铵、0.2g/L的尿素、0.1g/L的磷酸氢二铵。

[0072] 降解呕吐毒素DDGS饲料的制备:通过上述两种途径处理后,将脱毒的湿糟和脱毒的酒糟浓缩液按照4:1的质量比混合,其中,脱毒的湿糟中干物质量浓度为62%～65%,脱毒的酒糟浓缩液的干物质含量为27%～30%。然后在100℃的烘箱条件下烘干24h,使其水分含量降至15%以下,即可得到已降解呕吐毒素的DDGS饲料,实现DDGS饲料中呕吐毒素含量在1mg/kg以下。

[0073] 实施例5本发明降解DDGS饲料中呕吐毒素的方法

[0074] 湿糟的混合微生物菌液发酵处理:取枯草芽孢杆菌液(CICC 20445)浓度为3.5×10^{10}CFU/mL,地衣芽孢杆菌液(CICC 20514)浓度为2.8×10^{10}CFU/mL,植物乳杆菌液(CICC6002)浓度为2.6×10^{10}CFU/mL,分别按2%、2%和5%的比例共同接种于湿糟发酵罐中进行发酵培养,发酵条件为:转速200r/min,通气量1.0vvm,自然pH值,发酵温度37℃,发酵培养24h,发酵结束后,将发酵液保存在4℃冰箱内备用。其中,发酵过程中添加的营养盐由下述组分组成:0.2g/L的硫酸铵、0.1g/L的尿素、0.3g/L的磷酸氢二铵。

[0075] 酒糟浓缩液的混合微生物菌液发酵处理:取枯草芽孢杆菌液(CICC 20445)浓度为3.5×10^{10}CFU/mL,地衣芽孢杆菌液(CICC 20514)浓度为2.8×10^{10}CFU/mL,植物乳杆菌液(CICC6002)浓度为2.6×10^{10}CFU/mL,分别按5%、5%和10%的比例共同接种于酒糟浓缩液发酵罐中进行发酵培养,发酵条件为:转速400r/min,通气量1.5vvm,自然pH值,发酵温度37℃,发酵培养48h,发酵结束后,将发酵液保存在4℃冰箱内备用。其中,发酵过程中添加的营养盐由下述组分组成:0.1g/L的硫酸铵、0.2g/L的尿素、0.1g/L的磷酸氢二铵。

[0076] 降解呕吐毒素DDGS饲料的制备:通过上述两种途径处理后,将脱毒的湿糟和脱毒的酒糟浓缩液按照6:1的质量比混合,其中,脱毒的湿糟中干物质含量为62%～65%,脱毒的酒糟浓缩液中干物质含量为27%～30%。然后在80℃的烘箱条件下烘干48h,使其水分含量降至15%以下,即可得到已降解呕吐毒素的DDGS饲料,实现DDGS饲料中呕吐毒素含量在1mg/kg以下。

[0077] 对比例1

[0078] 与实施例5的区别在于:在人工添加1.2mg/kg呕吐毒素的湿糟和酒糟浓缩液原料中,取枯草芽孢杆菌液(CICC 20445)浓度为1.5×10^{7}CFU/mL,地衣芽孢杆菌液(CICC 20514)浓度为1.8×10^{7}CFU/mL,植物乳杆菌液浓度为1.6×10^{7}CFU/mL进行接种,分别进行湿糟和酒糟浓缩液的发酵处理。

[0079] 经检测,DDGS饲料中呕吐毒素的含量为0.8mg/kg。

[0080] 对比例2

[0081] 与实施例5的区别在于:在人工添加1.2mg/kg呕吐毒素的湿糟和酒糟浓缩液原料中,仅取两种菌进行接种,分别取枯草芽孢杆菌液(CICC 20445)浓度为3.5×10^{10}CFU/mL,地衣芽孢杆菌液(CICC 20514)2.8×10^{10}CFU/mL进行接种。

[0082] 经检测,DDGS饲料中呕吐毒素的含量为0.6mg/kg。

[0083] 从以上的描述中,可以看出,本发明上述的实施例实现了如下技术效果:

[0084] (1)本申请中使用的枯草芽孢杆菌、地衣芽孢杆菌和植物乳杆菌均被证明是能够降解呕吐毒素的微生物,并且上述微生物均符合中华人民共和国农业部公告第2045号《饲料添加剂品种目录(2013)》中允许添加的微生物性饲料添加剂的要求。

[0085] (2)本申请中使用的枯草芽孢杆菌、地衣芽孢杆菌和植物乳杆菌均属于益生菌,枯草芽孢杆菌能够促进动物生长在动物体内合成多种酶类物质和多种B族维生素,从而提高饲料消化吸收利用率。地衣芽孢杆菌能产生多种活性酶,如蛋白酶、淀粉酶、脂肪酶、果胶酶、葡聚糖酶、纤维素酶等,同时还能产生多种酶促因子,增强动物消化酶的活性。植物乳杆菌的益生作用广泛,能提高动物生长速度和机体免疫力、降低机体胆固醇含量、合成不饱和脂肪酸和多糖及减少氧化应激等。

[0086] (3)本申请的枯草芽孢杆菌、地衣芽孢杆菌和植物乳杆菌降解呕吐毒素的方法操作简单,对饲料和环境没有污染,有效地解决了传统去毒方法存在的问题。

[0087] (4)本申请中使用的枯草芽孢杆菌、地衣芽孢杆菌和植物乳杆菌的生物活性高,经过高密度培养后能使各菌液浓度达到2×10^{10}CFU/mL～4×10^{10}CFU/mL,达到高效降解DDGS饲料中呕吐毒素的目的,实现DDGS饲料中呕吐毒素含量在1mg/kg以下。

[0088] 以上所述仅为本申请的优选实施例而已,并不用于限制本申请,对于本领域的技术人员来说,本申请可以有各种更改和变化。凡在本申请的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本申请的保护范围之内。