

棉籽饼粕 菜籽饼粕 微生物脱毒技术

李延云等 编著



S. 43
312

金盾出版社

内 容 提 要

本书由农业部规划设计研究院李延云总工程师等编著。内容包括：与棉籽饼粕、菜籽饼粕脱毒有关的微生物，棉籽饼粕、菜籽饼粕的主要营养成分及毒素，棉籽饼粕、菜籽饼粕微生物脱毒工艺及主要设备，脱毒棉籽饼粕、菜籽饼粕配制饲料技术，菌种接种、保藏与分离技术。本书内容新颖，语言通俗易懂，技术先进实用。可供饲料厂、养殖场、养殖户和农业院校师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

棉籽饼粕菜籽饼粕微生物脱毒技术/李延云等编著. —北京:金盾出版社, 2003. 12

ISBN 7-5082-2742-5

I. 棉… II. 李… III. 油饼类饲料-饲料加工 IV. S816.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 091995 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路 5 号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 66882412

传真:68276683 电挂:0234

封面印刷:北京精美彩印有限公司

正文印刷:北京万兴印刷厂

各地新华书店经销

开本:787×1092 1/32 印张:5.75 字数:125 千字

2003 年 12 月第 1 版第 1 次印刷

印数:1—11000 册 定价:6.00 元

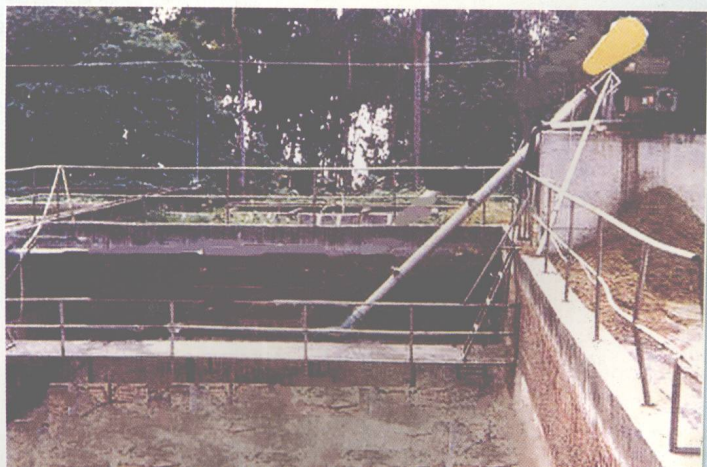
(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

大棚池式发酵



室内发酵

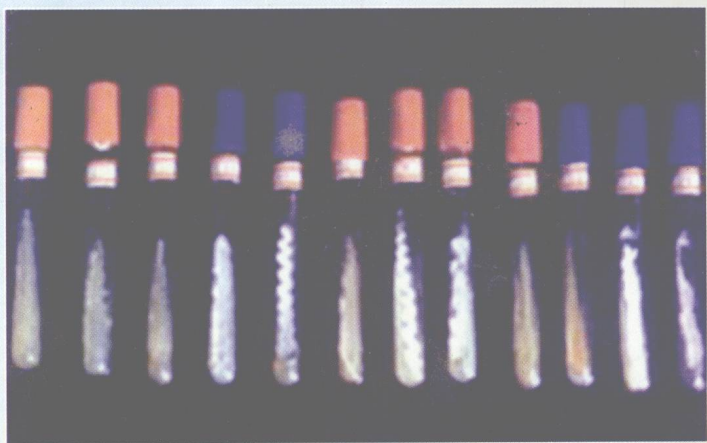
室外池式发酵



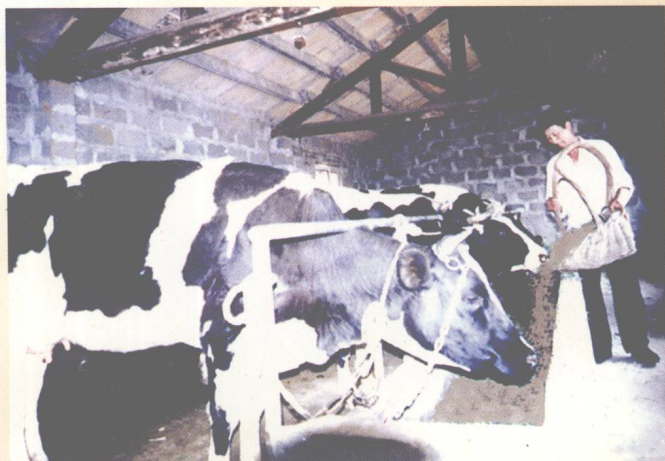
试验室接种



试管菌种



脱毒后的棉籽
饼饲喂奶牛



前 言

随着畜牧业生产的发展,保证家畜必需的蛋白质饲料供求缺口越来越大。配合饲料最常使用的动物蛋白原料鱼粉,国内饲料消耗量为 150 万吨,而最近几年我国产量仅为 50 万吨,远不能满足需求。每年我国鱼粉市场缺口达 100 万吨左右,进口量占世界鱼粉出口市场份额的 20% 左右。据有关资料显示,我国每年买入的秘鲁鱼粉占秘鲁全国产量的 60% 左右。秘鲁的供货商也随着中国的需求量变化随时调整鱼粉的出口价格。我国的植物蛋白——饼粕资源丰富,其中可直接饲喂的豆饼粕有 500 万吨左右(用于出口 200 万吨)。棉籽饼粕、菜籽饼粕年产 1 000 万吨左右,虽然其营养丰富,但由于含有毒成分,导致使用受到限制。目前棉籽饼粕、菜籽饼粕用于饲料的不足 30%,大部分棉籽饼粕、菜籽饼粕蛋白质资源没有得到合理使用,如果将这部分蛋白质资源进行生物脱毒后合理利用,对我国饲料蛋白质的短缺可以起到一定的弥补作用。并且,棉籽饼粕、菜籽饼粕价格低廉,经过脱毒处理以后,提高了利用价值,还可以降低生产成本。

国外一些畜牧业比较发达的国家,棉籽饼粕、菜籽饼粕微生物脱毒技术早已广泛应用。美国及欧盟已经将棉籽饼粕、菜籽饼粕的脱毒处理工业化了。前苏联在 20 世纪 80 年代初就利用棉籽饼粕等生产饲料单细胞蛋白。近年来,我国在微生物处理棉籽饼粕、菜籽饼粕等原料的科研和生产方面也取得了可喜的进展。例如,农业部规划设计研究院利用真菌等微生物分解棉籽饼粕中的棉酚,脱毒率达到 85%;利用细菌分解菜

籽饼粕中的异硫氰酸酯和噻唑烷硫酮达到 90%。脱毒后的棉籽饼粕和菜籽饼粕的粗蛋白质分别达到 42% 和 40%，且富含多种必需氨基酸，经养猪试验，可使肥育猪的日增重提高 15% 左右。近期，山东、新疆、四川等地已经开始用脱毒棉籽饼粕和脱毒菜籽饼粕为原料生产饲料酵母，代替进口鱼粉用于饲料并出口。如果我们每年将 3/5 的棉籽饼粕、菜籽饼粕进行微生物脱毒处理，可为国家提供 600 万吨的优质饲料蛋白质。

随着农业结构的调整，我国畜牧业的发展速度很快。很多乡镇企业、饲料加工企业和养殖专业户，迫切需要了解棉籽饼粕、菜籽饼粕微生物脱毒的技术和设备。为此，我们编写了《棉籽饼粕菜籽饼粕微生物脱毒技术》这本书，以供参考。在编写过程中，得到了农业部规划设计研究院院长、研究员朱明先生的审阅指导，在此表示感谢。本书的编写务求实用，但由于作者水平有限，错误之处在所难免，敬请读者批评指正。

编著者

2003 年 10 月 28 日

目 录

第一章 与棉籽饼粕、菜籽饼粕脱毒有关的微生物·····	(1)
第一节 细菌 ·····	(2)
第二节 酵母菌 ·····	(6)
第三节 霉菌 ·····	(10)
第四节 担子菌 ·····	(14)
第五节 真菌的培养 ·····	(16)
第二章 棉籽饼粕的主要营养成分及毒素 ·····	(21)
第一节 蛋白质 ·····	(21)
第二节 脂肪 ·····	(24)
第三节 矿物质 ·····	(25)
第四节 棉酚 ·····	(26)
第三章 菜籽饼粕的主要营养成分及毒素 ·····	(30)
第一节 蛋白质 ·····	(30)
第二节 脂肪 ·····	(32)
第三节 矿物质 ·····	(33)
第四节 硫代葡萄糖苷及其分解物 ·····	(34)
第五节 植酸 ·····	(35)
第六节 酚类化合物 ·····	(38)
第七节 芥子碱 ·····	(38)
第四章 棉籽饼粕、菜籽饼粕微生物脱毒工艺·····	(40)
第一节 工艺流程 ·····	(40)
第二节 生产工艺说明 ·····	(41)

第三节	菌种扩大培养	(41)
第四节	固态发酵工艺	(52)
第五节	工业化棉籽饼粕、菜籽饼粕微生物脱毒实例	(55)
第六节	养殖户棉籽饼粕、菜籽饼粕微生物脱毒方法	(63)
第五章 棉籽饼粕、菜籽饼粕微生物脱毒的主要设备		(72)
第一节	粉碎设备	(72)
第二节	混合设备	(75)
第三节	消毒设备	(80)
第四节	菌种培养设备	(84)
第五节	固体发酵设备	(92)
第六节	烘干设备	(95)
第六章 脱毒棉籽饼粕、菜籽饼粕配制饲料技术		(104)
第一节	生长肥育猪的饲料配方	(105)
第二节	肉鸡的饲料配方	(113)
第三节	肉用地方黄鸡的饲料配方	(115)
第四节	蛋鸡的饲料配方	(117)
第五节	肉鸭的饲料配方	(121)
第六节	蛋鸭的饲料配方	(124)
第七节	肉牛的饲料配方	(127)
第七章 菌种接种、保藏与分离技术		(130)
第一节	琼脂培养基制法	(130)
第二节	几种常用的灭菌和消毒手段	(132)
第三节	几种常用的接种方法	(133)
第四节	斜面菌种简易保藏法	(136)

第五节	菌种简易分离法·····	(142)
第六节	简易染色制片法·····	(143)
第七节	微生物的几种育种方法·····	(145)
附录	·····	(150)
附录一	棉籽饼粕中棉酚检测技术·····	(150)
附录二	菜籽饼粕中含硫化合物的分析测定·····	(154)
附录三	常用溶液、试剂的配制方法 ·····	(171)
主要参考文献	·····	(173)

第一章 与棉籽饼粕、菜籽饼粕 脱毒有关的微生物

在自然界,除了各种各样的动物、植物之外,还有一群体形微小,构造简单,一般需借助显微镜才能看清其外形的微小生物,称为微生物。

微生物对于人类,既有害,也有益。说有害,是因为它们可能引起人、动物和植物的病害,引起食品和饲料等的霉败;说有益,是它们在自然界物质循环中起着巨大的作用,人们可以利用它们来生产多种多样的发酵食品、药品、化工原料、饲料、肥料和菌体蛋白。

为了方便读者理解棉籽饼粕、菜籽饼粕的微生物脱毒技术,我们先引入微生物饲料的概念。所谓微生物饲料,就是利用微生物的新陈代谢和繁殖的菌体来生产和调制的饲料。大体上可以归纳为两大类:一类主要是利用微生物的发酵作用改变饲料原料的理化性状,或增加适口性、提高消化吸收率及营养价值,或解毒、脱毒,或积累有用的中间代谢产物。这一类微生物饲料包括乳酸发酵饲料(青贮饲料)、粗饲料发酵饲料、担子菌发酵饲料与饼粕类发酵脱毒饲料等。另一类微生物饲料,就是利用来源广泛的矿物、纤维素及糖类资源培养的微生物菌体蛋白,包括饲料酵母、石油蛋白、食用菌菌丝体、白地霉以及微型藻、光合细菌饲料等。微生物发酵饲料和菌体蛋白饲料这两类不可截然分开,发酵饲料中也包含着营养丰富的菌体蛋白,而菌体蛋白的粗制品,尤其是固态法生产的菌体蛋白饲料,亦包含有菌体之外的其他成分。

微生物的特点之一是容易培养。棉籽饼粕、菜籽饼粕原料是微生物的良好培养基,微生物能参与棉籽饼粕、菜籽饼粕材料的调制,增加适口性和营养价值,与此同时,可以产生大量的酶系分解毒素。酵母、白地霉、担子菌和微型藻等,可以将饼粕发酵脱毒。当然,有的也能引起原料的败坏,降低其营养价值和经济价值,如各种腐败微生物;有的能使棉籽饼粕、菜籽饼粕带毒或传播疾病,引起畜禽中毒或患传染病,如引起饲料霉变的部分真菌和一些病原菌。我们要利用它们有利的方面,克服它们有害的一面。本章所要讲的微生物,是与棉籽饼粕、菜籽饼粕的脱毒生产与调制有关的微生物,主要有细菌、酵母菌、霉菌、担子菌等。

第一节 细 菌

细菌属于真细菌纲,采取典型的横分裂或二分裂繁殖,是单细胞微生物,一般形体很小,大多数约1微米左右,通常用放大1000倍以上的光学显微镜或电子显微镜观察。细菌的基本形态有球状、杆状和螺旋状3种。与棉籽饼粕、菜籽饼粕脱毒有关的细菌主要有乳酸菌、醋酸菌、肠道杆菌、丁酸菌、腐败细菌和纤维素分解菌等。

一、乳 酸 菌

这类细菌分布广,种类多,形态不一,有杆状和球状两大类,有单个、成对和链状排列的,生化特性也有差别。但不管是乳酸球菌还是乳酸杆菌(图1-1,图1-2),都是厌氧菌或微需氧菌,在菜籽饼粕脱毒发酵开始时就繁殖,到脱毒结束后因密封缺氧后仍然能增殖,只是增殖的速度慢一些,而乳酸的生成

却多一些。乳酸菌能分解菜籽饼粕原料中的糖等碳水化合物形成乳酸,引起乳酸发酵。在菜籽饼粕脱毒发酵过程中,正型和异型乳酸发酵均同时存在,因此,产物除乳酸之外,尚有少

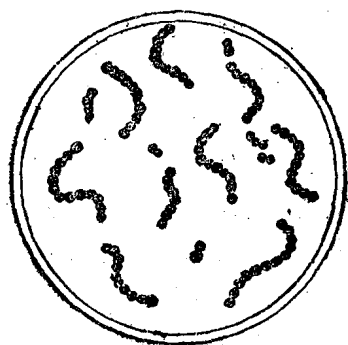


图 1-1 乳酸球菌

量乙醇和二氧化碳等。并且产生一系列酶系,将菜籽饼粕中的硫代葡萄糖苷、植酸、单宁、芥子碱、皂素等毒物和抗营养因子进行生物分解。乳酸本身既是营养物质,又有抑制菜籽饼粕中其他微生物(含腐败微生物)生长的作用。因此,乳酸菌是菜籽饼粕微生物脱毒中的有益细菌。不仅可以进行菜籽饼粕的微生物脱毒,而且可以提高菜籽饼粕的适口性、营养性和耐贮性。

乳酸菌不具备水解蛋白质的酶,因此,它不能使蛋白质分解,但需多种氨基酸作为自身的氮素营养。所以,在菜籽饼粕的脱毒发酵中,菜籽饼粕原料里的或被其他微生物分解而来的多种氨基酸被乳酸菌利用后,合成了菌体蛋白质,能够增加菜籽饼粕中蛋白质的含量。

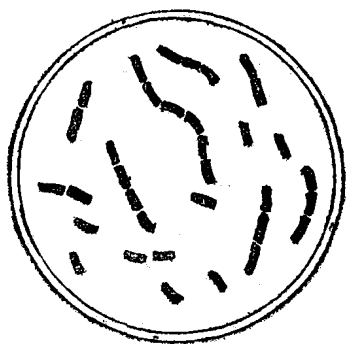


图 1-2 保加利亚乳酸杆菌

二、醋酸菌

醋酸菌在自然界中分布也较广，在醋、水果、蔬菜及植物饲料原料表面都可以找到。为需氧菌，能将糖分解成醋酸，是酿醋的生产菌。在棉籽饼粕、菜籽饼粕发酵过程中繁殖，产生醋酸，增加棉籽饼粕与菜籽饼粕的酸度。但菜籽饼粕因密闭发酵后，醋酸菌即停止活动，直至死亡。棉籽饼粕发酵时容易感染醋酸菌。

三、肠道杆菌

这是一类兼性需氧菌，以大肠杆菌和产气杆菌为主。它们在棉籽饼粕、菜籽饼粕发酵中进行异型乳酸发酵，即产物中除乳酸之外，还有醋酸、琥珀酸、氢气和二氧化碳，使相当一部分碳水化合物变成无价值的废物；同时，可引起原料中蛋白质的腐败性分解，降低营养价值和适口性。但是，在密闭良好的正常菜籽饼粕脱毒发酵料中，因为环境缺氧和酸度增加，肠道杆菌的活动会很快受到抑制。而棉籽饼粕由于是好氧发酵，原料

中容易感染肠道杆菌。

四、丁 酸 菌

丁酸菌是一类严格厌氧的梭状芽孢杆菌，在无氧条件下进行丁酸发酵。它们分解单糖、双糖、乳酸、淀粉、果胶和纤维素等，产生丁酸、二氧化碳和氢气使菜籽饼粕发臭，降低菜籽饼粕的品质。丁酸含量越多，菜籽饼粕的品质则越坏。丁酸菌还能利用各种有机氮化物，从而破坏菜籽饼粕中的蛋白质，使营养成分损失。

丁酸菌广泛分布在土壤中，只要在棉籽饼粕、菜籽饼粕脱毒发酵过程中避免大量土壤污染，原料中的丁酸菌数量一般是不多的。而且丁酸菌严格厌氧，耐酸性又差，只要在菜籽饼粕脱毒发酵初期不立即造成严格厌氧环境，又保证乳酸足量积累，则丁酸菌是不能活动的。如果棉籽饼粕、菜籽饼粕发酵的原料细而加水过多，或者棉籽饼粕、菜籽饼粕原料含水量过高，则原料颗粒与颗粒之间被水分充满，造成一开始就缺氧，容易使厌氧的丁酸菌迅速繁殖，产生丁酸，结果使原料发臭。所以，进行棉籽饼粕、菜籽饼粕微生物脱毒时，水分都应适当。

五、腐 败 菌

这一类细菌种类很多，主要有需氧的枯草芽孢杆菌、马铃薯杆菌和厌氧的腐败梭菌、兼性厌氧的变形杆菌等。这些细菌大多能使蛋白质、碳水化合物、脂肪等营养物质分解，产生氨、二氧化碳、甲烷、硫化氢和氢气，不但使棉籽饼粕、菜籽饼粕发酵料损失大量营养，而且还产生臭味和苦味，是棉籽饼粕、菜籽饼粕脱毒发酵的有害微生物。

腐败菌在棉籽饼粕、菜籽饼粕原料中数量占主要地位，但

它们不耐酸,在迅速足够酸化的棉籽饼粕、菜籽饼粕原料中,腐败菌的活动很快就受到抑制。但若调制不当,发酵设备中空气过多、酸的积累不足以控制这类细菌的生长繁殖时,也会引起棉籽饼粕、菜籽饼粕原料的腐败。在接种微生物棉籽饼粕、菜籽饼粕发酵过程中,由于真菌等微生物的迅速繁殖,使腐败菌的生长受到抑制。这是在正常发酵料中,腐败菌难以大量繁殖的又一个原因。

六、纤维素分解菌

在自然界,能分解纤维素的微生物主要有霉菌、担子菌等真菌,也包括放线菌、细菌和一些原生动物。能分泌纤维素酶水解纤维素的细菌有纤维粘菌、生孢纤维粘菌和纤维杆菌等。使用纤维素分解菌可以分解棉籽饼粕、菜籽饼粕中的部分纤维素,因为棉籽饼粕、菜籽饼粕中的纤维素含量比较高。

第二节 酵母菌

酵母菌是一群单细胞微生物,属真菌类。酵母细胞的形态多样,依种类不同而有差异,通常有球形、椭圆形、卵圆形、柠檬形、腊肠形及菌丝状等,酵母细胞的大小差别很大,一般在 $1\sim 5$ 微米 $\times 5\sim 30$ 微米之间。发酵工业上一般培养的酵母细胞平均直径为 $4\sim 6$ 微米,比细菌大得多。在自然界,酵母菌主要分布在含糖质较高的偏酸性环境中,例如果实、花蜜、五谷以及果园的土壤中;石油酵母则多在油田和炼油厂附近的土壤里。

酵母菌是人类应用得较早的一类微生物,不管是酿酒、烤面包、做馒头,还是酒精发酵、甘油发酵、石油发酵,均离不开

酵母菌。酵母菌基本上都是兼性厌氧菌,在有氧的条件下细胞大量增殖,一般 2 小时就可繁殖一代,利用发酵底物中的养分,合成含蛋白质和 B 族维生素等营养成分很高的菌体。酵母细胞一般含蛋白质 50%~55%,还有丰富的脂肪、维生素以及各种酵素、激素,是动物很好的精饲料。酵母菌在无氧条件下可进行酒精发酵,使棉籽饼粕、菜籽饼粕脱毒发酵时具有特殊的香味。但是在糖分不足的原料中,由酵母菌引起的酒精发酵可造成糖分减少,影响乳酸的生成。尤其当棉籽饼粕、菜籽饼粕原料装填不紧,酵母菌在有氧条件下大量繁殖,除了分解糖以外,还能分解各种有机酸,包括乳酸,以致影响乳酸的积累,使用于棉籽饼粕、菜籽饼粕的发酵难于进行。当然,在正确操作的情况下,酵母菌只能在最开始时繁殖,随着氧气的耗尽和乳酸的积累,而很快受到抑制。

酵母菌以出芽的无性繁殖为主,最适生长温度为 25℃~30℃,最适生长 pH 值为 3.8~6.0。酵母菌的种类很多,在棉籽饼粕、菜籽饼粕脱毒中常见的有啤酒酵母、产朊假丝酵母、热带假丝酵母、解脂假丝酵母、葡萄酒酵母、巴氏酵母、生香酵母和白地霉等。

一、啤酒酵母

又称酿酒酵母、酒精酵母和汉逊酵母。在麦芽汁内生长,细胞呈圆形、卵圆形、椭圆形到腊肠形(图 1-3);在麦芽汁琼脂上的菌落为乳白色平坦,边缘整齐,有光泽。无性繁殖主要为芽殖。营养细胞可直接变为子囊,每囊有 1~4 个圆形的光面子囊孢子。

啤酒酵母除了应用于酿造啤酒、白酒、酒精外,还可用于生产药用酵母、饲料酵母及棉籽饼粕、菜籽饼粕脱毒。

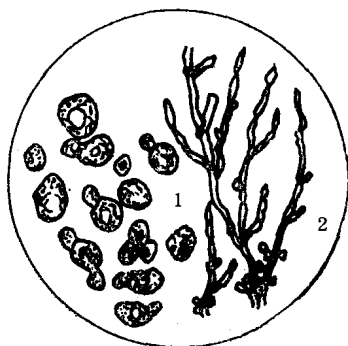


图 1-3 啤酒酵母

1. 细胞 2. 假菌丝

二、产朊假丝酵母

在葡萄糖、酵母汁和蛋白胨液体培养基中，细胞呈圆形、椭圆形或腊肠形。培养在麦芽汁琼脂上的菌落为乳白色，平滑。在加盖玻片玉米粉琼脂上培养可形成假菌丝。

啤酒酵母和产朊假丝酵母是生产酵母蛋白的常用菌种。

产朊假丝酵母细胞富含蛋白质和 B 族维生素，能利用尿素、硝酸钾为氮源，五碳糖和六碳糖为碳源，还能利用亚硫酸纸浆废液、废糖蜜、马铃薯淀粉废料、木材水解液等生产酵母蛋白。产朊假丝酵母是生产棉籽饼粕、菜籽饼粕脱毒饲料的常用菌种。

三、热带假丝酵母

细胞呈球形或卵圆形，菌落白色到奶油色，表面软而平滑或部分有皱纹，无光泽或稍有光泽。能产生大量的假菌丝，有时也可生成真菌丝(图 1-4)。