

微生物发酵农作物秸秆生产蛋白饲料的研究与应用

陈翠微 刘长江

(沈阳农业大学 沈阳 110161)

郭文洁 张博润*

(中国科学院微生物研究所 北京 100080)

关键词: 微生物, 发酵, 秸秆, 蛋白饲料

中图分类号: Q93 **文献标识码:** A **文章编号:** 0253-2654(2000)04-0291-03

我国是一个农业大国,据粗略统计,每年约产农作物秸秆6亿吨,但目前用作饲料的仅占15%左右,绝大部分农作物秸秆仍直接还田或作燃料用,既造成资源浪费,又污染环境。而开展利用微生物发酵农作物秸秆生产蛋白饲料的研究,不仅可以解决蛋白饲料的严重不足,缓解人畜争粮的矛盾,促进畜牧业发展;还可促使我国的畜牧业结构从“精料型”向“节粮型”发展,具有重要的理论指导意义和社会效益,又有巨大的经济效益。本文将对这方面的研究概况作一简要介绍。

1 微生物发酵农作物秸秆生产蛋白饲料的研究进展

微生物发酵农作物秸秆生产蛋白饲料的研究是一个世界性的研究课题,目前已取得重大进展。据日本、美国、俄罗斯等国的研究,农作物秸秆经高温、高压蒸煮,或以酸碱处理后,能有效地破坏木质素和蜡质对纤维素的包裹,消除木质素、蜡质等对微生物发酵的负效应^[1]。美国农业部下属研究所的研究人员从200多种细菌中筛选出既可固定空气中的氮,又能利用农作物秸秆的纤维作为唯一碳源的菌种,可使秸秆经发酵后

所含蛋白质比原来提高3~4倍^[2]。英国Aston大学的研究者从农作物秸秆中筛选出一种真菌,属于白腐菌属。这种真菌能降解木质素,但不能降解纤维素。用这种真菌发酵农作物秸秆,能最大限度地提高农作物秸秆的消化率,使农作物秸秆的消化率从9.63%提高到41.13%,效果极为显著,目前已在进行中试实验^[3]。美国科学家把木质素解聚糖酶基因和纤维素酶基因克隆到酵母细胞中,构建成含有木质素解聚糖酶基因和纤维素酶基因的酵母工程菌,这种酵母工程菌可以直接利用稻草和麦秸等农作物秸秆生产单细胞蛋白饲料^[4]。吉增福等人对秸秆的营养转化做了较详尽的研究和实验,发现将纤维分解菌用于对玉米秸秆的营养转化,能使营养水平低的秸秆的营养成分得到明显改善。其中,粗蛋白由5.22%提高到24.62%,粗脂肪由0.67%提高到12.52%,成为可替代15%~20%的混合日粮用于猪的饲料^[5]。

• 联系作者。

收稿日期:1999-05-13,修回日期:1999-08-28

在选择发酵农作物秸秆生产蛋白饲料的微生物菌种方面,人们越来越倾向于采用混合菌发酵体系,在双菌或多菌混合发酵中,酶促作用生成的糖立即被发酵糖的微生物所利用,这样就维持了降解物的浓度,消除了酶合成作用受到的降解物的阻遏作用,同时,也解除了反应终产物对酶的反馈抑制。张博润等人用液体、固体不同培养方式,对异常汉逊酵母、白地霉、康宁木霉、植物乳酸菌等四种菌进行分别培养,然后按一定比例配成农作物秸秆发酵剂,对玉米秸秆的发酵研究表明,添加 5% 发酵剂,室温条件下发酵 7 天,发酵产物的粗蛋白含量提高一倍左右;添加 20% 发酵剂,发酵产物的粗蛋白含量提高近三倍,发酵产物具有酒香味和弱酸味,适口性好^[6]。徐坚平等采用固体及液体混合发酵方式,对绿色木霉和产朊假丝酵母共发酵农作物秸秆生产单细胞蛋白质的条件进行了研究,研究结果发现,在接种木霉培养 96 小时后,再接种产朊假丝酵母,混合培养后,培养物中蛋白质含量提高到 20%~25%,纤维素转化率达 51%,培养物富含多种酶类、氨基酸及维生素等,从而提高了农作物秸秆的营养价值^[7]。

利用酶制剂对农作物秸秆先进行预处理,然后再经微生物发酵生产蛋白饲料的研究也取得可喜的结果。对农作物秸秆进行预处理使用的主要酶制剂有纤维素酶、木质素酶、葡聚糖酶等,利用酶制剂对农作物秸秆进行预处理能显著地提高农作物秸秆的营养价值,有利于微生物生长和发酵,但预处理成本较高,如何降低成本还有待于解决。

2 微生物发酵农作物秸秆生产蛋白饲料中存在的问题及研究热点

长期的自然和人工选择是按有利于农作物的粮食产量方向发展的,要求农作物茎秆抗倒伏,抗病虫害,因而形成农作物茎秆的细胞壁非常坚实牢固,细胞壁的结构高度木质化,且细胞壁构成秸秆干物质的 80%。而易被家畜利用的碳水化合物和蛋白质极少。另外为防止水分的大量蒸发,农作物表面往往形成一层蜡质,这些对家畜利用秸秆是不利的^[8]。

在微生物发酵秸秆生产蛋白饲料方面面临几大困难。首先是秸秆的纤维素、木质素与蜡质紧密结合在一起,防止和降低了各种酶的活性;其次是难于选育纤维素酶产量高的菌种;第三是必须解决发酵过程中降解终产物对酶的合成及其活性产生的反馈抑制的问

题^[1]。

利用微生物发酵秸秆的主要障碍是木质素。木质化程度基本上决定了秸秆的营养价值和饲用效果。秸秆的主要成分纤维素和半纤维素(约 77%)可被瘤胃微生物充分降解利用,但由于其中木质素(约 8%)和纤维素之间形成了坚固的酯键,阻碍了微生物对纤维素的降解,致使秸秆的消化率很低。因此提高秸秆消化率的关键是降解木质素,保留纤维素和半纤维素^[3]。

目前发现少数微生物能同时分解植物聚合物,如白腐真菌^[8]。这种真菌可产生能分解木质素的过氧化酶,因而能分解秸秆中的纤维素和木质素。据报道,用白腐真菌糙皮侧耳发酵切碎的麦秸,5~6 周后,不仅能提高蛋白质含量,且秸秆消化率提高 2~3 倍^[9]。

总之,当用微生物发酵以求提高秸秆消化率时,应选择能降解木质素的微生物,降解木质素的微生物以真菌效果较好,其大多数为好氧或兼性厌氧菌,因此无需密封秸秆,发酵期为 10 天左右。当用农作物秸秆生产单细胞蛋白时,应选择能降解纤维素和半纤维素的微生物,因为农作物秸秆内纤维素和半纤维素的含量高,生产单细胞蛋白时提供的能量多^[3]。

3 微生物发酵农作物秸秆生产蛋白饲料的应用前景及展望

微生物发酵农作物秸秆生产蛋白饲料前景广阔。我国虽是农业大国,但人多、地少,粮食生产不足,饲用粮短缺。加之我国草地面积虽大,但由于天灾人祸,造成草原严重退化,饲草不足制约了畜牧业的发展。因此,开发利用微生物发酵农作物秸秆生产蛋白饲料是解决畜牧业饲料不足的有效途径之一。

14 位农业专家在 1990 年提出了发展秸秆畜牧业的建议,党中央对此做了“充分利用秸秆养畜,可以大大节约草料,潜力很大,值得重视”的批示。近年来,国家领导对此均有重要讲话或批示。1996 年国务院办公厅转发了农业部《关于 1996 年~2000 年全国秸秆养畜过腹还田项目发展纲要》,《发展纲要》指出,到 2000 年我国饲料秸秆将占秸秆总量的 40% 以上,国家级养畜示范县要由 1995 年的 119 个增加到 400 个^[10]。

微生物发酵农作物秸秆的应用方向主要有以下几个方面:一是用微生物发酵农作物秸秆,提高农作物秸秆的消化率,以用作草食牲畜的基础饲料;二是以农作物秸秆为能量,经微生物发酵生产单细胞蛋白,可作为

蛋白饲料;三是利用微生物发酵储存农作物秸秆,以用作草食牲畜的饲料^[3]。

从秸秆生物转化的目的性看,半纤维素和木质素的降解比纤维素的降解更有意义。利用工程菌将木质素转化为单细胞蛋白的主要途径有:一是将木质素酶基因导入酵母中,使其获得直接利用木质素的功能,在好氧条件下生产酵母细胞。二是筛选开发高纤维素酶活性的优良菌株,生产高效的酶制剂,用于水解木质素、纤维素成为单、低糖分子,经酵母等微生物发酵生产菌体蛋白。基于上述研究进展及现状,有关微生物发酵生产蛋白饲料的近期研究开发重点拟侧重于以下几方面。1)对木质素、纤维素酶基因的结构组成及调节机制的研究;2)对木质素、纤维素酶的分子结构及作用机理的研究;3)对热纤梭菌及热解糖梭菌的分离、改造及开发研究;4)采用分子生物学方法构建具有木质素解聚糖酶基因和纤维素酶基因的工程菌;5)有关微生物发酵农作物秸秆生产蛋白饲料生产配套工艺的研究。

目前我国秸秆利用率还很低,开发研究潜力还很大。而微生物发酵秸秆技术可谓是农业生物技术的重要组成部分,是农业微生物理论成果走向实际应用,创

造经济效益的纽带。可以预见,随着研究的深入,微生物发酵农作物秸秆生产蛋白饲料的应用前景必定是更加广阔的。

参 考 文 献

- [1] 李泓泉. 饲料博览, 1992, 2: 46.
- [2] 戴其华, 徐宣锋. 饲料工业, 1992, 13(6): 35~36.
- [3] 王加启. 国外畜牧科技, 1997, 24(1): 8~9.
- [4] 李云龙, 郑秋鹏, 李景鹏等. 东北农业大学学报, 1996, 27(3): 306~311.
- [5] 吉增福, 景耀先, 刘泽庭等. 当代畜牧养殖业, 1996, 7: 23~24.
- [6] 张博润, 刘玉方, 陈玉梅. 微生物学通报, 1996, 23(3): 136~138.
- [7] 徐坚平, 刘均松, 孔 维等. 微生物学通报, 1995, 22(4): 222~224.
- [8] 韩建林, 王 锋, 张丽芹. 饲料博览, 1997, 9(1): 19~20.
- [9] 章练红, 李殿珍. 饲料研究, 1993, 3: 32~34.
- [10] 国务院办公厅转发农业部关于全国秸秆养畜发展纲要. 饲料与畜牧, 1997, 1: 4.