

# 添加里氏木霉和植物乳杆菌对菊芋渣发酵饲料营养价值的影响

孙亚楠 李梅 谈姿彤 路力榕 陈芊芊 任海伟 兰州理工大学 生命科学与工程学院 甘肃兰州 730050

**摘要:**为探究不同添加剂对菊芋渣固态发酵饲料的营养价值影响,研究比较了不同添加量里氏木霉(0.1%和0.2%)对菊芋渣青贮发酵后营养价值的影响。在此基础上,进一步探究了里氏木霉与植物乳杆菌复合添加进行固态发酵后的营养组分差异性。结果表明,同时添加里氏木霉和植物乳杆菌对菊芋渣发酵饲料的营养价值改善作用明显,有机组分分别为粗脂肪2.485%,粗蛋白15.747%,总糖48.915%,酸性洗涤纤维36.530%,中性洗涤纤维40.311%。与原料相比较,添加剂的加入可有效地提高菊芋渣发酵饲料的营养价值。

**关键词:**菊芋渣;青贮发酵;添加剂;饲料;营养组分

我国是一个农业大国,近年来食品加工领域得到迅速发展,精细化在农产品加工中体现更加具体,因此产生了薯渣、菊芋渣等大量食品加工残渣。据已有报道显示,这些副产物中都含有较为丰富的营养物质,并且利用价值极高。对其加以利用可加强国家生态资源的可持续发展。同时我国也是畜牧业养殖大国,畜牧业的良性发展离不开优质的饲料资源<sup>[1]</sup>。目前,我国饲料工业在国民经济结构中起到了举足轻重的作用,促进其快速发展具有显著的经济和社会效益<sup>[2]</sup>。

菊芋俗名洋姜,又可被称为菊姜、鬼子姜等,在很多地区都有种植。它的抗逆性极强,在多种极端环境下(干旱、贫瘠、盐碱)能很好地生长,且其具有很好的营养价值<sup>[3]</sup>。近年菊粉工业迅速兴起,菊芋渣为菊粉加工过程中的副产品,含有淀粉、纤维素、优质蛋白等多种可利用的重要资源。但目前,菊芋渣基本都在经过简单的初加工后饲喂牲畜,一部分菊芋渣并未进行营养优化的加工处理就

被作为牲畜饲料出售,因此菊芋渣没有得到充分利用。近年来,关于菊芋秸秆用于青贮以及添加剂对其发酵质量影响的研究也逐渐增多,但有关添加剂对其菊芋渣固态发酵品质的影响研究还相对较少。任海伟等对其混合青贮饲料(白酒糟与菊芋渣)进行了全面研究,对比其发酵质量以及发酵前后的微生物菌群多样性<sup>[4]</sup>,发现两种残渣能通过生化互补的特性发挥协同效应达到高质量青贮饲料。闫琦通过对不同生长期菊芋茎叶添加乳酸菌青贮发酵质量影响的研究<sup>[5]</sup>,发现在菊芋开花期添加乳酸菌进行青贮,可使高寒牧区不同菊芋品种的茎叶发酵品质提高。

鉴于此,本研究着重对菊芋渣进行不同添加剂单因素固态发酵和复合发酵后的成分进行分析和营养评价,其目的是通过实验寻找到较适宜的添加剂种类和剂量,并利用微生物添加剂来提高菊芋渣发酵饲料的营养和利用价值,合理的利用好生产菊粉所产生的菊芋渣资源,提高附加值。



## 1 材料与amp;方法

### 1.1 材料与试剂

#### 1.1.1 试验材料

试验所用菊芋渣原料来源：白银熙瑞生物工程有限公司。试验中所用的添加剂（里氏木霉及植物乳酸杆菌液）来源：武汉东源科技有限公司。

试验中所用溶液均为分析纯（AR），主要试剂如下：氢氧化钠（NaOH），天津市德恩化学试剂有限公司；硫酸（H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>），南阳市裕龙纺织化工有限责任公司；萘酚，天津市大茂化学试剂厂；十二烷基硫酸钠（C<sub>12</sub>H<sub>25</sub>NaSO<sub>4</sub>），郑州兴昂化工有限公司；丙酮，苏州佰德化工有限公司。

#### 1.1.2 仪器与设备

数显恒温水浴锅 HH-2（江苏荣华仪器制造有限公司）；微型植物样品粉碎机；电热恒温鼓风干燥箱 GZX-9240 MBE（上海博讯实业有限公司医疗设备厂）；SBA-40X 生物传感分析仪（山东省科学院生物研究所）；氨基酸分析相色谱仪 Ag1100，美国安捷伦公司。

### 1.2 菊芋渣青贮发酵的试验设计

采用单一添加剂，设计 2 个添加量水平，分别为 0.1%、0.2%，再设计了 1 种复合添加剂。将不同添加剂均匀喷洒在等量的菊芋渣表面，进行青贮固态发酵 2 个月，3 个添加剂青贮组分别命名 H-1、H-2、O，对照组（P）喷洒相同体积蒸馏水。添加方案详见表 1。

表 1 添加剂的添加方案

添加剂	水平	样品编号
里氏木霉	0.1%	H-1
	0.2%	H-2
植乳乳杆菌 + 里氏木霉	0.8%+0.2%	O
菊芋渣原料	无添加剂	P

### 1.3 饲料样品预处理方法

把发酵后的菊芋渣饲料从青贮容器中取出，置于干燥仪器中烘干。烘干后的饲料放入粉碎机将其粉碎，最后过 40 目筛。处理好的粉末用密封袋装好后放置阴凉且干燥的地方备用。

### 1.4 分析方法

水分测定参照 GB 50093-2010<sup>[7]</sup>；灰分测定参照 GB 50094-2010<sup>[8]</sup>；蛋白质参照 GB 50095-2010<sup>[9]</sup> 进行测定；脂肪测定时采用索氏抽提法；用萘酚比色法对总糖含量进行测定；NDF 测定参照 GB/T 20806-2006；ADF 测定参照 NYT 1459-2007<sup>[10]</sup>。

### 1.5 数据分析方法

用 Excel 软件绘制图表，对其相应化学成分对比分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 菊芋渣发酵饲料主要成分含量分析

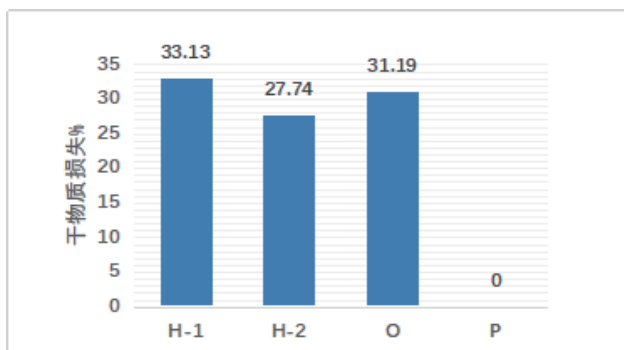
在探究添加剂对菊芋渣青贮过程营养价值的影响实验中，测定了菊芋渣饲料中主要成分如表示 2 所示。

表 2 菊芋渣饲料主要成分含量（以干物质计，%DM）

	干物质损失	灰分	粗脂肪	粗蛋白	总糖	ADF	NDF
H-1	33.13	16.504	2.538	17.497	43.716	40.507	48.050
H-2	27.74	15.156	2.673	17.088	43.194	49.253	46.879
O	31.19	16.124	2.485	15.747	48.915	36.530	40.311
P	0.00	7.479	0.550	10.499	132.38	25.539	31.010

饲料在发酵过程中需要利用原料中的物质才能保证微生物的正常发酵，因此发酵原料中干物质的损失量是影响发酵饲料营养价值的一个重要指标。由图 1 可知，与对照组相比，固态发酵处理的样品干物质的损失发生了较大变化，分析比较每种添加剂的干物质损失，损失率较小的为 H-2。

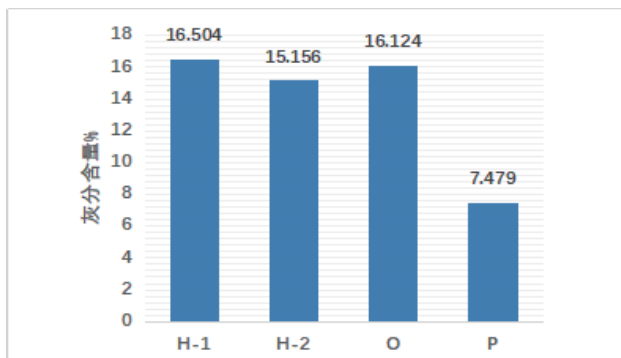
图1 干物质损失量



## 2.2 灰分含量的比较

灰分含量是饲料质量控制的重要指标。饲料中的粗灰分主要有钙、磷、钠、氯、镁、铁、硫、碘、锰、铜、钴、锌等。物料会在高温作用下发生非常复杂的物理和化学反应，最后导致有机物挥发，而残留的物质即为灰分（无机盐和氧化物等无机物质）。饲料中对灰分含量的影响如图2所示。经过添加剂处理的样品灰分含量明显增加，含量基本在15%左右，其中灰分含量增加最大的H-1为16.504%，对照组的样品灰分含量仅为7.479%。

图2 灰分含量

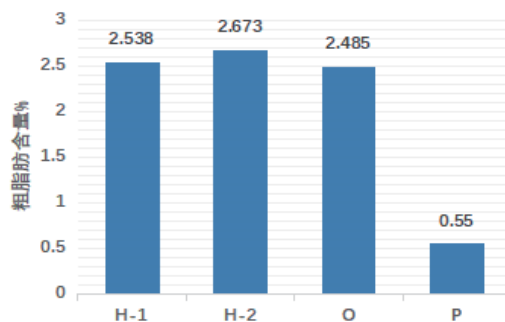


## 2.3 粗脂肪含量的比较

脂肪是饲料中的能量载体，每kg脂肪所提供的热量是碳水化合物的2.25倍，不同添加剂对菊芋渣发酵过程中脂肪含量的影响如表4所示。经过添加剂处理过的菊芋渣的脂肪含量明显提高，无添加剂处理的菊芋渣脂肪含量仅在0.55%，根据中国饲料及营养价值表，一般饲料中粗脂肪基

本能达到1%以上。经过添加剂处理的菊芋渣饲料的粗脂肪含量都能超过1%，可见发酵后的菊芋渣饲料的粗脂肪含量得到了明显提高，从而强化了饲料的营养价值。

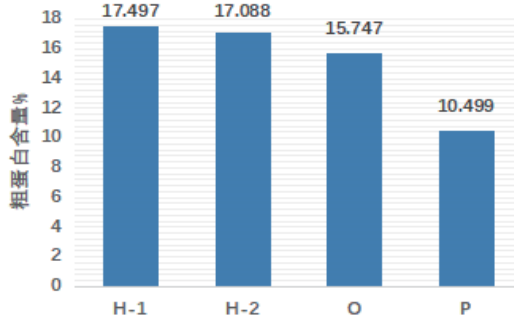
图3 粗脂肪含量



## 2.4 粗蛋白含量的比较

粗蛋白含量是评定饲料营养价值的重要指标之一，蛋白质饲料要求粗蛋白含量达到20%以上。蛋白质不能被脂肪、糖类及其他营养物质所代替，它对生长发育以及生命维持的其他方面均起着特殊作用。添加剂对菊芋渣发酵过程中总氮含量的影响如图4所示。和对照组相比，经过添加剂处理之后的菊芋渣饲料的粗蛋白含量发生了明显变化。

图4 粗蛋白含量



## 2.5 酸性洗涤纤维含量的比较

ADF是将原有饲料中脂肪、糖类、蛋白质等成分用酸性洗涤剂除去后，所残留的纤维素、少量硅酸盐、木质素等不溶性物质的总称<sup>[1]</sup>。ADF是饲料中动物难以消化的一部分，这类物质过多会影响动物的消化吸收。添加剂对菊

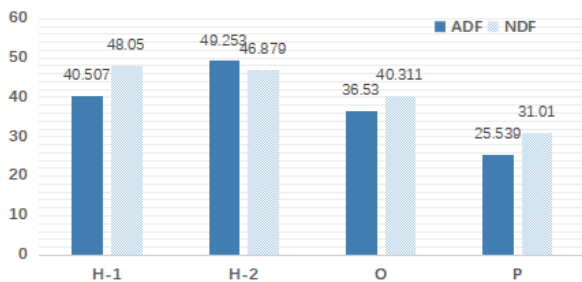


芋渣饲料酸性洗涤纤维的含量影响如图 5 所示, 与对照组相比, 经过 O 组处理过的菊芋渣饲料中的酸性洗涤纤维含量最低, 为 36.530%。

### 2.6 中性洗涤纤维含量的比较

NDF 是将原有饲料中脂肪、糖类、蛋白质等成分用中性洗涤剂除去后, 所残留的纤维素、半纤维素、木质素等不溶性物质的总称<sup>[11]</sup>。NDF 的含量多寡直接影响动物的消化吸收。添加剂对菊芋渣饲料中性洗涤纤维的含量影响如图 5 所示。与对照组相比, 经过 O 组处理的菊芋渣饲料样品中的中性洗涤纤维含量为 40.311%。

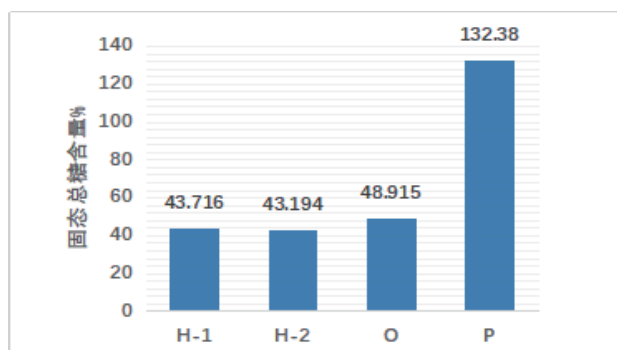
图 5 纤维含量



### 2.7 固体总糖含量的比较

固态总糖作为饲料能量物质的提供, 含量越高营养价值相对来说越好。不同添加剂对菊芋渣在青贮过程中的固态总糖含量的影响如图 6 所示。和对照组相比, 经添加剂处理的菊芋渣饲料中固态总糖含量明显减少, 利用植乳 + 里氏木霉处理对菊芋渣饲料固态总糖影响最小。

图 6 固态总糖含量



## 3 结论

(1) 从干物质损失率、灰分含量、粗脂肪三方面来看, 采用 H-2 (0.2% 里氏木霉) 单一添加剂对饲料效果最佳, 其干物质损失率为 27.74%, 灰分含量 15.156% 及粗脂肪含量达 2.637%。固态总糖、NDF、ADF 均为采用 O (植乳杆菌 + 里氏木霉 0.8%+0.2%) 的效果最为理想, 其含量分别为 48.915%, 36.530% 及 40.311%。

(2) 从多种营养组分角度综合考虑, 确定采用植物乳杆菌 + 里氏木霉复合添加剂对提高菊芋渣营养价值效果较为理想。

(3) 发酵菊芋渣饲料在经添加剂作用后其中的粗脂肪、粗蛋白等多种成分含量增加, 可以有效地改善它的营养和饲喂价值。■

## 参考文献

- [1] 邱孜博. 我国畜牧业的发展现状和存在问题 [J]. 今日畜牧兽医, 2021, 37(02): 83.
- [2] 王征南. 中国饲料产业发展政策研究 [D]. 中国农业科学院, 2003.
- [3] 章法源, 邵扬. 临夏高寒阴湿地区洋姜栽培技术 [J]. 农业科技通讯, 2018(07): 312-313.
- [4] 任海伟, 王莉, 朱朝华, 孙安琪, 王治业, 李金平, 李志忠. 白酒糟与菊芋渣混合青贮发酵品质及微生物菌群多样性 [J]. 农业工程学报, 2020, 36(15): 235-244.
- [5] 闫琦, 王宪举, 魏海燕, 吕世奇, 张娇娇, 丁路明. 乳酸菌添加剂对不同生长期菊芋茎叶青贮发酵品质的影响 [J]. 草业科学, 2019, 36(02): 540-547.
- [6] 张维, 李雪雁, 张秀兰. 菊芋渣蛋白氨基酸组成分析及其功能性研究 [J]. 农业机械, 2011(26): 150-153.
- [7] 国家标准化管理委员会. GB 50093-2010. 食品中水分的测定 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
- [8] 国家标准化管理委员会. GB 50094-2010. 食品中灰分的测定 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
- [9] 中国国家标准化管理委员会. GB 50095-2010. 食品中蛋白质的测定 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
- [10] 全国技术工业标准化技术委员会. NY/T 1459-2007. 饲料中酸性洗涤纤维含量的测定 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- [11] 李泽民, 张晨, 张桂国, 张崇玉. 应用聚酯网袋测定饲料中中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维含量的可行性研究 [J]. 动物营养学报, 2020, 32(12): 5967-5975.