

## 用双孢蘑菇将动物粪便和作物秸秆 转化成饲料的初步研究<sup>①</sup>

李秀金<sup>②</sup>

韩鲁佳

(中国农业大学农业生物环境工程实验室) (中国农业大学非常规饲料研究所)

崔引安 张森文

(中国农业大学农业生物环境工程实验室)

**摘要** 对双孢蘑菇在鸡粪-麦秸培养料上不同生长阶段培养料基质组分作了检测,并对基质饲料的价值作了评定。结果表明,用刚出菇芽时的培养料作饲料效果较好,生产成本较低。此时培养料的粗蛋白含量由接种时的 9.68% 提高到 10.70%,而粗纤维含量却由 34.4% 降低到 20.1%,从而提高了粪草作为饲料的价值。

**关键词** 粪草; 双孢蘑菇; 降解; 饲料

**中图分类号** S816.69; S816.53

## Converting Animal and Crop Wastes to Feed With *Agaricus Bisporus*

Li Xiujin

Han Lujia

(Lab. of Agri. Bioenviron. Engi., CAU) (Non-Conventional Feed Institute, CAU)

Cui Yin'an Zhang Senwen

(Lab. of Agri. Bioenviron. Engi., CAU)

**Abstract** In terms of *A. Bisporus*' characteristic of degrading and digesting manures and crop stalks, a unique idea of using *A. Bisporus* to convert animal manures and crop stalks to feed was advanced. The component contents of "chicken manure-wheat stalk" substrate at different growing stages throughout cultivation period were tested, and the feed values of substrates at various growing stages were evaluated, it can be seen that the feed value of substrate was better when sprouts just emerge from substrate surface, at this time, the coarse protein content of substrate was increased slightly but the coarse cellulose content decreased greatly, the feed value of manure and straw, therefore, was improved.

**Key words** manure and straw; *A. Bisporus*; degradation; feed

在实际生产中,蘑菇培养料一般采用粪草堆肥,其原料主要是动物粪便和作物秸秆。在蘑菇的整个生长过程中,菌丝体会不断地分泌各种胞外酶来分解粪便和秸秆以获取自身所需的

收稿日期:1996-08-30

①国家“九五”攻关课题“秸秆开发利用”之子课题

②李秀金,北京清华东路 17 号中国农业大学(东校区)213 信箱,100083

营养和能量。富含蛋白质的菌丝体在培养料中大量繁殖生长,可提高培养料的蛋白质尤其是真蛋白的含量,同时胞外酶的降解作用又可降低培养料的木质纤维素的含量,因而可提高培养料作为饲料的价值<sup>[1,2]</sup>。根据双孢蘑菇的上述特点,笔者试图用它直接将动物粪便和作物秸秆转化成饲用价值较高的饲料。首先,测定了蘑菇不同生长阶段培养料的基质组分,以确定用哪个阶段的培养料作饲料其饲用价值较高而生产成本又比较低;然后进行第2阶段试验,即把蘑菇菌种再次接种到培养料上,把它们培养生长到该阶段时即停止培养,直接用此时的培养料作饲料。

## 1 双孢蘑菇生长过程中培养料基质组分的变化

蘑菇生长有其自身的营养需求,一般的营养源包括碳源、氮源、无机盐和生长素类等。其中需求量最大的是碳源和氮源,而无机盐等养分因需量不大,只需少量添加甚至完全不需添加。碳是构成细胞的物质和提供蘑菇生长发育所需要的能量,主要来自培养料中的纤维素、半纤维素、木质素和淀粉等。氮是合成蘑菇细胞蛋白质和核酸的主要原料,对粪草堆肥培养料而言主要来自动物粪便。除了一定量的碳源和氮源外,碳与氮还需有一定的比例,对蘑菇而言,发酵前以30~33:1,发酵后以17:1左右为宜,这个配比是根据长期研究与生产实际确定的<sup>[1]</sup>。本试验中使用的培养料配料如表1。

表1 蘑菇培养料原料配比

原 料	加入量/t	含水率/%	$m(C)/t$	$m(N)/t$
鸡粪	20	70	0.246	0.078
麦秸	25	15	9.99	0.102
尿素	0.2			0.092
硫酸铵	0.3			0.064
碳酸钙	1.0			
硫酸钙	1.0			
合计	47.5		10.236	0.336

说明: $m(C)/m(N)=30.5:1$ 。

原料配好后经过2次发酵才可接种,为的是首先降解部分成分使之分解成易于消化的物质,同时也是为了脱除臭味,灭杀虫卵和野草籽,为蘑菇生长提供营养丰富而又无有害杂菌的培养料。原料经2次发酵后,营养成分有很大变化。实际生产中关心的是二次发酵后的培养料,因为蘑菇菌种是直接接种在二次发酵料上的,但是,它是由原料经一次发酵后再发酵1次才得到的;因此,原料和一次发酵对它重要的影响。在本研究中,采用条垛一次发酵,而二次发酵在菇房内进行。经2次发酵培养料养分的变化情况如表2。

表2 2次发酵后培养料养分(质量分数)的变化 %

阶 段	粗灰分	粗蛋白	粗脂肪	纤维素	半纤维素	木质素	无氮浸出物	堆料与起始干物质质量比	$m(C)/m(N)$
(原 料)	35.0	7.06	2.10	20.1	18.5	8.5	8.7	100.0	30.5:1
一次发酵料	39.8	7.53	1.80	19.3	16.0	13.7	2.1	87.5	20:1
二次发酵料	46.8	9.68	0.50	13.1	10.2	11.1	8.6	74.4	18:1

在二次发酵料上接种蘑菇菌种,按通常的生产方式进行培养管理直至采菇结束,对蘑菇几

个典型生长阶段的培养料基质组分进行了检测分析,其结果如表 3 所示。可以看出,在蘑菇整个生长过程中,粗蛋白含量经历了一个先增加然后又逐渐减小的过程,粗灰分和无氮浸出物的含量一直呈上升趋势,而粗纤维和粗脂肪的含量始终是不不断减小的,这些变化的趋势与平菇在棉籽壳培养料上生长时的情况基本相同<sup>[9]</sup>,只是量上存在区别。这些变化都是由于菌丝体的生长以及子实体的形成降解并消耗培养料基质而引起的。这里对纤维素、半纤维素和木质素的降解情况进行了更为详细的检测。

表 3 蘑菇不同生长阶段培养料饲料成分(质量分数)的检测结果 %

生长阶段	培养时间/d	粗灰分	粗蛋白	粗脂肪	粗纤维	纤维素	半纤维素	木质素	无氮浸出物	基质与起始干物质的质量比
接种(二次发酵后)	0	46.8	9.68	0.50	34.4	13.1	10.2	11.1	8.6	100
菌丝长满(覆土)	18	49.2	10.7	0.41	24.9	9.0	6.8	9.1	11.0	95.2
刚出菇芽时	35	51.3	10.63	0.35	20.8	7.8	5.3	7.7	16.9	91.2
一茬菇后	42	55.8	9.55	0.43	16.9	6.0	3.6	7.3	17.3	83.9
二茬菇后	54	57.7	9.40	0.36	14.1	4.5	2.8	6.8	18.4	81.1
尾菇	76	59.8	9.45	0.34	12.7	4.5	1.4	6.8	17.7	78.2

从表 3 可以发现,木质素在菌丝形成阶段(出菇芽前)消耗得比较多,由 11.1% 降解到 7.7%,之后至采菇结束降解量变化不大,这说明木质素主要是在菌丝体形成阶段被消耗掉的,而纤维素和半纤维素在整个生长过程中似乎一直都是以一定的速度持续地降解着。蘑菇的这种降解木质纤维素的特性对提高培养料的饲料价值非常有用,因为它使本来不易消化甚至根本不能消化的木质纤维素降解成了易于被动物消化吸收的成分:纤维素、半纤维素被降解成了葡萄糖、木糖、阿拉伯糖等单糖,而木质素则被降解为醛和酸等。培养料中无氮浸出物的含量也因此得到提高,这些增加的成分大多可被动物消化吸收,它们的增加提高了培养料作为饲料的价值<sup>[4,5]</sup>。

## 2 蘑菇不同生长阶段培养料饲料价值的评价

由前面的分析可以看出,不同生长阶段培养料各组分的含量是变化的。例如,在菌丝长满时,培养料的粗蛋白含量最高,但木质纤维素降解得并不多,尾料的粗蛋白含量不高,但木质纤维素的含量却较低。这些变化趋势与平菇在棉籽壳培养料上生长时基质饲料成分变化的情况基本相同,因此仍确定用刚出菇芽时的培养料作饲料。在二次发酵料上(与上述配料相同)再次接种蘑菇菌种,按正常生产培养至 35 d 时培养料中开始有菇芽长出,此时停止培养,除去表层覆土,把培养料从菇床上取出,晒干后粉碎成麸糠状,再次取样化验其饲料成分(见图 1)。

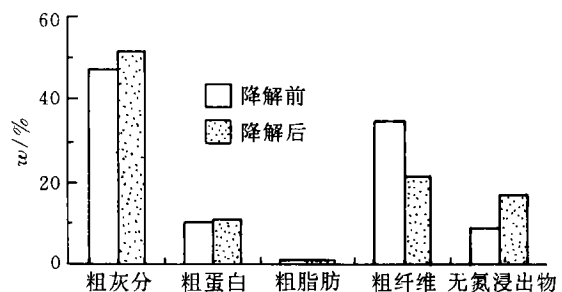


图 1 用蘑菇降解前后培养料饲料成分(质量分数  $w$ )的变化

图 1 显示,经蘑菇降解后,培养料的粗蛋白由接种时的 9.68% 提高到 10.70%,而粗纤维含量却由 34.4% 降低到 20.1%,无氮浸出物的含量增加了近 1 倍。此外,蘑菇培养料还具

有蘑菇特有的风味,可提高适口性,初步饲喂试验显示猪、牛爱吃,适量添加时采食量未见减少。这种饲料的主要缺点是粗灰分含量过高,为了不使之影响培养料的饲料价值,在以后的试验中可通过改变培养料原料配方来尽量降低其含量。

### 3 结 论

1)根据粪生食用真菌的营养需求和生长特点,提出了利用粪生双孢蘑菇将动物粪便和作物秸秆转化成饲用价值较高的饲料这一新的思路,为作物废弃物的处理与开发利用探索了一条新的可能的途径。

2)通过对蘑菇在鸡粪-麦秸培养料上不同生长阶段培养料基质组分含量变化的检测,发现用刚出菇芽时的基质作饲料,其营养价值较好,此时与接种时相比,基质的粗蛋白含量提高了10.5%,而粗纤维含量却降低了41.6%,无氮浸出物的含量增加了近1倍,因而提高了粪草培养料作为饲料的营养价值。存在的主要问题是粗蛋白含量提高得不明显,粗灰分含量过高。

3)只对蘑菇降解后的鸡粪-麦秸培养料的饲料价值作了初步评价,尚未进行饲喂试验,因此还有许多问题需要进一步探讨。此外,除了可以降解鸡粪麦秸外,双孢蘑菇在其他粪草上也可生长,因此,是否可以用双孢蘑菇将其他动物粪便和作物秸秆转化成饲料,以及是否可以筛选出比双孢蘑菇降解能力更强的其他粪生食用真菌也还值得进一步研究。

### 参 考 文 献

- 1 陈士瑜. 食用菌生产大全. 北京:农业出版社,1988,5~50,250~400
- 2 Wood P W. Fruiting of *agaricus bisporus*: changes in extracellular enzyme activities during growing and fruiting. *Arch of Microbiol*,1977,114:161~165
- 3 李秀金,韩鲁佳,崔引安,等. 用平菇将作物废弃物转化成饲料的初步研究. *中国农业大学学报*,1977,2(2):69~72
- 4 Shatma H S S. Analysis of the components of lignocellulose degraded by *agaricus bisporus* and *pleurotus ostreatus*. *Thermochimica*,1990,173:241~252
- 5 Zadrazil F. Conversion of straw into feed by basidiomycetes. *Eur J of App Microbiol*,1977,4:273~281