



**本科毕业论文**

|  |
| --- |
| **发酵\*\*\*\*对\*\*\*\*\*成分的影响**  **三**号，黑体，加粗，居中 |
|  |

**姓名**

**2018\*\*\*\*\*\*\*\***

|  |  |
| --- | --- |
| 指导教师 | **\*\* 教授**  **\*\* 讲师** |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 学院名称 |  | **动物科学学院** | 专业名称 |  | **动物科学** |
| 论文提交日期 |  | 2022年5月4日 | 论文答辩日期 |  | 2022年5月10日 |

摘 要

人畜争粮、蛋白质原料短缺是困扰我国饲料行业发展的重要问题之一。我国茶渣产量丰富，但资源化利用程度较低，且成本高昂；\*\*\*食杂性强，能将各类生活废弃物通过生物转化的方式转变为昆虫蛋白运用于养殖业中，但其转化效率和营养成分与其饲养养分（基质）密切相关。因此，本研究拟通过探究发酵茶渣营养成分对营养成分的影响，以评估在资源化利用方面的可行性和生物学价值。本试验设置三个实验组，分别为对照组（厨余垃圾组）、未发酵渣组和发酵组。对\*\*\*烘干粉碎后，采用常规饲料营养成分分析方法分别对发酵饲料和虫体蛋白质、脂肪、灰分、水分营养相关指标进行测定。结果表明：（1）在发酵后蛋白质含量下降了33.73%（*P* < 0.05）；脂肪含量下降了20.50%；厨余垃圾的蛋白、脂肪含量要显著高于发酵前后的（*P* < 0.05）；（2）发酵前后的培养的蛋白质、脂肪含量并无显著差异，厨余垃圾饲喂的蛋白质含量较其他两组低约5.5%-6.5%，脂肪含量则显著高于其他两组，约为发酵组的5.7倍。综上所述，可以用于饲喂，而发酵与否对没有显著影响。

关键词：发酵 茶渣 营养成分

**Effects of Fermented \*\*\* on Nutrient Composition of \*\*\***

**Xu Xiaoqing**

（College of Animal Science, South China Agricultural University, Guangzhou, 510642, China）

**Abstract:** One of the key issues inhibiting the development of China's feed industry is the competition for grain between humans and livestock, as well as a scarcity of protein raw materials. Output of herbal tea residue in China is abundant, but resource utilization is poor and the price is prohibitive. *Hermetia illucens* (black soldier fly) can transform all kinds of domestic waste into insect protein. However, their transformation efficiency and nutritional composition are highly correlated to their feeding nutrients. In order to evaluate the feasibility and biological value of black soldier fly in the resource utilization of herbal tea residue, this research intended to investigate the influence of fermented herbal tea residue feeding on the nutritional composition of black soldier flies. In this experiment, three experimental groups were established, which were control group (kitchen waste group), non-fermented herbal tea residue group and fermented herbal tea residue group. The protein, fat, ash, and water contents were measured after drying and crushing the fermented feed and the black soldier flies. The results showed that after fermentation, the protein content of herbal tea residue decreased by 33.73% (*P* < 0.05), and the fat content decreased by 20.50%. The protein and fat content of kitchen waste was significantly higher than that of herbal tea residue before and after fermentation (*P* < 0.05). There was no significant differences in protein and fat content of black soldier flies fed with herbal tea residue before and after fermentation. The protein content of black soldier flies fed with kitchen waste was about 5.5%, 6.5% lower than that of the other two groups, and the fat content was significantly higher than that of the other two groups, about 5.7 times higher that of the fermentation group. To summarize, whether or not herbal tea residue is fermented had no effect on the nutritional components of black soldier fly larvae, and the nutritional value of black soldier fly larvae fed herbal tea residue is comparable to that of standard soybean meal, allowing it to be used in livestock and poultry production.

**Key words:** Fermentation Tea residue Nutrients

目 录

[1 前言 1](#_Toc11312)

[1.1 国内外饲料现状 1](#_Toc3606)

[1.2 \*\*\*\*的生产应用情况 1](#_Toc18263)

[1.3 研究目的与意义 1](#_Toc16108)

[2 材料与方法 2](#_Toc28050)

[2.1 发酵\*\*\*制备 2](#_Toc25378)

[2.2 \*\*\*饲养 2](#_Toc30941)

[2.3 试样处理与指标测定 2](#_Toc9117)

[2.3.1 粗脂肪的测定 2](#_Toc12791)

[2.4 数据处理及方差分析 3](#_Toc9162)

[3 结果与分析 3](#_Toc23967)

[3.1 基质指标测定结果 3](#_Toc4199)

[3.2 \*\*\*指标测定结果 4](#_Toc27818)

[4 讨论 4](#_Toc31164)

[4.1 基质营养成分分析 4](#_Toc11749)

[5 结论 5](#_Toc31871)

[参考文献 6](#_Toc6107)

[附录A 8](#_Toc5882)

[致谢 9](#_Toc13348)

华南农业大学本科生毕业论文（或设计）成绩评定表

# 1 前言

## 1.1 国内外饲料现状

根据联合国2015年的数据显示，到2050年，世界人口将增长至90亿,随之而来的是对动物性食物，如肉、蛋、奶的需求将逐渐增加（Makkar *et al.*, 2014; Wang *et al.*, 2020）。FAO（Food and Agriculture Organization of the United Nations，联合国粮食及农业组织）预估，全世界粮食产量需提升至70%~100%，其中农业生产的动物饲料和粮食产量预估需增长60%（Tilman *et al.*, 2011; Lalander, 2018）。而作为畜牧产业主要饲料来源的玉米、水稻、小麦和大豆等农作物产量的增长无法满足2050年预计所需的量，预期将分别短缺67%、42%、38%和55%（Tomberlin *et al.*, 2015）。可以预见，未来人畜争粮问题将日益突出，传统的蛋白质饲料资源，如豆粕、鱼粉等，其产量将远远无法满足人类和畜禽的需求（陈继发, 2020）。

## 1.2 \*\*\*\*的生产应用情况

经研究论证，餐厨余、猪饲料、中药渣等废弃物都能为黑水虻（*Hermetia illucens*）提供营养物质，从而转化为畜禽饲料（徐健, 2016; 刘瑜彬等, 2017）。根据前期收集的文献数据（如表1），徐健（2016）用于饲喂\*\*\*的猪饲料的营养水平，与陈奕业等（2020）测定的\*\*\*营养水平相趋近，粗蛋白和粗灰分甚至超过餐厨余的含量，但目前尚未有\*\*\*饲喂\*\*\*的相关研究。

表1 \*\*\*与\*\*\*摄食物质营养成分表（风干样基础）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 种类 | 粗脂肪（%） | 粗蛋白（%） | 粗灰分（%） | 参考文献 |
| 餐厨余 | 1.68 | 10.91 | 2.86 | （徐健, 2016） |
| 猪饲料 | 2.71 | 16.12 | 6.10 | （徐健, 2016） |
| 中药渣 | 3.62 | 11.50 | 1.31 | （刘瑜彬, 2017） |
| \*\*\* | 3.47 | 11.94 | 7.27 | （陈奕业, 2020） |

## 1.3 研究目的与意义

综上，基于国内外蛋白质饲料原料短缺、人畜争粮的大背景下，本试验利用\*\*\*食谱性广、虫体营养受基质营养成分含量影响等特质，以厨余垃圾为对照，尝试使用\*\*\*及发酵\*\*\*饲喂\*\*\*，以确定基质营养水平对\*\*\*营养成分的影响，并进一步探究\*\*\*将固废\*\*\*中残留的营养物质转化为虫体蛋白的可行性，以期能投入到畜禽生产中，为凉茶企业废弃物的回收利用和丰富饲料行业蛋白原料提供参考。

# 2 材料与方法

## 2.1 发酵\*\*\*制备

在初始pH值为7.57的\*\*\*中添加2%的蔗糖，并按照0.5%的接种量添加复合发酵菌剂（乳酸菌、酵母菌、枯草芽孢杆菌、粪肠球菌等多种益生菌及生物酶），搅拌均匀后，水分含量为70%，在常温下（25~37℃）密封发酵10 d，发酵湿度控制在75%左右。

从发酵袋中间取20 g发酵饲料鲜样，放入装有180 mL去离子水的洁净锥形瓶中，封口后置于4℃冰箱中浸提24 h，期间摇晃数次。经过8层纱布的粗过滤和定性滤纸的细过滤后，用pH计测定浸出液的pH值，pH趋近于4.9时说明发酵成功。

## 2.2 \*\*\*饲养

选取5日龄的\*\*\*幼虫，随机分为对照组（厨余组）、未发酵\*\*\*组、发酵\*\*\*组，每组分3个处理，每个处理3个重复，以重复为单位，每单位0.01 g虫卵（约100头5日龄幼虫）。

精确称取未发酵的茶渣、发酵\*\*\*和厨余垃圾各0.2 kg、0.4kg、0.6 kg置于塑料盆内，将5日龄幼虫投放于基质表面，在室温30℃、湿度60%的条件下饲养至半数化蛹，即营养成分达到高峰时回收。

## 2.3 试样处理与指标测定

将厨余垃圾、发酵前后的\*\*\*、回收的\*\*\*分别取样，置于65℃的烘箱内烘干48 h，回潮8 h，取出后研磨成粉，进行指标测定。

### 2.3.1 粗脂肪的测定

参照国家标准(GB/T 6433-2006)测定粗脂肪含量。

随机称取1 g试样，放入脂肪包中，捆上脱脂棉线，做好标号后放入103℃的烘箱内烘干，干燥时间为4 h。随后，放置于干燥器内冷却至室温后进行称重。

在索式抽提仪（上海新嘉电子有限公司，上海）中放入脂肪包，添加足量石油醚后置于恒温水浴锅中，开启冷凝，在50~52℃的环境中抽提8~12 h。抽提后倒出脂肪包，放置在通风处挥发石油醚10~15 min，在103℃烘箱中烘干2 h后在干燥器内冷却至室温，再次称重。

结果按以下公式计算：

m0：称取试样的重量，g；

m1：第一次烘干的脂肪包重量，g；

m2：第二次烘干的脂肪包重量，g；

m1- m2：抽提脂肪的量，即洗脱脂肪的量。

## 2.4 数据处理及方差分析

试验数据采用Microsoft Office Excel 2019软件进行处理，再用SPSS Statistics 26统计进行统计分析，用平均值（M）±标准误（S.E.）表示。采用SPSS Statistics 26中ANVOA进行单因素检验，其中多组均值采用Tukey法进行比较，以*P* < 0.05为显著性差异判断标准。

# 3 实验结果

## 3.1 基质指标测定结果

根据表2结果，发酵后的\*\*\*中蛋白质、脂肪、灰分分别为8.80%、1.90%、5.40%，均较发酵前含量有所下降，分别下降了33.73%、20.50%、28.38%，而水分上升了0.76%。

厨余垃圾的蛋白质含量为14.59%，分别较发酵前后的\*\*\*蛋白质含量高出9.86%、65.80%，均有显著的差异（*P* < 0.05）；厨余垃圾的脂肪含量远高于发酵前后的\*\*\*，约为两组\*\*\*脂肪含量的3~5倍。而厨余组的水分、灰分含量均低于发酵前后的\*\*\*，其中水分含量显著低于另外两组，约低出43%（*P* < 0.05），灰分含量低于发酵\*\*\*灰分含量32.04%、未发酵\*\*\*灰分含量51.33%。

表2 不同组饲料营养含量

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组别 | 蛋白质（%） | 脂肪（%） | 水分（%） | 灰分（%） |
| 厨余组 | 14.59±0.13a | 9.04±0.19a | 5.27±0.14b | 3.67±0.08c |
| 未发酵组 | 13.28±0.16b | 2.39±0.13b | 9.21±0.01a | 7.54±0.30a |
| 发酵组 | 8.80±0.10c | 1.90±0.13b | 9.28±0.04a | 5.40±0.11b |

注：结果以“平均值±标准误”表示，同列相同字母表示差异不显著，不同字母表示差异显著。

表2 不同组饲料营养含量（续表）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组别 | 蛋白质（%） | 脂肪（%） | 水分（%） | 灰分（%） |
| *P* | ＜0.05 | ＜0.05 | ＜0.05 | ＜0.05 |

注：结果以“平均值±标准误”表示，同列相同字母表示差异不显著，不同字母表示差异显著。

## 

## 3.2 \*\*\*指标测定结果

由图1可知，发酵组的蛋白质含量与未发酵组差异不显著，脂肪含量略高于未发酵组，提高了28.68%，但差异并不显著；发酵组的水分和灰分含量则显著低于未发酵组（*P* < 0.05），分别下降了8.37%和5.19%。

厨余组的蛋白质含量较其他两组蛋白质含量低约5.5%~6.5%，差异较显著（*P* < 0.05）,水分和灰分含量均显著低于其他两组（*P* < 0.05），厨余组的水分和灰分含量分别较未发酵组低了51.69%、70.86%，但脂肪含量则明显高于其他两组，约为发酵组的5.7倍。

Data 1

图1 不同组\*\*\*营养含量

相同字母表示差异不显著，不同字母表示差异显著。KW：厨余组；UF：未发酵组；FM：发酵组。

# 4 讨论

## 4.1 基质营养成分分析

根据表2的数据，经测定，\*\*\*发酵后营养物质含量降低，据此推测，实验采用的发酵条件可能并非最佳条件。\*\*\*营养价值最优化的发酵条件有待进一步探究。王少欢（2019）对三种中草药药渣发酵，就营养物质含量进行比较，探究发酵因素对于发酵产物的品质影响程度，得出发酵基质水分含量最能够影响中草药药渣的营养水平。据研究报道，一般包含中药渣的糟渣发酵的水分含量多为40%~60%（韦票, 2021）。而本试验中基质水分含量为70%，要高于常规的中草药药渣发酵水分。发酵基质含水量过高，会影响基质的透气、散热性能，从而抑制菌种的生长（袁明贵等, 2020）。

……

# 5 结论

1. \*\*\*经发酵后，蛋白质、脂肪、灰分均出现了不同程度的下降。两组以\*\*\*为基质的\*\*\*蛋白质、灰分含量均高于厨余组\*\*\*，脂肪含量则远低于厨余组\*\*\*。
2. 试验中发酵与否对\*\*\*蛋白质和脂肪含量上并没有显著影响，而水分和灰分含量则有显著下降。

参 考 文 献

安新城. \*\*\*生物处置餐厨废弃物的技术可行性分析[J]. 环境与可持续发展, 2016,41(03):92-94.

白海, 高阳, 刘丽敏, 等. 中药渣固态发酵前后蛋白质和多糖含量的变化[J]. 山西大同大学学报(自然科学版), 2021,37(01):84-87.

蔡影峰, 邢斯程, 廖新俤. \*\*\*幼虫生长发育速度的影响因素[J]. 家畜生态学报, 2021,42(07):86-90.

陈继发. \*\*\*在家禽生产中的应用研究进展[J]. 动物营养学报, 2020,32(09):3986-3992.

陈巍. 营养成分对\*\*\*肠道微生物的影响及幼虫对仔猪生长性能影响[D]. 广州: 华南农业大学, 2018.

胡俊茹, 何飞, 莫文艳. 采食不同有机废弃物\*\*\*幼虫饲料价值分析[J]. 猪业观察, 2019(Z1):76-80.

黎智华, 李华伟, 苏家宜, 等. 微生物发酵对五种中药渣营养价值的影响[A]//中国畜牧兽医学会动物营养学分会. 中国畜牧兽医学会动物营养学分会第十二次动物营养学术研讨会论文集[C]. 武汉: 中国畜牧兽医学会, 2016:699.

王少欢. 三种复配中草药药渣专用复合菌剂发酵条件的优化及效果研究[D]. 陕西: 西北农林科技大学, 2019.

于继英, 邓雪娟, 刘世杰, 等. 一种复合微生物发酵剂、使用该发酵剂制备的生物发酵饲料及其制备方法: CN108998391B[P]. 2021-12-28.

Barragan-Fonseca K B, Dicke M, van Loon J J A. Nutritional value of the black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) and its suitability as animal feed – a review[J]. Journal of Insects as Food and Feed, 2017,3(2):105-120.

Duzell, M. Hermetia illucens[EB/OL], Michigan: Animal Diversity Web, 2019. [2022-3-34]. https://animaldiversity.org/accounts/Hermetia\_illucens/.

Makkar H P S, Tran G, Heuzé V, *et al*. State-of-the-art on use of insects as animal feed[J]. Animal Feed Science and Technology, 2014,197:1-33.

Tomberlin J K, van Huis A, Benbow M E, *et al*. Protecting the environment through insect farming as a means to produce protein for use as livestock, poultry, and aquaculture feed[J]. Journal of Insects as Food and Feed, 2015,1(4):307-309.

Van Huis A, Van Itterbeeck J, Klunder H, *et al*. Edible insects future prospects for food and feed security[M]. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy: FAO, 2013:171.

Wang S Y, Wu L, Li B, *et al*. Reproductive potential and nutritional composition of *Hermetia illucens* (diptera: stratiomyidae) prepupae reared on different organic wastes[J]. Journal of Economic Entomology, 2020,113(1):527-537.

附录A

……

致 谢

本科生活一转眼也快要结束了。

感谢\*\*\*老师！从《\*\*\*\*\*》这门课开始，是我感觉我的大学生活有那么一点是我所期盼的样子。在\*\*老师的指导下，我进行了我人生第一次上台汇报，虽然十分慌张，但老师总是给我鼓励的眼神；我撰写了人生第一篇综述，在老师一次次地指导下，顺利发表，还拿到了人生第一笔稿费；我设计了人生第一个实验方案，虽然内容上不够成熟，但是很开心，在毕业之际，也顺利进行了这个实验，中途遇上很多困难，最终也无法亲手完成整个实验，但是一点点地看着自己的预想变成现实的样子，感觉真的很好，这大概也是我离学术最近的一次了吧。\*\*\*老师真的带我体验了很多很多第一次，细心地帮我修改论文，和我交流我幼稚的想法。很幸运本科生活能够遇见\*\*老师。

感谢\*\*师兄！对师兄，常常愧疚，时时感激。从修改我蹩脚的实验方案，到带着养虫子，师兄总是尽心尽力地忙前忙后的，想要教会我们更多知识。从大年初三写论文初稿开始，我便每天拿着我“愚蠢”的问题去请教师兄，师兄每次都给予我及时的回复，甚至还开了腾讯会议教我怎么使用数据处理软件。有时候也会在想，师兄不过比我们多学了一个学期不到的研究生课程，怎么懂得那么多知识。

感谢\*\*！带着我一起做大创，和我一起写综述，共同发表第二篇论文；在我考公的枯燥日子里，和我约饭，安抚我的情绪，甚至帮我完成了所有资格审核的材料；在实验方案撰写过程中也帮助我查阅了很多资料，提供了很多想法，鼓励我去做自己想做的。

感谢我的班主任\*\*\*\*老师！总是耐心听幼稚的我聊大学生活、聊未来规划。感谢\*\*\*老师！总是有求必应，循循善诱。感谢\*\*\*老师！在我开始怀疑认真也是一种错的时候，告诉我认真不是一件坏事。感谢\*\*\*和我一起完成这个实验！感谢\*\*\*师姐时时宽慰我、鼓励我！感谢\*\*\*\*\*支撑着我走过了每一个难过的时刻！感谢每个在大学里劝慰过我、帮助过我、甚至和我争吵过的人，帮助我一步步地成长！

可能中间这段感谢有点突兀，大概整篇致谢也存在着生硬的转折和神奇的脑回路。但我想表达的就是，虽然我觉得自己现在很糟糕，没有出路，没有规划，甚至没有方向。但一路走来，路上也是有许许多多的人向我伸出手，帮助我一步步向前，让我觉得自己也不是那么的不堪吧。心怀感激，继续走下去吧，相信有一天我能明白自己想要什么，让我的人生更有价值。

在大学入学前，被要求写一篇文章，我写了“希望四年后，当有人问我，一个人夜晚踟蹰路上的心情，我想起的不是孤独与路长，而是波澜壮阔的海和天空中闪耀的星光。”谢谢\*\*\*老师带我看到了学术领域的“海”与“星光”！

现在是疫情的第三个春天，希望下个春天，人们能够真正摆脱口罩，去看看祖国大好河山。也希望我能顺利找到自己的出路，于万物众生中认真做人，身怀赤诚行走于世界，自由又洒脱。