

# 蛹虫草在东乡黑鸡养殖生产中的应用

王月<sup>1</sup>, 付水产<sup>1</sup>, 刘曦冉<sup>1</sup>, 卢子龙<sup>1</sup>, 夏于婷<sup>1</sup>, 樊利群<sup>2</sup>, 刘新平<sup>1,3\*</sup>

<sup>1</sup>江西科技师范大学生命科学学院, 江西 南昌

<sup>2</sup>抚州市东乡区绿华种养殖有限公司, 江西 抚州

<sup>3</sup>江西省生物加工过程重点实验室, 江西 南昌

收稿日期: 2022年3月10日; 录用日期: 2022年4月11日; 发布日期: 2022年4月18日

## 摘要

以蛹虫草发酵菌粉为研究对象, 利用动物饲喂实验, 通过监测产蛋率、采食量常规指标的动态变化, 确定蛹虫草发酵菌粉作为饲料的最佳添加比例, 检测对照组与实验组的东乡黑鸡血清中IL-2、IL-4浓度, 考察将蛹虫草发酵菌粉作为饲料添加剂应用在东乡黑鸡养殖生产中的可行性。文章从蛹虫草及其生理功效、蛹虫草发酵菌粉添加剂在东乡黑鸡饲喂中的应用、蛹虫草发酵菌粉对东乡黑鸡养殖生产中的评价研究等方面进行阐述。

## 关键词

蛹虫草发酵菌粉, 东乡黑鸡, 饲喂实验, 应用

# Application of *Cordyceps militaris* in Breeding and Production of Dongxiang Black Chicken

Yue Wang<sup>1</sup>, Shuiguang Fu<sup>1</sup>, Xiran Liu<sup>1</sup>, Zilong Lu<sup>1</sup>, Yuting Xia<sup>1</sup>, Liqun Fan<sup>2</sup>, Xinping Liu<sup>1,3\*</sup>

<sup>1</sup>School of Life Science, Jiangxi Science & Technology Normal University, Nanchang Jiangxi

<sup>2</sup>Dongxiang Lvhu Farming Co., Ltd., Fuzhou Jiangxi

<sup>3</sup>Jiangxi Key Laboratory of Bioprocess, Nanchang Jiangxi

Received: Mar. 10<sup>th</sup>, 2022; accepted: Apr. 11<sup>th</sup>, 2022; published: Apr. 18<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

*Cordyceps militaris* fermented powder was used for animal feeding experiment. The optimum pro-

\*通讯作者。

文章引用: 王月, 付水产, 刘曦冉, 卢子龙, 夏于婷, 樊利群, 刘新平. 蛹虫草在东乡黑鸡养殖生产中的应用[J]. 农业科学, 2022, 12(4): 254-259. DOI: 10.12677/hjas.2022.124037

portion of *Cordyceps militaris* fermented powder as feed was determined through monitoring the dynamic changes of egg production rate and feed intake routine index. The levels of IL-2 and IL-4 in the serum were detected to investigate the feasibility of using *Cordyceps militaris* fermentative powder as feed additive in the production of Dongxiang black chickens. Thus, in this study *Cordyceps militaris* and its physiological effects, the application of *Cordyceps militaris* fermentation powder additive in feeding Dongxiang black chickens, and the evaluation of *Cordyceps militaris* fermentation powder in Dongxiang black chicken breeding were reviewed.

## Keywords

*Cordyceps militaris* Fermentation Powder, Dongxiang Black Chicken, Feeding Experiment, Application

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

蛹虫草俗称北冬虫夏草或北虫草，是虫草属的模式种，属于囊菌类的麦角菌目，麦角菌科，虫草属真菌[1]。天然蛹虫草是蛹虫草菌侵染鳞翅目、鞘翅目、双翅目等昆虫蛹或虫形成的子实体，多发现于温带、低海拔的林地[2]。由于野生蛹虫草资源匮乏且价格高昂，人们将目光转向了人工培养的发酵虫草菌粉[3]。蛹虫草发酵菌粉是从野生虫草中分离纯化得到的蛹虫草菌经发酵培养后所得到的干燥粉末，具有与天然蛹虫草子实体相似的化学成分和药理作用，且价格低廉[4]。从2020年7月1日起，中国正式进入饲料“禁抗”时代[5]，发酵蛹虫草菌粉类及蛹虫草米基也逐渐进入畜牧养殖人的视野[6]。蛹虫草兼具营养价值和药用价值，不仅能为机体提供营养物质，而且具有改善新陈代谢、免疫调节、增强抗病力、抗应激、促生长等作用，显著提高动物生产性能和产品品质，在畜禽养殖业将逐渐受到重视[3]。

## 2. 蛹虫草的活性成分及其功效

蛹虫草是复型真菌，在它的生活史中有性和无性两个生育阶段，一般的应用研究和工业生产都以无性型作菌种[7]。2011年，蛹虫草基因组获得解释[8][9]。随着科学技术的进步，从事蛹虫草人工栽培研究工作的科研单位及生产基地，都在不断探索和研究在大规模生产栽培中提高产量和活性成分含量的有效途径[10][11]。蛹虫草内含有的营养物质和活性成分很多，除常规营养物质外，还含有至少以下活性成分(表1)，特有活性物质主要有虫草素、虫草多糖、虫草酸等[6]。虫草素即3'-脱氧腺苷，是一种核苷类抗菌素，是高效的腺苷脱氨酶(adenosine deaminase ADA)抑制剂，具有抗菌、抗病毒、抗肿瘤、延缓衰老、免疫调节、改善新陈代谢、清除自由基等多种药理作用，有良好的临床应用前景[12]。虫草多糖是国际公认的免疫调节剂，能促进淋巴细胞转化，激活吞噬细胞，提高血清免疫球蛋白G(IgG)含量，提高免疫力，并能调节内分泌，增强机体对各种病原菌的抵抗力，还具有抗氧化、增强肝脏SOD的活性、促进脂质代谢、降低胆固醇的功效[3]。虫草酸可以改善微循环系统，将机体血糖水平的波动维持在稳定状态，具有抗自由基、降低颅内压的作用[13]，还能够促进排尿及机体的新陈代谢等[14]。蛹虫草发酵菌粉添加剂在未来的畜禽养殖领域具有广阔的应用前景，将蛹虫草发酵菌粉与蛋鸡日粮共同饲喂，减少、替代抗生素的使用，改善蛋鸡免疫调节系统，响应了绿色蛋鸡养殖理念的号召[6]。

**Table 1.** Possible active components in *Cordyceps militaris***表 1.** 蛹虫草中可能含有的活性成分

序号	类别名称	序号	类别名称
1	糖苷类	6	生物碱类
2	黄酮类	7	氨基酸类
3	噻吩类	8	油脂类
4	环肽类	9	萜类
5	皂苷类	10	甾酮

### 3. 蛹虫草发酵菌粉添加剂在东乡黑鸡饲喂中的应用

蛹虫草发酵菌粉以谷物作为基质,可不让其长出子实体,仅获得蛹虫草菌质,以降低生产成本,缩短发酵时间,其丰富的菌丝量足以保证蛹虫草特有的活性成分[15]。

项目组开展了蛹虫草发酵菌粉在东乡黑鸡养殖生产中的应用研究,以主料(大米)+营养液作为固态发酵菌粉基质,通过灭菌、接种、恒温培养、光照控制等工艺,待菌丝长满料面后,收集烘干,制成菌粉,作为东乡黑鸡饲料添加剂。以蛹虫草发酵菌粉为研究对象,利用动物饲喂实验,选择同批次 27 周龄的东乡黑鸡 120 羽,随机分配到 4 个处理组(表 2),每组 30 羽,每 10 羽为一个重复。实验期 30 d (不设立预饲期),5 羽鸡/笼,自由采食和饮水,日光照 12 h。据此考察将蛹虫草发酵菌粉作为饲料添加剂应用在产蛋东乡黑鸡养殖生产中的可行性,正试期内以重复为单位记录每天产蛋数、每 5 d 的采食量,通过监测产蛋率、采食量常规指标的动态变化,确定蛹虫草发酵菌粉作为饲料的最佳添加比例;利用 EA-01 多功能蛋品质测定仪直接测出第 30 d 对照组和各试验组所产鸡蛋的蛋黄颜色数据;同时,试验第 35 d 分别取对照组和各实验组东乡黑鸡各 2 只,鸡翅下静脉采集血液,通过检测血浆中的鸡白细胞介素 2 (IL-2)、白细胞介素 4 (IL-4)浓度来判断是否提高了蛋鸡的免疫力[16],明确蛹虫草发酵菌粉在产蛋东乡黑鸡养殖生产中的优势。

**Table 2.** Experimental design of animal feeding in groups**表 2.** 分组动物饲喂实验设计

组别	类别	实验期(d)	日粮添加蛹虫草发酵菌粉量(%)
A	对照组	30	0
B	实验组	30	6
C	实验组	30	9
D	实验组	30	12

### 4. 蛹虫草发酵菌粉对东乡黑鸡养殖生产中的评价研究

#### 4.1. 蛹虫草发酵菌粉添加量对产蛋率、采食量的影响

预试验的产蛋率,在东乡黑鸡日粮中添加蛹虫草发酵菌粉,对产蛋率有一定的影响,平均产蛋率略有下降,添加量分别为 6%、9%时,差异不显著( $P > 0.05$ ),当蛹虫草发酵菌粉添加量达到 12%时,第 10 d 后每日平均产蛋率下降差异显著( $P < 0.05$ ),不能达到东乡黑鸡正常产蛋率标准,严重影响产蛋性能。预试验鸡只平均采食量结果见表 3,从表中可以看出,使用蛹虫草发酵菌粉按照不同比例添加到东乡黑鸡日粮

中,随着蛹虫草发酵菌粉添加量增加,鸡只平均采食量下降。经分析,蛹虫草发酵菌粉粉碎过细,因为鸡在进食时很难食入。通过预试验可初步得出结论,东乡黑鸡日粮中添加蛹虫草发酵菌粉浓度过大会对蛋鸡的产蛋率产生一定的影响。产蛋率下降差异显著,这是由于蛹虫草中的类雄性激素成分对东乡黑鸡产蛋率有影响[2],或者由于单独添加一定量的蛹虫草发酵菌粉不能满足东乡黑鸡每日所需的营养物质。因此,蛹虫草发酵菌粉作为东乡黑鸡日粮的最佳添加比例应控制在10%以内,并酌情补充1%豆油[6]。

**Table 3.** Results of average feed intake of pre-test chickens (g/d)

**表 3.** 预试验鸡只平均采食量结果(g/d)

时间(d)	A 组	B 组	C 组	D 组
5	80.78 ± 0.73 <sup>a</sup>	78.61 ± 0.76 <sup>a</sup>	76.54 ± 0.81 <sup>a</sup>	74.82 ± 1.03 <sup>a</sup>
10	81.03 ± 0.56 <sup>a</sup>	79.36 ± 0.75 <sup>a</sup>	76.84 ± 0.76 <sup>a</sup>	73.79 ± 1.27 <sup>b</sup>
15	80.61 ± 0.68 <sup>a</sup>	78.89 ± 0.81 <sup>a</sup>	75.97 ± 0.83 <sup>a</sup>	70.93 ± 1.33 <sup>b</sup>
20	79.97 ± 0.82 <sup>a</sup>	78.13 ± 0.83 <sup>a</sup>	74.66 ± 0.96 <sup>b</sup>	68.59 ± 1.47 <sup>b</sup>
25	80.13 ± 0.65 <sup>a</sup>	79.38 ± 0.73 <sup>b</sup>	73.77 ± 1.39 <sup>b</sup>	67.91 ± 1.53 <sup>b</sup>
30	80.79 ± 0.57 <sup>a</sup>	77.96 ± 0.65 <sup>b</sup>	72.46 ± 1.51 <sup>b</sup>	66.17 ± 1.63 <sup>b</sup>

注:上标的小写字母 a 表示差异显著( $P < 0.05$ ),小写字母 b 表示差异极显著( $P < 0.01$ )。

#### 4.2. 蛹虫草发酵菌粉添加量对蛋黄色泽的影响

在卵形成期间,脂溶性色素沉积到蛋黄中形成蛋黄色泽,鸡只能合成这些色素,但要受到鸡只自身的状态、饲料、 $\beta$ -胡萝卜素、叶黄素以及饲养管理等一些因素的影响[17]。随着蛹虫草发酵菌粉添加量的增加,蛋黄的色泽逐渐变深。第15 d时,添加蛹虫草发酵菌粉各组蛋黄色泽与对照组出现差异极显著( $P < 0.01$ );添加9%蛹虫草发酵菌粉组蛋黄颜色与3%、6%之间也出现了差异显著( $P < 0.05$ );第25 d时,添加6%、9%蛹虫草发酵菌粉组蛋黄色泽与添加3%组间出现极显著差异( $P < 0.01$ )。衡量禽蛋质量的重要感官指标之一是蛋黄的色泽,是对蛋品的商品价值有一定的影响的重要指标,可以满足消费者对鸡蛋的喜好[18]。经分析,蛋黄色泽金黄是因为蛹虫草发酵菌粉中富含 $\beta$ -胡萝卜素、叶黄素等所致。

#### 4.3. 饲喂蛹虫草发酵菌粉对抗病性能的影响

通过检测对照组与各实验组的东乡黑鸡血清中IL-2、IL-4浓度,结果为:添加3%、6%、9%蛹虫草发酵菌粉组对比对照组IL-2浓度分别增加了17.6%、23.9%、31.2%;IL-4浓度分别增加了20.1%、22.7%、26.6%,由此说明蛹虫草发酵菌粉中活性物质对于东乡黑鸡的抗病性能具有一定的功效。研究表明:IL-2能够活化机体T细胞,促进细胞因子产生,刺激NK细胞增殖,增强NK杀伤活性及产生细胞因子,诱导LAK细胞产生,促进B细胞增殖和分泌抗体,激活巨噬细胞[19]。IL-4能够促进B细胞增殖、分化,诱导IgG和IgE产生,促进Th0细胞向Th2细胞分化,抑制Th1细胞活化及分泌细胞因子,协同IL-3刺激肥大细胞增殖等[20]。由此证明饲喂富含蛹虫草活性物质的蛹虫草发酵菌粉,一定程度上可以提升蛋鸡的抗病能力。

### 5. 展望

“虫草世界”是丰富多彩的,目前,自然界已认知的虫草类真菌约有1000种,从商业的角度来看,有冬虫夏草、蛹虫草、蝉花虫草及广东虫草等[21]。在中国,除冬虫夏草外,蛹虫草、蝉花虫草及广东虫草相继获批“新食品原料”,跨过了可以食用的安全门槛[22],这也为虫草的延伸和发展提供了更多的可

能性, 同样, 基于生产成本的考虑, 蛹虫草发酵菌粉添加剂在未来的畜禽养殖领域具有广阔的应用前景。饲料产业是养殖业的基础, 现代农业化发展对养殖业提出的要求也就是对饲料产业的要求, 中国是一个人口和资源大国, 现代经济日新月异的发展的同时也对养殖业提出了新要求, 因此绿色饲料产业的发展也是目前现代化建设的一项必然要求[6]。东乡黑鸡作为中国江西优良地方品种, 源于自然, 成于自然, 所产绿壳蛋纯洁、绿色[23]。华绿神蛋开发项目已列入江西省特色农业建设“241”发展规划和省农业开发龙头项目之一, 在定向遗传培育、良种选育, 种质资源保护方面取得了一定的成就[24]。随着生活水平的不断提高, 人们对鸡蛋品质的要求也越来越高, 不仅要求鸡蛋中的胆固醇含量低, 而且要营养价值和口感俱佳。低胆固醇鸡蛋的开发, 有助于突破目前禽蛋消费的最大限制瓶颈, 从而解决老百姓不敢多食用禽蛋的问题, 提高禽蛋的销售量。在老年病日渐流行的当今, 低胆固醇鸡蛋的开发还有助于降低心血管系统疾病、高血脂症和冠心病等老年人常见疾病的发生率[25]。相关研究表明: 虫草鸡蛋对比普通鸡蛋, 蛋黄色泽更黄、胆固醇下降, 无激素、无抗生素, 营养健康[26]。因此, 后续开展降低东乡黑鸡蛋胆固醇含量的研究和市场开发, 生产出了安全、美味的鸡蛋, 极具市场前景。

## 基金项目

江西省技术创新引导类(科技合作专项)计划项目(编号 20202BDH-80007)和江西科技师范大学国家级大学生创新训练计划项目(编号 202111318005)资助。

## 参考文献

- [1] 张姝, 张永杰, Shrestha Bhushan, 等. 冬虫夏草菌和蛹虫草菌的研究现状、问题及展望[J]. 菌物学报, 2013, 32(4): 577-597.
- [2] 胡丰林, 李增智. 虫草及相关真菌的次生代谢产物及其活性[J]. 菌物学报, 2007, 26(4): 607-632.
- [3] 张丽佳, 王贤玉, 陈贵才, 等. 发酵虫草菌粉在动物生产中的研究进展[J]. 饲料博览, 2020(3): 1-3+9.
- [4] 牛思远, 牛润贵, 徐莉娜. 蛹虫草研究进展及精深加工展望[J]. 山西农业科学, 2018, 46(7): 1216-1218.
- [5] 王蕾蕾, 许金新. 饲料“禁抗令”施行后养殖业面临的挑战及对策[J]. 中国动物保健, 2021, 23(9): 3+5.
- [6] 马新宇. 蛹虫草米基饲料研究及在蛋鸡养殖中的应用[D]: [硕士学位论文]. 沈阳: 沈阳师范大学, 2019.
- [7] 梁宗琦. 我国虫草属真菌研究开发的现状及思考[J]. 食用菌学报, 2001(2): 53-62.
- [8] Raethong, N., Laoten, K. and Vongsangnak, W. (2018) Uncovering Global Metabolic Response to Cordycepin Production in *Cordyceps militaris* through Tran-Scriptome and Genome-Scale Network-Driven Analysis. *Scientific Reports*, **8**, Article No. 9250. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-27534-7>
- [9] 乔宇琛, 刘桂君, 王平, 等. 蛹虫草的分子生物学研究进展[J]. 食品科学, 2018, 39(23): 321-328.
- [10] Wen, T.C., Kang, C., Meng, Z.B., et al. (2016) Enhanced Production of Cordycepin by Solid State Fermentation of *Cordyceps militaris* Using Additives. *Chiang Mai Journal of Science*, **43**, 972-984.
- [11] Xia, Y.L., Luo, F.F., Shang, Y.F., et al. (2017) Fungal Cordycepin Biosynthesis Is Coupled with the Production of the Safeguard Molecule Pentostatin Bioactive Metabolite. *Cell Chemical Biology*, **24**, 1479-1489. <https://doi.org/10.1016/j.chembiol.2017.09.001>
- [12] 桂仲争, 滕国琴, 贾俊强, 等. 蛹虫草食药两用开发价值[J]. 中国食物与营养, 2012, 18(3): 70-73.
- [13] 全艳玲, 邵贺, 卜凯迪, 等. 蛹虫草大米虫草酸提取工艺优化研究[J]. 食用菌, 2018, 40(4): 61-62+67.
- [14] Zhao, J., Xie, J., Wang, L.Y., et al. (2014) Advanced Development in Chemical Analysis of Cordyceps. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, No. 87, 271-289. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2013.04.025>
- [15] 胡景霞. 蛹虫草 BYB-08 菌株固态发酵研究及其菌质产品研制[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 华中农业大学, 2011.
- [16] 宿国强, 陈媛婧, 杨海明, 等. 中草药添加剂在肉仔鸡生产中的应用[J]. 中国饲料, 2021(1): 48-51.
- [17] 汪国和, 张日俊. 蛋黄色泽调控技术及应用现状分析[J]. 饲料广角, 2014(13): 25-27.
- [18] 黄茜, 马美湖, 金永国, 等. 饲料营养与禽蛋品质及功能特性关系的研究进展[J]. 中国家禽, 2011, 33(5): 42-46.
- [19] 张艳雯, 张鹤曦, 覃静, 等. 鸡白细胞介素 2 和白细胞介素 18 基因的原核及真核表达 [J]. 西南农业学报, 2020,



---

33(12): 2975-2982.

- [20] 闫加庆. 鸡白细胞介素 4 的表达及其产物单克隆抗体的制备与初步鉴定[D]: [硕士学位论文]. 扬州: 扬州大学, 2013.
- [21] 董彩虹, 李文佳, 李增智, 等. 我国虫草产业发展现状、问题及展望——虫草产业发展金湖宣言[J]. 菌物学报, 2016, 35(1): 1-15.
- [22] 王薇. 传统虫草绽放现代科技之花[N]. 中国食品报, 2021-07-07.
- [23] 牛建芹, 靳笑菊, 张同玉, 等. 东乡黑鸡生长曲线拟合与分析[J]. 中国家禽, 2018, 40(2): 47-49.
- [24] 李孝鹏, 陆应林, 李佳宜, 等. 东乡绿壳蛋鸡与苏垦黄鸡杂交后代的生长曲线拟合分析 [J]. 畜牧与兽医, 2016, 48(4): 49-53.
- [25] 潘学燕. 低胆固醇保健功能鸡蛋的研究概况[J]. 畜牧与饲料科学, 2010, 31(Z2): 40-41.
- [26] 杨景晔, 李有志, 齐红杰, 等. “虫草欣康”对蛋鸡生产性能和鸡蛋品质的影响[J]. 中国家禽, 2016, 38(12): 44-46.