

## 美洲大蠊粉在不同日龄肉仔鸡体内的标准回肠氨基酸消化率测定

刘雪兰<sup>1</sup>, 李延荣<sup>2</sup>, 张燕<sup>1</sup>, 左立<sup>2</sup>, 阎佩佩<sup>1</sup>, 董以雷<sup>1</sup>, 王文彬<sup>1</sup>, 石天虹<sup>1</sup>, 刘瑞亭<sup>1</sup>, 伏春燕<sup>1\*</sup>

(1. 山东省农业科学院家禽研究所, 山东济南 250023; 2. 山东鲲鹏农业发展有限公司, 山东济南 370100)

**摘要** 为研究美洲大蠊蛋白质饲料原料在不同日龄肉仔鸡体内的标准回肠氨基酸消化率, 试验选用 240 只 1 日龄 AA 肉仔鸡, 随机分为 2 个处理, 处理 1 饲喂美洲大蠊型饲料, 另 1 个处理饲喂无氮饲料。试验饲料为半纯合饲料, 以 0.5% 二氧化钛为指示剂, 采用无氮饲料法估测内源氨基酸损失, 测定肉仔鸡在 14 日龄和 35 日龄的美洲大蠊标准回肠氨基酸消化率。结果表明, 除异亮氨酸外, 14 日龄和 35 日龄其他 16 种氨基酸的消化率存在极显著差异 ( $P < 0.01$ ), 其中 14 日龄的丙氨酸消化率极显著小于 35 日龄 ( $P < 0.01$ ), 而 14 日龄天冬氨酸、苏氨酸、丝氨酸等其他 15 种氨基酸的消化率极显著大于 35 日龄 ( $P < 0.01$ )。

**关键词** 肉仔鸡; 回肠; 氨基酸; 消化率

中图分类号 S831 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)23-0127-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.23.034



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

**Determination of Standardized Ileal Amino Acid Digestibility of *Periplaneta americana* Powder for Broiler Chicken at Different Day-ages**LIU Xue-lan<sup>1</sup>, LI Yan-rong<sup>2</sup>, ZHANG Yan<sup>1</sup> et al (1. Poultry Institute, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Jinan, Shandong 250023; 2. Shandong Kunpeng Agricultural Development Co., Ltd, Jinan, Shandong 370100)

**Abstract** In order to study the standardized ileal amino acid digestibility of *P. americana* feedstuff for broiler chicken at different day-ages, 240 1-day-old broiler chicken were randomly divided into 2 treatments. The broiler chicken in treatment one was fed with *P. americana* feedstuff, and the broiler chicken in the other treatment were fed with a N-free diet. The test diet was semi-purified. Using 0.5% titanium dioxide as an indicator, the endogenous amino acid loss was determined by N-free diet method, and the standardized ileal amino acid digestibility of *P. americana* feedstuff for broiler chicken at 14 and 35 day-ages were determined. The results showed that except for isoleucine, the digestibility of other 16 amino acids at 14-day-age and 35-day-age had extremely significant differences ( $P < 0.01$ ), and the digestibility of alanine at 14-day-age was extremely significantly lower than that at 35-day-age ( $P < 0.01$ ), while the digestibility of other 15 amino acids such as aspartic acid, threonine and serine at 14-day-age were significantly higher than that at 35-day-age ( $P < 0.01$ ).

**Key words** Broiler; Ileum; Amino acid; Digestibility

昆虫是地球上最大的生物类群, 繁殖力强, 数量巨大, 是极具开发潜力的动物蛋白饲料资源。美洲大蠊成虫体内蛋白质含量高、品质好, 粗蛋白含量一般在 70% 左右。它具有免疫、抗氧化、修复组织、杀菌、抗病毒等功能, 是一种很好的蛋白饲料资源。作为一种新型的蛋白饲料资源, 在我国目前的饲料原料数据库中其成分及营养价值尚属空白。为此, 笔者开展了美洲大蠊成虫粉在肉鸡体内的氨基酸消化率测定。鸡饲料氨基酸消化率的测定一般以成年蛋公鸡为试验动物, 在生长鸡、肉鸡上的应用很少, 由于消化生理上的差异<sup>[1]</sup>, 导致测定结果不能适用于生长鸡和肉鸡<sup>[2-3]</sup>。就消化率测定方法而言, 一般有非手术的全收粪法和去盲肠手术全收粪法。非手术的全收粪法费时费力, 粪、尿、饲料、羽毛、皮屑等难以分开或完全拣出, 肠道菌群对氨基酸消化率有一定的影响; 去盲肠手术全收粪法虽然消除了微生物的影响, 但去掉盲肠后鸡处于非正常生理状态, 因此 2 种方法的测定结果均与实际值误差较大。此测定方法既考虑了内源氮的损失, 又消除了上述因素的影响。由于不同日龄肉鸡对营养物质的消化率不同, 笔者参考雷廷等<sup>[4]</sup>的方法测定美洲大蠊成虫粉在 14 日龄和 35 日龄肉仔鸡体内

的标准回肠氨基酸消化率, 旨在为其在肉仔鸡饲料中的应用提供科学依据。

**1 材料与方法**

**1.1 试验动物与试验设计** 选用 240 只 1 日龄 AA 肉仔鸡, 分为 2 个处理, 每个处理 6 个重复, 每个重复 20 只鸡, 公母各半。1 个处理饲喂大蠊型饲料, 另外 1 个处理饲喂无氮饲料。以 0.5% 二氧化钛为指示剂, 采用无氮饲料法估测内源氨基酸损失, 测定美洲大蠊粉在 14 日龄和 35 日龄肉仔鸡体内的标准回肠氨基酸消化率。

**1.2 基础饲料和试验饲料** 非试验期肉仔鸡饲料按照我国《鸡饲养标准》(NY/T 33—2004) 配制的基础饲料, 其组成及营养水平见表 1~2。试验期 (10~14 日龄以及 31~35 日龄) 肉仔鸡饲料试验饲料和无氮饲料, 试验饲料为半纯合饲料, 以待测饲料原料作为唯一的饲料蛋白质来源, 尽量保证除氨基酸外的营养平衡, 饲料粗蛋白质含量在 20% 左右, 试验日粮组成如下: 美洲大蠊粉 26.3%、葡萄糖 64.7%、豆油 5.0%、磷酸氢钙 1.7%、石粉 1.0%、二氧化钛 0.5%、食盐 0.3%、50% 氯化胆碱 0.25%、微量元素 0.2%、抗氧化剂 0.03%、多维生素 0.02%。无氮饲料参照蒋卫等<sup>[5]</sup>方法配制, 其组成如下: 玉米淀粉 20.07%、葡萄糖 64.00%、羧甲基纤维素 5.00%、大豆油 5.00%、微量元素 0.20%、维生素 0.02%、磷酸二氢钙 1.90%、碳酸氢钠 0.75%、氯化钾 0.29%、氧化镁 0.29%、绿化胆碱 (50%) 0.50%、石粉 1.30%、抗氧化剂 0.01%、碳酸钾 0.26%、二氧化钛 0.50%。原料和试验饲

**基金项目** 山东省重点研发计划(重大科技创新工程)项目(2019JZY-010705)。**作者简介** 刘雪兰(1974—), 女, 山东武成人, 研究员, 硕士, 从事家禽营养与饲料科学研究。\* 通信作者, 博士, 从事家禽营养与饲料科学研究。**收稿日期** 2021-02-16; **修回日期** 2021-04-06

粮中蛋白质和氨基酸含量的测定值见表3。

### 1.3 样品采集与指标测定

**1.3.1 回肠食糜的采集。**肉仔鸡在10日龄和31日龄时绝食8h后,根据体重调整鸡群,使处理间和重复间鸡的平均体重的变异最小,然后开始预饲试验饲料,预试期为4d。在14日龄和35日龄时,肉仔鸡先饥饿2~3h,再自由采食1h,再过3h后开始杀鸡取样。14日龄和35日龄时每个重复分别取12只和6只鸡,翅静脉注射水合氯醛麻醉后称重,立即剖腹,分离整段回肠,对折后取回肠后段1/2(弃去最后2cm),剩余肠段食糜轻轻挤于铝盒中,每个重复食糜混在1个铝盒内,采集完后迅速转移至-20℃冰箱中冷冻,之后采用冷冻干燥机冻干食糜后备测。

表1 基础日粮组成

Table 1 The composition of the basic diet %

周龄 Week-age	玉米 Corn	豆粕 Soybean meal	鱼粉 Fish meal	大豆油 Soybean oil	预混料 Premix
0~3	60	30.0	2.0	3	5
4~7	65	23.5	3.5	4	5

注:每千克预混料可提供:粗蛋白167g,蛋氨酸37g,赖氨酸16g,维生素A 10 000 IU,维生素D 2 000 IU,维生素E 15.0 mg,维生素K 63.8 mg,维生素B<sub>1</sub> 1.96 mg,维生素B<sub>2</sub> 5.76 mg,维生素B<sub>6</sub> 3.92 mg,维生素B<sub>12</sub> 0.02 mg,泛酸钙11.76 mg,烟酸39.2 mg,叶酸0.98 mg,生物素0.5 mg,Cu 0.8 mg,Fe 8 mg,Zn 7.52 mg,Mn 10.0 mg,Se 0.04 mg,I 0.04 mg

Note:Each kilogram of premix provided crude protein 167 g, Met 37 g, Lys 16 g, vitamin A 10 000 IU, vitamin D 2 000 IU, vitamin E 15.0 mg, vitamin K 63.8 mg, vitamin B<sub>1</sub> 1.96 mg, vitamin B<sub>2</sub> 5.76 mg, vitamin B<sub>6</sub> 3.92 mg, vitamin B<sub>12</sub> 0.02 mg, calcium pantothenate 11.76 mg, niacin 39.2 mg, folic acid 0.98 mg, biotin 0.5 mg, Cu 0.8 mg, Fe 8 mg, Zn 7.52 mg, Mn 10.0 mg, Se 0.04 mg, I 0.04 mg

表2 基础日粮营养水平

Table 2 Nutritional level of the basal diet

周龄 Week-age	粗蛋白 Crude protein %	代谢能 Metabolizable energy kJ/kg	蛋氨酸 Met %	钙 Calcium %	有效磷 Available phosphorus %
0~3	21.5	12 558	0.44	1.0	0.45
4~7	20.0	12 976	0.44	0.9	0.40

表3 美洲大蠊粉和试验饲料中粗蛋白和氨基酸含量的测定值(风干基础)

Table 3 Measured values of crude protein and amino acid contents in *P. americana* powder and test diet (air-dried basis) g/kg

种类 Kinds	粗蛋白 Crude protein	天冬氨酸 Aspartic acid	苏氨酸 Threonine	丝氨酸 Serine	谷氨酸 Glutamate	甘氨酸 Glycine	丙氨酸 Alanine	胱氨酸 Cystine	缬氨酸 Valine	蛋氨酸 Methionine
美洲大蠊粉 <i>P. americana</i> powder	760.8	57.8	30.3	32.1	73.1	46.5	61.4	3.6	37.5	28.0
试验饲料 Test diet	249.1	21.1	8.3	10.0	22.7	21.9	25.7	—	15.0	9.6

  

种类 Kinds	异亮氨酸 Isoleucine	亮氨酸 Leucine	酪氨酸 Tyrosine	苯丙氨酸 Phenylalanine	赖氨酸 Lysine	组氨酸 Histidine	精氨酸 Arginine	脯氨酸 Proline	氨基酸总量 Total amino acids
美洲大蠊粉 <i>P. americana</i> powder	24.1	49.1	39.3	25.0	40.9	17.7	31.7	23.2	621.3
试验饲料 Test diet	9.4	15.3	4.7	86.0	11.9	5.8	9.2	17.6	217.0

的绝大部分标准回肠氨基酸消化率显著高于35日龄。Huang等<sup>[7]</sup>、Fonolla等<sup>[8]</sup>、邝贤斌等<sup>[9]</sup>分别采用不同方法测定几种植物性蛋白饲料和动物性蛋白饲料肉鸡的14、21、28、

1.3.2 样品中粗蛋白质和二氧化钛含量的测定。粗蛋白质含量采用凯氏定氮法(GB/T 6432—2018)测定,二氧化钛含量参照邓雪娟等<sup>[6]</sup>的方法进行测定。

1.3.3 样品中氨基酸含量的测定。样品中氨基酸含量的测定参照国家标准GB/T 18246—2019进行。

1.4 指标计算 采用雷廷等<sup>[4]</sup>的方法,计算以下指标。

1.4.1 表观回肠氨基酸消化率。

$$AID_{aa} = 100\% \times [1 - AA_i \times TDC_d / (AA_d \times TDC_i)] \quad (1)$$

式中,AID<sub>aa</sub>表示表观回肠氨基酸消化率,AA<sub>i</sub>表示回肠食糜氨基酸含量,TDC<sub>i</sub>表示回肠食糜中二氧化钛含量,AA<sub>d</sub>表示饲料中氨基酸含量,TDC<sub>d</sub>表示饲料中二氧化钛含量,所有含量都以干物质为基础。

1.4.2 回肠末端内源氨基酸损失。

$$IAA_{end} = AA_i \times (TDC_d / TDC_i) \quad (2)$$

式中,IAA<sub>end</sub>表示对应每单位重量的回肠末端内源氨基酸损失的某氨基酸含量(mg/kg),AA<sub>i</sub>表示无氮饲料回肠食糜某氨基酸含量(冻干基础),TDC<sub>d</sub>、TDC<sub>i</sub>分别表示无氮饲料中二氧化钛含量(干物质基础)、回肠食糜中二氧化钛含量(冻干基础)。

1.4.3 标准回肠氨基酸消化率。

$$SID_{aa} = 100\% \times [AID_{aa} + (IAA_{end} / AA_d)] \quad (3)$$

式中,SID<sub>aa</sub>表示标准回肠氨基酸消化率,AA<sub>d</sub>表示待测饲料干物质状态下某氨基酸含量。

1.5 数据统计与分析 利用SPSS 22.0统计软件中ANOVA对试验数据进行单因素方差分析,P<0.05表示差异显著。

## 2 结果与分析

由表4可知,美洲大蠊粉在14日龄和35日龄肉仔鸡体内异亮氨酸的标准回肠消化率无显著差异,丙氨酸标准回肠消化率35日龄极显著高于14日龄(P<0.01),其余氨基酸的14日龄标准回肠消化率显著大于35日龄的标准回肠消化率(P<0.01)。

雷廷等<sup>[4]</sup>用标准回肠氨基酸消化率法研究了4种植物性蛋白质饲料原料在不同日龄、不同品种肉仔鸡的标准回肠氨基酸消化率,结果发现科宝500和罗斯308肉仔鸡14日龄

35日龄的表观氨基酸消化率和真氨基酸消化率,均得出前期消化率高于后期的结论。该研究采用标准回肠氨基酸消化率法测定了美洲大蠊粉的回肠氨基酸消化率,结果发现14

日龄的绝大部分标准回肠氨基酸消化率显著高于 35 日龄,与以上研究结果相一致。Obst 等<sup>[10]</sup>认为,鸡对营养物质的吸收能力在 2 周龄达到最高,从 3 周龄起开始降低。雷廷

等<sup>[4]</sup>研究表明,肉仔鸡在前期肠道相对重量和空肠食糜酶活性高于 35 日龄,认为这可能是 14 日龄标准回肠氨基酸消化率高于 35 日龄的一个主要因素。

表 4 不同日龄 AA 肉仔鸡体内美洲大蠊粉的标准回肠氨基酸消化率

Table 4 Standard ileal amino acid digestibility of *P. americana* powder in AA broilers at different day-ages

日龄 Day-age	天冬氨酸 Aspartic acid	苏氨酸 Threonine	丝氨酸 Serine	谷氨酸 Glutamate	甘氨酸 Glycine	丙氨酸 Alanine	缬氨酸 Valine	蛋氨酸 Methionine
14	98.51 A	98.67 A	98.31 A	98.32 A	97.59 A	96.32 B	97.75 A	95.97 A
35	94.21 B	92.25 B	90.78 B	94.33 B	92.56 B	99.17 A	93.43 B	87.27 B
标准误 SEM	2.15	3.21	3.77	2.00	2.52	1.43	2.16	4.35
日龄 Day-age	异亮氨酸 Isoleucine	亮氨酸 Leucine	酪氨酸 Tyrosine	苯丙氨酸 Phenylalanine	赖氨酸 Lysine	组氨酸 Histidine	精氨酸 Arginine	脯氨酸 Proline
14	99.08 A	98.41 A	95.18 A	98.81 A	99.07 A	98.38 A	99.09 A	96.72 A
35	97.72 A	95.24 B	89.06 B	93.02 B	96.04 B	92.61 B	94.87 B	92.45 B
标准误 SEM	0.68	1.59	3.06	2.90	1.51	2.89	2.11	2.14

注:同列不同大写字母表示差异极显著( $P < 0.01$ )

Note: Different capital letters in the same column indicated extremely significant differences ( $P < 0.01$ )

### 3 结论

在该试验条件下,美洲大蠊粉在 14 日龄肉仔鸡体内的绝大部分标准回肠氨基酸消化率显著高于 35 日龄,表明肉仔鸡在 14 日龄时已经可以满足对蛋白质的消化。

### 参考文献

- [1] 袁建敏, 冯于明. 蛋公鸡和肉仔鸡蛋白消化酶活性及饲料氨基酸消化率的比较研究[J]. 中国农业大学学报, 2001, 6(1): 104-109.
- [2] 杨桂芹, 张艳春. 鸡用饲料氨基酸消化率的评定方法评价分析[J]. 畜牧与兽医, 2009, 41(3): 54-57.
- [3] GARCIA A R, BATAL A B, DALE N M. A comparison of methods to determine amino acid digestibility of feed ingredients for chickens[J]. Poultry science, 2007, 86(1): 94-101.
- [4] 雷廷, 冯于明, 杜恩存, 等. 4 种植物性蛋白质饲料原料在不同日龄肉仔鸡的标准回肠氨基酸消化率的比较[J]. 动物营养学报, 2013, 25(12): 2854-2864.

- [5] 蒋纯卫, 冯于明, 王永伟, 等. 无氮饲料对肉鸡盲肠微生物菌群结构及内源氨基酸基础损失量的影响[J]. 动物营养学报, 2012, 24(10): 1878-1887.
- [6] 邓雪娟, 刘国华, 蔡辉益, 等. 分光光度法测定家禽饲料和食糜中二氧化钛[J]. 饲料工业, 2008(2): 57-58.
- [7] HUANG K H, RAVINDRAN V, LI X, et al. Influence of age on the apparent ileal amino acid digestibility of feed ingredients for broiler chickens[J]. British poultry science, 2005, 46(2): 236-245.
- [8] FONOLLA J, PRIETO C, SANZ R. Influence of age on the nutrient utilization of diets for broilers[J]. Animal feed science and technology, 1981, 6(4): 405-411.
- [9] 广贤斌, 冯于明. 肉仔鸡对若干国产原料的氨基酸消化率[J]. 动物营养学报, 2000, 12(4): 35-39.
- [10] OBST B S, DIAMOND J. Ontogenesis of intestinal nutrient transport in domestic chickens (*Gallus gallus*) and its relation to growth[J]. The Auk, 1992, 109(3): 451-464.

(上接第 117 页)

础数据庞大而且要求高,造成了实际情况无法满足科学研究,导致资源价值评估无法反映真实情况。因此,确定相关技术参数,建立基础数据长期监测平台,是从根本上促使草原资源资产价值评估接近真实值的有效手段,也是以后研究的重要方向。

另外,在国家大力建设生态文明的氛围下,草原的生态价值和社会价值也将会进一步得到重视,未来一段时间内,预计会有大量的研究成果被应用于草原价值的评估,进一步助推自然资源价值评估体系的建立,更好地服务于生态环境的保护与人民幸福生活水平的提高。

### 参考文献

- [1] 刘琼阁. 三峡库区森林生态系统服务功能评估研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2014.

- [2] 刘欣超, 翟琇, 赛希雅拉, 等. 草原自然资源资产负债评估方法的建立研究[J]. 生态经济, 2016, 32(4): 28-36.
- [3] 额尔敦扎布, 莎日娜. 再论草原资源价值[J]. 内蒙古大学学报(人文社会科学版), 2007, 39(1): 41-44.
- [4] 张颖. 资源资产价值评估研究最新进展[J]. 环境保护, 2017, 45(11): 27-30.
- [5] 裴宝明. 曹妃甸湿地神态系统服务功能价值评价[D]. 保定: 河北农业大学, 2015.
- [6] 付利利, 李永华, 闻洪峰, 等. 河北省全民所有自然资源资产清查试点工作方法与实践[J]. 国土与自然资源研究, 2021(3): 75-78.
- [7] 李坤龙. 重庆市城口县森林资源资产价值评估研究[D]. 重庆: 重庆师范大学, 2018.
- [8] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 农用地估价规程: GB/T 28406—2012[S]. 北京: 中国标准出版社, 2012.
- [9] 陈战武. 水利水电工程建设征地补偿补助标准分析研究[D]. 郑州: 华北水利水电学院, 2007.
- [10] 徐文海, 谭勇, 姚德懿. 自然资源统一确权登记的探索与实践[J]. 国土与自然资源研究, 2018(3): 4-9.