

家禽 TD 饲料可利用氨基酸含量测定^{*}

刘超, 闵育娜, 雷海宁, 白存江

(西北农林科技大学 动物科技学院 畜牧兽医研究所, 陕西 咸阳 712039)

[摘要] 以凯氏定氮法测定土霉素药渣(TD)的粗蛋白质为444.3 g/kg, 用Beckman 121型氨基酸分析仪测定TD的18种氨基酸含量(322.58 g/kg)占粗蛋白质含量的72.60%, 10种必需氨基酸含量达163.84 g/kg。以90日龄未取盲肠公鸡测定TD中的氨基酸真可利用率在85.07%~96.01%, 真可利用赖氨酸、真可利用蛋氨酸、真可利用苏氨酸含量分别是16.6, 9.7, 12.7 g/kg, 分别是大豆饼(18.8, 4.9, 12.4 g/kg)含量的0.88, 1.98, 1.02倍。以蛋鸡和肉仔鸡的理想蛋白质为模型, 计算TD的平衡性指数, 结果表明TD为家禽的良好蛋白源。

[关键词] 可利用氨基酸; 家禽; 土霉素药渣

[中图分类号] S831.5 **[文献标识码]** A

[文章编号] 1000-2782(2002)03-0017-04

土霉素药渣(Terramycin dregs, TD)是以玉米淀粉等为培养基, 经放射菌发酵提取盐酸四环素后的液态培养基残渣风干物。土霉素曾因在动物消化道吸收良好、在动物体内分布均匀、蓄积量少、半衰期短而作为饲料添加剂使用, 还由于其残留时间短、配伍性广泛等, 加拿大^[1]、瑞典^[2]等国仍将其作为牛、羊、猪、鸡、鱼等动物的饲料添加剂, 用量为22(羊)~220(鸡) mg/kg不等。国内先后进行了猪的添加试验, 获得良好的促生长增重效果^[3]。有关土霉素药渣中氧四环素残留问题, 许建宁等^[4]进行了毒性综合研究, 急性和亚急性试验证实其可以作为蛋白质饲料安全使用。本研究对TD中粗蛋白质、氨基酸等蛋白质营养水平进行了测定和数理分析, 评价其蛋白质营养价值。

1 材料和方法

样品来源及采样方法 分析样品取自西安光华制药厂土霉素生产车间的药渣风干样。按照GB/T 14699.1-93《饲料采样方法》进行采集, 样品器具及样品包装袋预先进行灭菌处理。

水分及粗蛋白质测定 按照GB 6435-86《饲料水分测定方法》测定水分, 以凯氏定氮原理应用自动定氮仪测定粗蛋白质含量。

氨基酸测定 用Beckman 121 MB型氨基酸分析仪测定, 样品处理用6 mol/L HCl, 110℃水解22 h。色氨酸在110℃, 5 mol/L NaOH水解22 h后

测定。

其他常规养分测定 粗脂肪用索氏浸提法, 粗纤维用AOAC(提滤)法, 无氮浸出物用相差计算法, 粗灰分用(600±15)℃烧灼残渣法, 钙用EDTA直接容量法, 总磷用磷钼钒酸比色法(钼黄法), 总能用JR-7A型绝热式量热仪测定。

氨基酸可利用率测定 按照Sibbald^[5]的TME法, 用6只未去盲肠的90日龄罗曼公鸡, 以纯合日粮排空强饲法测定氨基酸的食入量, 按 $[I - (Fn + Un) + (Fm + Um)]/I$ 公式计算氨基酸的真可利用率(TDAA), 以 $[I - (Fn + Un)]/I$ 计算表观可利用率(ADAA)。式中, I 为氨基酸食入量; $(Fn + Un)$ 为排泄物中氨基酸含量, 即饲喂纯合日粮(药渣)50 g后48 h内粪和尿中氨基酸排泄量; $(Fm + Um)$ 为内源(代谢性)氨基酸, 即饲喂无氮日粮(葡萄糖粉, 液态自由饮食50 g)36 h后, 48 h内粪和尿中氨基酸排泄量。

样品处理及试验方法 按每只鸡50 g风干样定量称取TD 300 g, 用水拌湿到手握成团, 通过玻璃漏斗挤压成条棒状, 放入低温冰箱速冻结实称量, 均分为6份, 每只鸡强饲1份。洗取玻璃漏斗、速冻盒、挤压棒及搅拌用烧杯中的残留样品, 连同强饲过程中的废弃样品一起风干, 作为剩余样品称重。每只鸡进食量按 $(300 - \text{剩余样品})/6$ 计算。试验鸡排空36 h后收取48 h内的粪尿排泄物, 风干称重作为内源氨基酸样品, 然后强饲TD饲料并收集48 h

^{*} [收稿日期] 2001-06-08

[基金项目] 陕西省重大产业科技示范资助项目(96ST07)

[作者简介] 刘超(1963-), 男, 陕西兴平人, 副研究员, 主要从事动物营养研究。

内粪尿排泄物作为粪尿氨基酸样品, 风干到与 TD 同样程度(水分含量约100 g/kg)后, 测定 3 个样品的氨基酸含量。TD 氨基酸含量与真可利用率(TDAA)乘积为真可利用氨基酸含量(TDA), 表观可利用率(ADAA)与氨基酸含量乘积为表观可利用氨基酸含量(ADA)。

TD 盐酸土霉素含量由陕西省药品检验所用管滴色谱分析法测定。

2 结果与分析

2.1 TD 常规养分含量

TD 常规养分测定结果分别为干物质 907.0 g/kg, 粗蛋白质 444.3 g/kg, 粗脂肪 5.0 g/kg, 粗纤维 53.0 g/kg, 无氮浸出物 258.0 g/kg, 粗灰分155.0 g/kg, 钙 16.1 g/kg, 总磷 4.8 g/kg, 总能 16.05 MJ/kg。TD 干物质含量介于玉米和大豆饼之间^[6], 粗蛋白质和矿物质含量高于

大豆饼, 分别是玉米的 5.04 和 10.33 倍, 粗脂肪、无氮浸出物含量较大豆饼低, 总能与大豆饼、玉米基本相当。表明土霉素药渣的主要营养水平在粗蛋白质和矿物质上, 其中钙磷占矿物质的 13.5%, 钙含量是玉米的 53.7 倍, 是大豆饼的 4.2 倍; 磷含量是玉米的 2.1 倍, 是大豆饼的 96%。钙磷比为 3.35:1, 容易进入蛋鸡饲料配合中。

TD 氨基酸含量见表 1。由表 1 可见, 谷氨酸含量最高(36.27 g/kg), 是 TD 香味的主要来源。其次是亮氨酸(24.87 g/kg)和丙氨酸(24.08 g/kg); 胱氨酸(3.09 g/kg)和色氨酸(6.90 g/kg)含量较低。10 种必需氨基酸含量(163.84 g/kg)是大豆饼(189.50 g/kg)^[6]的 86%, 18 种氨基酸总含量(322.58 g/kg)占粗蛋白质含量的 72.60%, 而大豆饼中相同的 18 种氨基酸总含量(307.1 g/kg)^[7]占粗蛋白质的 70.46%, TD 是大豆饼的 1.03 倍。表明 TD 氨基酸含量与大豆饼接近。

表 1 TD 氨基酸含量及粪尿排泄量

Table 1 Content of amino acid and output from fecal- urinary

氨基酸 Amino acid	符号 Sign	TD 样品/ (g · kg ⁻¹) TD	内源氨基酸/ (g · kg ⁻¹) Internal content	粪尿/ (g · kg ⁻¹) Fecal and urinary content	摄入量/ (g · 只 ⁻¹) Intake	内源排泄量/ (g · 只 ⁻¹) Internal output	粪尿排泄量/ (g · 只 ⁻¹) F and U output
赖氨酸	Lys	18.31	1.04	2.54	0.82	0.10	0.18
蛋氨酸	Met	11.42	0.66	0.77	0.51	0.07	0.14
胱氨酸	Cys	3.09	0.44	0.87	0.14	0.04	0.05
苏氨酸	Thr	15.59	1.44	2.59	0.61	0.14	0.18
异亮氨酸	Ile	12.03	1.63	2.47	0.54	0.12	0.17
亮氨酸	Leu	24.87	3.07	4.56	1.12	0.31	0.38
精氨酸	Arg	24.03	1.02	2.94	1.08	0.10	0.21
酪氨酸	Tyr	10.81	1.53	2.22	0.49	0.15	0.19
缬氨酸	Val	20.48	2.21	3.87	0.92	0.22	0.30
苯丙氨酸	Phe	10.81	1.76	2.77	0.49	0.18	0.22
组氨酸	His	7.50	0.58	1.10	0.34	0.06	0.09
色氨酸	Trp	6.90	0.50	0.87	0.31	0.05	0.07
丙氨酸	Ala	24.08	2.14	3.27	1.08	0.22	0.26
甘氨酸	Gly	16.18	2.66	3.19	0.73	0.27	0.29
天冬氨酸	Asp	23.95	2.73	4.88	1.08	0.27	0.38
脯氨酸	Pro	13.77	1.77	3.10	0.62	0.18	0.24
谷氨酸	Glu	36.27	4.58	8.30	1.63	0.46	0.65
丝氨酸	Ser	8.73	1.85	2.99	0.39	0.19	0.21

2.2 TD 的可利用氨基酸含量

2.2.1 氨基酸利用率 由表 2 可见, 氨基酸真可利用率最高的是甘氨酸, 其次是丙氨酸、丝氨酸、亮氨酸、色氨酸、苏氨酸。赖氨酸和蛋氨酸的真可利用率较低。氨基酸的表观可利用率差异较大, 最高的是精氨酸, 最低的是丝氨酸。真可利用率与表观可利用率出现较大差异, 最高的相差 48.72%, 最低的相差 9.25% (精氨酸)。赖氨酸、蛋氨酸、色氨酸、苏氨酸的

真可利用率与表观可利用率相差分别为 12.19%, 13.72%, 16.13%, 22.95%, 与前人^[7~11]试验结果基本一致。

2.2.2 可利用氨基酸 由表 2 可见, 在 TDA 中较高的是谷氨酸、亮氨酸和丙氨酸, 较低的是胱氨酸、色氨酸和组氨酸。真可利用赖氨酸、蛋氨酸、苏氨酸、缬氨酸、精氨酸、组氨酸分别是大豆饼^[7]含量的 88%, 201%, 118%, 125%, 84%, 75%。说明 TD 的

真可利用蛋氨酸、苏氨酸、缬氨酸较大豆饼高。在最低的是胱氨酸, 其次是丝氨酸。
ADA 中, 最高的是谷氨酸、精氨酸, 其次是丙氨酸;

表 2 TD 氨基酸消化率
Table 2 Digestibilities of TD in amino acid

氨基酸 Amino acid	TDAA /%	ADAA /%	TDA / (g · kg ⁻¹)	ADA / (g · kg ⁻¹)	氨基酸 Amino acid	TDAA /%	ADAA /%	TDA / (g · kg ⁻¹)	ADA / (g · kg ⁻¹)
Lys	90.24	78.05	16.52	14.29	Phe	91.84	55.10	9.93	5.96
Met	86.27	72.55	9.85	8.29	His	91.18	73.53	6.84	5.51
Cys	92.86	64.29	2.87	1.99	Trp	93.55	77.42	6.45	5.34
Thr	93.44	70.49	14.57	10.99	Ala	96.30	75.93	23.19	18.28
Ile	90.74	68.52	10.92	8.24	Gly	97.26	60.27	15.74	9.75
Leu	93.75	66.07	23.32	16.43	Asp	89.81	64.81	21.51	15.52
Arg	89.81	80.56	21.58	19.36	Pro	90.32	61.29	12.44	8.44
Tyr	91.84	61.22	9.93	6.62	Glu	88.34	60.12	32.04	21.81
Val	91.30	67.39	18.70	13.80	Ser	94.87	46.15	8.28	4.03

2.3 TD 的氨基酸平衡性

以蛋鸡和肉仔鸡的理想蛋白质必需氨基酸构成为模型, 计算 TD 的必需氨基酸指数(EAAI), 将 TD 模型的必需氨基酸饲料含量转换成总必需氨基酸(155.04 g/kg)含量后计算 EAAI(表 3)为 0.881~0.892, 介于 0.8~0.9, 以文献[12, 13]提出的标准判定, TD 为家禽的良好蛋白源。
分析 TD 的氨基酸平衡, 计算出整齐性指数(EI)^[14]、失衡度(BD)^[15]、氨基酸比值系数分(SRC)^[16]、化学分(CS)并与 EAAI 比较(表 3), 可见

以 EAAI 分析, 土霉素药渣蛋白质氨基酸平衡性在肉仔鸡 3~6 周龄最好, 其次是 0~3 周龄和 6~8 周龄, 而产蛋鸡 14~20 周龄与肉仔鸡 6~8 周龄具有相同的指数。以 BD、EI、SRC 分析其最佳平衡点在蛋鸡的 6~14 周龄, 其次是 14~20 周龄和肉仔鸡 3~6 周龄(BD), 再其次是肉仔鸡 3~6 周龄指数较高(0.26)、蛋鸡的产蛋期最低(0.22), 其余均表现相同的指数值。综合各类指数, 土霉素药渣蛋白质在肉仔鸡 3~6 周龄和蛋鸡 6~20 周龄有良好的氨基酸平衡性。

表 3 家禽 TD 饲料的必需氨基酸指数
Table 3 Essential amino acid index of terramycin dregs on poultry feed %

必需氨基酸 EAA	土霉素药渣 TD	理想蛋白质中 EAA/ΣEAA EAA/ΣEAA of layers						
		蛋鸡 Layers				肉仔鸡 Broilers		
		0~6 周龄 0-6 weeks	6~14 周龄 6-14 weeks	14~20 周龄 14-20 weeks	产蛋期 Laying period	0~3 周龄 0-3 weeks	3~6 周龄 3-6 weeks	6~8 周龄 6-8 weeks
ΣEAA	16.384	797.5	923.2	960.0	812.8	771.8	791.0	797.5
Lys	11.18(1.831)	12.5(100)	10.8(100)	10.4(100)	12.3(100)	13.0(100)	12.6(100)	12.5(100)
Met+ Cys	8.86(1.451)	8.9(70.6)	9.0(83.3)	9.3(88.9)	10.6(85.9)	10.0(77.5)	9.1(72.0)	8.9(70.6)
Trp	4.21(0.690)	2.5(20.0)	2.5(23.8)	2.5(24.4)	2.7(21.9)	2.5(19.2)	2.3(18.0)	2.5(20.0)
Thr	8.29(1.359)	10.0(80.0)	10.3(95.0)	8.6(82.2)	8.6(70.3)	8.6(66.7)	9.4(74.0)	10.0(80.0)
Leu	15.18(2.487)	14.7(117.6)	15.0(138.3)	15.5(148.9)	14.0(114.1)	14.6(112.5)	14.9(118.0)	14.7(117.6)
Val	12.50(2.048)	9.1(72.9)	9.4(86.7)	9.5(91.1)	10.6(85.9)	8.8(68.3)	9.1(72.0)	9.1(72.9)
Ile	7.34(1.203)	8.9(70.6)	9.0(88.9)	9.3(88.9)	9.6(78.1)	8.6(66.7)	8.8(70.0)	8.8(70.6)
Phe+ Tyr	13.20(2.162)	14.7(117.6)	15.0(83.3)	15.5(148.9)	15.4(125.3)	14.5(111.7)	14.8(117.0)	14.7(117.6)
His	4.58(0.750)	3.8(30.6)	4.0(138.3)	3.9(37.8)	3.1(25.0)	3.8(29.2)	3.8(30.0)	3.8(30.6)
Arg	14.67(2.403)	14.7(117.6)	15.0(36.7)	15.5(148.9)	13.1(106.3)	15.5(120.0)	15.2(120.0)	14.7(117.6)
总计 Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
SRC		66.61	67.52 ^①	67.49 ^②	63.05	65.60	67.38 ^③	66.69
CS		0.24	0.24	0.24	0.22	0.24	0.26 ^①	0.24
EAAI		0.886	0.881	0.887 ^③	0.886	0.888 ^②	0.892 ^①	0.887 ^③
BD		0.258	0.251 ^①	0.252 ^②	0.283	0.257 ^③	0.252 ^②	0.258
EI		2.995	3.079 ^①	3.076 ^②	2.706	2.907	3.066 ^③	3.002

注: 括号内表示模型值, 括号外表示该值在模型中的百分数。①②③表示最佳平衡顺序。
Note: Those figures within brackets indicate the model values, those figures outside indicate the percentage to the model ①②③ show the optimal order of balance

2.4 TD 的药物残留量

按照《中国药典》(2000 年版, 第 2 部)检测, TD

的盐酸土霉素(C₂₂H₂₄N₂O₉ · HCl)含量为

1 200 μg/kg。

3 结论与讨论

土霉素药渣是蛋仔鸡和肉鸡良好的蛋白质饲料源,其氨基酸的平衡性在肉仔鸡3~6周龄和蛋鸡6~20周龄表现最佳,可利用蛋氨酸和缬氨酸含量较豆饼高,可利用赖氨酸和苏氨酸含量达大豆饼的80%以上。许建宁等^[3]测定土霉素药渣氧四环素为4 000~8 000 $\mu\text{g}/\text{kg}$,并以5 000 mg/kg 剂量投饲小鼠,1周内未见死亡和内脏异常;以5%,10%和20%的饲料分别自由进食3个月,其增重正常,肝肾功能 and 红细胞及血红蛋白正常,未发现病理变化。刘

德芳等^[17]以33~165 mg/kg 土霉素喂猪和5~83 mg/kg 喂肉鸡,取得促进生长和提高饲料利用率的效果,50~110 mg/kg 喂鸡,产蛋率和蛋壳品质得到显著改善。以100,200,1 000 mg/kg 喂雏鸡4周未见异常和病理变化。据此计算,土霉素药渣饲料安全用量猪为7~13 g/kg ,家禽为40~80 g/kg ,若据小鼠试验则更大。本研究测定TD的盐酸土霉素含量为1 200 $\mu\text{g}/\text{kg}$,并以土霉素药渣60 g/kg 用于蛋鸡料,70 g/kg 用于育肥猪(20~90 kg)均取得良好增产效果,未见任何不良症状和反应。

【参考文献】

- [1] Robert Blair. Canada regulatory regime of medicines and grow promoter[J]. Feedstuffs, 1998, 27(3): 12- 15
- [2] 武书庆. 1986~1996年瑞典饲用抗生素的使用情况[J]. 国外畜牧科技, 1999, 26(2): 28- 29
- [3] 李尚波, 麦波, 李兆仁. 畜禽十大高效饲料添加剂[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2000
- [4] 许建宁, 李忠生, 罗玉姝, 等. 土霉素药渣作为饲料蛋白质的安全性评价[J]. 中国饲料, 1995, (12): 16- 17
- [5] Sibbald I R. Estimation on balance experiments[J]. Canadian Journal of Animal Science, 1987, 67: 221- 303
- [6] 许彩萍, 刘致臻, 胡柏年, 等. 陕西省饲料成分及营养价值表[M]. 西安: 陕西科技出版社, 1988
- [7] 任鹏, 杜荣, 张宏福. 正常及去盲肠鸡对四种蛋白质饲料氨基酸利用率的比较研究[J]. 动物营养学报, 1997, 9(1): 27- 34
- [8] 计成. 去盲肠和未取盲肠鸡测定饲料氨基酸消化率的比较研究[J]. 中国动物营养学报, 1992, 4(2): 1- 9
- [9] 许万根, 计成, 戎易, 等. 以可利用氨基酸含量为基础配制蛋鸡日粮研究[J]. 畜牧兽医学报, 1993, 24(9): 312- 318
- [10] 侯水生, 赵玲, 喻俊英, 等. 去盲肠鸡和未取盲肠鸡测定大豆粕、棉仁粕、菜籽粕氨基酸消化率的研究[J]. 畜牧兽医学报, 1996, 27(1): 7- 15
- [11] 侯水生, 赵玲, 喻俊英, 等. 去盲肠鸡和未取盲肠鸡测定花生粕、胡麻粕、芝麻粕氨基酸消化率的研究[J]. 畜牧兽医学报, 1996, 27(5): 388- 395
- [12] 冯东勋, 赵保国. 利用必需氨基酸指数(EAA I)评价新饲料蛋白源[J]. 中国饲料, 1997, (7): 10- 11
- [13] 胡国宏, 刘英. 利用必需氨基酸指数(EAA I)评价鱼饲料蛋白源[J]. 中国饲料, 1995, 15: 29- 31
- [14] 葛伟文. 氨基酸营养含量和整齐性指数[J]. 氨基酸杂志, 1992, (2): 5- 7
- [15] 孙文志. 营养学中氨基酸平衡的度量[J]. 动物营养学报, 1995, 7(1): 42- 49
- [16] 朱圣陶, 吴坤. 蛋白质营养价值评价——氨基酸比值系数分[J]. 营养学报, 1998, (2): 5- 7
- [17] 刘德芳. 配合饲料学[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1996

Measurements of the available amino acid of TD on poultry feed

L IU Chao, M IN Yu-na, L E I Ha-i-n ing, B E I Cun-j iang

(College of Animal Science and Technology, Institute of Animal Products and Veterinarian, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Xi'an Yang, Shaanxi 712039, China)

Abstract: The crude protein (CP) and amino acid (AA) of terramycin waste residue were determined with Beckman 121MB-AA analyzer. CP content of terramycin waste residue is 444.3 g/kg . Ten EAA content is 163.84 g/kg in terramycin waste residue. The content of 18 kinds of AA (322.58 g/kg) amounts to 72.60 percent of CP and it is 1.03 times as much as the ratio of total AA content to total CP in soybean cake. True availability of ten EAA in terramycin waste residue were determined with intact cockerels and available amino acid were calculated. Available Lys and available Met and available Thr is 0.88, 1.98, and 1.02 times as much as the same in soybean cake respectively. The index of amino acid balance were evaluated according to ideal protein of layers and broilers. The results showed the terramycin waste residue is a good protein source for poultry feed.

Key words: available amino acid; poultry; terramycin dregs