蛋氨酸为氮、碳源对瘤胃微生物氨基酸代谢的影响*

李吕木[1a, 2], 乐国伟[1a, 1b], 施用晖[1b]
(1. 江南大学 a. 教育部食品科学与安全重点实验室, b. 食品学院, 江苏 无锡 214036;
2. 安徽农业大学 动物科技学院, 安徽 合肥 230036)

[摘　要]　以蛋氨酸作为惟一氮源和碳源, 设添加 L-蛋氨酸(Met)组(试验组)和不添加 L-蛋氨酸组(对照组), 在体外培养条件下研究了这 2 组的瘤胃微生物谷草转氨酶(AST)和谷丙转氨酶(ALT)活性及各氨基酸含量的变化规律。结果表明, 添加 Met 对 AST 和 ALT 活性无明显影响, 添加 Met 后产物中游离甘氨酸(Gly)含量和蛋氨酸(Met)含量较对照极显著增加, 培养液中游离半胱氨酸(Cys-s)和丝氨酸(Ser)含量随培养时间的增加而减少($P < 0.05$), 培养 16 h 培养液中的游离组氨酸(His)含量较培养 8 h 显著提高($P < 0.05$), 缬氨酸(Val)迅速消耗, 不能检出。本结果提示, Val, Cys-s, Ser 和 His 可能对以 Met 为惟一氮源和碳源的瘤胃微生物是十分重要的氨基酸。

[关键词]　瘤胃微生物; 蛋氨酸; 谷草转氨酶(AST); 谷丙转氨酶(ALT); 游离氨基酸
[中图分类号]　S816.3　　[文献标识码]　A　　[文章编号]　1671-9387(2006)07-0022-05

蛋氨酸是动物的必需氨基酸, 也是反刍动物的限制性氨基酸, 但由于瘤胃微生物的发酵降解, 日粮中直接添加蛋氨酸不能明显增加其进入小肠的量。因此, 如何有效调控瘤胃微生物对蛋氨酸的降解成为反刍动物营养研究的热点之一。Zikakis 等[1]和 Wakita 等[2]对蛋氨酸的瘤胃代谢进行了测定; Orrashid 等[3]分别测定了混合瘤胃细菌、混合瘤胃原虫及两者协同对蛋氨酸的消化率, 但这些测定用的都是混合瘤胃微生物, 并且是在外加氮源和碳源条件下进行的, 很难对其进行精确调控; Curtis 等[4]用瘤胃细菌纯培养物测定蛋氨酸的降解, 结果表明, 不是所有的瘤胃细菌都能降解蛋氨酸, 能够降解蛋氨酸的瘤胃细菌, 其不同菌株的降解率也不同。因此, 筛选具有较强降解蛋氨酸活性的瘤胃微生物, 对研究瘤胃蛋氨酸的代谢调控具有重要意义。同时, 对瘤胃氨基酸代谢研究也表明, 某些离子载体可抑制瘤胃脱氨酶的活性[5]; 有些重金属可抑制瘤胃纤毛原虫的支链氨基酸转移酶[2]; Ca^{++} 可刺激谷草转氨酶(GOT)和谷丙转氨酶(GPT)的活性[6]。因而, 研究转氨酶的变化有助于了解瘤胃微生物的氨基酸代谢。本试验以 L-蛋氨酸(Met)作为惟一氮源和碳源, 在体外条件下研究了瘤胃微生物谷草转氨酶(AST)和谷丙转氨酶(ALT)及各氨基酸含量的变化规律, 以为嗜蛋氨酸瘤胃微生物的分离和蛋氨酸的瘤胃代谢调控提供理论依据。

1　材料与方法

1.1　供试动物与瘤胃液采集

将 3 头装有永久性瘤胃瘘管的成年萨能公羊作为采集瘤胃液的供试动物。试羊精料混合料的配方为: 玉米 800 g/kg, 豆粕 120 g/kg, 麸皮 63 g/kg, 食盐 10 g/kg, 磷酸氢钙 3 g/kg, 微量元素和维生素复合预混料 4 g/kg。3 头羊同圈混养, 日饲喂 2 次(09:00 和 17:00), 每次饲喂精料混合料 0.45 kg, 苜蓿青干草 1.35 kg, 自由饮水。试羊饲养 6 个月以后开始试验。

瘤胃液的采集于晨饲前进行, 用改装的塑料洗液瓶经瘤胃瘘管吸取瘤胃液, 并用 4 层医用卫生纱布过滤, 然后按 Lee 等[7]的方法去除饲料颗粒, 通入氮气后具塞压盖密封、备用。

1.2　培养液的配制

采用 Susane 等[8]的方法并进行适当改良。

1.2.1　矿物盐溶液　矿物盐溶液配方为: $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ 14 g, KH_2PO_4 2 g, NH_4Cl 3 g, KCl 5 g, $CaCl_2$

* [收稿日期]　2005-12-31
[基金项目]　合肥市重点农业科研项目(2005-1011)
[作者简介]　李吕木(1956-), 男, 安徽和县人, 研究员, 在职博士, 主要从事饲料与动物营养研究。E-mail: lilumu@mail.hf.ah.cn
[通讯作者]　乐国伟(1956-), 男, 浙江宁波人, 教授, 博士, 博士生导师, 主要从事营养与分子生物学研究。E-mail: lgw@sytu.edu.cn

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

· $2H_2O$ 0.6 g, 用去离子水定容至 1 000 mL。

1.2.2　氯高铁血红素溶液　将 0.1 g 氯高铁血红素溶于 10 mL 乙醇, 并用 0.05 mol/L NaOH 定容至 1 000 mL。

1.2.3　维生素溶液　每升 5 mmol/L HEPES 缓冲液中分别加入 1, 4-萘醌 0.25 g, 泛酸钙 0.2 g, 烟酰胺 0.2 g, 维生素 B_1 0.2 g, 维生素 B_2 0.2 g, 维生素 B_6 0.2 g, 生物素 0.025 g, 叶酸 0.025 g, 维生素 B_{12} 0.025 g, 对氨基苯甲酸 0.025 g。溶液配好后过 0.22 μm 滤膜。

1.2.4　微量元素溶液　每升 0.2 mol/L HCl 中分别加入 $MnCl_2 \cdot 4H_2O$ 0.25 g, $NiCl_2 \cdot 6H_2O$ 0.25 g, $NaMoO_2 \cdot 6H_2O$ 0.25 g, H_3BO_3 0.25 g, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.20 g, $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ 0.05 g, SeO_2 0.05 g, $NaVO_2 \cdot 6H_2O$ 0.05 g, $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ 0.025 g。

1.2.5　基础液　取 1.2.1 矿物盐溶液 75 mL, 微量元素溶液 10 mL, 氯高铁血红素溶液 10 mL, 1 g/L 刃天青溶液 1 mL, K_2HPO_4 0.45 g, 用去离子水定容至 830 mL, 并用 1 mol/L KOH 调 pH 至 6.8。

1.2.6　培养液的配制　取基础液 830 mL, 加入 Na_2CO_3 4 g, 用去离子水定容至 1 000 mL, 并倒入三颈瓶中煮沸赶氧, 然后通入混合气体 (体积分数 95% N_2 + 体积分数 5% CO_2) 5 min, 待冷却至室温时加入 $Na_2S \cdot 9H_2O$ 和 L-半胱氨酸盐酸各 0.25 g, 混匀后分装至专用的耐压血清瓶中 (分装前先将空瓶通入高纯氮气赶氧), 每瓶约 100 mL, 然后充入高纯氮气, 塞上丁基橡胶塞并压上铝盖密封, 高压灭菌 20 min。培养液在使用前每瓶再用注射器注入 1 mL 维生素溶液。

1.3　接种瘤胃微生物

取 6 瓶培养液, 每瓶用注射器注入去除饲料颗粒的瘤胃液 5 mL, 然后任意取其中 3 瓶各注入 0.1 mol/L L-蛋氨酸 (Met, 北京经科宏达生物技术有限公司产品) 1 mL, 作为试验组, 其余 3 瓶不加 L-蛋氨酸, 作为对照组。放入 39 ℃恒温培养箱中培养。

1.4　取样与测定

分别于培养的 0, 8 和 16 h, 每瓶用注射器抽取培养液 2 mL, 分成 2 份, 1 份用体积分数 4% 磺基水杨酸处理后离心 (12 000 r/min, 30 min), 取上清液在 -20 ℃冰箱保存备用; 另 1 份用于测定 AST 和 ALT 活性。游离氨基酸含量测定采用安捷仑 1100 型液相色谱仪, AST 和 ALT 活性测定采用日立 7600-020 全自动生化分析仪采用速率法进行, 所用试剂均由日本和光公司生产。

1.5　统计分析

试验结果以平均数 ± 标准差 ($x \pm s$) 表示, 用 SAS (9.0 版) 软件[9]进行统计处理, 未检出的记作 "0"。

2　结果与分析

2.1　不添加 Met 组游离氨基酸含量及 AST 和 ALT 活性的变化

不添加 L-蛋氨酸 (对照组) 时不同培养时间培养液中游离氨基酸含量和转氨酶 (AST, ALT) 活性的变化见表 1。从表 1 可以看出, 与体外培养 0 h 相比, 在不添加任何氮源和碳源而仅提供矿物质和维生素条件下体外培养 8 h, 培养液中各氨基酸含量和总氨基酸含量间无显著差异, 但培养 16 h 培养液的色氨酸 (Trp) 和苯丙氨酸 (Phe) 2 种氨基酸的含量发生了显著变化, Trp 含量极显著高于 0, 8 h ($P < 0.01$), Phe 含量 (1.04 mg/kg) 显著低于 0 h (4.58 mg/kg) ($P < 0.05$)。表明在此条件下生长的瘤胃微生物代谢产物主要是 Trp, 而 Phe 含量很少, 说明在没有外来氮源和碳源条件下, 能够生长的瘤胃微生物首先主要消耗 Phe 来满足生长代谢需要, Phe 是维持这类微生物生长最为重要的必需氨基酸之一, 但瘤胃微生物中 Phe 的分解代谢途径尚不清楚。研究表明[10-11], Phe 是由瘤胃细菌或原虫产生的谷氨酸-苯丙氨酸转移酶 (GPAase) 催化合成, 瘤胃微生物的 Phe 分解是否也由 GPAase 催化还有待进一步研究。

由表 1 还可知, 不添加 Met 组培养 8 h 后, AST 活性显著低于 0 h, 而 16 h 后其活性又升至 5.0 μmol/(L · min^{-1}), 0 与 16 h AST 活性差异不显著。ALT 活性 0 h 时最高, 为 6.7 μmol/(L · min^{-1}), 以后随培养时间的延长而降低, 到培养 8 h 时降为 5.3 μmol/(L · min^{-1}), 显著低于 0 h ($P < 0.05$), 16 h 时其活性进一步降低至 5.0 μmol/(L · min^{-1}), 极显著低于 0 h ($P < 0.01$), 但 8 h 与 16 h 的 ALT 活性差异不显著。结果表明, 在不提供外来氮源和碳源的情况下, 瘤胃微生物仍能够利用原来瘤胃液中残留或自身的氮源和碳源进行氨基酸代谢活动。AST 和 ALT 在这种极端的代谢条件下仍有活性, 但总的趋势是这 2 种转氨酶的活性在不断弱化, 培养 8 h 和 16 h 后其活性均显著降低 ($P < 0.05$), 这可能与作为底物的 Glu 和 Ala 的不断减少有关。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 1 不添加L-蛋氨酸(Met)时培养液中游离氨基酸含量及AST 和ALT 活性的变化

Table 1 Change of free amino acid demonstration, AST and ALT of culture fluid with no L-methionine added

测定项目 Item	培养时间/h Incubation time		
	0	8	16
AST/[μmol·(L·min^{-1})]	6.0±1.0 a	4.0±1.0 b	5.0±1.0 ab
ALT/[μmol·(L·min^{-1})]	6.7±0.6 Aa	5.3±0.6 b	5.0±0 Bb
L-蛋氨酸/(mg·kg^{-1}) Met	1.16±0.42	1.86±1.36	2.54±0.80
赖氨酸/(mg·kg^{-1}) Lys	1.62±0.24	2.00±0.54	1.22±0.86
半胱氨酸/(mg·kg^{-1}) Cys-s	45.06±9.88	35.88±16.56	29.90±5.82
谷氨酸/(mg·kg^{-1}) Glu	10.64±2.14	8.38±0.58	7.98±0.66
丝氨酸/(mg·kg^{-1}) Ser	1.60±0.68	0.92±0.24	5.66±8.22
组氨酸/(mg·kg^{-1}) His	2.34±0.70	2.16±0.40	2.80±1.78
甘氨酸/(mg·kg^{-1}) Gly	3.16±1.00	2.00±0.48	5.22±6.00
苏氨酸/(mg·kg^{-1}) Thr	13.44±2.70	11.58±3.92	11.82±1.46
精氨酸/(mg·kg^{-1}) Arg	5.00±1.38	4.16±1.22	4.40±1.22
丙氨酸/(mg·kg^{-1}) Ala	1.42±0.64	0.78±0.48	0.72±0.74
酪氨酸/(mg·kg^{-1}) Tyr	6.58±2.18	8.14±2.18	11.68±5.54
色氨酸/(mg·kg^{-1}) Trp	0.66±0.04 A	0.68±0.08 A	4.54±0.56 B
苯丙氨酸/(mg·kg^{-1}) Phe	4.58±2.46 a	1.82±0.20 ab	1.04±1.06 b
异亮氨酸/(mg·kg^{-1}) Ile	1.98±0.72	2.06±0.20	1.86±0.40
亮氨酸/(mg·kg^{-1}) Leu	3.32±1.22	2.64±0.18	2.72±0.80
脯氨酸/(mg·kg^{-1}) Pro	8.60±3.82	7.10±9.08	2.44±1.10
缬氨酸/(mg·kg^{-1}) Val	2.12±1.00	1.58±0.40	1.40±0.54
总氨基酸/(mg·kg^{-1}) Total amino acid	112.12±21.16	89.74±25.82	97.94±17.88

注: 同行数据后标不同小写字母者表示差异显著($P<0.05$), 不同大写字母者表示差异极显著($P<0.01$)。下表同。

Note: Values within a row with different small superscripts, different capital superscripts represent significant difference ($P<0.05$) and highly significant difference ($P<0.01$) respectively. The same is below.

2.2 添加Met 组游离氨基酸含量及AST 和ALT 活性的变化

添加L-蛋氨酸(Met)后, 对培养液中游离氨基酸含量及AST 和ALT 2 种酶活性的影响结果如表 2 所示。

表 2 添加Met 时培养液中游离氨基酸含量及AST 和ALT 活性的变化

Table 2 Change of free amino acid demonstration, AST and ALT of culture fluid with L-methionine added

测定项目 Item	培养时间/h Incubation time		
	0	8	16
AST/[μmol·(L·min^{-1})]	5.7±0.6 a	5.0±0 ab	4.7±0.6 b
ALT/[μmol·(L·min^{-1})]	6.3±0.6 a	5.0±0 b	5.3±0.6 b
L-蛋氨酸/(mg·kg^{-1}) Met	981.60±265.32	1113.82±126.94	894.52±277.54
赖氨酸/(mg·kg^{-1}) Lys	3.20±1.44	2.62±1.56	1.18±0.50
半胱氨酸/(mg·kg^{-1}) Cys-s	47.72±14.46 a	41.02±7.64 ab	22.54±7.00 b
谷氨酸/(mg·kg^{-1}) Glu	9.62±2.44	8.28±1.72	5.90±5.36
丝氨酸/(mg·kg^{-1}) Ser	1.66±0.86 a	1.02±0.36 ab	0.16±0.14 b
组氨酸/(mg·kg^{-1}) His	2.64±1.00 ab	1.72±0.40 a	3.60±0.26 b
甘氨酸/(mg·kg^{-1}) Gly	14.02±3.14	17.10±3.58	13.88±4.08
苏氨酸/(mg·kg^{-1}) Thr	13.36±3.02	14.32±2.54	10.46±2.96
精氨酸/(mg·kg^{-1}) Arg	4.84±1.18	5.26±1.16	2.44±2.38
丙氨酸/(mg·kg^{-1}) Ala	2.24±1.56	1.40±0.90	1.16±1.10
酪氨酸/(mg·kg^{-1}) Tyr	8.56±1.18	10.74±1.40	10.02±4.76
色氨酸/(mg·kg^{-1}) Trp	5.24±8.22	0.98±0.90	3.12±4.94
苯丙氨酸/(mg·kg^{-1}) Phe	7.86±6.22	1.84±1.42	4.86±4.04
异亮氨酸/(mg·kg^{-1}) Ile	4.56±6.72	3.34±1.06	3.62±1.50
亮氨酸/(mg·kg^{-1}) Leu	4.56±6.72	3.34±1.06	3.62±1.50
脯氨酸/(mg·kg^{-1}) Pro	2.86±1.54	6.26±1.56	5.76±3.16
缬氨酸/(mg·kg^{-1}) Val	0	0	0
总氨基酸/(mg·kg^{-1}) Total amino acid	1119.76±253.00	1234.24±144.32	985.74±301.23

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

从表 2 可以看出, 半胱氨酸(Cys-s)、丝氨酸(Ser)和组氨酸(His)含量随培养时间的延长均发生了明显变化。培养 0 h, 培养液中游离半胱氨酸(Cys-s)含量为 47.72 mg/kg, 随着培养时间的延长 Cys-s 含量逐渐下降, 培养 16 h 降为 22.54 mg/kg, 显著低于 0 h($P < 0.05$)。游离丝氨酸(Ser)含量的变化规律与 Cys-s 相似。这表明添加 Met 可加速这 2 种氨基酸的代谢, 其代谢通路可能均为丙酮酸途径[12]。

从表 2 还可以看出, 培养 8 h 后, 培养液内游离组氨酸(His)含量由 0 h 的 2.64 mg/kg 降为 1.72 mg/kg, 但差异不显著, 到 16 h, 其含量又迅速升至 3.60 mg/kg, 且显著高于 8 h($P < 0.05$)。这表明 His 起初以分解为主, 以后以合成为主, 但决定分解或合成代谢的条件目前并不清楚。在添加 Met 后 Val 已不能被检出, 说明在此条件下 Val 可能是微生物生长最重要的必需氨基酸之一, 这可能对培养液的调整具有参考价值。添加 Met 后还使原来对照组中 Trp 和 Phe 的显著变化消失, 可见添加 Met 改变了各必需氨基酸在瘤胃微生物代谢过程中的重要程度。

从表 2 可以看出, 添加 Met 组的 AST 活性随培养时间的延长而降低, 培养 16 h AST 活性显著低于 0 h。ALT 活性变化随培养时间的延长先降低后升高, 培养 8 和 16 h 的 ALT 活性均显著低于 0 h。

2.3　添加 Met 前后游离氨基酸含量和 AST, ALT 活性的变化

本研究统计分析结果表明, 与未添加 Met 组相比, 添加 Met 组的 AST 和 ALT 活性并未因 Met 的添加而发生显著变化, 这表明 Met 在瘤胃微生物的代谢过程中可能不发生转氨作用。与未添加 Met 组相比, 添加 Met 组的多数游离氨基酸含量无显著改变, 仅 Gly, Met 和 Val 含量发生了极显著的变化。前两者含量添加后均极显著高于添加前, 其中 Met 含量极显著高于添加前可能是由于 Met 的添加直接引起的, 而 Gly 含量的极显著增加则是由于 Met 的添加间接导致的。同时, Val 因 Met 的添加立即被消耗尽。这一结果表明, 添加 Met 使微生物的氨基酸代谢途径发生了改变, 这一代谢途径可能以 Val 为底物合成了 Gly, AST 和 ALT 在这一代谢途径中均未发挥作用, 对其机理还有待于进一步研究。

3　结　论

在瘤胃微生物无其他氮源和碳源的条件下, 添加 Met 可加速 Val, Ser, Cys-s 和 His 的利用, 改变 His 的代谢, 使产物中游离 Gly 含量增加, 但不影响 AST 和 ALT 活性。这表明 Val, Ser, Cys-s 和 His 是在 Met 为惟一氮源和碳源条件下瘤胃微生物生长的重要氨基酸, 瘤胃微生物可以在以 Met 为惟一氮源和碳源条件下维持代谢, 这对嗜 Met 瘤胃微生物的分离十分有益。

[参考文献]

[1] Zikakis P J, Salsbury R L. Metabolism of sulfur amino by rumen[J]. J Dairy Sci, 1969, 52(12): 2014-2019.

[2] Wakita M, Hoshino S. A branched-chain amino acid aminotransferase from the rumen ciliate genus entodinium[J]. J Protozool, 1975, 22(2): 281-285.

[3] Or-rashid M M, Onodera R, Wadud S. Studies on the utilization sulfoxide and methionine sulfone by rumen microorganisms *in vitra*[J]. Amino Acid, 2003, 24: 135-139.

[4] Curtis S, Russell N, Chalupa W. Degradation of amino acids by pure cultures of rumen bacteria[J]. J Anim Sci, 1976, 43(4): 821-827.

[5] Moloney A P, Read M P, Keane M G. Effects of ardacin supplementation on rumen fermentation and protein degradability in steers[J]. Animal Feed Science and Technology, 1996, 57: 97-110.

[6] Faixova Z, Faix S. Infuence of metal ions on ruminal enzyme activities[J]. Acta Vetbrno, 2002, 71: 451-455.

[7] Lee S S, Ha J K, Cheng K J. Relative contribution of bacteria, protozoa, and fungi to *in vitro* degradation of orchard grass cell wall and their interactions[J]. Applied and Environmental Microbiology, 2000, 66(9): 3807-3813.

[8] Susane E L, Michael K T, Anthony P J T, et al. Growth of anaerobic rumen fungi on defined and semi-defined media lacking rumen fluid[J]. J General Microbiology, 1985, 131: 2225-2229.

[9] SAS Institute Inc. SAS User Guide: Statistics[M]. Version 6, 4th Edition. North Carolina: SAS Institute Inc Cry, 1990.

[10] Amin M R, Onodera R. Synthesis of phenylalanine and production of other related compounds from phenylpyruvic acid and phenylacetic by ruminal bacteria, protozoa and their mixture *in vitro*[J]. J Gen Appl Microbiol, 1997, 43: 9-15.

[11] Amin M R, Onodera R, Khan R I, et al. Purification and properties of glutanmate-phenylpyruvate aminotransferase from rumen bacterium prevotella albensis[J]. Pskistan J Biol Sci, 2001, 4(11): 1377-1381.

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

[12] 王镜岩, 朱圣庚, 徐长法, 等. 生物化学: 下册[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002.

Effect of methionine as N and C sources on amino acids metabolism of rumen microorganism *in vitro*

LIL -mu[1a, 2], LE Guo-wei[1a, 1b], SHI Yong-hui[1b]

(1. a. Key Laboratory of Education Ministry of Food Science and Safety; b. School of Food Science and Technology, Southern Yangtze University, Wuxi, Jiangsu 214036, China;
2. School of Animal Science and Technology, Anhui Agricultural University, Hefei, Anhui 230036, China)

Abstract: *In vitro* studies were conducted to examine the effect of methionine used as sole nitrogen and carbon sources on the aspartate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase (ALT) and amino acids metabolism of rumen microorganisms. Rumen microorganisms were collected from fistulated goats fed with alfalfa hay and a concentrate mixture twice a day. Six serum bottles, each containing 100 mL mineral and vitamin media, taken and injected into the rumen fluid (off-feed granules) 5 mL from every bottle, were randomly divided into two groups, with three bottles in each group. One group was injected 0.1 mmol/L L-Met as trial group 1; the other three bottles were injected without L-Met, as a control group. Then they were anaerobically incubated at 39 ℃ for 16 h. Free amino acids and transaminase (AST, ALT) in the supernatants of the incubation were analyzed by HPLC and an automatic biochemistry analyzer respectively. When Met was used as a unique source of N and C of rumen microorganisms, the contents of free valine (Val) and histidine (His) were highly significantly ($P < 0.01$) and significantly ($P < 0.05$) reduced respectively; but glycine (Gly) was highly increased ($P < 0.01$). No significant differences in the other free amino acids were found, as well as for GOT and GPT activities. The results indicate that Val and cysteine (Cys) are probably the most important essential amino acids of rumen microorganisms when Met serves as a unique source of nitrogen and carbon.

Key words: rumen microorganism; methionine; AST; ALT; free amino acid

《水土保持通报》2007 年征订启事

《水土保持通报》创刊于 1981 年, 双月刊, 中文版, 属环境科学学科, 连续 4 届被定为我国中文核心期刊。主管单位为中国科学院, 由中国科学院水利部水土保持研究所和水利部水土保持监测中心联合主办。为《中国科技论文统计源期刊》,《中国科学引文数据库统计源期刊》,《中文核心期刊要目总览》以及日本《科学技术文献速报(JICST)》,《中国期刊精品荟萃》等收编。根据《中国科学引文数据库》引证报告, 2000～2004 年《水土保持通报》连续 4 年影响因子居中国科技期刊前 300 名之列; 连续 5 年总被引频次排名居中国科技期刊前 300 名之列, 其中有 2 年位居前 200 名之列。本刊主编李锐, 郭索彦先生。ISSN 1000-288X, CN 61-1094/X。开本为大 16 开, 160 页/期, 国内发行代号: 52-62, 国外发行代号: 4721BM, 定价: 14.0 元/册。

办刊宗旨: 紧密跟踪水土保持学科的发展动向, 及时报道本学科前沿领域科学理论、技术创新及其实践应用研究最新成果, 积极引导和推动水土保持学科和水土保持实践的发展与繁荣。**报道内容**: 土壤侵蚀、旱涝、滑坡、泥石流、风蚀等水土流失灾害的现状与发展动向; 水土流失规律研究、监测预报技术研发成就与监测预报结果; 水土流失治理措施与效益分析; 水土流失地区生态环境建设与社会经济可持续发展研究; 计算机、遥感工程、生物工程等边缘学科新技术、新理论、新方法在水土保持科研及其实践中的应用; 国外水土流失现状及水土保持研究新动态等。**读者对象**: 从事水保科技研究、教学与推广的科教工作者及有关行政管理人员; 国内外环境科学、地学、农业、林业、水利等相关学科科教人员及大专院校师生。

地址: 陕西省杨凌区西农路 26 号《水土保持通报》编辑部 **邮编**: 712100

电话: (029) 87018442 **传真**: (029) 87012210 E-mail: bulletin@ms.iswc.ac.cn

网址: http://www.iswc.ac.cn

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net