

# 鳖对赖氨酸营养必需性研究\*

周小秋, 杨 凤, 周安国, 蔡景义, 晏本菊, 苟 琳

(四川农业大学 动物营养研究所, 四川 雅安 625014)

**摘要:** 选体重 22g 左右的健康稚鳖 30 只, 平均分成 2 组, 分别饲喂 Lys 为 1.42%、2.92% 的等能等氮饵料 45d。结果表明: Lys 缺乏组(低 Lys 组)晒背率、惊吓逃跑率、摄饵量 ( $P < 0.01$ )、增重 ( $P < 0.01$ )、蛋白质和赖氨酸沉积效率 ( $P < 0.01$ )、肝 RNA 含量 ( $P < 0.05$ )、肝重 ( $P < 0.01$ ) 和肝 L-Lys-酮戊二酸还原酶活性 ( $P < 0.01$ ) 下降, 腐斑率、加热器附近出现率和饵料系数高, 当 Lys 水平提高到 2.92%, 这些指标得以显著或极显著改善。根据生长试验结果说明: 赖氨酸是鳖的必需氨基酸, 赖氨酸缺乏引起鳖生长受阻、生活力和疾病抵抗力下降、体蛋白和肝蛋白合成能力下降、肝生长受阻和肝 L-Lys-酮戊二酸还原酶活性下降等缺乏症。

**关键词:** 鳖; 赖氨酸; 缺乏症; 必需性

**中图分类号:** S963.16 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-2650(2001)03-0256-04

生长试验法是确定水生动物氨基酸必需性常见和主要的方法。一些研究者用这种方法成功地确定了鲑鱼<sup>[1]</sup>、虹鳟<sup>[2]</sup>、斑点叉尾鮰<sup>[3]</sup>、鳊鱼<sup>[4]</sup>、罗非鱼<sup>[5]</sup>、对虾<sup>[6]</sup>、刺蛄和首长黄道蟹<sup>[7]</sup>等水生动物的必需氨基酸种类, 并且证明赖氨酸(Lys)是这些水生动物的必需氨基酸, Lys 缺乏引起生长受阻、蛋白沉积能力下降等缺乏症。鳖是最近一些年才大量发展起来的特种水生动物, 对其营养研究非常少, 关于 Lys 是否是鳖的必需氨基酸, 缺乏后的影响尚未研究, 因此研究 Lys 是否是鳖的必需氨基酸有重要的学术意义。

## 1 材料与方 法

### 1.1 动物与试验设计

选择健康正常的体重为 22g 左右中华稚鳖 30 只, 平均分为两组, 分别饲喂含 Lys 1.42% 和 2.92% 两种等能等氮饵料 45d, 分别为 1 和 2 组。每组设 3 个重复, 分别饲喂于容积为 80cm × 40cm × 50cm 的自动控温、控氧水族箱中, 预饲一周后再正式称重试验。试验饵料所添加的 Lys 部分用 Glu 等氮代替, 除 Lys 外其它氨基酸模式与中华稚鳖体氨基酸组成模式一致, CP、微量元素、维生素需要参考 NRC(1993) 鳊鱼的需要量。试验饵料组成及营养指标见表 1。

水族箱箱底后 1/3 用消毒后的河沙铺 6cm 厚。水位高度为 9cm 高, 用自动升温、恒温系统将水温恒定在 28 ± 0.4, 自动加温时, 自动供氧。每天早

表 1 试验饵料组成及主要营养指标

Table 1 Experimental diet composition and nutritional index

试 验 组	1 组	2 组
白鱼粉	23.30	23.30
玉米蛋白粉	40.00	40.00
骨胶原蛋白	5.00	5.00
鱼 油	1.03	1.03
玉米油	1.90	1.90
蔗 糖	3.00	3.00
- 淀粉	13.12	14.35
粘结剂	0.50	0.50
A - 1 预混料 <sup>1</sup>	1.00	1.00
B - 1 预混料 <sup>2</sup>	3.50	3.50
氨基酸混合物 <sup>13</sup>	3.80	3.80
HCl - Lys(98%)	/	0.57
Glu(99%)	3.85	0.71
主要营养指标 (%) <sup>4</sup>		
蛋白(CP)	45.08	45.08
赖氨酸(Lys)	1.42	2.92
钙(Ca)	1.90	1.90
可利用 P	0.80	0.80

1:A - 1 预混料组成为每公斤含氯化胆碱 240g、抗氧化剂 25g、防霉剂 230g、维生素预混料 500g;

2:B - 1 预混料组成为每公斤含 NaCl 29g、KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 289g、CaCO<sub>3</sub> 14g、甜菜碱 143g、微量元素预混料 286g;

3:氨基酸混合物 1 组成: 分别含蛋氨酸(Met) 21.05、色氨酸(Trp) 44.74、精氨酸(Arg) 268.42、组氨酸(His) 155.26、异亮氨酸(Ile) 136.84、苯丙氨酸(Phe) 100、苏氨酸(Thr) 144.74g/kg;

4:蛋白和氨基酸含量是根据实测值计算(Met + Cys、Trp 除外)。除 Lys 外, His Met Arg Leu Ile Phe + Tyr Thr Val 理论配制为 1 1.08 2.03 2.63 1.40 3.15 1.52 1.33(参见柳琪等 1995 的测定值), 而实际测定值计算的比例为 1 1.08 2.12 3.65 1.55 3.07 1.66 1.38。

\* 收稿日期: 2001 - 04 - 23

基金项目: 四川省“九五”攻关项目“中华鳖必需氨基酸需要研究”资助。

上8时将粉状饵料用水调湿成面团状放在离水面5cm高的食台上,保持安静,鳖从木板桥爬倒食台上摄食。3d换水1次,换水量为总量的1/3。换水时将食台消毒。每10d用鳖肤康按 $10 \times 10^{-6}$ 消毒水体1次。试验期45d。

## 1.2 观测指标

1.2.1 晒背率、惊吓逃跑率、加热器附近出现率、腐斑率和成活率 在试验第20、40d 13:00从观察空观察食台上鳖数,然后开门惊吓并记录逃跑数,计算晒背率(食台上鳖数/试验鳖数)和惊吓逃跑率(惊吓逃跑数量/食台上总鳖数);观察每箱身体任何部位挨着加热器鳖数,计算加热器附近出现率(加热器附近鳖数/试验鳖数);试验结束时每组随机选择9只,观察有腐斑的鳖数(痊愈除外),计算腐斑率(腐斑鳖数/观察数)。记录试验期鳖死亡数,计算成活率。

1.2.2 增重、摄饵量和饵料系数 试验开始和结束时称重,计算增重。每天清除残饵,试验结束后烘至绝干,将绝干基础按10%的水分换算成风干基础,计算摄饵量和饵料系数。

1.2.3 肝重 试验结束后,每个处理随机选9只鳖(每个重复3只),分离内脏,称肝重和去肝后体重。将6个肝脏一分两份,所有肝脏用液氮冷冻,然后每3份用一小代装在一起,速送低温冰箱保存。

1.2.4 体蛋白、体脂肪、体氨基酸 试验开始时随机选6只鳖屠宰,去肝后液氮冷冻后保存于低温冰箱中。试验结束时每个处理随机选去肝后鳖体4只,液氮冷冻后送低温冰箱保存。测定时从冰箱中取出,在65℃下烘至恒重,再在100℃烘至恒重,磨碎全部过60目筛,混匀后测定CP和脂肪,抽脂后样品用于测定氨基酸。CP、脂肪按《家畜饲养学实习指导》<sup>[8]</sup>的方法测定,氨基酸用美国惠普公司标准方法OPA-FOMV(1996)柱前衍生分析法测定。计算CP沉积量和净沉积率、Lys沉积量和净沉积率。

1.2.5 肝Lys-酮戊二酸还原酶活力和RNA含量 将肝匀浆,按Walton等介绍的方法测定Lys-酮戊二酸还原酶活力<sup>[9]</sup>,按《临床生物化学》介绍的方法测定RNA<sup>[10]</sup>。

## 1.3 统计分析

对数据进行方差分析,并用Duncan法进行多重比较。

## 2 结果

### 2.1 Lys缺乏的外观表现及其成活率

从图1可知:赖氨酸缺乏组个体瘦小,裙边不整

齐,裙边薄。

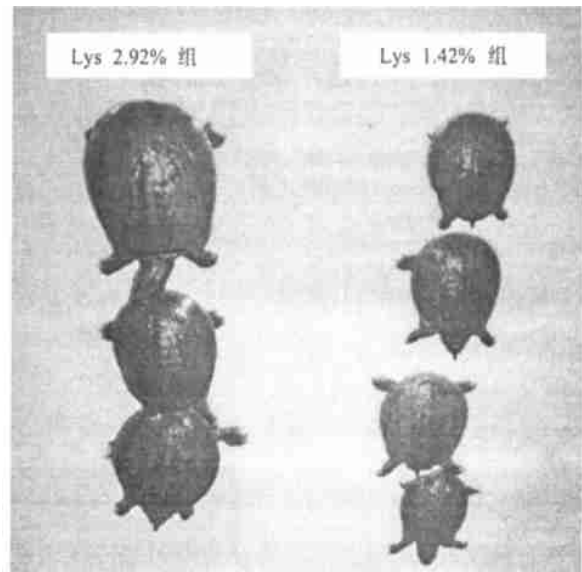


图1 Lys缺乏鳖的外观表现

Fig 1 The performance of soft shell turtle fed lysine deficiency diet 鳖的外观观察结果见表2。从表2可知:1组在加热器附近出现率和腐斑率高,而晒背率和惊吓逃跑率低,成活率没有差异。

表2 Lys水平对鳖生活力的影响(%)<sup>\*</sup>

Table 2 The effect of lysine levels on the living activity of soft shell turtle

组别	加热器附近出现率	晒背率	惊吓逃跑率	腐斑率	成活率
1	44.73	41.40	50.50	53.85	93.33
2	0	63.34	100.00	11.11	93.33

\*:加热器附近出现率、晒背率、惊吓逃跑率为两次测定值的平均值。

### 2.2 Lys水平对生产性能的影响

结果见表3。从表3可知:饵料Lys水平对摄饵量、增重和饵料系数影响极显著( $P < 0.01$ ),1组极显著地低于2组( $P < 0.01$ )。

表3 Lys水平对稚鳖生产性能的影响<sup>\*</sup>

Table 3 The effect of lysine levels on productive performance of soft shell turtle

组别	初重(g)	末重(g)	增重(%)	增重率(%)	摄饵量(g)	饵料系数
1	22.49 ± 0.45 <sup>a</sup>	30.94 ± 1.59 <sup>B</sup>	8.57 ± 1.08 <sup>B</sup>	40.90 ± 0.44 <sup>B</sup>	64.32 ± 4.71 <sup>B</sup>	7.56 ± 0.44 <sup>B</sup>
2	22.97 ± 0.37 <sup>a</sup>	54.41 ± 0.93 <sup>A</sup>	31.44 ± 0.57 <sup>A</sup>	136.89 ± 0.52 <sup>A</sup>	81.55 ± 2.19 <sup>A</sup>	2.61 ± 0.08 <sup>A</sup>

\*:处理组数据标注大写字母全部不同表示0.01的显著平准,大写字母相同而小写字母全部表示0.05的显著平准(下表同)。

### 2.3 Lys水平对稚鳖体组成含量的影响

CP和脂肪结果见表4。从表4可知:饵料Lys水平对CP含量、脂肪含量、CP沉积量和CP净沉积率

有极显著影响 ( $P < 0.01$ ), 1 组极显著地低于 2 组。

表 4 Lys 水平对稚鳖 CP 和脂肪含量和沉积的影响

Table 4 The effect of lysine levels on the content and accretion of body protein and fat of soft shell turtle

组别	CP (%)	脂肪 (%)	CP 沉积量 (mg/日只)	CP 沉积效率 (%)
1	14.66 ± 0.24 <sup>B</sup>	3.27 ± 0.16 <sup>B</sup>	32.44 ± 3.37 <sup>B</sup>	5.01 ± 0.24 <sup>B</sup>
2	15.73 ± 0.49 <sup>A</sup>	4.91 ± 0.26 <sup>A</sup>	120.22 ± 2.22 <sup>A</sup>	14.86 ± 0.29 <sup>A</sup>

胴体和蛋白中氨基酸组成见表 5。从表 5 可知: 1 组胴体 His、Lys 含量极显著地低于 2 组 ( $P < 0.01$ ), Arg、Leu 和 Phe 含量显著地低于 2 组 ( $P < 0.05$ ); 1 组体蛋白中 Lys 含量极显著地低于 2 组 ( $P < 0.01$ ), Arg、Leu 和 Phe 含量显著地低于 2 组 ( $P < 0.05$ ), 其它氨基酸组间差异不显著 ( $P > 0.05$ )。Lys 沉积量和沉积率的结果见表 6, 从表 6 可知: Lys 沉积量和净沉积率 1 组极显著地低于 2 组 ( $P < 0.01$ )。

表 5 Lys 水平对稚鳖胴体和蛋白中氨基酸含量的影响

Table 5 The effect of lysine levels on the amino acid content of body and protein of soft shell turtle

	胴含量 (%)		体蛋白中含量 (mg/100g CP)	
	1	2	1	2
His	0.21 ± 0.02 <sup>B</sup>	0.35 ± 0.04 <sup>A</sup>	1.68 ± 0.11	2.63 ± 0.29
Arg	0.92 ± 0.01 <sup>Ab</sup>	1.04 ± 0.04 <sup>Aa</sup>	7.04 ± 0.18 <sup>Ab</sup>	7.88 ± 0.02 <sup>Aa</sup>
Thr	0.54 ± 0.05	0.61 ± 0.03	4.18 ± 0.36	4.69 ± 0.12
Pro	1.13 ± 0.03	1.12 ± 0.04	8.57 ± 0.28	8.60 ± 0.17

表 7 Lys 对肝重、肝酶活、肝 RNA 含量的影响

Table 7 The effect of lysine levels on the liver weight, enzyme activity and RNA of soft shell turtle

组别	肝重 (g/只)	肝重/体重 (%)	肝 Lys - 酮戊二酸还原酶 (mmol/min g)	肝 RNA (μg/g)
1	1.34 ± 0.24 <sup>B</sup>	5.52 ± 0.57 <sup>Ab</sup>	1.96 ± 0.11 <sup>B</sup>	728.70 ± 24.50 <sup>Ab</sup>
2	3.78 ± 0.61 <sup>A</sup>	7.67 ± 1.51 <sup>Aa</sup>	3.56 ± 0.15 <sup>A</sup>	828.80 ± 20.50 <sup>Aa</sup>

### 3 讨论

鳖 Lys 缺乏症目前国内外还没有研究报道, 但是对其它一些水生动物、猪和禽已作过了大量研究。

生活力和抗病力下降是稚鳖 Lys 缺乏的重要特征之一。从表 2 可知: 1 组组晒背率和惊吓逃跑率低, 在加热器附近出现率高, 而皮肤病原菌感染率高, 这说明 Lys 缺乏降低鳖的生活力和抗病力。在其它水生动物上 Lys 缺乏有类似的现象。虹鳟 Lys 缺乏, 死亡率增加, 尾鳍糜烂<sup>[9]</sup>。在岩蟹 (Rock Crab) Lys 缺乏饲料中添加 Lys、Met 和 His 可以提高其增重和成活率<sup>[11]</sup>。Lys 不足, 增加虾应激条件下的死亡率, 神经坏死严重加剧<sup>[12]</sup>, 同时鲤鱼成活

率下降。在本试验中虽没有测定鳖的免疫力变化, Lys、Met 缺乏可能降低了免疫力。

Lys 缺乏可以引起鳖食欲下降、生长受阻和饵料利用率下降。从表 3 和图 1 可知: 饵料 Lys 为 1.42% 时, 个体瘦小和裙边薄, 摄饵量和增重极显著下降 ( $P < 0.01$ ), 说明食欲下降和生长受阻是鳖 Lys 缺乏的重要症状之一, 将 Lys 提高到 2.92%, 个体健壮, 摄饵量和增重极显著提高, 说明 Lys 是鳖生长发育的必需氨基酸。已有蛋白缺乏, 鳖生长受阻的报道, 但是 Lys 缺乏对鳖生长影响未见报道。幼鳗对 Lys 缺乏非常敏感, 在试验开始后第 3 天摄饵很差<sup>[2]</sup>。鲑鱼<sup>[8]</sup>、吉里罗非鱼 (*Tilapia zillii*)<sup>[13]</sup>、斑点叉尾鮰 (*Ictalurus punctatus*)<sup>[3]</sup>、虹鳟 (*Salmo gairdneri*)<sup>[9]</sup>、鲟 (*Chrysophrys vanmajor*) 和斑节对虾 (*Penaeus mondon*)<sup>[14]</sup> 等水生动物饵料 Lys 缺乏, 摄饵量下降和生长受阻, Lys 是这些水生动物生长的必需氨基酸。

从表 4 可知: 饵料 Lys 为 1.42% 组 (1 组) 蛋白沉积量、蛋白净沉积率极显著下降 ( $P < 0.01$ ), 说明体蛋白沉积能力下降是鳖 Lys 缺乏的重要表现之一, 同时提高饵料中的 Lys 到 2.92% 时, 蛋白沉积量和蛋白净沉积效率极显著提高, Lys 是鳖的必需氨基酸。对鲤鱼<sup>[15]</sup>、虹鳟<sup>[16]</sup>、幼日本比目鱼 (*Paralichthys olivaceas*) 和幼鲟 (*Pagrus major*)<sup>[17]</sup> 等饵料 Lys 缺乏显著降低体蛋白沉积量、蛋白质效率比和蛋白沉积率, 而且 Lys 几乎是已研究水生动物的必需氨基酸, 但罗氏沼虾体内可以合成足够的 Lys 满足蛋白合成的需要, Lys 不是其必需氨基酸。Lys 缺乏引起体蛋白合成能力下降首先与摄饵量有关, 饥饿可以引起鲤鱼蛋白周转加快<sup>[18]</sup>, 同时可以引起对蛋白合成有重要调节作用的 Arg、Leu 和 Met 摄入减少, 这几种氨基酸可以提高鼠肌肉蛋白对胰岛素的敏感性; 其次对肝蛋白合成能力有影响, Lys 缺乏引起肝 RNA 和肝蛋白的合成能力下降, 在鼠上也证明了这一点<sup>[19]</sup>。

从表 7 可知: 饵料 Lys 为 1.42% 时肝重 ( $P < 0.01$ ) 和肝重/体重 ( $P < 0.05$ ) 下降, 而且肝比整个身体敏感, 肝相对生长受阻是鳖赖氨酸的缺乏症, 当 Lys 提高到 2.92% 时, 稚鳖肝生长恢复, 说明 Lys 是稚鳖生长发育的必需氨基酸。对于鼠 Lys 不足抑制肝发育, 添加 Lys 使肝发育恢复正常<sup>[19]</sup>。从表 7 可知: Lys 为 1.42% 组肝 L - Lys - 酮戊二酸还原酶活力显著下降 ( $P < 0.05$ ), Lys 缺乏引起鳖肝 L - Lys - 酮戊二酸还原酶活力下降。虹鳟饲喂 Lys

为1%的饵料,肝L-Lys- - 酮戊二酸还原酶活力仅为最大组的85%<sup>[9]</sup>。无Lys日粮导致鼠肝L-Lys- - 酮戊二酸还原酶活力显著下降,在低蛋白日粮中大量添加Lys可以提高鼠肝L-Lys- - 酮戊二酸还原酶活力<sup>[20]</sup>。

#### 4 结 论

从本试验结果可知:Lys是鳖的必需氨基酸,Lys缺乏引起生活力和抗病力下降、食欲下降、生长受阻、蛋白合成能力下降、肝生长受阻和肝L-Lys- - 酮戊二酸还原酶活力下降等。

#### 参考文献:

- [1] Halver J E, D C Delong, T Z Mertz. Nutrition of salmonoid fishes, V. Classification of essential amino acids for chinook salmon [J]. J Nutri, 1957, 63: 95 - 105.
- [2] Shanks W E, G D Cabimer, J E Halver. The indispensable amino acids for rainbow trout[J]. Progr Fish-Culturist, 1962, 2: 68 - 73.
- [3] Dupree H K, J E Halver. Amino acids essential for the growth channel catfish (*Ictalurus punctatus*) [J]. Can J Fisheries Soc. and Aquatic Sci, 1979, 39: 948 - 951.
- [4] Agarwal K N, et al. Nutritional interrelationships between amino acids and minerals in Chicken[J]. Proceeding of the Cornell Nutrition Conference, 1977, 120 - 125.
- [5] Jackson A J, B S Capper. Investigations into the requirements of the tilapia (*Sarotherodon mossambicus*) for dietary methionine, lysine and arginine in semisynthetic diets[J]. Aquaculture, 1982, 29: 289 - 297.
- [6] Fox J M, A L Lawence, E Li-Chan. Dietary requirement of lysine for lysine by juvenile *Penaeus vannamei* using intact and free amino acid sources[J]. Aqualture, 1995, 131: 279 - 290.
- [7] Lasser G W, W V Alen. The essential amino acid requirements of the Duneness crab, *Cancer magister*[J]. Aquaculture, 1976, 7: 235 - 244.
- [8] 北京农业大学. 家畜饲养学实习指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 1979.
- [9] Walton M J, C B Cowey, J W Adron. The effect of dietary lysine levels on growth and metabolism of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) [J]. Bri J Nutr, 1984, 52: 115 - 122.
- [10] 上海医学化验研究所. 临床生化化验[M]. 上海: 上海科技出版社, 1980.
- [11] Gagne G, A D Boghen, J D Castell. Effect of adding amino acids to a diet based on crab protein for juvenile lobsters (*Homarus americanus*) [J]. Reproduction, Nutrition, Developpement, 1986, 26: 1265 - 1272.
- [12] Katzen S, B R Salser, J Ure. Dietary lysine effects on stress-related mortality of the marine shrimp, *Penus stylirostris* [J]. Aquaculture, 1984, 40: 277 - 281.
- [13] Mazid M A, Y Tanaka, T Katayama, et al. Metabolism of amino acids in aquatic animals. 3. Indispensable amino acids for *Tilapia zillii*[J]. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish, 1978, 44: 739 - 742.
- [14] Milamena O M, M N Bautista-Teruel, O S Reyes, et al. Requirements of juvenile marine shrimp, *Penaeus monodon* (*Fabricius*) for lysine and arginine[J]. Aqualture, 1998, 164 (1 - 4): 95 - 104.
- [15] Higuera M, A Garzon, M C Hidalgo, et al. Influence of temperature and dietary-protein supplementation either with free or coated lysine on the fractional protein-turnover rates in the white muscle of carp [J]. Fish Physiology and Biochemistry, 1998, 18: 85 - 95.
- [16] Rodehutsord M, A Becker, M Pack, et al. Response of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) to supplements of individual essential amino acids in a semipurified diet, including an estimate of the maintenance requirement for essential amino acids[J] J Nutr, 1997, 127: 1166 - 1175.
- [17] Forster A R, H Y Ogata, R P Wilson. Lysine requirement of juvenile Japanese Flounder (*Paralichthys olivaceas*) and juvenile red ream (*Pagrus major*) [J]. Aquaculture, 1998, 161: 1 - 4.
- [18] Boache G, F Vellas. Turnover rates of liver, muscle and plasma protein of carp subjected to prolonged total starvation[J]. Comparative Biochemistry and Physiology-A, 1975, 51: 185 - 193.
- [19] Agarwal K N. Nutritional interrelationships between amino acids and minerals in Chicken[J]. Proceeding of the Cornell Nutrition Conference, 1977, 120 - 125.
- [20] Shur-Hen W C, K W Samonds, J Seronde, et al. Protein utilization and lysine metabolism in obese and nonobese growing rats [J]. J Nutr, 1976, 108: 567 - 577.

## The Study of Essential of Lysine for Soft Shell Turtle

ZHOU Xiao-qi, YANG Feng, ZHOU An-guo, CAI Jing-yi, YAN Ben-ju, GOU Lin  
(Animal Nutritional Institute, Sichuan Agricultural University, Yaan 625014, Sichuan, China)

**Abstract:** 30 soft shell turtles were divided into two groups, offered the semipuried diets containing 1.42 and 2.92g Lysine/100g diet were offered respectively for 45 days. Low lysine level in diet causes sunshine rate, flee rate, feed intake ( $P < 0.01$ ), gain ( $P < 0.01$ ), protein and lysine accretion rate ( $P < 0.01$ ), liver RNA ( $P < 0.05$ ), liver weight ( $P < 0.01$ ) and lysine - - ketoglutarate reductase ( $P < 0.01$ ) activity lower than those of high lysine level in diet, but higher skin rot rate, appearance rate near hotter and gain/feed. It is concluded that lysine is the essential amino acid of soft shell turtle, the lysine deficiency with diet causes growth to depress, low living ability and resistance, protein and lysine accretion rate to reduce, liver growth and developing to depress, lysine - - ketoglutarate reductase ( $P < 0.01$ ) activity to decrease.

**Key words:** SOFT SHELL TURTLE; LYSINE; DEFICIENCY; ESSENTIAL.

(本文审稿王康宁)