

文章编号:1000-0615(2001)05-0454-06

稚鳖赖氨酸营养的需要量

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:选择体重为(22.62±0.52)g 稚鳖 90 只, 平均分成 6 组, 分别饲喂含赖氨酸为 1.42、1.87、2.22、2.57、2.92 和 3.32% 的等能等氮半合成饲料, 试验期 45d。结果表明, 赖氨酸缺乏会降低鳖的生活力, 导致其食欲下降、生长受阻、体蛋白沉积下降、肝生长受阻和赖氨酸- α -酮戊二酸还原酶活力下降($P < 0.01$); 赖氨酸对鳖的增重、饵料系数、体蛋白沉积量和净沉积率、体赖氨酸沉积量和净沉积率、肝重/体重和肝赖氨酸- α -酮戊二酸还原酶活力影响极显著($P < 0.01$), 并成极显著或显著二次回归关系($R^2 = 0.7667 - 0.9594$, $P < 0.005 - 0.02$)。根据这些指标确定的赖氨酸需要量差异不明显, 稚鳖赖氨酸需要量为 2.40% 或 $5.32\text{g} \cdot (100\text{gCP})^{-1}$ 。尽管赖氨酸对摄饵量和肝重也有极显著影响($P < 0.01$), 但是不呈显著二次回归关系($R^2 = 0.3766 - 0.5990$, $P > 0.05$)。

关键词: 稚鳖; 赖氨酸; 营养指标; 赖氨酸需要量

中图分类号: S963.16; S966.5; Q591.2 文献标识码: A

The lysine requirement of juvenile soft shell turtle

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

Abstract: 90 juvenile soft shell turtles with weight of (22.62 ± 0.52) g were divided into six groups and then were given the isoenergy and isonitrogenous semipure diets containing 1.42, 1.87, 2.22, 2.57, 2.92, 3.32 percent of Lys respectively for 45d. Symptoms of lysine deficiency are lower living ability, anorexia, retardation of growth, lower protein retention and lower liver lysine- α -ketoglutarate activity. Extremely significant effects of the levels of dietary lysine were found for weight gain, feed intake/weight gain, body protein retention and net retention rate, body lysine retention and net retention rate, liver weight/body weight and liver lysine- α -ketoglutarate activity ($P < 0.01$), and with significant or extremely significant quadratic responses ($R^2 = 0.7667 - 0.9594$, $P < 0.005 - 0.02$). The difference of lysine requirement of soft shell turtle determined by these indices is not significant, lysine requirement is 2.40% or $5.32\text{g}(100\text{gCP})^{-1}$. Although the effects of the dietary lysine levels on feed intake and liver weight are extremely significant ($P < 0.01$), no significant quadratic responses were found ($R^2 = 0.3766 - 0.5990$, $P < 0.05$).

Key words: juvenile soft shell turtle; lysine; nutritional index; lysine requirement

赖氨酸(Lys)是鲑、鲤、斑点叉尾鲟、虹鳟、罗非鱼^[1]等水生动物的必需氨基酸和常规饲料中的第一限制性氨基酸。到目前为止, 已初步确定了虹鳟、鲑、鳊、鲤、罗非鱼^[1]、日本比目鱼和鳕^[2]、斑节对虾^[3]等水生动物的 Lys 需要量。但是鳖 Lys 营养研究国内外尚未报道, 研究 Lys 对鳖的影响极其需要量在

收稿日期: 2000-09-30

资助项目: 四川省“九五”攻关重点资助项目(1995-2000, SC95-A-6-15)

第一作者: 周小秋(1966-), 男, 四川垫江人, 副教授, 博士, 主要从事水生动物营养方面的研究。E-mail: xqzhou@ya-public.sc.cninfo.net

net

学术和生产上有重要意义。

1 材料与方法

1.1 动物与试验设计

选择体重为(22.62±0.52)g健康中华稚鳖90只,随机分成6组,每组设三个重复,分别饲喂含Lys 1.42%、1.87%、2.22%、2.57%、2.92%、3.32%的等能等氮半合成饵料。饵料Lys增减用谷氨酸(Glu)等氮代替,氨基酸模式按鳖氨基酸体组成模式,蛋白质(CP)、微量元素和维生素参考鳊的需要^[1],试验饵料配方见表1。饲喂于容积为80cm×40cm×50cm的自动控温、控氧的室内水簇箱中,暂养一周后再开始试验。

水簇箱底后1/3铺消毒后的河沙6cm厚,水位高度保持9cm。用自动升温、恒温系统将水温恒定在(28±0.4)℃,加温时自动供氧。每天早上8:00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。3天换水一次,换水量为总量的1/3。换水时将食台消毒。每10天用鳖肤康按10×10⁻⁶消毒水体一次。试验期45d。

表1 试验饵料组成及主要营养指标

Tab.1 Trial diets and main nutritional indices

试验组	1	2	3	4	5	6
白鱼粉	23.30	23.30	23.30	23.30	23.30	23.30
玉米蛋白粉	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
骨胶原蛋白	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
鱼油	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03
玉米油	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90
蔗糖	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
α-淀粉	13.12	13.46	13.73	13.98	14.35	14.55
粘结剂	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
A-1预混料*	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
B-1预混料* ²	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
氨基酸混合物 ₁ * ³	3.80	3.80	3.80	3.80	3.80	3.80
HCl-Lys(98%)	-	0.57	1.01	1.47	1.91	2.42
Glu(99%)	3.85	2.94	2.23	1.52	0.71	-
主要营养指标(%)* ⁴						
蛋白(CP)	45.08	45.08	45.08	45.08	45.08	45.08
Lys	1.42	1.87	2.22	2.57	2.92	3.32
钙	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90
可利用磷	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80

注:*示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示B-1预混料组成,为每公斤含NaCl 29g、KH₂PO₄ 289g、CaCO₃ 14g、甜菜碱143g、微量元素预混料286g;

*³示氨基酸混合物₁组成,为每公斤含蛋氨酸(Met) 21.05g、色氨酸(Trp)44.74g、精氨酸(Arg)268.42g、组氨酸(His)155.26g、异亮氨酸(Ile)136.84g、苯丙氨酸(Phe)100g、苏氨酸(Thr)144.74g;

*⁴示CP和氨基酸含量,为根据实测值计算[Met+胱氨酸(Cys)、Trp除外];除Lys外,His:Met:Arg:亮氨酸(Leu):Ile:Phe+酪氨酸(Tyr):Thr:缬氨酸(Val)理论配制为1:1.08:2.03:2.63:1.40:3.15:1.52:1.33^[4],而实测值计算的比例为1:1.08:2.12:3.65:1.55:3.07:1.66:1.38。

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、40天13:00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

每个处理选 9 只大小适中鳖(每个重复 3 只),分离内脏,称肝重和去肝后体重。将 6 个肝脏分两份,所有肝脏用液氮冷冻,然后每 3 份用一小袋装在一起,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、脂肪按文献[5]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。计算体 CP 沉积量和净沉积率、体 Lys 沉积量和净沉积率。

1.2.5 肝 Lys- α -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- α -酮戊二酸还原酶活力^[6],按文献[7]的方法测定 RNA。

1.3 统计分析

对数据进行方差分析,结合邓肯法进行多重比较。并对增重、摄饵量、饵料系数、体 CP 沉积量和净沉积率、体 Lys 沉积量和净沉积率、肝重、肝重/体重和肝 Lys- α -酮戊二酸还原酶活力进行回归分析,根据分析结果确定 Lys 需要量。

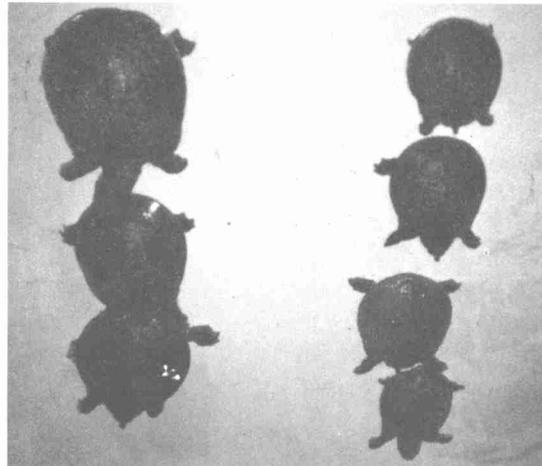
2 结果

2.1 Lys 对鳖生活力的影响

Lys 缺乏组(Lys 为 1.42%)整个体瘦小,裙边薄且不整齐(图 1)。生活力观察见表 2,从表中可知,1、2 组加热器附近出现率、腐斑率较高,而晒背率和惊吓逃跑率较低,成活率各组差异不大,说明 Lys 缺乏降低了生活力。

2.2 Lys 对生产性能的影响

从表 3 可知:摄饵量 5 组分别极显著地高于 1 组($P < 0.01$)、显著地高于 4、6 组($P < 0.05$),2、3 组显著地高于 1 组($P < 0.05$)。增重 3、4、5 和 6 组极显著地高于 1、2 组($P < 0.01$),2 组极显著地高于 1 组($P < 0.01$);5 组显著地高于 6 组($P < 0.05$)。饵料系数 1、2 组极显著地高于 3、4、5 和 6 组,1 和 2 组间差异极显著($P < 0.01$)。说明 Lys 缺乏食欲下降、生长受阻和饵料利用率下降。



Lysy of 2.92%组

Lysy of 1.42%组

图 1 Lys 缺乏组与正常组鳖的外观表现

Fig.1 The performance of soft shell turtle fed with diets of low level or normal level lysine

表 2 Lys 对鳖生活力的影响*(%)

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

组别	1	2	3	4	5	6
出现率* ²	44.73	10.00	3.34	-	-	-
晒背率	41.40	30.00	53.34	56.67	63.34	46.67
惊吓逃跑率	50.50	67.50	100.00	100.00	100.00	96.67
腐斑率	53.85	55.55	11.11	22.22	11.11	22.22
成活率	93.33	100.00	100.00	100.00	93.33	93.33

注:* 结果为两次测定的平均值,* 2 指加热器附近。

表 3 Lys 对稚鳖增重、摄饵量和饵料系数的影响

Tab.3 The effect of lysine levels on the weight gain, feed intake, feed intake/weight gain of soft shell turtle

组别	初重(g)	末重(g)	增重(g)	增重率(%)	摄饵量(g)	饵料系数
	15*	15	3	3	3	3
1	22.49 ± 0.45 ^{Aa}	30.94 ± 1.59 ^{Dd}	8.57 ± 1.08 ^{Dd}	40.90 ± 0.44 ^{Dd}	64.32 ± 4.71 ^{BCc}	7.56 ± 0.44 ^{Aa}
2	21.94 ± 0.43 ^{Aa}	40.63 ± 1.38 ^{Cc}	18.35 ± 1.51 ^{Cc}	85.32 ± 7.71 ^{Cc}	74.58 ± 3.79 ^{ABab}	4.00 ± 0.14 ^{Bb}
3	22.79 ± 0.23 ^{Aa}	52.35 ± 0.82 ^{ABab}	29.56 ± 0.90 ^{ABab}	129.72 ± 4.68 ^{ABab}	74.49 ± 0.75 ^{ABab}	2.52 ± 0.09 ^{Cc}
4	22.41 ± 0.19 ^{Aa}	49.80 ± 2.93 ^{ABab}	27.39 ± 3.04 ^{ABab}	122.28 ± 14.13 ^{ABab}	68.17 ± 4.49 ^{ABbc}	2.51 ± 0.19 ^{Cc}
5	22.97 ± 0.37 ^{Aa}	54.41 ± 0.93 ^{Aa}	31.44 ± 0.57 ^{ABa}	136.89 ± 0.52 ^{ABa}	81.55 ± 2.19 ^{Aa}	2.61 ± 0.08 ^{Cc}
6	23.09 ± 0.28 ^{Aa}	49.16 ± 0.90 ^{ABb}	26.07 ± 1.11 ^{ABb}	112.92 ± 5.90 ^{ABb}	68.71 ± 1.44 ^{ABbc}	2.64 ± 0.12 ^{Cc}

注:1. 处理组数据标注大写字母全部不同表示 0.01 的显著平准,大写字母有相同字母而小写字母全部表示 0.05 的显著平准。下同;

2. * 为每个处理测定样本数

2.3 Lys 对稚鳖体组成含量的影响

Lys 水平对鳖体 CP 含量、体 CP 沉积量和净沉积率、体脂肪含量、体 Lys 含量、沉积量和净沉积率影响极显著($P < 0.01$) (表 4)。体 CP 含量 3、5 组极显著地高于 1 组($P < 0.01$),显著地高于 6 组($P < 0.05$)。体 CP 沉积量 2、3、4、5 和 6 组极显著地高于 1 组($P < 0.01$),3、5 组分别极显著和显著地高于 2 组和 4、6 组($P < 0.01$ 和 $P < 0.05$)。体 CP 净沉积率 3、4、5 和 6 组极显著地高于 1、2 组($P < 0.01$),2 组极显著地高于 1 组($P < 0.01$)。体脂肪含量 3、5 组分别显著地和极显著地高于 1、6 组($P < 0.05$ 和 $P < 0.01$),4 组极显著地高于 1 组($P < 0.01$),显著地高于 6 组($P < 0.05$)。体 Lys 含量 3、5、6 组极显著地高于 1、2 组($P < 0.01$),4 组分别极显著和显著高于 1 组和 2 组($P < 0.01$ 和 $P < 0.05$)。体 Lys 沉积量 3、4、5 和 6 组极显著地高于 1、2 组($P < 0.01$),5 组极显著地高于 4 组($P < 0.01$),1、2 组间差异极显著($P < 0.01$)。2、3、4、5 和 6 组体 Lys 净沉积率极显著地高于 1 组($P < 0.01$),3、4 组分别极显著和显著地高于 5、6 组($P < 0.01$ 和 $P < 0.05$)。如饵料中 Lys 不足,会降低体 CP 和体 Lys 沉积能力。

表 4 Lys 对鳖体 CP、体脂肪和体 Lys 含量和沉积的影响

Tab.4 The effect of lysine levels on the content and net retention rate of protein, fat and lysine of soft shell turtle

	N	1	2	3	4	5	6
CP	摄入量	3 29.00 ± 2.12	33.62 ± 1.70	33.58 ± 0.34	30.73 ± 2.03	36.76 ± 0.99	30.98 ± 0.65
	体含量	4 14.66 ± 0.24 ^{Bb}	15.14 ± 0.23 ^{ABab}	15.84 ± 0.21 ^{Aa}	15.13 ± 0.35 ^{ABab}	15.73 ± 0.49 ^{Aa}	15.58 ± 0.32 ^{ABa}
	沉积量	4 32.44 ± 3.37 ^D	74.44 ± 7.77 ^C	112.22 ± 4.44 ^{Aa}	99.33 ± 8.89 ^{ABb}	120.22 ± 2.22 ^{Aa}	100.00 ± 3.38 ^{ABb}
	净沉积率	4 5.01 ± 0.24 ^C	9.93 ± 0.62 ^B	15.05 ± 0.73 ^{Aa}	14.54 ± 1.03 ^{Aa}	14.86 ± 0.29 ^{Aa}	14.54 ± 0.61 ^{Aa}
脂肪	体含量	4 3.27 ± 0.16 ^{Cc}	3.89 ± 0.49 ^{ABCbc}	4.54 ± 0.75 ^{ABCa}	4.75 ± 0.63 ^{ABa}	4.91 ± 0.26 ^{Aa}	3.40 ± 0.06 ^{BCbc}
	体含量	4 0.64 ± 0.01 ^{Cc}	0.67 ± 0.04 ^{BCbc}	0.76 ± 0.03 ^{Aa}	0.72 ± 0.03 ^{ABa}	0.76 ± 0.03 ^{Aa}	0.76 ± 0.02 ^{Aa}
Lys	沉积量	4 55.33 ± 6.85 ^D	133.98 ± 10.04 ^C	254.46 ± 6.88 ^{ABab}	217.35 ± 21.80 ^{Bb}	261.19 ± 15.34 ^{Aa}	228.10 ± 8.14 ^{ABab}
	净沉积率	4 6.07 ± 0.34 ^D	9.60 ± 0.27 ^{BCc}	15.41 ± 0.48 ^{Aa}	12.40 ± 0.84 ^{Bb}	10.98 ± 0.76 ^{BCc}	10.00 ± 0.41 ^{BCc}

注:CP 摄入量、含量,沉积量和净沉积率单位分别为 $\text{g} \cdot \text{只}^{-1}$ 、%、 $\text{mg} \cdot (\text{只} \cdot \text{d})^{-1}$ 、 $\text{mg} \cdot (100\text{mg})^{-1}$;脂肪含量单位为:%;体 Lys 含量、沉积量和净沉积率单位分别为:%、 $\text{mg} \cdot \text{只}^{-1}$ 和 $\text{mg} \cdot (100\text{mg})^{-1}$ 。

2.4 Lys 对肝指标的影响

肝重 2、3、4、5 和 6 组极显著地高于 1 组($P < 0.01$),5 组极显著地高于 2、6 组($P < 0.01$)。肝重/体重 5 组分别极显著和显著地高于 6 组和 1 组($P < 0.01$ 和 $P < 0.05$)。肝 Lys- α -酮戊二酸还原酶活力 3、4、5 和 6 组极显著地高于 1 组和 2 组,1、2 组间差异极显著($P < 0.01$),3、4、5 和 6 组间差异不显著($P > 0.05$)。肝 RNA 含量 5、6 组极显著高于 3 组($P < 0.01$),显著地高于 1、2、4 组($P < 0.05$)。结果说明,Lys 缺乏严重地阻止稚鳖肝生长,降低肝 Lys- α -酮戊二酸还原酶活力和 RNA 含量(表 5)。

2.5 回归分析

增重、饵料系数、体 CP 沉积量和净沉积率、体 Lys 沉积量和净沉积率、肝重/体重、肝 Lys- α -酮戊二酸还原酶活力与饵料 Lys 水平呈极显著或显著二次回归关系 ($R^2 = 0.9463$, $P < 0.005$; $R^2 = 0.9594$, $P < 0.005$; $R^2 = 0.9289$, $P < 0.005$; $R^2 = 0.9565$, $P < 0.005$; $R^2 = 0.9047$, $P < 0.005$; $R^2 = 0.7667$, $P < 0.02$; $R^2 = 0.8360$, $P = 0.01$; $R^2 = 0.9548$, $P < 0.005$), 在 Lys 分别为 2.75、2.76、2.77、2.83、2.84、2.51、2.39 和 2.79% 时达到最佳值, 95% 极值时 Lys 水平分别为 2.40、2.57、2.42、2.45、2.49、2.19、2.04 和 2.45%。而摄饵量和肝重与 Lys 没有显著的二次回归关系 ($R^2 = 0.3766$, $P = 0.19$; $R^2 = 0.5990$, $P = 0.07$)。

表 5 Lys 对稚鳖肝重、Lys- α -酮戊二酸还原酶活力和 RNA 含量的影响

Tab.5 The effect of lysine levels on the liver weight, lysine- α -ketoglutarate activity and RNA content of soft shell turtle

组别	肝重 (g)	肝重/体重 (g/100g)	Lys- α -酮戊二酸还原酶活力 (mmol·(分·g) ⁻¹)	RNA($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)
1	1.34 ± 0.24Cc	5.52 ± 0.57 ^{ABb}	1.96 ± 0.11 ^C	728.70 ± 24.5 ^{ABb}
2	2.47 ± 0.73 ^{Bb}	6.91 ± 1.42 ^{ABab}	2.85 ± 0.12 ^B	736.20 ± 24.30 ^{ABb}
3	3.22 ± 0.90 ^{ABab}	6.53 ± 1.25 ^{ABab}	3.67 ± 0.08 ^{Aa}	677.60 ± 16.90 ^{Bb}
4	3.01 ± 1.15 ^{ABab}	6.77 ± 1.61 ^{ABab}	3.74 ± 0.14 ^{Aa}	755.90 ± 30.80 ^{ABb}
5	3.78 ± 0.61 ^{Aa}	7.67 ± 1.51 ^{Aa}	3.56 ± 0.15 ^{Aa}	828.80 ± 20.50 ^{Aa}
6	2.17 ± 0.32 ^{Bb}	5.21 ± 1.14 ^{Bb}	3.59 ± 0.31 ^{Aa}	885.80 ± 37.70 ^{Aa}

注:1. 体重是去肝后的重量;2. 每个处理样本数 n 为 3。

表 6 稚鳖性能指标与饵料 Lys 水平回归分析

Tab.6 The regression analysis between the performance indices and lysine levels of soft shell turtle

指标 Y ₁₋₁	回归方程	R ²	P	最佳时的 X 水平 (%)	95%最佳值时 Lys 水平	
增重(g)	$Y_{1-1} = -64.46 + 68.72X - 12.45X^2$	0.9463	< 0.005	Max X = 2.75	2.40 或 5.32	
生产性能	摄饵量(g)	$Y_{1-2} = -20.73 + 40.46X - 7.92X^2$	0.3766	= 0.19		
	饵料系数	$Y_{1-3} = 24.25 - 16.08X + 2.91X^2$	0.9594	< 0.005	Min X = 2.76	2.57 或 5.71
体 CP	沉积量(g)	$Y_{1-4} = -10.08 + 10.49X - 1.82X^2$	0.9289	< 0.005	Max X = 2.77	2.42 或 5.36
	净沉积率(%)	$Y_{1-5} = -26.97 + 30.06X - 5.32X^2$	0.9565	< 0.005	Max X = 2.83	2.45 或 5.43
体 Lys 沉积	沉积量(g)	$Y_{1-6} = -560.18 + 575.54X - 101.13X^2$	0.9047	< 0.005	Max X = 2.84	2.49 或 5.52
	净沉积率(%)	$Y_{1-7} = -25.14 + 30.64X - 6.10X^2$	0.7667	< 0.02	Max X = 2.51	2.19 或 4.85
	肝重(g)	$Y_{1-8} = -2.95 + 8.43X - 1.76X^2$	0.5990	= 0.07		
	肝重/体重(%)	$Y_{1-9} = -7.39 + 8.42X - 1.65X^2$	0.8360	= 0.01	Max X = 2.39	2.04 或 4.53
肝指标	肝 Lys- α -酮戊二酸还原酶 [mmol·(分·g) ⁻¹]	$Y_{1-10} = -3.78 + 5.42X - 0.97X^2$	0.9548	< 0.005	Max X = 2.79	2.45 或 5.43

注:1. 95% 指标最佳值时 Lys 水平两个数字的单位分别为: % (饵料基础) 或 g·(100gCP)⁻¹; 2. 观测点数 n 为 6。

2 讨论

在本试验中 Lys 缺乏引起鳖生活力下降、皮肤病原菌感染率高、食欲下降、生长受阻、肝生长受阻、体 CP 净沉积率下降、肝 Lys- α -酮戊二酸还原酶活力和 RNA 下降。其它研究认为, Lys 缺乏将增加虾的死亡率、摄饵量下降和生长受阻^[3], 降低虹鳟^[8]、幼鲟^[2] CP 沉积效率, 虹鳟肝 Lys- α -酮戊二酸还原酶活力呈下降趋势^[6]。

增重、饵料系数、体 CP 沉积量和净沉积率、体 Lys 沉积量、肝 Lys- α -酮戊二酸还原酶活力可以作为确定鳖 Lys 需要量的指标, 因这些指标都与饵料 Lys 成显著或极显著的二次回归关系, 分别在 Lys 为 2.75、2.76、2.77、2.83、2.84 和 2.79% 达到最佳值。用增重、饵料系数确定鳖 Lys 需要量的指标未见报

道。增重、特异性增长率、饵料利用率和体 CP 沉积量是确定鲤、凡氏对虾(*Penaeus vannamei*)^[3]、日本比目鱼和鲷^[2]、虹鳟^[8]Lys 需要的敏感指标。肌肉中游离 Lys 可以作为确定罗非鱼 Lys 需要的指标^[9]。

肝重/体重和 Lys 净沉积率达到最佳值 Lys 需要分别低于其它确定指标需要的 9.50%~11.15% 和 15.06%~18.41%, 可见根据这两个指标确定的需要量可能低估了鳖 Lys 需要量。肝重/体重作为判定指标对动物的阶段性很难判定, 肝是动物早期生长器官, 生长早期较灵敏, 在生长后期可能不灵敏。

以回归方程极值为基础确定氨基酸需要量是动物营养研究中常见的方法。但是根据极值点确定 Lys 需要量并不科学。其原因可能在以下两个方面。第一, 根据边际效应分析, 越接近极值点, 提高的效应不显著(边际效应差), 但是投入大幅度提高, 适当降低产出, 投入产出效益大幅度提高。此原理已应用到动物营养需要量研究上, 动物营养学上通常按 90%~99% 极值确定营养需要量, 一般用 95%^[10], 虹鳟 Lys、Trp、His、Val^[8] 和 Met^[11] 的需要量以及罗非鱼 Arg 需要量^[9] 是根据最佳增重 95% 时确定的。第二, 从本试验可知, 95% 最佳增重、体 CP 沉积量、体 Lys 沉积量分别为 28.84g/只、4.76g/只、267.41 mg/只, 与最佳值差异不显著($P > 0.05$), 但是此时根据上述指标值确定的 Lys 需要量下降了 14.58%、15.51%、14.05%, 下降幅度显著。

根据 95% 最佳增重确定的稚鳖 Lys 需要量为 2.40% 或 $5.32\text{g} \cdot (100\text{gCP})^{-1}$, 与根据体 CP 沉积量和净沉积率、体 Lys 沉积量、肝 Lys- α -酮戊二酸还原酶活力指标确定的需要量非常接近, 但是都略低于根据这些指标确定的需要量。关于鳖 Lys 需要量研究未见报道, 与幼鳗需要量非常接近^[12], 低于鲤^[1], 高于日本比目鱼^[2]、莫桑比克罗非鱼^[9]。因此, 在鳖 Lys 需要量没有确定以前, 可借鉴鳗 Lys 需要量。

3 结论

Lys 缺乏会引起鳖生活力下降、病原菌感染率高、食欲下降、生长受阻、蛋白沉积能力下降、肝生长受阻、肝 Lys- α -酮戊二酸还原酶活力下降等缺乏症; 增重、饵料系数、体蛋白沉积量和净沉积率、体 Lys 沉积量和净沉积率、肝 Lys- α -酮戊二酸还原酶活力是确定稚鳖 Lys 需要量的敏感指标; 稚鳖 Lys 需要为 2.40% 或 $5.32\text{g} \cdot (100\text{gCP})^{-1}$ 。

参考文献:

- [1] National Research Council. Nutrient requirements of fish[M]. NW, Washington, D. C.: National Academy Press, 1993. 6-13.
- [2] Forster A R, Ogata H Y, Wilson R P. Lysine requirement of juvenile Japanese flounder(*Paralichthys olivaceus*) and juvenile red ream(*Pagrus major*)[J]. Aquac, 1998, 161:1-4.
- [3] Milamena O M, Bautista-Teruel M N, Reyes O S, et al. Requirements of juvenile marine shrimp, *Penaeus monodon*(Fabricius) for lysine and arginine[J]. Aquac, 1998, 164(1-4):95-104.
- [4] 柳 琪, 滕 茂, 张炳春. 中华鳖氨基酸和微量元素分析研究[J]. 氨基酸和生物资源, 1995, 17:18-21.
- [5] 北京农业大学. 家畜饲养学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1979. 11-16.
- [6] Walton M J, Cowey C B, Adron J W. The effect of dietary lysine levels on growth and metabolism of rainbow trout (*Salmon gairderi*)[J]. J Nutri, 1984, 52:115-122.
- [7] 上海生物化学研究所. 临床生物化学[M]. 上海: 科学技术出版社, 1985. 159-177.
- [8] Rodehutsord M, Becker A, Pack E, 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.
- [9] Santiago C B. Amino acid requirements of Nile tilapia[D]. Ph D Dissertation, Auburn University, Auburn, Alabama, 1985, 1-80.
- [10] National Research Council. Nutrients requirement of Swine[M]. NW, Washington D. C.: National Academy Press, 1998. 19-30.
- [11] Murkus R, Stephan J, Micheal P, et al. Response of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) growing from 50-150g to supplements of DL-methionine in semipurified diet containing low or high levels of cystine[J]. J Nutri, 1995, 125:964-968.
- [12] Arai S. Amino acids essential for growth of eels(*Agalla anguilla* and *japonica*)[J]. Bull Jap Soc Sci Fish, 1972, 38:753-759.