

不同养殖模式对中华鳖营养品质的影响

王璐明¹, 马 晓¹, 王晓清^{1*}, 陈丽婷¹, 戴振炎¹, 秦 溱¹, 夏建海¹, 李爱国²

(¹湖南农业大学 动物科学技术学院, 长沙 410128; ²天马湖州资源有限责任公司, 湖南 汉寿 415900)

摘要:【目的】研究不同养殖模式对中华鳖(*Trionyx sinensis*)营养品质的影响,为深入探讨提高原生态养殖鳖营养、保健功能的途径和方法提供理论依据。【方法】对原生态、池塘和温室养殖模式下中华鳖肌肉和裙边的基本营养成分及肌肉氨基酸、脂肪酸组成的差异进行比较分析。【结果】与池塘养殖鳖和温室养殖鳖相比,原生态养殖鳖的肌肉蛋白质、脂肪和胶原蛋白含量最高,水分含量最低;裙边水分、蛋白和胶原蛋白含量显著高于池塘养殖鳖和温室养殖鳖($P<0.05$,下同),但脂肪含量最低。从3种鳖的肌肉中能检测出16种氨基酸,且肌肉氨基酸总量、必需氨基酸和鲜味氨基酸总量均以原生态养殖鳖最高。从中华鳖肌肉中共检测到21种脂肪酸,包括7种饱和脂肪酸、6种单不饱和脂肪酸、8种多不饱和脂肪酸,原生态养殖鳖的单不饱和脂肪酸总量显著高于池塘养殖鳖和温室养殖鳖,温室养殖鳖的不饱和脂肪酸总量最高,但除C18:2n-6外,其他多不饱和脂肪酸含量均以原生态养殖鳖最高。【结论】原生态养殖鳖的品质优于池塘养殖鳖和温室养殖鳖。

关键词: 中华鳖; 养殖模式; 营养成分; 胶原蛋白; 氨基酸; 脂肪酸

中图分类号: S966.5

文献标志码: A

文章编号: 2095-1191(2013)09-1571-05

Effects of different culture modes on nutrients of Chinese soft-shelled turtle (*Trionyx sinensis*)

WANG Lu-ming¹, MA Xiao¹, WANG Xiao-qing^{1*}, CHEN Li-ting¹, DAI Zhen-yan¹, QIN Qin¹, XIA Jian-hai¹, LI Ai-guo²

(¹College of Animal Science and Technology of Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China;

²Tianma Huzhou Resources Ltd., Co., Hanshou, Hunan 415900, China)

Abstract:【Objective】The nutrients of Chinese soft-shelled turtles (*Trionyx sinensis*) under different culture modes was studied to provide references for improving its nutrition value and healthcare function.【Method】The nutritional composition in muscle and calipash, and the compositions of amino acids and fatty acids in muscle were analyzed between the turtles cultured in ecology, pond and green house conditions.【Result】Crude protein, lipid and collagen in muscle were higher in ecology turtles compared with the turtles cultured in ponds and green houses. However, moisture content was the lowest in ecology cultured turtles. The contents of moisture, protein and collagen in calipash of ecology cultured turtles were significantly higher ($P<0.05$), while lipid content was the lowest. There were 16 kinds of amino acids detected in muscle of three kinds of turtles. The ecology cultured turtles had the highest content of total amino acids, essential amino acids, and flavor amino acids in muscle. There were 21 fatty acids including 7 kinds of saturated fatty acids, 6 kinds of monounsaturated fatty acids and 8 kinds of unsaturated fatty acids. For monounsaturated fatty acids composition, the highest value was observed in the original ecology cultured turtles, which was significantly higher than other groups ($P<0.05$). Total unsaturated fatty acid content was the highest in green house turtles. However, except for C18:2n-6, other unsaturated fatty acids was the highest in the original ecology cultured turtles.【Conclusion】The results showed that the edible quality and taste of the original ecology cultured turtles were the best among three cultured modes.

Key words: *Trionyx sinensis*; aquaculture model; nutritional composition; collagen; amino acid; fatty acid

0 引言

【研究意义】中华鳖(*Trionyx sinensis*)俗称甲鱼、

团鱼等,隶属爬行纲、龟鳖目、鳖科、鳖属,是我国特种水产养殖的主要品种之一(王道尊等,1998)。近年来,

收稿日期 2013-01-23

基金项目 国家自然科学基金项目(31172406) 湖南省教育厅科学研究重点项目(11A051)

作者简介 *为通讯作者,王晓清(1964-)教授,博士生导师,主要从事水产动物遗传与育种研究工作, E-mail wangxiao8258@126.com。王璐明(1988-)研究方向为水产动物营养与饲料 E-mail wlmingup@126.com

中华鳖野生资源迅速减退,其人工养殖模式主要有温室养殖、池塘养殖和生态养殖,但一些人工养殖的鳖肉质粗糙、营养品质下降,且病害日趋严重,可能与中华鳖的养殖环境有关,因此,对不同养殖模式下中华鳖的营养成分进行比较研究,可为中华鳖养殖业的发展提供技术参考。【前人研究进展】占秀安(2000)分析了养殖鳖肌肉营养成分,并与野生中华鳖进行比较,结果发现养殖鳖肌肉中蛋白质含量明显低于野生鳖,鲜味不如野生鳖,亚麻酸(C18:3n-6)和花生四烯酸(C20:4n-6)含量明显降低,而胆固醇、肌肉脂肪、EPA(C20:5n-3)和DHA(C22:6n-3)含量显著增高。钱国英和朱秋华(2003)研究了养殖水体大小对中华鳖营养成分的影响,结果发现较大水体养殖的中华鳖粗蛋白积累、肌肉氨基酸总量、必需氨基酸和鲜味氨基酸积累均优于小水体养殖,高不饱和脂肪酸含量也较高。方燕和过世东(2007)对比分析了野生、温室和池塘鳖肌肉和裙边的基本成分及氨基酸含量,发现野生鳖的肌肉脂肪含量显著高于温室鳖和池塘鳖,而肌肉和裙边氨基酸总量、必需氨基酸总量、呈味氨基酸总量按温室鳖、池塘鳖和野生鳖依次增高。宋理平等(2012)对比分析了野生与仿生中华鳖的营养成分,发现野生鳖肝脏中粗蛋白、水分、粗灰分含量显著高于仿生鳖($P<0.05$),而粗脂肪含量显著低于仿生鳖($P<0.05$);仿生鳖裙边中必需氨基酸含量显著高于野生鳖($P<0.05$);野生鳖肌肉共测出32种脂肪酸,仿生鳖肌肉共测出25种脂肪酸。【本研究切入点】目前,有关养殖模式对中华鳖肌肉及裙边营养成分的影响研究鲜见报道。【拟解决的关键问题】通过比较不同养殖模式下中华鳖肌肉和裙边基本营养成分及肌肉氨基酸、脂肪酸组成的差异,以期为进一步探讨提高原生态养殖鳖营养、保健功能的途径和方法提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

2011年8月分别对原生态、池塘和人工温室养殖鳖进行采样,其中,原生态养殖鳖(3龄)采自汉寿县洑水湾原生态甲鱼养殖基地,池塘养殖鳖(2龄)和人工温室养殖鳖(2龄)均采自汉寿工厂化养鳖场。各取

3只,均为雌性,平均体重(700±50)g。

1.2 饲养管理

人工温室养殖是采用锅炉加热的室内恒温养殖模式,池塘养殖为稚鳖温室培育结合幼、成鳖室外土池精养,这两种模式养殖密度高,周期短,投喂人工配合饲料及多种药物防治病害;原生态养殖是利用洞庭湖多年泥沙淤积所形成堤坝围成的天然湖泊、滩涂,充分考虑水体承载力与盈利预期,合理稀放,养殖鳖活动范围大,摄食天然饵料,不投喂人工饲料,生态防病,最大限度地模拟野生中华鳖生长的自然条件。

1.3 营养成分指标及测定方法

从中华鳖颈部放血,打开背甲分离内脏,分别取四肢肌肉和裙边组织,同一养殖方式的样品装在同一个封口袋内,-20℃保存备用。

水分用(105±2)℃直接干燥法测定;粗蛋白用Foss 2300自动定氮仪测定;粗脂肪采用索氏抽提法测定;粗灰分采用马弗炉灰化法(550℃,12h)测定;胶原蛋白含量依据羟脯氨酸含量推算(秦志清等,2012):胶原蛋白含量(%)=羟脯氨酸含量/11×100,羟脯氨酸测定参考郭恒斌和曾庆祝(2007)、陆剑锋等(2010)的方法,氨基酸样品经盐酸水解后,用日立835-50型氨基酸全自动分析仪检测;脂肪酸采用改良的氯仿—甲醇法提取脂肪酸,脂肪酸甲酯化后用气相色谱法测定。每项指标测定重复3次。

1.4 统计分析

试验数据用SPSS 17.0软件进行单因素方差分析,并用Duncan's检验法进行多重比较分析。

2 结果与分析

2.1 原生态、池塘与温室养殖鳖肌肉和裙边的营养成分及胶原蛋白含量分析

由表1可知,原生态养殖鳖的肌肉水分含量最低,显著低于池塘鳖($P<0.05$,下同),但裙边水分含量显著高于池塘鳖和温室鳖。与池塘和温室养殖鳖相比,原生态养殖鳖肌肉及裙边的粗蛋白、总胶原蛋白含量最高,原生态鳖肌肉脂肪含量最高,但裙边脂肪含量最低。

表 1 不同养殖模式下中华鳖肌肉和裙边的营养成分及胶原蛋白含量

Tab.1 Nutrient composition and collagen content in muscle and calipash under *Trionyx sinensis* different aquaculture models

指标 Index	肌肉 Muscle			裙边 Calipash		
	原生态养殖鳖 Original ecological breeding	池塘养殖鳖 Pond breeding	温室养殖鳖 Greenhouse breeding	原生态养殖鳖 Original ecological breeding	池塘养殖鳖 Pond breeding	温室养殖鳖 Greenhouse breeding
水分(%) Water	77.89±0.03b	80.27±0.03a	79.21±0.99ab	74.56±0.72a	71.32±0.78b	69.62±0.74b
粗蛋白(%) Crude protein	18.37±0.08a	17.05±0.08c	17.41±0.05b	27.36±0.10a	24.92±0.11b	24.35±0.06c
粗脂肪(%) Crude fat	0.77±0.04a	0.71±0.11a	0.54±0.03b	0.22±0.02b	0.30±0.03b	0.56±0.05a
粗灰分(%) Crude ash	1.06±0.04a	0.95±0.01b	1.10±0.02a	0.75±0.01b	0.94±0.09a	0.93±0.05a
胶原蛋白(mg/g) Collagen	21.26±0.26a	14.06±0.20c	19.01±0.20b	191.53±6.75a	133.71±4.07b	141.56±1.79b

同行数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。下同

Different small letters in the same column represent significant difference ($P<0.05$). The same was applied in the following tables

2.2 原生态、池塘与温室养殖鳖肌肉氨基酸组成分析

肌肉色氨酸因水解破坏而缺失相关数据,其他氨基酸检测结果见表2。由表2可知,除苏氨酸和缬氨酸外,其他必需氨基酸含量均以池塘养殖鳖的较高,而在非必需氨基酸含量方面,除天冬氨酸和酪氨酸是以池塘养殖鳖的较高外,其他非必需氨基酸含量均以原生态养殖鳖的较高,其中丝氨酸、甘氨酸含量显著高于池塘养殖鳖和温室养殖鳖。肌肉氨基酸总量、必需氨基酸总量、鲜味氨基酸总量均以原生态养殖鳖最高,池塘养殖鳖次之,温室养殖鳖最低,其中原生态养殖鳖的氨基酸总量和鲜味氨基酸总量显著高于池塘养殖鳖和温室养殖鳖,必需氨基酸总量显著高于温室养殖鳖。

表 2 不同养殖模式下中华鳖肌肉的氨基酸含量(g/100 g)

Tab.2 Amino acid contents in muscle of different aquaculture models of *Trionyx sinensis* (g/100 g)

指标 Index	原生态养殖鳖 Original ecological breeding	池塘养殖鳖 Pond breeding	温室养殖鳖 Greenhouse breeding
天冬氨酸* Asp	1.78±0.03	1.79±0.02	1.75±0.01
苏氨酸# Thr	0.93±0.01a	0.91±0.02ab	0.88±0.01b
丝氨酸 Ser	0.85±0.01a	0.81±0.02c	0.83±0.01b
谷氨酸* Glu	3.04±0.04	2.91±0.12	2.90±0.10
脯氨酸 Pro	0.76±0.03	0.73±0.03	0.72±0.03
甘氨酸* Gly	1.31±0.02a	1.07±0.05b	1.03±0.05b
丙氨酸* Ala	1.18±0.01a	1.17±0.03ab	1.08±0.01b
缬氨酸# Val	1.23±0.02a	0.87±0.02b	0.87±0.01b
蛋氨酸# Met	0.49±0.01	0.50±0.01	0.48±0.02
异亮氨酸# Ile	0.79±0.01	0.81±0.02	0.78±0.01
亮氨酸# Leu	1.51±0.03	1.56±0.04	1.51±0.01
酪氨酸 Tyr	0.61±0.01b	0.64±0.01a	0.60±0.01b
苯丙氨酸# Phe	0.77±0.01	0.78±0.02	0.76±0.01
赖氨酸# Lys	1.72±0.03a	1.73±0.03a	1.62±0.01b
组氨酸 His	0.60±0.01a	0.57±0.01b	0.59±0.01a
精氨酸 Arg	1.24±0.01	1.21±0.03	1.17±0.01
氨基酸总量 TAA	18.78±0.06a	17.98±0.21b	17.58±0.08b
必需氨基酸总量 EAA	7.44±0.04a	7.16±0.15ab	6.91±0.02b
鲜味氨基酸总量 DAA	7.31±0.06a	6.88±0.02b	6.75±0.07b

#为必需氨基酸,*为鲜味氨基酸

is essential amino acid,* is flavor amino acid

2.3 原生态、池塘与温室养殖鳖肌肉脂肪酸组成分析

如表3所示,从中华鳖肌肉中共检测到21种脂肪酸,包括7种饱和脂肪酸、6种单不饱和脂肪酸、8种多不饱和脂肪酸。原生态养殖鳖的C12:0、C15:0、C17:0、C16:1、C17:1、C20:1、C20:3、C20:4n-6、C20:5n-3、C22:2含量显著高于池塘养殖鳖和温室养殖鳖,其脂肪酸总量介于池塘养殖鳖与温室养殖鳖之间,其中,饱和脂肪酸(Σ SFA)显著低于池塘养殖鳖,但显著高于温室养殖鳖,而不饱和脂肪酸(Σ UFA)显著低于温室养殖鳖,但显著高于池塘养殖鳖。

表 3 不同养殖模式下中华鳖肌肉脂肪酸组成及相对含量(%)
Tab.3 Fatty acid composition and contents in muscle of different aquaculture models of *Trionyx sinensis* (%)

脂肪酸 Fatty acid	原生态养殖鳖 Original ecological breeding	池塘养殖鳖 Pond breeding	温室养殖鳖 Greenhouse breeding
C12:0	0.19±0.01a	0.06±0.01b	0.04±0.00c
C14:0	1.19±0.01c	1.89±0.01a	1.25±0.00b
C15:0	0.56±0.01a	0.22±0.01b	0.13±0.00c
C16:0	17.79±0.15b	20.00±0.05a	16.50±0.01c
C17:0	0.61±0.01a	0.21±0.01b	0.07±0.00c
C18:0	4.73±0.04b	5.86±0.01a	4.42±0.01c
C20:0	0.20±0.01	0.20±0.02	0.20±0.01
C16:1	7.20±0.08a	6.70±0.02b	6.59±0.08b
C17:1	0.49±0.00a	0.34±0.01b	0.21±0.01c
C18:1	33.24±0.30c	35.21±0.03a	34.50±0.02b
C20:1	7.51±0.06a	2.18±0.03c	3.01±0.01b
C22:1	0.60±0.01c	0.83±0.01b	0.87±0.00a
C24:1	0.11±0.00b	0.16±0.01a	0.18±0.02a
C18:2n-6	7.98±0.05c	8.67±0.02b	18.70±0.01a
C18:3n-3	1.56±0.01a	1.53±0.03a	1.07±0.00b
C18:3n-6	0.11±0.02	0.06±0.00	0.06±0.02
C20:3	0.24±0.01a	0.10±0.01b	0.08±0.01b
C20:4n-6	2.23±0.03a	0.06±0.01c	0.39±0.01b
C20:5n-3	2.17±0.01a	2.05±0.03b	2.02±0.01b
C22:2	0.78±0.01a	0.26±0.01b	0.19±0.01c
C22:6n-3	3.69±0.06a	3.74±0.01a	2.83±0.01b
Σ SFA	25.27±0.20b	28.34±0.07a	22.60±0.01c
Σ MUFA	49.15±0.27a	45.42±0.09b	45.36±0.02b
Σ PUFA	17.76±0.08b	16.67±0.02c	25.34±0.02a
Σ UFA	66.91±0.35b	61.89±0.11c	70.70±1.00a
Σ SFA/ Σ UFA	0.38	0.46	0.32

Σ SFA为饱和脂肪酸含量总和; Σ MUFA为单不饱和脂肪酸含量总和; Σ PUFA为多不饱和脂肪酸总和; Σ UFA为不饱和脂肪酸含量总和; Σ SFA is the content of saturated fatty acid; Σ MUFA is the content of monounsaturated fatty acid; Σ PUFA is the content of polyunsaturated fatty acid; Σ UFA is the unsaturated fatty acid content

3 讨论

3.1 不同养殖模式对中华鳖基本营养成分及胶原蛋白的影响

水生动物的营养成分在不同养殖方式下能表现出较大差异(徐善良等,2009)。本研究结果显示,与池塘养殖鳖及温室养殖鳖相比,原生态养殖鳖的肌肉蛋白、总胶原蛋白含量最高,与钱国英和朱秋华(2003)的研究结果一致。肌肉蛋白含量是决定肌肉营养的主要因素之一(方燕和过世东,2007),本研究中原生态养殖鳖肌肉营养水平较池塘和温室养殖鳖的高,可能是由于原生态养殖水体较大,鳖活动量增加导致肌肉组织更加致密,中华鳖体内粗蛋白和胶原蛋白含量积累较多,即原生态养殖鳖的营养品质更接近于野生中华鳖(占秀安,2000;钱国英和朱秋华,2001)。

原生态养殖鳖和池塘养殖鳖的肌肉粗脂肪含量较温室养殖鳖高,一方面是因为原生态和池塘的养殖

环境有温差,且活动量大,体内脂肪代谢能力强,脂肪小滴散布于肌肉中以提供能量,而温室养殖密度高,活动量少,脂肪多以块状存于腹部和四肢根部;另一方面是由于中华鳖在生长的中前期以沉积肌肉为主,后期以沉积脂肪为主,达相同体重时原生态养殖鳖和池塘养殖鳖的养殖周期较温室养殖鳖长,其沉积脂肪的时间也相对较长,因而肌肉脂肪含量略高一些(方燕和过世东,2007)。脂肪不仅能够提供能量,还是加热产生香气不可缺少的物质,其含量与肉品的风味呈正相关(王际英等,2012),因此本研究中原生态养殖鳖和池塘养殖鳖的食用口感略优于温室养殖鳖。

与池塘养殖鳖和温室养殖鳖相比,原生态养殖鳖裙边的粗蛋白和胶原含量显著升高,粗脂肪含量却相对较低,表明原生态养殖鳖裙边较其他两个养殖群体更具高蛋白、低脂肪的特点,是制备水产动物胶原蛋白的优质来源(郭恒斌和曾庆祝,2007;陆剑锋等,2010),而具有极高的保健和经济价值。

3.2 不同养殖模式对中华鳖肌肉氨基酸的影响

天冬氨酸、甘氨酸、谷氨酸和丙氨酸属于鲜味氨基酸,其含量决定了肉味的鲜美程度(占安秀,2001;徐善良等,2009)。本研究结果显示,原生态养殖鳖肌肉的鲜味氨基酸含量显著高于其他两种鳖,说明原生态养殖鳖的肉味更鲜美可口。谷氨酸不仅使产品肉质鲜味,还能与人体的血氨结合代谢成谷氨酰胺,解除组织代谢过程中的氨毒害作用,对脑组织的生化代谢起重要作用(徐善良等,2009)。本研究中,原生态养殖鳖、池塘养殖鳖、温室养殖鳖的谷氨酸含量均较高,分别为 3.04 ± 0.04 、 2.91 ± 0.12 和 2.90 ± 0.10 g/100 g。3种中华鳖肌肉中的7种必需氨基酸约占氨基酸总量的40%,符合食品法典委员会的相关规定。缬氨酸是鳖肉蛋白质食用营养的第一限制性氨基酸(占安秀,2000),在我国赖氨酸也被列为人体的主要限制性氨基酸(方燕和过世东,2007)。本研究中,原生态养殖鳖肌肉的缬氨酸和赖氨酸含量均较高,分别 1.23 ± 0.02 和 1.72 ± 0.03 g/100 g,因而具有较高的营养价值。

3.3 不同养殖模式对中华鳖肌肉脂肪酸的影响

脂肪酸的营养价值主要受一些重要不饱和脂肪酸含量的影响,如EPA和DHA(占安秀,2001;钱国英和朱秋华,2003;徐善良等,2009)。本研究中,饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸和多不饱和脂肪酸总量分别以池塘养殖鳖、原生态养殖鳖和温室养殖鳖的较高,温室养殖鳖的不饱和脂肪酸总量最高,但除C18:2n-6外,其他多不饱和脂肪酸(C20:3、C20:4n-6、C20:5n-3、C22:2)含量以原生态养殖鳖的最高,表明原生态养殖鳖较池塘养殖鳖具有更高的营养价值,而较温室养殖

鳖其营养更加均衡。大部分多不饱和脂肪酸是鱼类的必需脂肪酸,不能通过自身的脂类代谢途径合成,必需由外源饵料供给补充(Francis et al., 2006)。本研究中,温室养殖鳖全程摄食人工配合饵料,而人工配合饵料主要由富含多不饱和脂肪酸的深海鱼类加工而成(周秋白等,2011;王琨等,2012),因此温室鳖摄取到的多不饱和脂肪酸充足,但各多不饱和脂肪酸含量不均衡;池塘养殖鳖以人工配合饵料搭配冰鲜鱼、冰鲜鱼的多不饱和脂肪酸易变质,不及活饵(王琨等,2012);原生态养殖鳖在生长过程中仅摄食淡水活饵,虽然淡水鱼类多不饱和脂肪酸含量低于深海鱼类,但其饵料组成丰富、多样性较高,这也许是原生态养殖鳖多不饱和脂肪酸总量低于温室养殖鳖,但除C18:2n-6外,其他多不饱和脂肪酸含量则以原生态养殖鳖较高的主要原因。本研究的脂肪酸测定结果与前人的相关文献报道(占安秀,2000;钱国英和朱秋华,2001,2003;方燕和过世东,2007)存在一定差异,可能是养殖方式、摄食饵料、样本年龄等不同所致,其具体原因有待进一步探究。

4 结论

本研究对原生态、池塘和温室养殖模式下中华鳖肌肉和裙边的营养成分进行比较分析,结果发现原生态养殖鳖肌肉和裙边的蛋白质、胶原蛋白含量及肌肉氨基酸、必需氨基酸和鲜味氨基酸总量均最高,肌肉脂肪酸含量更均衡,说明原生态养殖鳖的品质优于池塘养殖鳖和温室养殖鳖。

参考文献:

- 方燕,过世东. 2007. 中华鳖肌肉和裙边基本品质的研究[J]. 食品工业科技, 28(7):194-197.
- Fang Y, Guo S D. 2007. Analysis of the nutrient composition in muscle and calipash of *Trionyx sinensis*[J]. Science and Technology of Food Industry, 28(7):194-197.
- 郭恒斌,曾庆祝. 2007. 分光光度法测定鱼皮中羟脯氨酸含量[J]. 食品研究与开发, 28(10):144-148.
- Guo H B, Zeng Q Z. 2007. Spectrophotometric determination of hydroxyproline content in fish skins[J]. Food Research and Development, 28(10):144-148.
- 陆剑锋,万全,殷章敏,林琳,翁世兵,叶应旺,姜绍通. 2010. 中华鳖裙边胶原蛋白的提取及其特征[J]. 水产学报, 34(6):981-988.
- Lu J F, Wan Q, Yin Z M, Lin L, Weng S B, Ye Y W, Jiang S T. 2010. Extraction and characterization of collagen from calipash of Chinese soft-shelled turtle (*Pelodiscus sinensis*)[J]. Journal of Fisheries of China, 34(6):981-988.
- 钱国英,朱秋华. 2003. 养殖水体大小对鳖营养成分的影响

- [J]. 水生生物学报, 27(2) :217-220.
- Qian G Y Zhu Q H. 2003. Effects of living space on nutrient components of Chinese softshelled turtle (*Trionyx sinensis*) [J]. Acta Hydrobiologica Sinica 27(2) :217-220.
- 钱国英, 朱秋华. 2001. 不同生长条件对中华鳖营养成分的影响[J]. 营养学报, 23(2) :181-183.
- Qian G Y Zhu Q H. 2001. Effects of different growth conditions on nutritional components of Chinese soft-shelled turtle (*Trionyx sinensis*) [J]. Acta Nutrimenta Sinica, 23(2) :181-183.
- 秦志清, 林建斌, 朱庆国, 钟全福, 梁萍, 陈度煌, 樊海平, 王茂元, 李金秋. 2012. 脆化专用饲料对罗非鱼生长和肌肉品质的影响[J]. 淡水渔业, 42(2) :84-87.
- Qin Z Q Liu J B Zhu Q G Zhong Q F Liang P Chen D H Fan H P Wang M Y Li J Q. 2012. Effects of feeding embrittlement feed on growth and flesh quality of *Tilapia* [J]. Freshwater Fisheries 42(2) :84-87.
- 宋理平, 王爱英, 冒树泉, 胡斌, 吴君, 刘鹏. 2012. 野生与仿生中华鳖营养成分分析[J]. 广东海洋大学学报, 32(6) :21-26.
- Song L P Wang A Y Mao S Q Hu B Wu J Liu P. 2012. Comparative evaluation on nutritive components of wild and cultured *Trionyx sinensis* [J]. Journal of Guangdong Ocean University 32(6) :21-26.
- 王道尊, 汤峥嵘, 谭玉钧. 1998. 中华鳖生化组成的分析 I. 一般营养成分的含量及肌肉脂肪酸的组成 [J]. 水生生物学报, 21(4) :299-305.
- Wang D Z Tang Z R Tan Y J. 1998. Biochemical compositions of Chinese soft-shelled turtle (*Trionyx Sinensis*) I. Contents of normal nutrients and composition of muscle fatty acids [J]. Acta Hydrobiologica Sinica 21(4) :299-305.
- 王际英, 苗淑彦, 张利民, 王世信, 柳旭东, 黄炳山, 孙永智. 2012. 野生与人工养殖牙鲆鱼不同组织脂肪酸的比较 [J]. 水产学报, 36(5) :748-755.
- Wang J Y Miao S Y Zhang L M Wang S X Liu X D Huang B S Sun Y Z. 2012. A comparative study on fatty acid composition in different tissues of the wild and cultured *Paralichthys olivaceus* broodstocks [J]. Journal of Fisheries of China 36(5) :748-755.
- 王琨, 韩英, 董建国, 郝其睿, 赵荣伟, 陈晓婷. 2012. 兴凯湖翘嘴鲌野生和养殖群体脂肪酸及相关血液指标的比较 [J]. 淡水渔业, 42(3) :14-18.
- Wang K Han Y Dong J G Hao Q R Zhao R W Chen X T. 2012. Comparison of fatty acids and blood indexes between wild and cultured populations of *Culter alburnus* in Xingkai Lake [J]. Freshwater Fisheries 42(3) :14-18.
- 徐善良, 张薇, 严小军, 吕惠明. 2009. 野生与养殖三疣梭子蟹营养品质分析及比较 [J]. 动物营养学报, 21(5) :695-702.
- Xu S L Zhang W Yan X J Lü H M. 2009. Analysis and comparison of nutritional quality between wild and cultured *Portunus trituberculatus* [J]. Chinese Journal of Animal Nutrition 21(5) :695-702.
- 占安秀. 2001. 池塘鳖与温室鳖体组成和生化组成的比较研究 [J]. 大连水产学院学报, 16(4) :269-273.
- Zhan A X. 2001. Comparative study on weight proportion of various body parts and chemical compositions of turtles raised in ponds and in green houses [J]. Journal of Dalian Fisheries University 16(4) :269-273.
- 占安秀. 2000. 野生鳖与养殖鳖肌肉营养、保健价值的比较研究 [J]. 大连水产学院学报, 15(2) :108-112.
- Zhan A X. 2000. Comparison of nutritive value and health-keeping value of muscle between wild and farmed turtles [J]. Journal of Dalian Fisheries University 15(2) :108-112.
- 周秋白, 朱长生, 吴华东, 严兴洪. 2011. 饲料中不同脂肪源对黄鳝生长和组织中脂肪酸含量的影响 [J]. 水生生物学报, 35(2) :246-255.
- Zhou Q B Zhu C S Wu H D Yan X H. 2011. Effects of dietary lipid sources on tissue fatty acids profile and growth performance in female rice field eel *Monopterus albus* Zuiew [J]. Acta Hydrobiologica Sinica 35(2) :246-255.
- Francis D S Turchini G M Jones P L de Sliva S S. 2006. Effects of dietary oil source on growth and fillet fatty acid composition of Murray cod *Maccullochella peelii* [J]. Aquaculture 253(1-4) :547-556.

(责任编辑 兰宗宝)