

李爱杰文集

水产动物营养与饲料研究专论



青岛海洋大学出版社

李爱杰文集

水产动物营养与饲料研究专论

青岛海洋大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

李爱杰文集:水产动物营养与饲料研究专论 / 李爱杰著. —青岛:青岛海洋大学出版社,
2002.10

ISBN 7-81067-356-4

I. 李… II. 李 III. 水产养殖—文集 IV. S96-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 070867 号

青岛海洋大学出版社出版发行
(青岛市鱼山路 5 号 邮政编码:266003)

出版人:李学伦

新华书店经销

胶南市印刷厂印刷

*

开本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:26.25 插页:8 字数:600 千字

2002 年 9 月第 1 版 2002 年 9 月第 1 次印刷

印数:1 000 册 定价:100.00 元

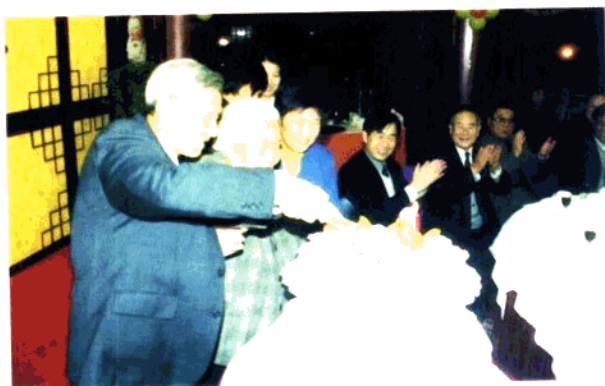


中国水产学会水产动物营养与饲料研究会原主任委员，
顾问，青岛海洋大学李爱杰教授。



1997年
10月1日李爱
杰、李代芳结
婚六十周年
摄影。

李爱杰
教授在八十
寿辰上切生
日蛋糕。



李爱杰教
授与已毕业部
分研究生合影。



从左到右：麦康森、庄健隆（台湾）、李爱杰、萧锡延（台湾）、江德敏等（台湾）。



左第五人为管华诗校长，右第四人为李爱杰教授。



李爱杰（中）与马尾联合水产饲料有限公司杨人燧总经理（左二）等合影。



麦康森（右一）和李爱杰（中）在郑石轩总经理（左一）陪同下参观粤海饲料公司。



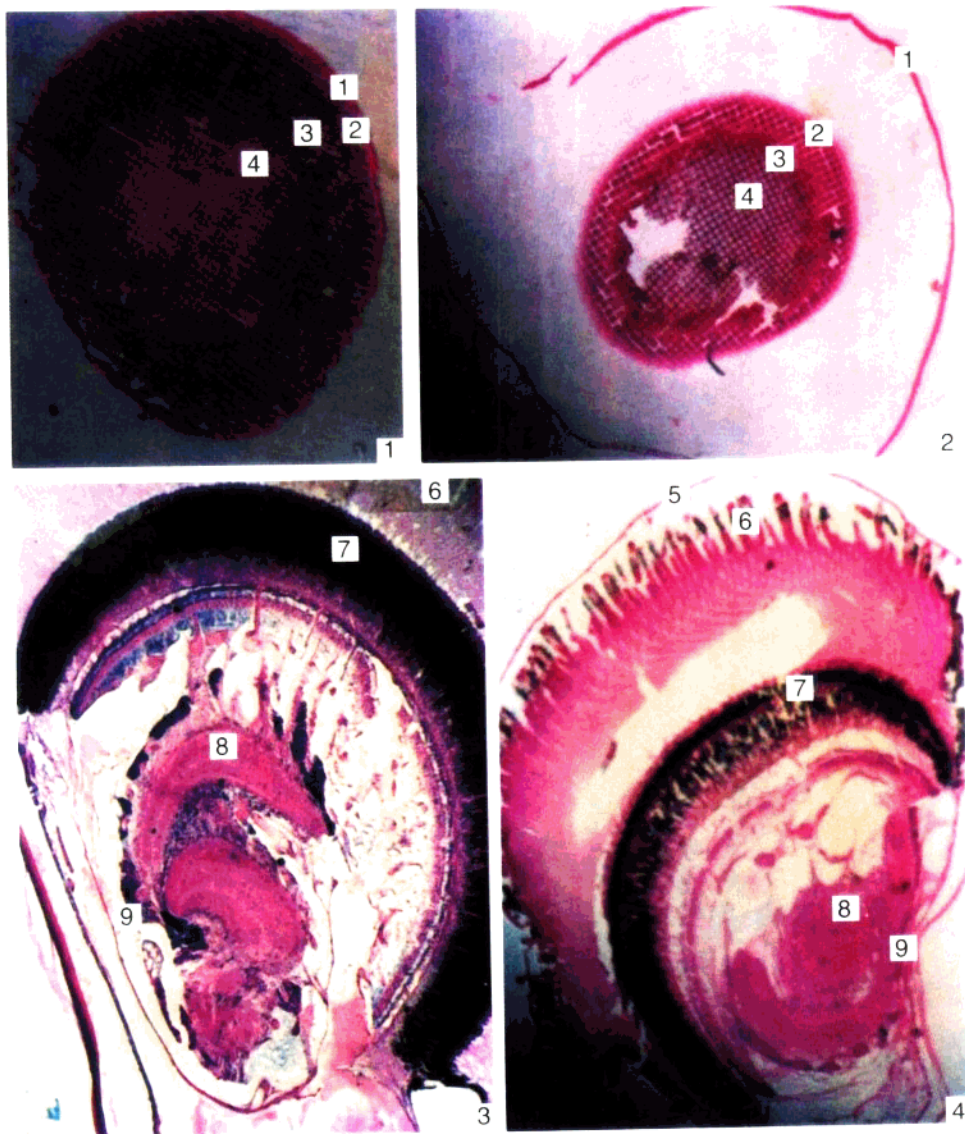
山东大学水产系 1950 年毕业同学五十周年合影。前排中间是第一任系主任曾呈奎院士，其右为台湾中兴大学李春序教授，左为李爱杰教授。



李爱杰教授与日本友人中元幸广先生合影。

陈四清等：中国对虾维生素营养的研究：I. 维生素A对中国对虾生长及视觉器官的影响
图版 I

CHEN Si-Qing *et al.* : Investigation on nutrition of vitamin A for shrimp *Penaeus chinensis*: I. Effects of vitamin A on shrimp's growth and visual organ



(图版说明见论文后)

前 言

我从事高教工作 50 年,前 20 多年所进行的教学与科研工作主要是与水产品加工有关,而后 20 多年主要是讲授《水产动物营养与饲料学》,培养与之相关的研究生,并进行该方面的科学研究工作。所进行的有关研究课题有:1. 对虾营养生理及配合饵料配方的研究;2. 中国对虾维生素营养的研究;3. 鲤鱼全价配合饲料的研究;4. 罗氏沼虾人工配合饵料的研制;5. 饵料成分对中国对虾的化学成分及蛋白质结构影响的研究;6. 牙鲆的营养生理与高效配合饲料的研究。由于条件所限,主要对中国对虾的营养需要进行了较深入的研究,因此本书所录大多为研究中国对虾营养需要的论文。本书所选用的论文除了个别的是在一般刊物上刊登的以外,大多数是选用在学报级刊物上发表的论文。

本书收入的论文共 52 篇,除了以我个人名义或以我为主所写的论文以外,约 60% 以上的论文是我的博士生或硕士生所写的研究报告,他们是:麦康森、张道波、陈四清、徐志昌、任泽林、王风雷、王伟庆、薛敏、韩希福、张显娟和魏万全。也有少量论文是和我一起作课题的同志所写。说实在的,没有他们的刻苦努力,为研究项目做出成果,就不会获得各项省、部级科技进步奖,也就没有本书的出版。所以,我在此要深深地感谢他们。

本书收入的论文含有综述性和研究性论文两种类型,以研究性论文为主,理论与实际结合,内容较为丰富,不仅对研究有关鱼虾的营养需要提供了有益的参考,而且对有关鱼虾配合饲料的设计也提供了理论依据,为提高鱼虾配合饲料的质量起到了重要的参考作用。

本书收入的论文均为我和我的学生、同事在不同时期发表在不同刊物上的文章。为了保持论文发表时各有关刊物及论文的状况,这次结集出版除对明显的错误作了修改和参考文献多少作了一些修改外,基本上保持了论文发表时的体例、格式、注记、标点及单位的用法,以保持作者和合作者作论文当时的情况,特此说明。

最后,我想说的是:衷心感谢麦康森和马洪明两位老师,前者在经费、出版等方面给予了大力支持,后者在联系出版等方面做了大量工作,没有他们的帮助,本书是难以出版的。

李爱杰

2002 年 1 月 25 日

目 录

一、中国对虾营养研究

- 饵料中钙磷含量及比值对东方对虾(*Penaeus orientalis*)生长的影响
..... 李爱杰、黄宝潮、楼伟风、徐家敏(1)
- 对虾(*Penaeus orientalis*)对饵料蛋白质及氨基酸的消化率
..... 麦康森(8)
- 对虾对饵料蛋白质及氨基酸吸收利用的研究
..... 麦康森、李爱杰、尹左芬(17)
- 中国对虾中肠对氨基酸运输的动力学研究
..... 麦康森、李爱杰、尹左芬(26)
- 中国对虾配饵中蛋白质、糖、纤维素、脂肪的适宜含量及日需量研究
..... 徐新章、李爱杰(32)
- 促长剂和水温对对虾饵料蛋白质及氨基酸消化率的影响
..... 麦康森、李爱杰、尹左芬(41)
- 几种促生长剂对中国对虾生长效果的研究
..... 徐家敏、李爱杰、楼伟风、吕道铮(46)
- 中国对虾(*Penaeus orientalis* Kishiouye)粗蛋白、氨基酸含量的比较分析
..... 楼伟风、李爱杰、徐家敏(52)
- 糖、添加物对蛋白质及其氨基酸消化吸收率的影响
..... 麦康森、李爱杰、尹左芬(63)
- 养殖对虾与海捕对虾鉴别方法初探
..... 薛长湖、曹杨、陈修白、李爱杰(70)
- 中国对虾(*Penaeus chinensis*)维生素营养的研究 X: 中国对虾对肌醇、氯化胆碱营养需要的研究
..... 刘铁斌、李爱杰、张嘉萌(76)
- 中国对虾对维生素 E、K 营养需要的研究
..... 陈四清、李爱杰(84)
- 中国对虾维生素营养的研究 I: 维生素 A 对中国对虾生长及视觉器官的影响
..... 陈四清、李爱杰(91)
- 维生素 B₁ 对中国对虾生长影响的研究

- 徐志昌、李爱杰(101)
- 中国对虾(*Penaeus chinensis*)维生素营养的研究 V 中国对虾维生素 C 营养
- 徐志昌、刘铁斌、雷清新、李爱杰(106)
- 维生素 D 对中国对虾生长影响的研究
- 陈四清、李爱杰(115)
- 中国对虾对维生素 B₂、B₅、B₆ 营养需要的研究
- 徐志昌、刘铁斌、李爱杰(121)
- Studies on the Optimal Requirements of Pantothenic Acid, Biotin, Folic Acid
and Vitamin B₁₂ in the shrimp *Penaeus chinensis*
- Liu Tiebin, Zhang Jiameng and Li Aijie(130)
- Comparative Studies on the Stability of Various Forms of Vitamin C
- Lei Qingxin, Li Aijie, Xu Wei and Ren Zelin(139)
- 中国对虾对必需脂肪酸的营养需求
- 任泽林、李爱杰、薛长湖(146)
- 中国对虾(*Penaeus chinensis*)脂肪酸转化能力的研究
- 任泽林、李爱杰(155)
- 不同剂型微量元素在对虾饲料上的应用研究
- 李爱杰、陈淑珍、杨淑梅、雷清新、王风雷(159)
- A Review on Feed Additives of Shrimp, *Penaeus chinensis*
- Li Aijie(166)
- LAPP 对中国对虾(*Penaeus chinensis*)生长、缺氧耐受力及免疫抵抗力的影响
- 王伟庆、李爱杰(172)
- 不同剂型维生素 C 对中国对虾的营养研究
- 李爱杰、雷清新、任泽林、徐 玮(180)
- 中国对虾复眼的结构及生理功能的作用
- 陈四清、李爱杰、王琛(187)
- 不同蛋白质水平对中国对虾能量收支的影响
- 薛 敏、李爱杰(192)
- Studies on the Nutrition and Digestive Physiology of *Penaeus chinensis*
- Li Aijie and Mai Kangsen(198)
- 维生素 C 对中国对虾的营养和免疫作用及其最适剂型
- 李爱杰(206)
- 中国对虾幼虾饲料中最佳蛋白能量比研究
- 薛 敏、李爱杰、董双林、张显娟(214)

- 饲料组成对中国对虾肌肉组织中胶原蛋白、肌原纤维和失水率的影响
 任泽林、李爱杰(222)
- 用免疫消浊比浊法测定中国对虾血清中的免疫因子
 王伟庆、李爱杰、兰翠霞、郭 健(229)
- 一种药物饲料对中国对虾(*Penaeus chinensis*)免疫功能的影响
 王伟庆、李爱杰、徐新章(236)
- 中国对虾配合饲料离体消化的初步研究
 薛 敏、李爱杰、杜 荣(248)
- 中国对虾营养研究进展
 李爱杰(255)
- Effects of Dietary Vitamin A on Phenoloxidase Activity, Bactericidal Activity
 and Disease Resistanse in *Penaeus chinensis* (Crustacea;Penaeidae)
 W. H. Wong, Ting Sun, S. G. Cheung and A. J. Li(264)
- Effects of Dietary Vitamin C on the Immune Function of Shrimps, *Penaeus chinensis*
 Wang Weiqing, Li Aijie and Cheung Siugin(273)

二、罗氏沼虾营养研究

- 罗氏沼虾(*Macrobrachium rosenbergii*)不同生长期对配饵中蛋白质、脂肪、糖、混
 合无机盐营养需求量的研究
 郑述河、李爱杰、张志功、王玉清、李永明(281)

三、鲤鱼营养研究

- 鲤鱼对蛋白质、氨基酸、糖类、脂肪、混合无机盐适宜需要量的研究
 刘汉华、李爱杰、孙鹤田、徐 玮、张家国(292)
- 不同剂型微量元素在鱼虾饲料上的应用
 李爱杰、李 静、雷清新、王凤雷、庄健隆(299)
- 我国养殖鱼类营养研究进展
 李爱杰(315)
- 硝酸稀土对鲤蛋白酶活性的影响
 韩希福、李德尚、李爱杰(325)
- 配饵中钙磷含量及钙磷比对荷沉鲤生长影响
 李爱杰、孙鹤田、刘汉华、徐 玮、张家国(331)

四、牙鲆营养研究

- 牙鲆稚鱼对蛋白质、脂肪及碳水化合物营养需求的研究

.....	张显娟、李爱杰、薛 敏(338)
牙鲆幼鱼对 EPA 和 DHA 的营养需求	
.....	薛 敏、张显娟、李爱杰(345)
饲料中添加锌对牙鲆生长和生化指标的影响	
.....	魏万全、李爱杰、李德尚(356)
饲料中添加铁对牙鲆幼鱼生长的影响	
.....	魏万全、李爱杰、李德尚(363)
牙鲆幼鱼饲料中铜的适宜添加量研究	
.....	魏万全、李爱杰、李德尚(368)
牙鲆幼鱼饲料中锰、钴适宜添加量的初步研究	
.....	魏万全、李爱杰、李德尚(374)
牙鲆幼鱼对水难溶性维生素 B ₃ 需要量的研究	
.....	李爱杰、张道波、任泽林(380)
牙鲆幼鱼营养需要的研究	
.....	李爱杰、张道波、魏万权、张显娟(384)
五、其他营养研究	
甲鱼对蛋白质、脂肪、糖及钙磷的适宜需求量	
.....	王风雷、李爱杰、景水才(391)
六、主要著作与论文目录	
.....	(399)

CONTENTS

1. Nutritional Research of *Penaeus chinensis*

- The Effects of Dietary Calcium, Phosphorus and Ca/P Ratio on the Growth and Development of Prawn, (*Penaeus orientalis*)
..... Li Aijie, Huang Baochao, Lou Wiefeng and Xu Jiamin(1)
- Digestibility of Protein and Amino Acids (AA) in Feeds on *Penaeus orientalis*
..... Mai Kangsen(8)
- Studies on the Absorption and Utilization of Protein and Amino Acids in the Test Diets by the Prawn *Penaeus orientalis*
..... Mai Kangsen, Li Aijie and Yin Zuofen(17)
- Kinetics of L-Leucine and L-Tyrosine Transport by the Isolated Midgut of the Prawn *Penaeus orientalis*
..... Mai Kangsen, Li Aijie and Yin Zuofen(26)
- Studies on the Daily Requirements and Optimum Contents of Protein, Carbohydrate, Fiber and Fat in the Compound Diet of *Penaeus orientalis*
..... Xu Xinzhang and Li Aijie(32)
- The Effects of Promoters and water Temperature on the Digestibility of Diet Protein and Amino Acid of the Prawn *Penaeus orientalis*
..... Mai Kangsen, Li Aijie and Yin Zuofen(41)
- The Effects of Promoters on the Growth of *Penaeus orientalis* Kishinouye
..... Xu Jiamin, Li Aijie, Lou Weifeng and Lü Daozheng(46)
- Comparative Analysis of the Contents of Crude Protein and Amino Acids of *Penaeus orientalis*
..... Lou weifeng, Li Aijie and Xu Jiamin(52)
- The Effects of Sugar and Additives on the Digestibility of Protein and Amino Acid
..... Mai Kangsen, Li Aijie and Yin Zuofen(63)
- Preliminary Studies of the Methods of Identification of Cultured and Wild Prawns
..... Xue Changhu, Cao Yang, Chen Xiubai and Li Aijie(70)
- Studies on Vitamin Nutrition for the Shrimp *Penaeus chinensis* X; Studies on the Choline Chloride and Inositol Requirements in the Shrimp *Penaeus chinensis*
..... Liu Tiebin, Li Aijie and Zhang Jiameng(76)
- Studies on the Requirements for Vitamin E and K in the Prawn *Penaeus chinensis*

- Chen Siqing and Li Aijie(84)
- Investigation on Nutrition of Vitamin A for Shrimp *Penaeus chinensis* Ⅰ ;
Effect of Vitamin A on Shrimps Growth and Visual Organ
..... Chen Siqing and Li Aijie(91)
- Studies on Effect of Vitamin B₁ on Prawn's Growth
..... Xu Zhichang and Li Aijie(101)
- Studies on Vitamin Nutrition for the Prawn *Penaeus chinensis* V ; Nutritional
Studies on Prawn, *Penaeus chinensis*, for Vitamin C
..... Xu Zhichang, Liu Tiebin, Lei Qingxin and Li Aijie(106)
- Studies on the Nutritional Requirement of Vitamin D for Shrimp
..... Chen Siqing and Li Aijie(115)
- Studies on the Requirement for Riboflavin, Nicotinamide and Pyridoxine in the
Prawn, *Penaeus chinensis*
..... Xu Zhichang, Liu Tiebin and Li Aijie(121)
- Studies on the Optimal Requirements of Pantothenic Acid, Biotin, Folic Acid
and Vit. B₁₂ of *Penaeus chinensis*
..... Liu Tiebin, Zhang Jiameng and Li Aijie(130)
- Comparative Studies on the Stability of Various Forms of Vitamin C
..... Lei Qingxin, Li Aijie, Xu Wei and Ren Zelin(139)
- Nutrient Requirements of *Penaeus chinensis* for Essential Fatty Acids
..... Ren Zelin, Li Aijie and Xue Changhu(146)
- Study on Conversion Ability of *Penaeus chinensis* for Fatty Acid
..... Ren Zelin and Li Aijie(155)
- Studies on the Application of Different Forms of Trace Minerals in Feed for
Prawn
..... Li Aijie, Chen Shuzhen, Yang Shumei, Lei Qingxin and Wang Fenglei(159)
- A Review on Feed Additives of Shrimp, *Penaeus chinensis*
..... Li Aijie(166)
- Influences of LAPP on the Growth, Resistance to Low Oxygen Content and Im-
muno-resistance of *Penaeus chinensis*
..... Wang Weiqing and Li Aijie(172)
- Studies on the Nutrition of Various Forms of Vitamin C for Prawn *Penaeus*
chinensis
..... Li Aijie, Lei Qingxin, Ren Zelin and Xu Wei(180)
- The Structure and Physiological Functions of Eyes in shrimp (*Penaeus*
chinensis)
..... Chen Siqing, Li Aijie and Wang Chen(187)
- Effects of Various Protein Levels on Energy Budget of *Penaeus chinensis*

- Xue Min and Li Aijie(192)
 Studies on the Nutrition and Digestive Physiology of *Penaeus chinensis*
 Li Aijie and Mai Kangsen(198)
 Effect of Vitamin C on Nutrition and Immunity of *Penaeus chinensis* and Its
 Optimum Form
 Li Aijie(206)
 Studies on the Optimum DP/DE for Different Sizes of *Penaeus chinensis*
 Xue Min, Li Aijie, Dong Shuanglin and Zhang Xianjuan(214)
 Influence of Dietary Composition on the Collagen Content in Prawns (*Penaeus
 chinensis*) Muscles, the Myofibril and Water Loss
 Ren Zelin and Li Aijie(222)
 Measuring Immune Factors in the Serum of *Penaeus chinensis* With the Me-
 thod of Nephelometry
 Wang Weiqing, Li Aijie, Lan Cuixia and Guo Jian(229)
 Effect of One Drug Diet on the Immune Function of *Penaeus chinensis*
 Wang Weiqing, Li Aijie and Xu Xinzhang(236)
 Studies on the *in vitro* Digestibility of *Penaeus chinensis*
 Xue Min, Li Aijie and Du Rong(248)
 Advances in the Nutrition Research of *Penaeus chinensis*
 Li Aijie(255)
 Effects of Dietary Vitamin A on Phenoloxidase Activity, Bactericidal Activity
 and Disease Resistance in *Penaeus chinensis* (Crustacea: Penaeidae)
 W. H. Wong, Ting Sun, S. G. Cheung and A. J. Li(264)
 Effects of Dietary Vitamin C on the Immune Function of Shrimps, *Penaeus chinensis*
 Wang Weiqing, Li Aijie and Cheung Siugin(273)

2. Nutritional Research of *Macrobrachium rosenbergii*

- Studies on the Nutritional Requirements of Protein, Fat, Carbohydrate and
 Mixed Minerals in the Diet of *Macrobrachium rosenbergii* at Various Growth
 Stages
 Zheng Shuhe, Li Aijie, Zhang Zhigong, Wang Yuqing and Li Yongming
 (281)

3. Nutritional Research of Carp

- Studies on Requirements of Protein, Amino Acid, Carbohydrate, Lipid and Inorganic
 Salts for Carp
 Liu Hanhua, Li Aijie, Sun hetian, Xu Wei and Zhang Jiaguo(292)
 Application of Different Forms of Trace Minerals in Feed for Fish and Prawn