

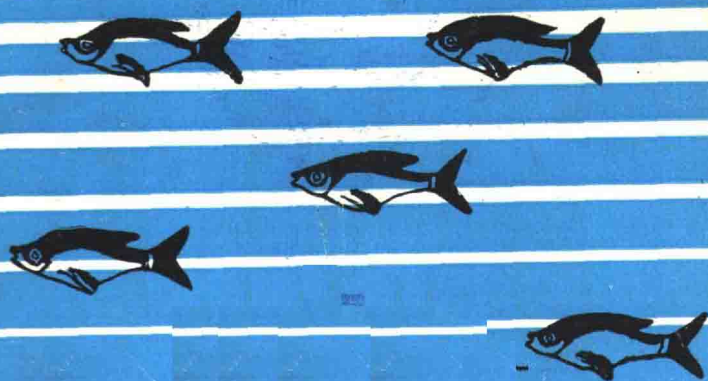
陕西省水产学会
陕西省水产研究所

集约化池塘养鱼的生物学基础

H·H·哈里托诺娃著

张孝刚译

张幼敏校



西安地图出版社

乌克兰苏维埃社会主义共和国科学院水生生物研究所

H.H. 哈里托诺娃

集约化池塘养鱼的生物学基础

基辅思维科学出版社，1984

集约化池塘养鱼的生物学基础

H·H·哈里托诺娃 原著

张 孝 刚 译

★ ★ ★

西安地图出版社出版发行

(西安市友谊东路124号)

西冶印刷厂印刷

★ ★ ★

787×1092毫米 32开本 13印张 140千字

1989年12月第1版 1989年12月第1次印刷

印数1—2500册

ISBN7—80545—058—7/K·81

定价：2.70元

序

《集约化池塘养鱼的生物学基础》，是苏联乌克兰科学院水生生物研究所的哈里托诺娃教授于1963—1980年，在乌克兰的多林低地、森林草原、草原三个不同土壤、气候地带所进行的池塘养鱼生物学基础潜心研究18年的综合性专著。哈里托诺娃教授用鲤鱼作为主要研究对象，兼及植物食性鱼，集中研究了施用氮磷肥料、石灰、投喂配合饲料，鱼的放养密度、鱼种规格和鱼类混养等集约化措施对池塘生态系和鲤鱼生长、池塘鱼产量的影响。特别是氮磷肥料和石灰综合施用，对池塘生态系及鱼产量的影响研究得尤其系统、深入和有创见。是池塘养鱼基础理论研究和生产实践方面的不可多得的重要著作。

我国有悠久的池塘养鱼历史，有非常丰富的传统池塘养鱼经验和较高的生产技术水平。但是，池塘养鱼的生物学基础理论的研究，则比较薄弱。苏联在这一领域的研究，无疑有很多值得我们参考和借鉴之处。《集约化池塘养鱼的生物学基础》的翻译出版，正是为了参考和借鉴苏联的先进经验。我相信，本书的出版，将有助于池塘养鱼理论和技术水平的进一步提高，而对我们的水产科技和水产教育及水生生物学工作者来说，无疑将从中得到许多有益的东西。

沈荣清

H.H.哈里托诺娃

集约化池塘养鱼的生物学基础

本专著阐述了集约化池塘养鱼的主要措施对池塘生态系统形成和池塘鱼产量的影响。

查明了在投喂人工饲料和施肥,其中包括氮磷肥料与石灰综合施用时,鱼类放养密度及其生长之间的关系。确定了鱼类混养时鲤鱼和远东复合体鱼类*的最适搭配比例。计算了采用各种集约化措施的池塘的生物能平衡;阐明了集约化养殖的鱼池生态系统种群组成的某些规律。详细进行了各级鲤科鱼池塘的质量评价。

本书可供水生生物学家、鱼类学家、养鱼学家及水产专业院校师生参考。

图61,表57。参考资料366种(略)

*主要指中国鲤科鱼类,如鲢、鳙、草鱼等——译注

目 录

绪论.....	(1)
集约化池塘养鱼的某些问题的研究概况.....	(4)
材料和方法.....	(10)
养鱼场分布区的土壤、气候特征。被研究池塘的简况...	(15)
池塘鱼类对环境条件的要求.....	(20)
氮磷肥料、石灰、鲤鱼的放养密度和鱼类混养	
对池塘生态系统形成的影响.....	(25)
水化学状况.....	(25)
浮游细菌.....	(43)
浮游植物.....	(50)
浮游动物和底栖动物.....	(67)
集约化养殖的鱼池施用石灰对浮游植物和某些浮游动物生长繁衍的影响.....	(97)
施用氮磷肥料、石灰和鱼类的放养密度对鲤鱼生长和池塘鱼产量的影响.....	(106)
集约化养鱼措施对鲤鱼生长和池塘鱼产量的影响.....	(106)
天然饵料和人工饲料对鲤鱼生长的影响.....	(135)
一龄鲤鱼种的平均体重对集约化养鱼池塘的鱼产量和二龄鱼生长的影响.....	(149)
标准鲤鱼种的生产问题.....	(152)
混养是提高池塘鱼产量的重要因素.....	(157)

关于与鲤鱼和鳙鱼它们的营养有关的鳃器官的形

态学.....(180)

鲤鱼池塘中的生物能量平衡.....(184)

结论.....(196)

绪 论

由于发展海洋渔业受到种种限制，苏联内陆水域渔业的地位大大提高了。苏联的国民经济食品计划要求在1990年以前大幅度提高池塘养鱼的产量。如果说1975年乌克兰的池塘渔业曾生产了41.9千吨商品鱼(其中主要是鲤鱼)，那末，到1985年，计划鱼产量将增加到98.9千吨，也就是说增长1.2倍。

目前，苏联的池塘养鱼业向两个方面发展：工业化温水养鱼和传统的池塘养鱼。摆在我们面前的总任务是生产尽可能多的动物蛋白——优质鲜活鱼。但是，完成这一任务的方法是多种多样的。

欲增加工业化温水养鱼业的产量，除一些其它措施外，主要是改进人工饲料的饲喂方法，能充分满足鱼的营养需要的饲料配方，以及选择食用和生产方面有价值的鱼类。

传统池塘养鱼业，一方面依靠扩大池塘面积，另一方面则依靠综合的集约化措施来完成这一任务。后者比较有前途，已被广泛采用。

在40—50年代，苏联采用了B·A·莫夫强教授提出的综合集约化方法，此法在乌克兰和其他共和国多年的渔业实践中，证明是经得起考验的。但是，经过了30多年，随着时间的推移，这种方法的许多组成部分，需要完善或修改，使之更适应于池塘养鱼业的迫切需要。

现代养鱼业的特点是：池塘养鱼生产比以往的集约化程度更高和采用新的更有效的提高水域生物生产力的方法；研究大幅度增加鱼类天然饵料基础的水域矿化作用的生物学原理和改善池塘的卫生状况，施用无机肥料增加天然饵料基础与强化投喂人工饲料相结合，可以大大增加池塘中鲤鱼群体密度。由于苏联学者成功地驯化了远东复合体鱼类，从而在池塘养鱼业中，采取了鱼类多品种混养的新方法。结果，乌克兰池塘鱼产量由1961年的4.5公担/公顷，提高到了1970年的7.2公担/公顷和1980年的12.8公担/公顷。先进的渔业企业，如顿河渔业联合企业，切尔诺维茨渔业联合企业，“科诺托普”渔场和其他渔场，鱼产量一直稳定在10—30公担/公顷或更高。

但是，研究提高池塘鱼产量方法的试验，并不经常都是成功的。在集约化养殖的池塘中，相当一部分鱼达不到标准体重，造成单位产量人工饲料的消耗过多，甚至产生鱼病。此时，鱼产量大大低于计划产量，也就降低了渔场的经济效益。我们认为，首先是因为在综合养鱼系统里，采用集约化生物学措施还不普遍；其二，还因为应用这一种或另一种集约化方法时，往往互相矛盾和论据不足。

本著作试图阐明在乌克兰池塘养鱼业中应用的主要集约化措施对池塘生态系形成，鱼类生长和鱼产量的影响，并以精确的生物学分析为根据，提出进一步提高池塘鱼产量的建议。

研究进行了18年（1963—1980年）。研究了氮磷肥料和施用石灰在集约化养鱼池塘中提高鱼产量的作用，以及探讨了这些因素对池塘生态系的主要环节和产量影响的理论。在

确定池塘中鲤鱼的最适放养密度时，我们设法查明了鱼的群体密度、生长、采用人工饲料和施肥效率之间的相互关系。重点研究了放养密度和其他集约化措施对池塘水化学和水生生物学状况、鲤鱼天然饵料保证程度的影响，以及后者在鱼类生长和营养中的意义。

众所周知，在集约化养殖的池塘中，密养时，往往对浮游植物和高等水生植物的利用率较低，因此，必须选择能够最充分、最有效地利用所有天然饵料基础的鱼类组成。这时，要特别注意研究鲤鱼和不同年龄的各种植食性鱼类之间的最适比例，它们的营养关系，以及被研究的鱼类对池塘生态系、鱼类生长和鱼产量的影响。特别详细地研究了在鲤科鱼类的池塘里利用鳙鱼的可能性及鳙鱼的营养特点与鲤鱼的相似之处。为了更深入地研究鲤鱼和鳙鱼的摄食机制，研究了这些鱼的鳃器官的形态结构。根据综合的水文学、水化学、水生生物学和鱼类学的材料，以及文献资料，计算了被研究的不同集约化水平的池塘生物能平衡。

由于我们的研究，查明了不同集约化水平的池塘生态功能的某些生物学规律，并以此为基础拟订了控制水域生物学过程的某些措施和评价鲤科鱼类成鱼池多级制的方法。

作者对Т·И·什彼特教授在长期研究工作中给予不懈支持和宝贵建议，以及参加这个问题的综合研究的А·Ф·阿季普楚克，П·Т·加拉苏努，С·А·克拉查，Л·И·鲁帕契沃伊，С·М·帕契克，Е·М·波罗赫斯科伊，В·С·罗托夫斯克诸同仁，表示衷心的感谢。

集约化池塘养鱼的某些问题的研究概况

集约化养鱼最重要的条件之一，是提高水域的天然饵料基础。我们发现，鱼产量和鱼类生长，鱼的天然食物的保证度、人工饲料的利用效率之间呈直线相关关系。有机和无机肥料对提高水域的供饵能力有重要的意义。在战前和战后初期，苏联的池塘渔业，主要施用有机肥——厩肥和绿肥等。根据B·A·莫夫强和其他研究者的意见，厩肥和其它有机肥料有良好的效果：施肥池塘的天然鱼产量比不施肥池塘高50—200%。

研究无机肥效果的首次试验，并未获得满意的结果。在60年代初期，无机肥料重新引起了大家的兴趣。大概，一方面与农业工业化和无机肥生产的大发展有关，另一方面是养鱼的集约化程度的提高。

在给鲤鱼大量投食的集约化养鱼的池塘中，人工饲料起着有机肥的作用。业已查明，人工饲料的10—15%被浸溶于水，其余部分被鱼所摄食。吃进鱼体的饲料约1/4转化为鱼肉，而3/4随着粪便和代谢产物被排出体外，进入鱼池。所以，强化投饵时，有机物的还原是一个严重的问题。

И·Н·阿尔诺勒德，B·A·麦伊耶恩，A·H·耶烈奥斯基的研究，奠定了苏联池塘养鱼施用无机肥料的理论基础，他们关于这一问题的科学见解，是在杰莫里—戈费尔关于水域缺氧理论影响下形成的。按照这个理论，磷肥可以激活水生细

菌的固氮作用，而氮肥却能增强反硝化作用——氮不可逆的丧失。所以建议沿池塘底施磷肥。池塘缺氧的理论，虽说在实践中总是得不到证实，但在西欧的许多国家一直盛行到70年代。

如今，关于无机肥对池塘生态系的影响，Г·Г·温别尔格和В·И·利亚赫诺维契在他们的专著《池塘施肥》一书中作了阐述。根据我们亲自研究的大量实际资料，苏联在50—60年代的研究和外国学者的著作，都指出了作为池塘的肥料不仅是磷肥，而且氮肥也是适宜的。学者们在研究这些理论时，所持的观点是，在生产过程中起主要作用的是依赖于浮游植物形成的有机物质，而不是细菌的化学合成作用。他们业已查明，浮游植物生物量，浮游动物和底栖动物生物量，以及鱼产量之间存在着相关关系。

浮游藻类是池塘营养链的第一个环节：营养元素→初级生产力→Ⅰ级消费性生物→Ⅱ级消费性生物，就是投施无机肥料，也应当控制水域“水华”的发生，因为藻类的繁衍必须有磷和氮的化合物存在，而水域中这些化合物时有不足。通过试验查明，池塘施肥氮和磷的最适比例为8:1—4:1。

试验提出了一次施肥量和施肥周期的建议，查明了施肥的限制因素。如白俄罗斯的学者提议，应根据生物需要进行多次施肥。乌克兰学者提出池塘施肥应依氮肥浓度2毫克^N/升，磷——0.5毫克/升为标准，因为这样的浓度，符合浮游藻类生物学要求。验证了全苏池塘渔业研究所以前提出的一次大剂量施肥（浓度达5毫克/升）与其它用量相比对藻类的生长繁衍并无重大影响，相反会造成氮的不必要的大量损失。

苏联和外国学者的研究，以及不同地区先进的池塘养鱼的实践指出，氮磷肥料是提高池塘生物生产量的有效手段；根据各地条件，总鱼产量可增加到10—15公担/公顷或更高，其中包括天然鱼产量3—8公担/公顷。

向池塘投施氮磷肥料是集约化池塘养鱼综合措施必不可少的一部分。但是近年来，有些鱼场施用无机肥的效果并不好。作者们列举了在集约化养殖的池塘中，应用无机肥效果不高的多种原因，甚至提出了限制施用无机肥的意见，但这些意见常常是互相矛盾的。因为在这些著作中对影响无机肥效果的原因和无机肥与其它集约化措施（施用石灰，鱼的放养密度，池塘中投喂配合饲料）不协调的机制均缺乏系统的研究，我们认为这种假设缺乏足够的理论根据，需作进一步的研究。

在池塘养鱼过程中，施用石灰有重大的意义。根据乌克兰渔业管理局的资料，在乌克兰的池塘中，1960年投施了1200吨石灰，1965年为3300吨，而1969年为1.6万吨。石灰有多种作用。在改良水质过程中，可调节水的酸碱度，又能作肥料，既可以进行池塘消毒，又能作为防治鱼病的手段等等。文献中阐述了应用石灰和底泥中水的酸性问题的资料特别丰富。酸性环境会抑制各种细菌群落的生命活动，阻滞有机物质的分解和矿化，对其它水生生物的繁衍也是不利的。相反，提高环境的PH使之呈中性或者弱碱性，对所有的水生生物繁衍生长都是有利的。在这种情况下，对石灰的作用机制，作了充分的研究。在被酸性底泥所吸收的离子中，氢离子占优势，当施石灰时，氢离子就被钙离子所取代，底泥的酸性下降。当底泥为中性时，三氧化二磷的结合力减弱，

有利于水中的磷的还原。

钙对于水生生物的发展和生长同样有重要的影响，因为钙是骨骼的组成部分，并对代谢过程有积极的影响。有的作者认为，鱼类需从池塘中吸取大量的钙，所以，为了补偿这种消耗，必须施用石灰。但是，Г·Г·温别尔格和В·П·利亚赫诺维契令人信服地指出，这与实际情况不符。当池塘的鱼产量为1000公斤/公顷时，钙的消耗总共才12.5公斤，只占水中钙含量的2%，因此，作者的结论是，鱼和其它水生生物一样，没有根据认为它会感受到钙的不足。

假如应用石灰是为了中和水的酸性和对池塘消毒，而已作了深入的研究，这是勿须怀疑的，那么，施用石灰对呈碱性和弱碱性反应的水和土壤的池塘的影响始终没有查明。一些作者认为，在池塘大量施肥的情况下，氢离子指标有提高的趋向，但施用石灰的论据不足；另一些作者认为，此时，从防疫卫生着眼，在综合系统中施用石灰是必须的措施。在鱼类密养和投喂人工饲料的综合系统中，石灰与氮磷肥的作用机制根本没有进行研究。同时，我们知道，氮肥（硝铵、硫酸铵）和配合饲料是生理酸性物质。

在集约化养鱼系统中，研究影响水生态系和鱼类生长的鲤鱼放养密度具有重要的意义。业已查明，某种水平的集约化养鱼，必须有与之相一致的最适鲤鱼放养密度，此时，鱼类生长才能达到相应的标准。根据文献资料，在50—70年代，苏联的不同土壤、气候带和欧洲许多国家的鲤鱼最适放养密度为：一龄鱼1—4千尾/公顷，或者鱼苗2—4万尾/公顷。当时池塘的鱼产量不超过3—7公担/公顷。继续提高鲤鱼的放养密度，就会使鱼的生长速度和其它养鱼经济指标下

降。当增加鱼类放养密度超过了该地区的最适量，就会降低天然饵料基础的发展水平，水化学状况恶化，不利于鱼类的生长，最终导致池塘鱼产量下降。在这些著作中同时指出，不合适的鲤鱼放养密度对池塘的生物和非生物条件的恶化产生影响。

随着对施用石灰和无机肥的深入研究，以及鲤鱼专用配合饲料的生产，使之有可能增加鱼类的放养密度和提高池塘的鱼产量。乌克兰地区在15年内，使池塘的平均鱼产量从4增加到10公担/公顷，而先进渔场达到15—30公担/公顷或更高。同时发现，当鱼类密度相当大时，则常常达不到标准体重，还会发生鱼病；因此而完不成计划鱼产量，增加了单位鱼产量的饲料消耗，降低了产品质量。

关于这一点，在文献中没有统一的意见。一些作者认为，密养时，鲤鱼生长速度下降，是由于水中的含氧量降低造成的，另一些作者指出，随着水化学状况的恶化，鱼的天然饵料则没有足够的保证；某些学者认为，鱼类生长不良，是与投饵水平和鲤鱼的放养密度不相适应有关。

在近15—20年内，各地在池塘养鱼业中，实际上广泛采用混养的方式。这个问题不是新问题。很久以前，就考虑到了鲤鱼不能充分利用池塘的饵料资源，养鱼家力求通过搭配放养狗鱼、冬穴鱼、银鲫等鱼类的方法来提高池塘鱼产量。这一措施对提高池塘鱼产量没有产生重大影响；在较好的情况下，鱼产量不过增加了80—100公斤/公顷。

开拓发展生长迅速、而肉质并不亚于鲤鱼的植食性鱼类的渔业，在鲤科鱼类渔业中具有广阔的前景。植食性鱼基本上是Ⅰ级消费性生物，它们能够利用相当大部分的初级产

品。根据B·K·维诺格拉多夫的意见，植食性鱼类“可以建立有益的生态系动力关系”。早在30年代，就已提出了关于在池塘养鱼中利用植食性鱼的问题，然而在池塘里认真地进行植食性鱼类的驯养和大量养殖，还是起始于五十年代。远东复合体鱼类人工繁殖的生物技术的研究，使苏联学者开始研究这些鱼类与鲤鱼的混养技术。

已有很多关于鲢鱼在不同地区的集约化养殖的鲤科鱼类池塘中的营养和养殖技术的报导。这些研究指出，在南方的池塘里，它们生长良好，不与鲤鱼争食，一般地说，当年鱼可达到15—30克，二龄鱼达400—500克。当鲢鱼与鲤鱼混养时，池塘的鱼产量可以增加2—6公担/公顷。水温是这种鱼生长的限制因素。

假如在集约化养殖的鲤科鱼类池塘中，利用鲢鱼的合理性没有怀疑的话，那么近年来，对草鱼仅仅建议作为水草丛生水域的环境改良者。

在所有的研究中，对鳙鱼的生物学的研究还比较少。关于鳙鱼食性的资料是互相矛盾的（见“池塘鱼类对环境条件的要求”）。但鳙鱼的生长速度很高，对环境条件适应性较强，引起了养鱼家的重视，常常在放养密度很高的情况下，作为鲤鱼塘的混养对象（由于鳙鱼能有效地利用人工饲料，这对鲤鱼的生长会产生影响）。

在相应的篇章里，较详细地列举了某些集约化措施对池塘生态系的影响和池塘鱼产量的资料。

材料和方法

1963——1980年期间，在乌克兰科学院水生生物研究所和乌克兰渔业研究所完成的“关于改进池塘养鱼生物学技术问题”的研究和试验结果是本著作的基本资料。

作试验和生产的鱼池有236口，每口塘面积0.01—130公顷，位于乌克兰的各种土壤、气候带。在多林低洼地带的研究是在“马涅维契”和“拉迪卡”（沃伦州）渔场，罗温斯克渔业联合企业（罗温斯克州），乌克兰渔业研究所的“尼伏卡”（基辅）试验渔场和“科诺托普”渔场（苏梅州）进行的，在森林草原地带的试验是在切耳诺维茨渔业联合企业（切耳诺维茨州），“大柳别尼”渔场（利沃夫州），“札洛日兹”渔场（恰耳诺波尔州），乌克兰科学院水生生物研究所的“亚历山大里亚”渔场（白采耳科夫，基辅州）和乌克兰国民经济成就展览馆进行的，在草原地带的试验是在顿河渔业联合企业（顿涅茨克州）进行的（图1）。

研究某些因素对鱼类生长的影响及在水里进行的生物学过程的试验是在乌克兰渔业研究所的渔业陈列馆的水簇箱和蓄水池中进行的。按常规，试验都经过2——3次重复。

最后，从一般现象考虑到个别因素（如，不同组成的人工饲料和天然饵料对鱼类生长的影响）得出某些假设的结果。但是，这种方法的合理性是被唯物辩证法所承认的。

为了观察和布置模式试验，基本上只选择独立供排水系