



第四届全国甲鱼健康养殖研讨会

文 集

全国水产技术推广总站
北京佳纬生物技术有限公司

一九九八年十月·北京

目 录

中华鳖健康养殖技术新进展..... 张幼敏 (1)

鳖致病性细菌与病毒 何建国 叶巧真 江静波 (19)

工厂化健康养鳖技术概论 王 武 (25)

“生物包”技术在养鳖温室中的应用 (大纲) 王 武 (36)

从微生物生态学角度谈中华鳖的健康养殖 陈昌福 (43)

旺胜 WS 寡糖分子水产疫苗对预防中华鳖细菌性疾病的作用.....

..... 陈德胜 (52)

复合酶制剂在甲鱼饲料中的作用.....

..... 北京佳纬生物技术有限公司 (58)

甲鱼温室无沙养殖新技术 陈世锋 (67)

经济效益来自于健康养殖 李景龙 (72)

中华鳖健康养殖技术新进展 (综述)

张幼敏

(湖北省水产研究所 武汉 430071)

自90年代以来,由于鳖价大幅飚升,刺激了养鳖业的超常发展,1993年全国鳖产量仅4000余吨,至1997年即达4万余吨,5年增产近10倍,垣古以来都以利用野生鳖为主,一跃而成为当今世界上人工养鳖的“超级大国”。随着养鳖业的不断发展,有关鳖的研究和养殖技术,亦有了长足的进步。据粗略地估计,正式和非正式出版的养鳖技术书籍不下百种,研究报告和科普文章总数不下千篇,创名特水产品养殖的最高纪录,居世界绝对领先地位。在此应验了培根的一句名言“需要乃发明之母”,正是养鳖的蓬勃发展,推动了相关研究和养殖技术的进步。

当养鳖业处于鼎盛之际,业内人士大多忙于拓展外延,扩大生产规模,对于技术所求无多,或不屑深究,于是造就了一批企业在规模上是“巨人”,而在生产效率和技术上是弱者。所以说,这次市场变化并不完全是坏事,而是利弊参半:弊—主要是经济上的冲击;利—由于竞争将进一步白热化,唯有迅速提高企业科学技术水平、不断完善经营管理,才能在今后的竞争中立于不败之地,毫无疑问这对于业者整体素质的提高将产生一定的推动作用。

下面就近年来有关中华鳖养殖中的一些主要问题的研究进展和动态,以及个人见解做一综述,谨供参考。

一、关于养殖模式与养殖工艺

1、养殖技术现状

国内控温快速养鳖技术大致经历了十年左右的时间,由最早的砖混结构的全封闭温室(杭州模式),以及相继发展起来的塑料大棚控温养殖和其他多种模式,通过不断总结与提高,取长补短,逐步获得了共识:确认塑料大棚控温养殖模式具有透光性好,符合鳖的生态要求,一次性投资较低,生产周期短,产品质量较好等优点,并制订出一套相应的养殖工艺(张幼敏,1993):即稚、幼鳖阶段控温养殖,商品鳖阶段视幼鳖个体重量分别进露天池单养或混养,或留温室继续养成。

采用上述模式所能达到的主要技术指标（生产规模，全国平均）：

- 1、稚鳖养成商品鳖的养殖周期 10 - 12 个月；商品规格均重 500g 左右；
- 2、稚鳖至养成商鳖成活率 80% 以上；
- 3、养殖全额成本 70 - 90 元/kg；
- 4、养殖利润率（按市价 110 - 120 元/kg 计）为 40% 左右，投入产出比 1: 1.4 以上。

由于上述模式前期采用工程措施，后期采用生态学方法，更适合中国国情，故为多数业者所接受，成为现阶段国内使用最普遍的养殖模式。

2、养殖技术研究进展

养殖技术的提高是建立在对养殖对象的生态习性的深入研究和养殖工艺不断改进的基础上。

与养鳖工艺相关的基础性研究主要有：稚鳖对水体盐度和酸碱度敏感性的研究（杨先乐等，1995），研究阐明稚鳖耐盐能力较低，其安全浓度仅 1.1‰，因此鳖体长期浸洗时盐度应控制在 1‰ 左右；而对酸碱度变化其耐受能力极强，在 pH2.0 - 11.5 的水中 96 小时内不会引起死亡，尽管如此，但鳖喜欢栖息在微碱性的水中；由于鳖具生以来是生活在周年、周日的变温之中，汪留全等（1997）试验证实，在适温范围内的周夜周期性变温对其生长有一定促进作用，其最适养殖变动温度应为 $29 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ，在此变温限度内饲料利用率也最高（汪留全等，1998），而不是过去所希望的恒定在最适温度线上。

养殖方法、工艺改进和创新的研究多数是对已有的养殖工艺结合当地条件进行的适应性试验；其次是稚幼鳖养殖方法方面。众所周知刚孵出的稚鳖处于生命最敏感的时期，必须精心呵护才能顺利进入稚幼鳖培育阶段。常用的稚鳖暂养方法大多是在稚鳖专用暂养池内进行。卢迈新等（1997）利用网箱进行了培育稚鳖的试验，认为池塘内设置网箱培育稚鳖是切实可行的，不占土地，操作简单，投资少（每只 $8 \times 4 \times 2\text{m}$ 的网箱成本 160 元），稚鳖成活率可达 84%；甚至可到 90% 以上（谢骏等，1998），适宜的放养密度为 63 只/ m^2 ，投喂饲料以稚鳖料加鲜肉生长最快，其次为稚鳖料加 30% 冰鲜鱼；王友含等（1998）在鱼鳖混养塘内设置网箱，放养稚鳖 6000 只投喂人工配合饲料，培育 30 天，成活率高达 99.37%，平均规格 8.37 - 13.92g。

在鳖价处于低谷，以及全集约化工厂养殖产品质量不高的情况下，

在商品鳖养殖阶段，一方面是南北各地工厂化、集约化养殖技术有了很大提高（章剑，1998；闫有利等，1998）同时比较落后的养殖设施还在大量使用，笔者今年8月还发现有的单位斥巨资兴建全封闭温室。对于全封温室的弊和利，周正度（1998）以“晒背—鳖生理上的特殊需要”为题进行了全面分析，认为全封闭温室养鳖是失败的，因为违背了鳖生长的自然规律，造成病害严重，加大了生产成本，因此要改造已建的全封闭温室为透光温室，并大力推广塑料棚控温养殖；另外更多寄希望于生态学方法，适当扩大常温养殖，以降低成本，提高质量。如稻田鳖鱼混养（林忠华，1995；刘本风，1997），池塘鳖鱼混养。（李明锋等，1997）；据华南地区有代表性的珠江三角洲甲鱼池塘养殖技术介绍（卢迈新等，1995），凭藉当地有利气候条件，利用简易温室和露天养殖都能获得很好的养殖效果。这是自游洪涛（1982）、方志刚等（1982）首次发表鳖鱼混养原理与经济效益研究以来，目前是最受关注和广泛得以应用的时期，有的还专门制订了池塘鳖混养技术措作要点（郭瑜，1997）。常温露天池养鳖有多种形式：珠江三角洲地区年均气温23℃，可从事全程露天集约化养殖，从稚鳖开始养成商品鳖，为20个月左右，稚鳖养成75-126g的幼鳖，单位水面负载量为0.26-0.6kg/m²，饲养期160天左右，下余扣除自然越冬3个月左右，商品鳖养殖周期大致为10个月上下，商品鳖规格多数能达到400g，单产0.9-1.35kg/m²，投入产出比1:1.85（张邦杰等，1996）；在广西露天池大面积放养50-150g幼鳖1.5-2只/m²，搭配少量鲢、鳙夏花，经5-6个月饲养，平均单产近1kg/m²，平均规格达0.49kg/只，幼鳖成活率92%，投入产出比1:1.44（李德林等，1997）；李少奇等（1996）进行了鳖鱼混养与鱼、鳖分别单养的试验，结果表明：采用鱼鳖混养方式较鱼、鳖单养方式，不仅节约水面50%，而且提高产量12.9%，增加纯利30.2%，减少水、电、药、饵消耗30%以上；如果当地有大规模的鱼池，收益率最好的是正常放鱼少放鳖，投放100g左右的幼鳖50-80只/亩，年终出池平均规格可达400-600g，回捕率96%，以利用天然饵料为主（投喂一些小鱼、虾等），一般不再专门投喂人工配合饲料（沈耀才，1998）；亲鱼池套养幼鳖（18只/亩），年增收600元/亩，（秦忠善，1998）；农家庭院养鳖也受到小本经营者的青睐，另外也有少数单位完全进行常温养殖，产品质量好，被称为“绿色甲鱼”，售价远高于集约化加温快速养成的商品鳖，这些养殖方式如能因地制宜的加以应用都会有很好的前景。

近年来，国家为推动养鳖业的技术进步，农业部于1994年颁布了《中华鳖人工养殖与饲养技术规程》；全国水产推广总站于1997年制订了《中华鳖人工养殖技术操作要点》，《要点》的指导思想与养鳖业当前市场形势相一致，适用于多种养殖方式，预期实施后对国内养鳖技术的规范化、科学化水平的提高将产生很大的作用。

3、应用新的研究成果，改进养殖工艺

在充分发挥各种养殖技术优点的基础上，笔者建议对已有的工艺将其规范化为如下的模式：

①稚幼鳖阶段

第一种为两次加温方式。孵出的稚鳖经加温养殖至11月底，平均体重达50-70g的可采用此方式。第一次加温（9月中旬-11月底）加上前期7-8月的常温养殖，养殖时间为4个月左右，稚鳖均重可达50-70g，平均日增重0.3-0.5g；接下来为冬眠（12月初至第二年2月底）；第二次加温（第二年3月初至5月中旬），另加1个月左右的保温养殖，共3个半月幼鳖养成，均重可达200g左右，平均日增重1-1.5g。

第二种为全程加温方式。稚鳖孵出较晚或早期孵出的但体重低于3g的部分稚鳖，经加温至11月体重规格仍在50g以下的可采用全程加温的方式，加温时间从当年10月至第二年5月，幼鳖养成，均重200g左右。

新的养殖方式，对于使用全封闭温室的单位，希望逐步进行温室改造，增加透光性，以满足鳖的生态要求。

稚幼鳖阶段可采用无沙或有沙养殖：稚鳖早期可采用完全的无沙养殖，而后期无沙养殖应敷设“人工鳖巢”。

②商品鳖阶段

以上养成的幼鳖，应视个体大小分类、采用不同的商品鳖养殖方式：个体均重在150g以上的幼鳖，最好采用常温露天池鳖鱼混养；或以鳖为主的常温露天池集约化养殖方式；使之尽可能回到大自然去生长，以较低的投入获得产品；

个体均重100g左右的应留温室保温养殖，适当延长生长期和强化培育，年终和以上二方式一样都能达到500g左右的商品规格。

2、上述工艺的特点

①自始至终采用因种施养（即根据苗种的大小选用不同的养殖方式）以期达到劳力、成本和效益最佳的组合，是一种规范化的养殖模式；

②在稚幼鳖养殖阶段，如采用两次加温方式，将近 10 个月左右的饲养期内（8 月至第二年 5 月），虽不加温时间仅 3 个月（12 月至 2 月），从时间上算约占 30%；但由于这段时间处于一年中最寒冷的季节，所以从能量消耗来计算可节约加温燃料，水电、药物和劳力等费用 50% 以上；

③尽量采用生态学措施，以提高产品质量和效益，如鳖鱼混养等；

④无需增加任何投资和设备。在保持养殖成活率 80% 以上的前提下，其成本可由现阶段的 100 - 110 元/kg（以全封闭温室计，全国平均）降至 60 - 70 元/kg，降幅约 50%；即使销售价再下降，业者也有了回旋的余地；

⑤冬眠期间条件致病菌的生长繁衍因环境条件变化而受到抑制，从而起到控制和预防某些疾病的作用，分析各地的资料，两次加温与全程加温比较，稚幼鳖成活率并无差异。

二、关于鳖的种质资源和苗种质量

1、研究现状

有关鳖的种质资源和苗种质量问题。多年来中华鳖的分类地位一直存在分歧，如台湾省学者（余廷基，1979）就认为我国鳖有多种：南部及台湾产为中国鳖，北方产为北鳖，南方各省产为园鳖等，与大陆分类系统大相径庭。后经四川生物研究所（1976），赵尔宓（1986，1993）对其分类、地理分布重新进行了名录校正和划分，才基本趋于统一。但近年来由于国外鳖的大量引进，鳖属新种——砂鳖的发现（周工健等 1991），九肋鳖报导（伍惠生，1998），以及“江南花鳖”的介绍，使中国鳖属动物原有分类系统的科学性遭到进一步质疑。黄发源（1996）根据形态分类，比较过越南鳖，台湾鳖和中华鳖的区别；谢骏等（1996）也列举国内几种常见鳖的形态差异，但上述资料仅限于体形，色斑等外观特征，不能完全反映分类的真实情况。更新和更科学的分类鉴定方法也在开始探索。李思发等（1997）对华东地区中华鳖地方群体形态差异和线粒体 DNA（mtDNA）的研究结果表明，无论使用多元分析或 mtDNA 方法，四个地方群体（绍兴，南京、巢湖和青岛群体）存在着形态和遗传上的差异，而且与地理距离相一致，暗示地理分隔可能是造成中华鳖群体遗传分化的主要原因。

人工快速培育亲鳖，甲鱼无冬眠繁育，光照刺激增加产卵量等试验占相当大的篇幅，反映了一种急功近利的心态和市场鳖种供求紧张的现

状。快速培育亲鳖主要是采取加温的方式，时间最短的稚鳖经 16 个月左右，即具有一定繁殖能力，但卵的受精率很低，通常在 60% 以下（张幼敏，1993；刘永已，1996），快速培育的亲鳖已经达到生殖的最低体重，但生殖年龄尚未达到，性腺尚未完全成熟，不宜做亲本（邓志刚，1996）；通过加温、增加光照对于已达到正常成熟的亲鳖进行处理可使产卵期延长到 7-8 个月，产卵量增加 1-2 倍（高伟秀等，1996；谢德友等，1995；周洵，1998；罗曼，1998）；这些试验本身无可非议，但如在生产上推广应用，对鳖种种质资源和苗种质量可能造成的损失，试验者似乎都没有提及。侯陵（1998）在孵化温度对鳖卵性别分化的影响的研究中指出，鳖卵性别分化和其他爬行动物相似，受温度的控制；据资料介绍欧洲甲鱼，性机制分化对环境，温度比较敏感，即不同的孵化温度，可孵化出不同性别的后代。中华鳖同样具有这一特点。谢万奎（1993）的试验结果认为在高温孵化（ $32 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ）出的稚鳖养成幼鳖雌雄性比大致为 2: 1；而低温孵化（ $24 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ），大致为 1: 1；罗曼等（1998）就温度对鳖卵孵化中性比的影响做了进一步研究，不仅孵化温度，而且在一定温度范围内孵化湿度对其性比和孵化率亦有影响，当温度为 $24-26^{\circ}\text{C}$ 时，雄/（雄+雌） >0.5 ；温度为 $27-29.5^{\circ}\text{C}$ 时，雄/（雄+雌） <0.5 ，说明控制鳖卵与孵化温度可改变其性别分化方向。

关于鳖卵的孵化，在鳖卵的排列和孵化工具上有一些研究。由于鳖卵属于少蛋白、无蛋白系带的卵，因此一般强调孵化时动物极必须朝上排列，并不能翻动，但最新研究证实（王秀菊等，1996），鳖卵动物极向上或向下排列，对孵化结果并无影响，关键是通气状况；鳖卵的孵化介质，除了用一种规格的河沙外，有人用 0.5-2mm 三种规格沙粒搭配使用，有效地防止了板结现象（孔家良等，1996）；更多的是把沙改为海棉，孵化率可达 90% 以上，而且保湿、通风好、劳动强度低，且操作简单（杨振才等，1997；郑善坚，1997）；袁志明等（1996）还研究了鳖卵出苗率的预测方法，用来判断出苗率低的原因，是卵子质量、亦或养殖与孵化条件问题？

对于苗种质量，黄金玉（1996）做过大陆和台湾鳖苗养殖效果的比较，发现台湾苗生长速度比大陆苗快 22.29%，而成活率台湾苗比大陆苗低 14.56%，推测可能因长期家养，选择不当的结果。

2、种质资源和苗种质量上的异常表现

①早熟。根据以前资料记载，自然界鳖第一次性成熟年龄为 4-5

年, 个体重量 0.4–0.5kg, 其中最小个体 0.3kg 左右, 但所占比例极少, 现综合各方面资料普遍认为, 目前小个体亲鳖呈明显的上升趋势, 有的地方已达 40–50% (谢文星, 1996);

②卵与稚鳖重量减低。中华鳖在 90 年代之前, 自然种群鳖卵平均重量为 3–5g, 最大的 6–7g (黄祝坚, 1963; 姚闻卿, 1989), 稚鳖多在 3g 以上; 目前卵的平均重量已下降到 3–3.5g (黎常青, 1996)。问题在于, 在自然界小卵可能被淘汰, 而在人工养殖的条件下, 小卵被保存了下来, 并繁殖了后代;

③抗逆力下降。通常认为鳖是一种高抗性动物, 但在这几年养殖过程中其发病率明显提高, 成活率日趋下降。前者由开始养鳖阶段的 10% 左右提高到 30–50%, 后者由 90% 左右下降到 60–70%;

④有的场稚鳖“白化”现象严重 (章剑, 1997); 有的场稚鳖畸型率很高 (张幼敏, 1995)。

上述变化, 不能完全归咎于养殖技术, 而与种质资源衰退, 苗种质量太差有直接的关系。

3、导致种质资源衰退和苗种质量下降的原因

①鳖的人工繁殖遍地开花, 一般存在繁殖群体过小和近交机率增加的弊端; 在遗传上发生“瓶颈”效应和遗传变异, 使某些基因丧失和遗传变异减少, 最终导致物种退化。

②由于养殖业的迅猛发展, 鳖种供需失衡, 大量引进境外的各种鳖类。如果种与种之间不具备生殖隔离的机制就会造成种质混杂, 一旦因杂交而丧失它们原有的基因配套, 就很难恢复。

③在自然状态下, 一个生殖群体所产生不合格的后代, 都会通过自然选择加以淘汰, 而在养殖过程中本已削弱了的自然选择力量, 再加上为追求经济利益, 想方设法把凡是能成活的个体统统加以养成。此举一般是无意识的, 但对种质资源的保护和改善是一种非常有害的负选择 (张幼敏, 1997)。

④长期集约化控温养殖也会导致鳖体某些抗逆因子的退化甚至消失, 从而影响种质资源和养殖效果; 如黎常青 (1996) 列举了温泉养鳖出现的问题: 亲鳖历经 2–3 年产卵量下降, 没有出现产卵高峰, 卵粒由开始的 5g 左右下降至 3–4g, 孵化率由 80% 以上降到 65% 左右, 有六成左右的稚鳖九个月未达到 250g。这些问题可供加温养殖借鉴。

⑤急功近利的技术措施带来的负面影响。近年来, 由于鳖种供不应

求，业内人士都比较关心如何提高产卵量问题。因此，一些通过加温短期培养亲鳖，加温提早产卵、全年繁殖、利用光照效应延长鳖的生殖期和增加产卵量的试验屡见报道，这些都有违于鳖的自然规律，因为任一物种，在不受干扰的情况下，所表现的生殖规律和特点，是长期进化的结果，是物种的特征，不能轻易改变。有些措施确能达到增加产卵量与延长生殖期的短期效应，但负面影响却是长远的。由于试验过程普遍很短，对于以后的生殖能力能不能年年处在高水平上；整个生殖寿命会不会缩短，很少有人关心和思考这些问题。

4、保护种质资源和提高苗种质量的措施

种质资源是遗传学上的概念，而苗种质量则是生产上的标准。前者是基础，没有良好的种质资源，所谓提高苗种质量就成为无源之水。此项工作应从不同层面上入手。

对于国家、地方和主管部门：

①建立中华鳖原良种基地（目前全国已批准在两个省实施）。有的场已开始制订中华鳖原种生产操作规程（童加潮等，1997）；有条件的应开始培育鳖的新品种，完全依靠自然种群将会制约养鳖业的持续发展；

②制定中华鳖种标准，建立中华鳖形态特征和种质遗传标记，以便进行种的识别；

③建立法规严格控制境外各种鳖进口，一能防止鳖种混杂，保护中华鳖种质资源；二能减少或切断境外鳖病原传入途径；三能减少进口鳖对国内市场的冲击。

对于大企业和个体业者：

④亲本的选择。首选为野生鳖；其次是常温养成的家养鳖，但作为繁殖群体必须无血缘关系；或者雌性为家养而雄性为野生，其目的都是为了避免近亲交配；第三必须使用加温快速养成的亲鳖，选择时不能只着眼个体大小，还须了解是否已达到性成熟年龄，并经过1-2年的自然越冬，只有经历自然越冬积累的过程，才能真正达到亲本标准和具备中华鳖特有的种质质量；第四，自育亲本应从稚鳖开始，最好选择其父母代为野生鳖，或完全无血缘关系并真正达到了亲鳖标准的家养鳖；稚鳖出壳重量在5g以上，体型健壮、养殖成长快、成活率高的群体（张幼敏等，1995）；

⑤亲鳖的标准。前几年由于苗种供求紧张，通常把亲鳖最低体重标准定为0.5kg，实践证明此标准太低，目前要解决所谓早熟、小型化和

抗性差等问题，首先应从提高亲鳖标准入手；

根据当前的实际情况，笔者认为应把亲鳖的最小年龄标准定为第一次性成熟年龄加 1—2 龄，即 5—6 龄，体重 1—2kg。上述标准的亲鳖，每年每只鳖平均可产卵量 50 枚以上，卵重达到 4—5g，而目前国内多数亲鳖，平均产卵量为 20 个左右，卵重 3g 左右。提高了亲鳖的标准，等于直接提高了养殖效益；

⑥建立相对封闭的生产体系。除少数单一生产苗种的场家，都应建立相对封闭的自繁自养的生产体系，即自己培育亲鳖—繁殖稚鳖—养成商品鳖，尽量减少由于引种、异地运输造成的疾病传播和损失；⑦严格把好苗种选择、放养关。真正懂得技术的业者，应严格掌握苗种选择标准和各个阶段的放养密度，放养是养殖的第一步，宁缺勿滥，对于不合标准的应坚决剔除，滥竿充数不仅造成饲料、劳力浪费，还增加了水质污染程度，传播了疾病。

三、关于饲料与投饲技术

1、饲料研究和应用进展

鳖的人工配合饲料研究起步较晚，包括国外养鳖历史最久的日本，我国台湾省，长期以来都以天然饲料（主要是蚕蛹和鲜鱼）喂鳖，以后又用鳊鲮饲料替代鳖的专用料。按时间顺序，最早研究和生产鳖专用人工配合饲料的是日本，大约从 80 年代起步（川崎义一，1986），其次是台湾。但日本全国鳖产量不足千吨，所以迄今鳖饲料的生产和销售规模不大。我国饲料研究起步虽较日本稍晚，但因养鳖业发展速度很快，鳖的总产量数额巨大，所以在饲料工业中后来居上，全国大大小小的饲料厂不下数十家，鳖饲料生产总量估计在 10 万吨左右。

但饲料的质量，除了一些大企业产品有保证外，如北京佳伟公司就是其一，其他一些中小厂家或地方生产的饲料，往往良莠不齐。饲料是一种仅凭外观无法进行质量鉴别的商品；虽然集约化养殖单一种生物，使用某种饲料从效果上可以很快反映出其质量优劣，但因此而造成的损失多已无法挽回。

在世界上由于鳖的养殖历史短，仅限于某些国家，所以对鳖的营养要求和人工配合饲料的研究水平偏低。日本学者川崎义一（1986）和林让（1986）试验认为稚鳖饲料蛋白质适量为 50%，而对成鳖蛋白适量仅做了推荐（45%，未试验）。此后，随着我国养鳖业的发展，国内对于鳖的营养需要，人工配合饲料中主要营养成分如蛋白质、脂肪、碳水化合物

物、能蛋比等进行了大量的研究，代表性著作主要有曾训江（1988，1990），徐旭阳（1991），包吉墅（1992），程伶（1993），涂涝（1995），王凤雷（1995），石文雷（1998），陈焕铨等（1998），和郭树林（1998）等等。

以上研究基本搞清了鳖在不同生长阶段的营养需要和人工配合饲料中各主要营养物质的适宜含量。据此而提出了各种各样的鳖的饲料配方。石文雷（1998）一次提出了十种鳖饲料配方；杨国华等（1998）进行了九种稚、幼鳖饲料配方试验，对现行粉状鳖饲料配方模式，认为可以通过调整粘结剂的方法加以改变，从而达到降低成本，扩大饲料源而又不降低饲养效果的目的。作为饲料生产厂家，只有北京佳纬公司（1996）发表过比较详细的甲鱼营养需求和饲料配方的报告。

另外龙良启等（1996）对鳖消化器官淀粉酶进行了初步研究，再次证实鳖虽以肉食性为主，但也可以利用适量的淀粉，但比例过高不适宜，通过对中华鳖不同生长阶段胃蛋白酶和胰蛋白酶的比活力研究（谭北平，1997）发现，10 - 50g 个体的胃蛋白酶比活力极显著高于以后各生长阶段（ $P < 0.05$ ）；而不同生长阶段个体的胰及肠中胰蛋白酶比活力无显著差异（ $P > 0.01$ ），表明鳖属典型肉食性动物，其蛋白酶活性明显高于其他肉食性鱼类（如鳊鱼和乌鳢），因而要求人工饲料有较高的蛋白质含量，同时从 50g 以下的稚鳖胃蛋白酶比活力看，随体重增加，比活力下降，可见为稚鳖人工配合饲料中添加更高的蛋白质完全是生理需要。白东清等（1996）对鳖的消化组织脂肪的研究结果表明胰组织脂肪酶显著高于胃，而且鳖对脂肪的消化能力很强，在配合饲料中可添加 12.5 - 30% 脂肪是可行的，这和通常认为鳖需要低脂肪食物有一定出入；更由于鳖体内三羧循环能力较差，蛋白质、糖类、脂肪在体内不能相互转化，所以饲料中脂肪，尤其是动物油脂与糖类过多时，会因不能转化利用而引起中毒（田恩善等，1996），所以饲料中脂肪的添加量应受到严格控制。温小波等（1998）采用消化生理方法，测定了成鳖阶段对配合饲料中蛋白质、脂肪、碳水化合物的表观消化率，分别为 84.65 - 91.87%，81.50 - 86.15% 和 67.05 - 70.77%，研究可用于评定饲料的营养价值，科学的配制饲料，提高其营养水平和生物学效价；林建斌（1994）关于甲鱼营养需要和配合饲料研究现状的综述，对于当时的饲料研究和生产均有指导意义。

关于饲料的使用方法。陈鹏飞（1995），做了人工配合饲料、鲜鱼

肉、人工配合饲料加鲜鱼肉三个不同的组合对稚鳖生长影响的研究,发现鲜鱼肉试验组稚鳖生长最快,而人工配合饲料加鲜鱼肉饲料系数最低为 2.35,养殖 1kg 鳖的饲料成本仅为 8.47 元,该试验进一步证实了笔者 1992 年以来所陈述的观点;伍惠生(1998)根据鳖的食性解剖和实践,进一步强调绿色蔬菜是养鳖的必备饲料。这些试验都说明鳖嗜食鲜活饲料是生来具有的天性;饲料调配使用能弥补单一人工配合饲料中某些营养元素、特别是限制性氨基酸的不足,从而改善了饲料能量与蛋白质的综合状况;赵春光(1996)总结了不同饲料合理配比使用的问题,并根据鳖的各个生长阶段提出结合本地资源条件,就地取材的多种配方。

对于提高饲料效率的问题,有多种途径。最近杨国华等(1998)、马健(1998)对鳖饲料的不同型态:面团料、干颗粒料和膨化料进行了全面比较评价,发现干颗粒虽能取得较高的饲料利用率,水稳性好,但适口性差,致使摄食量减少,生长缓慢;而膨化料在氨基酸组成,卫生指标方面均达到鳖的基本营养需要,使用该料可使饲养池换水次数减少 $1/3 - 1/5$,同时养殖密度也可以增加。但该料加工中,尚须解决膨化不充分的问题,以保证其漂浮率(3 小时)在 90% 以上。

在生产上提高饲料效率侧重于改进投饲方法。赵春光(1998)系统的归纳评价了国内不同养鳖模式的不同投饲方法及其利弊。所介绍的多种投饲方法,归根结蒂是“水上”和“水下”投饲的问题,据笔者所知“水上”和“水下”投饲,养鳖伊始就已经存在,其利弊也是不言而喻的。但从全国来看,水下投饲仍占相当比例,特别是过去以养鳊为主后来转为养鳖的南方。最近谢骏等(1998)在研究珠江三角洲甲鱼疾病防治技术所提供的数据极有说服力。该地过去主要是水下投喂,自改“水下”为“水上”之后,饲料系数降低了 44.73%,平均规格增加了 26.01%,增重率平均增长 100.3%,成活率提高了 16.6%。

2、鳖饲料研究与应用中存在的问题

①鳖的营养、消化生理、饲料配方等研究滞后于生产。鳖不仅需高蛋白质含量的饲料,还必须氨基酸含量齐全、组成平衡,才算优质饲料,才能满足其营养需要。张轩杰等(1998),陈焕铨等(1998)对鳖的氨基酸和必需氨基酸的含量做了比较详细的分析,是近年来这方面研究的代表著;另外,鳖对维生素、矿物质的需要,以及缺乏上述物质可能带来的危害—缺素症。由于缺乏研究,仍有许多不明了之处。杨宗站(1992, 1992)分别研究过鳖对镁、铜和钛的需要,认为在稚鳖饲料中添加 0.

5%的硫酸镁是适宜的；当稚鳖饲料铜和钛的量低于 15ppm 时，添加这两种微量元素，就能起到促长和降低成本的显著效果。对于常量和微量元素仅见到陈焕铨等（1998）较全面的分析结果和侯永清等（1998）在甲鱼饲料的生产要点上介绍过维生素和矿物质适宜添加量的具体数据。

②饲料中不适当地添加劣质粘合剂、防腐剂、诱食剂及抗氧化剂等，会直接引起甲鱼中毒（田恩善，1996）；以及非营养性生长促进剂，该物质作为饲料添加剂具有促长，提高饲料率和改善动物健康的作用，添加生长促进剂因其促长的效果，故对饲料厂家和养鳖企业有相当的诱惑力。关金藏（1992）研究过在稚鳖饲料中添加激素，平均日增重达 1.467 - 1.493g，显著高于对照组，饵料系数 2.85，显著低于对照组；任洁（1992）利用南开大学生物系提供的生长促进剂对幼鳖生长影响进行了观察，发现该促长剂能提高饲料生物效价，对幼鳖生长有促进作用，并对鳖的营养价值有较明显的提高；葛盛芳等（1996）发现在稚鳖饲料中添加 2ppm 和 4ppm 氟安定（苯二氮草化合物），与对照组比较稚鳖摄食量分别增加 22.98% 和 18.07%，饲料系数下降 10 - 15%，体重分别增加 46.83% 与 35.92%，说明氟安定能明显地提高鳖的增重幅度。

喹乙醇（商品名快育灵）为我国鱼虾（包括鳖）配合饲料中主要促生长剂之一。但据报道（郭庆等，1997）近年来发生多起因使用过量而引起养殖动物死亡事件。不仅喹乙醇的安全用量是争论的焦点，而使用时的环境条件也会产生很大影响，喹乙醇致出血和死亡的副作用与水温、养殖密度和养殖对象的生长速度有关，即在水温较高，密度大，生长快的情况下，其副作用极易出现。从这些现象看，似乎与目前鳖的常发病有某些联系。

最近周工健（1998）研究了添加雌性异蛋白粉剂（简称 FS 蛋白，是由淡水鱼卵巢、肝脏、血液等组织中通过生化方法提取的天然类激素产品），通过对不同生长阶段中华鳖影响的观察，发现 FS 蛋白会引起稚鳖内分泌紊乱，干扰其正常的新陈代谢，严重影响鳖的生长和存活，FS 蛋白用量越高，其负作用越大。所以在饲料中不能为了促长和促销，任意添加激素和类激素。现在不少场家反映，当长期使用某品牌鳖饲料，往往会出现无症状死亡或生殖器暴突等，而停喂或改喂其他饲料则死亡停止，推测这就是不当添加剂所致，不仅对鳖的养殖造成危害，还会给消费者带来更严重的后果。因此，笔者认为不能随意添加促长剂：一是对于哪些促长剂可以用，在什么条件下用，适宜添加量是多少都缺少必要

的研究；二是对于长时间使用后的影响知之甚少。目前，只能说已经“感觉到”它们的危害，但并无实据，因此更要慎重。

③鳖饲料原料的特殊要求。饲料厂家在一些原料无法得到满足的情况下，或者采用替代品，或者减少某些营养成分。而实际目前有些原料是无法替代的，如以国产鱼粉和秘鲁鱼粉（均为褐色鱼粉）作为鳖饲料的动物蛋白源；由于其诱食性差，氨基酸组成不合理，目前还替代不了白鱼粉（杨国华，1998）。

④鳖的人工配合饲料生产（当然也是水产饲料工业普遍存在的现象）出于商业利益和知识产权保护的关系，配方是不公开的，加之缺乏统一、有效地监督、监测机制，厂家可以随心所欲地生产与销售，而用户往往会遇到许多说不清、道不明的问题。

四、关于养殖环境

1、环境控制研究现状

水产界往往把养殖对象—鱼虾等—对环境的要求简单概括为“水质”一词。但对于鳖这样一种特殊生物仅仅以此概念来讨论它对环境的要求是不够的。较全面的理解环境概念应包括水质（水的理化、生物特性）、底质、生存空间以及在养殖过程中各种活动对其影响，范围十分广泛。

近几年由于养殖环境日趋恶劣，因病害、死亡率日趋严重，产品质量不佳等带来很大损失，所以业内对养殖环境改善问题、特别对养鳖池水质变化规律、集约化养殖的水质控制措施等十分重视。但环境方面的问题，涉及各个学科，难度较大，另外一方面，养鳖的环境是水产品养殖中较特殊的，养殖者和养殖对象的要求是相互矛盾的：养殖者为了缩短养殖周期，获得高产，不得不采取在高温状态下的单一、密养、强化投喂高蛋白饲料等，但这些措施仅仅满足了鳖的部分要求，而与其整个生态习性大相径庭，也为其养殖环境控制带来很多困难，所以涉足这方面的研究较少，而陈述和肯定已有的观点比较多。

张廷军（1997）在中华鳖养殖若干问题的探讨中提出关于鳖的能量收支方程： $100A = 26G + 74R$ （其中A为同化能，G为生长能，R为代谢能），看起来这是属能量代谢的问题，而实质上对理解环境控制很有意义，方程式反映出鳖由于其生态习性的关系将较多的能量投入代谢（例如运动），而分配于生长的能量较少，所以在养殖中一定要使“环境安静”，不受干扰，减少运动，使之更多的能量用于生长。

关于鳖的养殖最适温度问题、乔华强（1996）、汪留全等（1997、

1998、1998) 又有了新的研究结论: 认为鳖具生以来是生活在周年、周日变温之中, 在适温范围内的周期变温对其生长有一定促进作用, 其生长最适温度应为 $29 \pm 3^{\circ}\text{C}$, 而不是过去所希望恒定在生长适温上。这一观点对生产有价值: 一方面不必刻意去追求恒温; 另一方面变温要求与现在的控温设施、温度周日变化相一致, 能大幅度降低劳动强度和加温成本。

温室鳖池底的沙虽是鳖的栖息、隐蔽所, 但也是水质主要污染源(残饵、排泄物的)“黑洞”——沉积快, 而释放慢, 日积月累, 使水质与底质中的物质完全陷入恶性循环之中。叶奕佐(1995、1997)、汤二红(1998)、郭树林(1998)、李明锋(1998)所设计和介绍的无沙养鳖工艺, 从本质上讲不仅仅是一种养殖方法上的改革, 而是解决有机物沉积和水质污染的有效措施, 如江苏如东海岸带开发学校进行的无沙养幼鳖试验, 幼鳖的单位面积净产量、群体增重倍数、个体净增重和成活率, 与有沙法比较, 分别提高了 219.6%、83.6%、32.7% 和 26.2%, 而饲料系数降低了 1.3; 为进行无沙养殖所设置“人工鳖巢”(由聚乙烯网片结扎而成)其功能除了供鳖隐蔽外, 还有一个各位专家所没有提及的作用, 即类似用于净化水质的“人工水草”, 其上可附着大量微生物, 形成有净化水质的生物膜功能。预期无沙养殖可能成为养鳖池改良水质的一项实用价值的改革。陈长河(1996)还做过不同底质(硬质底、沙底和稻田表土)养鳖效果的观察, 三者比较以稻田表土为最好。

周工健(1995)研究过工厂化养鳖水质与病害的关系, 比较了鳖池与鱼池理化、生物指标的异同, 认为水质“过清”适合霉菌、粘细菌等对鳖有害细菌的衍生, 而大量存在喜肥的各种藻类, 有利于防止水质污染, 增加自净能力。嗣后葛文萍(1997)就鳖池水质安全预报与生态环境控制进行了研究, 确定水质预报主要指标为总氮、亚硝酸氮、pH 值等 6 项, 并对各指标的临界量一一列出, 同时指出了常规控制措施和实施后所获效果, 如早期施肥, 定期泼洒生石灰等。生石灰确是一种好的水质改良剂, 但由于环境高度污染和鳖的耐碱能力很强, 生石灰的使用量可由目前的 10-15ppm, 提高到 60-75ppm (不包括鱼鳖混养池)(杨先乐, 1996)。章剑(1997)将国内已用的环境控制措施加以组合, 赋予“生态调控”概念之中, 即环境调控、结构调控和生物调控等, 在生产上有很好的参考价值。

对于全封闭和塑料棚两种温室鳖池水质变化规律分析(喻清明,

1998), 结论有以下几点: 全封闭温室与塑料棚温室溶氧含量总的趋势较低, 经常处在 $0.4 - 0.7 \text{ mg/L}$, 最高不超过 1.6 mg/L , 前者无昼夜变化, 而后者变化明显; 亚硝酸盐、有机物耗氧量及硫化物等含量分别高达 $0.33 - 0.35 \text{ mg/L}$ 、 $11 - 13 \text{ mg/L}$ 、 $0.7 - 0.27 - 0.3 \text{ mg/L}$, 比一般鱼池高出十多倍, 其水质恶化程度为一般鱼类难以忍受; 两种温室生物状况与露天鱼池比较, 都是水中浮游动物多, 泥中微生物多, 具有明显被污染水质的特征; 研究还阐明了换水对改善水质有一定作用, 但有效期持续较短, 一般换水后第一天溶氧迅速上升, 第三天即急剧下降, 而亚硝酸盐和硫化物等有害物质含量的变化正好相反, 这和其他学者的研究结果极为一致 (章剑, 1997), 因此建议有条件的地方可实行微流水方式, 既达到换水的目的, 又能避免因频繁换水给鳖带来太多干扰, 影响摄食和生长。温室水质净化技术, 这是业内人士共同关心的问题, 汪炳炎 (1995) 设计过一种叠式生物包净水装置。置于温室一角, 利用硝化细菌等微生物生物膜, 在有氧的条件下去除有毒的氨和亚硝酸盐等, 并结合放置水浮莲, 斜发沸石, 能有效地增氧除氨, 可减少换水量的 $50 - 100\%$, 节约能源 $20 - 30\%$, 鳖池溶氧平均增加 1 mg/L , 氨含量保持在 1.5 mg/L 之下。

水中微生物生态情况直接影响水生动物的微生态平衡。不合理的饲养管理致使环境条件恶化, 平衡失调, 使本无害、无条件致病的病原而成为有害或强毒的病原。近年养鳖业和其他水产品养殖一样, 为了防病而大量、长期使用化学消毒剂, 除造成病原菌产生抗药性和污染水域的副作用外, 同时还会杀害水中有益的微生物, 造成微生物生态失调, 破坏水生态环境。因此, 如何利用有益微生物生态制剂控制水质和防治病害受到普遍关注。使用较多的是光合细菌 (PSB), 添加饲料中投喂和全池泼洒。PSB 的泼洒浓度应根据水体受污染程度而定, 一般为 $5 - 10 \text{ ppm}$ (张梁, 1997); 而叶奕佐等 (1996) 对温室无沙养鳖中使用 PSB 和翻富 (FAMP) 的观察, 翻富是日本生产的水产养殖饲料添加剂, 主要有天然细胞复活素和矿物质辅料组成, 具有促长和净化水质之功能。据产品资料介绍用于鳖按 $1 - 2\%$ 拌饵增产率大于 26% 。但该试验认为 PSB 用来改善水质和底质有肯定的效果, 但必须在水质营养条件较差时才会显示其效果和功能, 而 FAMP 在本次试验中对幼鳖的促长及对水质净化作用不明显。

玉垒菌 (一种放线菌) 亦可用于温室养鳖池水质净化, 瞿士君等