

第七章 鱘魚

林天生、劉富光

淡水繁養殖研究中心

一、生物學特徵

(一) 分類、形態

鱘魚為源於古生代，至現今還存在的魚種，可說是活化石。Grande and Bemis (1991) 認為鱘魚應是從原古白堊紀末就廣泛分布在北半球；已知大約有 28 種，共分為一目二科六屬。鱘魚為淡水魚類中最大且最長壽的魚種，生命力很強，其生活習性可分為淡水生活，半降海型及降海型，而產卵行為則完全在淡水大河川中進行。鱘魚肉味鮮美，營養價值高，其卵作為魚仔醬，為世界三大珍品之一，自古以來即相當受重視，中國皇室將其附上「皇」字，稱其為鯉魚。

鱘科一般魚體成延長的紡錘型，腹面扁平，體被五行菱形硬骨板，其四個屬主要區別是，吻突帶有圓而不平的邊為鯉屬與鱘屬，吻突帶有尖邊且平為鏟鱘屬和擬鏟鱘屬。鯉魚與鱘屬的區別為，鯉屬鰓膜左右相連接，形成自由褶曲、口大、半月形、鬚扁平排列不在一直線上（圖 7-1）；鱘屬鰓膜固定在鰓間隔上，口不大，上下唇皺摺較多或成花瓣形，鬚不扁平，成一字排列。鏟鱘屬與擬鏟鱘屬的區別在於擬鏟鱘屬尾柄較長。白鱘科分兩屬，即匙吻鱘屬和白鱘屬；兩屬體表光滑無鱗，口大眼小，有一扁平的

長吻，其長度約佔體長的三分之一。



圖 7-1 鱘(左)、鯉(右)口部形狀

(二) 地理分布

現存鱘魚類均分布於北半球，主要有三個密集區，一個是歐洲東部的里海、黑海或鹹海地區，一個是環繞北太平洋的亞洲東部和北美洲西海岸地區，另一個是北美洲東海岸地區。

鱘魚類中體型較大、成長快速，較具經濟價值且被大規模化進行養殖的種類，主要有歐洲鯉、達氏鯉、史氏鱘、中華鱘、西伯利亞鱘、俄羅斯鱘、閃光鱘、小體鱘、白鱘、湖鱘、匙吻鱘。

1. 歐洲鯉 (*Huso huso*)

主要分布於里海、黑海、亞速海、亞得

理亞海以及鹹海流域。歐洲鯉為鯉魚類中溯河最早的魚類，每年 1 月便開始洄游，幼魚及成魚育肥均在海裡，在性成熟後洄游到河流中產卵繁殖。

2. 達氏鯉 (*H. dauricus*)

主要分布於黑龍江，在松花江、烏蘇里江，興凱湖也有棲息，但數量很少。自然水域存在兩個族群，分河口半洄遊性與河道定棲性。

3. 史氏鯉 (*Acipenser schrenckii*) (圖 7-2)

分布於黑龍江及與其相通的湖泊，松花江及烏蘇里江數量稀少，嫩江已絕跡，亦分為江海洄游型與淡水定居型。



圖 7-2 史氏鯉

4. 中華鯉 (*A. sinensis*)

是江海洄游魚類，主要分布於東海、黃海、日本海大陸棚水域及長江水系和珠江水系。

5. 西伯利亞鯉 (*A. baerii*)

分布於從鄂華河到克累馬河的所有西伯利亞河流域和貝加爾湖、齋桑湖，也棲息在北冰洋的海灣及半鹹水水域。目前已成功的被移植到法國、日本、德國及中國等地區。

6. 俄羅斯鯉 (*A. gueldenstaedti*) (圖 7-3)

主要分布於黑海、亞速海和里海水域，黑海、亞速海的俄羅斯鯉迴游到多瑙河、第聶伯河、布格河、德涅斯特河、頓河、里奧尼河、庫拉河進行繁殖，里海的俄羅斯鯉洄游到伏爾加河、烏拉爾河、庫拉河、捷列克河和蘇拉克河進行繁殖。



圖 7-3 俄羅斯鯉

7. 閃光鯉 (*A. stellatus*) (圖 7-4)

分布於歐洲水域，主要棲息在里海、黑海、亞速海和愛琴海海域及與其相通的河流。主要分布河流有伏爾加河、庫拉河、蘇拉克河、捷列克河、德涅斯特河、第聶伯河、多瑙河、里奧尼河、庫班河、頓河等。



圖 7-4 閃光鯉

8. 小體鯿 (*A. ruthenus*)

為定棲於淡水河川的種類，分布於歐洲，主要棲息於流入里海、黑海、亞速海、波羅的海及白海的一些河流。在鯿屬中為個體最小，成熟最早的品種。

9. 白鯿 (*A. transmontanus*)

主要分布於北美洲西部太平洋沿岸地區，即從美國加利福尼亞州的阿留申群島至薩克拉門托河，以及加拿大的西南部和美國西北部的弗雷津河和哥倫比亞河流域。白鯿在海水、半淡鹹水及淡水中均能生存，其大部分時間在海裡度過。

10. 湖鯿 (*A. fulvescens*)

主要分布於加拿大和美國，為北美洲珍貴的經濟魚類。僅生活於淡水和半淡鹹水域中，不作長距離洄游，通常只作季節性遷移。

11. 匙吻鯿 (*Polyodon spathula*)

主要分布於美國中部和北部的大型河流及其相通的湖泊、水庫中。其生活於水的中上層，為濾食性，以浮游動物為食。幼苗初期吻短並不特殊（圖 7-5），隨著成長最後吻長度可達體長的約三分之一（圖 7-6）。

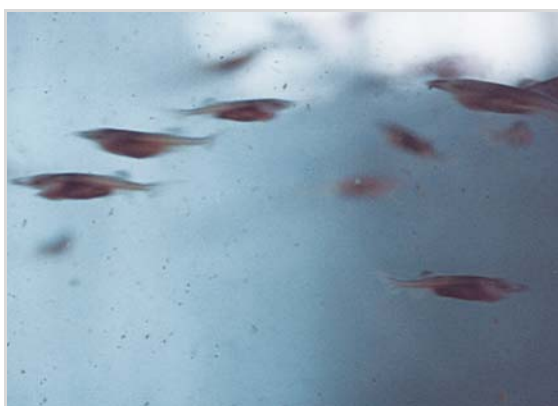


圖 7-5 匙吻鯿幼苗



圖 7-6 匙吻鯿

(三) 生活史、自然生態

鯿魚的生活習性可分為淡水生活、半降海型及降海型，而產卵行為則完全在淡水河川中進行，鯿科屬底棲性，有避強光趨弱光的習性，生存水溫 0—33℃。幼魚的食物主要以動物性浮游生物、底棲動物及水生昆蟲幼生為主，成魚則以水生昆蟲、軟體動物、底棲甲殼類等為食。由於攝餌行動較緩慢，屬溫馴魚種，不具掠食性，因此只極少數被發現胃中有小魚。白鯿科（長江白鯿及匙吻鯿）生活於水的中上層；匙吻鯿為濾食性魚類，以動物性浮游生物為食，如枝角類和橈角類，也食搖蚊幼蟲、絲蚯蚓等，仔魚開口攝食小型枝角類，攝食方式為吞食。當腮耙發育完全時開始濾食，在人工飼養環境下會攝食浮性粒狀飼料。

二、養殖史

鯿魚由於具特有的經濟價值，19 世紀末過度的捕撈，使得鯿魚資源全球性下降。早在 1869 年俄國人開始研究小體鯿的生物學及其繁殖，1891 年美國開始在俄亥俄州研究湖鯿的繁殖，20 世紀中期，人類逐漸開始重視並研究所有的鯿魚資源與增殖方

法。在過去的 200 年間，全世界鱘魚年總產量在 1.5—4 萬噸間波動，而到目前已不足 5000 噸。鱘魚由於過漁、河川污染及攔河築壩等造成天然資源日益下降，但國際市場對鱘魚產品，尤其是魚仔醬的需求日益增加，使得鱘魚養殖業在世界上迅速發展，並成為一項重要產業。由於鱘科魚類種、屬間很容易進行雜交，且子代仍具有繁殖能力，因此目前有很多地區正從事鱘魚雜交繁養殖研究工作。

三、種苗生產

(一) 種魚來源

早期用於人工繁殖的種魚都是來自天然捕捉，例如史氏鱘種魚來自黑龍江中游的撫遠、同江、夢北江段，在其繁殖季節的 5—6 月，從三層流刺網的漁獲物中選購，選購時視種魚性腺的發育程度、受傷情形、水溫情況予以取捨，適合催熟的種魚，立即在江邊栓養或經短途運送至繁殖場再行催熟。

人工養殖的種魚，是利用流水式池塘養，在集約密集養殖方式下，在最初 2—4 年以較高的水溫飼養，加速成長，到了性腺發育成熟，再調整水溫和光週期，以刺激其性腺發育，冬季 1—2 月期間控制在 10℃ 以下，對促進最後階段的性腺發育成熟很重要，種魚連續在 6℃ 以下或 18℃ 以上水溫環境，則不能發育成熟，或成熟卵會自體吸收。放養比例，雌雄數量建議比為 3 : 1。為了在繁殖季節容易分辨雌、雄魚，建議雌、雄魚加以標識。

(二) 種魚選別

鱘魚的雌雄個體，在平常外型上一般差別不大，但在繁殖季節，成熟的雄魚，輕壓腹部生殖孔即有少許精液流出，精液呈乳白或略帶黃色，入水後即散，成熟的雌魚腹部大且柔軟有彈性，性腺發育至 IV 期以上時便可選用，而為了鑑定性腺發育過程，應取卵進行檢查。如史氏鱘卵徑在 3.1 mm 以上，卵粒大小均勻，形狀規則，有光澤和彈性，卵粒極易分離，切片觀察卵核向動物極靠近者，可用於催熟。

(三) 催熟

誘發鱘魚最後成熟的賀爾蒙劑量，需依據雌魚性腺發育情況、水溫以及賀爾蒙種類不同，而做適當調整，例如：于 (2000) 指出，LHRH-a (促黃體釋放激素類似物)，用於史氏鱘為 60—100 µg/kg，庄等 (2003) 於人工養成史氏鱘親體的雜交試驗中，在 19—20℃，LHRH-a2 的注射劑量為 10 µg/kg，而 Hochleithner and Gessner (1999) 指出，使用鱘魚腦下垂體的劑量為 1.3—1.8 mg/kg、鯉魚腦下垂體為 3—6 mg/kg，LHRH-a 為 4—8 µg/kg、Gn-RHa 為 5—10 µg/kg。孫等 (2000) 建議 LHRH 使用劑量為 200—400 µg/kg。Mims (2001) 建議匙吻鱘使用 LHRH 劑量為 100 µg/kg，石等 (2000) 建議，使用鱘魚腦下垂體劑量為 2—6 mg/kg，而 LHRH-a 為 30—90 µg/kg。若採 2 次注射法，則一般第 1 次注射總劑量的 10%，12 小時後再注射剩餘的劑量，亦有第 1 次注射總劑量的 5%，經 10 小時再注射第二劑；而雄魚所用的劑量是雌魚的

1/2。在繁殖季節初期，水溫較低時，雌種魚的注射，採用兩針注射法，到繁殖盛期或種魚成熟度較好時，可採用 1 次注射，雄魚一般為 1 次注射，注射部位於胸鰭基部或背部兩側肌肉均可。

賀爾蒙注射後產生效應的時間，依水溫、體重、品種、處理後的生理狀況而定。一般若水溫高，則會加速成熟的過程，產生效應的時間短；水溫低，則效應時間長。當種魚保持在較高水溫（25—26℃）的環境中，將引發緊迫，對賀爾蒙注射的反應較弱，也可能不產卵，甚至死亡。在 8℃ 低水溫，則被認為會降低受精率。

水溫高低的效應時間如表 7-1。雌魚開始排卵時，游動活躍，頻繁撞擊水面，在天然河川中，雌鯢排卵之前 5 秒鐘，雄鯢變得很興奮，緊跟雌鯢的兩側游動，最後雄鯢會用吻部頂撞雌鯢的腹部和體側，在雌鯢產卵時，雄鯢自生殖孔排放精液。

(四) 採卵

在人工繁殖上，適時採卵非常重要，在預測排卵時間之前 2 小時就需隨時注意雌魚的游動狀況。太早或過遲採卵會無法受精。鯢魚的生殖器官結構與硬骨魚類有些不同，由於輸卵管前端的喇叭口位於腹腔的中段（圖 7-7），人工擠壓法很難將大部分成熟卵擠出。最傳統的方法是殺魚取卵，近年來由於天然捕獲量急劇減少，且種魚成熟年齡

需很長，因而逐步研究出擠壓法和活體取卵手術法。

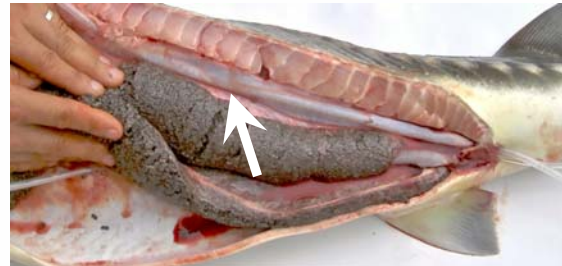


圖 7-7 箭頭所指為鯢魚的輸卵管結構(輸卵管結構中插了塑膠軟管是為凸顯鯢魚與一般魚類不一樣的特殊構造)

1. 殺魚取卵法

當檢查發現卵已完全成熟時，取卵前先切斷雌魚的鰓動脈或尾動脈放血，魚頭朝上吊掛，血流往下，然後剖開腹腔取卵，此方法雖可取出全部成熟卵，但必須損失種魚。

2. 擠壓法

適用於較小型、成熟度很好的種魚，雌魚達到成熟排卵後，用手先從雌魚腹部後段往前推壓，再由前向後推壓，並重覆這樣的動作。目的是要將體腔後部的游離卵粒盡可能的擠入喇叭口，最後經輸卵管排出體外。由於此方法無法一次完全擠完，需分批取卵。傅等（1985）指出，中華鯢從第一次擠卵至第四次擠卵，完成受精歷時約 4 小時。在湖鯢天然環境產卵觀察紀錄中，發現整個產卵活動在 8—12 小時內完成。此方法很難把所有的成熟卵擠出，總會有一部分擠不出來，但能有效的保留雌魚。

表 7-1 不同水溫下的效應時間

水溫(℃)	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22
效應時間(h)	28-49	22-36	18-29	16-24	14-21	11-19

3. 活體手術取卵

種魚卵粒成熟後，將魚腹面向上放在有頭兜的擔架上，用一根水管伸入口中供水，水流量為 15–20 L/分鐘，用碘劑或酒精 (70%) 在魚的腹部中間靠近臀鰭部位作局部消毒，然後在腹腔中後部，腹中線與腹骨板之間，手術切開 6–8 cm，部分卵粒會從切口處溢出，接著以消毒過的湯匙從切口處深入腹腔，把成熟分離的卵粒盡量取出，接著用尼龍線縫合切口，經消炎處理後，將種魚放回暫養池蓄養。讓其傷口癒合。整個手術需時 30–50 分鐘，此方法雖不能取出全部成熟卵，手術也不可能百分之百成功，但大部分種魚可活存下來。

(五) 人工授精與受精卵的脫黏

當檢查雌魚時，卵巢有明顯的流動現象，輕壓腹部至生殖孔，有卵粒流出時即可取卵。精液的採集用擠壓法，即將魚體提出水面，頭上尾下，先用乾淨毛巾把生殖孔周圍的水擦乾，然後用力擠壓魚腹兩側，精液即可射入預先準備好的容器內，精液採集後立即進行人工授精或迅速將精液分裝到消毒好的試管中，再放到冰箱中保存，其溫度保持在 0–4°C。用此方法保存的精液，可在 70 小時內進行人工受精。優質的精液呈乳白鮮奶液狀，遇水即散開。Hochleithner and Gessner (1999) 指出，在 4°C 貯放 24 小時後，精子的活動力會降低約 20–30%，雖然受精率低於現擠的精液，在利用野生雌魚進行人工繁殖時，備用的精液還是值得運用。但也有認為低溫保存 35 小時的精子，仍具有很高的活存率 (93%)，在這時段內均

具有很高的受精能力。

人工授精：鱘魚的卵膜有很多微細開口讓精子進入卵核，為了避免多精一卵現象，可採用半乾導法，精子先稀釋後再使用，精液與水比例為 1：200，每公斤的卵加入 10 c.c.精液，為了防止精液品質不佳，一般建議同一批卵，使用 3–5 尾雄魚的混合精液。受精時將稀釋的精液倒入卵粒中充分混合後，加入乾淨水，用手均勻攪拌 3–5 分鐘，稍作靜置後倒掉上層水，反覆 2–3 次洗淨後進行脫黏。

脫黏：鱘魚受精卵遇水後 1–3 分鐘，會產生黏性，在自然環境中，可使受精卵附著在物體上。但在高密度人工孵化條件下，大量卵粒黏附堆疊在一起，會造成缺氧，死卵產生的水黴很快會黏附其他卵粒，造成受精卵大量死亡，因此被開發出受精卵的脫黏處理。脫黏材料的種類可就地取材，譬如泥漿、滑石粉、奶粉。目前普遍被採用的是經 80 目網布過濾的 10%泥漿水或含 20%滑石粉水溶液，脫黏時可用手或機械攪動，經 30–60 分鐘，全部卵粒分散，靜置後不再結塊，即可移至孵化器孵化。

(六) 孵化

鱘魚的卵粒較大，脫黏後屬沉性卵，孵化時間長，隨種類及水溫而異，一般孵出約需 90–130 小時，孵化過程受精卵必須適時的翻動，因而有不同的孵化器陸續被開發。

常用的孵化器種類有龍先科孵化器，亦稱淋水式孵化器、鱘魚 I 號孵化器、網箱孵化或稱 Jushchenko-apparatus 及孵化桶 (改裝的鱘魚孵化桶)。筆者根據鱘魚孵化桶原

理，以不鏽鋼打造直徑 30 cm、高 60 cm 的孵化桶（圖 7-8），利用恆溫循環系統（圖 7-9）及結合沉水馬達供水製造滾動水流（圖 7-10），不但可在一般較高水溫的平地進行人工孵化的工作，且省水又省力，孵化率相當高。



圖 7-8 孵化桶



圖 7-9 恆溫孵化系統



圖 7-10 孵化系統製造滾動水流配置

1. 孵化管理

根據湖鯢產卵行為調查，其產卵行為發生在水溫 8.8–21.1℃，孵化水溫依品種而定，通常 15℃ 是不同品種可接受的實際溫度。根據史氏鯢在不同水溫的孵化率，分別為 13–15℃ 時約 25% 左右，17–19℃ 時為 65%，20–22℃ 時為 33% 左右。在人工孵化條件下，17–19℃ 時，胚胎死亡率低，為孵化的適宜溫度範圍。13–15℃ 發育緩慢，時間延長，壞死的胚胎數增多。9–11℃ 時，胚胎發育至大卵黃栓期，幾乎全部停滯。24–25℃ 時，開始發育較快，但畸形率幾乎接近 100%。因此史氏鯢胚胎發育水溫應儘可能控制在 17–19℃ 之間，而石等 (2000) 認為，17–21℃ 水溫皆適宜。匙吻鯢產卵水溫在 13–18℃，孵化水溫建議在 16–18℃。湖鯢在天然產卵的溫度為 8.8–21.1℃，而中間溫度範圍 (11.5–16.0℃) 產卵的雌鯢最多，亦為胚胎活存下來的最佳溫度。受精卵經過運輸，異地孵化的情形相當普遍，在這種情況下，運送前緩慢將水溫降至 14–16℃，運輸過程必須做好保溫的工作，如加入適量的冰袋或密封好保利龍箱，以防止水溫異常改變。

2. 孵化期間入水量的控制

每種孵化器由於其設計原理不同，供水量亦不同，例如使用淋水式孵化器及鯢魚 I 號孵化器，水量控制主要作用是供給足夠的溶氧、及時排出胚胎發育過程中的代謝物，同時還要顧及撥卵器的定時動作，而孵化桶進水量必須控制在能使受精卵正常滾動而不溢流出桶外（圖 7-11）。根據筆者使用恆

溫式孵化系統的經驗，在孵化的前期，卵的呼吸量很小，水質也相當乾淨，只需極少量的進水，至孵出的高峰期，由於卵膜的分解，水質會急速惡化，此時才須加大換水量。

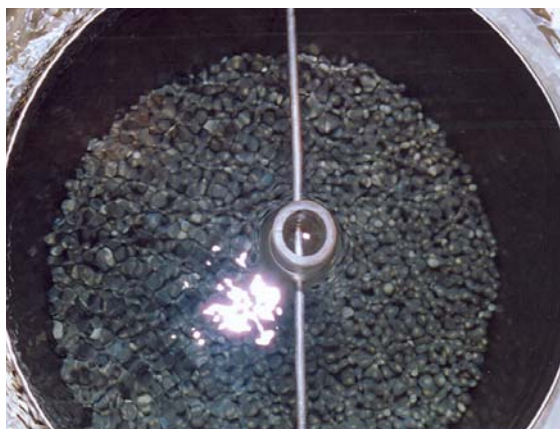


圖 7-11 孵化桶內受精卵

3. 水黴菌的控制

鱒魚受精卵孵化時間較一般魚類長，且水溫較低，死卵滋生的黴菌會很快蔓延到好的卵。水黴 *Saprolegniosis* 是淡水魚類孵化期間最常見的疾病。鱒魚卵在孵化後期很容易受真菌病的侵害，自古以來控制水黴病發生，最常用的藥物是孔雀綠，效果相當好，但其為染劑會長時間殘留於魚體，近年來已被禁止使用。Rach et al. (1997) 建議湖鱒 (*A. fulvescens*) 在受精後 36 小時，每隔 1 天以 1,500 ppm 福馬林藥浴 45 分鐘；或以 5 ppm 高錳酸鉀藥浴 30 分鐘；以及 100 ppm 碘劑藥浴 15 分鐘。上述的孵化器，除孵化桶內的卵是隨時保持滾動狀態，較不易產生死卵黏附活卵，而形成水黴球的現象外，另外兩種是定時翻動，因此孵化期間需及時清除死卵並定期進行藥浴。

4. 魚苗孵出

受精卵孵化時間受溫度影響，水溫高，時間短，反之則慢，根據歐洲鯉、小體鱒、俄羅斯鱒、閃光鱒、白鱒、湖鱒、西伯利亞鱒、裸腹鱒及史氏鱒等孵化試驗，顯示在 17–20°C 水溫中，約經 100 小時孵出，初期出苗量較少，持續一段時間後才有出苗量較大的高峰期，整個破膜出苗過程往往會超過 24 小時。當孵化槽中仔魚密度較高時，即可用手操網集中，然後用小碗撈出移到事先準備好的育苗池，倒入時應先平衡兩邊的溫差。

(七) 幼苗培育

鱒魚幼苗培育與一般淡水魚不同，目前在體長 3–5 寸出售前都是在塑膠桶 (圖 7-12)、FRP 桶 (圖 7-13) 或室內水泥池進行。水源可取用地下水或山泉水，pH 6.5–8.5，池水溶氧量最好高於 6 ppm。于 (2000) 指出，當水溫在 18–22°C，溶氧量 6 ppm 以上時，史氏鱒的食慾旺盛，降至 4 ppm，攝餌量明顯減少，低於 3 ppm 就會出現浮頭，1.5 ppm 以下即會缺氧而死。孫等 (1998) 指出，史氏鱒幼魚在 14°C 時的致死溶氧量為 1.32–1.35 ppm，在 25°C 時為 2.10–2.18 ppm。剛孵出的仔魚狀似小蝌蚪，有一大的卵黃囊 (圖 7-14)，體長依品種不同而異，中華鱒、達氏鯉、歐洲鯉三種較一般品種來得大。最初魚苗只作間歇性有規律的上下垂直活動 (圖 7-15)，尾部左右擺動頭部向上游到水面後，隨著自由落體沉到池底，側躺數秒後再朝上運動，此期魚苗有趨弱光性，會群聚於弱燈光下，清點魚苗或移池時可利

用此習性進行收集，長時間陽光直射，會引起仔魚大量死亡。仔魚期分兩個階段，前期為內源性營養階段，主要依靠卵黃囊供給營養。後期為混合營養階段，此時體內色素栓已排出，能開口攝食，進而攝食外界營養補充體能。



圖 7-12 小型塑膠育苗桶



圖 7-13 FRP 育苗桶



圖 7-14 孵化初期的仔魚



圖 7-15 孵化初期幼苗上下垂直移動

鱘魚消化道在解剖學上各有差異，開口攝食的時間依品種、水溫不同而異，西伯利亞鱘在 18℃ 水溫中，是孵化後 9—10 天，而白鱘在 16—18℃ 水溫中，是 8—11 天。而孫等 (1998) 指出，在水溫 13—15℃ 時於第 12—13 天；18℃ 時於第 7 天，21—23℃ 時於第 6 天，24—26℃ 時於第 5 天開始投餵開口餌料。如前述，15℃ 是不同品種可接受的孵化溫度，但由於低溫會減緩成長速度，延長培育時間，增加很大風險。Xiao et al. (1991) 指出，中華鱘在低於 16℃ 水溫中培育，活存率只有 10—30%，Zhu et al. (2006) 建議水溫應保持在 18—25℃。而方等 (2001) 經由二年培育中華鱘苗的經驗，認為最佳的水溫為 26—28℃。開口餌料不僅要具備適口性，還要容易獲得，一般使用的餌料生物，主要是寡毛類動物 (絲蚯蚓 *Tubifex* sp.) 和動物性浮游生物 (蚤狀蚤 *Daphnia* sp.、圓水蚤 *Moina* sp.) 或是豐年蝦 *Artemia salina* (匙吻鱘不攝食沉底餌料)，也有直接投餵人工配合飼料，但會降低活存率。幼苗培育池可設置在室內或室外，池上方架設遮光網 (圖 7-16、圖 7-17)，如果池底顏色較淺，上

方又無適當的遮光，強光會導致魚苗直立靠壁，無法正常攝餌（圖 7-18）。



圖 7-16 西伯利亞鱘幼苗

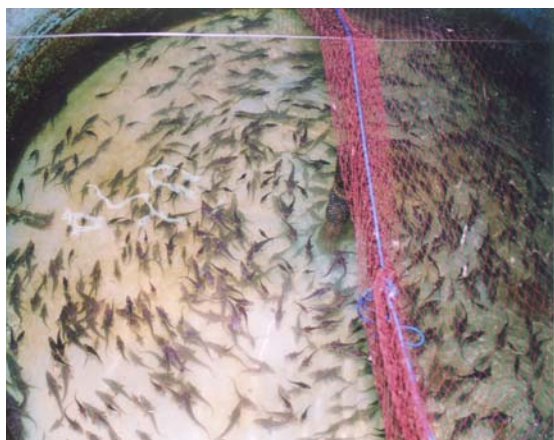


圖 7-17 史氏鱘幼苗



圖 7-18 強光造成幼苗直立池壁

投餵餌料生物來培育鱘魚幼苗的效果雖然很好，但其日投餵率達 40%，需求量很大。根據孫（2001）指出，如培育 100 萬尾鱘魚仔魚到每尾平均重 1.5 g，需供給近 3 噸的絲蚯蚓和 9 噸的水蚤作為餌料，在企業化生產中要獲得大量的活餌十分困難。因此在實際培育中，原則上是以活餌作為初期餌料，然後儘早以人工配合飼料進行馴餌。在國外有很多孵化場，於幼魚體重未達 3 g 前會投餵特別調製的練餌，此半溼性練餌對鱘魚有很好的誘引效果，但可能很容易溶失所需的礦物質，因此一般並不建議在仔魚期使用。根據培育西伯利亞鱘和史氏鱘幼苗的經驗，經投餵水蚤 1 星期後，於每天早上未投餵水蚤前，可先以少量人工粒狀飼料進行投餵，然後每天逐步增加投餵量，經 2—3 星期後，能以人工飼料取代大部分餌料生物的投餵。

餌料生物的培育及來源：由於鱘魚苗體型比一般魚類大，通常不需用輪蟲作開口餌料，而水蚤 (*Daphnia* spp.) 大小最適合，培養亦非常容易，可在育苗前 3—4 星期，利用空池接種培養。亦可提早生產，先行將捕獲的水蚤冷凍，以備活餌不足時可替代。有些業者沒有自行培育水蚤，直接購自一般魚池捕獲者，但投餵前需檢查是否有病原帶入。

（八）受精卵與仔、稚魚的採捕及運送

鱘魚養殖在世界各地廣泛推展後，其受精卵或孵化後的仔、稚魚常有異地長途運輸的需求，而常由於運輸技術的疏漏，活存率參差不齊，嚴重時到達目的地後，有的幾乎

已全部死亡，造成了極大的經濟損失，因此必須充分了解死亡原因、注意事項及運輸方法才能完成任務。

1. 造成死亡原因

- (1) 運輸途中由於受精卵死亡生長水黴，會黏附其他好的受精卵，嚴重時形成一團如棉花球的卵塊；或是受精卵已破膜孵出，引起水質惡化，造成受精卵和孵出的仔魚死亡。
- (2) 由於捕撈受傷或裝袋操作不慎（缺氧）亦會造成死亡。
- (3) 運輸過程水溫變化幅度過大，水溫超過 26℃，受精卵發育受阻，孵出的仔魚畸形率相當高。也有因保麗龍箱沒有以膠布密封，經飛機運送後，水溫降至 10－11℃，雖經回溫後孵出，但 2－3 天後即大量死亡。

- (4) 達到目的地後，就直接打開塑膠袋將卵或仔魚倒入孵化器或養殖池，兩者之間水溫差異過大。

2. 運輸方法

(1) 包裝材料

雙層塑膠袋，常用的規格為 70 × 40 cm，裝水前需檢查是否有漏氣現象，裝水量一般為塑膠袋容量的 1/4－1/3。打包好的塑膠袋，放入保麗龍箱，內置冰袋維持適當的水溫。

(2) 運輸的密度

運輸密度取決於魚體大小、水溫和運輸所需的時間，根據于等（2000）報告指出，在水溫為 8－20℃ 範圍內，運送時間為 20 小時，其裝袋的密度如表 7-2，如果水溫超過 20℃ 時，密度要適度降低。

表 7-2 史氏鱘受精卵、仔魚、幼魚裝袋運輸的密度

種 類	魚體重量(g/尾)	密度(粒/袋或尾/袋)		
		水溫 8℃	水溫 15℃	水溫 20℃
受精卵		50,000	40,000	30,000
仔 魚	0.02-0.03	10,000	6,500	3,500
幼 魚	0.2	1,000	650	350
	0.5	600	400	200
	1	500	350	160
	2	350	230	120
	5	200	130	70
	10	100	65	35
	20	75	50	25

四、成魚養殖

目前國外採用的養殖方式，主要有放牧、池塘養殖、箱網養殖、流水式集約養殖、超集約養殖（圖 7-19）。在日本、美國等地區已利用封閉式超集約循環水系統（圖 7-20），供給液態氧，每噸水養殖密度可高達 140 kg。放牧式養殖主要是利用湖泊、水庫、冷卻水池、灌溉水池等，利用水體中的天然餌料生物達到增長的目的。箱網養殖是在湖泊、水庫或經年保持一定水位的河川，設置箱網，投餵人工飼料。池塘養殖，是利用與傳統家魚養殖相似的池塘進行養殖，包括止水式和微流水式（圖 7-21），此種方式在蘇聯及中國大陸地區廣泛被採用。流水式

集約養殖其主要特點是在固定形狀（圓形、方型及八角型之水泥或 FRP 桶），面積一致，能提供穩定充足的山泉水地區（圖 7-22）進行養殖。其佔地面積小、放養密度高、管理方便，是台灣及中國被採用最多的一種養殖方式。

（一）止水式養殖

主要利用施肥，人工培育餌料生物，另投餵配合飼料為輔，此種方式很適合於匙吻鰻養殖。而微流水式，是利用土池或其他結構的池塘，有獨立的供排水系統，池內有供氧設備，主要以投餵配合飼料。若飼養一般的鱈魚，池底最好要鋪設一定面積的水泥或帆布餌料台，沉底的飼料才易於被攝食，而飼養匙吻鰻則可省略（投餵浮性飼料）。



圖 7-19 超集約養殖系統



圖 7-21 微流水式養殖池



圖 7-20 超集約養殖匙吻鰻



圖 7-22 流水式養殖池

(二) 流水式集約養殖

1. 養殖池條件

水泥池面積 10–150 m²，水深 60–120 cm。方形 FRP 桶邊長 4–6 m，水深 60–90 cm。水源供給充足穩定，注排水方便。鰻魚（除匙吻鰻外）習慣於攝食沉底飼料，為了有效給餌，魚池結構，不需求較高的水深，底部面積越大越有利。深度較淺的水池，其池水更換效果較佳。另外在養殖過程中，定期篩選為重要工作項目，從操作的方便性，淺池較適合，放養前以 100 ppm 漂白水完成消毒。

2. 魚苗大小與放養密度

目前魚苗來源有自行培育或購自專門培育鰻魚幼苗的養殖場，體長 3–5 寸，一般購買 3 寸體型較小的幼苗時，可先以直徑 2 m 的圓型 FRP 桶或 5–10 m² 的水泥池，採較高密度（200–400 尾/m²）進行培育，直到體長 20–30 cm 時再移至較大池子繼續養殖（30–50 尾/m²）。

3. 飼育管理

鰻魚幼苗成長速度相當快，出售前一般會做充分的篩選，使大小一致，但此族群經過一段時間養殖後仍會出現很大差異，如超過 1 個月沒篩選，其大小體重會相差 1 倍以上。池魚大小差異很大時，如提高飼料粒徑，會導致部分個體無法攝食而逐漸餓死。

(1) 餌料類型

鰻魚成魚養殖採用人工配合飼料，由於一般鰻魚其口位於頭部下側，以類似伸縮的塑膠管吸食餌料，所以投餵的飼料屬沉料較好，而如果從幼苗有經浮性飼料馴餌，亦會

攝食浮料，但攝食速度較慢。匙吻鰻則由於吻長佔體長的近 1/3，生活於中上層水域，且屬濾食性魚類，只能投餵浮性飼料。飼料的粗蛋白含量為 37–43%，粗脂肪為 8–10%。而肖等（1999）認為中華鰻幼魚飼料之粗蛋白、脂質、碳水化合物、粗纖維之最適含量分別為 40.41%、9.06%、25.56%、4.08%；陳（1996）指出，史氏鰻（體重 3–12 g）配合飼料蛋白質含量以 39% 最適生長；另外 Moore et al.（1988）認為白鰻（體重 145–300 g，水溫 20℃）的飼料最適蛋白質含量為 40.5 ± 1.6%。飼育期間每經一段時間需視魚體成長情形，調整飼料粒徑大小。鰻魚口大、形狀如橫向一字，但咽喉較小，如投餵與口部大小一樣的飼料，雖然能一口吸入嘴裡，但短暫嚼動後會隨即吐出，如果未加以注意，不但浪費飼料且污染水質。而在更換飼料粒徑時，需持續至少 1 週混合給餌才能提高活存率。

(2) 投餌量及投餵頻率

鰻魚動作慢，攝餌時間長。攝餌習性不似一般魚類在定點投餵區飽食後才會游離開。其吞入一口飼料後會游離現場，繞行一大圈後再游回攝食，猶如一般幼兒的用餐習性，需時較長，因此須採少量多餐投餵方式。在適宜生長的水溫範圍內，日投餵率為 2.5–4.5%，每日分 3–5 次投餵，投餵量應控制在 40–60 分鐘被攝食完畢。每次投餌後需隨時注意魚的攝餌情形，如攝食量明顯減少，應查明原因，如果是疾病感染所引起，應對症下藥防治。

(3) 水質管理

每天排污 1 次，排掉殘餌及糞便。控制適當的放養密度，確保池水溶氧量達 4 ppm 以上。鱒魚一般給人強烈的印象是俄羅斯地區的魚種，與冷水性魚劃上等號，但根據飼育結果，發現在緩慢的升降溫情形下，其生存水溫範圍很廣，在 1–33℃。以史氏鱒為例，23℃ 水溫中之成長率、飼料效率皆明顯高於 18℃ 及 28℃。而李和朱 (2000) 認為較適宜的生長水溫為 15–26℃，4℃ 開始攝食，至 28℃ 均能正常攝食，但如水溫持續超過 30℃ 以上，幾天後攝餌量會明顯下降，要採取降溫措施。

(4) 定時篩選分養

放養的幼魚如超過 1 個月沒篩選，體型即會產生很大的差異，較弱小的個體常會缺乏食物而逐漸死亡。通常每 20–30 天要把池魚篩選一次，將魚分為大、中、小三種進行飼育，同時降低放養密度。

(5) 敵害防治

養殖初期，魚體較小時，需防範鼬鼠或鷺鷥等殘害。

(6) 日常管理

經常檢查注、排水口有無雜物堵塞，即時清除，讓注、排水順暢，尤其在大雨之後更需加強巡視。

五、疾病與對策

隨著世界鱒魚養殖種類和養殖規模的擴大，鱒魚的病害不斷的增多，已嚴重影響鱒魚產業的發展，依據病因可分為生物性疾病、非生物性疾病及敵害生物。而生物性疾

病又可分為細菌性疾病、寄生蟲性疾病、病毒性疾病及真菌性疾病等；非生物性疾病又可分為營養性疾病、中毒性疾病，多種環境因素所致疾病等；敵害生物又可分為紅斑病、卵甲藻病等。

(一) 細菌性疾病

細菌是引起鱒魚罹病和死亡最重要的因素；Brum et al. (1991) 指出，魯氏耶爾森菌 (*Yersinia ruckeri*)、弧菌 (*Vibrio anguillarum*)、滑走性細菌 (*Flavobacterium columnare*) 對史氏鱒非常敏感。Francis (2000) 指出，在罹病的鱒魚可同時分離出親水性產氣單胞菌 (*Aeromonas hydrophila*)、假單胞菌 (*Pseudomonas* spp.)、滑走性細菌 (*F. columnare*)、愛德華氏菌 (*Edwardsiella tarda*)、鏈球菌 (*Streptococcus* spp.) 及魯氏耶爾森菌。

1. 細菌性敗血症

由於感染的親水性產氣單胞菌具有很強的細胞外毒素、溶血素及其他酵素等會造成罹病魚出血，嚴重時會發生急性致死，此菌曾造成英國哈里森河鱒魚大量死亡。鱒魚發病後，攝食量急遽下降。外表檢查時，病魚腹部、嘴四周、眼睛、硬鱗基部出血，個別病魚尾柄硬鱗基部有突出體外的充血泡，肛門紅腫、鰓顏色較淡，個別成花斑狀 (圖 7-23)。剖檢腹腔，內有淡紅色渾濁腹水，肝腫大呈土黃色，剖面有肉眼可見之油珠，個別病魚肝有白點狀散壞死，腸系膜、脂肪組織、生殖腺及腹壁有出血斑點 (圖 7-24)，腸內多無食物、腸壁及中腸以後部位螺旋瓣充血、後腸充滿泡沫狀黏液物質；

病魚不攝餌、呼吸困難、漂浮岸邊水面不動或急劇突發性狂游，最後衰竭而死。

防治方法：此病在鯢魚具有極強的傳染性，發病迅速，死亡率高。因此平時須慎重投餌，避免池底堆積大量有機物，若發現有重症魚及斃死魚需全部撈出燒毀。



圖 7-23 細菌性敗血鰓部症狀



圖 7-24 細菌性敗血腹部症狀

2. 細菌性腸炎

由於攝入變質餌料導致細菌感染，病魚腹部膨大、行動遲緩、不攝食、肛門紅腫、突出，嚴重時會有黃色黏液流出，解剖可發

現局部發炎或全腸成紅褐色。如果發現池魚出現帶血的排泄物，應立即停止投餌 4—5 天，然後再逐漸增量。馬等 (2003) 曾嘗試以 amikacin (氨基糖苷類抗生素) 注射魚體，達到治療史氏鯢、西伯利亞鯢、俄羅斯鯢及雜交鯢的感染，但適當的劑量有待進一步研究。

3. 細菌性腫嘴病

吃了變質的餌料，病魚口部四周充血 (圖 7-25)、腫脹，不能活動，體表伴有水黴著生，肛門紅腫。防治方法：及時撈除病魚，清除殘餌，定期消毒。



圖 7-25 細菌性腫嘴病

4. 細菌性皮膚潰爛

病原不詳，危害高密度養殖魚體，危害性不大。主要發生於夏季高水溫期，初期皮膚外皮充血潰爛，嚴重時露出肌肉 (圖 7-26)。



圖 7-26 細菌性皮膚潰爛

5. 爛鰓病 (圖 7-27)

此病主要是因滑走性細菌感染，每年春天水溫低於 16°C 時，3—4 g 的鱘魚很容易被感染。匙吻鱘的吻縮小或是向下彎曲，被認為與此菌有關。



圖 7-27 爛鰓病

6. 鏈球菌症

為全身性感染，可以從各組織器官中分離出乳酸球菌 (*Lactococcus garvieae*)，病魚外觀上明顯眼球凸出白濁，呈現衰弱無力，游泳於水表面或靠近堤岸旁。在台灣之養鱘場時有鱘魚受到感染的病歷。

(二) 寄生蟲性疾病

1. 車輪蟲病

病原體車輪蟲 (*Trichodina* sp.) 大量寄生於鰓部和體表，導致分泌大量黏液，造成體弱，游動遲緩，嚴重時常造成種苗大量死亡。

2. 錨蟲

此病主要發生於匙吻鱘，體表受錨蟲 (*Lernaea cyprinus*) 寄生時，患部表皮常可見出血點，在低水溫時會有水黴二次感染的現象。

3. 白點病

罹病的魚可以肉眼看到體表、鰓或鰭上有白色小點，此病菌較易感染於匙吻鱘，由於白點蟲 (*Ichthyophthirius multifiliis*) 自組織細胞攝取營養，引起組織壞死，嚴重時全身布滿小白點，分泌大量黏液。

防治方法：放養前養殖池使用漂白水徹底消毒，此病必須早期發現早期治療，以免蟲體深入皮下組織造成重大損失。若是發生在匙吻鱘育苗期間，可利用其較耐高溫特性，將池水溫度提升到 30°C，幾天後白點蟲自然脫落而痊癒。

4. 三代蟲病

係投餌未消毒寄生三代蟲 (*Cyrodactylus* sp.) 的水蚤所造成，罹病魚苗嘴部四周充血，鰓充血，體表覆蓋一層白色黏液，失去光澤，游動異常，有缺氧浮頭現象。

(三) 病毒性疾病

目前有 4 種病毒，在北美地區所養殖的鱘魚體內被發現，如 Georgiadis et al. (2001) 診斷出發生於白鱘的疱疹病毒 (white sturgeon herpesvirus, WSHV) 及 Watson et al. (1998) 發現虹彩病毒 (irido virus, WSIV)，虹彩病毒會感染於鰓部，發病期間常可見充、出血現象，隨後鰓絲漸呈淡紅或蒼白，脾臟、前腎明顯腫大，本病無有效防治方法。

(四) 其他疾病

1. 水黴菌病

孵化中的受精卵或魚隻體表受傷處，可發現白色棉絮狀水黴菌 (*Saprolegnia ferax*)，嚴重時受精卵大量感染，死亡率可達到 70—90%。在孵化期間受精卵死亡外覆水黴時，應立即挑出。當幼魚隨著病情加重時，行動遲緩，魚體逐漸消瘦。於篩選、換池的捕撈過程中，儘量避免魚體受傷，並控制適當放養密度，防止魚群上下重疊磨擦。

2. 營養性疾病－肝脂肪病變

罹患脂肪肝之病魚無明顯的外表症狀，僅見其攝餌量減少，成長緩慢，解剖可見肝腸表面累積大量脂肪，起因於脂肪病變和脂肪代謝異常。為防止肝脂肪病變，飼料應儲藏於陰涼的處所，減少油脂氧化，另外少用脂肪含量過高或變質的飼料。

3. 環境因素－氣泡病

通常發生於幼苗培育階段，越小的個體越容易發生。起因於水中氮氣或氧氣濃度過飽和 (10 ppm)，造成魚的腸、頭部口腔周圍鰭條之間可以明顯看到小氣泡。有效控制方法：(1)全池潑灑粗鹽 5 psu 有效，高濃度有害；(2)減少水源過度曝氣。

4. 敵害生物－卵甲藻病

得病初期，體表出現小白點，嚴重時像覆蓋上一層麵粉，鰓及口腔布滿小白點時，影響呼吸及進食，常造成大量死亡，起因於偏酸性 (pH 5.0—6.5) 的土池，而卵甲藻 (*Oodinium acidophilum*) 大量發生所致。pH 值較低的水域養魚必須對此病加以預防，定期添加生石灰或加蓋遮光網減少光合作用。

六、利用價值

(一) 保育價值

鰻魚是一種相當古老的魚類，從原古白堊紀末期就廣泛分布於北半球，可以說是活的化石魚。進入 19 世紀末以及 20 世紀，由於人類行為威脅到鰻魚類的生存，致使逐漸成為瀕臨滅絕的物種。

(二) 營養價值

鰻魚是高級稀有的水產珍饈，尤其是魚卵加工製成的魚仔醬更是味道獨特營養豐富。據分析鰻魚含有低脂肪、低能量、高含量的高度不飽和脂肪酸 (n-3HUFA)，高蛋白 (魚肉與卵的蛋白質含量極高，分別為 18.1%和 26.2%)，並含有多種氨基酸，其中就有八種人體必需氨基酸：賴氨酸、亮氨酸、異亮氨酸、蛋氨酸、蘇氨酸、色氨酸、苯丙氨酸和纈氨酸，鰻魚的營養價值由此可見一般。

(三) 食用價值

鰻魚除富含營養外，肉美味鮮，細嫩無刺。此外鰓、軟骨、皮、鰭、肝、胃、脊索、吻等均能調理出各具風格的佳餚，可以說鰻魚全身是寶，利用率高達 99%以上。

(四) 商品價值

由於鰻魚營養價值高，食用價值更是海鮮中的極品，經加工精肉出口價格約 50 美元/kg。鰻魚子醬在國際市場供不應求，市場消費售價約高達 3,000 美元/kg，其商品價值不言而喻。

(五) 保健價值

據加拿大和美國的研究指出，鰻魚軟骨

與鯊魚軟骨相似，內含有抗癌因子（生物有效成分）—硫酸軟骨素，具有抗癌作用。中國古代就有“鯊魚翅、鰻魚骨，食之延年益壽、滋補壯陽”之說。目前，美國有鰻魚養殖場正與加拿大某研究所合作進行美國白鰻抗癌藥劑的研製及開發。另據稱鰻魚對降低膽固醇、預防動脈硬化、腦血栓、高血壓等疾病具有相當效果。因此，鰻魚可當作健康食品。

(六) 工業價值

鰻魚皮是上等皮革的原材料，具有堅韌耐用和美觀等特點，可媲美鱷魚皮，價格在鱷魚皮之上。

(七) 觀賞價值

鰻魚型態奇特，其體型酷似鯊魚，吻突發達，體被五行骨板（匙吻鰻科除外）並帶有尖棘猶如盔甲，歪型尾，游動如梭，下沉如潛艇，現今東南亞、台灣、香港及中國內陸各城市均將其列為上等觀賞魚。

七、展望

鰻魚由於其特有的生物學特性、經濟及營養價值而倍受人們的關注。不論是古羅馬或是俄羅斯、中國皇室均將其視為珍品，目前製成的魚子醬每公斤在 500—600 美元之間，且由於天然資源受到人為濫捕日漸減少，市場價格不斷攀升。鰻魚初次引入台灣進行養殖已超過 25 年以上，但由於完全失敗，沉寂多年後，民間業者自 1995 年左右才又陸續購入幾批美國白鰻，在完全沒有經驗下，活存率都很低。水試所於 2001 年引

入史氏鰻受精卵，經育成約 5 寸苗後，除進行相關試驗外，部分配售給業者從事養成，燃起了鰻魚養殖的信心後，業者即相繼進口不同品種鰻魚的受精卵或孵化 1—2 天之魚苗進行培育，目前一般都有很高的育成率，養殖技術逐漸成熟。現今鰻魚種苗全部自國外進口，而在野生資源日益枯竭的情況下，進口受到極大限制。為了鰻魚養殖產業永續發展，極待突破種魚培育及人工繁殖技術。另外市場開發，應提高上市規格，充分利用鰻魚成長快、換肉率高等特性，避免小型魚的消費型態（一般喜慶外燴所用約為 1 kg），充分利用資源，降低養殖成本。除了活魚銷售外，更應研發冰鮮、冷凍加工、煙燻及熟食真空包等多樣性食品。另外在每批生產過程中，預留部分養成大個體的鰻魚，日後可供應餐廳現殺取卵，製作新鮮魚子醬。

參考文獻

- 于信勇 (2000) 史氏鰻的生物學特性及其養殖技術。科學養魚，4: 17-18。
- 方松良、葛雷、張揚、黃畛 (2001) 中華鰻苗種培育初探。淡水漁業，31(2): 23-24。
- 石振廣、王雲山、李文龍 (2000) 鰻魚與鰻魚養殖。黑龍江科學技術出版社，8-32。
- 曲秋芝、孫大江、趙明華、賈世杰 (1995) 史氏鰻取卵技術的研究。中國水產科學，2(4): 94-96。
- 庄平、章龍珍、藍澤橋、王正凱、張濤、張征 (2003) 人工養殖史氏鰻親本的雜交試驗。

- 水產科技情報, 30(1): 21-24。
- 宋蘇祥、劉洪泊、孫大江 (1997) 史氏鯢稚魚的耗氧率和窒息點。中國水產科學, 4(5): 100-103。
- 李大鵬、莊平、嚴安生、王明學、章龍珍 (2004) 光照、水流與養殖密度對史氏鯢魚攝食、行為和生長的影響。水產學報, 28(1): 54-61。
- 李文龍、石振廣、王雲山、朱傳榮 (2000) 三種鯢科魚類臨界水溫試驗。水產養殖, 95: 3-4。
- 李文龍、朱傳榮 (2000) 史氏鯢池塘養殖技術。淡水漁業, 30(4): 16-17。
- 李文龍、石振廣 (2003) 鯢魚苗種早期死亡原因分析。科學養魚, 4: 9-10。
- 肖慧、文志毫、胡亞平 (1998) 中華鯢幼鯢的適宜投餵率研究。水產科技情報, 25(6): 248-253。
- 肖慧、王京樹、文志豪、魯雪豹、劉海 (1999) 中華鯢幼魚飼料營養素適宜含量的研究。中國水產科學, 6(4): 33-38。
- 肖懿哲 (1999) 中華鯢苗種培育技術的初步研究。中國水產, 8: 16-17。
- 林天生、楊順德、劉富光 (2004) 水溫對史氏鯢幼魚成長之影響。水產研究, 12(2): 57-65。
- 姜祝飛 (2002) 人工養殖鯢魚的疾病防治。內陸水產, 6: 30-31。
- 孫大江、曲秋芝、馬國軍、邱嶺泉 (1998) 史氏鯢人工養殖研究現狀與展望。中國水產科學, 5(3): 108-111。
- 馬德海、高士香、肖酸 (2003) 硫酸阿米卡星治療鯢魚腸炎試驗。河北漁業, 4: 31-36。
- 張文華、耿庫 (2007) 俄羅斯鯢肝病及肝性綜合症防治方法。河北漁業, 2: 39-39。
- 陳聲棟 (1996) 施氏鯢人工配合餌料試驗總結報告。黑龍江水產, 3: 23-27。
- 傅朝君、劉亭、魯大椿、何裕康、賀昌輝、鄒武、秦元祥、謝明漢、田應培、謝大敬、柯薰陶、張昌方 (1985) 葛洲壩下中華鯢人工繁殖。淡水漁業, 1: 1-5。
- 蓋力強、高欣、安瑞永 (2006) 鯢魚常見疾病的防治。河北漁業, 8: 38-41。
- 劉義平、王雪飛、姜桂魚 (2001) 史氏鯢人工養殖常見病的防治。淡水漁業, 31(4): 45-46。
- 潘連德 (2000) 養殖鯢魚非寄生疾病的診斷與控制。淡水漁業, 30(6): 36-38。
- Abtahi, B., P. Shafieezade, R. M. Nazari and A. Rassouli (2006) Comparison of antifungal therapeutic indices of formalin, malachite green, and potassium permanganate in treating Persian sturgeon eggs. J. Appl. Ichthyol., 22: 291-293.
- Adkinson, M. A., A. Cambre and M. Hedrick (1998) Identification of an iridvirus in Russian sturgeon (*Acipenser guldentstaedtii*) from northern Europe. Bull. European Assoc. Fish Pathol., 18: 29-32.
- Azari Takami, G. H., A. Poosti and A. Ebrahimi (1997) Study on determination of reproductive potential in the Iranian sturgeon (*Acipenser persicus*). Journal of Faculty of Veterinary Medicine, Tehran University, 51(3&4): 97-111. [In Persian]
- Bauer, O. N., O. N. Pugachev and V. N. Voronin (2002) Study of parasites and diseases of

- sturgeon in Russia. A Review. J. Appl. Ichthyol., 18: 420-429.
- Bruch, R. M. and F. P. Binkowski (2002) Spawning behavior of lake sturgeon (*Acipenser fulvescens*). J. Appl. Ichthyol., 18: 570-579.
- Brun, R., P. Nougayred, P. Chene, A. Vuillaume and F. Crespeau (1991) Bilan sanitaire de 2 ans delevage d' *Acipenser baeri* en piscicultures intensive. in: *Acipenser*, Willot, P. (ed). Cemagref Publishing, Bordeaux, France, 429-437
- Cech, J. J., S. J. Mitchell and T. E. Wragg (1984) Comparative growth of juvenile white sturgeon and striped bass: effects of temperature and hypoxia. Estuaries, 7: 12-18.
- Dettlaff, T. A. (1970) Influence of environmental temperature during oocyte maturation and ovulation on the quality of the sturgeon eggs (on the termal regime of keeping sturgeons in captivity during the period of obtaining eggs). Tr TsNIORKh, 2: 112-126.
- Dettlaff, T. A., A. S. Ginsburg and O. I. Shmalhauzen (1983) Maturation of oocytes and ovulation. (Chapter 1). Embryo development. (Chapter 2). Original title: 1981 Razvitiye osetrovyykh ryb. Sozrevaniye ootsitov I ovulyatsiya, Zarodyshevoye razvitiye.
- Francis, F. R. (2000) Diseases history of cultured sturgeon in Florida, 1990-1999, Proceedings of the Florida sturgeon culture risk assessment workshop, 33-37.
- Gardiner, B. G., (1984) Sturgeons as living fossils. In: Living fossils. Eds: N. Eldredge and S. M. Stanley. New York: Springer-Verlag, 148-152.
- Georgiadis, M. P., R. P. Hedrick, T. E. Carpenter and I. A. Gardner (2001) Factor influencing transmission, onset and severity of outbreaks due to white sturgeon iridovirus in a commercial hatchery. Aquaculture, 194: 21-35.
- Gershanovich, A. D and T. I. Smith (1995) Proceedings, Second International Symposium on Sturgeons, 1993, Moscow-Kostroma-Moscow. VNIRO, Moscow, 350 pp.
- Gisbert, E and P. Williot (2001) Egg amino acid profile of Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*, Brandt). Proceedings of the 4th International symposium on sturgeon. Special Poster paper, Abstract booklet, 30 pp.
- Grande, L., W. E. Bemis (1991) Osteology and phylogenetic relationships of fossil and recent paddlefishes (Polyodontidae) with comments on the interrelationships of Acipenseriformes. J. Verteb. Paleontol. 11. Suppl. e, 1-121.
- Hochleithner, M. and J. Gessner (1999) The sturgeons and paddlefishes of the world biology and aquaculture. Aquatech publications, Austria, 207 pp.
- Hung, S. S. O., P. B. Lutes, A. A. Shqueir and F. S. Coute (1993) Effect of feeding rate and

- water temperature on growth of juvenile white sturgeon *Acipenser transmontanus*. *Aquaculture*, 115: 297-303.
- Liu, J. Y., Q. W. Wei, D. G. Yang, G. P. Tang, H. Du and Y. J. Zhu (2006) The effect of some water parameters on the oxygen consumption rate of embryos and larvae of the Chinese Sturgeon (*Acipenser sinensis*), 244-247.
- Meyers, F. P. (1991) Aquaculture disease and health management. *J. Anim. Sci.*, 69: 4201-4208.
- Mins, S. D. (2001) Aquaculture of paddlefish in the United States. *Aquat. Living Resour.*, 14: 391-398.
- Mohsen, M., M. Pourkazemi, M. Bahmani, B. Falahatkar, H. R. Pourali1 and M. Salehpour (2006) Effects of feeding rate and frequency on growth performance of yearling great sturgeon, *Huso huso*. *J. Appl. Ichthyol.*, 22: 278-282.
- Moore, B. J., S. S. O Hung and F. Median (1988) Protein requirement of hatchery produced juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). *Aquaculture*, 71: 235-245.
- Parandavar, H., R. Kazemi, H. R. Pourali, Y. Vahabi and M. Pourkazemi (2006) Potential for egg extraction from female sturgeon spawners through key-hole surgery. *J. Appl. Ichthyol.*, 22: 252-256.
- Rach, J. J., G. E. How, M. T. Schreier (1997) Safety of formalin treatments on warm and cool water fishes. *Aquaculture*, 149: 183-191.
- Ravert, S. (1999) Sturgeon mortalities along the Harrison river, British Columbia. *Animal health center, Newsletter, Diagnosis and Diary.*, 9: 10-11.
- Semenkova, T., I. Barannikova, D. E. Kime, B. G. McAllister, L. Bayunova, V. Dyubin and N. Kolmakov (2002) Sex steroid profiles in female and male stellate sturgeon (*Acipenser stellatus* Pallas) during final maturation induced by hormonal treatment. *J. Appl. Ichthyol.*, 18: 375-381.
- Voronin, V. N (1998) A flexibacter-like infection pf fish in Russia: Epizootiology and treatment. *Proc. 3rd Internat. Symp.*, Baltimore, MD, p. 115.
- Watson, L. R., A. Milani and R. P. Hedrick (1998) Effect of water temperature on experimentally-induced infections of juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) with the white sturgeon iridovirus (WSIV). *Aquaculture*, 166: 213-228.
- Xiao, Y. Z (1999) The technology of rearing fingerlings of the Chinese Sturgeon (*Acipenser sinensis*). *Freshw. Fish.*, 29: 28-30. (in Chinese)
- Yesaki, T. Y., R. Ek, J. Siple, J. P. Van Eenennaam and S. I. Doroshov (2002) The effects of iodophor disinfection and transportation on the survival to hatch of fertilized white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) eggs. *J. Appl. Ichthyol.*, 18: 639-641.

Zhu, Y., Q. Wei, D. Yang, K. Wang, X. Chen , J. Liu and L. Li (2006) Large-scale cultivation of fingerlings of the Chinese Sturgeon *Acipenser sinensis* for re-stocking: a description of current technology. J. Appl. Ichthyol., 22: 238-243.

