

鯨魚類的胚胎发育与其养殖問題

T. A. 傑特拉弗 著
A. C. 金茲堡

科学出版社

鱒魚類的胚胎發育與其養殖問題

T. A. 傑特拉弗 A. C. 金茲堡 著

張 貴 寅 趙 爾 必 譯

科 學 出 版 社

1958

Т. А. ДЕТЛАФ и А. С. ГИНЗБУРГ
ЗАРОДЫШЕВОЕ РАЗВИТИЕ ОСЕТРОВЫХ РЫБ
(СЕВРЮГИ, ОСЕТРА и БЕЛУГИ) В СВЯЗИ С
ВОПРОСАМИ ИХ РАЗВЕДЕНИЯ

АН СССР, 1954

內 容 提 要

本書是關於鱈魚類胚胎發育與其繁殖問題的科學著作。作者根據文獻資料與自己的研究成果，詳細說明鱈魚類(閃光鱈、鱈魚與歐洲鱈)的胚胎發育，並且提出養鱈業存在的問題和根據胚胎發育的規律尋求解決這些問題的途徑。

本書不僅是研究鱈魚類胚胎發育與其繁殖問題的科學著作，而且也是研究硬骨魚類的胚胎發育與其繁殖問題的重要參考書。

鱈魚類的胚胎發育與其繁殖問題

Т. А. 德特拉夫 А. С. 金茲堡 著

張貴賓 趙澤忠 譯

科學出版社出版 (北京朝陽門大街 117 號)

北京市書刊出版業營業許可證出字第 061 號

中國科學院印刷廠印刷 新華書店總經售

1958 年 7 月 第 一 版

1958 年 7 月 第一次印刷

(京) 0001—860

書號: 1232 字數: 224,000

開本: 787×1092 1/27

印張: 9 1/27 插頁: 19

定價: (10) 1.80 元

目 錄

序.....	1
第一章 關於鱘魚類的分類學、生物學與人工繁育的 簡要知識.....	4
第二章 生殖產物的發育與成熟.....	26
1. 卵子發生.....	27
鱘魚類雌魚成熟度的等級.....	39
2. 精子發生.....	46
3. 成熟的生殖細胞.....	52
A. 卵.....	52
B. 精子.....	64
第三章 閃光鱘、鱘魚與歐洲鱈的胚胎發育.....	68
1. 階段 0 —— 受精.....	73
A. 授精.....	73
B. 卵膜的變化.....	77
B. 受精卵在開始卵裂之前最初的變化.....	83
卵的轉動.....	83
分泌物的排出與卵周隙的形成.....	85
細胞質表層與色素的移動 兩側對稱結構的確定.....	87
雄原核與雌原核的結合.....	93
Γ. 未受精卵的動態.....	94
激動的卵.....	94
未激動的卵.....	95
2. 階段 I —— 卵裂.....	98
A. 受精卵的卵裂.....	98
卵裂的節律與同時性.....	107
前幾次卵裂平面與卵的對稱面的關係.....	108
卵的形狀和分裂溝方向之間的關係.....	109
卵裂的特徵是卵的質量的標準.....	113
B. 孤雌卵裂.....	115
3. 階段 II —— 原腸形成.....	118

4. 階段 III ——原腸形成結束到心臟開始搏動的胚胎發育	126
A. 神經胚形成	126
B. 由神經褶閉合到心臟開始搏動的胚胎發育	130
5. 階段 IV ——從心臟開始搏動到由膜內孵出的胚胎發育	143
6. 胚胎在孵出時期的結構及其由膜內釋出	152
A. 胚胎在孵出時期的結構	152
B. 鱈魚類胚胎由膜內釋出的方法及孵出的條件	157
7. 畸形	163
A. 卵裂過程的異常	163
B. 原腸形成過程與以後的發育的異常	168
第四章 胚胎發育的速度及其對於溫度的依賴關係	175
發育速度的個體差異	194
在不同溫度時各個發育階段相對的延續時間	196
第五章 發育的外界條件與發育着的胚胎和環境的變化關係	199
1. 鱈魚類發育的外界條件	200
A. 發育的溫度界限	201
B. 氧氣的狀況	203
B. 環境的反應	205
Γ. 光線	205
Д. 水的污濁	206
E. 魚卵的固着狀態	206
2. 在鱈魚類發育中的臨界時期	207
第六章 鱈魚類魚卵在孵育期間的死亡	215
1. 在發育初期弱魚卵的死亡	219
2. 未受精卵的死亡	219
魚卵未受精的原因	225
3. 畸形胚胎的死亡	235
4. 在孵育期間由於不良的外界條件而產生的死亡	236
A. 生物環境條件	236
B. 非生物環境條件	237
參考文獻	242
照像圖版	
照像圖版的說明	251
圖版	

序

在我國廣泛地發展的水利建設，給蘇維埃養魚業開闢了巨大的可能性，但是，同時也給它提出了許多急待解決的困難問題。隨着頓河、伏爾加河與庫拉河的水流的調整，許多魚類，其中也包括鱘魚類，它們的天然產卵場大部分被截斷了。因此，就提出儘快研究最有效的繁育鱘魚的方法的問題，以保證獲得最高的養育質量的魚卵，在良好的條件下繁育與培育出富有生活力的稚魚。許多各種專業的科學工作者與養魚工作者，現在正在進行解決這些問題。他們無論從哪個角度解決這些問題，都必須要觀察魚類的發育；發育的典型性，在繁育期間廢物的多少與稚魚的生活力，是評價所提出的方法是否適宜的必要的生物學標準。

然而，關於大多數種類的鱘魚發育的詳細記載，直到現在還沒有。只有一本對於自己的時代是很優秀的著作，即 B. B. 查林斯基 (Заленский) 的“紅鱘 (*Acipenser ruthenus*) 的發育史” (1878, 1880)，但是，它在很大程度上已經過時了¹⁾。

所以我們希望，我們這本關於閃光鱘、鱘魚與歐洲鱈的發育的著作，能有些益處。著者在編寫的時候，考慮到使讀者瞭解擺在現代養鱘業面前的問題，列舉出對解決這些問題有好處的關於鱘魚類發育的材料。

在第一章中，根據文獻資料，簡短地記述鱘魚類的分類學與生物學，自然產卵期，在俄羅斯繁育鱘魚的歷史與養鱘業的現狀。這一章，對於開始從事這個工作的人，是使他們瞭解這些問題，而對於已經在這部門工作的人，作為包括所涉及問題的主要研究的參考資料的彙報，也是有益的。

1) 除 B. E. 查林斯基的書以外，還有許多關於鱘魚類胚胎與仔魚發育的個別問題的研究的著作。和下面研究的問題有關的著作，將在各相應的章節中引用。

其次,在第二章中,主要是根據文獻資料,記述生殖產物的發育與成熟,列舉出鱘魚類的成熟性的等級,以及成熟的生殖細胞的結構。

第三章,包括閃光鱘、鱘魚與歐洲鯉的從受精到胚胎自膜內孵出為止的胚胎發育的描述。在這一章中引用了我們自己的研究資料,以及許多年來和我們一起工作的 А. И. 佐廷(Зотин, 1953б—г)的關於卵膜性質及胚胎由膜內孵出的方法的資料。閃光鱘的連續時期,以及與鱘魚及歐洲鯉一系列發育時期比較的照片圖版(參看書末的圖版 I—X)。也屬於這一章,整個胚胎發育過程,分成 36 個時期,都給予描述,爲了便於準確地判斷這個或那個發育時期,援引各個研究者判斷鱘魚類發育時期的同一的式樣。

在第四章中,敘述關於閃光鱘、鱘魚與歐洲鯉在不同溫度時的胚胎發育速度的資料,闡明溫度對於胚胎發育速度的影響的規律性,並列舉出許多發育時期的曲線,根據曲線可以判斷它們在各種平均溫度時進行的時間。

在第五章中,列舉出鱘魚類的典型的胚胎發育所必要的外界條件,研究胚胎發育與環境的變化的關係。

最後,第六章用來分析魚卵在孵育期間死亡的根源,與魚卵不受精的原因。

在第四與第六章中既引用了我們自己的研究結果,也引用了文獻資料,在第五章中,主要是文獻資料。

著者曾進行鱘魚類發育的研究:1940 年在伏爾加河(給在尼科里斯基鄉村區域獲得的閃光鱘 *Acipenser stellatus* Pall. 親魚注射垂體得到的魚卵),1949 年在庫班河(在卡都士奇諾的產卵場區域由注射垂體的雌閃光鱘得到的和在流水中採到的魚卵),1950—1952 年在頓河(在下游,羅果日金諾莊,由注射垂體的歐洲鯉 *Huso huso* (L.)、黑海—亞速海鱘 *A. guldenshtadi colchicus* V. Marti 及鱘魚的親魚得到的魚卵),1952 年在庫拉河(在明格察烏爾的產卵場區域,由流水中和捕到的雌庫拉河鱘 *A. guldenshtadi persicus* Borodin 得到的魚卵)。通常是給剛剛捕到的親魚注射垂體,而不事先進行養育。我們

所研究的材料,除上述以外,還有根據我們的請求, О. И. 施馬爾高贊(Шмальгаузен)於 1951—1952 年在伏爾加河採集的材料(在薩拉托夫區產卵場區域採到的自然成熟的閃光鱘與北裏海鱘 *A. guldensstädti* Brandt 的親魚的魚卵)。

在普通的產業條件下,在謝斯-格林器(аппарат Сес-Грина)內孵育魚卵。爲了比較,把部分魚卵粘在薄板上,裝在專門的支柱上,也放在謝斯-格林器中。此外,我們還觀察在尤申科器(аппарат Ющенко)內與沙多夫盤(лотка Садова)內孵育的一些卵羣。爲了詳細的觀察早期的發育,還在實驗室內進行了授精,在培養皿與結晶皿內進行孵育。

А. Я. 克魯敏(Круминь)曾參加本工作,她在收集材料與製做鱘魚發育的大量連續切片方面,給予我們非常寶貴的幫助,藉此機會向她表示衷心的感謝。

我們認爲自己有義務對所有協助這個工作的同志們表示衷心的感謝:教授 В. Л. 阿斯塔烏羅夫(Астауров), Г. Я. 多羅申(Дорошин), М. А. 庫基也夫(Кукиев), В. Н. 彼特羅巴甫洛夫斯卡婭,(Петропавловская), П. А. 薩姆索寧柯(Самсоненко), К. А. 塔塔林切瓦(Татаринцева)與 О. И. 施馬爾高贊。我們還感謝 М. Ф. 魏爾尼杜布(Вернидуб)與 В. В. 孟蘇羅夫(Мансуров)讓我們援引他們還沒有發表的資料。

第一章 關於鱈魚類的分類學、生物學 與人工繁育的簡要知識

鱈魚類是漁業方面非常有價值的魚類類羣。鱈魚類的世界蘊藏量的主要部分，是在我們蘇聯。根據 А. Н. 杰爾然溫 (Державин, 1947, 8 頁) 所引證的材料，在 1933—1934 年間，蘇聯佔世界的鱈魚漁撈量的 88.6%。

在高等魚類(真口亞綱 Teleostomi)類羣之中，鱈魚科(Acipenseridae)是具有最古老的特徵的有機結構的一個科。它有四個屬，包括大約 25 個種[貝爾格(Берг), 1948]。絕大多數種類(18)屬於鱈魚屬。

在我們的水域中居住着(參看貝爾格, 同上) *Huso* 屬的兩個種：鯨魚——*Huso dauricus* (Georgi), 在黑龍江流域和黑龍江海股，與歐洲鯨——*H. huso* (L.), 在裏海和黑海區域，它由這裏進入河流中。它們是鱈魚類中體積最大的代表(遇到過體重達 820 公斤的鯨魚，1200 公斤的歐洲鯨)。屬於 *Acipenser* 屬的有：鱈魚——俄羅斯鱈——*Acipenser güldenstädti* Brandt, 居住在裏海和黑海及其區域內；西伯利亞鱈——*A. baeri* Brandt, 在西伯利亞河流中，從鄂畢河直抵科雷馬河(Колыма)，在鄂畢河、塔佐夫河(Тазовская)、葉尼塞河(Енисейская)與哈唐格河(Хатангская)河灣；黑龍江鱈——*A. schrenckii* Brandt, 在黑龍江流域；波羅的海鱈——*A. sturio* L., 在波羅的海與黑海及其區域內；庫頁島鱈——*A. medirostris* Ayres, 在鄂霍次克海與日本海內；其次是閃光鱈——*A. stellatus* Pall, 在裏海、亞速海與黑海及其區域內；刺鱈——*A. nudiventris* Lovetzky, 在黑海、裏海與鹹海及其區域內；紅鱈——*A. ruthenus* L., 在黑海及裏海區域的河流中，在拉多加湖與奧涅加湖(Онежское озеро)區域，在北德維

納河 (Северная Двина)、鄂畢河與葉尼塞河。

最後,有三種屬於犁吻鱘 (*Pseudoscaphirhynchus*), 它們居住在鹹海區域: 阿姆河犁吻鱘——*Pseudoscaphirhynchus kaufmanni* (Bogdanow), 小阿姆河犁吻鱘——*P. hermanni* (Kessler) 與四達里河犁吻鱘 (Сыдарьинский лопатонос)——*P. fedtschenkoii* (Kessler)。

鱘魚類很容易產生雜種。已知的(貝爾格, 1948, 57 頁)有歐洲鯉與刺鱘的雜種, 歐洲鯉與閃光鱘的雜種, 紅鱘與鱘魚的雜種, 紅鱘與閃光鱘的雜種, 俄羅斯鱘與閃光鱘的雜種, 西伯利亞鱘與紅鱘的雜種。其中有許多大概能夠生育[尼科留金 (Николюкин), 1952]。在人工繁育時也容易得到雜種。例如, Н. И. 尼科留金與 Н. А. 季莫非也瓦 (Тимофеева) (1950) 得到了生長迅速、生活力強的鱘魚與紅鱘的雜種, И. Н. 比札也夫 (Бизяев, 1949) 與 Н. И. 尼科留金 (1952) 得到了比原來種類生長速度快的鱘魚與閃光鱘的雜種。

大多數鱘魚屬於洄游魚類; 它們在海裏度過大部分生活, 僅僅爲了產卵才回到河裏。鯉魚、黑龍江鱘、紅鱘、犁吻鱘經常生活在河流內, 俄羅斯鱘與西伯利亞鱘也是不離開河流的類型。除經常生活在河流內的鯉魚與紅鱘之外, 還有半洄游的類型, 居住在河口部分, 產卵時才溯河上游。

洄游的鱘魚——鱘魚、閃光鱘、歐洲鱘與刺鱘, 以及半洄游的鯉魚及紅鱘, 根據 Л. Г. 貝爾格 (1934, 1948), 有春族與冬族。前一族在早春進入河內, 上游至產卵場, 進行產卵; 產完卵以後, 它們游回海裏去。第二族通常進入河裏較晚, 生殖產物也不及春族的成熟, 它們進入水塘中, 在那裏越冬, 到第二年的春天才繁殖——早春族。

Л. С. 貝爾格 (1934, 730 頁) 寫道: 沒有可靠的材料可以證明, 在自然界中一個族可以轉變成另一個族。但是他設想用實驗的方法可能實現這種轉變。同時他還指出 Т. Д. 李森科的關於冬作物變春作物的工作。

Н. Л. 赫爾比里斯基 (Гербильский) 和他的學生們, 繼續研究鱘魚類的族 [赫爾比里斯基, 1950, 1951a; 特魯索夫 (Трусов), 1949; 卡贊斯基 (Казанский), 1951a; 及其他人等]。

Н. Л. 赫爾比里斯基在種的範圍內分出不同的生物羣。赫爾比里斯基寫道(1951a, 47 頁):“我們把屬於同一種的,與該種其他生物羣具有不同發育生物學特點的個體總合,稱為生物羣。在魚類中,這些差別首先屬於與繁殖過程相聯系的現象(在生殖週期,在它們由海內進入河裏時期的雙親的狀態,在產卵的時期與地點,在產卵期的溫度等方面的差別)”。

Н. Л. 赫爾比里斯基在庫拉河鱖中描述了四個生物羣(早春、晚春、冬季與春秋產卵期——參看表 1, 引自赫爾比里斯基的工作, 1951b)。

在不同的族中(庫拉河、頓河、伏爾加河),同一種內的生物羣,正像赫爾比里斯基(1951a)所寫的,可能不相同,彼此相當的生物羣,可能有不同的產業意義。

關於鱖魚的生物羣的知識與鑑別它們的本領,按照 Н. Л. 赫爾比里斯基(1951a)的意見,是以注射垂體的方法獲得成熟的鱖魚雙親與計劃養鱖業的措施的主要前提之一。按照赫爾比里斯基(1951a, 50 頁)的意見,在種的範圍內的不同生物羣的差別,不僅限於性成熟的個體:“在繁殖現象中的差別,不能不影響後代發育中的生物學的特點。因此在自然界中產生遺傳方面或多或少穩定的,生物學上在種的範圍內的不同質的類羣”。與此相聯系,赫爾比里斯基認為最重要的任務,是闡明不同生物羣的生殖細胞、胚胎與稚魚的生物學異質性的因素。

但是,需要指出,關於在鱖魚類中存在孤立的族(貝爾格)或生物羣(赫爾比里斯基)的概念,遇到許多反對意見。這個概念到現在還未得到公認。

К. Г. 多依尼科夫(Дойников, 1936)反對在鱖魚類中存在春族與秋族。按照他的意見,秋季與春季產卵期,例如頓河閃光鱖與鱖魚的秋季與春季產卵期,“是在生物年中,雄魚與雌魚以及個別的年齡羣,不同時成熟的結果”。同時,多依尼科夫證明,對於大多數亞速海區域的鱖魚,有兩個產卵洄游的最高峯——春季的與夏-秋季的產卵期(在庫班河的閃光鱖例外,它有一個長的春-夏季產卵期,在頓河的

表 1 庫拉河鰱的生物量與養魚場生產它們的方法(引自赫爾比里斯基, 19516)

生物量 的名稱	進入庫拉 河的時間	在進入庫拉河時 期生殖腺的狀態	產卵時期	推測的產 卵地方	產卵時的 溫度(°C)	一個生物量 有多少的魚 養育成(%)	養魚場生產的方法	附 註
早春的鰱 魚	2—5月前 半月, 主 要產卵期 是在4月	已完成四期。魚卵 達到最終的大小。 在卵巢內看不見脂 肪組織。精子發生 已完成	5月	下游產卵 地帶	13—15	約30—35	4月從燈塔 I 與 II 獲得親 魚。河邊養魚池, 不必長 期的養育或過早的放入, 保存在 13° 中。注射垂體 的方法。池塘養育稚魚 (5—6月)	這羣鰱魚用作養魚場生 產 2 月齡的稚魚的對象
晚春的鰱 魚	5—6月	富有脂肪的鰱魚。 魚卵達到最終的或 接近最終的大小。 在生殖腺內有脂肪 層	8月下半月 與9月初	上游產卵 地帶	23—18	50—60	從燈塔 I 與 II 獲得的親魚 在10月以前養育在專門的 池塘或第 III 車間的水渠 中。注射垂體的方法。池 塘養育稚魚(9—10月)	這羣親魚可能完全保證 秋季池塘養魚用的稚魚
冬季的鰱 魚夏季產 卵期	6—7月, 部分到8 月	富有脂肪的鰱魚。 魚卵還未達到最終 的大小。在卵巢與 精巢內的脂肪層非 常發達	4月與部分 到5月	上游產卵 地帶	12—15	50—60	早春在 MTC 的下游堤 壩附近捕撈親魚。注射垂 體的方法。生產仔魚與部 分運至下游養魚場第 III 車間養育	僅在產卵溫度時於 MTC 下游堤壩附近 捕撈親魚, 以防妨礙這 羣親魚在庫拉河水閘的 下流產卵的可能
春季的鰱 魚(?)秋 季產卵 期*	部分在8 —9月	完成四期。在卵巢 中看不到脂肪層	顯然, 10— 11月	最下游產 卵地帶	17—12(?)	5—10	從燈塔 I 與 II 獲得親魚注 射垂體的方法。池塘養育 稚魚(9—10月)	在 10 月獲得成熟的魚 卵, 秋天養育這羣稚魚。 雌魚與雄魚秋季在注射 垂體之後成熟

* 在 1952 年這羣鰱魚在秋季時期的產卵期得到了直接的證據(卡贊斯基, 19536)。

歐洲鯉也是例外，根據多依尼科夫的材料，它有不間斷的產卵期)。

早春進入河裏的雌魚，在 А. Я. 涅多希溫 (Недошивин, 1928) 的標準第 IV 成熟期時就有魚卵，在當年繁殖，而秋季產卵期的雌魚在具有不太成熟的魚卵時，到第二年春季才繁殖。

А. Н. 杰爾然溫 (Державин, 1947, 17 頁) 也否認在鱖魚類中有孤立的生物羣。他認為魚類有統一的年產卵期，在河裏不適宜的溫度條件下使它們中止。關於庫拉河閃光鱖，他寫道 (1922, 139 頁)：“春天熱至 $13.6-21.1^{\circ}$ 時與秋天冷至 $15.6-21.3^{\circ}$ 時，相當於產卵期的最高峯。溫度升高至 26° ，尤其是降至 $6-8^{\circ}$ 時，引起產卵期停止”。他不用海洋漁場的分散性與它們距產卵河流的遠近的不同解釋產卵期的長度。關於進入河裏的親魚的成熟程度不同的原因，杰爾然溫沒有涉及到。

像我們已經談過的，進入河裏的鱖魚溯河上游至產卵場區域。它們進行繁殖的地方的特點，是水流迅速，可以防止魚卵被淤泥淹沒，往往很深 (5—10 米)，並且是硬底——砂礫的，砂礫—砂子的，石頭的，很少是砂子的與泥底 [貝爾 (Бэр), 1860; Н. А. 謝維爾佐夫 (Северцов), 1863; 包羅丁 (Бородин), 1898; 阿爾諾里得 (Арнольд), 1915; 杰爾然溫, 1922, 1947; 斯特羅甘諾夫 (Строганов), 1938; 魯金 (Лукин), 1947; 德梁京 (Дрягин), 1949b; 多洛申 (Дорошин) 與特羅依茨基 (Троицкий), 1949; 阿梁夫丁娜 (Алявдина), 1951a, 1952b; 及其他人等]。也有關於閃光鱖及紅鱖在靜水、有時在不太深的地方產卵的指示 [季克松 (Диксон), 1919; 波德列斯諾依 (Подлесный), 1930; 施米托夫, 1939]，但是這樣的產卵場的存在不應認為已經得到證實 (魯金, 1947; 及其他人等)。根據 Л. А. 阿梁夫丁娜的材料 (1951a, 1952b)，在伏爾加河，最早產卵的魚類 (冬族的) 把卵產在不太深，暫時被水淹沒的石壩內，而夏季的產卵場 (春族的) 位於伏爾加河的發源地的河心。由於水流，河床及岸的特點的變化，個別的淺水處被填平，另外的又重新產生，但產卵場區域的一般範圍仍然是比較穩定的。

在不同的河流裏，產卵場離河口有不同的距離，它們也有不同的

長度。“產卵場在河裏的位置不決定於離河口的距離，而決定於適宜條件的存在”——合適的河底，決定於水流的速度等（杰爾然溫，1922, 159 頁）。遠在 K. M. 貝爾(1860, 172 頁)就曾指出，在薩木爾(Самур)的具有急劇下降的不大的山澗河流，這裏的河口具有一層圓石子，紅魚(鱘魚類)就在河口附近產卵，而在伏爾加河、庫拉河、捷列克河(Терек)內，魚類在它們還沒找到合適的產卵條件以前，需要遠遠地向上游。

在不大的、流動迅速的水流中，產卵場的區域有很有限的長度，而在具有下降的較緩慢的大河中，產卵場的區域反而很大：例如，在伏爾加河，在弗拉基米洛夫卡(距伏爾加河口 433 公里)可以找到閃光鱘的產卵場的下游界限，而閃光鱘可能溯河上游至卡瑪河(Кама)河口(距伏爾加河口 1850 公里)；以前它向上游的還要遠，到距伏爾加河口 2862 公里的雷賓斯克(Рыбинск) (貝爾格, 1948)。

由於產卵場很深與水很渾，直到現在還沒有能夠直接地觀察鱘魚類的產卵。在不久以前還不能從河底收集大量的鱘魚卵。個別的粘着的閃光鱘魚卵曾在從河底撈起的石塊與圓石上找到(Н. А. 謝維爾佐夫, 1863)。在檢查產卵場的魚梁時，曾在陷阱的樹條上、在粘在魚梁上的髒東西上，在作為重沉物的石塊上找到粘着的魚卵(魯金, 1947)。

在產卵場獲取鱘魚卵的許多企圖，都未成功，這使得許多研究者在自己的時代，懷疑鱘魚卵粘着在河底。B. K. 索爾達托夫(Солдатов, 1915)與 A. H. 杰爾然溫(1922, 171 頁)，更早的 K. M. 貝爾(1860)都認為，像鮭魚一樣，鱘魚也把魚卵埋入圓石子或砂子裏。但是後來 A. H. 杰爾然溫(1938, 1947)根據在河床條件下，與在庫拉河養鱘場的試驗區的條件下的觀察，得出下述結論：“現在應該認為已經證明，鱘魚類的卵在自然條件下排出與受精之後，由於自己的黏着性，通常粘着在硬的水下物體上，首先是河底……鱘魚類整個的胚胎發育在粘着狀態進行……”(杰爾然溫, 1947, 39 頁)。

П. М. 庫林欽科(Кулинченко, 1939)在庫班河的產卵場區域，從河底撈到的圓石子上面粘有閃光鱘的魚卵。但是他的研究很少被知

道，因為他是在沒有發表過的學位論文中敘述的。Л. А. 阿梁夫丁娜的以後的材料 (1949, 1951a) 最後解決了這個問題，她改善了撈取的方法，從河底撈起大量粘着在小圓石上的各個發育時期的鱒魚與閃光鱒的魚卵。排出的魚卵，在整個發育期間，一直與產卵場的基質聯系，直到孵出為止 (阿梁夫丁娜, 1951b)。

魚卵在產卵場中在或多或少接近自然條件的發育的試驗中，也就是把受精卵放在張有網的木框上，壓上小圓石，把它們沉入產卵場區域的河底時，A. H. 杰爾然溫得到了表明在這種條件下發育時的魚卵的命運的某些材料。首先闡明了大量的魚卵喪失：不大一部分失去粘質而被沖掉 (平均 3.7%)，另一部分被食肉魚類 (刺鱒、鯉、船鰻魚、白魚、裂腹鯉等) 吃掉。在孵育終結時，被吃掉的魚卵的數量可能達到 90% 或更多。在各個實驗中，被吃掉的魚卵的百分率，依賴於魚卵的密度，河流的 (水的) 深度與水流速度，而有很大的變化。放置的稀疏，增加深度與水流速度，能增多存留下的魚卵。在自然條件下，像 A. H. 杰爾然溫 (1947, 45 頁) 所寫的那樣，鱒魚產卵時廣泛地散播魚卵。在庫拉河養鱒場區域的人工條件下，鱒魚產卵時，產卵的密度在任何時候也不超過每 1 平方米幾百粒。根據這點，杰爾然溫認為，在自然條件下產卵的密度不應超過每平方米 1000 粒；因而，按照他的計算，每條閃光鱒雌魚的平均產卵區，應佔 150 平方米，而鱒魚——350 平方米。在這樣的密度與普通的產卵場的深度下，在試驗場內孵出的生活的仔魚，平均為 37.9%。考慮到部分魚卵未受精，杰爾然溫採用 30% 作為在自然條件中孵出的仔魚的平均指標。應該指出，在 Л. А. 阿梁夫丁娜 (1949) 的類似的試驗中，孵出的仔魚為 57%。

Л. А. 阿梁夫丁娜 (1949, 1951a) 首先成功地研究了魚卵在自然產卵場的分佈，給予判斷產卵場內的魚卵的發育條件以補充的材料。阿梁夫丁娜指出，在暫時地淹沒在水中的石壟內產的卵，比較晚期繁殖的卵，處在較好的條件下：“水不很透明與敵害數量較少，保證更好地保護在春季產卵場內的魚卵” (1951a, 24 頁)。她證明，覆蓋有植被的石壟部分，較不適於鱒魚發育：“……在與植物一起被捕撈到的

魚卵中，死亡率比在沒有植被的部分找到的魚卵較高”(同上,28頁)。其次她還確定，在產卵場內的土壤與植被，被石油的嚴重的蒸餾所污染，對於發育着的魚卵無疑是有害的。

各種鱒魚的產卵期，在不同的溫度時開始：第一種在春季開始繁殖，因此紅鱒是最喜寒的，其次是歐洲鱒，然後是鱒魚，最後是閃光鱒。但是產卵期是很接近的，並且部分地交叉起來。這種情況可以說明，在具有共同的產卵場時，在自然界中不同種的鱒魚的雜種的產生。

與各個種類的產卵溫度的變動幅度相適應，由魚卵受精到從膜內孵出仔魚為止的胚胎發育，在紅鱒需要4到15晝夜[奧斯特羅烏莫夫(Остроумов),1911;柯托夫(Котов),1915]，在俄羅斯鱒——2.5到8晝夜(杰爾然溫,1922)，在閃光鱒——2到6.5晝夜[切爾法斯(Черкас),1940]。在下面關於胚胎發育速度的專門的章節內(參看第175頁)，還要詳細敘述這個問題。

孵出的鱒魚胚胎分化較差。初期它們以卵黃為營養，不太活動。С. Г. 克雷冉諾夫斯基(Крыжановский, 1949)把它的開始主動營養以前的胚叫做胚胎，而Л. А. 阿梁夫丁娜(19516)稱之為前幼蟲。阿梁夫丁娜在研究紅鱒、鱒魚與閃光鱒的仔魚在伏爾加河的分佈時確定，所有這三種的前幼蟲在初期主要是在河流的水底與水中層，只有不多的數量(主要是閃光鱒的前幼蟲)在表層，光照較好的水層。阿梁夫丁娜指出，這個時期的鱒魚的前幼蟲對光線為負的反應，而閃光鱒與歐洲鱒的前幼蟲則為正的反應。在水中層的前幼蟲，順河流被動往下帶。隨着發育的進行，它們逐漸增加主動運動的能力。起初是垂直的運動：前幼蟲開始所謂“蠟燭式的運動”，時而升至上面，時而降至河底。像阿梁夫丁娜所寫的，這時它們有的鑽至水的上層，大部分仍繼續留在表面流速大與比較深的河心部分。

以前В. И. 卡贊斯基(1925)曾記述過紅鱒的仔魚垂直的浮起。正像Н. Н. 吉斯列爾(Дислер)與Е. А. 巴布林娜(Бабурина)(1953)對於閃光鱒與鱒魚的仔魚的觀察，這樣浮起與仔魚對於光的反應無關，也不是由於池塘底部與比較表層的水的光照程度不同的緣故。

但是在黑暗處閃光鱒的“蠟燭式的運動”比較低。大概是浮起來能改善呼吸條件與有助於在河流中運送仔魚。

稍晚，仔魚具有定向地游動的能力，形成口，它們開始攝取食物。到開始主動營養的時候，仔魚還保有部分卵黃，起初，與主動攝取食物（浮游動物）的同時，繼續以卵黃為營養。根據阿梁夫丁娜的觀察，開始攝取食物的仔魚，很快過渡為底棲生活方式。還要指出 B. H. 彼特羅巴甫洛夫斯卡婭與 З. С. 柯羅包奇金娜（Коробочкина）（1951）關於鱒魚、閃光鱒、歐洲鯉與紅鱒仔魚游入頓河與在游入頓河期間的營養的研究。所有這三種的仔魚很早就變為食水底生物的魚類。根據彼特羅巴甫洛夫斯卡婭的觀察，對於 5 厘米長或更長的小魚，浮游生物在它們的營養中已不起什麼重大的作用，僅是補充的食物。在體長 5—15 厘米長的小魚，主要的食物是搖蚊科動物，在大的小魚則是一種甲殼動物。歐洲鯉與閃光鱒及鱒魚不同，很早（在 10 厘米長的時候）就逐漸變為肉食魚。

E. A. 巴布林娜（1953）曾從聯系發育的觀點研究過伏爾加河鱒與閃光鱒的仔魚的生物學。在鱒魚的仔魚，由自膜內孵出至主動營養期間，她確定五個階段，各階段由於眼的結構的改變，對光線有不同的反應。在初期從膜內孵出以後，仔魚對於光線有正反應，這種反應能促進在河流中運送仔魚。在混合呼吸期間（卵黃囊的血管與鰓），對於光線的正反應被無關的反應所代替，在鰓呼吸期間轉變為怕光。這時正在成長的仔魚隱藏在石頭下面，以躲避食肉動物。在人工養育鱒魚仔魚時，E. A. 巴布林娜建議在這個階段給它們遮暗。從主動營養開始（在混合營養期間）怕光性消失，仔魚在水中層游泳；傾向於刺激它們的光線與轉變為底棲生活方式一起，引導仔魚從河流中央部分過渡到岸邊與河邊，它們在這裏可以找到它們所必須的食料。最後，隨着過渡為必須準確的在周圍環境中定向相聯系的純粹的體外營養，仔魚出現實體的（具體的）視覺，它們開始能夠發現在它近旁運動的物體，以幫助它們尋找食料。

閃光鱒的稚魚與鱒魚的稚魚不同，在所有階段都是喜光的。

鱒魚類的仔魚游出河口的時間長短，取決於產卵場距河口的距