

28705

13.852/JZB

鱒魚类的胚胎發育

A. C. 金茲堡^著
T. A. 傑特拉弗

科学出版社

魚类的胚胎發育

A. C. 金茲堡 T. A. 傑特拉弗著

張貴寅 趙爾宓譯

科 学 出 版 社

1957年11月

張貴寅 趙爾宓譯

*

科學出版社出版 (北京朝陽門大街 117 号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第 061 号

上海大眾文化印刷廠印刷 新華書店總經售

*

1957年11月第一版 書号: 0945 字數: 58,000

1957年11月第一次印刷 開本: 850×1168 1/32

(滬)0001—1,076 印張: 2 3/8 插頁: 1

定價: (10)0.50元

目 录

前言	(1)
緒言	(3)
胚胎发育	(5)
生殖細胞	(6)
授精与魚卵的去粘化	(11)
受精	(14)
卵裂	(20)
原腸形成	(28)
由原腸形成結束至心跳开始的胚胎发育	(34)
由心跳开始至孵出的胚胎发育	(43)
孵出期胚胎的結構和胚胎从膜內孵出的方法	(47)
发育的外界条件	(55)
一般概念	(55)
溫度界限	(58)
氧气与胚胎的气体交换	(60)
照度	(61)
水的性質	(61)
孵育的常規	(62)
一般概念	(62)
发育的速度	(63)
畸形的数量及其結構	(66)
廢物,它的大小与根源	(68)
养育仔魚是評價孵育常規的标准	(70)
参考文献	(72)

前 言

在苏联部長會議与苏联共产党中央委员会的“关于扩大食品业生产及改善其質量”的決議中，給漁业提出在近几年內显著地增加魚类捕获量的任务。同时，为了恢复有价值的魚类品种[鱈魚类、鮭魚类、鱈魚(судак)、鯉魚与鳊魚等]的儲藏量与进一步增加魚类捕获量，在1954—1956年間，將要进行大量的产业养魚工作：在窩尔加河、庫拉河、頓河、德涅斯特拉河、德涅泊河、庫班河、黑龙江及波罗的海沿岸、西伯利亞与堪察加等地的河流中，以及大的蓄水池，建設39个养魚、产卵-养育与飼养場。

关于增产鱈魚类的問題急需解决，因为由于在窩尔加河、頓河、庫拉河建立起水利建筑，截断了鱈魚的大部分产卵場。虽然以試驗的形式提出建立人工产卵場，但是还不清楚它的有效程度。因此，关于人工养育鱈魚的工作具有特殊的意义。为了最快地与成功地解决这个任务，需要科学工作者与养魚者—实践者的共同努力。

养魚工作的成功，在頗大程度上依靠于养魚者、他們的智慧与經驗。現在，由于在江河的岸边孵育鱈魚与建設鱈魚养殖场，摆在我们面前的工作，就是研究与改进人工养育过程的許多环节。养魚者积极参加这一工作，是很重要的。为此，他們需要具备关于鱈魚发育的一般概念，以及他們所进行的业务的生物学意义。这些业务包括：获取魚卵、評定它的質量、人工授精、去掉魚卵的粘質、計算受精的百分率、創造能保証胚胎正常发育与其孵出的适宜的孵育条件、养育仔魚与把它們放养至江河內。养魚者应该学会評价发育的典型性、魚卵与仔魚的大小及廢物的根源，他們一定要能够有意識地参与評价这个或那个养魚方法，与改善养育方法的工作。

本書照顧到广大的养魚者——实践者，使讀者了解从受精开始至胚胎由膜中孵出为止的鱒魚的胚胎发育，同时也包括那些可能对授精与孵育魚卵有好处的知識。在叙述的时候利用了作者們的材料与观察，以及文献上的資料。关于鱒魚胚胎发育的比較詳細的資料記載在我們的著作^{[16]*}中，在那本書里也引証了关于获取成熟的、产业养魚用的魚卵，人工养育，胚胎发育以及部分关于仔魚发育問題的文献。

我們希望本書不仅使养魚者，同时也使更广泛的讀者感到兴趣。怎样由結構簡單，常常是显微鏡下才能看到的微小的魚卵，在短短的胚胎发育时期內，形成結構极其复杂的高等动物的有机体，这个問題是一个永远使人好奇的自然界的疑謎，好象几个世紀以前一样，到今天它还是那样有力地激动着人們求知的慾望。

讀者在本書內可以看到，怎样由他所熟悉的鱒魚类的魚卵发育成仔魚，然后再由仔魚变成成長的鱒魚或碩大的鯉魚。讀者也可以了解許多試驗、知識与主动性，保証鱒魚魚卵正常发育所必要的本領；人們在改造自然，堵塞江河与改变其中的鱒魚的生活条件时，对鱒魚的养育也要关心。

* 此書譯者正在翻譯中。

緒 言

大多数鱈魚[歐洲鱈(белуга)、某些鱈魚、閃光鱈(севрюга)与刺鱈(шип)]都属于迴游魚类：它們生活在海里，仅在产卵的时候才回到河里来。鱈魚在水流迅速、具有硬底的10米深的地方产卵。受精作用在水中进行。水流攜帶魚卵并把它散布开来。魚卵逐漸沉到河底，以其卵膜牢牢地粘在石块或小圓石上。

胚胎发育繼續2到10、甚至到15天，依溫度不同而轉移：溫度愈低，发育进行的愈慢。以后胚胎突破卵膜，离开它。仔魚在剛孵化出来的前些天仍以卵黃为营养，在仔魚的卵黃囊內儲藏着大量的卵黃。它們常常浮在水的上层，逐漸被江河的水流帶走。不久仔魚便开始主动地攝取小甲壳类、蚊子的幼虫及其他的食料。通常仔魚在河里停留一些时候(有时停留几个月)，然后游到海里去。起初，稚魚生活在河口附近，以后才进入海洋中，鱈魚在海洋中生長与生活許多年，直到性成熟，閃光鱈在10—13岁、鱈魚在8—17岁、歐洲鱈在16—18岁时性成熟。

鱈魚达到性成熟状态之后，在产卵期游入河中。在河口找到的鱈魚，它們的性产物还未完全成熟。只有在通常离河口很远的产卵場內，魚卵与魚精才能完全成熟，变成比較流动的状态。产完卵以后，鱈魚再回到海里，在那里生活到下一次产卵迴游。

鱈魚的寿命很長：曾經捕到53岁的鱈魚，1926年在烏拉尔河的河口曾得到一条約有75岁的歐洲鱈。它的体重有1吨多，并得到180公斤魚卵。还曾采到过更大的、1吨半重的歐洲鱈。

有些鱈魚，如歐洲鱈、黑龙江鱈、紅鱈(стерлядь)、犁吻鱈(лопатонос)經常生活在河中。

近来，堤坝堵塞了魚类在許多河里通向产卵場的去路。这样

就使得只能进行鱒魚的人工繁殖。Н. Л. 赫尔比里斯基 (Герби-льский) 研究出了在下游区域由双亲获得成熟的魚卵与魚精的方法。为此目的,需往双亲背部肌肉中注射研碎的、溶于生理鹽水中的魚的垂体——內分泌腺,其激素能刺激性产物成熟。

注射垂体素的方法,使得我們可能在江河的下游主要漁場附近建立鱒魚养殖場,广泛地发展人工养育鱒魚的工作。俄罗斯鱒、閃光鱒、欧洲鱈与紅鱒最有实用价值,現在已經在許多大养殖場內养育它們。

本書專門記述它們的发育。由于这几种鱒魚的发育很相似,我們將以一般形式叙述,仅仅在各个种类有所不同的地方,才单独提出来。在图上描繪的是在頓河下游、罗果日基諾庄的养魚場中所采到的黑海—亞速海鱒 (черноморско-азовский осетр) 的胚胎 (图版 XIX, 图 1 与图 3, 是閃光鱒与紅鱒的胚胎图除外)。所有的图放大倍数都一样 (比例尺附註在图版 I 下面的图 2Б 里)。

胚胎发育

胚胎发育从受精作用开始，也就是从生殖細胞，雌性的——卵与雄性的——精子相融合开始。受精卵——这已是新的有机体，在适宜的条件下，它經過一系列的連續的形成过程，变成仔魚、稚魚与成年魚。

受精卵——这是一个細胞。它經過多次分裂(卵裂过程)。在所产生的細胞(分裂球)之間逐漸形成腔，受精卵便变成里面具有腔的多細胞球体——囊胚。由于囊胚壁細胞經過复杂的移动的结果，形成原腸，胚胎变成两层然后变三层。以后，发生最重要的器官系統——神經、排泄、肌肉与循环系統——的原基。不久，心臟开始跳动，肌肉开始收縮，变成可以活动的胚胎。尾部迅速生長，胚胎获得游动的能力，起初，它被膜所限制。最后，胚胎穿破卵膜，抛弃它，变成仔魚。仔魚营独立生活，并且逐渐变成稚魚，按其構造上的主要特点已与成年魚非常相似。

为了叙述方便起見，把胚胎的一系列連續的变化分成各个时期。給每一时期命以一定的名称或一定的順序号码。时期的数目——可多可少：依叙述的詳尽程度可以多分或少分。在鱒魚的胚胎发育中，我們描述了 36 个时期，其中每一时期都有自己的順序号码与自己的名称^[16]。

除这样划分以外，在发育过程中，可以根据发育着的胚胎对于环境的不同关系的特点，分成各个时期(在上述的書^[16]內有詳細的記載)。在鱒魚胚胎发育中，可以区分出五个阶段：受精、卵裂、原腸形成、由原腸形成結束至心臟开始跳动的发育、由心臟开始跳动至孵出。

在开始叙述胚胎发育以前，先討論鱒魚的卵与精子的結構。

生殖細胞

卵

在准备产卵的成年雌魚体内，卵由卵巢中排出(排卵)，游离于体腔中，沉沒在粘着的体腔液内。雌魚所产出的卵的数量很多。在体形比較小的紅鱈有八千到十一万九千魚卵之多⁽⁵⁾，在比較大的鱈魚，魚卵的数量能达到数百万——在欧洲鱈能产生二百八十万、鱈(калуга)能产生四百一十万⁽¹³⁾。

卵的外形 單个的魚卵体积比較小——它的直徑由2毫米(紅鱈魚卵)至4毫米(欧洲鱈魚卵)。魚卵为圓形，或者往往稍微長一些。顏色为灰褐色。卵有极性的結構，無論在其内部結構或外表的顏色都能显示出来：卵受精以后向上的部分叫做动物极，通常比下面顏色均匀的植物极明亮，在动物极可以区分出一到三个暗色的同心圓圈与中央的明亮的极性斑点(图版 I, 图 2)。在不同的雌魚，甚至同一雌魚所产出的許多卵，它們的色素图象都可能不一样。这种初期的图象对于以后的发育的意义，我們知道的还很少。但是，可以有把握这样說，無論是具有一个、二个或者三个暗色圓圈的卵，都能形成正常的仔魚。也有的魚卵，由于上部所积累的色素过多，甚至比下部顏色还要暗，圓圈也完全分辨不出来，仅仅在其中央保存有不大的、比較明亮的极性斑点[在頓河鱈(донский осетр)常能看到]，这样的魚卵也能发育成正常的仔魚。有时，但是很少見，魚卵完全沒有暗色色素，而呈現淡黃色[在白化病魚(рыб-альбиносы)可以找到这种魚卵]。

卵的結構 和一切細胞一样，雌性生殖細胞的主要部分，也是細胞質与細胞核。在成熟的鱈魚卵中很难看到細胞核。早在成熟期，核膜即溶解，分裂着的細胞核在动物极部分的中心，靠近卵的表面，以后在那里分出两个小的細胞——极体。在卵开始能够受精以前分出第一个极体。在精子钻入卵之后分出第二个极体。

与卵的特殊任务——产生新个体的开端——相联系，在它的細胞質內含有大量的儲藏的营养物質——卵黃与脂肪。卵的极性結構也表現在这些物質的分布上：大的卵黃顆粒与脂肪小滴蓄积在卵的植物极，在动物极集中着活动的細胞質的主要物質，仅含有少量小的卵黃顆粒。与儲藏物質及細胞質的分布不均匀相适应，卵的比較大的植物极部分以后仅形成胚胎的腸管，而所有其他的器官都是由体积比較小的、富有細胞質的动物极部分形成。

卵外面复盖着三层膜——两层卵黃膜与外面的膠膜(图版II, 图14)。在未受精卵，它們比較薄，并且彼此紧密地相貼着，只有在高倍显微鏡下才能分辨出它們。在受精以前，膜不很坚固，卵很容易受损伤。在用針操作和在由雌魚采取魚卵时，考虑到这点是很重要的。

与卵的上极相对的部分的膜，比其他部分的稍微薄些。这里約有十多个小管，叫做卵孔管。在受精时，精子可以經過这些小管，进入卵內。膜本身比較致密，精子不能穿透它(例如在蛙受精时則能穿透)。

卵在水中能保持相当長時間的受精能力，这是由于，起初仅卵的下部周圍开始膨胀，在卵孔管部分几乎不发生变化。据証明，把魚卵放入水中以后，經過 30—40 分鐘(有时甚至經過几个小时)，精子尚能进入卵內。但是，在把卵养育在水中的时候，能受精的卵的百分率显著地降低。

魚卵的質量 魚卵具有不同的質量，这不仅表現在它对受精的能力，同时也表現在受精卵以后的发育上。

在好的魚卵，当进行授精时，受精率能超过 80%，甚至 90%；如果这种魚卵是在良好的条件下孵育，那么几乎不会产生廢物，孵出来的仔魚都有正常的結構。

但是，并非經常都能得到这种魚卵。如果剖开雌魚較早，卵还没有完全成熟，就人工地由卵巢取出卵来，或者相反，剖开的过晚，

图版 I

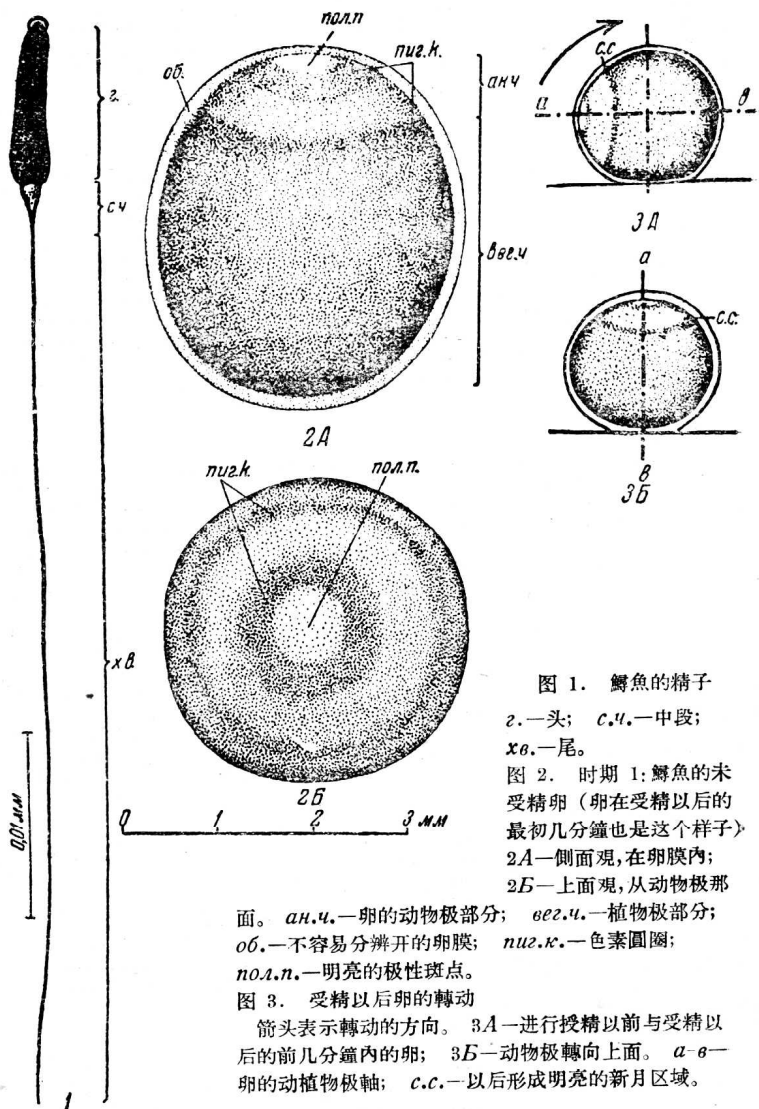


图 1. 鱈魚的精子

2. — 头; с.ч. — 中段;

хв. — 尾。

图 2. 时期 1: 鱈魚的未受精卵 (卵在受精以后的最初几分钟也是这个样子)

2A — 侧面观, 在卵膜内;

2B — 上面观, 从动物极那

面。ан.ч. — 卵的动物极部分; пл.ч. — 植物极部分;

об. — 不容易分辨开的卵膜; пук.к. — 色素圆圈;

пол.п. — 明亮的极性斑点。

图 3. 受精以后卵的转动

箭头表示转动的方向。3A — 进行授精以前与受精以后的前几分钟内的卵; 3B — 动物极转向上面。a — 卵的动植物极轴; c.c. — 以后形成明亮的新月区域。

这时魚卵曾長期地在魚体腔内存留，則会有或多或少的魚卵不能受精。如果把雌魚养育在不良条件下，例如在水溫过高时，也能看到类似的現象。

在許多情況下，質量不好的魚卵在外形上就可以看出来。有时雌魚产生“死魚卵”：这样的每个魚卵很軟，卵的部分破裂以后，由其中流出乳白色的內含物。不要用这种魚卵进行授精。在另一些情況下，魚卵容易被压碎，放在手指之間可以把它压碎，但是它自己不致裂开——这是“弱魚卵”。这样的魚卵通常可以受精与孵育，但是在孵育这种魚卵时不一定能得到好結果。在洗滌的时候，弱魚卵容易被损坏，也容易产生許多畸形構造的胚胎。这种魚卵往往在孵出仔魚以前就可以看到很多廢物。也有的魚卵，在外形上就表现出其中进行着分解、退化过程：卵的动物极的色素图象破坏，色素形成不規則的堆积，这样的卵看样子就很不好。这样的卵通常完全不能发育。

但是也有这种情形，在外形上看好象是正常的卵，授精之后才知它的受精率很小。这种現象的原因是各种各样的。在魚卵沒有成熟以前也是这样的。如果在从雌魚采取魚卵之前，雌魚生長在不良条件之下时，也能看到这种情形；这时，早先能够受精的魚卵現在失去了这种能力，而退化的变化尚不足以引起卵的外形发生变化。最后，在雌魚体内还有一部分（有时是很大部分）卵不受精就开始发育（所謂孤雌发育，关于这个問題以后还要談到）；这种卵也不能再受精了〔16〕。

在养魚业的面前摆着一个最重的任务——发现早期评价魚卵質量的方法，以便在受精之前就能知道，魚卵能否很好的受精，以及它們能否形成生活力强的仔魚。虽然在这方面有过一些嘗試，但是現在还没有研究出可靠的与便于在实践上应用的方法（詳情參看〔16〕）。

精 子

如果雌魚能产出大量魚卵，那么雄魚所产生的精子要比它的卵多許多倍。精子数量很多：在1立方毫米精液中含有1千万（通常含有2百万—5百万精子^[34]）。

精子有一个細杆狀的头（几乎完全是由核質構成），头的后端稍为膨大，其后是短的中段与長的細尾（图版 I，图 1）。与貯藏大量营养物質的卵相比較，精子呈綫形：精子全長約有0.05毫米，头寬0.001—0.002毫米（即是比卵的直径小1000—4000倍）。

如果取一滴精液放在载玻片上，置于显微镜下观察，在高倍鏡下我們可以看到，精子并不活动。但是只要加些水，精子便开始迅速游动，弯曲的尾象鞭毛一样的运动。为了使受精作用成功，加些水使精子主动的活动是很重要的。在質量不好的精液中，精子不太活动，其中有很多精子仅仅尾能摆动而不能移动位置，也有的完全不能运动。

精子在水中只能生活有限的时间，因为它们主动运动，消耗許多能。在大多数硬骨魚的精子在水中保持活动性的时间很短^[42]：鮭魚的精子为45秒鐘，淡水鮭、白鮭及窩尔加鮭的精子为1分鐘，鱈魚的精子为1.5—2分鐘，鯉魚的精子为1.5—3分鐘，狗魚的精子为3—4分鐘。鱒魚的精子在水中生活10—15分鐘时，它的活动性不致显著的减低，在个别情况下活动性能保持数小时之久^[33, 34]。这可能与鱒魚在河中急流处产卵有关，卵与精子在那里迅速地散开。在这种条件下，精子長期地保持活动性与卵長期地保持受精能力，就保证了受精的巨大的有效性。

不加水的时候，精子不活动，它能很長时期保持生活力，特别是在低温（1—4°）时。因而为了保存精子可以把它放在乾器皿內，置于冰上。在用这样保存5—6晝夜的精液授精时，所得到的魚卵受精率及孵育仔魚的百分率，与用新鮮精液授精时一样。但是也

有这种情况，在两晝夜之后所有的精液全部死亡^(33,34)。在个别实验里，有的精子能生活 21 天⁽⁴³⁾。

在几乎透明的魚的精液內，精子很少，在保存它們到 2—3 天时便会死亡。如果把几个雄魚的精液搜集在一个器皿內，也是这样⁽⁴³⁾。把睪丸碎块保存在寒冷地方的实验沒有得到成功：在前几晝夜精子便全部死亡⁽³⁴⁾。

授精与魚卵的去粘化 (обесклеивание)

在自然繁殖时，成熟的魚卵由雌魚体腔进入輸卵管內，經過生殖孔逐渐地排入水中。雄魚也把精子产到那里。精子在水中主动地游动，与卵相遇之后，进行受精。

在繁殖鱈魚的时候，养魚者应保証卵与精子相遇。为了这个目的研究出了采取魚卵与魚精的方法，以及人工授精的方法。正确地进行这些手續对于保証以后孵育的成功是很重要的。

在人工繁殖时与自然产卵不同，需要一下子从雌魚取出全部魚卵，这对魚卵的質量有一定程度的影响，在魚卵中同时可能有的卵过度成熟(先排出的卵)，有的不够成熟而不能受精。在質量較好的魚卵中这种魚卵較少(占百分之几)，在采取魚卵的时机不合适时，可能具有这种魚卵。这样一来，采取魚卵的时机有很大的意义。

建議⁽²⁴⁾在按摩魚腹时出現第一部分魚卵之后，經過 1—2 小时，再采取魚卵。在成熟的雌魚，魚卵进入体腔內；如果提起雌魚魚头来，那么由于腹壁形成巨大的压力，魚卵便自动地由生殖孔流出来。用小槌震动成熟的雌魚的魚头，切断鰓血管(以使血液流出，而在取魚卵时所切断的地方少流血液)，先在下面放一个盆，然后由生殖孔至胸鳍水平剖开腹壁；所有的魚卵与体腔液便流入盆中。如果有一部分魚卵沒有排出来，而它和卵巢又容易分开，就可以用手取出它来。这样的魚卵需要与排出的魚卵分开，单独地授精与孵育，因为它们之中有一大部分魚卵沒有成熟，也有的在把它与卵巢

分开时受到损伤，不能受精。并且它們的受精百分率的低下通常是由于水霉菌的大量发育。所以，把这样取出来的魚卵与具有較高的受精率的排出来的魚卵混在一起，是不恰当的。

于排完卵以后，在第一部分魚卵中有时出現发粘的魚卵团块，在授精以前要把这种团块除去。

当把魚卵收集在盆內时，剩余的体腔液需要倒掉，因为它妨碍受精。

在采到魚卵之后立刻进行授精，才可以得到最好的效果。如果需要等一个短时期(例如在由几个雌魚采得魚卵，而雄魚不够用时)，則應該把魚卵保存在体腔液中，在授精以前再把剩余体腔液倒掉。魚卵与空气接触而乾燥时，迅速失去受精的能力。这可能是由于直射的太阳光綫与高温的作用。因而在授精之前保存魚卵与进行受精作用都需要在阴影地方，或是遮住阳光进行，在热天要避免拖延授精的时间。

在采到魚卵时，把精液收集在單独的干器皿中。应该采取2—3个雄魚的精子：在这种情况下可以避免因为其中一个的精液質量不好而不能授精。在把精液加至魚卵以前，需要往精液中加些水，象 В. П. 符拉斯基(Враский)于 1856 年所研究出的“乾受精法”(当时是这样称呼这种方法的)一样。在即將授精之前再往精液中加水，因为精子甚至短时期在水中存在也能减低它的活动力。在养鱖业常常采用改变的符拉斯基方法：由雄魚取出的精液放在單独的器皿內，然后澆在魚卵上，或者直接讓精子流在魚卵上，然后再加水。这时，在未稀釋的精子过多的地方，受精作用进行的不正常：可能会有过多的精子进入卵內；这样的卵常常发育成畸形，胚胎也常常在未孵出之前就已死掉^[16]。为了避免这个缺陷應該采用符拉斯基的原来方法，关于这个方法，К. 凱斯列尔(Кесслер)在 1863 年曾写道：“就在于把魚卵事先放在乾器皿內，將用少量水稀釋的魚精澆在魚卵上。”

在漁业发展过程中,于 B. П. 符拉斯基提出自己的方法以前,曾采用“湿”授精法: 先把魚卵, 然后把魚精压挤入盛滿水的器皿中, 讓它們在那里混合。但是, 因为許多种硬骨魚的卵与精子在水中很快就失去受精的能力, 在用“湿”授精法时, 受精的百分率常常很低; 因为这个緣故, 这个方法在各地都被符拉斯基的方法代替。在 1919 年 П. А. 馬斯洛夫(Маслов)⁽²⁸⁾提出了改进的鱒魚“湿”受精法: 多次地用水洗滌魚卵直至將全部体腔液除淨(需用 30 分鐘以下), 然后再把精液倒入淹沒魚卵的水中。П. А. 馬斯洛夫得到了很高的魚卵受精率, 因为鱒魚的卵与精子在水中很長時間保持受精能力。虽然如此, 但是無論是对于硬骨魚, 或是鱒魚都應該尽量采用符拉斯基的方法: 在按照馬斯洛夫的方法長時間浸洗魚卵的体腔液时, 未受精卵具有柔軟的膜, 很容易受到損伤; 另外, 在水的作用之下未受精卵常常失去受精的能力, 变为孤雌发育。

在受精时加入的精液的数量有很大的作用。正象我們已談过的, 过多的未以水稀釋的精液引起受精过程进行的不正常, 部分胚胎畸形发育(如果在加至魚卵以前, 先以水稀釋精液, 那么即使精子稍微多些也沒有什么害处)。另一方面, 在精液数量不足时, 受精的百分率也低。我們建議每千克魚卵采取 0.5—5 毫升的精液(在精液的液体的情况下还要多些)^(6, 34)。这很有趣, 如果采取 0.5 毫升的精液, 对于閃光鱒來說則每一个卵平均約可得到 2 万精子⁽³⁴⁾。当把精液再稀釋 20 倍时(每个卵約只得 1 千个精子), 則只有个别的卵才能受精⁽³⁵⁾。大概在用这种濃度的精液授精时, 在直接靠近魚卵的卵孔的地方精子很少, 而其他距离較远的地方的精子不能在授精过程中的短短几分鐘內游至卵孔。

在加入精液以后經過几分鐘之后, 受精卵的膜开始粘化。在养鱒业曾提出的孵育法, 在孵育时与在自然界中一样, 魚卵在粘着状态发育⁽³⁸⁾, 詳情参看⁽¹⁶⁾。在采用其他方法时[其中也包括現在养鱒业中采用的 П. С. 尤申科(Ющенко)的方法], 在魚卵粘