

厦门杏林湾普通鲮鱼性腺组织学研究*

何 大 仁

(厦门大学海洋系)

肖 金 华** 石 燕 飞

(国家海洋局第三海洋研究所)

提 要

本文报道了对厦门郊区封闭的海湾杏林湾普通鲮鱼性腺的组织学观察结果。观察结果表明,普通鲮鱼成熟系数变化周期和性腺发育情况相一致,首次成熟年龄为3岁,成熟时间在11、12月。杏林湾普通鲮鱼生长发育与美国的相似,而比地中海、黑海的同种鱼要快。普通鲮鱼大生长期卵母细胞吸收过程分三个阶段,从11月下旬开始,延续到翌年1—2月结束。大生长期的卵母细胞吸收过程主要依靠滤泡上皮细胞活性提高,产生分泌物促进透明层、胶质层和卵母细胞内含物的分解,滤泡上皮细胞还直接吞噬卵黄颗粒。

普通鲮鱼 (*Mugil cephalus* Linné) 是港养鱼类的优良品种,在进行人工繁殖工作中提出了一些问题,如在杏林湾大面积的半封闭水体中放养的普通鲮鱼性腺发育情况怎样?能否生殖或是退化?为了解决这些实际问题,并了解普通鲮鱼性腺发育规律,我们进行了本项研究工作。

有关鲮科鱼类性腺组织学研究, Пепрат (1959、1960)^[20,21]曾对金鲮 (*Mugil auratus* Risso) 卵巢作过研究。Stonger (1959)^[8]对体长19—42.5毫米的普通鲮鱼性腺的结构及发育进行了研究。Stahl & Leray (1961)^[9]在硬骨鱼类的卵子发生一文中,对普通鲮鱼和大头鲮 (*Mugil capito*) 卵母细胞卵膜的放射区及其附属物的来源和意义进行了研究。Житнев 等人 (1974)^[19]研究了普通鲮鱼 (*Mugil cephalus* Linné) 和尖鼻鲮 (*Mugil sabiens* Risso) 的性腺状态及注射垂体后所引起的变化。Pien 等人 (1975)^[7]对经注射激素后的普通鲮鱼性腺组织学变化进行了研究。

材 料 与 方 法

普通鲮鱼性腺材料系1961年9月到1962年10月间按月自集美水产公司收购站收集,共采集104尾雌鱼标本,现场进行测量记录,卵巢用波恩氏(Bouin)液固定,另一部分

* 承蒙张其永、杜金瑞、吴冲渊、李福振同志协助收集标本,年龄鉴定由李福振同志协助完成,在此一并致谢。

** 现在厦门大学海洋系。

用福尔马林固定供研究脂肪之用。石蜡包埋切片,厚度为6—8微米,用偶氮——卡红,铁苏木精和台氏苏木精染色。脂肪用冰冻切片,苏丹III染色,也用石蜡切片,苏丹黑B染色。

观察结果

(一) 成熟系数的年龄变化

雌鱼性腺发育情况,以卵巢占体重的千分比来表示成熟系数。

从普通鳙鱼成熟系数的年龄变化中看到,在II龄组的系数最低,并有随年龄的增加而逐渐增大的趋势。而在III龄组,于10月和11月分别达到第一次高峰,它们的成熟系数为47.5%和56.7%,12月分以后又下降,到7月份最低,仅为0.5%。IV龄组,在11月份也出现一次高峰,最大的个体性腺重达525克,成熟系数215.1%,平均为130.1%,到2月份又下降为3.6%。V龄组,在11、12月间也出现一次高峰,二个月间平均成熟系数分别为96.6%与151.0%,12月份最高的达185.8%,2、3月间又下降为83.1%与6.4%,而以6月份最低,为0.7%。VI龄组,在11月和12月份也出现一次高峰,成熟系数80.2%与138.3%,到7月份下降为6.7%。

雌鱼成熟系数变化和性腺发育情况相吻合。可以看到普通鳙鱼雌鱼首次性成熟时间是3岁。在成熟以前,卵母细胞处在小生长期的时间很长,只有到第3年10月份以后才转入大生长期,在短期内(1—2个月)成熟并过渡到生殖状态。这时期恰好与平均水温从10月份28°C下降到12月份17°C的过程相一致。根据成熟系数的变化看到普通鳙鱼生殖季节应在11月和12月份。1月份成熟系数重新下降,这与卵巢内未排出的卵母细胞被吸收有关。下降继续到翌年的8—9月份为止。从第四年开始,每年11月、12月间重复成熟与生殖一次,因此,成熟系数的变化周期也每年重复一次。

(二) 卵母细胞各发育时期的特征

1. 小生长期卵母细胞

(1) 小生长初期卵母细胞时相(B时相),见图1。卵巢呈叶瓣状,内腔型构造。空腔在卵巢中间,每瓣上卵母细胞成单行排列在靠内一侧。二行卵母细胞之间为血管和结缔组织。卵母细胞体积小,形状不规则,其卵径 10.26×11.97 — 94.05×85.50 微米。只有一层卵膜,在膜中稀疏分布着细小而长椭圆形的滤泡细胞核,滤泡细胞质还不明显。卵母细胞的细胞质染色均匀,为细小颗粒状物。细胞核大,呈卵圆形或圆形,占卵母细胞较大部分。核径为 6.84×6.84 — 46.17×42.75 微米,位于细胞中央,核膜界限清楚,核内染色体已完全消失,染色质多数呈网状分布。核仁多数分布在核膜内周边,少数分布在核中央。核仁数目,在一个切片上多少不等,一般2—34个。核仁径 1.54×1.54 — 10.78×13.09 微米。

(2) 卵母细胞单层滤泡时相(O时相),见图2。卵巢呈叶瓣状排列,各瓣有延长和

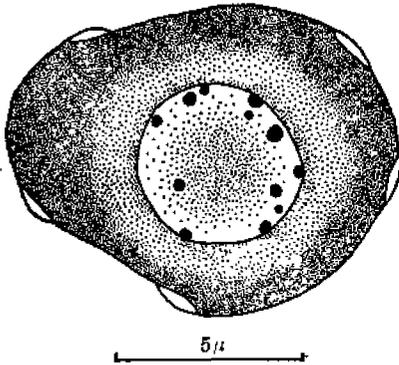


图 1 小生长初期卵母细胞时相—B 时相

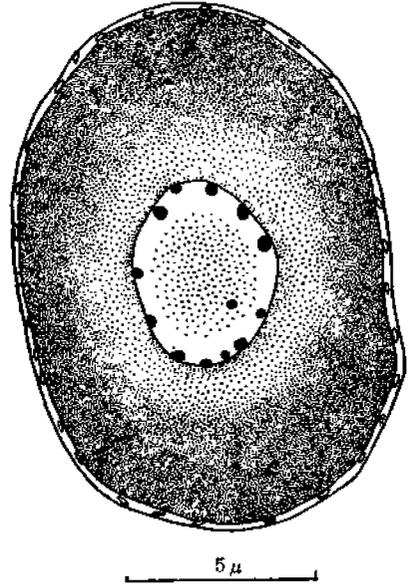
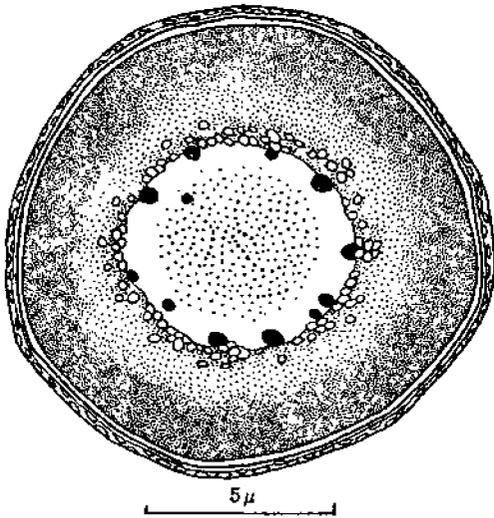
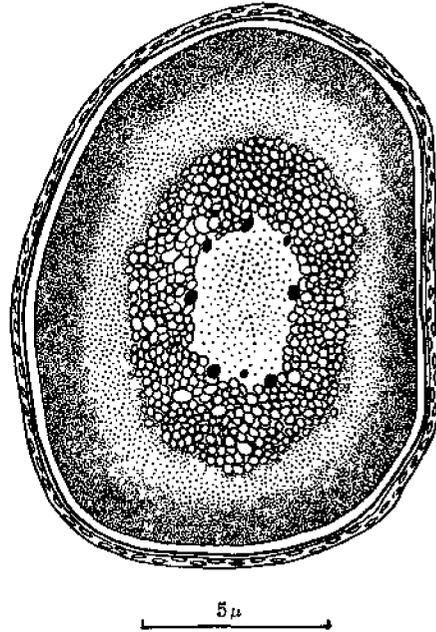


图 2 卵母细胞单层滤泡时相—C 时相

弯曲。卵母细胞体积逐渐增大, 形状卵圆形或圆形。细胞径 $75.24 \times 71.82 - 124.83 \times 117.99$ 微米。开始出现一层滤泡膜和一层透明层, 用台氏苏木精染色, 滤泡膜无色透明, 透明层着桃红色, 这是本时相的主要特征。在滤泡膜中稀疏排列着长椭圆形的滤泡细胞核。卵膜界限清楚, 细胞质均匀分布。用苏丹 III 染色, 尚无脂肪的颜色反应。核位于细胞中央, 核膜界限清楚, 核大, 呈卵圆形或圆形, 核径 $23.94 \times 30.78 - 71.82 \times 68.40$ 微米。染色质还呈网状分布, 有的已不明显。核仁多数分布在核膜内周边, 少数分布在核中央。核仁数目, 在一个切片上多少不等, 一般 3—24 个, 核仁径 $1.54 \times 1.54 - 8.47 \times 8.47$ 微米。

2. 大生长期卵母细胞(D 时相)

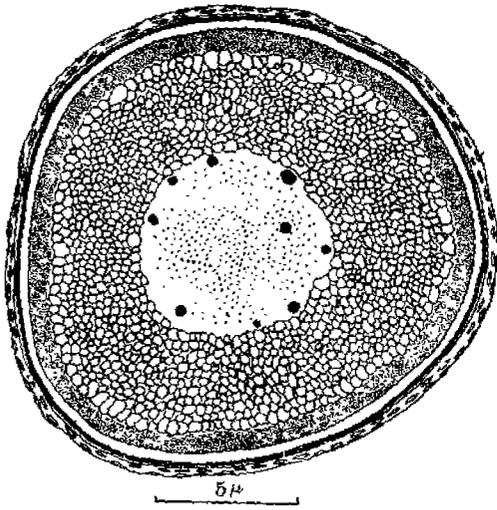
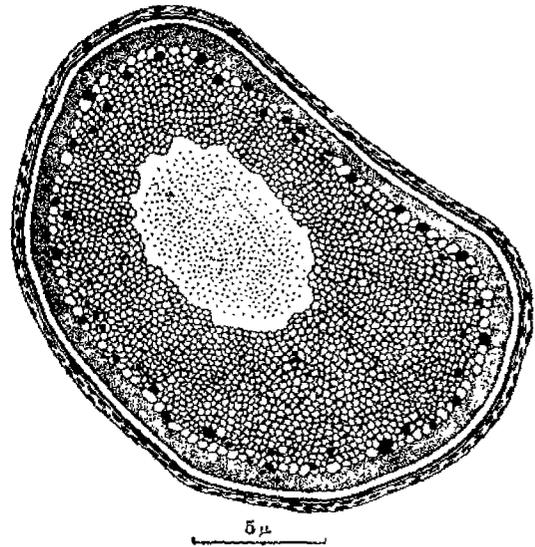
(1) 出现 1—2 层液泡时相(D_1 时相), 见图 3 卵母细胞排列开始疏松, 形状卵圆形或圆形, 体积进一步增大, 卵径 $109.44 \times 90.63 - 141.93 \times 124.83$ 微米。除具有滤泡膜和透明层之外, 在透明层外周出现一层着色较深的胶质层。用偶氮-卡红法染色, 滤泡膜无色透明, 透明层染成浅蓝色, 胶质层着深蓝色。滤泡膜内已具有相间排列的二层滤泡细胞, 外层较薄, 并与卵巢结缔组织交错在一起, 外层的滤泡细胞核较内层的滤泡细胞核来得细长。卵膜界限清楚, 膜厚 $0.77 - 1.16$ 微米。此外, 在核膜外周边开始出现 1—2 层的液泡, 用苏丹 III 染色, 在核周边出现 1—2 层染成橙黄色的脂肪粒, 脂肪粒径约 $1.0 \times 1.0 - 3.08 \times 3.08$ 微米。这些都是本时相的主要特征。除液泡出现的位置外, 细胞质均匀分布。核呈卵圆形或圆形, 位于细胞中央。核膜界限开始不清楚, 核内出现小球状颗粒, 用偶氮-卡红法染色, 染成玫瑰红。核径 $34.20 \times 35.91 - 63.27 \times 44.46$ 微米。核仁多数分布在核膜内周边, 少数分布在核中央。核仁数目, 在一个切片上多少不等, 一般 5—21 个, 核仁径 $2.31 \times 2.31 - 4.62 \times 3.85$ 微米。

图3 出现1—2层液泡时相— D_1 时相图4 液泡占细胞质一半时相— D_2 时相

(2) 液泡占细胞质一半时相(D_2 时相),见图4 卵母细胞排列较松,形状卵圆形或圆形,卵径 $119.70 \times 116.28—150.48 \times 123.12$ 微米。胶质层和透明层明显,卵膜界限清楚,膜厚 $1.13—1.54$ 微米。滤泡膜内的滤泡细胞核呈二层排列整齐而相互靠近。液泡已逐渐向外扩散,占从核周边至卵膜内边缘的一半,液泡体积逐渐增大。用苏丹 III 染色,脂肪粒已逐渐向外扩散占细胞质一半,脂肪粒径 $1.0 \times 1.0—3.08 \times 3.85$ 微米,这是本时相的主要特征。细胞质随着液泡的逐步增多而减少。核呈卵圆形或圆形,核径 $37.62 \times 54.72—68.40 \times 51.30$ 微米,位于细胞中央。核膜界限不清楚,核内具有小球状颗粒。核仁多数分布在核膜内周边,少数分布在核中央,核仁数目,在一个切片上多少不等,一般 $6—13$ 个,核仁径 $2.31 \times 2.31—4.62 \times 3.08$ 微米。

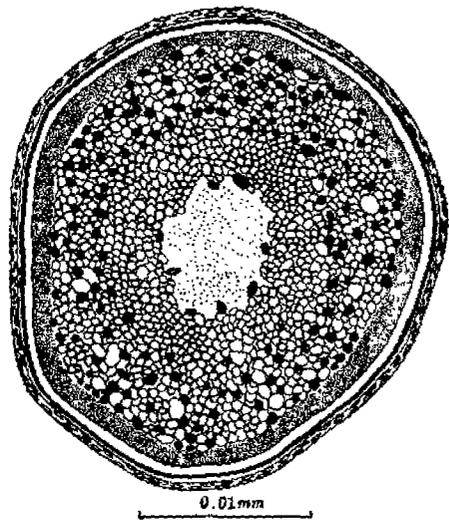
(3) 液泡充满细胞质时相(D_3 时相),见图5 卵母细胞排列较松,形状卵圆形或圆形,卵径 $133.38 \times 112.86—167.58 \times 164.16$ 微米。卵膜界限清楚,膜厚 $1.54—1.93$ 微米。胶质层和透明层明显。滤泡膜内的滤泡细胞核呈二层排列整齐而相互靠近。液泡已充满整个卵母细胞,靠近卵膜内边缘1—2层的液泡较大,此阶段,脂肪粒已充满整个细胞,脂肪粒径 $3.08 \times 3.08—5.39 \times 5.39$ 微米,这是本时相的主要特征。细胞质只在卵膜附近分布一小层。核呈卵圆形或圆形,核径 $30.78 \times 56.43—63.27 \times 49.59$ 微米,位于细胞中央。核膜界限不清楚,核内具有小球状颗粒,核仁多数分布在核膜内周边,核仁数目,在一个切片上多少不等,一般 $8—13$ 个,核仁径 $3.08 \times 3.08—6.16 \times 3.85$ 微米。

(4) 出现1—2层卵黄粒时相(D_4 时相),见图6 卵母细胞排列疏松,形状卵圆形或圆形。细胞体积再进一步增大,卵径 $152.24 \times 138.40—207.60 \times 193.76$ 微米,卵膜界限清楚,膜厚 $1.54—2.31$ 微米。胶质层明显,透明层逐渐加宽,其宽度 $0.77—1.54$ 微米。滤

图5 液泡充满细胞质时相— D_3 时相图6 出现1—2层卵黄粒时相— D_4 时相

泡膜仍具有二层滤泡细胞核。液泡已充满整个卵母细胞，卵黄粒开始在靠卵膜的细胞质处出现，呈1—2层排列，这是本时相的主要特征。用偶氮-卡红法染色，卵黄粒被染成玫瑰红。卵黄粒径 2.31×3.08 — 6.16×4.62 微米，细胞质在卵膜附近分布较多。核呈卵圆形或圆形，核径 37.62×20.52 — 66.69×56.43 微米，位于细胞中央。核膜界限不清楚，核内具有小球状颗粒。核仁多数分布在核膜内周边，核仁数目，在一个切片上多少不等，一般5—11个，核仁径 2.31×2.31 — 3.85×5.39 微米。

(5) 卵黄粒占细胞质一半时相(D_5 时相)，见图7 卵母细胞排列疏松，形状呈卵圆形或圆形。细胞体积继续增大，卵径 190.30×173.00 — 269.58×256.04 微米。卵膜界限清楚，膜厚 2.31 — 3.85 微米。胶质层明显，透明层进一步加宽，其宽度 1.54 — 3.08 微米。滤泡膜内的二层滤泡细胞核排列紧密。细胞质在卵膜附近分布较多。液泡充满整个卵母细胞。卵黄粒已逐渐向内扩散，占从卵膜内边缘至核周边的一半，卵黄粒径 4.62×3.85 — 12.32×11.55 微米。核形状开始不规则，这些是本时相的主要特征。核膜模糊不清，核径 42.75×80.37 — 71.82×76.95 微米。核位于细胞中央，核内具有明显的小球状颗粒。核仁多数分布在核膜内周边，核仁数目，在一个切片上多少不等，一般8—13个，核仁径 3.85×3.85 — 8.47×7.70 微米。

图7 卵黄粒占细胞质一半时相— D_5 时相

(6) 卵黄粒占细胞质 $2/3$ 或将近充满细胞质

时相(D₀时相) 卵母细胞排列进一步疏松,形状呈卵圆形或圆形。细胞体积更进一步增大,卵径 230.64×215.76 — 380.60×356.38 微米。卵膜界限清楚,膜厚 3.85 — 6.16 微米。胶质层明显并加宽,透明层宽度 2.31 — 4.62 微米,并具有明显放射条纹。滤泡膜内的滤泡细胞核形状变短而粗,滤泡膜厚 1.54 — 3.85 微米,卵黄粒的体积增大,粒径 3.08×4.62 — 14.63×14.63 微米。卵黄粒尚未布满到核周边,在核外周还留有一些液泡,这是本时相的主要特征。核位于细胞中央,形状不规则。核膜模糊不清,核径 53.01×59.85 — 64.98×95.76 微米,核内具有不少的小球状颗粒。核仁多数分布在核膜内周边,核仁数目,在一个切片上多少不等,一般 2 — 13 个,核仁径 3.85×3.85 — 8.47×7.70 微米。

3. 卵黄粒充满细胞质卵母细胞生长最大时相(E时相)(图8)

卵母细胞形状呈卵圆形或圆形。卵径 386.88×334.84 — 424.08×409.20 微米。卵膜界限清楚,膜厚 4.62 — 8.47 微米。透明层、胶质层及滤泡膜厚度均相继加宽,其中滤泡膜厚 2.31 — 4.62 微米。透明层宽 3.08 — 7.70 微米。卵黄粒的体积增大,颗粒径 6.16×6.16 — 15.4×13.86 微米。卵黄粒并已均匀充满细胞质,这是本时相的主要特征。核位于细胞中央,形状多数呈扁梭形,核变小,核径 23.94×47.88 — 34.20×80.37 微米。核仁多数分布在核内周边,核仁数目减少,在一个切片上多少不等,一般 3 — 7 个,核仁径 4.62×3.85 — 9.24×8.47 微米。

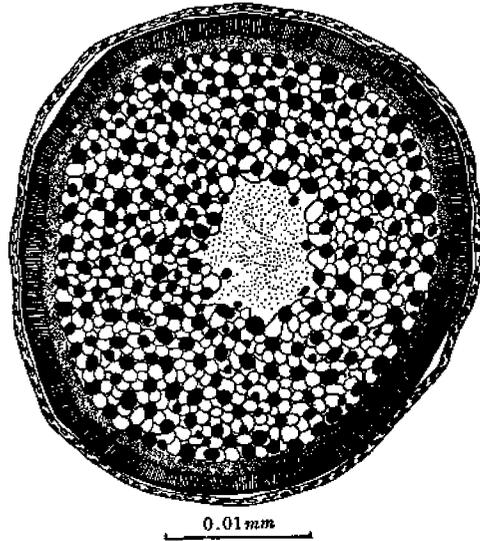


图8 卵黄粒充满细胞质时相—E时相

(三) 普通鲮鱼卵巢发育分期特征

根据我们收集到的普通鲮鱼雌性性腺包括 II、III、IV、IV—II 各期,特征如下:

II 期卵巢:

外观——卵巢呈圆带状,肉红色,半透明,肉眼看不到卵粒,表面有血管分布。

组织学观察——卵巢呈叶瓣状,包括有 B 时相和 C 时相的卵母细胞。细胞体积小,形

状不规则。

III 期卵巢:

外观——卵巢呈圆筒状,淡黄色,表面的血管清晰,卵巢体积增大,约占腹腔的 1/2 至 2/3。肉眼可见到卵粒,切下卵巢小块,卵粒不易脱落。

组织学观察——卵巢包括早期的 D_1 时相和较后期的 D_2 时相的卵母细胞。细胞体积增大,排列较松,形状呈卵圆形或圆形。

IV 期卵巢:

外观——卵巢呈圆筒状,橙黄色,表面血管加粗明显,卵巢约占腹腔 2/3 甚至满腔。卵粒大且分离,切下卵巢小块,卵粒易脱落。

组织学观察——卵巢包括 D_3 和 E 时相的卵母细胞,细胞体积进一步增大。

IV—II 期卵巢:

外观——卵巢松弛,具厚膜,呈淡黄色,不透明,肉眼看不到卵粒,表面血管清晰,卵巢体积显著变小。

组织学观察——卵巢呈叶瓣状,剩下被吸收后的卵母细胞空腔痕迹。

(四) 卵母细胞被吸收各不同阶段特征

1. 大生长期卵母细胞吸收第 I 阶段 (图 9)

整个切片上分布着大量的血管和结缔组织细胞,卵母细胞排列疏松,体积增大,卵径 $379.44 \times 372.00—513.56 \times 505.92$ 微米,形状呈卵圆形或圆形。卵膜界限开始模糊不清,透明层显著加宽,其宽度从 $3.08—7.70$ 微米增宽到 $7.70—26.18$ 微米。透明层内的放射条纹排列开始不规则且变粗。胶质层外周,透明层内侧开始溶解而出现缺刻或断裂现象。滤泡膜内出现小空腔,滤泡膜逐渐加宽,宽度 $2.31—6.16$ 微米,其膜内的二层滤泡细胞核排列紊乱,形状变短而圆,滤泡细胞径 $2.31 \times 5.39—4.62 \times 5.39$ 微米,并开始侵入透明层边缘。

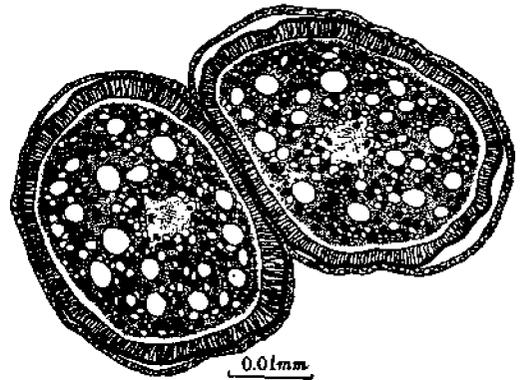


图 9 大生长期卵母细胞吸收第 I 阶段

除了卵膜起变化之外,卵黄粒开始分解,首先靠近卵膜附近的卵黄粒(卵黄粒径为 $8.47 \times 8.47—23.10 \times 16.17$ 微米)以不同形式逐渐分解为小颗粒(卵黄粒径 $0.77 \times 0.77—4.62 \times 4.62$ 微米)。在此阶段,这种小卵黄粒多数分布在卵膜附近。随着卵黄粒逐渐分解,卵母细胞内出现了蜂窝状的空腔。

核膨大呈不规则形状,位于细胞中央。核径 $34.20 \times 66.69—145.35 \times 136.80$ 微米。核膜边缘呈放射状,界限模糊,核内小球状颗粒增多。核仁多数分布在核膜内周边,核仁数目多少不等,在一个切片上,一般 2—17 个,核仁径 $2.31 \times 2.31—11.55 \times 10.78$ 微米。

2. 大生长期卵母细胞吸收第II阶段(图10)

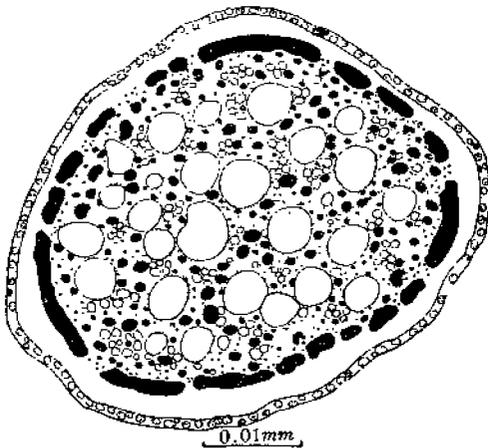


图10 大生长期卵母细胞吸收第II阶段

切片上分布着大量的血管和结缔组织细胞。卵母细胞之间的排列,有的已相互靠近,其滤泡膜相连一起。细胞体积进一步增大,卵径 409.20×409.20 — 520.80×483.60 微米,形状呈卵圆形或圆形。卵膜界限模糊不清,胶质层和透明层已断裂,透明层宽度 10.78 — 23.10 微米,并逐渐溶解和消失,放射条纹也模糊逐渐消失。滤泡膜显著加宽,宽度 4.62 — 11.55 微米。有的滤泡膜与胶质层分离而形成一个空腔。滤泡细胞核体积扩大,逐渐呈方形,核径为 3.85×5.39 — 6.93×6.16 微米,排列极不规则,多数已侵入透明层内。由于滤泡细胞的吞噬作用,越靠近卵膜的卵黄粒越小,有的已移向透明层断裂处,有的已整批进入透明层内,卵黄粒径 0.38×0.38 — 3.08×3.08 微米。同时在滤泡层内可以看到许多被它吞噬的细小红色的卵黄粒(颗粒径 15.40×16.17 — 20.02×16.94 微米)剩下不多,绝大多数已分解为小颗粒了(颗粒径 0.38×0.38 — 2.31×2.31 微米)。液泡也逐渐溶解消失,随着营养质进一步被吸收,蜂窝状的空腔越来越大,核及核仁也消失。

3. 大生长期卵母细胞吸收第III阶段(图11)

整个切片上布满着大量的血管和结缔组织细胞。卵母细胞之间的排列已连成一片,体积缩小,卵径 297.60×260.40 — 401.76×372.00 微米。胶质层和透明层完全消失,在透明层的痕迹上布满着大量的滤泡细胞核、结缔组织细胞和红血球。卵母细胞内的营养物质已完全被吸收完,剩下空腔痕迹。

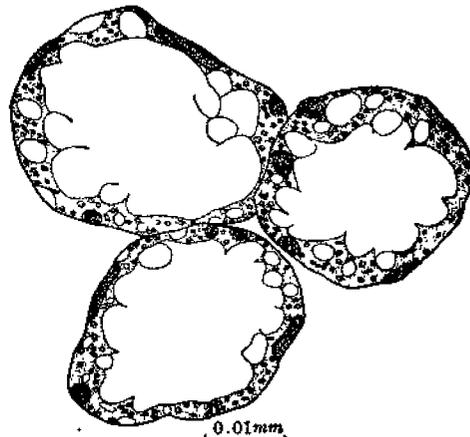


图11 大生长期卵母细胞吸收第III阶段

(五) 性腺年周期变化

I龄鱼自1961年12月至翌年4月,平均体长为33.7厘米,平均体重631.7克,平均性腺重1.4克,平均成熟系数2.0%,卵巢II期,卵母细胞发育处于B和C时相阶段。

II龄鱼自1961年10月至翌年9月,平均体长为40.9厘米,平均体重1109.1克,平均性腺重3.4克,平均成熟系数为2.8%。卵巢II期,卵母细胞发育处于B和C时相阶段。1962年10月,编号为155、156、157的三尾鱼,平均体长44.1厘米,平均体重1492.4克,平均性腺重7.1克,平均成熟系数4.7%,卵母细胞只发育到B、C和D₁时相。

III 龄鱼, 1961 年 11 月的编号 12 的鱼, 体长 53.4 厘米, 体重 2775.0 克, 性腺重 156.8 克, 成熟系数 56.7%, 卵巢 IV 期, 卵母细胞发育到 E 时相。1962 年 10 月, 平均体长 52.6 厘米, 平均体重 2427.7 克, 平均性腺重 105.8 克, 平均成熟系数 43.1%, 卵巢 IV 期, 卵母细胞发育到 E 时相。

IV 龄鱼, 1961 年 10 月至 11 月初, 平均体长 56.0 厘米, 平均体重 3012.5 克, 平均性腺重 100 克, 平均成熟系数 33.1%, 卵巢 IV 期, 卵母细胞发育到 D₀ 和 E 时相。

1961 年 11 月中旬开始到下旬, 平均体长为 54.2 厘米, 平均体重 2720.7 克, 平均性腺重 405.8 克, 平均成熟系数 151.8%, 卵母细胞处于大生长期吸收第 I 阶段。

1962 年 2 月和 8 月, 平均体长 54.3 厘米, 平均体重 2784.2 克, 平均性腺重 11.6 克, 平均成熟系数 4.1%, 卵母细胞发育又恢复到 B 和 C 时相。在同年 10 月, 编号 167 的鱼, 体长 51.3 厘米, 体重 2799.0 克, 性腺重 160 克, 成熟系数 57.2%, 卵巢 IV 期, 卵母细胞第二次发育到 D₀ 和 E 时相。

V 龄鱼, 1961 年 11 月上旬, 16 号鱼, 体长 60.0 厘米, 体重 3800 克, 性腺重 252.6 克, 成熟系数 66%, 卵巢 IV 期, 卵母细胞发育到 E 时相。

1961 年 11 月下旬开始到 12 月, 平均体长 58.9 厘米, 平均体重 3413.2 克, 平均性腺重 4694 克, 平均成熟系数 138.6%, 卵母细胞处于大生长期吸收第 I 阶段。1962 年 1 月开始到 2 月, 平均体长 57.6 厘米, 平均体重 2868.3 克, 平均性腺重 324.8 克, 平均成熟系数 120.6%, 卵母细胞处于大生长期吸收第 II 和第 III 阶段。

1962 年 3 月至 6 月, 卵母细胞又恢复到 B 和 C 时相。同年 10 月编号 164 号鱼, 体长 58.3 厘米, 体重 3804.5 克, 性腺重 230 克, 成熟系数 60.5%, 卵母细胞又发育到 E 时相。在同年 10 月编号 165 号的 VI 龄鱼, 体长 58.5 厘米, 体重 4160 克, 性腺重 220 克, 成熟系数 52.9%, 卵母细胞又发育到 E 时相。

通过卵巢和卵母细胞的年周期变化, 看出它和成熟系数年周期变化是一致的。

讨 论

1. 普通鳊鱼成熟系数变化周期与性腺发育情况相一致, 并可推测雌鱼第一次性成熟是在 3 龄, 生殖季节由于封闭的杏林湾环境条件不适, 大生长期的卵母细胞遭到退化吸收, 以后每年重复成熟一次。

在 2 龄鱼中, 10 月份出现二尾例外, 即 159 号鱼(性腺重 40.2 克, 成熟系数 23.3%) 和 161 号鱼(性腺重 66.5 克, 成熟系数 37.3%) 都出现大生长期 D₀ 时相的卵母细胞。分析其原因, 由于其生长与年龄不一致所引起。它们的年龄是 2 岁, 而它们的体重分别为 1722.5 克和 1770.4 克, 超过本年龄组的平均体重(1152.7 克), 结果引起了它们性腺的提早成熟, 但是, 整个卵巢还是很小, 无法达到成熟的最后阶段, 结果将退化与吸收。此外, 在 3 龄鱼中, 第 53 号鱼, 性腺重仅 7.8 克, 成熟系数 5.1%, 卵母细胞处于小生长期 C 时相。推测其原因, 由于生长落后于年龄的要求, 一般 3 龄鱼平均体重为 1999.7 克, 而 53 号鱼只有 1543.8 克, 因此, 推迟了性腺的发育。在这方面 Чернышев^[24] 早在 1947 年研究梭隆察湖野鲤 2、3 岁雌鱼性产物与年龄, 鱼体大小及成熟程度之间不相适应性时指出, 对

鱼类生长有利的条件,并非一定对性成熟有利;反之,对性成熟有利的条件,可能对生长是不利的。

2. 根据成熟系数变化周期与性腺发育情况一致,断定普通鳊鱼生殖季节是在11、12月间。当秋冬季水温下降到 20°C 以下时,性腺迅速发育成熟。与其他海区比较,黑海普通鳊鱼性成熟年龄为6—8岁(Бабалян^[13]),雄鱼6—7岁,雌鱼7—8岁(Г. В. 尼科里斯基)^[1]。杏林湾普通鳊鱼雌鱼性成熟年龄较黑海要早4—5年,一方面,水温显著影响生长,黑海年平均水温较杏林湾低,夏季黑海表层水温 $27-28^{\circ}\text{C}$,最高达 29°C ,冬季在黑海北方下降到 1.4°C ,甚至结冰,其外海水温夏季 22.11°C ,冬季 7.15°C (Зоньевич)^[14]。而杏林湾每月平均水温夏季(7、8月份)最高为 31°C ,而1、2月份最低,分别是 13°C 和 12°C 。除了水温影响生长发育外,杏林湾丰富的饵料基础,也是加速其生长发育的主要原因。黑海首次性成熟年龄6—8岁时,雌鱼体长34厘米,雄鱼30厘米,而杏林湾在3岁时,雌鱼体长已达到49.1厘米。将杏林湾、黑海、地中海1—6岁鱼体长、体重关系比较如下表:

杏林湾、黑海、地中海鳊鱼生长比较表

年 龄	杏林湾(1961—62)		黑 海(1936—37)		地中海, 意大利(1939)	
	平均全长 (厘米)	平均体重 (克)	平均全长 (厘米)	平均体重 (克)	平均全长 (厘米)	平均体重 (克)
1	33.7	681.7	10.8	18	18	115
2	41.3	1152.7	16.3	62	29	410
3	49.1	1999.7	20.8	112	38	940
4	54.3	2795.9	24.8	229	42	1300
5	58.7	3333.7	28.1	320	44	1500
6	61.3	4077.0	31.2	429	45	1600

注: 黑海、地中海材料根据 J. C. Беpr (1949)^[13]

从上表看到,杏林湾的普通鳊鱼比黑海和地中海相同年龄的生长都要快。Г. В. 尼科里斯基^[1]提出“鳊鱼的性成熟同生长速度有关,而鳊鱼在不同水域中的生长速度是相同的。我们的上述材料也证明,食物丰富水温较高能影响发育,使其提早成熟生殖。美国的普通鳊鱼首次性成熟年龄,雄鱼2岁,雌鱼3岁(Stenger)^[8],则与厦门地区相似。

普通鳊鱼的生殖季节,根据对杏林湾普通鳊鱼性腺发育材料和我们在福建沿海调查来看,是在11—12月间,分几批进行产卵,日本沿海则与厦门相近或稍迟,为10—1月(田村正)^[4]。香港比厦门更迟,为11—3月(Беpr)^[13],但根据 Bromhall^[9]的研究,普通鳊鱼生殖在11月底和12月底分二次短期内进行,并与月相和涨潮有关,这个材料与厦门地区近似。美国普通鳊鱼在佛罗里达州西岸生殖时间为12—2月间,产卵场是硬砂海底的内湾(Breder)^[5],较厦门稍迟。澳洲普通鳊鱼全年在淡水河口均可发现,夏末,秋天入海生殖,成熟个体并非每年生殖(Thomson)^[10],根据 Беpr^[13]的研究,时间更长,从5、6月到9月。从厦门、澳洲、日本、香港、美国的普通鳊鱼生殖均与水温的下降相联系,在冬季较低水温中进行,而黑海普通鳊鱼则在夏季水温上升达最高峰时进行,黄渤海则是在春季水

温开始回升时进行,表明了同一种鱼在不同的生态条件下有不同的生殖习性。

3. 在杏林湾封闭水体中,普通鳊鱼性腺发育无法成熟和生殖,卵母细胞发育到大生长期后,即开始退化吸收。普通鳊鱼与其他鳊科鱼类不同。Wimpenny^[11]研究埃及 Qarum 湖(盐度为 20%)大头鳊(*Mugil capito*)能在其中生殖。根据我们的观察和调查,没有在杏林湾内发现产过卵的普通鳊鱼。主要原因是各种鳊科鱼类生殖要求的条件不同。Пеprat^[10]对金鳊(*Mugil auratus* Risso)研究,发现金鳊在摩洛哥河湾中肥育,冬天离开近海浅水池,在黑海诺沃罗斯斯克近海可捕到金鳊亲鱼,对卵巢组织学研究看到在河口水池秋冬季卵巢仅处在 I、II 期阶段性未成熟的个体,而在外海捕到的则包括 I、II、III、IV 及 VI—II 各期卵巢,普通鳊鱼在生殖习性上与金鳊相似。我们看到杏林湾普通鳊鱼卵巢中卵母细胞发育到 E 时相后便不能再进一步发育与成熟。这与杏林湾在春、夏、秋季是普通鳊鱼良好的肥育场所,冬季水温下降,大批鳊鱼,离开浅水肥育区,游向海堤边的深水区,企图到外海适宜的场所去,由于海堤拦断了往产卵场去的通道,结果卵母细胞被吸收,卵巢退化。

普通鳊鱼的产卵场, Breder^[12]指出佛罗里达西岸有较宽的红树林,鳊鱼即游到这一带沙滩产卵。Дехвиак^[14]提出普通鳊鱼在比较远的海区中产卵。苏联 Зайцев^[13]综合过去对鳊科鱼类产卵场分布的意见有三种,即,(1)既能在河口水池,也能在海中生殖。(2)仅在沿海生殖。(3)在远离海岸的外海。他对卵和仔鱼分布的研究而确定产卵场在远离海岸的外海,而他在关闭水体中试养鳊鱼亲鱼也未能生殖,并引证 Perimuttee 研究工作, *Mugil cephalus* 在海湾中不能成熟的例子,进一步提出鳊鱼在近岸水池(无论开或闭)中均不能生殖,在这种水池中无法培育亲鱼,但可通过各种方法来促进性腺成熟(如垂体注射),他还认为要解决苗种问题,必须研究产卵场,并从该处得到亲鱼,鱼卵和仔鱼。根据我们在福建沿海的调查研究,认为 Зайцев 在产卵场方面的意见是正确的,但是,不是全部鳊科鱼类,而仅仅限于普通鳊鱼的产卵场是位于离海岸较远的外海。例如,我们在福建平潭的调查,在生殖前,沿海可捕到性腺发育良好的亲鱼,到了生殖季节,它们都到外海产卵场去了,而生殖季节过后,在海边又可捕到产过卵的亲鱼。

我们的研究也证明在封闭的杏林湾中普通鳊鱼性腺无法成熟而在产卵季节过后被吸收退化。A. Н. Житенев 等^[15] 1974 年在基席尔塔什鳊鱼养殖场检查了普通鳊鱼 (*Mugil cephalus* L.) 和尖鼻鳊 (*Mugil saliens* Risso) 的性腺状态,以及垂体注射后所引起的变化时指出,成熟度为 IV 期的卵母细胞按照它的形态和生理状态可分为三个阶段。垂体注射只对成熟度处于 IV_B 期的亲鱼引起完全的成熟与排卵,而对 IV_A 及 IV_C 期的亲鱼则引起卵母细胞的吸收。

4. 根据普通鳊鱼卵母细胞发育的同时性,确定它是一次产卵类型,而不是分批产卵。但在生殖季节,亲鱼的成熟和生殖则在先后之分,先成熟的亲鱼早生殖,后成熟的亲鱼后生殖。

5. 卵黄粒充满细胞质时相的大生长期卵母细胞退化吸收过程有一定的顺序性,并在这一过程中,看到滤泡上皮细胞起了很大的变化,滤泡层的厚度逐步加宽,从 E 时相的 2.31—4.62 微米到吸收第 I 阶段的 2.31—6.16 微米,吸收第 II 阶段 4.62—11.55 微米。滤泡细胞核径也有变化,吸收第 I 阶段 2.31×5.39 — 4.62×5.39 微米,吸收第 II 阶段

3.35×5.39—6.93×6.16 微米。在吸收过程,滤泡层内细胞核从二层排列过渡到排列紊乱,并开始侵入透明层边缘,接着胶质层和透明层断裂。我们认为在吸收过程中,起主要作用的是滤泡上皮细胞,这时,一方面由于滤泡细胞分泌机能加强,表现在滤泡细胞和核的加大,并在细胞内出现液泡,其分泌物促使胶质层和放射层的溶解,并且,能通过放射层进入卵母细胞内,促使卵黄粒的分解。在卵母细胞内看到卵黄粒从边缘往中心逐渐分解,卵黄粒径,靠细胞核附近的颗粒 8.47×8.47—23.10×16.17 微米,而靠卵膜周围的小颗粒 0.77×0.77—4.62×4.62 微米。分解的小颗粒往边缘移动,有的移向透明层断裂处,甚至整批进入透明层内。卵黄物质及其他物质分解后,逐步被吸收。另一方面,滤泡上皮细胞直接具有吞噬细小卵黄粒的作用。在吸收第 II 阶段可看到滤泡细胞层内包含了许多细小的卵黄粒,而在吸收第 III 阶段则完全被分解吸收而告消失。Казанский^[18]在研究分批产卵鱼卵巢内未产出的卵被吸收过程提到:“卵母细胞生长过程,滤泡上皮细胞具营养机能,而在吸收过程,改变了自己的机能,这时,它的靠内端突出,并能吞噬卵黄粒,大概也能吞噬卵母细胞质,而另一端能把内端吞噬的物质消化变形而把它转移到周围去”。他在吞噬过程无法找到有其他有形成份直接参加,并提出,无疑吸收过程起主导作用的是滤泡上皮细胞。Сакуи^[22]对通过克古姆斯基鱼道的文鳊性腺状况分析一文中指出:“由于大生长期卵母细胞对不利的外界条件敏感,极易遭受破坏,卵母细胞的吸收最早从放射膜破坏开始,可能由滤泡细胞分泌物作用的结果,使放射膜呈“被侵蚀”状。并进一步看到滤泡上皮细胞对卵黄粒活泼的吞噬作用。滤泡上皮细胞从扁平变成立方形或柱形,滤泡细胞质中出现液泡,后来滤泡细胞加大体积并在其中发现被吞噬的卵黄粒,同时看到包围被吸收的卵母细胞集聚了各种组织细胞(组织细胞、肥胖细胞、淋巴细胞)进入卵母细胞内,直接参加吸收过程,尤其在卵黄开始积累时期起的作用最大。她最后提到:吸收过程首先发生在大生长期末的卵母细胞(即生殖时产生第一批的卵),这些吸收完后,破坏才扩展到下一批,即卵黄开始积累时相的卵母细胞。吸收基本上依靠滤泡上皮细胞对被破坏的卵母细胞的吞噬作用。但对卵黄开始积累时相的卵母细胞吸收作用中,组织细胞也起了很大的作用。吸收过程的这种差异,大概由于滤泡发育程度不同所引起。根据我们对普通鳊鱼卵母细胞退化吸收过程观察研究,看到大生长期末期的卵母细胞吸收过程主要依靠滤泡上皮细胞的作用,基本作用与 Казанский 和 Сакуи 提出的相似,但是,没有看到 Сакуи 提出的组织细胞直接参加吞噬作用。而且,滤泡上皮细胞除了吞噬作用外,还能产生分泌物促使卵母细胞内含物的分解与被吸收过程。在杏林湾半封闭水体中,到了 11 月份卵母细胞开始被吸收,处在吸收第 I 阶段,翌年 1 和 2 月份即转入吸收第 II、III 阶段,基本过程在 2 月份告结束。吸收完成之后,卵巢又过渡到第 II 期,但是,从 2 月份以后,甚至到第二次新一代卵母细胞重新发育之前一段长时间内均可看到被吸收的卵母细胞残余和滤泡,血管及结缔组织的特殊团状物。

6. Иванов^[17]对鱼类卵膜构造的研究,提出表层和次表层鱼卵仅有放射带(Zona radiata),单层滤泡上皮直接复盖上面,并认为多数海洋和黑海——伏尔加河洄游性鱼类产这种卵。而在放射带与滤泡上皮之间有厚的无结构的胶质膜的卵子,系沉性卵,卵子依此牢固地粘在水底物体上。但是,我们在次表层的普通鳊鱼浮性卵的卵膜中,在大生长期 I₁ 时相就可以看到透明层外层出现一层着色较深的胶质层,到 I₂ 时相,明显加宽,当然,

远不及沉性卵胶质层那么发达。普通鲮鱼胶质层厚度只有放射层的 17.6—37.3%。至于胶质膜起源问题,我们尚没有看到像 Иванов 在鲇(*Silanus glanis* L.) 身上看到那样,由滤泡层经核退化后本身加厚发展来。推测可能象 Твусов^[28]对梭鲈(*Lucioperca lucioperca* L.) 提出胶质膜由滤泡上皮局部分泌的结果,也有可能从透明层本身所分泌产生,尚待进一步研究证实。

此外,普通鲮鱼的透明层在 D_1 时相很清楚出现放射条纹,正如 Иванов 所称的,放射带系具放射管系统,它和滤泡上皮、结缔组织等均系营养“器官”,保证供给卵母细胞生长时的营养物质,因此,在大生长期 E 时相,卵黄大量沉积时期,放射带显得特别发达。

结 语

1. 普通鲮鱼成熟系数变化周期与性腺发育情况相一致,首次成熟年龄为 3 岁。性成熟时间是在 11、12 月间水温下降到 20°C 以下的时候。人工催产最好在这一段时间内进行。由于半封闭的杏林湾对它的成熟和生殖不利,无法离开水池到外海产卵,12 月份后,性腺即受到吸收,1—2 月份以后又恢复到第 II 期阶段,每年重复一次。

2. 杏林湾普通鲮鱼生长发育与美国的相似,而比地中海、黑海同种鱼要快。黑海普通鲮鱼雌鱼性成熟年龄为 7—8 岁,而杏林湾才 3 岁,除了平均水温较高加速生长外,丰富的饵料基础也是促进生长发育的重要条件,杏林湾是普通鲮鱼良好的肥育场所。

3. 鲮科不同种类生殖要求的条件不同,例如梭鱼在低盐份半咸淡水区域内,雌雄鱼的性腺能发育至成熟,大头鲮在半咸淡水湖中能生殖,在半封闭的杏林湾内普通鲮鱼还需依靠垂体人工催产的方法促使成熟。

4. 1961、1962 年从杏林湾采集 104 尾 0 到 6 龄的普通鲮鱼雌性个体中,看到 II、III、IV 及 IV—II 各期的卵巢。

5. 普通鲮鱼大生长期卵母细胞吸收过程分成三个阶段,从 11 月份下旬开始,延续到翌年 1—2 月份结束。卵母细胞吸收过程主要依靠滤泡上皮细胞活性提高,细胞和细胞核体积增大,细胞质内出现液泡,提高分泌作用,产生分泌物促进透明层、胶质层和卵母细胞内含物的分解,此外,滤泡上皮细胞还直接吞噬卵黄颗粒。

6. 根据普通鲮鱼卵母细胞发育的同时性,确定它是一次产卵类型。

7. 普通鲮鱼卵母细胞透明层在 D_1 时相出现明显的放射条纹。 D_1 时相在透明层外层出现薄的胶质层,并到 E 时相更明显。而 Иванов^[17]认为产表层和次表层卵的鱼类没有胶质层。总的说来,普通鲮鱼胶质层很薄,不象 Иванов 在鲇身上看到的超过放射层好几倍。胶质层起源未详。

参 考 文 献

- [1] 尼科里斯基 Г. В., 分门鱼类学(缪学祖等译), 323—324, 1958.
- [2] 何大仁、肖金华、石燕飞、杜金瑞、李福振, 海洋与湖沼, 4, 1—2, 103, 1962.
- [3] 张春霖、成庆泰、郑藻珊、李思忠、郑文蓬、王文滨, 黄勃海鱼类调查报告, 89, 1955.
- [4] 田村正, 1961. 浅海增殖学, 89. 恒星社厚生阁版.
- [5] Breder C. M., Copeia Ann. Arbor., 138—139, 1940.
- [6] Bromhall J. D., Hong Kong Univ. Fish. J., 1, 19—34, 1954.

- [7] Pien, P. C. and Liao, I. C., *Aquaculture* 5, 31—39. 1975.
- [8] Stenger Albert H., *Zoologica (U. S. A.)*, 44, 53—70. 1959.
- [9] Stahl A. et Leray C., *Arch. Anat. micros. et de Morph. exp.* 50, 251—268. 1961.
- [10] Thomson J. M., *Austral. J. Marine & Freshwater Res.*, 6, 328—347. 1955.
- [11] Wimpenny R. S., *Ann. and Mag. Nat. Hist.*, 99, 405—410. 1936.
- [12] Бабаян К. Е., *Рыбоводство и рыболовство*, 2, 31—33. 1961.
- [13] Берг Л. С., *Промысловые рыбы СССР*. 546—547. 1949.
- [14] Дехник Г. В., *Тр. ВНИРО.*, 28, 34—48, 1954.
- [15] Зайцев Ю. П., *Зоол. Журн.*, 38, 1426—1428. 1959.
- [16] Зенкевич Л. А., *Моря СССР, Фауна и Флора, Учпедгиз*.
- [17] Иванов М. Ф., *Вестник ЛГУ* 21, 79—90. 1956.
- [18] Казанский В. Н., *Тр. Лаб. осн. рыб. том*, 11 64—117. 1949.
- [19] Жиганев А. Н., Калчич Д. С. Абаев Ю. Ч., *Вопросы ихтиологии Т. 14. Вып. 2(85)* 264—272, 1974.
- [20] Пергат Н. З., *Трацц д'ист. гидробиол.* 35, 159—163. 1959
- [21] Пергат Н. З. *Науч. Докл. Выш. школы, Биол. наук.*, 3 1960.
- [22] Сақун. О. Ф., *Ученые записки ЛГУ серия Биол. Наук вып.* 44, 185—190. 1957.
- [23] Трусов. В. З., *Тр. лаб. осн. рыб.* 11 121—147. 1949.
- [24] Чернышев О. Б., *Тр. лаб. осн. рыб. Том I*, 168—176 1947.

A HISTOLOGICAL STUDY ON THE GONAD OF GREY MULLETS IN XINGLIN WAN, XIAMEN

He Daren

(Department of Oceanography, Xiamen University)

Xiao Jinhua and Shi Yenfei

(Third Institute of Oceanology, National Bureau of Oceanology)

Abstract

The present paper deals with the study of the gonadal development of grey mullets. It is aimed at knowing whether the grey mullets can spawn or not in given conditions. The characteristics of oocytes in different stages of development were noticed.

1. The cycle of the sexual maturity of the grey mullets is in accordance with the development of the gonad. First maturation of the fish is at the third year and the spawning time is between November and December.

2. The growth and development of grey mullets in the Xinglin Wan are similar to those in Florida, but they are faster than those in the Mediterranean Sea and the Black Sea.

3. The grey mullets in the closed Xinglin Wan require artificial injection with hypophyses to promote their maturation.

4. The ovaries of the II, III, IV and IV—II stages, were examined in 104 female samples.

5. The gonad is absorbed after December, because the fish are isolated from the spawning ground in the open sea. The process of absorption is taken place from the last ten days of November to January and February next year.