

西伯利亚鲟性别及性腺发育的超声波鉴定

张涛¹, 颜世伟^{1,2}, 庄平^{1,2}, 章龙珍¹, 田美平¹, 杨金海¹

(1. 中国水产科学研究院东海水产研究所, 农业部海洋与河口渔业重点开放实验室, 上海 200090;

2. 大连水产学院生命科学与技术学院, 辽宁 大连 116023)

摘要:利用超声波检查仪对人工养殖西伯利亚鲟的性别及性腺发育进行超声波扫描,并利用微创手术检查和组织学观察法来验证超声波对西伯利亚鲟性别及发育时期扫描的鉴定结果。通过对比研究表明:超声波方法对西伯利亚鲟性别鉴定的准确率较高,对2~5龄雌性鉴定的准确率为95%,对雄性鉴定的准确率为87%。超声波技术鉴定性腺发育的准确率随性腺的发育而提高,鉴定早期性腺(I~II期)发育的准确率(65.25%)低于对晚期性腺(III~V期)发育鉴定的准确率(88.65%)。超声波技术鉴定西伯利亚鲟性别及性腺发育速度较快,根据鱼的发育状况,平均每尾鱼所用的时间约30 s。

关键词:西伯利亚鲟;超声波技术;性别鉴定;性腺发育

中图分类号:Q 954; S 917

文献标识码:A

西伯利亚鲟(*Acipenser baerii*)属鲟科(Acipenseridae),鲟属(*Acipenser*),主要分布在俄罗斯西部的额毕河至东部的科雷马河之间的西伯利亚各河流中,我国新疆的额尔齐斯河也有少量的分布^[1]。中国自1996年首次引进西伯利亚鲟,现在西伯利亚鲟的养殖量仅次于施氏鲟(*A. schrenckii*),居中国鲟鱼养殖产量的第2位^[2]。

随着全球对鱼籽酱需求的增大,我国鲟鱼养殖规模也在不断扩大,在全国各地掀起一股鲟鱼养殖浪潮。由于鲟鱼性成熟时间长,例如西伯利亚鲟自然条件下雄性性成熟年龄在10~12年,雌性则需要17~18年,在人工养殖条件下雄性初次性成熟年龄也需要3~4年,雌性需要4~6年^[3-4],西伯利亚鲟第二性征不明显,很难从外观上区分雌雄^[5-6],直接导致商品化养殖过程中成本的增高。因此,如何快速准确的判定早期鲟鱼性别是亟待解决的重要问题。目前,国内外主要利用泌尿生殖导管插入术^[7-8],血浆磷脂蛋白分析技术^[9],卵黄蛋白浓度分析法^[10],免疫学方

法^[11],类固醇激素水平放射性免疫测定法^[12],内窥镜^[13]等方法鉴定鲟鱼性别及其性腺的发育程度。但这些技术方法既耗时工作量又大,且极易对被检测的鱼造成一定的伤害,由于频繁的取血和采样会推迟或抑制亲鱼的产卵,甚至造成亲鱼的死亡^[14]。

相比之下,超声波技术无创伤性,速度快,准确率高等特点,是非常有效的鉴别方法,国内外已经在医疗和兽医行业中得到广泛应用。目前,国外一些学者利用超声波技术成功地对一些鱼的性别和性腺发育进行了鉴定,如短吻鲟(*A. brevirostrum*)^[15],大西洋鲑(*Salmo salar*)^[16],太平洋鲱(*Clupea harengus pallasii*)^[17],大西洋鳕(*Gadus morhua*)^[18],条纹石鲈(*Morone saxatilis*)^[19],大西洋庸鲽(*Hippoglossus hippoglossus*)^[20]等。由于超声波检查仪的高价位曾经限制了它在水产渔业方面的广泛应用。在意大利、法国、伊朗、德国等国家利用超声波技术研究配子发生和鉴定鱼类的性别,他们的实验证

收稿日期:2009-04-17

修回日期:2009-06-12

资助项目:农业科技成果转化基金项目(2008GB23260408);国家“八六三”高技术研究发展计划(2008AA10Z227);中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金(2007M01);浙江省科技计划项目(2007C12026);上海教育委员会E-研究院建设资助项目(E03009)

通讯作者:庄平, Tel:021-65807868, E-mail: pzhuang@online.sh.cn

明购买超声波检查仪的花费是值得的^[14,21-22]。本实验利用超声波技术鉴定西伯利亚鲟的性别及性腺发育,并通过微创手术和组织学方法确定超声波技术的鉴定结果。旨在掌握西伯利亚鲟雌雄性腺的超声波图像特点,为超声波在鲟鱼性别鉴定的应用中提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

本次实验所用西伯利亚鲟于2008年6月采自浙江省新昌县来益生态农业发展有限公司鲟鱼养殖基地,随机取2~5龄西伯利亚鲟88尾,体重为2.0~5.0 kg,体长为50~100 cm。

1.2 实验方法

取样前将实验鱼用丁香油(0.1 g/L)麻醉^[1],以便取样顺利进行。鱼体被完全麻醉后,用迈瑞DP-3300Vet超声波检查仪(75L38EB型探头,7.5 MHz)进行性腺的超声波扫描并拍照。超声波扫描方法参照Moghim等^[14],并根据实际情况略加修改。将完全麻醉的鱼侧置于光滑桌面上,腹部朝向操作者,操作者手握探头,将探头紧贴于腹侧骨片上方,轻微摆动探头以找到清晰的性腺图像。扫描过程中保持探头紧贴鱼体表面。

采用微创手术活体检查法^[1]对超声波扫描的鱼进行活体取样观察。同时将取得的性腺用波恩氏液固定,TC-120M型智能程控生物组织自动脱水机梯度酒精脱水,二甲苯透明,TB-718D2型生物组织自动包埋机石蜡包埋,MICROM HM315型切片连续切片,厚度6~8 μm,TK-218IV型恒温摊片烤片机摊片烤片,苏木精-伊红染色,中性树胶封片,Olympus BX51显微镜镜检,并进行显微摄影。性腺发育分期的依据,采用Amiri等^[23]对杂交鲟(*Huso huso* ♀ × *A. ruthenus* ♂)、Doroshov等^[5]对高首鲟(*A. transmantanus*)及我国传统的对性腺及性细胞发育分期提出的分期标准^[25],将性腺分为I~VI期。

2 结果

2.1 西伯利亚鲟不同性腺发育期超声波图像特点及检测结果

西伯利亚鲟I期卵巢的超声波图像呈白色条带状,由于卵巢刚开始发育,所以条带较窄,结构较疏松,均一性较差(图版-1)。对应组织学观察

显示,I期卵巢以卵原细胞和由卵原细胞向初级卵母细胞过渡的细胞在数量上与面积上占优势。切片中明显看到卵原细胞位于生殖上皮边缘,直径为15~100 μm,圆形或椭圆形,核位于细胞的中央,体积较大,占细胞的2/3左右,核膜清晰,核仁位于核中心,与胞质相比核仁的嗜酸性较强,被伊红染成红色(图版-2)。

II期卵巢的超声波图像呈明亮的肿瘤状结构,结构较疏松(图版-3)。对应组织学观察显示,II期卵巢内部以II时相初级卵母细胞在数量上和面积上占优势。此期卵母细胞体积较卵原细胞大,直径为100~500 μm,细胞质增多,核也相应增大,该期卵母细胞的发育又可分为前期、中期、后期。图版-4显示II期后期卵母细胞,核仁数显著增加,大小不等,排列在核膜内缘。II期精巢的超声波图像呈体积较小的、明亮的、条带状的结构,且精巢边缘呈较清晰的亮线(图版-5)。对应组织学观察显示,此期精巢的精小叶内含初级精原细胞及次级精原细胞,初级精原细胞单个位于精小叶边缘,不易着色,核膜清晰,中央有一核仁,次级精原细胞三五成群位于精小叶内部,细胞核嗜碱性较细胞质强(图版-6)。可通过性腺在超声波图像上所呈的肿瘤状或条带状结构作为II期雌雄的判别标准。

卵巢发育至III期时,II期卵巢图像的肿瘤状结构变为III期的层状结构,体积增大,卵巢边缘模糊,且亮度明显变暗,在图像上可依稀有白色亮点,该亮点为即将成熟的卵细胞(图版-7)。该期卵巢内生生殖细胞以第3时相进入大生长期的初级卵母细胞为主,细胞体积显著增大,直径为500~1500 μm,可分为早、中、晚3个发育阶段。图版-8显示III期末卵母细胞,细胞近似椭圆形,随着细胞的发育核仁增加,细胞质内含有较多的卵黄颗粒,分布于细胞质的大部分区域,此期细胞核还没有发生极化。由于性腺的发育,III期精巢的图像显著增大呈棒状,且亮度降低,精巢结构较致密,边缘变成清晰的曲线状(图版-9)。对应的III期组织学观察显示,精小叶内初级精母细胞体积较大、次级精母细胞体积较小、精子细胞体积最小。绝大部分为初级精母细胞和次级精母细胞,精子细胞较少,精子还没出现(图版-10)。可通过性腺在超声波图像上所呈的层状或棒状结构及边缘的清晰状况作为III期雌雄的判别标准。

IV期卵巢超声波图像上白色亮点显著增多,卵巢边缘消失,卵巢充满整个体腔(图版-11)。对应组织学观察显示,IV期卵巢内生殖细胞以第4时相初级卵母细胞为主,该期细胞长轴直径为1 500~2 500 μm ,根据卵母细胞的核偏移情况将该期卵母细胞分为早、中、晚3个发育阶段。当卵细胞发育至中期阶段时,细胞核开始极化,但尚未抵达动物极,卵黄颗粒和脂肪滴集中在植物极(图版-12)。IV期精巢的超声波图像上可见精巢几乎充满了体腔,精巢边缘出现了一个至数个大小不等的缺刻(图版-13)。对应的IV期组织学观察显示,发育到IV期的精巢已出现了少量的精子,但精小叶内精子细胞占绝大多数,还有少量的初级精母细胞和次级精母细胞。此时的精子细胞排列紧密,发育基本同步,精子细胞的着色要比初级精母细胞和次级精母细胞深,嗜碱性更强(图版-14)。

从IV期过渡到V期的精巢超声波图像上可见此时精巢充满了体腔,与前三个精巢发育期的图像相比,该期性腺边缘模糊,结构疏松(图版-15)。V期的组织学观察显示,此期的一些精小囊囊壁已经破裂,小囊界限不明显,除了有少量的初级精母细胞、次级精母细胞和精子细胞外,旋涡状的精子占绝大多数,精子的着色甚浓,被苏木精染成深

蓝色(图版-16)。可通过性腺在超声波图像上是否出现白色亮点及缺刻作为IV期雌雄的判别标准。

从以上超声波图像可见,精巢和卵巢的超声波图像有显著的不同:精巢的超声波图像呈较为均一致密的结构,颜色有些发暗,精巢的边缘较光滑,清晰。而卵巢的超声波图像则呈不规则形状,有球状,棒状,折叠状或层状等,卵巢的超声波图像的明亮度较精巢要高一些,且卵巢图像的边缘较模糊。

2.2 不同性别及性腺发育期的鉴定结果

利用超声波鉴定性别的正确率较高,超声波技术正确鉴定出经组织学观察法验证的42尾雌鱼中的40尾,正确率为95%;在鉴定的46尾雄鱼中,经验证有40尾雄鱼,正确率为87%;超声波技术鉴定了88尾鱼,正确鉴定了80尾,雌雄平均正确率达到91%。根据鱼的性别及鱼的性腺发育状况,每尾鱼超声波检查的速度为30 s左右;利用微创手术鉴定的正确率较低,利用微创手术正确鉴定42尾雌鱼中的38尾,正确率为91%;在鉴定的46尾雄鱼中,正确验证36尾,正确率仅为78%;微创手术技术正确鉴定了88尾鱼中的74尾,雌雄平均正确率为84%(表1)。

表1 西伯利亚鲟性别的超声波及微创手术法鉴定结果

Tab.1 Results of ultrasonic and minimally invasive surgical identification of sex in *A. baerii*

性别 sex	样本数(<i>n</i>) sample numbers	超声波 ultrasonic		微创手术 minimally invasive surgical	
		正确数(<i>n</i>) true numbers	正确率(%) accuracy rate	正确数(<i>n</i>) true numbers	正确率(%) accuracy rate
雌 female	42	40	95	38	91
雄 male	46	40	87	36	78
总计 total	88	80	91	74	84

超声波技术鉴定性腺发育的正确率随性腺的发育而提高,如表2所示:该技术鉴定I期、II期卵巢的正确率分别为66%、75%,对III期卵巢鉴定的正确率达到80%,卵巢发育到IV期时的正确率为100%。超声波鉴定II期精巢的正确率仅为60%,对III期、IV期精巢鉴定的正确率分别为75%、87%,当精巢发育至V期时的正确率高达100%。超声波技术鉴定早期性腺(I~II期)发育的正确率较低为65.25%;对晚期性腺(III~V期)发育鉴定的正确率较高为88.65%。雌雄性

腺发育的平均正确率为77%。

3 讨论

3.1 利用超声波技术判断鲟鱼性别及性腺发育的探讨

在鲟鱼养殖过程中,尽早地区分雌雄是十分必要的,这有利于将雄鱼用于商品鱼生产而将雌鱼用于鱼籽酱生产及人工繁殖。但是鲟鱼的第二性征不明显,早期很难从外表上鉴别雌雄,所以性别鉴定一直困扰着鲟鱼养殖业的发展。国内外学

者在鲟鱼性别鉴定方面做了很多研究,并开发出一些新的技术手段。Vecsei 等^[6]根据生殖孔的形状对高首鲟、大西洋鲟(*A. oxyrinchus*)、短吻鲟和中吻鲟(*A. medirostris*)的成熟亲本进行雌雄鉴定,结果发现雄鱼的生殖孔呈“Y”形,雌鱼的生殖孔呈“O”形,鉴别准确率为 82%。但这种在其他鲟鱼还没有相关的报道,且这种方法只能鉴别性成熟个体,对未成熟的个体无法鉴别。张涛等^[1]利用血液生化指标判别西伯利亚鲟的性别,选取 CHOL、ALT、GLB、TRIG 建立性别判别函数,结果表明,对西伯利亚鲟雌雄判别的准确率达到 84%。Wildhaber 等^[15]利用超声波和内窥镜对短吻鲟和密苏里铲鲟(*Scaphirhynchus albus*)进行性别鉴定,内窥镜鉴定短吻鲟性别的准确率为

88%,鉴定雄性的准确率为 93%,鉴定雌性的准确率为 83%,分别高于超声波鉴定准确率(69%、76%和 62%)。Moghim 等^[14]利用超声波技术对闪光鲟(*A. stellatus*)的性别和性腺成熟度进行鉴定,雌性成熟度的准确率为 99.5%,高于对雄性的鉴定(88%)。Karlsen 等^[18]利用超声波对大西洋鲟性别进行鉴定的准确率 95% 以上。目前,有关利用超声波技术鉴定性腺发育的研究较少,Bruch 等^[25]和 Colombo 等^[26]分别研究了湖鲟(*A. fulvescens*)和短吻鲟不同性腺发育期的超声波图像特点。Moghim 等^[14]利用超声波技术鉴定闪光鲟 IV 期卵巢的准确率为 100%, II 期、III 期卵巢的准确率为 99.3%;鉴定 III 期、IV 期精巢的准确率为 96.5%, II 期精巢的准确率为 76.2%。

表 2 西伯利亚鲟性腺发育的超声波鉴定结果

Tab.2 Results of ultrasonic identification of gonad development in *A. baerü*

性别 sex	性腺发育期 gonad development stages	正确数(n) true numbers	正确率(%) accuracy rate
雌 female	I (12)	8	66
	II (16)	12	75
	III (10)	8	80
	IV (4)	4	100
雄 male	II (10)	6	60
	III (16)	12	75
	IV (16)	14	87
	V (4)	4	100
总计 total	88	68	77

注:括号中数字为实测个体数

Notes: The figure in brackets means observed sample numbers

本文利用超声波方法对西伯利亚鲟性别和性腺发育的鉴定结果表明:超声波对雌鱼鉴定的准确率为 95%,高于对雄性鉴定的准确率(87%)。超声波技术鉴定早期性腺发育的准确率为 65.25%,低于对晚期性腺发育鉴定的准确率(88.65%)。这与超声波检查短吻鲟、密苏里铲鲟和闪光鲟的结果相似。超声波在西伯利亚鲟的雌雄鉴定方面效果较好。通过对这几种鉴定方法的比较发现,超声波鉴定具有准确率高,对鱼的伤害性小,速度快,操作方便等优点,因此超声波在鲟鱼的性别鉴定方面具有广泛的应用前景。

3.2 超声波检测方法的探讨

Moghim 等^[14]对闪光鲟研究结果表明:成熟卵巢的超声波图像呈明亮的颗粒状结构(卵子颗粒),且性腺在图像上无具体形状;未成熟卵巢的

超声波图像则显示较亮的层状结构,性腺的边缘较模糊。成熟精巢的图像较为均匀,与卵巢相比精巢图像的亮度明显减弱,且边缘较清晰平滑。未成熟精巢的图像为狭窄的绳索状结构并嵌在脂肪里,由于它们的体积较小很难被发现。短吻鲟^[5]和大西洋鲟^[18]性腺的超声波图像与 Moghim 等^[14]对闪光鲟的描述较相近。西伯利亚鲟性腺的超声波图像特点与这些鱼也相似,说明尽管不同鱼类性腺的形态特征和性腺发育会有所不同,但性腺的超声波图像具有很大的相似性。

3.3 超声波检测结果差异的分析

我们利用超声波技术判别早期性腺(I ~ II 期)发育的准确率(65.25%)明显低于晚期性腺(III ~ V 期)发育的准确率(88.65%)。与 Moghim 等^[14]研究结果一致。由于性腺发育过程

没有明显的界限,特别在性腺发育早期阶段性腺周围存在着大量脂肪,严重干扰了性腺图像的辨认,甚至得出错误结论。这可能是造成超声波技术鉴定性腺发育结果差异较大的原因之一。为了将超声波技术更好的应用于性腺发育的鉴定,应当对该领域做进一步的研究。

3.4 超声波检测中应注意的有关事项

超声波鉴定性别及性腺发育的准确率与鱼的内在因素及外在因素相关。内在因素包括:1)鱼的性别及种类。Karlsen 等^[18]对大西洋鳕及 Moghim 等^[14]对闪光鲟的研究显示超声波鉴定雄性的准确率要高于鉴定雌性的准确率。而本文研究结果却与上述结果相反,这种差异可能与鱼的种类有关;2)鱼的年龄及发育状况。Bonar 等^[17]对太平洋鲱的研究表明:只有当雄性和雌性的性腺成熟系数分别达到 4.5% 和 12.0% 时才能用超声波鉴定。Moghim 等^[14]对闪光鲟的超声波鉴定结果表明:超声波对性成熟个体的鉴定准确率要高于对性未成熟个体鉴定的准确率。Mattson 等^[16]对太平洋鲑研究表明:成熟雄性和成熟雌性之间很容易用超声波判别。外在因素包括:1)超声波检测时间。Wildhaber 等^[15]对短吻鲟和密苏里铲鲟的研究结果显示夏季鉴别的准确率要低于在春季、秋季、冬季鉴别的准确率,此结果可能由于鱼在夏季的摄食量过大导致鱼体内脂肪含量增加,从而干扰了正确的判断,春季是进行超声波检测的最佳季节,本研究中超声波鉴定准确率偏低,可能与检查时间为 6 月,实验鱼由于摄食旺盛而导致鱼体脂肪大量积累有关;2)操作者的技术水平。操作者的技术水平也是影响判断准确率的重要因素之一,为了能更好的辨认图像,操作者应具有丰富的相关知识和实践经验。

根据我们的研究,西伯利亚鲟早期超声波性别鉴定的最佳年龄为 2~3 龄,最佳体重为 2.0~2.5 kg。为了提高鉴别准确率,应在冬、春季水温较低时进行检查,且检查前最好停食 1~2 月。

参考文献:

- [1] 张涛,章龙珍,赵峰,等. 基于血液生化指标判别分析西伯利亚鲟性别及卵巢发育时期[J]. 中国水产科学,2007,14(2):236-243.
- [2] 曲秋芝,高艳丽. 西伯利亚鲟的人工繁殖[J]. 中国水产科学,2005,12(4):492-495.

- [3] 冯广朋,庄平,章龙珍,等. 我国鲟鱼类养殖现状及发展前景[J]. 海洋渔业,2004,26(4):317-320.
- [4] 孙大江,曲秋芝,马国军,等. 中国鲟鱼养殖概况[J]. 大连水产学院学报,2003,18(3):216-221.
- [5] Doroshov S I, Moberg G P, van Eenennaam J P. Observations on the reproductive cycle of cultured white sturgeon, *Acipenser transmontanus* [J]. Environ Biol Fishes, 1997, 48:265-278.
- [6] Vecsei P, Litvak M K, Noakes D L G, et al. A non-invasive technique for determining sex of live adult North American sturgeons [J]. Environ Bio Fishes, 2003, 68: 333-338.
- [7] Lewis R M. Sexual maturity as determined from ovum diameters in striped bass from North Carolina [J]. Trans Am Fish Soc, 1962, 91: 279-282.
- [8] Rees R A, Harrell R M. Artificial spawning and fry production of striped bass and hybrids[M]//Harrell R M, Kerby J H, Minton R V(Eds). Culture and propagation of striped bass and its hybrids, Bethesda: Am Fish Soc, 1990: 43-72
- [9] Craik J C A, Harvey S M. A biochemical method for distinguishing between the sexes of fishes by the presence of yolk protein in the blood [J]. Fish Biol, 1984, 25: 293-303.
- [10] Tao H, Hara A, Hodson R G, et al. Purification, characterization, and immunoassay of striped bass (*Morone saxatilis*) vitellogenin [J]. Fish Physiol Biochem, 1992,12: 31-46.
- [11] LeBail P Y, Breton B. Rapid determination of the sex of puberal salmonid fish by a technique of immunoagglutination [J]. Aquaculture, 1981, 22: 367-375.
- [12] Woods L C III, Sullivan C V. Reproduction of striped bass (*Morone saxatilis*) broodstock: monitoring maturation and hormonal induction of spawning [J]. Aquacult Fish Manage, 1993, 25: 211-222.
- [13] Kynard B, Kieffer M. Use of a borescope to determine the sex and egg maturity stage of sturgeons and the effect of borescope use on reproductive structures [J]. Journal Applied Ichthyology, 2002, 18: 505-508.
- [14] Moghim M, Vajhi A R, Veshkini A, et al. Determination of sex and maturity in *Acipenser stellatus* by using ultrasonography [J]. Appl Ichthyol, 2002, 18: 325-328.
- [15] Wildhaber M L, Papoulias D M, Dellonay A J, et al. Gender identification of shovelnose sturgeon

- using ultrasonic and endoscopic imagery and the application of the method to the pallid sturgeon [J]. *Journal of Fish Biology*, 2005, 67: 114 – 132.
- [16] Mattson N S. A new method to determine sex and gonad size in live fishes by using ultrasonography [J]. *Journal of Fish Biology*, 1991, 39: 673 – 677.
- [17] Bonar S A, Thomas G L, Pauley G B, *et al.* Use of ultrasonic images for rapid non-lethal determination of sex and maturity of Pacific herring [J]. *North American Journal of Fisheries Management*, 1989, 9: 364 – 366.
- [18] Karlsten O, Holm J C. Ultrasonography, a non-invasive method for sex determination in cod (*Gadus morhua* L.) [J]. *Journal of Fish Biology*, 1994, 44: 965 – 971.
- [19] Blythe B, Helfrich L A, Beau W E, *et al.* Determination of sex and maturational status of striped bass (*Morone saxatilis*) using ultrasonic imaging [J]. *Aquaculture*, 1994, 125: 175 – 184.
- [20] Shields R J, Davenport J, Young C, *et al.* Oocyte maturation and ovulation in the Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* (L.), examined using ultrasonography [J]. *Aquaculture and Fisheries Management*, 1993, 24: 181 – 186.
- [21] Filippov. Female identification and checking of ovary development in caviar producing white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) preliminary results [C]//Extended Abstracts of 4th International Symposium on Sturgeon. Oshikosh, WI, USA, 2001: 96.
- [22] Martin-Robichaud D J, Rommens M A, Vallee L. Sex determination of flatfish and gadids using ultrasonography [J]. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada*, 1998, 3: 19 – 23.
- [23] Amiri B M, Maebayash M, Hara A, *et al.* Ovarian development and serum sex steroid and vitellogenin profiles in the female cultured sturgeon hybrid, the bester [J]. *Journal of Fish Biology*, 1996, 48: 1164 – 1178.
- [24] 林浩然. 鱼类生理学 [M]. 广州: 广东高等教育出版社, 1999: 158 – 165.
- [25] Bruch R M, Dick T A, Choudhury A. A field guide for the identification of stages of gonad development in lake sturgeon (*Acipenser fulvescens* Rafinesque): with note on lake sturgeon reproductive biology and management implications. *Sturgeon for Tomorrow* [M]. Fond du Lac, WI, 2001: 38.
- [26] Colombo R E, Garvey J Z, Wills P S. Gonadal development and sex-specific demographics of the shovelnose sturgeon in the Middle Mississippi River [J]. *Appl Ichthyol*, 2007, 23: 420 – 427.

Determination of sex and gonad development in *Acipenser baerii* by using ultrasonography

ZHANG Tao¹, YAN Shi-wei^{1,2}, ZHUANG Ping^{1,2*},
ZHANG Long-zhen¹, TIAN Mei-ping¹, YANG Jin-hai¹

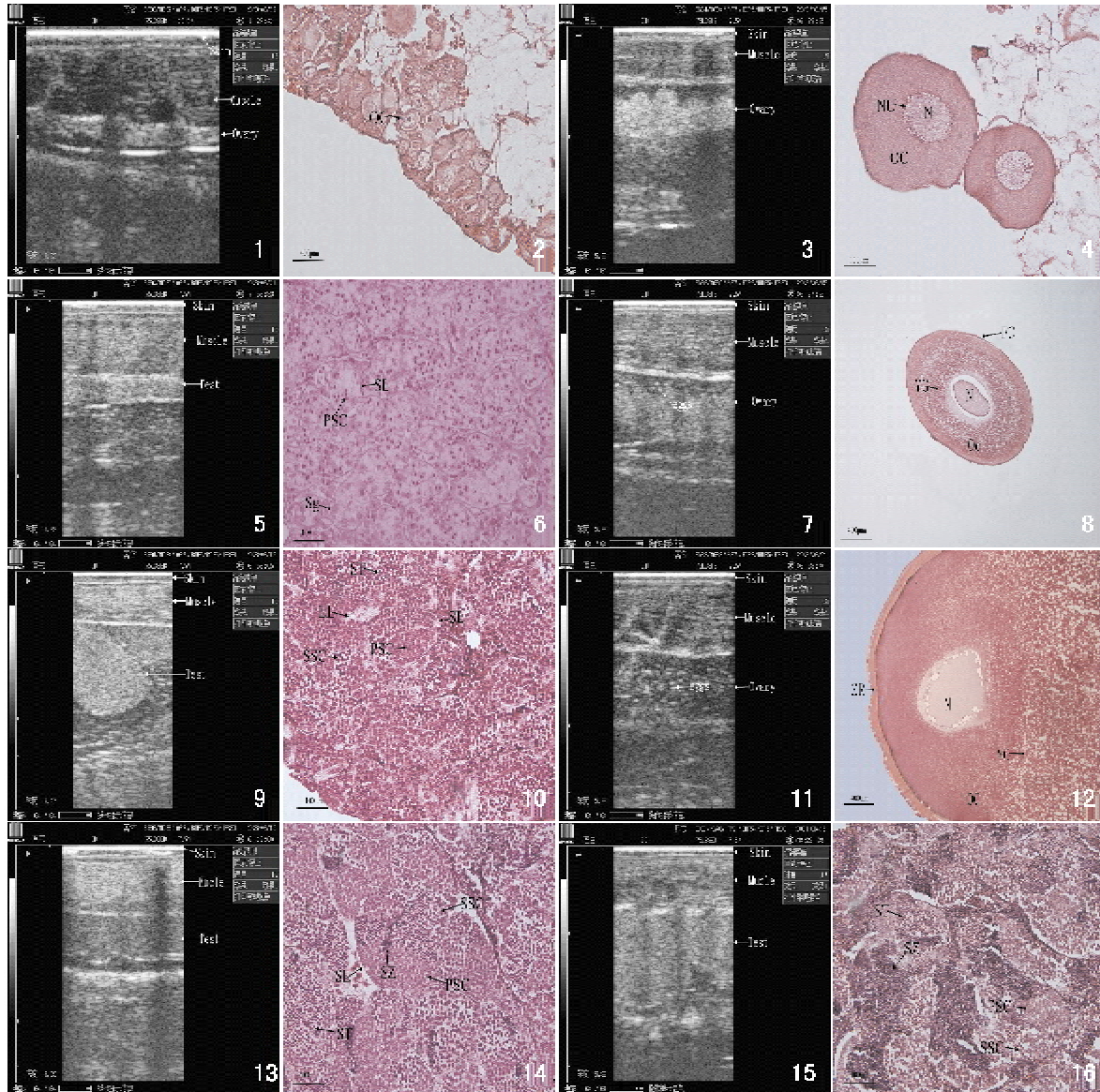
(1. Key and Open Laboratory of Marine and Estuary Fisheries, Ministry of Agriculture, East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090, China;

2. Faculty of Life Science and Technology, Dalian Fisheries University, Dalian 116023, China)

Abstract; The sex and gonad development in cultured *Acipenser baerii* was scanned by ultrasonic scanning. The results of sex and development stages of scanned *A. baerii* were identified by Minimally Invasive Surgical technique and histological examination. By comparative study, the results showed that there was higher accuracy of sex identification in *A. baerii* by ultrasonic method, the accuracy of identification in female was 95% higher than that in male, which was 87%. Success of gonad development identification by ultrasonic method was decided by gonad development, the accuracy of gonad development in early stages (stages I – II) was 65.25% lower than that in later stages (stages III – V), which was 88.65%. The speed of sex identification using ultrasonic technology was faster, according to the developmental status of *A. baerii*, the duration time was only 30 s.

Key words; *Acipenser baerii*; ultrasonic technology; sex identification; gonad development

Corresponding author; ZHUANG Ping. E-mail: pzhuang@online.sh.cn



图版说明

1. I 期卵巢超声波图像;2. I 期卵巢, $\times 400$;3. II 期卵巢超声波图像;4. II 时相晚期卵母细胞, $\times 400$;5. II 期精巢超声波图像;6. II 期精巢, $\times 400$;7. III 期卵巢超声波图像;8. III 时相晚期卵母细胞, $\times 100$;9. III 期精巢超声波图像;10. III 期精巢, $\times 400$;11. IV 期卵巢超声波图像;12. IV 时相中期卵母细胞, $\times 100$;13. IV 期精巢超声波图像;14. IV 期精巢, $\times 400$;15. V 期早期精巢超声波图像;16. V 期早期精巢, $\times 400$

N: 细胞核;NU: 核仁;OC: 卵母细胞;OG: 卵原细胞;Ovary: 卵巢;PSC: 初级精母细胞;PSG: 初级精原细胞;Skin: 皮肤;SL: 精小叶;SSC: 次级精母细胞;SSG: 次级精原细胞;ST: 精子细胞;SZ: 精子;Test: 精巢;YG: 卵黄颗粒;ZR: 放射带;LL: 小叶腔

Explanation of Plates

1. ultrasonic image of ovarian at phase I ;2. ovarian at phase I , $\times 400$;3. ultrasonic image of ovarian at phase II ;4. oocyte in late period of phase II , $\times 400$;5. ultrasonic image of testis at phase II ;6. testis at phase II , $\times 400$;7. ultrasonic image of ovarian at phase III ;8. oocyte in late period of phase III , $\times 100$;9. ultrasonic image of testis at phase III ;10. testis at phase III , $\times 400$;11. ultrasonic image of ovarian at phase IV ;12. oocyte in middle period of phase IV , $\times 100$;13. ultrasonic image of testis at phase IV ;14. testis at phase IV , $\times 400$;15. ultrasonic image of testis at phase V ;16. testis at phase V , $\times 400$

N: nucleus;NU: nucleolus;OC: oocyte;OG: oogonium;PSC: primary spermatocyte;PSG: primary spermatogonia;SL: seminiferous lobulus;SSC: secondary spermatocyte;SSG: secondary spermatogonia;ST: spermatids;SZ: spermatozoa;YG: yolk grain;ZR: zona radiate;LL: lobule lumen