

УЛЬТРАСОНОГРАФІЯ В АКВАКУЛЬТУРІ

В.П. Марценюк

Вінницький національний аграрний університет

Наведено огляд літератури про значення використання методу ультразвукової діагностики в аквакультурі. Висвітлено питання доцільності впровадження ультразвукографії в роботу з плідниками осетрів, форелі та зникаючих видів риб, а також можливість використання ультразвукових досліджень для діагностики певних захворювань риб.

Ультразвукові дослідження (УЗД) або ультразвукографія є одним із найбільш інформативних методів неінвазивної діагностики або оцінки внутрішніх органів риб завдяки тому, що органи та тканини мають різну проникну здатність для ультразвукових хвиль, тобто від одних структур хвиля відштовхується, іншими поглинається, через треті — проходить практично вільно. Такий принцип ехолокації покладено в основу ультразвукових сканерів — відхилені від неоднорідних структур ультразвукові хвилі вловлюються датчиком апарату та після комп'ютерної обробки переформовуються на екрані монітору у світлі та темні крапки, з яких формується зображення у вигляді зрізу тканин.

Перша наукова стаття про застосування ультразвуку в акушерстві та гінекології була опублікована в 1958 р. вченими Я. Дональдом, Д. Вікаром і Т. Брауном. Вони порівняли дані, отримані методом пальпації черевної порожнини, з результатами УЗД при пухлинах, асциті і вагітності. У нинішній час прилади УЗД широко використовуються як у гуманітарній медицині (акушерство, гінекологія, кардіологія, урологія, огляд суглобів у новонароджених, діагностика щитовидної залози), так і у ветеринарній (діагностика термінів вагітності кобил, кіз, корів; визначення маси і товщини шпиків у свиней, діагностика захворювань). Завдяки використанню ультразвукової апаратури з'явилась можливість досліджувати закономірності морфологічних змін у статевому апараті протягом статевого циклу у сільськогосподарських тварин, в тому числі і у риб.

На сьогодні існують різноманітні моделі ультразвукових сканерів — від стаціонарних до портативних (рис. 1, 2).



Рис. 1. Ультразвуковий сканер Aquila Pro



Рис. 2. Портативний ультразвуковий сканер GE Vingmed Ultrasound

Сучасні прилади ультразвукової діагностики характеризуються такими аспектами [1]:

- широке програмне забезпечення;
- простота використання;
- зв'язок із комп'ютером;
- мобільні / стаціонарні.

Більшість сканерів можуть працювати у двох режимах: В і М. Зображення В-типу — це зображення топографічного шару, отримане у режимі сірої шкали. Таке зображення є основним в абдомінальній ультрасонографії. Зображення М-типу використовується в ехокардіографії. На основі даних М-сканування проводиться оцінка серцевої діяльності.

Ультразвукові прилади дають можливість не тільки проводити діагностику в реальному часі, а й записувати дані досліджуваних об'єктів і згодом визначити їхні розміри.

У В-режимі можна виконувати такі виміри: відстань, довжину кривої, окружність і зону, кут, площу, об'єм. У М-режимі можна визначити кількість ударів серця, швидкість, час, відстань. Точність вимірів становить 95%.

Перед проведенням досліджень сканер необхідно підготувати до роботи відповідно до інструкції. Насамперед потрібно визначитись, з яким із типів датчиків буде проводитись робота, оскільки його можна приєднати до сканера, коли прилад вимкнений. Глибина проникнення ультразвукових хвиль залежить від частоти датчика. При частоті зонда 5,0 МГц проникна здатність ультразвукової хвилі становить до 12 см, при 7,5 МГц — до 6–7 см.

Датчики, які використовуються при ультрасонографії, бувають різних типів (рис. 3):

- лінійні — забезпечують велике поле зору на невеликих ділянках тіла;
- конвексні — за рахунок опуклої форми датчика забезпечують отримання висооякісного зображення;
- секторні — забезпечують добру візуалізацію внутрішніх органів на будь-якій глибині під час широкого огляду. Перевагою їх є широке поле зору на великих глибинах і невелика площа контакту діючої поверхні датчика зі шкірою.

Для дослідження мілких видів риб використовують датчики 7,5 або 10,0 МГц,

для риб масою понад 3 кг — 5,0 МГц. Під час дослідження великих риб, таких, як білуга, використовують датчики 2,5–3,5 МГц [2].

За умов роботи із рибою безпосередньо у воді необхідно працювати із водостійкими датчиками або захистити його відповідним поліетиленовим пакетом із попередньо нанесеним на датчик гелем. Очищують датчик після роботи м'якою чистою ганчіркою. Для більш

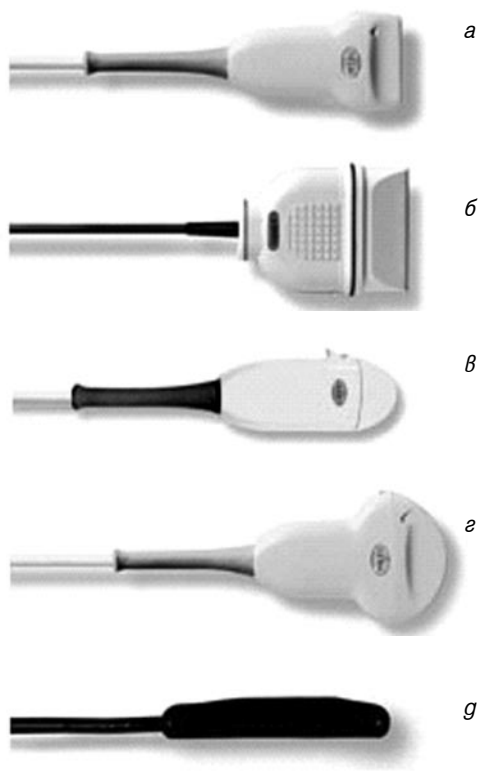


Рис. 3. Типи датчиків для ультрасонографічних досліджень: а — 10 МГц лінійний 30С/40 ММ для дослідження м'язових тканин або внутрішніх органів риб живою масою менше 3 кг; б — 8–10 МГц лінійний 30С/60 ММ для дослідження м'язових тканин або внутрішніх органів риб живою масою менше 3 кг; в — 5–8 МГц мікроконвексний 30С/R17 для дослідження м'язових тканин або внутрішніх органів риб живою масою 3–20 кг; г — 3,5–5 МГц конвексний із високою дозволяючою здатністю 30С/R40 датчик для дослідження м'язових тканин або внутрішніх органів риб живою масою понад 20 кг; д — 6–8 МГц лінійний — для дослідження м'язових тканин або внутрішніх органів риб живою масою 3–20 кг

ретельного очищення можна використовувати мило.

У цілому способи, що використовуються для визначення статі риб та ступеня зрілості осетрів або інших видів риб, принципово поділяють на інвазійні та неінвазійні [3].

При використанні інвазійного методу у досліджуваної тварини при втручанні береться проба тканини або за допомогою інструментів проводиться дослідження всередині порожнини тіла. До таких способів зокрема відносять світлодіодні ендоскопічні дослідження, збір частин тіла або крові для дослідження концентрації гормонів, ДНК, а також тканинної мікроструктури.

До неінвазійних методів належать технології, що використовуються для отримання бажаної інформації без прямого і стресового втручання, наприклад, спостереження зовнішніх ознак (маса, висип, вторинні статеві ознаки), рентгенівське і ультразвукове обстеження. Однак, на жаль, в осетрів нема зовнішніх статевих ознак або їх можна розпізнати тільки при значній зрілості, тоді як ультразвукове обстеження дозволяє відносно швидко, безпечно, надійно розділити тварин за статевою ознакою.

Прижиттєвих неінвазійних методів визначення статі у риб до появи статевого диморфізму і особливо на ранніх стадіях розвитку до 90-х років минулого століття у літературі не описано. Але через зростання попиту на статеві продукти самок, як для отримання потомства, так і для делікатесного продукту (осетрівництво, форелевництво), у фахівців виникла необхідність збільшення кількості самок у стадах.

Для отримання одностатевих риб у стаді ще у 70-х роках ХХ ст. запропоновано згодовування гормонів риbam у постембріональний період, коли у них починають формуватись тканини майбутніх статевих органів [4]. Але такий підхід не завжди забезпечував бажаний результат, оскільки риби на ранніх стадіях розвитку не охоче поїдають штучні корми, важко контролювати вміст гормонів у кормі, а також визначити, яка їх кількість потрапила в ту чи іншу особину. Статеві органи в одержаних таким чином самок-інверсантів або самців-інверсантів

не завжди відповідали повноцінно розвиненим органам. Розвиток технічного прогресу пропонує дещо інший підхід до формування одностатевих стад. Міжнародна команда вчених із Франції вирішила змістити статевий розвиток осетрів у бік самок за допомогою введення мікрочіпу [5], тобто теоретично необхідно знизити в організмі риб синтез чоловічого гормону тестостерону до статевого дозрівання. У мікрочіп закладена програма, що відслідковує рівень тестостерону (не більше 0,012 мг/мл). Якщо рівень гормону збільшується, мікрочіп випромінює високочастотні хвилі, що діють на групу клітин у гіпофізі, які продукують нейрорегулятор попередника тестостерону. Таким чином гормон перестає продукуватись. Така система пригнічення регуляторів тестостерону відпрацьовувалась вченими на золотих рибках, даніо та форелі. Щодо осетрів, то дослідники за допомогою УЗД уже у трирічному віці у 45 екз. дослідних риб не побачили ознак самців. Для успішного завершення експерименту вченим необхідно отримати повноцінні статеві продукти.

Отже на сьогодні для визначення статі у риб до появи вторинних статевих ознак ("шлюбного" вбрання, шипів на плавниках) без будь-якої травматизації для риб широко впроваджуються ультразвукові дослідження. Як зазначалося, УЗД базується на здатності різних тканин та рідких структур поглинати або відбивати хвилі високої частоти. Таким чином ультразвукові хвилі, що випромінюються датчиком, сприймаються ним та перетворюються на електричні імпульси, в результаті чого висвітлюються зображення на екрані монітора.

Першу спробу використання ультразвукової діагностики для визначення статеві приналежності зроблено Р. Мартіном та ін. у 1983 р. [6]. І тільки в кінці 80-х — на початку 90-х рр. науковці С. Бонар та ін. [7], Н. Меттсон та ін. [8] заявили про новий метод визначення статі риб та розміру статевих залоз.

Головним чином УЗД використовуються в осетрівництві [9, 10]. Основною проблемою галузі залишається визначення статі особин на ранніх етапах розвитку, оскільки вирощування великої кількості самців (яких, як правило, у стаді 50%) до

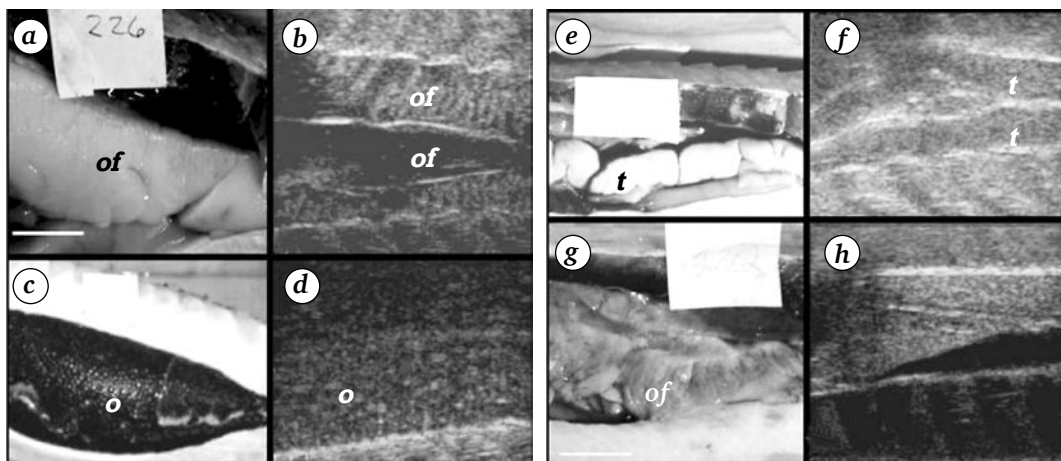


Рис. 4. Препаровані зразки (ПЗ) і ультразвуграфічні (УСГ) зображення гонад осетрів *Scaphirhynchus platorynchus* [10]: *a* — ПЗ, нерозвинені ястики самиць; *b* — УСГ, нерозвинені ястики самиць; *c* — ПЗ, зрілі ястики; *d* — УСГ, зрілі ястики; *e* — ПЗ, зрілі сім'яники самців; *f* — УСГ, зрілі сім'яники самців; *g* — ПЗ, післяінкубаційний стан ястиків самиць; *h* — УСГ, післяінкубаційний стан ястиків самиць; (*of* — ястики, *t* — сім'яники, *o* — зрілі ікринки)

стадії статевого дозрівання економічно невігдно. Застосування методів УЗД суттєво полегшує роботу при бонітуванні стад плідників осетрів, тому що на ультразвуграфічних зображеннях чітко видно не тільки статеві органи, а й стадію розвитку ікри у самок (рис. 4).

Марла Чейні та ін. [11] використали УЗД у роботі із представниками лососевих риб, які занесені до списку зникаючих риб США, а саме чавич (*Oncorhynchus tshawytscha*). Використання методів ультразвуграфії сприяло значному зменшенню кількості вантажно-розвантажувальних робіт і стресових ситуацій, яким піддаються риби при маніпуляціях. Крім того, своєчасне визначення певної стадії дозрівання гонад дозволяло вчасно переводити риб, що утримувались в штучних умовах у морській воді, у прісну воду, тим самим зменшуючи осморегуляторний стрес. Ранній розподіл незрілих і зрілих риб дозволяє оптимально організувати планування нересту шляхом збереження генетичного різноманіття. Таким чином

в своїй роботі науковці продемонстрували основні принципи ультразвуграфічних зображень для цього виду риб, як у розрізі анатомії (рис. 5), так і в розрізі особливостей дозрівання статевих продуктів (рис. 6, 7).

Цікаві дослідження проведено Аленом Ф. Івансоном та ін. [12] відносно райдужної форелі *Oncorhynchus mykiss*. Науковці вивчали стан статевих гонад

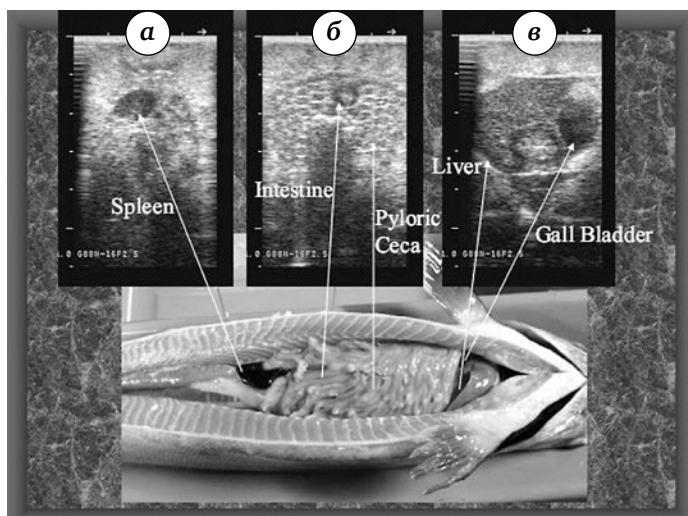


Рис. 5. Фотографія чавича, що демонструє анатомічний склад внутрішніх органів, та ультразвуграфічні зображення поперечних розрізів (верхня частина рисунка) [11]: селезінки (*a*), шлунково-кишкового тракту (*b*), печінки і жовчного міхура (*v*)

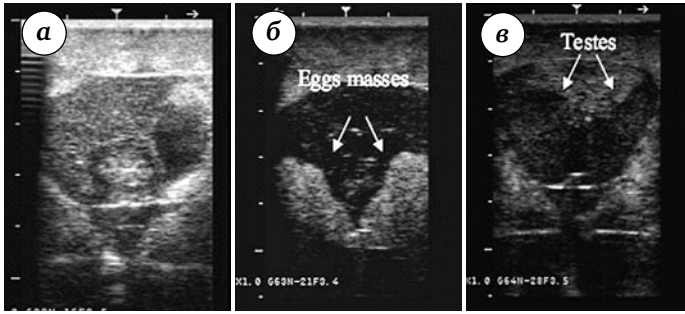


Рис. 6. Ультрасонографічні зображення поперечних розрізів чавича: незрілі особини (а), ястики у самок (б), сім'яники у самців (в) [11]

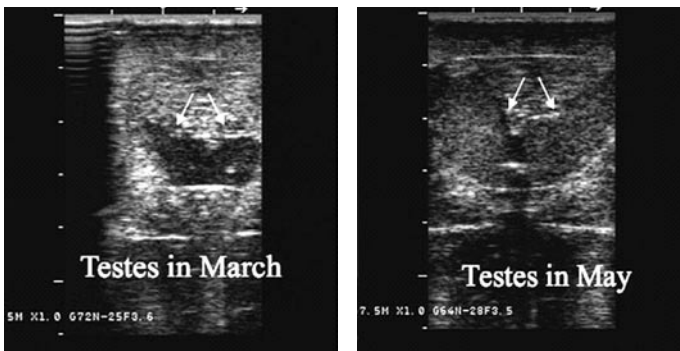


Рис. 7. Ультрасонографічні зображення поперечних розрізів самців чавича [11]: розвиток змін у сім'яниках, а саме в розмірі та ехопозитивності в березні та травні

до і після нересту. За допомогою ультрасонографічних зображень було легко визначити кількість ікри та розмір ястика у самок, а також розмір сім'яників у самців (рис. 8): а — стан ястиків сами-

ці форелі перед нерестом (ліворуч) і ультразвукове зображення поперечного перерізу (справа). Мембрани ікринок є ехопозитивними, тому видно білі кільця, ехонегативним є вміст ікринок, який на зображенні є темнішим. Ультразвукове зображення зроблено знизу; б — стан ястиків самиці форелі після нересту (ліворуч) і ультразвукове зображення поперечного перерізу (справа). На зображенні помітні залишки ікринок тільки під черевними м'язами. Ультразвукове зображення зроблено знизу; в — стан сім'яників самців форелі перед нерестом (ліворуч) і ультразвукове зображення поперечного перерізу (справа). Сім'яники виглядають на ультразвуковому зображенні як сірувата еліптична маса, помітні також печінка (liver) та жовчний міхур (GB); г — стан сім'яників самців форелі після нересту (ліворуч) і ультразвукове зображення поперечного перерізу (справа). Показано сім'яник (розташований на кінчику стрілки). Сім'яники на ультразвуковому зображенні ви-

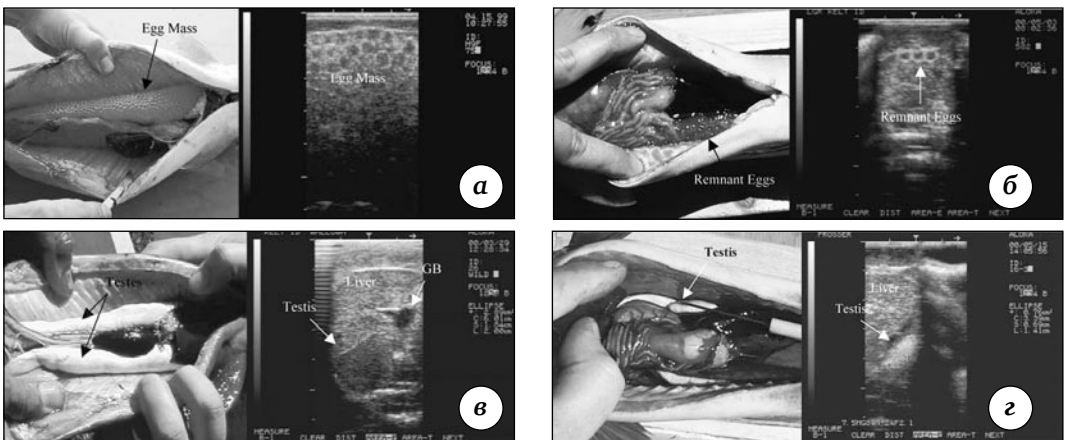


Рис. 8. Препаровані та ультрасонографічні зображення плідників райдувної форелі різної статі до і після нересту [12] (пояснення в тексті)

глядають як білі (ехопозитивні) еліптичні маси.

Гібридизація самців блакитного сома (*Ictalurus furcatus*) і самок каналного сома (*Ictalurus punctatus*) є важливою комерційною альтернативою виробництва товарного сома у США як рибного продукту [13]. Нинішня рибницька практика вимагає, щоб стадо плідників блакитного сома було вирощене за 5 років до досягнення статевої зрілості. Самців вимушені вбивати, щоб видалити зрілі сім'яники для штучного запліднення ікри, отриманої від самиць каналного сома. Нові технології з визначення статі дозволяють зберегти тварин і підвищити економічну ефективність риборозвідників.

Для отримання ультразвукографічних зображень використовують контейнери з обладнаними поролоном стінками, щоб зменшити відлуння ультразвуку від стінок ємності (рис. 9). Зонд тримають на відстані 1–2 см від шкіри риби, але у воді, щоб отримати якісне зображення бажаних тканин органів (рис. 10). Дослідження починають від черевних плавців до голови, аналізуючи зображення, отримані на моніторі сканера.

Результати ультразвукових досліджень використано вченими для поліпшення управління репродуктивного співвідношення кількості плідників риб. Стать сома, як правило, можна визначити візуально, коли риби досягають статевої зрілості (4–5 років для блакитного сома і 3–4 роки для каналного), однак із комерціалізацією гібриду blue×channel УЗД дозволяє раніше визначити стать ще у ремонтних стадах риб, що веде до вчасного забою самок блакитного сома та самців каналного сома в оптимальному віці

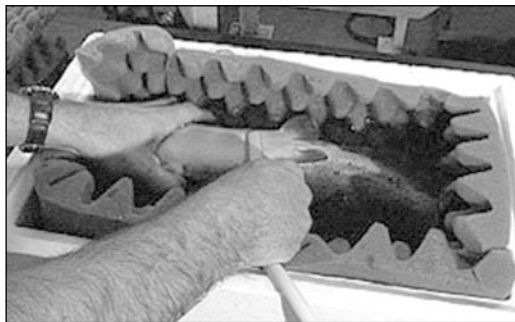


Рис. 9. Пластиковий контейнер, у якому проводять ультразвукографічні дослідження

та розмірі для реалізації, таким чином мінімізуються витрати на собівартість. За допомогою методів ультразвукографії можна визначити стать сома вже у віці 8 місяців.

Учені із США у своїх дослідженнях із каналним та блакитним сомами та їх гібридами запропонували використання ультразвукографії для прогнозування виходу м'яса риб [14]. Проаналізувавши поперечні ультразвукові зображення 30 екземплярів сомів із їх тушок, вчені відмітили значні кореляції із показником виходу м'яса залежно від місця поперечного перерізу ($R = 0,30$ до $0,70$). У іншій частині досліджень, що були проведені з певною кількістю риб, зроблено висновок, що вихід м'яса у самиць вищий порівняно з самцями: 48–56% проти 31–38% відповідно. Це вказує на статевий диморфізм. Відмінності у виході м'яса дозволяють припустити, що відбір риб із меншими головами, глибокими і коротшими тілами позаду від вісцеральної порожнини дає підґрунтя вважати про імовірне збільшення виходу м'яса сомів.

Науковці Уайтман та ін. (2004) [15] за допомогою методів ультразвукових зображень вивчали стан популяції червоного кам'яного окуня *Epinephelus guttatus*, а саме за показниками статевого співвідношення в період нерестового сезону та плодючості самок залежно від їх розміру. У результаті досліджень було встановлено структуру статевого співвідношення у популяції в розрізі часу нерестової кампанії,



Рис. 10. Ультрасонографічне зображення ікри каналного сома (зліва)

а саме 2–9 самиць : 1 самець. А також було встановлено, що самицям довжиною 28–32 см була властива плодючість — 0,2–0,4 млн ікринок, тоді як самицям 37–41 см — 1,2–1,5 млн ікринок. Таким чином, використання ультразвукових зображень — це цінний неагресивний метод у вивченні структури статевого співвідношення популяцій риб.

Цілком успішно сонографія використовується для діагностики патології, особливо декоративних риб. Н.Е. Лов та Г.А. Левбарт [16] вважають, що власники досить часто потребують ветеринарної допомоги для такої категорії риби. Клінічна оцінка складна через обмеження фізичних можливостей та доступності ефективних діагностичних тестів. Тим не менш, ультразвукова техніка, будучи відносно недорогою і неінвазивною, виявилася ефективною у виявленні певних хвороб.

Вчені Гумпенбергер та ін. [17] порівняли методи УЗД, комп'ютерної томографії і рентгенографії для діагностики збільшення ціломічної порожнини у червоного Оскара (*Astronotus ocellatus*). Хоча рентгенографія показала тільки каудовентральне стиснення плавального міхура, сонографія виявила велику пухлину, як паренхіму в хвостовій частині живота, а комп'ютерна томографія вказала на можливий зв'язок між пухлиною та нирками (рис. 11, 12). Після розтину поставлено діагноз “папілярно-кістозна аденома нирки”. Таким чином зроблено висновок, що ультразвукографія є ефективною у діагностиці деяких захворювань для декоративних або акваріумних риб.

УЗД також застосовували для виявлення нематод у м'язовій тканині риб [18] та вивчення функцій серця в лосося (*Salmo salar*) [19].

Методи ультразвукографії використовуються при розведенні акваріумних риб, наприклад, для визначення стану заплідненості у прісноводних скатів. Дорослих плідників прісноводних скатів Леопольді *Potamotrygon leopoldi* утримують в штучних басейнах. Для ультразвукографічного дослідження самок обережно ловлять підсакою і піднімають до поверхні води. Діагностику проводять лінійним датчиком, прикладеним до спини ската (рис. 13). Оскільки ці риби є живородящими, за до-



Рис. 11. Ультрасонографічне зображення червоної порожнини у червоного Оскара [17]: чітко видно неоднорідну округлу пухлину з включеннями кістозною паренхімою, що локалізуються в середині та каудально ціломічної порожнини

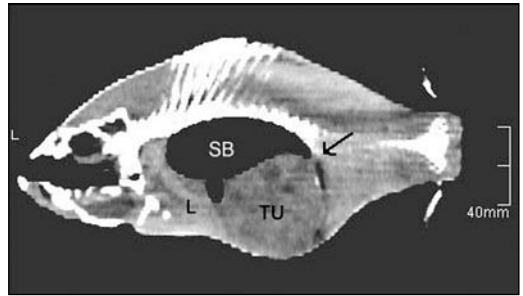


Рис. 12. Комп'ютерне томографічне зображення червоного Оскара [17]: пухлина (TU) чітко виражена і неоднорідна, стискає плавальний міхур (SB) каудовентрально. Пухлина не має зв'язку з печінкою (L), але має з тканиною червової частини хребетного стовпа (чорна стрілка). Нирки не можуть бути виявлені



Рис. 13. Дослідження самки прісноводного ската Леопольді у підсаці лінійним датчиком

помогою отриманого зображення можна побачити ембріонів ската, визначити їх кількість і приблизний вік (рис. 14).

Методи ультразвукографії вчені цілком успішно використовують в аквакультурі Бразилії [20] та Нігерії [21]

Науковці також припускають можливість визначення вмісту жиру, вологи у філе риб, спираючись на таку властивість ультразвукових хвиль, як швидкість у різних тканинах. Наприклад, В. Суваніш та ін. [22] виміряли швидкість ультразвукових хвиль у філе тріски (*Gadus morhua*), скумбрії Атлантики (*Scomber scombrus*), атлантичного лосося (*Salmo salar*), каналного сома (*Ictalurus punctatus*) і камбали (*Pseudopleuronectes Americanus*) за умов різних температур (50–30°C). Науковці дійшли висновку, що швидкість ультразвукових хвиль варіюється у різних видів залежно від складу тіла з можливим передбаченням цієї композиції рівняннями. За умов підвищення температури збільшувалась швидкість ультразвуку у філе всіх видів. Вчені припустили, що можна прижиттєво визначати вміст жиру, вологості у філе шляхом вимірювання швидкості ультразвукових хвиль залежно від температури, в якій риба може безпечно існувати (5–30°C).

Власні дослідження з метою ідентифікування органів риб проводили у В-режимі.

За умов використання конвексного зонду (5,0/7,5 МГц) отримане нечітке зображення внутрішніх органів (рис. 15), у деяких випадках було важко їх ідентифікувати (рис. 16). Суттєвим недоліком такого зонду було те, що він не водостійкий.

У дослідженнях статевих органів коропових видів риб найкраще зарекомендував себе лінійний зонд (6,0–8,0 МГц). Ним досліджували риб транскутанно в ділянці черевної стінки, спрямовуючі голівку зонда в бік анального отвору. Спочатку знаходили зображення плавального міхура, який слугував анатомічним і акустичним орієнтиром, а потім, змістивши напрям зонду в бік від нього, вивчали статеві залози.

Дослідження триліток рослиноїдних риб методом сонографії не дали позитивних результатів щодо виявлення статі. При розтині черевної порожнини було



Рис. 14. Ультрасонографічне зображення самки прісноводного ската Леопольді



Рис. 15. Ультрасонографічне зображення самки коропа: 1 — статеві залози; 2 — повітряний міхур



Рис. 16. Ультрасонографічне зображення самки коропа: 1 — статеві залози

виявлено, що статеві залози слабо розвинені і вкриті внутрішнім жиром.

При дослідженні дволіток коропів та карасів віком 3–5 років методом УЗД визначено, що ястики самиць дають гіпоехогенний малюнок (середня ехопозитивність) з крупнозернистою структурою. На рисунку оболонка ястика має чіткий ехопозитивний контур (рис. 17, 19). Сім'яники самців не мають чіткого контуру, їх структура дрібнозерниста і

зображення також гіпоехогенні (рис. 18, 20). Ультрасонографічні дослідження черевної порожнини риб показали, що у самиць внутрішні органи більш чітко визначені. Печінка має неоднорідну структуру: середня ехопозитивність з вкрапленням ехопозитивних плям (сіре забарвлення з білими плямами різного діаметра). Жовчний міхур дає ехонега-

тивне зображення у вигляді чорного круга (рис. 21). Органи травного тракту мають більш ехонегативний характер (рис. 22). Плавальний міхур дає чітку ехопозитивну лінію. Над плавальним міхуром чіткий ехонегативний рисунок дає нирка. У самців зображення внутрішніх органів не мають чітких відмінностей.

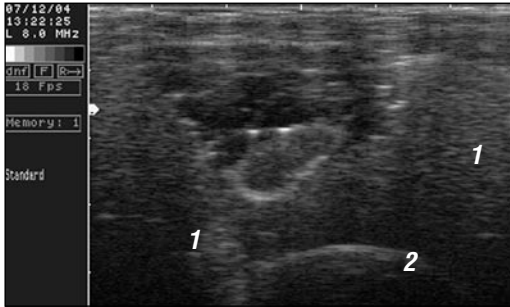


Рис. 17. Ультрасонографічне зображення самки коропа (вигляд знизу): 1 — статеві залози; 2 — повітряний міхур

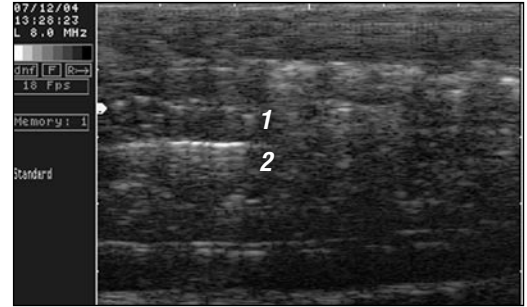


Рис. 18. Ультрасонографічне зображення самця коропа: 1 — статеві залози; 2 — повітряний міхур

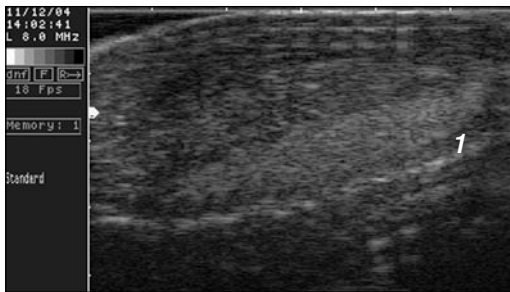


Рис. 19. Ультрасонографічне зображення самця карася: 1 — статеві залози

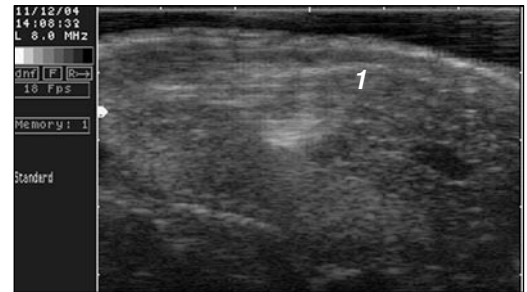


Рис. 20. Ультрасонографічне зображення самця карася: 1 — статеві залози

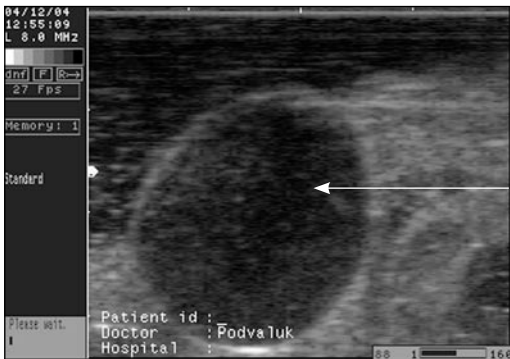


Рис. 21. Ультрасонографічне зображення жовчного міхура

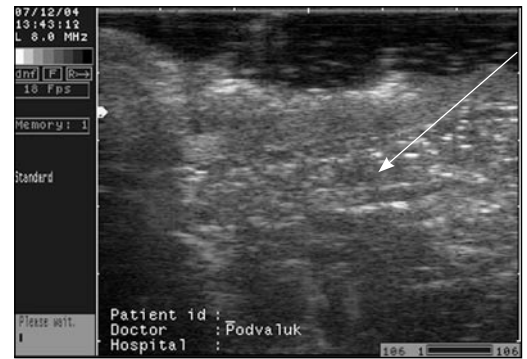


Рис. 22. Ультрасонографічне зображення кишечника

ВИСНОВКИ

Ультразвукова діагностика впевнено займає місце в аквакультурі як неінвазійний метод:

УЗД необхідні в роботі з тими цінними та зникаючими видами риб, у яких нечітко виражений статевий диморфізм. Визначення статі на ранніх етапах розвитку риб при роботі з осетровими видами залишається актуальним питанням,

яке досить успішно (до 80–100%) вирішують за допомогою методів ультразвукової діагностики. Тим паче УЗД значно знижує кількість вантажно-розвантажувальних робіт та зменшує стрес для риб;

УЗД використовують для діагностики патологій, виявлення гельмінтів.

Висловлено припущення щодо використання методів УЗД для прижиттєвого визначення вмісту вологи та жиру у філе риб.

Висловлюю щире вдячність кандидату економічних наук, професору Миколі Васильовичу Гринжєвському (Інститут рибного господарства НААН) та члену-кореспонденту НААН України, доктору ветеринарних наук, професору Григорію Григоровичу Харуті (Білоцерківський національний аграрний університет) за допомогу у вивченні та проведенні ультразвукових досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Харута Г.Г. Методи сонографії у відтворенні тварин (метод. рекомендації) / Г.Г. Харута, Д.В. Подвалюк, С.А. Власенко та ін. — Біла Церква, 2004. — 28 с.
2. Stetter M.D. Diagnostic imaging of elasmobranchs / The elasmobranch husbandry manual: captive care of Sharks, Rays and their Relatives / M.D. Smith, D. Warmolts, R. Hueter. — Ohio Biological Survey. — 2004. — P. 297–306.
3. Debus L. (Лютц Дебус). Ультразвуковые исследования (сонография) в рыбководстве: <http://sevkaspribvod.narod.ru/index.files/Page2254.htm>.
4. Черфас Н.Б., Цой П.М. Новые генетические методы селекции рыб. — М.: Наука, 1977. — 278 с.
5. Vapary M., Abu J., Fopp-Bayat D., Christin A.D., Forsythe P.S., Baker E.A. The stimulatory effects of long wavelengths on the ovarian development in the European sturgeon, *Acipenser sturio* // Aquaculture. — 2011. — Vol. 314. — Issues 1–4. — P. 198–213.
6. Martin R.M., Myers J., Sower S.A., Phillips D.J., McAuley C. Ultrasonic imaging, a potential tool for sex determination of live fish // North American Journal of Fisheries Management. Vol. 3. — 1983. — P. 258–264.
7. Bonar S.L., Thomas G.L., Pauley G.B., Martin R.W. Use of ultrasonic images for rapid nonlethal determination of sex and maturity of Pacific herring // N. Am. J. Fish. Manag.— 1989. — Vol. 9. — P. 364–366.
8. Mattson N.S. A new method to determine sex and gonad size in live fishes by using ultrasonography // Journal of Fish Biology. — 1991 — № 39. — P. 673–677.
9. Чебанов М.С. Ультразвуковая диагностика осетровых рыб / М.С. Чебанов, Е.В. Галич. — Краснодар: Южный филиал ФГУП «ФСГЦР». — 2010. — 136 с.
10. Colombo R.E., Wills P.S., Garvey J.E. Use of ultrasound imaging to determine sex of shovelnose sturgeon // North American Journal of Fisheries Management. — 2004. — Vol. 24. — P. 322–326.
11. Chaney M., Evans A. Ultrasound imaging in fish culture applications / Proceedings of the 55th Annual Northwest Fish Culture Conference, December 7–9, 2004. — P. 266–272.
12. Evans A.F., Fitzpatrick M.S., Siddens L.K. Use of ultrasound imaging and steroid concentrations to identify maturational status in adult steelhead // North American Journal of Fisheries Management. — 2004. — P. 967–978.
13. Ultrasound for sex determination of catfish. The University of Georgia College of Agricultural and Environmental Sciences© 2005–2009: <http://www.caes.uga.edu/commodities/animals/aquaculture/catfish/ultrasound.html>.
14. Bosworth B.G., Holland M., Brazil B.L. Evaluation of ultrasound imagery and body shape to predict carcass and fillet yield in farm-raised catfish // J Anim Sci. — 2001. — Jun; 79(6) P. 1483–1490.
15. Whiteman E.A., Jennings C.A., Nemeth R.S. Sex structure and potential female fecundity in a *Epinephelus guttatus* spawning aggregation: applying ultrasonic imaging // Journal of Fish Biology. — 2005. — Vol. 66. — P. 983–995.
16. Love N.E., Lewbart G.A. Pet radiography: Technique and case history reports // Vet. Radiol. Ultrasound. — 1997. — Vol. 38. — P. 24–29.
17. Gumpenberger M., Hochwartner Mag O., Loupal G. Diagnostic imaging of a renal adenoma in a Red Oscar (*Astronotus ocellatus* Cuvier, 1829) // Vet. Radiol. Ultrasound. — 2004. — Vol. 45. — P. 139–142.

18. *Hafsteinsson H., Parker K., Chivers R., Rizvi S.S.H.* Application of ultrasonic waves to detect seal worms in fish tissue // *J. Food Sci.* — 1989. — Vol. 54. — P. 244–247.
19. *Reimers E., Landmark P., Sorsdal T., Bohmer E., Solum.* Determination of salmonids' sex maturation and size: an ultrasound and photocell approach // *Aquacult Mag.* — 1987. — Vol. 13. — P. 41–44.
20. *Crepaldi D.V., Teixeira E.A., Faria P.M.C., Ribeiro L.P.* et all. A ultra-sonografia na piscicultura // *Rev Bras Reprod Anim, Belo Horizonte.* — 2006. — Vol. 30, № 3-4. — P. 174–181.
21. *Achionye-Nzeh C.G., Jimoh K.O.* Ultrasound evaluation of the gonads in catfish *clarias gariepinus* (Teugels): An Initial Experience in Africa // *World Journal of Fish and Marine Sciences* 2 (4). — 2010. — P. 343–347.
22. *Suvanich V., Ghaedian R., Chanamai R., Decker E.A., McClements D.J.* Prediction of proximate fish composition from ultrasonic properties: Catfish, cod, flounder, mackerel and salmon // *J. Food Sci.* — 1998. — Vol. 63. — P. 966–968.

УЛЬТРАСОНОГРАФИЯ В АКВАКУЛЬТУРЕ

В.П. Марценюк

Приведён литературный обзор о значении использования ультразвуковой диагностики в аквакультуре. Освещены вопросы относительно целесообразности внедрения методов ультрасонографии в работе с производителями осетров, форели и исчезающих видов рыб, а также возможность использования УЗИ для диагностики определенных заболеваний рыб.

ULTRASONOGRAPHY IN AQUACULTURE

V. Martsenuk

A literary review of the value of ultrasound diagnosis in aquaculture. The problems concerning the implementation feasibility of ultrasonography in the sire of sturgeon, trout and endangered species. As well as the possibility of using ultrasound to diagnose certain diseases of fish.