

СОФИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ „СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ“,
БИОЛОГИЧЕСКИ ФАКУЛТЕТ,
КАТЕДРА „ОБЩА И ПРИЛОЖНА ХИДРОБИОЛОГИЯ“



Борислава Костадинова Маргаритова

Проучване на хабитатите за размножаване и хранене
на есетровите риби от българския участък на р. Дунав

Автореферат
на дисертация

за присъждане на образователна и научна степен „доктор“ по
професионално направление 4.3 Биологически науки
специалност „Хидробиология“

София, 2022 г.

Дисертацията е с обем 239 страници, включени са 21 таблици, 19 фигури и 65 приложения. Цитирани са 279 литературни източника, от които 35 на кирилица и 244 на латиница.

Изследванията по дисертацията са извършени в лабораториите на катедра по „Обща и приложна хидробиология“, Биологически факултет, СУ „Св. Кл. Охридски“, и по проекти на WWF България.

Дисертационният труд е обсъден и насрочен за защита на заседание на разширен съвет на катедра „Обща и приложна хидробиология“ при Биологически факултет на Софийски университет „Св. Кл. Охридски“, проведено на 21 юли 2022 г.

Защитата на дисертационния труд ще се състои на 10 януари 2023 г. от 13:00 часа в Заседателна зала на Биологически факултет, на Софийски университет „Св. Климент Охридски“.

Научно жури:

Вътрешни членове

Доц. д-р Ирина Дитмар Шнайдер, БФ, СУ

Доц. д-р Галерида Николова Райкова-Петрова, БФ, СУ

Външни членове

Проф. д-р Бойко Божидаров Георгиев, ИБЕИ, БАН

Доц. д-р Виолин Стоянов Райков, ИО, БАН

Доц. д-р Теодора Ангелова Тричкова, ИБЕИ, БАН

Резервни членове

Проф. д-р Пламен Генков Митов, БФ, СУ

Доц. д-р Янка Николова Пресолска, ИБЕИ, БАН



Борислава Костадинова Маргаритова

Проучване на хабитатите за размножаване и хранене
на есетровите риби от българския участък на р. Дунав

Автореферат
на дисертация

за присъждане на образователна и научна степен „доктор“ по
професионално направление 4.3 Биологически науки
специалност „Хидробиология“

Научни ръководители: доц. д-р Елиза Узунова
доц. д-р Любомир Кендеров

София, 2022 г.

Благодарности

По време на работата ми в изследването и опазването на есетровите риби много хора бяха част от този дълъг път и искам да изразя моите най-искрени благодарности към всички тях. Настоящата дисертация би била невъзможна, ако не беше тяхното съдействие, насоки и помощ.

Благодарна съм на моите научни ръководители доц. д-р Елиза Узунова и доц. д-р Любомир Кендеров за постоянната подкрепа, ценните съвети и за възможността да работим заедно.

Благодаря искрено на Стоян Михов (WWF България) за помощта, ценните и конструктивни съвети и предоставената възможност да работя по тази интересна тема и да натрупам необходимите опит и познание.

Искрено благодаря и на всички мои колеги и приятели за съвместната ни работа и помощта им (по азбучен ред):

Апостолос Апостолу, Веселин Коев, Дарин Тенев, Диана Златанова, Димитрий Дашинов, Елена Ташева, Емил Кънев, Йонко Сашов, Йордан Куцаров, Маргарита Тенева, Мариета Станачкова, Пламен Учанов, Радослав Молдовански, Росен Бонов, Тихомир Стефанов, Филип Пенчев, рибарите от с. Ветрен и с. Крапец, както и на всички останали пожелали да останат анонимни.

Благодарност и на следните колеги-таксономи, извършили консултация и/или извършили по-детайлната таксономична обработка на макрозообентосните организми: клас *Oligochaeta* – докторант Галя Георгиева (ИБЕИ, БАН), клас *Bivalvia* и клас *Gastropoda* – доц. д-р Теодора Тричкова (ИБЕИ, БАН), перекаридни ракообразни (разреди *Amphipoda*, *Isopoda*, *Mysida*) – доц. д-р Любомир Кендеров (БФ, СУ), разр. *Trichoptera* – гл. ас. д-р Весела Евтимова (ИБЕИ, БАН), разр. *Ephemeroptera* – д-р Янка Пресолска (ИБЕИ, БАН), сем. *Chironomidae*, *Diptera* – д-р Димитрий Дашинов (БФ, СУ), паразити (*Nematoda*, *Acanthocephala*) – доц. д-р Ясен Мутафчиев (ИБЕИ, БАН).

Списък на използваните съкращения в текста

МЗХГ	Министерство на земеделието, храните и горите
МОСВ	Министерство на околната среда и водите
НСМСБР	Националната система за мониторинг на състоянието на биологичното разнообразие
CPUE	Catch per unit effort/ Риболовното усилие на единица площ
CWT	Coded Wire Tags/ Маркери тип метална намагнитизираната жичка с код
IUCN	International Union for Conservation of Nature/ Международен съюз за защита на природата
ind./net/ha	Индивида/мрежа/хектар
PIT tags	Passive integrated transponder/ Пасивните интегрирани транспондери – вид маркери за риби
rkm	речен километър
TL	обща дължина на тялото
WWF	World Wide Fund for Nature/ Световен фонд за дивата природа
YoY	Young of the Year/ Нулево годишен екземпляр

1 Въведение и преглед на литературата

Есетровите видове, обитаващи р. Дунав, са включени в Червеният списък на IUCN и в Червената книга на България. Факторите, отговорни за статуса на тези уникални риби, възникват изцяло в резултат на човешката намеса в живота на реката. Днес, след повече от 10 години пълна забрана за улов на есетрови риби в р. Дунав и Черно море, статутът им на застрашени видове все още е факт. Причините за трудното възстановяване на популациите на есетровите риби се коренят в тяхната специфична биология – дълъг жизнен цикъл, късна полова зрялост и специфични изисквания към местата за размножаване.

Направен е кратък преглед на биологичните характеристики на есетровите риби, обитаващи река Дунав и Черно море, състояние на популациите и мерки за опазването и възстановяването им. От прегледа на литературата са направени следните изводи за съвременно състояние и пропуските в познанията за есетровите риби и техните местообитания в българската част на р. Дунав:

- липсват актуални данни за есетровите риби, поради което България докладва пред Европейския съюз природозащитно състояние на видовете „Неизвестно“;

- последната налична информация за местообитания за размножаване на моруната в българския участък на р. Дунав е от 2002 г. Няма налична информация дали останалите видове есетровите риби са се адаптирали и хвърлят хайвер в места под хидровъзел Железни врата II и къде биха могли да се намират местата за размножаване;

- последните изследвания за България относно хранителния спектър на есетрите (и по специално на чигата) са от 1950-те и 1960-те години на XX век;

- не е известно дали промените в структурата на бентосните макробезгръбначни съобщества влияят върху хранителните предпочитания на есетровите видове и – ако влияят – в каква насока.

Актуализиране на информацията за живота на есетровите риби ще спомогне за вземане на сложни решения по казуси (хидроенергийни проекти, поддържане на корабоплаването и др.), които да бъдат осъществени по един екологосъобразен начин. Но за тази цел следва да попълним онези пропуски от знанията си за есетрите риби, които ни гарантират техното опазване и възстановяване. Като ключови в тази насока са познанията ни за местата за хранене и размножаване, затова усилията на настоящия дисертационен труд са насочени в тази посока.

2 Цел и задачи

Цел на настоящата дисертация е определяне на потенциалните местообитания за размножаване и хранене на есетровите риби в българския участък на река Дунав с оглед бъдещата им защита и възстановяване.

За постигане на тази цел са поставени следните задачи:

1) Да се определи състоянието на есетровите риби в българския участък на р. Дунав, чрез:

- изследване на видов състав и численост на уловените есетрови риби;
- определяне на размерната структура и кондицията на есетровите риби;

2) Да се ревизират потенциалните размножителни хабитати, познати в миналото като мръстилища на есетрови риби в Долен Дунав чрез:

- проучане на миграцията на есетрови риби от различни размерно-възрастови групи в направление по и срещу течението на р. Дунав;
- проучване за наличие на хайвер от есетрови риби в зоната на потенциални и установени в миналото мръстилища;
- анализ на абиотични фактори (хидроморфологични, физични и хидрохимични) в потенциални местообитания за размножаване;

3) Да се проучват потенциални местообитания за хранене на есетровите риби чрез:

- определяне на хранителния спектър на есетровите риби;
- определяне на количествен и качествен състав, аутокологични параметри на макрозообентоса в местообитанията за хранене на есетровите риби.

3 Материали и методи

3.1 Териториален и времеви обхват

Изследванията са проведени в българските териториални води на река Дунав (между 847 и 375 речен километър (rkm). Проучванията върху потенциални размножителни хабитати са проведени в периода 2013 – 2019 г. (през месеците април и май). Изследван е както целият български участък на р. Дунав, така и отделни участъци, определени на база улови на нулевогодишни и възрастни есетрови риби, както и наличието на определени абиотични фактори (водно ниво, температура, скорост на течението, подходящ субстрат и дълбочина). Общо за 102 дни са направени 531 пробонабирания чрез ихтиопланктонни мрежи за изследване на яйца, предличинки и личинки на есетрови риби за идентифициране на размножителни хабитати.

Изследванията на миграция на есетровите риби са проведени в периода от 2014 до 2021 г. (май – август) чрез улов на екземпляри с дънни трислойни мрежи. Изследвани са пунктове, обхващащи участъци от цялото българско поречие, като основният пункт е в района на Ветрен. За 231 дни са изследвани общо 1 420 трансекти, от които 173 дни в район Ветрен с 1 132 пробонабирания.

Проучванията върху хранителния спектър на есетровите риби са проведени през 2019 и 2021 г. в район Ветрен (при 396 rkm).

По време на проучванията освен дивите екземпляри са уловени и есетрови риби, внесени в реката като зарибителен материал,

получен в рибовъдни ферми. Тези есетрови риби са идентифицирани чрез поставените им преди въвеждането маркери.

3.2 Методи

Метода за изследване на есетровите риби следва методиката за мониторинг на риби към Национална система за мониторинг на състоянието на биологичното разнообразие (НСМСБР) и по-специално „Подход за мониторинг на есетрови риби в р. Дунав“ (Михов, 2016), както и на база на „Научнообоснована програма и методика за полево установяване на местата за размножаване на дунавските есетрови риби“ (Екологичен център, 2014).

Есетровите риби са маркирани с външни и вътрешни маркери за риби¹ с индивидуални кодове. На база на информацията от маркираните есетровите риби са анализирани данните относно честота на улов, период на престой в изследвания участък, темп на нарастване, оцеляемост, както и скорост на придвижване надолу по течението.

Събрана е информация от рибари за съпътстващ улов на есетри в периода 2018 – 2021 г.

Хранителният спектър на есетровите риби е изследван чрез неинвазивен метод чрез стомашен лаваж по Haley (1998).

Пробите от дънната макрозообентосна фауна са събрани периодично от април до октомври, 2019 и 2021 г., за да се определят предпочитанията на есетровите риби по отношение на хранителните обекти. Използван е дъночерпател тип Van Veen съгласно БДС EN ISO 10870:2012 и/ или ръчна рамка съгласно „мултихабитатния подход“ (БДС EN 16150).

В периода септември – октомври 2021 г. е извършено хидрографско проучване чрез сонар с цел изследване на потенциални местообитания на есетровите риби. Изследвани са 22

¹ Видове външни (T-Bar anchor tags, FTF-69Vinyl oval tags) и вътрешни маркери (акустични трансмитери Innovasea coded tags, PIT tag и Coded Wire Tags (CWT).

пункта по цялото поречие на българския участък от р. Дунав. По време на изследването са събрани дънни проби за идентифициране на субстрата и за валидиране на информацията, получена от сонара за твърдост на дъното.

Изследвани са и следните параметри: температура на водата (Т, °С), разтворен кислород (mg.dm^{-3}), активна реакция (рН стойност), електропроводимост ($\mu\text{s/cm}$), скорост на течението (m.s^{-1}) и прозрачност на водата (m). Като допълнителна информация за скорост на течението, дълбочина и субстрат използвахме публикуваните база данни от хидроморфологичното проучване по Joint Danube Survey 3 (Schwarz et al., 2014).

3.3 Анализ на данните

Числеността на есетровите риби е представена като риболовното усилие на единица площ ($\text{CPUE}_{10\text{ha}}$). За единица площ е приета 10 ha, тъй като това е приблизителната площ, която се покрива при улова. Изчислен е относителният темп на нарастване спрямо средна наддадена маса на рибата (RGR , в $\%\text{d}^{-1}$). Анализирани са размерна структура и линейно-тегловни зависимости при есетровите риби, като са включени данните от уловени риби в р. Дунав и приулов в Черно море. Установеният алометричен или изометричен тип на нарастване на дължината на тялото е тестван чрез t-тест на Student (Zar, 1984). Кондиционен фактор на Фултон (K) и относителният кондиционния фактор (K_{rel}) са изчислени отделно за всеки вид спрямо размерния клас. Есетровите риби до 35 cm обща дължина на тялото (TL) се определят като възрастова група от нулевогодишни екземпляри (размерен клас L1), а екземплярите над 35 cm TL като ювенилни и възрастни индивиди (размерен клас L2) (Иванов, 1988; Rogin, 2011). За да се оцени наличието на достоверни различия между стойности на кондиционен фактор на Фултон, е приложен непараметричният дисперсионен анализ (ANOVA на рангове) ($p < 0,05$).

Анализирани са степента на достъпност на рибата до плячката, масата на хранителните обекти като процент от общата маса на стомашното съдържимо. Оценени са относителното значение на различната плячка в хранителният спектър на есетровите риби чрез изчисляване на честотата на срещане (Fi) и относителното обилие (Ai) за всеки таксон (Hynes, 1950), както и чрез индекса за относителна значимост ($\%IRI$) за различните жертви.

Графичният метод на Costello (1990) е използван за илюстриране на стратегиите за хранене (генерализация или специализация) и важноста на даден хранителен обект като функция от обилието и честотата на срещане на същия.

Припокриването на хранителния спектър между отделните видове есетрови риби е определено чрез индекса на Schoener (I_s) (Schoener, 1970).

Изследвана е плътността на установените представители на макрозообентоса от дънните проби. Публикуваната информация (базата данни в програмата Asterics 4.04 и на www.freshwaterecology.info) за аутокологичните параметри на дънните макробезгръбначни организми, установени в стомашното съдържимо, е използвана за категоризиране на местообитанията за хранене на есетровите риби.

4 Резултати

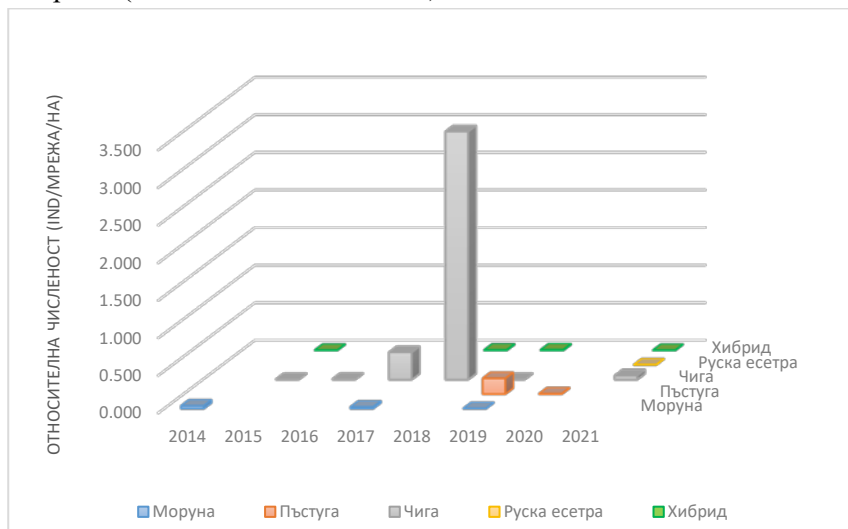
4.1 Видов състав, численост, размер и периоди на улов на есетрови риби

Общо 952 есетрови риби са уловени в периода 2014 – 2021 г. От тях 864 са нулевогодишни (YoY) ($TL < 35$ cm, L1) и 88 са възрастни ($TL > 35$ cm, L2). Повече от веднъж са улавяни 87 есетри. Общо 31 нулевогодишни есетрови риби са с идентифициран произход от зарибяване.

Разпределението на уловите от **възрастни есетрови риби** по видове е следното: 76 екземпляра чига *A. ruthenus*, 7 пъструги *A.*

stellatus; 1 моруна *H. huso* и 1 руска есетра *A. gueldenstaedtii*. Уловени са 3 хибрида (*A. ruthenus* × *A. stellatus* и *A. ruthenus* × *A. gueldenstaedtii*). Най-голям брой есетрови екземпляри са уловени през 2019 г., най-висока относителна численост на възрастните есетри е отчетена през 2021 г. За 8-годишния период на изследвания средната относителна численост на есетровите риби е 0,063 ind./net/ha.

От общо 864 уловени нулевогодишни (YoY) екземпляри, принадлежащи към четири вида есетрови риби – *A. ruthenus*, *A. stellatus*, *A. gueldenstaedtii* и *H. huso*, 713 са уловени в район Ветрен (396 rkm) в периода 2014 – 2021 г. Доминират чигите с 599 екземпляра, следвани от пъстругите – 99 екземпляра, моруните – 7, и един екземпляр руска есетра. Уловени са 7 броя естествени YoY хибриди (*A. ruthenus* × *A. stellatus*).



Фигура 4-1. Относителна численост на нулевогодишни есетрови риби по вид през различните години на проучване в периода 2014 – 2021 г. (хибрид *A. ruthenus* × *A. stellatus*).

Видът *A. ruthenus* е регистриран в 6 от общо 8 години на проучвания, следван от *H. huso*, улавян в 3 години, и YoY хибриди *A. ruthenus* × *A. stellatus*, регистрирани в 4 години през периода 2014 – 2021 г. Видът *A. stellatus* е улавян само в 2 години, *A. gueldenstaedtii* само през 1 година (Фигура 4-1).

Средната относителна численост на нулевогодишните екземпляри за период от 8 години е 0,289 ind./net/ha. Най-голям брой YoY екземпляри и най-висока относителна численост са отчетени през 2018 г., следвана от 2019 г. и 2017 г. През останалите години са регистрирани единични екземпляри.

Нулевогодишните *H. huso* са с относителна численост за целия период на изследване 0,003 ind./net/ha, като са улавяни през 2014, 2017 и 2019 г. (Фигура 4-1). Обща дължина на моруните е между 219 и 297 mm (TL) и средна маса (W) 68,86 g.

Относителната численост на чигата (за целия период на проучване) е 0,290 ind./net/ha. През 2014 г. и 2020 г. видът не е улавян. Най-многочислен е през 2018 г. (495 екземпляра), следван от 2017 г. (84 броя). През останалите години са уловени единични екземпляри (Фигура 4-1). Нулевогодишните *A. ruthenus* са с дължина на тялото от 148 – 290 mm и средна маса 44,04 g.

Относителна численост при *A. stellatus* е 0,048 ind./net/ha, като през 2019 г. уловените риби са 97 екземпляра, а през 2020 г. са уловени само два. Дължина на тялото е от 100 до 300 mm, масата между 5 – 74 g.

За целия период на изследване е уловен само един екземпляр руска есетра с обща дължина 176 mm, уловен през юли 2021 г.

Седем YoY хибрида *A. ruthenus* × *A. stellatus* са уловени за целия период с относителна численост 0,003 ind./net/ha.

Извън района на с. Ветрен са установени само 9 нулевогодишни есетрови риби (7 чиги, 2 хибрида), в район Тутракан (440 gkm) и Мартен (477 gkm).

От **повторно уловените** 87 есетрови риби 2 екземпляра са уловени в Черно море, 1 брой в участъка на р. Дунав в район Белене и останалите в район Ветрен. За периода 2015 – 2021 г. повторни улови не са отчетени през 2016 г. и 2020 г. Въпреки че през 2015 г. е уловен повторно само един есетров екземпляр, той съства 50% от общия улов за годината.

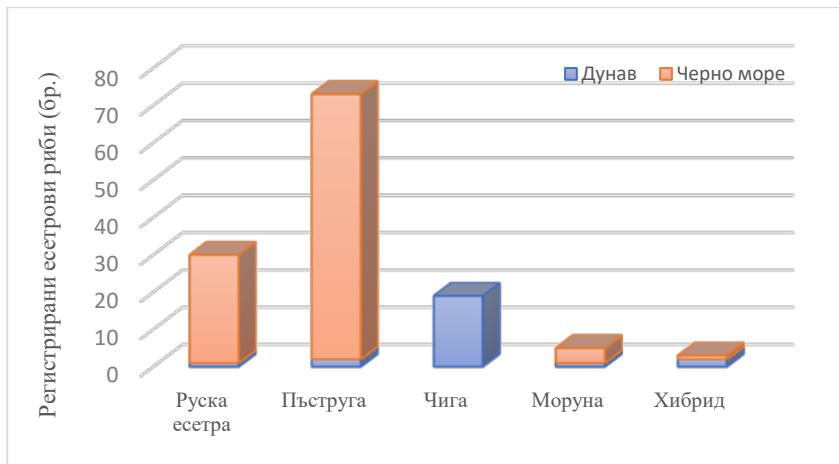
Най-често повторно улавяни са чигите (59 екземпляра), следвани от пъстругите (24 броя), моруни ($n = 2$), а руската есетра и хибрид *A. ruthenus* × *A. stellatus* са с по един екземпляр.

Продължителността, в която есетровите риби остават в изследвания участък в район Ветрен, е от 2 до 9 дни (средно 3,8), като някои екземпляри са улавяни между 2 и 7 пъти (средно 2,5).

Есетровите риби като приулов

За периода от 2018 до 2021 г. по данни от рибари за съпътстващия улов (приулов) са регистрирани общо 130 екземпляра от различни видове есетрови риби. Двадесет и пет от рибите са уловени като приулов в р. Дунав, а други 105 в Черно море. Най-висок е броят на докладваните есетрови риби през 2019 г. – общо 63 екземпляра, следван от 2018 г. – 32 екземпляра.

Най-често регистрираният вид като приулов е пъстругата (73 екземпляра), следван от чигата с 19 екземпляра (р. Дунав). От регистрирани 30 екземпляра руска есетра, 19 са индивиди от зарибяване, а 11 са диви риби. От вида *H. huso* са регистрирани общо 5 екземпляра (1 YoY от зарибяване в Дунав, 4 възрастни в Черно море). Общо са регистрирани 3 възрастни хибридни есетрови риби (2 за р. Дунав и 1 от Черно море) (Фигура 4-2).



Фигура 4-2. Разпределение по вид на регистрирани есетрови риби като съпътстващ улов в българските участъци на р. Дунав и Черно море за периода 2018 – 2021 г. (по данни от рибари).

Линейно-тегловни зависимости и кондиционен фактор на есетрите

За изследване на линейно-тегловата зависимост са анализирани общо 790 есетрови риби от видовете *A. ruthenus*, *A. stellatus* и *A. gueldenstaedtii*, уловени в р. Дунав и Черно море в периода 2013 – 2019 г. Всички уловени руски есетри са YoY екземпляри, под 35 cm обща дължина на тялото (размерен клас L1), докато екземплярите от вида *A. ruthenus* и *A. stellatus* са групирани в два размерни класа ($L1 < 35 \text{ cm TL}$ и $L2 > 35 \text{ cm TL}$). Прогнозният тип растеж за *A. ruthenus* и *A. stellatus* от размерен клас L1 е отрицателен алометричен, докато при *A. gueldenstaedtii* растежът е изометричен. Екземплярите от L2 от *A. ruthenus* и *A. stellatus* показват положителен алометричен растеж.

Относителният кондиционен фактор варира от $1,003 \pm 0,020$ за *A. gueldenstaedtii* и $1,144 \pm 0,018$ за *A. ruthenus*. Минималният и максималният коефициент на Фултон (K) са съответно $0,300 \pm 0,003$ и $0,514 \pm 0,011$ за *A. stellatus* и *A. gueldenstaedtii*.

Относителният темп на нарастване на *A. ruthenus*, култивирано отгледани в рибовъдни стопанства и зарибени в р. Дунав, е $1,98\% d^{-1}$, докато при диви *A. ruthenus* е между $1,22\%d^{-1}$ (2017 г.), $1,91\%d^{-1}$ (2018 г.) и $2,85\%d^{-1}$ (2021 г.). Темп на нарастване за вида *A. stellatus* е $1,50\%d^{-1}$ (средно 2,05 g и 1,05 mm на ден). Относителният темп на растеж на зарибени руски есетри *A. gueldenstaedtii* е $1,53\% d^{-1}$ (2,6 g на ден).

4.2 Потенциални размножителни хабитати на есетровите риби

Изследване на миграцията

Миграцията на възрастните екземпляри есетрови риби към местата за размножаване (срещу речното течение) е проследена по маркирани с акустични трансмитери риби: две пъструги, моруна и чига. Сигнали от маркираните екземпляри са засичани само чрез мобилен акустичен приемник в рамките на деня на маркиране, но няма данни за засечен сигнал от трансмитери на стационарните приемници, разположени по българския бряг на Дунав.

Маркирани с СWT-маркери руски есетри от проведени зарибявания в района на Белене (2019 г.) са уловени повторно в делтата на р. Дунав и в най-северните райони на българското черноморско крайбрежие. Изчислената средна скорост на тяхната миграция надолу по течението е между 18,6 и 5,6 km/ден. За зарибени и маркирани нулевогодишни моруни (2020 г.) в района на Белене и уловени в българския и румънския участък на р. Дунав (при 118 gkm) е изчислена скорост на придвижване надолу по течението между 30 и 45 km/ ден. Скоростта на придвижване надолу по течението на новоизлюпени диви *A. ruthenus* е 3,91 km/ден, изчислена въз основа на изминатото на разстоянието от станция 576 gkm (Белене) до станция 396 gkm (Ветрен).

Абиотични фактори в потенциалните размножителни хабитати

Периодът, при който температурата на водата е в оптималните за размножаване на есетровите стойности и същевременно водното ниво бележи пик на покачване, настъпва ежегодно в периода март – април. Предполагаемия период за размножаване на *H. huso* и *A. ruthenus* е в периода 9 март – 21 април, при средна температура на водата 7,8°C (граници 5,8 – 9,1°C).

Дълбочината на водата в потенциалните хабитати за размножаване на есетровите риби е над 2 – 5 m. В райони Ново село, Цибър, Вадин, Никопол, Белене, Мечка, Долно Ряхово и Ветрен са установени участъци дълбоки над 10 m.

Твърдостта на дъното (Н) в зоните на потенциалните размножителни хабитати според генерираните от сонара данни сочат места с най-високи стойности в райони Байкал, Лом, Флорентин и Ново село (Н = 0,5). Дънният субстрат в изследваните участъци е съставен предимно от: обли камъни и скали в участъка в район Гомотарци и Ново село; камъни и чакъл при район Никопол; чакъл и едър пясък в район Белене; чакъл в район Лом; чакъл в район Ветрен.

Локализиране на местата за размножаване на есетровите риби

През 2013 г. е изследван целият български участък на реката за наличие на хайвер и ларви на есетрови риби, като са проверени всички мръстилица на моруната, установени при предходни проучвания (Vassilev, 2003). В периода 2014 – 2019 г. изследванията са фокусирани само в отделни участъци на р. Дунав, определени чрез обратно изчисление на мястото на хвърляне на хайвер на база уловени надолу по течението на реката нулевогодишни риби. За локализиране на местата на размножаване на есетровите риби са взети под внимание следните данни: скорост на придвижване на ларви и малки риби; температура на водата и водно ниво (за определяне на дата на размножаване). Определени са прогнозни дата за размножаването на видовете *H. huso* и *A. ruthenus* и начало

на движението на постларвите надолу по течението за целия период на изследвания.

За седем годишния период на изследване чрез ихтиопланктонни мрежи не са установени яйца и ларви на есетрови риби.

4.3 Хранене и местообитания за отхранване на есетровите риби

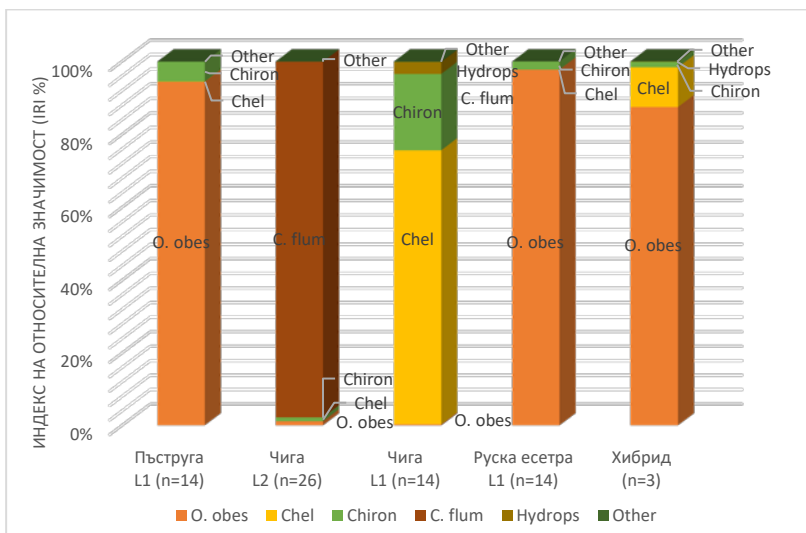
Хранителен спектър на есетровите риби

През 2019 г. е изследван хранителният спектър на 61 есетрови риби от видовете – *A. gueldenstaedtii*, *A. stellatus*, *A. ruthenus* и хибриди (*A. ruthenus* × *A. stellatus*), уловени в периода юни – август. През 2021 г. са изследвани 17 есетрови риби от видовете *A. ruthenus*, *A. gueldenstaedtii* и хибрида *A. ruthenus* × *A. stellatus*, като всички изследвани екземпляри са уловени в район Ветрен.

Организмите, установени в стомашното съдържимо на есетровите риби принадлежат към шест основни групи: насекоми (Diptera: Chironomidae, Simuliidae и ручейници Trichoptera), ракообразни (Amphipoda, Mysida, Isopoda), мекотели (Bivalvia, Gastropoda), олигохети (Oligochaeta), риби (Gobiidae) и паразити (Nematoda, Acanthocephala). В стомасите е регистрирано присъствието на детрит в различни обеми.

При сравнение на данните от храненето на есетровите риби през двете години на проучване се установява, че видът *O. obesus* е доминантната плячка за видовете *A. gueldenstaedtii* (%IRI = 97,75), *A. stellatus* (%IRI = 94,41) и *A. ruthenus* × *A. stellatus* (%IRI = 87,8%), всички те са екземпляри под 35cm TL (L1). При вида *A. ruthenus* индексът на относителна значимост за *O. obesus* е минимален (0,28% при L1 и 1,12% – L2). Видовете от р. *Chelicorophium* са основна плячка на нулевогодишните екземпляри (L1) от вида *A. ruthenus* с индекса на относителна значимост от 75,36%. При хибрида *A. ruthenus* × *A. stellatus* относителната значимост на *Chelicorophium* spp. също е сравнително висока (%IRI = 10,90),

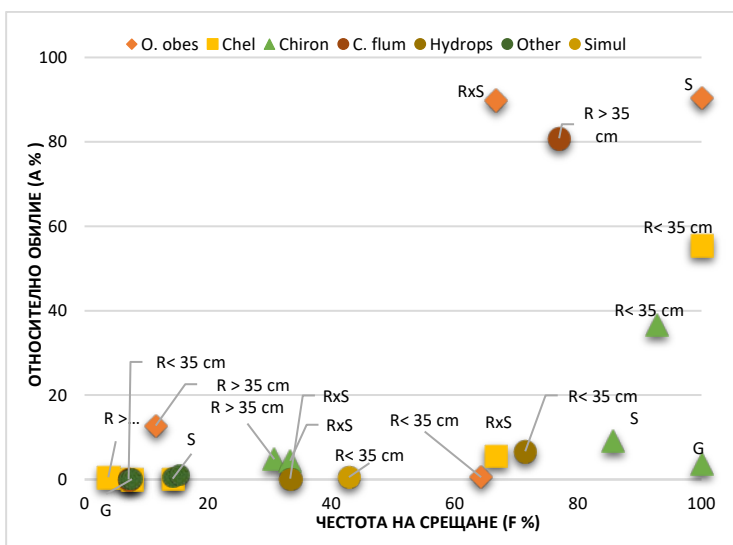
докато за *A. ruthenus* от размерен клас L2 и видовете *A. gueldenstaedtii* и *A. stellatus* от L1 е незначителна (IRI между 0,01% и 0,06%). Ларвите на Chironomidae са хранителен компонент при всички видове и размерни класове с относителна значимост между 20,93% при *A. ruthenus* от L1 до 1,07% при *A. ruthenus* от L2. Видът *Corbicula fluminea* е основен хранителен обект за възрастните *A. ruthenus* (%IRI = 97,74), докато при другите есетрови риби не е регистриран, с изключения на 1 екземпляр при *A. ruthenus* от L1. Видове от род *Hydropsyche* са установени при *A. ruthenus* (при L1, %IRI = 3,29) и при хибридните екземпляри *A. ruthenus* × *A. stellatus* (%IRI = 0,08). Останалите хранителни обекти установени в стомашното съдържимо на есетровите риби включени в група „Други“ са с много ниска относителна значимост (между 0,003 и 0,13%) (Фигура 4-3).



Фигура 4-3. Индекс на относителна значимост (IRI%) на различни видове плячка, консумирана от есетрови риби, изследвани през 2019 и 2021 г. (L1 – екземпляри с обща дължина TL < 35 cm, L2 – екземпляри с TL > 35 cm, Chel – *Chelicorophium* spp., Chiron –

Chironomidae, *C. flum* – *C. fluminea*, *O. obes* – *O. obesus*, *Hydrops* – *Hydropsyche* spp., Other – хранителни обекти с IRI < 0,1%)

По отношение на хранителната стратегия при есетровите риби не са наблюдавани специализации, но се наблюдава генерализация по отношение на ларвите на Chironomidae при видовете *A. gueldenstaedtii*, *A. stellatus* и *A. ruthenus* от L1 (Фигура 4-4).



Фигура 4-4. Хранителна стратегия на есетрови риби изследвани през 2019 г. и 2021 г. (R – *A. ruthenus*, S – *A. stellatus*, G – *A. gueldenstaedtii*, R×S – *A. ruthenus* × *A. stellatus*, Chel – *Chelicorophium* spp., Chiron – Chironomidae, *C. flum* – *C. fluminea*, *Hydrops* – *Hydropsyche* spp., *O. obes* – *O. obesus*, Simul – *S. colombaschense*, Other – хранителни обекти с ниски стойности за F% и A%).

При сравняване на компонентите в стомашното съдържимо на есетровите риби е установено почти пълно припокриване на хранителния спектър между *A. gueldenstaedtii*, *A. stellatus* и хибрида *A. ruthenus* × *A. stellatus* със стойности на индекса на Schoener над 0,84 по отношение на масата на плячката и над 0,94 на база на броя

индивиди. Това припокриване се наблюдава при сравняване не само на отделните есетрови видове, но и за различните месеци, като през юли има припокриване в хранителните предпочитания на видовете *A. gueldenstaedtii* и хибридите, докато през август се наблюдава припокриване при *A. stellatus* и хибридите. Не се наблюдава припокриване в хранителния спектър на *A. ruthenus* и другите три есетрови вида, независимо от размерния клас.

Макрозообентосът като трофична база за есетровите риби

Безгръбначни организми, открити в пробите от дънния субстрат на изследваните речни участъци, включва представители от 13 групи (Turbellaria, Gastropoda, Bivalvia, Polychaeta, Oligochaeta, Hirudinea, Crustacea, Ephemeroptera, Odonata, Heteroptera, Trichoptera, Coleoptera и Diptera) и 65 таксона. Най-голям брой видове се наблюдава при представителите на клас Gastropoda с 15 таксона, докато с най-висока численост са ракообразните (Crustacea) с 472 ind.m⁻². Най-често срещана е мидата *C. fluminea* с 256 ind.m⁻², последвана от *Dreissena polymorpha* с 123 ind.m⁻² и *Dikerogammarus villosus* с 117 ind.m⁻².

5 Обсъждане

5.1 Състояние на есетровите популации в р. Дунав

Данните от нашите изследвания за числеността на нулевогодишните есетровите риби показват значително по-ниски стойности на попълването на популациите с млади есетрови риби в сравнение с тези в румънския. Така например, за вида *H. huso* установената средната численост за периода 2014 – 2021 г. в българския участък е 0,003 ind./net/ha, докато в румънската акватория числеността е 1,878 ind./net/ha за същия период (Suciu, et al., 2021). По-ниска средна численост се отчита в българския участък на р. Дунав и за видовете *A. stellatus* и *A. ruthenus* (Suciu,

2008; Suciú et al., 2021). Само с един регистриран индивид от вида *A. gueldenstaedtii*, числеността му е близка до нула в нашите териториални води, спрямо 0,116 ind./net/ha за период до 2008 г. за румънския участък (Suciú, 2008). След 2009 г. не са регистрирани нулевогодишни есетри от този вид и в румънския участък на р. Дунав (Iani et al., 2019).

Тези резултати показват тенденция за продължаващо намаляване на възстановяването на числеността на популациите на есетрови риби в Долен Дунав. Тази негативна тенденция показва дългосрочния неблагоприятен ефект, който оказват върху популациите факторите прекомерен улов, прекъсване на речната свързаност и др. Очевидно десетгодишната пълна забрана на улов, зарибяванията с малки есетрови риби, подобряването на качеството на водата, отчетено след периода на 90-те години на миналия век, не може да компенсира драстично намалената численост на тези риби. Може да се направи заключението, че именно интензивният и нерационален риболов в миналото и прекъсването на миграциите са основните причини за настоящето състояние на популациите на есетровите риби (Navodaru et al., 1999).

Различни фактори с антропогенен произход оказват съществено влияние върху числеността на популациите на есетровите риби в река Дунав (Lenhartdt et al., 2006; Gough et al., 2012). Jarić et al. (2010) разкриват силната чувствителност на есетровите риби към промените в околната среда и по-специално на климатични промени.

В последните години се наблюдава нарастващо присъствие на неместни видове есетри в р. Дунав, в резултат на умишлено и/или неволно освобождаване на екземпляри от рибовъдни стопанства (Lenhard, et al., 2008; Ludwig et al., 2009). Вероятна причина за увеличението дял на есетрови хибриди е ограничаването на размера на подходящите места за размножаване, което води до събирането на различните есетрови видове в едни и същи местообитания и

кръстосването помежду им (Holčík, 1989; Lenhardt et al., 2008). Част от хибридите навлизат в Черно море (Tzekov et al., 2008), а други остават в реката. В хода на настоящите изследвания установихме, едно- или двугодишни хибриди (*A. ruthenus* × *A. stellatus* и *A. ruthenus* × *A. gueldenstaedtii*) в р. Дунав, както и от данните за приулови получени от рибари от Черно море, които потвърждават естествената хибридизация между есетровите видовете. Друга причина за наличието на хибриди в р. Дунав може да се търси в извършваните зарибявания с есетрови в реката.

Темпът на нарастване, линейно-тегловните зависимости и кондицията представляват индикаторни параметри за състоянието на популациите на рибите (Martin-Smith, 1996; Froese, 2006). Ceara et al. (2002) изследват пъстругата в румънските води на р. Дунав и установяват отрицателен алометричен растеж (за мъжките екземпляри, $n = 128$) при възрастните индивиди, докато ние отчитаме този тип растеж при нулевогодишните от вида. За възрастни екземпляри *A. stellatus* (> 35 cm TL) се наблюдава положителният алометричен растеж. Fazli & Moghim (2014) определят положителен алометричен модел на растеж за *A. gueldenstaedtii* от Каспийско море, докато Mousavi & Ghafor (2014) посочват изометричен растеж за същия вид, какъвто е установен и при нашите изследвания на нулевогодишните руски есетри от българския участък на Дунав. Резултатите ни дават подходяща оценка на връзката тегло-дължина, когато параметърът b е между очакваните диапазони от 2,5 – 3,5 посочен от Froese (2006). Единствено при възрастните чиги параметърът b показва по-висока стойност ($b = 3,688$, $R^2 = 0,936$), но подобни резултати са представени и от изследвания на чигите в Русия от река Енисей ($b = 3,613$) (Подлесный, 1958) и р. Волга ($b = 3,863$) (Беляева и кол., 1989). Получените резултати за отрицателен алометричен растеж при нулевогодишните *A. ruthenus* се различават от наблюдавания изометричен растеж ($b = 2,938$) при индивиди на възраст 0+ и 1+ от

Lenhardt et al. (2004) при морфологичен анализ на популацията на чигата от сръбската част на р. Дунав.

В нашите резултати за *A. stellatus* коефициентът на Фултън (K) има най-ниска стойност (0,300), докато *A. gueldenstaedtii* има висока стойност (0,514). Подобни стойностите за коефициента на Фултън са посочени от Mousavi & Ghafor (2014) със съответно 0,352 за *A. stellatus* и 0,563 за *A. gueldenstaedtii*, като се наблюдават близки стойности и за относителния кондиционен фактор.

Изследваните нулевогодишни естествено излюпени в реката есетрови риби показват добър темп на нарастване. Част от разселените нулевогодишни есетрови риби в периода 2014 – 2020 г. са регистрирани и в нашите улови, като при тях се наблюдава повиши стойности за относителния темп на нарастване спрямо средна наддадена маса – 1,53 %d⁻¹ за *A. gueldenstaedtii* и 1,98 %d⁻¹ за *A. ruthenus*, както и по-високите стойности за кондиция, което може да се дължи на факта, че екземпляри са излюпени във ферма, където са били хранени *ad libitum* през първите три месеца. Въпреки противоречивите мнения относно ефективността и ползите от зарибявания на р. Дунав с есетрови риби (Vassilev, 2005; Ludwig et al., 2009; Apostolou et al., 2016), нашите данни показват, че разселените есетри имат добър темп на нарастване, като екземплярите успешно мигрират и се адаптират добре към условията в реката и в Черно море.

5.2 Потенциални местообитания за размножаване на есетрови риби

Известно е, че местата за размножаване на видовете моруна, пъструга и руска есетра в река Дунав до 1972 год. са се намидали главно над 942 gkm, като по време на размножителната миграция са достигали дори до 2 380 gkm (Hensel & Holcík, 1997). След изграждането на хидроелектрическа централа Железни врата I, която представлява физическа бариера за движението на рибите, на практика се прекъсва размножителната миграция на есетровите

риби нагоре по течението на р. Дунав (Hensel & Holcík, 1997; Suciú & Paraschiv, 2016). Към настоящия момент съществуват преки и непреки доказателства, че есетрови риби както от различни видове, така и от един и същи вид, предприемат различни тактики при решаването на този жизнено важен казус, свързан с оцеляването им. Доказателство за избора на първата възможност са наблюденията върху поведението на маркирани екземпляри есетрови риби, които достигат до зоната пред Железни врата II (863 гкм) и след няколкодневни неуспешни опити да преминат по-нагоре, се завръщат обратно към Черно море, вероятно без да се осъществи размножаване (Kynard et al., 2002; Hont et al., 2018). Другата възможност пред есетровите риби е да се размножават в достъпния за тях към момента участък до 863 гкм. За осъществяването на тази прогноза обаче трябва да са налице две важни обстоятелства, които могат да се определят като ключови по отношение на успешно естествено възпроизводство на есетровите риби в Долен Дунав. Първото обстоятелство е свързано с наличието на пригодни размножителни хабитати в зоната на реката, намиращи се под Железни врата II (Hont et al., 2018; Suciú et al., 2018). Второто обстоятелство е свързано с въпроса дали есетровите риби ще се завърнат към местата, където самите те са започнали своя живот, или ще потърсят нови, алтернативни размножителни хабитати. Фактът, че в реката под Железни врата II през последните 8 години улавяме над 850 диви есетрови екземпляра (само в българската акватория), от които 746 нулевогодишни, би могло да се приеме като индиректно доказателство за осъществяване на размножаване на есетровите видове в Долен Дунав. За един от най-многочислените понастоящем есетрови видове, *A. ruthenus*, можем да направим категоричното заключение, че се размножава в Долен Дунав и фрагментирането на реката при Железни врата II (863 гкм) не оказва толкова съществено влияние върху естествено ѝ възпроизводство. Доказателство за това е фактът, че в уловите от

есетрови чигите доминират както сред нулевогодишните екземпляри, така и сред възрастните риби.

Освен нулевогодишни *A. ruthenus*, в нашите улови попадат и нулевогодишни моруни, пъструги и руски есетри, макар и в десетократно по-малки количества от *A. ruthenus*. Ако приемем присъствието на тези риби за доказателство за размножаване на есетрови видове в Долен Дунав, то от изключително значение е да идентифицираме потенциалните хабитати, където това е възможно да се случва в българската акватория, за да бъдат предприети всички възможни мерки за охрана на тези места.

Идентифицирането на местата за размножаване на рибите може да се осъществи директно чрез улавяне на хайвер и новоизлюпени ларви. След 2003 г. единственото потвърдено директно място за размножаване в Долен Дунав е при 118 gkm (Suciú et al., 2021). Въпреки близо десетгодишните ни усилия в търсене на хайвер и новоизлюпени личинки на есетрови риби, откриването на които би ни ориентирало за точната локализация на местата за размножаване, тяхното местоположение бе идентифицирано индиректно – на база обратни изчисления на пътя изминат от новоизлюпени и малки риби надолу по течението на реката през първата година на техния живот.

Като основни променливи в модела за идентифициране на местоположението на размножителните хабитати на есетровите риби в Долен Дунав се включват температурата на водата, водното ниво, скоростта на придвижване и темпът на нарастване на нулевогодишните риби.

Suciú et al., (2005) установява зависимост между температура и водно ниво и настъпването на размножаване при *H. huso* и *A. ruthenus* в Долен Дунав. Размножаване при тези два вида настъпва един ден след пролетния пик на пълноводие и температура на водата над 6°C (Suciú et al., 2005, 2021). Тази зависимост между двата фактора ни дава възможността да прогнозираме конкретните

дни в дадената година, когато би следвало да се очаква размножаване на *H. huso* и *A. ruthenus*.

Тъй като са известни както продължителността на ембрионалното развитие, така и поведението на ларвите след излюпването им, е възможно да се направи реконструкция на вероятния път, който изминават ларвите и малките риби от местата на излюпване надолу по течението. Възможно е този път да се проследи и във времето, т.е. да се прогнозира на коя дата в кой участък (речен километър) ще се намират рибите. От друга страна, тези прогнозни модели могат да бъдат компрометирани от влиянието на различни антропогенни фактори най-вече свързани с модификация на естествения хидрологичен режим на реката (Veshchev, 1994). Експлоатационният режим на Железни врата II може да предизвика рязко увеличаване на дебита и скоростта на водата, което да доведе до принудително ускоряване на процеса на придвижване на ларвите и малките риби надолу по течението или поне на онези, които не са намерили укритие в по-бавни участъци на реката. Това е наблюдавано през 2020 г., когато скоростта на придвижване на тримесечни моруни надолу по течението достига до 30 – 45 km/ден в следствие на рязкото покачване на нивото на водата с 3,5 m само за 15 дни в следствие на изпускане на вода от хидровъзела Железни врата.

Прогнозните модели, указващи мястото и времето за размножаване на есетровите риби в Долен Дунав, се базират на естествената температурна динамика на водите и естествената динамика на водното ниво, като в алгоритмите се включват още променливите темп на нарастване и скорост на придвижване по течение на ларви и малки риби. За успешното функциониране на модела свидетелстват резултати, които намират потвърждение чрез теренни изследвания, провеждани с цел верификация на резултатите. Така например, при теренните изследвания нулевогодишни *H. huso* със сравнително еднакви размери се

регистрират в района Ветрен (396 гкм). Това настъпва в интервал между 85 и 100 дни след изчислената дата на движение на постларвите надолу по течението. И тъй като това наблюдение не е единично, предполагаме, че моруните се размножават ежегодно в точно определен речен участък. На база на скорост на придвижване (средно 4 km/ден) на ларвите и малките на *H. huso* прогнозният модел посочва, че размножителен хабитат следва да се намира между 750 – 800 гкм (район Лом – Видин). Посоченият от модела участък съвпада с местоположението на установените през 2002 година мръстилища на *H. huso* между 755 – 840 гкм (Vassilev, 2003).

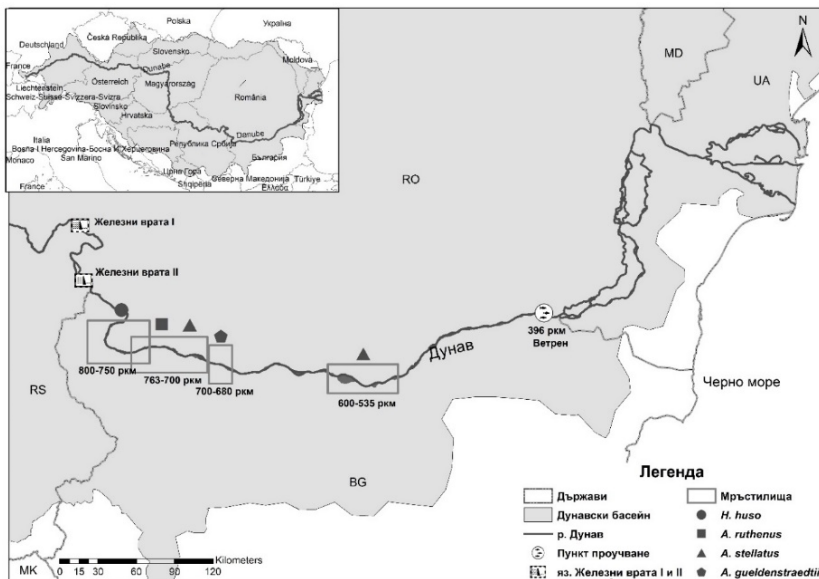
За вида *A. ruthenus* прогнозният модел показва като най-вероятно местоположение на размножителни хабитати участъка между 700 – 763 гкм (район Козлодуй – Арчар). Предполагаемият размножителен хабитат се разширява, ако в модела се въведе интервалът, в който се регистрира пристигането на нулевогодишни чиги в пункта на наблюдение. Това означава, че е възможно местата за размножаване да се простират и по-нагоре по течението – между 763 гкм и язовир Железни врата II (при 863 гкм).

Екземплярите *A. stellatus*, излюпили се по-късно от *A. ruthenus*, но и нарастващи по-бързо от тях, достигат в пункта за наблюдение (район Ветрен) със сходен размер на тялото. Изчисленията показват, че ако постларвите се движат пасивно с теченията в продължение на 12 дни със скорост 40 km/ден (Suciú, 2008), те ще изминат около 480 km надолу по течението за дадения период. Това предполага, че *A. stellatus* трябва да пристигнат във Ветрен в стадии на постларви само 11 дни след излюпването, като се има предвид, че станция Ветрен се намира на 396 гкм. Вместо това *A. stellatus* е регистриран при Ветрен на възраст от около 3 до 4 месеца и с дължина на тялото, много подобна на тази на *A. ruthenus* и *H. huso*, което предполага, че поне част от ларвите на *A. stellatus* споделят подобни модели на миграция с *A. ruthenus* и *H. huso* и не се носят пасивно надолу по течението на толкова дълги разстояния по време

на ранните си етапи на развитие. На базата на тези данни, моделът показва, че местата за размножаване на *A. stellatus* са в същия речен участък като тези на *A. ruthenus* – между 700 и 763 rkm. Регистрираната висока честота на естествени хибриди *A. ruthenus* × *A. stellatus* е друго потвърждение на това предположение. В периода на проучванията са регистрирани и два екземпляра *A. stellatus* с дължина на тялото съответно 100 mm и 136 mm, които са уловени при район Ветрен около месец по-рано от основната кохорта на *A. stellatus*. Според Иванов (1988) при тази дължина те трябва да са на възраст около 35 – 50 дни, което означава, че мястото, където са се излюпили вероятно е разположено между 535 – 600 rkm (Вардим – Белене – Никопол). Уловът на женска *A. stellatus* при 576 rkm (Белене) през май 2017 г. с подута урогенитална област потвърждава този участък на реката като място за размножаване за *A. stellatus* (Фигура 5-1).

Уловеният нулевогодишен екземпляр *A. gueldenstaedtii* през юли 2021 г е първият регистриран случай в Дунав от 12 години. Последните нулевогодишни екземпляри са регистрирани през 2009 г. и са уловени в румънския участък на реката (Iani et al., 2019). Ларвите на руската есетра предпочитат висока скорост на течението, която спомага за бързото им придвижване (Reinartz, 2002). Съгласно модела, базиран на дължината на уловения екземпляр *A. gueldenstaedtii* и местоположението на улавянето му в район Ветрен, размножителните хабитати следва да се разполагат между 680 – 700 rkm (Оряхово – Козлодуй). Според Iani et al. (2019) всяко попълване на запасите на популацията на руската есетра с нулевогодишни, наблюдавано от 2010 г. насам, е резултат от размножаване на зарибени индивиди *A. gueldenstaedtii*.

За ограничеността на местата за размножаване говори появата на хибриди (Holčík, 1989; Reinartz, 2002).



Фигура 5-1. Прогнозни места за размножаване на четирите есетрови вида риби и местообитание за отравтане на нулевогодишните есетрови риби при с. Ветрен (396 rkm) в българския участък на Долен Дунав.

Ключовите характеристиките на размножителните хабитати са тип на дънния субстрат и скорост на течението в придънните слоеве. Според публикуваните база данни от хидроморфологичното проучване по Joint Danube Survey 3 (JDS 3) (Schwarz et al., 2014) в изследваните 8 пункта в българския участък на р. Дунав най-големи количества на едрозърнести фракции (D50 и D84), са при Ново село, Батин, Силистра, както и изследвания пункт над българския сектор на реката. Първите два пункта попадат в обхвата на установените от нас потенциални местообитания за размножаване идентифицирани на база улови на нулевогодишни екземпляри за видовете *H. huso*, *A. ruthenus* и *A. stellatus*.

На база на сонарни проучвания Schooley & Neely (2017) определят, че субстрати, съставени от чакъл, камъни и скали (N -стойности за твърдост на субстрата $\geq 0,386$), са най-подходящи за отлагане на яйца на есетрови риби. Генерираните от сонара стойности за твърдост на дъното при изследваните от нас потенциални местообитания сочат, че в райони Байкал, Лом, Флорентин и Ново село има налични места с подходящ субстрат ($N \geq 0,386$) за хвърляне на хайвер. Въпреки това, събрани от нас дънни проби за идентифициране и валидиране на информацията, получена от сонара за твърдост на дъното, не потвърждават получените резултати от Schooley & Neely (2017), тъй като дори местата със стойности $\geq 0,386$ не отговарят на субстрат от чакъл и камъни. При сравняване на данните от дънните проби и информацията за субстрат спрямо посочените стойности за твърдост на установените от нас места с едри камъни, скали и чакъл, данните за твърдост отговарят на средно твърди или неподходящи субстрати. Това най-вероятно се дължи на спецификите при двете изследвания реки – в Долен Дунав има повече участъци с пясък, докато в изследваната от Schooley & Neely (2017) наличието на пясъци е минимално, което може да води до разлики в отчетения сигнал от сонара при различни седименти на дъното. На базата на получените резултати може да заключим, че данните за твърдост на дъното, получени от сонара, не са добра отправна точка за определяне на субстрата в изследваните участъци.

Местата за размножаване на есетровите риби често са в основното речно корито, като за оптимална се счита дълбочина между от 4 до 15 m, а за *A. gueldenstaedtii* достига до 20 m, и до 40 m при *H. huso* (Holčík, 1989). За някои видове като *A. stellatus* и *A. ruthenus* временните заливните площи с дълбочина около 2 m също могат да се използват за хвърляне на хайвер (Billard & Lecointre, 2001). Всички изследвани чрез сонар от нас места в българския частък на р. Дунав имат дълбочина над 6 – 13,1 m, като в периода

септември – октомври, когато е извършено хидрографското проучване, нивото на р. Дунав е ниско – между 144 и 117 cm. В район Връв – Гомотарци (839 – 815 gkm) откъм българския бряг е очертан участък с дълбочина между 8 и 12 метра и субстрат от камъни и скали, като регистрираният участък е не само подходящ за размножаване на есетровите риби, но е и потенциално място за зимуване. Друг такъв район е Черковица – Белене – Свищов, със стеснени участъци откъм бреговете или островите, с дълбочини от 10 – 13,1 m и субстрат от камъни и чакъл. В този район е регистриран и улов на есетрови риби в миналото, което потвърждава, че районът е посещаван активно от рибите.

Изследваният участък в район Лом (746 – 745 gkm), определен като потенциално място за размножаване на база на улови на нулевогодишни есетрови риби, е подходящ по отношение на параметъра дълбочина (до 7,7 m), както и по отношение на характера на дънния субстрат доминиран от чакъл.

Три от местата, при 651 – 647 gkm (Вадин), 515 – 512 gkm (Мечка – Пиргово), 420 – 415 gkm (Пожарево), по време на сонарното проучване са идентифицирани като потенциални местообитания за зимуване поради подходящата дълбочина и условия в тези места. Такива места обикновено служат за зимуване, като есетровите риби ги използват, за да чакат в непосредствена близост до местообитанията за размножаване и за спестяване на енергия през зимата (Friedrich, 2012). Тези участъци се падат непосредствено под идентифицираните от нас потенциални места за размножаване, което е още едно потвърждение, че тези места могат да се използват за зимуване на есетровите риби.

Другият основен фактор за размножаването на есетровите риби е подходящата скорост на течението (оптимално $> 1,0 - 2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) (Friedrich, 2012; Staas, 2017). При направен прогнозен модел за участъка на река Дунав в район Никопол (595 – 594 gkm), на база комплексен анализ на дълбочина, водни нива, воден отток и скорост

на течението в участъка за периода март – май (инж. д-р Ф. Пенчев, лична комуникация) бе установено, че подходящата скорост на течението се наблюдава в ограничен участък от 800 m на 300 m до 1200 m на 400 m и то в рамките на десет дни, след което скоростта на течението е по-ниска или подходящата скорост е налична в много малък участък. Въпреки че Jakob (1996) определя, че една възрастна женска есетра се нуждае от площ от 300 m², за да отложи яйцата си, няма валидна информация относно минимален размер на местообитанията, при които се осъществява размножаване.

Въпреки многобройните проекти и проучвания на р. Дунав (ICPDR, 2007, 2019; Schwarz et al., 2014), цялостна картина по отношение на батиметрия, субстрат, скорост на течението и др. параметри липсва поради фрагментираност на данните или тяхната недостъпност поради статута на данните като класифицирана информация. Това ни лишава от възможността да изградим цялостна карта на пригодните местообитания за размножаване на есетровите риби в българския участък на реката.

В заключение може да се каже, че естественото възпроизводство на четирите есетрови вида *A. ruthenus*, *A. stellatus*, *A. gueldenstaedtii* и *H. huso* все още се случва в участъка на река Дунав под хидровъзела Железни врата (150 – 170 km надолу по течението). Размножаващите се индивиди не могат да допринесат съществено за попълването на популациите от четирите вида и като цяло числеността на есетровите риби в река Дунав остава ниска.

5.3 *Хранене и местообитания за отхранване на есетровите риби*

Усановихме значително доминиране на амфиподата *O. obesus* и мидата *C. fluminea* в храната на младите есетри, обитаващи р. Дунав. Други два основни компонента са *Chelicorophium* spp. и хирономиди. В средата на миналия век амфиподите са били незначителна част от хранителния спектър на есетровите риби, докато най-важните хранителни компоненти са били насекомите от

разред Trichoptera и Ephemeroptera (Русев, 1963). Представители на Trichoptera са установени при нулевогодишни *A. ruthenus* единствено през 2021 г. и то в незначителни количества, докато представители на Ephemeroptera не са открити в стомашното съдържимо на изследваните есетрови риби.

Видове като *Palingenia longicauda* и *Ephoron virgo*, които са важна част от общата продуктивност на екосистемата на р. Дунав през 70-те години на миналия век, сега принадлежат към най-критично застрашените видове Ephemeroptera в Европа (Bálint et al., 2012). Тази цялостна промяна в състава на безгръбначните в околната среда е вероятната причина за промяната в хранителния спектър на есетровите риби. Русев (1963) установява, че видовете *P. longicauda* и *E. virgo* представляват 39,86% от масата на храната за *A. ruthenus*. В наши дни *P. longicauda* покрива само 2% от предишния си ареал (Bálint et al., 2012). След 70-те години на ХХ век този вид напълно изчезва от българския сектор на р. Дунав (Russev, 1987) поради промени в абиотичните фактори, регулираните брегове и органичното замърсяване (Evtimova et al., 2019). В околната среда са регистрирани видове от род *Hydropsyche* (настоящото проучване; Graf et al., 2015), но видове от рода са открити в стомасите на есетровите риби само през 2021 г. Въпреки че в миналото *Hydropsyche* са били от голямо значение за храненето на *A. ruthenus* и хибридите *A. ruthenus* × *A. stellatus* (Русев, 1963), днес относителното значение на рода е едва 3,29% и 1,34% за съответните есетрови видове. Ларвите на водните насекоми Chironomidae се срещат с голяма честота по целия участък на река Дунав (настоящото проучване; Graf et al. 2014), което най-вероятно е причината ролята им да не се е променила като често срещан компонент в хранителния спектър на есетровите риби.

От друга страна, понто-каспийските ракообразни (напр. *Chelicorophium* sp., *D. villosus* и *O. obesus*), които са нативни в Долен Дунав, показват увеличение на своята численост. През последните

години тези видове успешно разширяват ареала си до горното течение на Дунав (Borza et al., 2018, 2021). Въпреки че *O. obesus* е най-важният хранителен компонент за два от изследваните видове есетри (*A. stellatus*, *A. gueldenstaedtii*) и за хибридите, в изследваните от нас проби е с плътност едва 14 ind.m⁻² за цялото българско поречие. Въпреки нашите резултати, редица проучвания потвърждават голямото обилие на *O. obesus* в Дунав (Borza et al., 2017, 2018), което го прави леснодостъпна плячка за нулевогодишните есетрови риби.

Що се отнася до видовете от *Chelicorophium*, които са основна част от храната на *A. ruthenus* под 35 cm, също се наблюдава увеличение на плътността за Долен Дунав (Graf et al., 2014). Според Borza et al. (2018 b) трите вида *C. sowinskyi*, *C. robustum* и *C. curvispinum* се срещат в различна плътност по цялото поречие на р. Дунав, като най-многочислен е *C. curvispinum* (5 280 ind.m⁻²), докато *C. sowinskyi* е регистриран с най-висока численост при 532 rkm. Род *Chelicorophium* е установен от нас с по-висока численост в няколко пункта. Въпреки че видът *C. robustum* е с по-висока численост в дънните проби, той не е установен в стомашното съдържимо на есетровите риби. Това най-вероятно се дължи на по-малките размери на тялото на видовете *C. curvispinum* и *C. sowinskyi* (Borza et al., 2018), което допринася за по-лесното им поглъщане от есетри на възраст 0+.

Скорошни проучвания показват силното намаляване на типични за Дунав видове мекотели като *Unio crassus* и *Theodoxus transversalis* и инвазията на чужди видове като *C. fluminea* (Hubenov et al., 2013). В изследваните есетри видът *C. fluminea* е регистриран като основен хранителен компонент единствено при възрастните *A. ruthenus*. Консумирането на конкретни видове, които се срещат в голямо обилие, е наблюдавано и при изследване на храненето на чигата в участък между двата язовира в дефилето на Железни врата (Janković et al., 1994). Според Janković et al. (1994) причината за това

е изместване на състава на бентосната фауна, причинен от обезводняване от язовира. Масовото разпространение на *C. fluminea* в българския участък, с обилие до 16 560 ind.m⁻² в някои находища (Hubenov et al., 2013), го прави лесно достъпен хранителен ресурс за възрастни *A. ruthenus*.

Въз основа получените резултати от изследването на макрозообентоса в р. Дунав, най-обилна хранителна база за есетровите риби има в райони Ветрен (396 rkm), Белене (576 – 578 rkm), Байкал (642 rkm), Цибър (714 – 717 rkm) и Лом (746 rkm).

Установеният от Русев (1963) хранителен спектър за *A. stellatus* е значително по-разнообразен от регистрираните видове в настоящото проучване. Основна плячка *O. obesus* и хириномиди доминират с 99,85% относителна значимост, докато видове от Ephemeroptera, Trichoptera не са установени, а мизиди и *Chelicorophium* sp. са много малка част от храната на *A. stellatus*. Данни за основна плячка, ларви на гамариди и хириномиди, на младите пъструги има за река Волга и р. Кура, но Oligochaeta, които са посочени за р. Дунав от Reinartz (2002), не са установени в изследваните *A. stellatus*.

Всички изследвани през 2019 г. *A. gueldenstaedtii* са култивирани нулевогодишни риби от проведено през съответната година зарибяване, докато индивидът изследван през 2021 г. е естествено излюпен в Дунав екземпляр, като не е наблюдавана разлика в организмите, съставляващи хранителния им спектър. Zolotarev et al. (1996) посочва, че младите *A. gueldenstaedtii* се хранят предимно с мекотели, каквито ние не установихме в стомашното съдържимо на изследваните екземпляри. От друга страна Русев (1963) отбелязва, че *A. gueldenstaedtii* използват за храна видове от сем. Gammaridae, към които спада и установения от нас *O. obesus* в стомашното съдържимо на руските есетри.

Високият процент на относителен обем на плячката, установена в стомашното съдържимо на зарибените екземпляри, показва

тяхната успешна адаптация към хранене в естествени условия. Култивираните *A. gueldenstaedtii* търсят източници на храна на същите места като дивите есетри.

Въпреки доминирането на *C. fluminea* при възрастните *A. ruthenus* и на *Chelicorophium* spp. при нулевогодишните екземпляри, при този вид наблюдаваме най-голямо разнообразие в хранителния спектър. Единствено при *A. ruthenus* са регистрирани в храната и представители на риби (*N. melanostomus*) и Simuliidae, които Reinartz (2002) посочва като част от храната на вида.

Сравняването на сезонните аспекти на храненето при *A. ruthenus* в река Дунав показва, че едни и същи групи от дънната фауна са били част от храната на вида през цялата година с някои разлики в пропорциите на плячка според сезона (Janković et al., 1994). Наблюдаваните през 2019 г. промени във видовия състав на жертвите на есетрите, настъпващи във времето, най-вероятно са свързани с промяна в хранителните нужди на растящата риба. Екземпляри от размерен клас L1 (TL < 35cm) консумират основно *O. obesus*, *Chelicorophium* spp. и хириномиди, докато екземпляри от обща дължина на тялото над 35 cm (L2) консумират предимно *C. fluminea*. Русев (1963) установява същата връзка между размера на тялото на *A. ruthenus* и размера и разнообразието на хранителните компоненти. Хранителната значимост на *O. obesus* нараства през август, докато видът не е открит в стомашното съдържимо през юни. Подобна тенденция се наблюдава и при обието от хириномиди. Видът *C. fluminea* е с голям дял в храната на възрастните *A. ruthenus* през юни, но и с намаляващ през юли. Поради краткия период на изследване (юни – август), не може да се каже, че наблюдаваната промяна в хранителните компоненти през месеците е в следствие на сезонна промяна на обието на безгръбначните, а по-скоро е в резултат на изследваните размерни групи есетри. От друга страна е интересно да се отбележи, че обието на *Chelicorophium* е увеличено в стомашното съдържимо

на изследваните през 2021 г. есетрови риби. Така например, за нулевогодишни хибриди изследвани през август 2019 г. единствената плячка е *O. obesus*, докато за екземпляри от същия размерен клас изследвани през август 2021 г. основната плячка са *Chelicorophium*. Такава тенденция се наблюдава и при хириноmidите със значително повишен процент на обилието им в стомашното съдържимо на изследваните през 2021 г. есетри. Предполагаме, че тази промяна може да се дължи на извършени драгажни дейности в района на с. Попина (около 405 gkm) през 2020 г., които доведоха до натрупване на наноси и промяна на субстрата в участъка в район Ветрен, а оттам вероятно и на бентосните съобщества. Това предположение се подкрепя и от получените данни от Moog et al. (2015), които установяват, че драгирането на седименти в р. Дунав е засегнало силно бентосните безгръбначни, като дънната фауна в драгирания участък се е възстановила след около 235 дни.

Припокриването в хранителния спектър е значително за видовете *A. gueldenstaedtii*, *A. stellatus* и хибридите. Подобни наблюдения са направени за *A. stellatus* и *A. gueldenstaedtii* в Каспийско море (Reinartz, 2002). Според Русев (1963) най-голямо припокриване има в храната на *A. ruthenus* и хибрида *A. ruthenus* × *A. stellatus*, което ние не наблюдаваме, въпреки повишеното количество на консумираните *Chelicorophium* при изследваните нулевогодишни *A. ruthenus* и хибриди през 2021 г. Видът *A. ruthenus* се различава от другите есетрови видове по параметъра за важност на храната. Наблюдаваните разлики най-вероятно се дължат на размера на тялото и възрастта на изследваните риби. Това се потвърждава и от Русев (1963), който посочва, че, макар руската есетра и пъстругата да използват същите хранителни компоненти като чигата, то в хранителния им спектър се наблюдава повишено обилие на гамариди. Според същия автор, видът *P. abbreviatus*, установен при *A. gueldenstaedtii* и *H. huso*, има големи размери,

поради което може да бъде консумиран само от възрастни *A. ruthenus* (Русев, 1963). Това е и причината за наблюдаваната разлика в храненето на изследваните от нас нулевогодишните есетрови риби. По-малките размери на *Chelicorophium* ги правят по-лесно усвоим ресурс за YoY *A. ruthenus* отколкото *O. obesus*, консумиран от *A. stellatus* и *A. gueldenstaedtii*.

И двата паразита, открити в стомашното съдържимо от есетрите *H. bidentatum* и *Pomphorhynchus* sp., са регистрирани при семейство Acipenseridae, които са крайните гостоприемници на тези паразити (Emde et al., 2012; Moravec, 2013). Установени са ларви от трети и четвърти стадий и възрастни на *H. bidentatum* във всички изследвани видове есетрови риби. Според Djikanovic et al. (2014), хранителният спектър на *A. ruthenus* включва представители на Nematoda, което предполагаме, че отново се отнася до паразитни видове.

Изследването на състава на консумираната храна чрез стомашен лаваж е подходящ метод при проучване на местообитанията, тъй като достъпът до наскоро погълнатата храна, позволява идентифициране на местата за хранене. Brosse et al. (2002) установяват, че методът на стомашна промивка може да възстанови организмите, които са били погълнати през приблизително последните 2 часа, което от своя страна може да помогне за определянето на периметъра в който са се хранили есетровите риби. От друга страна екологичните предпочитания на организмите съставляващи хранителния спектър на есетрите могат да спомогнат за идентифициране на параметрите в местообитанията за хранене.

Съгласно анализирани данни за аутокологичните особености на макрозообентосните организми, установени в храната на есетрите, може да се предположи как би изглеждало хипотетично едно потенциално местообитание за отхранване на есетровите риби: установените от нас голям брой видове макробезгръбначни предпочитат основната част на средните и долни речни течения

(хидроморфологични предпочитания – речно русло; речно зониране – епи и метапотамал и рилариал). Река Дунав в целия наш участък отговаря на тези условия, като потенциалните местообитания се ограничават в самата река, без протоци, разливи, канали, стари корита. Установените видове в храната на рибите са типични речни обитатели (предпочитание към водно течение – реофили или реолимнобионти). В българския участък на Дунав местообитания с по-бърза скорост на течнието се срещат много често, като този параметър съвпада с изискването такова теоретично местообитание да се намира в основната част на реката. Предпочитаните микрохабитати на макрозообентоса, станал хранителен източник за есетровите риби, са дънните субстрати от литал (чакъл над 2 см.), донякъде фитал и пясък. Този резултат предполага, че есетровите риби се изхранват предпочитано на такъв субстрат, а неговото присъствие се определя от по-бърза скорост на течението (забавени седиментационни процеси), тоест, параметърът отговаря на посочените по-горе хидроморфологични особености. Хранителният спектър на есетрите от нашите данни показва, че макрозообентосните организми са сесилни или хемисесилни (тип придвижване – без плаващи и плуващи, най-много са слабоподвижните, следващи от пълзящи, ходещи, ровещи). Този тип движение е пряко обвързан с по-горе изброените характеристики на теоретичното хранително местообитание – в течния с по-голяма скорост на водата и върху твърд и едър субстрат се очаква предимно слабоподвижен и закрепен бентос. В обобщение, вероятно най-подходящото хранително местообитание за есетровите риби, съгласно аутокологичните особености на макрозообентоса, станал храна за рибите, отговаря на следното описание: това е основен речен участък, характерен с умерена скорост на течението, не позволяваща седиментационни процеси, но и не представляваща физическо усилие за преодоляване от рибите. Това не може да бъде речно разклонение, канал, плитчина,

където има тинести наслаги и бавно течение. Такива потенциални местообитания в българския сектор от река Дунав има в райони Видин, Лом, Цибър, Белене, Ветрен и др.

Може да се заключи, че местообитанията, в които се хранят есетровите риби, все още са представени основно от чакълесто-каменисто дъно, но значението на песъчливия субстрат също нараства. С оглед на предпочитанието към русло на реката и към литоралната зона от повечето организми, съставляващи хранителния спектър на есетрите, можем да предположим, че има леко изместване на местообитанията за хранене от крайбрежните зони към по-дълбоки участъци на реката. Наблюдаваното хранително поведение е адаптация към разнообразието от хранителни ресурси в реката, като в същото време не се наблюдава специализация към определена плячка при есетровите риби.

Засега, въпреки големите изследователски усилия, единствената местообитание за отрастване и агрегация на есетрови риби по българския участък на река Дунав се намира на 396 гkm в близост до с. Ветрен, който също е много важно местообитание за много други застрашени дунавски рибни видове.

6 Изводи

1. Възстановяването и попълването на популациите на есетрови риби в Долен Дунав по естествен път е с устойчива тенденция към намаляване.
2. Четири вида есетрови риби *A. ruthenus*, *A. stellatus*, *A. gueldenstaedtii* и *H. huso* все още се размножават естествено в българския участък на р. Дунав. Потенциалните мръстилища на есетрите са с различно местоположение за отделните видове:
 - За вида *H. huso*: 750 – 800 гkm (Лом – Видин);
 - За вида *A. ruthenus*: 700 – 763 гkm (Козлодуй – Арчар) и втори участък 763 – 863 гkm (Арчар – язовир Железни врата II);
 - За *A. stellatus*: 700 – 763 гkm (Козлодуй – Арчар) и втори участък 535 – 600 гkm (Вардим – Белене – Никопол);

- За вида *A. gueldenstaedtii*: 680 – 700 гкм (Оряхово – Козлодуй).
3. Чигата *A. ruthenus* и пъстругата *A. stellatus* споделят едни и същи места за отлагане на хайвер и имат сходно поведение при размножаване, доказателство за което е установяването на хибриди между двата вида.
 4. Промяната в хранителния режим на младите есетрови риби в Долен Дунав, в сравнение с данни отпреди 60 години, е в насока намаляване на разнообразието от видове, съставляващи хранителния спектър на есетрите, както и промяна в основните хранителни компоненти – преминаване от насекоми към гамариди. Тези промени са инициирани както от навлизането на чужди видове, така и от изчезването и намаляването на някои местни безгръбначни организми, главно в резултат на антропогенни въздействия.
 5. Съставът на макрозообентосните съобщества в българския участък на реката, макар и променен в течение на годините, представлява подходяща хранителна база за есетровите риби и осигурява относително висок темп на тяхното нарастване.
 6. Предпочитан тип субстрат в хранителните местообитания на есетровите риби е чакълесто-каменистият. Същевременно нараства значението на пясъчливия субстрат, дължащо се на промяна във водещите групи макрозообентосни организми, както и в достъпността на хранителни източници.
 7. Въведените в река Дунав култивирани риби от видовете *H. huso*, *A. ruthenus*, *A. gueldenstaedtii* се адаптират бързо към естествените условия, като показват добър темп на нарастване. След зарибяване, култивираните риби се хранят на същите места като дивите есетри.
 8. Бъдещите изследвания върху размножителните и хранителни местообитания на есетровите риби в Долен Дунав следва да се фокусират върху точното локализиране и охарактеризиране на

тези местообитания и включването им в зони, защитени от локални антропогенни въздействия, което да осигури устойчивост в процесите на размножаване и хранене на тези риби.

7 Научни и научно-приложни приноси

1. Събрана е актуална информация относно статуса на есетровите видове и техните местообитания в българския участък на р. Дунав. Въз основа на установената тенденция на намаляване на числеността на есетровите риби, е направена препоръка към отговорните институции (МОСВ, МЗХГ) за удължаване периода на забраната за улов с още 5 години.
2. За пръв път е изследван приуловът от есетрови риби в р. Дунав и Черно море, като за целта са осъществени обучения и дългосрочни контакти с местните рибарски общности. Изготвени са препоръки към отговорните институции (ИАРА) за подобряване на работата с рибарите чрез провеждане на информационни кампании за есетрите и въвеждане на по-ефективни мерки за контрол на браконьерството на есетрови риби.
3. За пръв път, в българския участък на р. Дунав, е проследено поведението, скоростта на придвижване и темпа на нарастване на зарибени култивирани есетрови риби, след освобождаването им в реката. Информацията е ценна за проследяване възможностите на култивирани риби да продължат жизнения си цикъл в естествения водоем и потвърждава ефективността на зарибителните кампании. Изготвената програма („Програма за получаване, маркиране и разселване на хетерогенни потомства от автохтонни за Дунав застрашени есетрови видове, с доказан произход“, Екологичен център, проект № 5103020-23-666), е предоставена на отговорните институции (МОСВ, МЗХГ) с цел

- да подпомогне усилията за възстановяването на есетровите популациите.
4. За първи път се представят данни относно на зависимостите дължина-тегло и относителен кондиционен фактор за нулевогодишни и млади есетрови екземпляри от видовете *A. ruthenus*, *A. stellatus* и *A. gueldenstaedtii* от Дунавския регион.
 5. Определена е скоростта на придвижване на нулевогодишните есетри от видовете *H. huso*, *A. ruthenus*, и *A. gueldenstaedtii* при миграцията им към Черно море. Установен е ефектът от антропогенно индуцирани промени в хидрологичния режим върху миграционното поведение, изразяващ се в десеткратно увеличаване на скоростта на придвижване на нулевогодишните есетрови риби.
 6. Установен е периодът, през който се размножават есетровите риби в българския участък на Долен Дунав, чрез изготвяне на модел анализиращ данните за температура и водното ниво на р. Дунав, скорост на придвижване и темп на нарастване на нулевогодишни есетрови риби. Въз основа на този модел са изготвени препоръки към отговорните институции (ИАОС) за промяна на стратегията за изследване и допълнение на методиката за мониторинг на есетрови риби в р. Дунав и методиката за оценка на състоянието на видовете риби. Направена е и препоръка за преминаване към единна методика за мониторинг и оценка на състоянието на видовете риби за всички държави от района на р. Дунав с цел сравнимост и пълнота на данните относно статуса на есетровите риби от дунавския водосбор.
 7. Определени са потенциалните размножителни хабитати на видовете *H. huso*, *A. ruthenus*, *A. stellatus* и *A. gueldenstaedtii* в българския участък на р. Дунав. Проучени са основните физични, морфологични и биотични параметри (дълбочина, скорост на водата, субстрат и хранителна база) в тези

- местообитания. Информацията е основание за предприемане на природозащитни мерки по отношение на установените местообитания.
8. Проучен е актуалният хранителен спектър на три есетрови вида *A. ruthenus*, *A. stellatus* и *A. gueldenstaedtii*, както и на техни хибриди. Анализирани са причините за установените промени и са дискутирани мерките за защита на хранителните местообитания на тези видове в българския участък на р. Дунав.
 9. За първи път е направена цялостна екологична характеристика на макрозообентоса като хранителен ресурс в местообитанията за хранене на есетровите риби в българския участък на река Дунав.
 10. Идентифицираното местообитание за отрастване и хранене на малките риби от видовете *H. huso*, *A. ruthenus*, *A. stellatus* и *A. gueldenstaedtii*, разположено при гкм 396 в р. Дунав (с. Ветрен) е предложено за нова защитена местност с цел опазването на местообитанията на есетровите риби. Предложените режими (съгласно чл. 34 на ЗЗТ) включват забрани за: добив на инертни материали от коритото на р. Дунав; драгиране на дъното, депониране на драгажна маса и нарушаване на естествения седиментен транспорт; изхвърляне на отпадъци; заустване на непречистени отпадни води; нарушаване естествените хидроморфологични процеси в реката, включително строителство на хидротехнически съоръжения и дейности, които биха довели до пренасочване и забавяне на водните течения и затваряне на страничния ръкав, захранващ резервата Сребърна; изграждане на съоръжения, водещи до осушаване или понижаване на водното ниво; други дейности, които могат да доведат до унищожаване на видове или нарушаване на естественото състояние на съобществата. В резултатна направеното от нас предложение на 29 юни 2022 г. влезе в сила заповед на МОСВ с която се обявява съществуването на ЗМ „Есетрите – Ветрен”.

Публикации, свързани с дисертационния труд:

- Mihov S., **Margaritova B.**, Koev V. (2022) "Downstream migration of young-of-the-year sturgeons (Acipenseridae) in the Lower Danube River, Bulgaria", *Biodiversity*, (под печат);
- **Margaritova B.**, Kenderov L., Dashinov D., Uzunova E., Mihov S. (2021) Dietary composition of young sturgeons (Acipenseridae) from the Bulgarian section of the Danube River, *Journal of Natural History*, 55(35 – 36): 2279 – 2297 <https://doi.org/10.1080/00222933.2021.2005838>;
- **Margaritova B.**, Uzunova E. (2020) Length-Weight Relationships and Relative Condition Factors of Three Sturgeon Species (Acipenseridae) From the Danube River, *Ecologia Balkanica*, vol. 12, issue 2, pp. 197 – 201;
- **Маргаритова, Б.** (2021) „Трансгранични мерки за опазване и възстановяване на есетровите риби в българския участък на река Дунав.“ Интердисциплинарни четения, Том 2: Води и биоразнообразие, *Университетско издание „Св. Климент Охридски“*, 113 – 128 стр.

Участие на международни и национални конференции:

- **Margaritova B.**, 2020. “Restocking of sturgeon species (Pisces: Acipenseridae): an important tool in conservation management in the Lower Danube River”, International Scientific Conference On Restoration of Conservation-Reliant Species and Habitats, 6 November 2020, Sofia, Faculty of Biology (**Доклад**);
- **Margaritova B.**, 2019. “Key sturgeon habitats – research approaches and conservation measures”, International Capacity Building Conference for youth in Wildlife Research and Conservation, Tbilisi, Georgia, October 3 – 4, 2019 (**Доклад**);
- **Маргаритова, Б.** 2019. Опазване и възстановяване на есетровите риби в българския участък на р. Дунав, докторантски семинар, 17 – 19 май 2019г, гр. Кюстендил, (**доклад**);
- **Margaritova B.**, Dashinov D., Kenderov L., Uzunova E. 2019. Application of a microinvasive method for the examination of the gastric content of sturgeon species (Pisces: Acipenseridae) from the Danube River“, Youth Scientific Conference "Kliment's Days" 8 – 9 November, Sofia, Bulgaria (**постер**).

Проучванията по настоящата дисертация са извършени в рамките на следните проекти:

- Проект „Свободен път за рибите по Дунав“ (MEASURES), финансиран по Програмата за транснационално сътрудничество „Дунав“, 2018-2021, съфинансиран от фондовете на Европейския съюз (ЕФРР, ИПП);
- Danube Region Freshwater Programme (Project № 40001337), съфинансиран от WWF- Netherlands;
- Проект Sturgeons (Project № 40000576) с финансовата подкрепа на WWF France Grant;
- Проект "Трайно опазване на есетрите в долен Дунав, чрез превенция и противодействие на браконьерството и незаконната търговия с видове от дивата природа" (LIFE15 GIE/AT/001004)) по програма LIFE, 2016-2020;
- Проект „Съвместни действия за повишаване на осведомеността относно свръхексплоатацията на дунавските есетри в Румъния и България“ по програма Life +, 2012-2015;
- Проект № 5103020–23–666: „Прилагане на дейности от Националния план за действие за есетровите риби с цел подобряване състоянието и опазване на есетрите в България”, Приоритетна ос 3 (Договор № 5103020–С-012) по оперативна програма «Околна среда 2007–2013г.», съфинансирана от Европейския фонд за регионално развитие и от Кохезионния фонд на Европейската общност.
- „Размерна характеристика и кондиция на есетровите риби (сем. Acipenseridae) от българския участък на река Дунав и Черно море”, Фонд „Научни изследвания“ на СУ, Дог. № 80-10-136/23.04.2020;
- “Използване на макрозообентоса при определяне пригодността на някои местообитания за изхранване на чигата (*Acipenser ruthenus* L.) от българския участък на река Дунав”, Фонд „Научни изследвания“ на СУ, Дог. № 80-10-120/15.04.2019.