

АНОТАЦИЯ НА МАТЕРИАЛИТЕ

по чл. 65 от Правилника за РАС на ПУ „Паисий Хилендарски”

на гл. ас. д-р Иван Златков Илиев

за участие в конкурс за заемане на академична длъжност „доцент”,

обявен в ДВ бр. 92/18.11.2022 г.

*Област на висше образование 5. Технически науки, професионално направление 5.11.
Биотехнологии (Екологични и агробиотехнологии)*

Представените материали за участие в конкурса за заемане на академичната длъжност „доцент” включват монографичен (хабилитационен) труд, 25 научни публикации, индексирани в бази данни на Scopus и Web of Science, 7 научни публикации, публикувани в нереферирани списания с научно съдържание, 2 технологии защитени с авторски свидетелства за утвърден научен продукт за внедряване в практиката, 1 учебно ръководство и 1 учебник (които не са използвани за придобиване на ОНС „доктор“ и академичната длъжности „главен асистент“).

Общият брой цитирания, представени за конкурса е 171, от които 134 броя в реферирани и индексирани научни издания и 37 броя в нереферирани списания. h-индекс 6 (Scopus), без самоцитати.

Основната част от научните и научно-приложните изследвания, и проучвания са посветени на разработването на въпроси, които могат да бъдат систематизирани в няколко основни направления:

1. Оценка на екологичното състояние на повърхностни води - включва анализ на микробиома на комплексни язовири, оценка на физикохимичните параметри на средата и количествената и качествена структура на фитопланктона, като биологичен елемент за качество при определяне на екологичен потенциал

Водните ресурси на Земята включват използваемите водни количества от природните води, които се проявяват като повърхностни или подземни води, формиращи водните екосистеми. Сладководните екосистеми съдържат само 0.01% от водите на Земята и заемат по-малко от 1% от нейната повърхност. Растежът и развитието на икономиката на всяка страна са пряко свързани с достъпа до чиста вода, но устойчивото състояние на самите екосистеми зависи от начина, по който те се експлоатират и съхраняват. С нарастването на населението, индустриализацията и разширяването на поливното земеделие, търсенето на всички свързани с водата стоки и услуги се е увеличило драстично, което натоварва капацитета на сладководните басейни. Познанията за функционирането на екосистемите са се увеличили значително през последните десетилетия, но те все още не са в крак със скоростта, с която се променят. Критична стъпка в подобряването на начина на управление на водните ресурси е да се направи

оценка на тяхното състояние, и капацитета им да осигуряват услугите, от които хората ще се нуждаят през следващите години.

От приемането си през 2000 г., Рамковата Директива за Водите (РДВ; 2000/60/ЕО) е един от най-важните законодателни актове, отнасящи се до опазването, подобряването и възстановяването на водните обекти в държавите-членки на Европейския съюз (ЕС), като създава рамка за действията на Общността в областта на политиката за водите. РДВ промени парадигмата на управлението на водите, като в нея се преминава от антропоцентричната перспектива за водата (определяща я като ресурс за пряка експлоатация от човечеството) към екоцентрична перспектива (където водата се разглежда като основа на екосистема). Фокусът се измести върху целостта на екосистемата като основа на управленските решения, свързани с качеството на водите. За оценка на състоянието на естествените водни басейни се въведе новото понятие „екологично състояние“, а за силно модифицирани водни тела (СМВТ) — „екологичен потенциал“. В съответствие с член 4 параграф 1 от РДВ, добър екологичен потенциал (ДЕП) трябваше да бъде постигнат за всички СМВТ до 2015 г. или най-късно до 2027 г. за водните тела, за които важат изключения, и да се въведе принципът за предотвратяване на допълнително влошаване на състоянието.

В настоящия монографичен труд **„Технология за екологична оценка и планиране на устойчива аквакултура в комплексни и значими язовири“** са представени собствени изследвания включващи подходящи показатели за екологичния потенциал и методи за статистически анализи за определяне на капацитета на водните тела за отглеждане на риба в мрежени клетки, както и за откриване на тенденции за изменение в състоянието в регионален мащаб.

В обхвата на настоящия труд влизат девет комплексни язовира. Те са разположени на територията на четирите района за управление на речните басейни в Република България, публикувани в Приложение 6 в НИД на Наредба Н-4 от 12.09.2012 г. за характеризиране на повърхностните води, ДВ бр. 79 / 23.09.2014. Основната част се отнасят към тип L11 – Големи дълбоки язовири, тъй като към тях най-често има обявени инвестиционни намерения за изграждане на садкови рибовъдни ферми. Три от язовирите (яз. Студен кладенец, яз. Ивайловград и яз. Жребчево) са разположени в обхвата на Басейнова дирекция Източнобеломорски район (БДИБР). Язовир Александър Стамболийски е разположен в Централна Северна България в Дунавски район на басейново управление (БДДР). Язовир Доспат се намира едновременно на територията на Източно- и Западнобеломорски район (БДЗБР). Изследвани са и два язовира тип L15 (яз. Копринка и яз. Овчарица) в БДИБР, както и един язовир от тип L16 (яз. Ахелой) от Черноморски район на басейново управление. Целта е да се постигне максимален обхват по отношение на хидрологичния режим. Той пряко зависи от местния климат, характеристиките на потока на вливащите се води, както и от морфологията на отточния канал и фактори като загубата от изпарение или прякото вливане на води.

Представените дейности са в синхрон с поетапния подход за прилагане на Общата стратегия на РДВ за нуждата от определяне на екологичен потенциал на комплексни язовири в България, посочени в Приложение № 1 към Закона за водите. Чрез изчисления

подход е извършено валидиране на методология за оценка на пригодността на комплексни язовири от различни езерни типове, определени според действащата типология за осъществяване на садково рибовъдство, без това да доведе до влошаване на ЕП. Получените резултати могат да бъдат обобщени в три направления:

➤ *Определяне на капацитета за усвояване на хранителни вещества и самопречистващата способност на язовирите чрез извършен анализ на метаданните за физикохимичните параметри на изследваните СМВТ.* - Времето за водообмен на всяко от водните тела е определено на база морфологична характеристика и постъпващите годишни водни количества. То е ключов параметър при определяне на самопречистващата способност и моделиране на капацитета за асимилиране на биогенно замърсяване, тъй като при висока скорост на водообмен, целият язовир може да се разглежда като речна система.

Оценката на качеството на водите по ФХЕК е изготвена съгласно типово специфичните класификационни системи, включени в Наредба № Н-4/14.09.2012 г. за характеризиране на повърхностните води (Приложение № 6 към чл. 12, ал. 4). Данни от контролния/оперативен мониторинг от Националната система за мониторинг на околната среда (НСМОС) и проведеният мониторинг по ФХЕК сочи, че в деветте язовира отклонението от максимален/ добър ЕП се дължи на превишаването на граничните стойности за единични параметри съгласно Наредба Н-4, а не е резултат от цялостно влошаване на физикохимичния режим на водните тела. Общото количество фосфор и неговата достъпна форма P-PO₄, са двата параметъра, които показват най-често отклонение от максимален/ добър потенциал в изследваните водни тела. Превишаване на границата за добър ЕП се установява в яз. Овчарица и в язовири от тип L11 (яз. Студен кладенец и яз. Ивайловград) и L16 (яз. Ахелой). Проведените проучвания демонстрират изменения в трофичния статус на изследваните язовири в резултат на завишените нива TP, което е свързано с активно развитие и цъфтеж на фитопланктонните съобщества и превишаване на границите на БЕК за добър ЕП.

С помощта на PERMANOVA е доказана хипотезата, че условията на средата в дадено водно тяло при липса на външна намеса се запазват постоянни във времето и са пряко свързани с неговата типология и е оценен ефектът от избора на пунктове за пробонабиране. Резултатите са показателни за висока стабилност на физикохимичните условия през изследвания период и липса на залпови замърсявания, като при извършени 999 случайни пермутации на редиците от данни не се установяват достоверни разлики по периоди на изследване (псевдо-F=0.679, p(perm)=0.639). Близките до нула стойности на R (R=0.062, p=0.001), генерирани при провеждане на анализ на сходствата (ANOSIM), потвърждават отсъствието на разлики между вътрегруповата и междугруповата вариация. Прилаганата в страната типология не обяснява добре вариацията във физикохимичните параметри. PERMANOVA доказва, че водното тяло, като отделен обект, а не типа към който се отнася, има много по-голяма тежест при формиране на факторите на средата.

➤ *Оценка на капацитета за биологичното самопречистване на язовирите* - счита се, че това екологично регулиран процес, включващ два основни етапа, свързани с

разграждане на органични вещества от микроорганизми последвани от отстраняване на веществата от водата, чрез усвояването им под формата на биомаса от продуценти като фитопланктон и макрофити. Към настоящия момент РДВ включва четири биологични елементи за качество (БЕК): фитопланктон, макрофити, макрозообентос и риби, и тяхното приложение се основава на интеркалибрирана национална класификация. Извършеното в представения труд микробиологично изследване се фокусира върху реакцията на микробните съобщества на външно натоварване и техния метаболитен потенциал при формиране на капацитета на водните тела да усвояват хранителни вещества.

Бактериалното самопречистване на водните басейни е разгледано в два аспекта: промени в метаболитния профил и състава на бактериопланктона в отговор на изменения на физикохимичните фактори и намаляване и изчезване на санитарно-показателните микроорганизми, като *Escherichia coli*, колиформни бактерии и фекални стрептококи. Представени са първи за страната данни относно количествения и качествен състав на водния микробиом в големи и икономически значими силно модифицирани водни тела. Липсата на база данни във водоеми с добре проучен физикохимичен статус ограничава възможностите за приложение на микробиологичните индикатори като съпътстващ елемент за качество на водите. През последните 10 години са провеждани единични проучвания, но поради отсъствието на унифицирана методология докладваните резултати рядко са съпоставими. Изследването допълва подхода, използван от конвенционалната РДВ, чрез анализ на бактериопланктонните съобщества, като включва основни индикатори за микробиологично качество на водите и анализ на корелационните връзки между микробиома в деветте язовира и физичните, химичните и фитопланктонните съобщества, за да се прецени дали бактериалното съобщество има дискриминационни характеристики по отношение на качеството на водата в язовира.

Настоящото проучване подкрепя класическия възглед за състава на бактериалните общности (на ниво отдел или клас), като таксономичния анализ сочи, че > 98% от общия брой секвенции се отнасят към представители на едва 10 Отдела. В намаляващ ред те включват *Proteobacteria*, *Actinobacteria*, *Cyanobacteria*, *Verrucomicrobia*, *Firmicutes*, *Acidobacteria*, *Chloroflexi*, *Gemmatimonadetes* и *Fusobacteria* (Фигура 14). Изключение правят единствено пробите за 2020 г. от яз. Копринка и тези от яз. Ахелой, в които доминантен отдел е *Cyanobacteria*, а в яз. Ивайловград отдел *Actinobacteria* измества *Proteobacteria*. Разликите между станциите в едно водно тяло при двете изследвания се дължат по-скоро на промяна в числения състав на отделните таксони, отколкото на изчезване или поява на представители от нови Отдели. Доминантният комплекс проявява чувствителност към характеристиките и промените, които настъпват в изследваните язовири. Той се характеризира с добре изразена пространствена динамика, установена и при TVC, следваща изменението във ФХЕК.

Получените резултати дават основание показателите брой *Escherichia coli*, брой фекални колиформи (FC) и брой фекални стрептококи (FS) да бъдат включени в програма от мерки в плана за управление на речните басейни (2016-2021) на територията на Източнобеломорски район във връзка с провеждане на ефективно и екологично устойчиво сладководно рибовъдство (подпрограма за провеждане на проучвателен /

собствен* мониторинг във връзка с оценка на натиска и въздействието от интензивно рибовъдство в садкови стопанства).

➤ *Определяне на капацитета на садково рибовъдство в комплексни язовири* - Терминът „капацитет на водните обекти“ не е дефиниран в ръководните документи на РДВ. Проведеният анализ представлява продължение на методологията за оценка на максимално допустимото натоварване с фосфор, което може да попадне в акваторията на яз. Кърджали при отглеждане на риба в садки, без това да доведе до влошаване на екологичния му потенциал. Моделът е повторно тестван и методологията е валидирана за условията на яз. Кърджали в рамките на проект FISHFARMING през 2015-2016 г. Определените в рамките на проекта максимални квоти за рибна продукция се прилагат и днес при подновяване или издаване на нови разрешителни за ползване на повърхностен воден обект от МОСВ.

Представените резултати потвърждават успешното валидиране на модела, представляващ бюджет на количеството фосфор, постъпващо и напускащо водоема, така че водното тяло да е в „устойчиво състояние“. Той е базиран на информацията относно хидрологичната характеристика, определяща количествата ТР, навлизащи във водното тяло и морфологичната характеристика определяща степента на задържане на ТР във водния стълб. Данните от преките полеви измервания на концентрацията на ТР са с достоверни нива на съответствие с получените прогнозни стойности, на база на хидроморфологичните характеристики на отделните СМВТ и определеният базов ЕП. Изхождайки от спецификата на отделните типове язовири и възможността за самопречистването на водите им, най-подходящи за садкова аквакултура са големите дълбоки язовири тип L11 (яз. Александър Стамболийски, яз. Студен кладенец, яз. Ивайловград, яз. Жребчево, яз. Копринка и яз. Доспат), в които по принцип съществува сравнително малка вероятност от повишаване на еутрофикацията. Садковата аквакултура в този тип язовири оказва минимално влияние върху околната среда. Дълбочината на мрежите на садките трябва да бъде съобразявана с дълбочината на язовира при минимално ниво на водата, т.е. при най-ниско ниво на водата трябва да има разстояние от поне 3-4 м под мрежите на садките.

Фитопланктонът и микробните съобщества, са първите, които реагират на промените в околната среда въз основа на множество фактори с различен произход. Като първичен продуцент той превръща неорганичните вещества в органични съединения по време на фотосинтезата и пренася енергия и хранителни вещества за зоопланктона и другите водни организми в хранителната верига. Времевите промени в структурата на фитопланктона са от съществено значение за метаболизма във водните системи, като видовете следват сезонни цикли и реагират на промените в околната среда с промяна в качествения и количествения си състав, така че в определен момент те могат да отразяват физикохимичните свойства на водите. Това го прави надежден биологичен елемент за качество (БЕК), често използван инструмент за оценка на екологичното състояние на водните тела.

В **статия III. 1.** е извършено определяне на функционалните групи фитопланктон в язовир Кърджали, с цел подобряване разбирането за сезонната динамика на

доминиращите видове в комплексни и икономически значими язовири. Според получените от нас резултати доминиращият комплекс планктонни водорасли е съставен от четиридесет и три таксона, разпределени в деветнадесет функционални групи, въз основа на класическото изследване на Рейнолдс. Най-често срещани са представителите на функционалните групи F, P, K, J и цианобактериалната група H1, по-типични за богати на хранителни вещества еутрофни водни басейни с недостатъчна светлина. Данните потвърждават приложимостта на този подход за по-добро разбиране на процесите във фитопланктона на околната среда. Настоящото изследване показва, че предложеният модел на функционалните групи може да се прилага в програми за мониторинг, оценка на сезонната динамика и за събиране на по-изчерпателна информация за жизнените стратегии, местообитанията и адаптациите на фитопланктонните съобщества в езера, басейни и водоеми.

Изследвания с цел актуализиране текущото състояние на състава на фитопланктона са проведени и в язовир Батак (статия III.2.) и яз. Копринка (статия IV.1.), включени в Приложение №1, в Закона за водите.

Язовир Батак се характеризира с богата водораслова флора, включваща 106 фитопланктонни таксона. Клас Bacillariophyceae е представен с най-голям брой видове (34), следван от отделите Chlorophyta (26) и Cyanoprokaryota (17). Обилието на фитопланктона (PhN) и биомасата (PhB) се характеризира с вертикални и със сезонни различия. Максимумът е отчетен през есенния период в пробите от епилимниона с рязко намаляване на дълбочината на язовира. В сезонно и пространствено отношение във водите преобладават диатомеите *Tabellaria fenestrata* var. *asterionelloides* Grunow, *Fragilaria crotonensis* Kitton, зелените водорасли *Pandorina morum* (O.F.Müller) и *Desmodesmus communis* (E. Hegewald). Цианобактериите от вида *Aphanizomenon flosaquae* Ralfs ex Bornet & Flahault са представени със сравнително висока численост. Проведените мултивариационни анализи показват значими положителни корелации между числеността на фитопланктона и формите на азота, общия фосфор, с отрицателни корелации между PhN и общия брой хетеротрофни микроорганизми. Въз основа на клъстерния анализ изследваните станции бяха групирани в два основни клъстера със сходни пространствени и сезонни характеристики; йерархично най-отдалечени са станциите в езерната зона в близост до стената и опашната част на язовира.

В язовир Копринка са идентифицирани 109 таксона, разпределени в 6 отдела, включващи Chlorophyta (37), Ochrophyta (26), Cyanoprokaryota (22), Euglenophyta (11), Streptophyta (11) и Pyrrophyta (2). Най-високата биомаса (PhB) и брой на фитопланктона (PhN) отново се установяват през есента. Броят на идентифицираните таксони е почти два пъти по-голям в сравнение с предишни изследвания. Наличието на голям брой видове от отдел Cyanobacteria (22 таксона) в доминиращия комплекс, както и установените цъфтежи на потенциално токсични видове е индикация за еутрофикация. Най-голямо видово богатство (46 таксона) е установено в станцията в крайречната зона, като обилието на фитопланктон е почти два до три пъти по-високо в сравнение с останалите станции. Определени са доминантните видове във всеки клъстер, които отразяват сезонната сукцесия на фитопланктона. Зелените водорасли *Hariotina polychorda* доминират в летните проби на всички станции. Видовият състав на фитопланктона, средната биомаса,

концентрацията на хлорофил а и отчетените цъфтежи на потенциално токсичния вид *Microcystis wesenbergii* са доказателство за еутрофното състояние на язовира за изследвания период.

Статии **III.3.** и **IV.2.** представят анализ на корелационните зависимости между факторите на средата и въздействието им върху количественото развитие на фитопланктонните съобщества в язовирите Кърджали и Доспат. Чрез корелационен анализ и анали на главните компоненти (РСА), базиран на получената корелационна матрица, са идентифицирани основните движещи сили, определящи развитието на фитопланктона в двата язовира. Като независими променливи са включени общо 15 параметъра. Резултатите от РСА показват, че променливите са групирани в пет основни компонента, които обясняват 82.63 % и 79.91% от общата вариация, съответно за язовир Кърджали и язовир Доспат. Получените данни идентифицират прозрачността на водата, електропроводимостта, рН, насищането с кислород, NH₄-N, TN, PO₄-P и като променливи с най-голямо влияние върху фитопланктонното съобщество във водоема. Значими положителни корелации се установяват между биомасата на фитопланктона (PhB) с общия брой хетеротрофни микроорганизми.

Параметрите с най-голямо влияние върху числеността на хетеротрофните бактерии (TVC) включват температурата, TN и ХПК (статия **III.6.**). Извършеният мултивариационен анализ (RDA) потвърждава, че местоположението на станцията за вземане на проби оказва значително влияние върху изследваните променливи и че садковата аквакултура се явява основен антропогенен фактор в язовир Кърджали. Резултатите сочат, че водоемите с интензивни аквакултури се характеризират с колебания на физикохимичните фактори, биологичните и микробиологичните показатели за качеството на водата, причинени от натоварването с биогенни елементи. Не е установена корелация между TP и параметрите на фитопланктона, което може да означава, че фосфорът не е бил лимитиращ фактор въпреки ниската му естествена бионаличност и бързата скорост на минерализация, което предполага редовен внос на фосфор от фуража и изпражненията на рибите. Изследването потвърждава надеждността на РСА и други многомерни анализи за интерпретиране на сложните връзки между параметрите в комплексните набори от данни в силно модифицирани водни обекти.

Статия III. 7. представя първия цялостен таксономичен анализ на бактериопланктона в два големи и икономически важни язовира в България (Батак и Цанков камък), което е необходима стъпка в разбирането на микробната екология на водоемите. Изследването включва масово паралелно секвениране на гена, кодиращ 16S рРНК. В микробните съобщества на двата язовира преобладават Proteobacteria, следвани от Actinobacteria и Bacteroidetes, като всички те съставляват над 95 % от относителното изобилие, независимо от големите хидрогеоложки различия на язовирите. Бактериопланктонът се характеризира с висока филогенетична хетерогенност в таксономичната структура, като е представен от общо 211 рода. Родовете *Limnohabitans* и *Rhodospirillum rubrum* имат абсолютен превес и в двата язовира. Таксономичната структура на бактериалните съобщества и стойностите на индексите на биоразнообразие в изследваните водоеми ги характеризират като водни тела в олиготрофно състояние.

Оценката на екологичния потенциал на язовирите, съгласно критериите Рамковата директива за водите (РДВ), се основава на общи физични и химични параметри, ключови за определяне на референтните условия за добър и отличен ЕП в силно модифицирани водни тела, отговарящи на екологично състояние на водата, при което водната фауна и флора живеят в близост до естествените условия, неповлияни от човешката дейност. При наличие на силно инвазивни видове като *Dreissena spp.*, може да окаже влияние върху разработените зависимости между замърсяването с биогенни елементи и биологичните показатели, използвани при оценката на екологичен потенциал. В статия **III.14.** са анализирани прозрачността на водния стълб (SD), концентрациите на общ фосфор (TP) и хлорофил-*a* (CHL) от 49 български сладководни язовира, 23 от които са инвазирани и 26 не са инвазирани от *Dreissena spp.*, за да се оцени влиянието на инвазивните миди върху потенциала на трите параметъра, да служат като показатели, използвани за оценка на трофичното и екологичното състояние на стоящи сладководни екосистеми. Изчислени са линейните регресионни уравнения за трите променливи в рамките на инвазираните и неинвазираните водоеми и наклоните на получените прави са тествани за значителни разлики между двете групи. Присъствието на *Dreissena spp.* води до отслабване на регресията не само в отношенията TP-CHL, но и в отношенията CHL-SD и TP-SD. Групата на инвазираните водни обекти в това изследване изглежда представлява смесица от водоеми с различна плътност на мидите. По този начин присъствието на мидите не води до пълно отделяне, а до по-слаби корелации и регресионни уравнения със статистически по-малко стръмни наклони; това прави параметрите все още приложими (но с по-ниска точност) за определяне на екологичното състояние.

2. Молекулярно-биологични и физиологични анализи на микробиоми в почви и седименти. Оценка на биоремедиационния потенциал на почвени изолати.

Микроорганизмите са двигател на биогеохимичните цикли в почвените екосистеми и осигуряват редица екосистемни услуги. Бактериите са най-многобройната и най-важната група в микробното съобщество и са първите, които реагират на промените в околната среда като, като са отговорни за процесите на минерализация на органичните вещества и отстраняването им под формата на биомаса. Техният количествен и метаболитен потенциал се определя от различни биотични и абиотични фактори, като трофично състояние и температура. Въпреки това, данните за профила на микробните съобщества в почвения слой в България са силно ограничени или изцяло отсъстват.

В статия **III.5.** е проучено въздействието на оранжерийното култивиране на извънсезонни култури върху околната среда, изразяващо се в загуба на качеството на почвата и микробното биоразнообразие поради прекомерно торене. Оценен е ефектът, който стратегията на торене оказва върху ризосферната микрофлора при култивиране на листна салата (*Lactuca sativa*) чрез новогенерационно секвениране на 16S rRNA и анализ на физиологичните профили на съобществата. Два сорта маруля са отглеждани с биоорганични (Arkobaleno или Екорпор NX) или конвенционални торове. Индексите на биоразнообразие и метаболитните профили предполагат, че приложените земеделски практики са повишили общата функционална активност на съобществата, но за сметка на тяхното биоразнообразие. Торените с биотор участъци се характеризират с по-висока физиологична активност и биоразнообразие в сравнение с контролните или

конвенционално торените почви. Това се потвърждава от дизайна на PERMANOVA и R-стойностите, получени чрез анализа на сходствата, което предполага добра екологична стабилност на съобществата. NGS разкрива, че > 98% от общия брой секвенции се отнасят към 9 отдела, включително Proteobacteria, Actinobacteria, Firmicutes, Acidobacteria, Chloroflexi, Bacteroidetes, Gemmatimonadetes, Verrucomicrobia и Nitrospirae. Резултатите показват значително намаляване на биоразнообразието в резултат на прилагането на минерални торове, изразено по-скоро като промени в числения състав на отделните таксони, отколкото като поява и/или замяна на видове. В съобществата в торените с биотор почви преобладават сапрофити като *Bacillus*, *Lysoabcter*, *Pseudomonas*, *Agrobacterium*, *Streptomyces*, известни с това, че потискат растителните патогени. Поради тази причина прилагането на биоторове, макар и косвено, може да предизвика системна устойчивост в отглежданите растения

Статии III.8 и III.25. представят първия подробен анализ на бактериалното разнообразие в две различни влажни зони в басейна на река Марица, като се отчита влиянието на хидрологичния режим и отглеждането на ориз. Влажните зони са уникални екосистеми, съчетаващи сухоземни и водни местообитания. Като такива те проявяват някои от характеристиките на всяка от системите. Смята се, че те са едни от най-важните сухоземни екосистеми, предоставящи огромно разнообразие от услуги, като отстраняване на патогени, контрол на замърсяването на околната среда и наводненията, кръговрат на хранителните вещества, буфери на сухоземния отток и др. Структурите на бактериалните съобщества и техните различия между естествените и сезонно заливаните влажни зони бяха ясно разграничени чрез MiSeq Illumina секвениране. Резултатите разкриват значителна разлика в структурата на бактериалните съобщества между постоянно залетите седименти на влажната зона Злато поле и сезонно залетите седименти на защитената местност „Оризища Цалапица“. Мултивариационните анализи показват, че основните фактори за определяне на бактериалното съобщество във влажните зони от басейна на р. Марица са видът на влажната зона и видът на почвата. Доминиращият бактериален комплекс е свързан с амониевия азот, общия азот и съдържанието на органични вещества. Броят на хетеротрофните микроорганизми и индикаторите за санитарно състояние (FS, FC и *Escherichia coli*) в двете оризища край град Пловдив е по-висок в сравнение с контролната зона Злато поле - максимумът е регистриран в оризището край село Цалапица (C1 и C2 е съответно $12,6 \times 10^6$ cfu.g⁻¹ и 26×10^6 cfu.g⁻¹). В изследваните проби бактериалният комплекс заема доминиращо положение и превишава броя на гъбите и актиномицетите поне 1,5 пъти. Получените резултати потвърждават значението на параметрите на околната среда върху структурата на микробните съобщества, но посочват нуждата допълнителни и по-подробни проучвания, за да се открият пространствено-времевите модели на бактериалните съобщества, открити в постоянно залетите седименти, и тези, открити в сезонно пресушените зони.

Част от представените научни трудове са фокусирани върху оценката на антропогенния натиск и възможностите за биоремедиация на почви в градски условия. Процесите са затруднени от естеството на градските местообитания, които са резултат от интегрирането на различни абиотични и биотични компоненти, като например

качеството на въздуха, почвата и водата, микроклимата и растителността. Съществува ясна връзка между процесите на урбанизация и антропогенната трансформация на структурата и функционирането на ландшафтите, разкриваща увеличаване на съдържанието на микроелементи в околната среда и промяна на тяхното натоварване с цел възстановяване на услугите, осигурявани от екосистемите. Проучването (**статия III.9.**) разкрива, че замърсяването на почвите покрай пътната мрежа с Cd, Pb, Cu и Zn е в пряка зависимост както от разстоянието до пътя, така и от местоположението на самия булевард според розата на ветровете. Тази ситуация се отразява и на структурата на почвеното микробно съобщество, което води не само до увреждане на физикохимичните свойства на почвите, но и до намаляване на тяхното качество и функции.

Засаждане на тревни площи в населени места (в жилищни и нежилищни райони, покрай пътища и т.н.) с бързо растящи тревисти видове, показва добър биоремедиационния капацитет (**статия III.10.**). Акцентът е поставен върху потенциала на някои многогодишни треви и тяхното приложение за биоремедиация на замърсени градски почви, включително многогодишен райграс (*Lolium perenne* L.), гребеновиден житняк (*Agropyron cristatum* L.), висока власатка (*Festuca arundinacea* Schreb) и птиче грозде (*Lotus corniculatus* L.). Представен е конкретен случай от град Пловдив (България), както и ефективно технологично решение за създаване на градски тревни площи и крайпътни зелени буферни участъци. Растителната покривка оказва различни въздействия върху структурата на почвата (порьозност, стабилност на агрегатите, съдържание на органични вещества, капацитет за задържане на вода) и биоценозата на почвените микроорганизми, които създават по-устойчива почвена екосистема. Наблюдава се тенденция към поддържане на високи нива на биологично разнообразие в експерименталните зони в сравнение с фоновите зони, което показва, че тези почви могат да съхраняват повече въглерод. След мелиоративните дейности в новоизградените зелени зони общата активност на съобществата се е повишила за сметка на биологичното им разнообразие. Сравнението на физиологичните модели на съобществата чрез многомерни анализи показва ясно разграничение между началния и крайния етап на анализа, както и между фоновите и експерименталните варианти. Извършеният анализ на сходството (ANOSIM), основан на периода на изследване, местоположението на точките за анализ и видовете зелени площи, подкрепя заключението, че създаването на нови зелени площи (експериментални участъци) повишава физиологичната активност на бактериалните съобщества и повишава биоремедиационния им капацитет. Настоящото изследване може да се използва като подход за моделиране на микробните съобщества чрез промяна на предназначението на териториите и създаване на нови зелени площи.

Редица бактериални видове са перспективни продуценти на извънклетъчни ензими и имат значителен биоремедиационен потенциал. Видовете от род *Bacillus* са сред предпочитаните ензимни продуценти, което се дължи главно на способността им при определени условия да продуцират над 20 g/l протеини.

В **статия III.12.** са проучени възможностите за производство на извънклетъчни протеази от щамове *Bacillus*. Анализирани са общо 166 щамове от род *Bacillus*, като активност е доказана при 90% от тях. При 3% от щамовете са установени високи стойности в границите 8-9 U/ml. Щам на *B. thuringiensis* 14 показва постоянна относително висока

извънклетъчна протеазна активност с най-високи нива в края на експоненциалната фаза на растеж. С него са проведени опити за оптимизиране на ензимната продукция чрез модифициране на условията на култивиране. Промяната на буферната система от карбонатна с фосфатна и добавянето в хранителната среда на Mg^{2+} йони водят до повишаване на активността до 15 U/ml. Извършено е частичното пречистване на ензима чрез ултрафилтрация и последващо хроматографско разделяне със Sephadex G-75. Анализът на активната фракция чрез SDS-PAGE електрофореза показва наличието на поне две отделни протеази с молекулно тегло между 45 и 66 kDa. Тяхната активност е потвърдена чрез зимография.

Статия IV.3. Анализирани са извънклетъчната активност на щамове от род *Pseudomonas*, които често присъстват в силно замърсени почви и играят ключова роля в биодеградацията на ксенобиотици, тъй като родът има потенциал да разгражда различни въглеродни източници. Изследването е фокусирано върху липолитичната активност на нехемолитични почвени щамове *P. fluorescens*, *P. putida* и *Pseudomonas* sp. При всички изолати продуцират липази и фосфолипази, като най-висока относителна активност се установява при *P. fluorescens*. Оптимална ензимна продукция се установява при култивиране на щамовете на соево казеинова среда. Добавянето на допълнителен въглероден източник под формата на ксилоза или арабиноза към хранителната среда стимулира ензимната продукция, като не измества периода на секреция. Тя започва в експоненциална фаза на растеж, като достига максимум през късна експоненциална фаза. Щамовете *P. fluorescens* 5B и *P. fluorescens* 1D представляват интерес поради относително високата активност на продуцираните липази, които могат да намерят приложение в процесите на пречистване на води.

3. Разработване на технологии в сектор рибарство – тематиката включва две основни направления свързани с отглеждането на хидробионти:

➤ Технологии за отглеждане на риба

Статия III.4. Изследвани са размерът и възрастта, при която каналният сом (*Ictalurus punctatus* Raf.), отглеждан в условията на охладителното езеро на топлоелектрическа централа, достига полова зрялост. Рибите бяха отглеждани в мрежени клетки. Температурата на водата през зимните месеци не пада под 10°C, което позволява на рибите да се хранят през есенно-зимния период и да генерират растеж. Установеното тегло на еднолетен сом е 100,5 g за мъжките и 81,2 g за женските екземпляри. За едногодишните сомове телесното тегло е 163,4 g за мъжките и 133,2 g за женските. Диференциацията на гонадите е ясно изразена на еднолетна възраст. GSI е 0,19 % за женските и 0,016 % за мъжките. На едногодишна възраст яйчниците удвояват размера си със средно тегло от 0,21 g, а тестисите - 0,03 g. GSI има стойности от 0,21 % за женските и 0,04 % за мъжките. Стадият на зрялост на яйчниците и тестисите е определен като стадий II. За двугодишните сомове (на възраст 16-17 месеца) беше установено средно телесно тегло от 958,9 g за мъжките и 894,8 g за женските. GSI е 1,68 % за женските и 0,15 % за мъжките. Яйчниците бяха в III-IV стадий на зрялост и преобладаващата им част се състоеше от ранни вителогенни фоликули. На 18-19-месечна възраст яйчникът е бил в IV стадий на зрялост, а вителогенните фоликули са били основната фракция в яйчника.

Каналният сом достига полова зрялост на двугодишна възраст при средно тегло от 1 007 g за мъжките и 985 g за женските, с готовност за хвърляне на хайвер през късната пролет (май-юни) до началото на третия вегетационен период.

Статия III.15. Изследвано е влиянието на вида и гъстотата на посадката на зарибителния материал върху първичната продуктивност в земен тип басейни. Вариантите на зарибяване включват различно числено съотношение между използваните личинки от шаран (*Cyprinus carpio*) и пъстър толстолоб (*Aristichthys nobilis*) вариращо от 3:1 до 1:3. Към всеки от вариантите са добавени едно- и двугодишни екземпляри бял амур (*Stenopharyngodon idella*) и пъстър толстолоб (*Aristichthys nobilis*) при сходна численост. Анализът на оцеляемостта и добивите сочат, че плътността на зарибяване 3:1 шаран и толстолоб в нулевогодишна възраст показва най-добра преживяемост на толстолоба. Това съотношение на плътността между двата вида е по-благоприятно за реализиране на взаимни ползи. Въпреки редовното подхранване с изкуствена храна добивът на ларвите на шаран и амур и корелира значително с нетната първична продукция на планктона, докато добивът на толстолоб не показва корелационна зависимост поради храненето му с детритни частици.

Европейският сом (*Silurus glanis* L.) е сред най-често отглежданите хищни риби в топловодните водоеми. Тя се използва като биомелиоратор в езера, предназначени за развъждане на различни видове риби с основна цел регулиране на количеството на плевелните видове. В аквакултурите тя се отглежда в монокултура или в поликултура. Хранителният ѝ спектър включва широк спектър от водни организми като ракообразни, миди, риби и т.н. Когато се отглежда в поликултура, броят на сомове се определя или от количеството на плевелните видове риби в тях, или от това колко ефективно могат да ги оползотворят, превръщайки ги в ценно месо. В тази връзка значителен интерес представляват предпочитанията му към консумация на една или друга плячка (**статия III.16**) - проблем, който има важно практическо значение. Целта на изследването е да се определи индексът на селективност при еднолетен европейски сом (*Silurus glanis*) спрямо присъстващи в посадката еднолетен шаран (*Cyprinus carpio*) и плевелна риба (*Pseudorasbora parva*). Установени положителни стойности на индекса на селективност по отношение на *P. parva* (+0,2575) и отрицателни стойности по отношение на *C. carpio* (-0,1163). Данните показват, че при контролирани лабораторни условия еднолетният европейски сом проявява по-голям афинитет спрямо *P. parva*, отколкото спрямо шаран, като се има предвид, че 60,25 % от консумираната плячка е плевелна риба, а останалите 39,75 % са шаран.

Статия III.23. Съществен интерес представляват и прирастът и хранителният коефициент на еднолетен европейски сом (*Silurus glanis*) при естествено хранене с шаран (*Cyprinus carpio*). При отглеждането на европейски сом в поликултура с еднолетен шаран (*Cyprinus carpio*) резултатите сочат, че в съотношение между биомасата хищника и плячката 1:3 се постига темп на растеж от 25% в рамките на тридесет дневен период. И нейният темп на растеж за първия вариант е 0,52 cm или 2,25 %. Хранителният коефициент за европейски сом при хранене с шаран е в границите 4.3 – 4.7.

Статия III.19. Вариацията на телесното тегло на култивираните хидробионти зависи от много външни фактори: плътността, количеството и качеството на храната и хидрохимичните характеристики са най-важните, като се има предвид, че индивидуалният потенциал също е от значение за темпа на растеж на всеки екземпляр. Характеристиките на дължината на тялото (SL, cm) и темп на нарастване (BW, g) на еднолетен зарибителен материал от европейски сом (*Silurus glanis*), отглеждан в земен тип басейни, показват значителна вариация. Рибите с телесно тегло под 50 g представляват 88,6 %, а тези с телесно тегло над 50 g - 11,4 %. Значителна част от рибите на еднолетна възраст (50%) са с тегло под 10 g, което намалява шансовете им да достигнат консумативен темп на растеж през следващата година. Корелацията между нарастването на теглото и дължината на тялото може да се опише с помощта на уравнение от типа $BW=0.0109SL_{2.8581}$ ($r=0.9862$) в групата с телесно тегло под 50 g и $BW=0.0142SL_{2.7809}$ ($r=0.951$) в групата с телесно тегло над 50 g. За двете изследвани групи риби на едногодишна възраст е определен коефициентът на Фултън. Според този показател между двете анализирани групи има разлика, която е статистически достоверна при $p<0,001$. Характеристиките на нормата за дължина на тялото и телесното тегло на едногодишните сомове, произведени от един родител и отглеждани при идентични условия, се различават значително по отношение на телесното тегло (BW, g) и стандартната дължина на тялото (SL, cm), съответно 154,33% и 41,49%. Рибите с телесно тегло под 50 g са представлявали 88,6 %, а тези с телесно тегло над 50 g - 11,4 %. Може да се предположи, че отчетените вариации в телесното тегло и дължината на тялото на едногодишните европейски сомове са следствие както от различния потенциал за растеж на всеки екземпляр в рамките на вида му, което е фактор с голямо значение и е типичен за хищните риби, така и от специфичните условия на отглеждане.

В аквакултурите много често с рибите трябва да се извършват различни манипулации, свързани с изкуственото им размножаване, хирургически операции, маркиране, измерване, транспортиране, вземане на кръвни проби и т.н., които могат да доведат до стрес, травматизъм или дори до смъртта им. Всички манипулации са трудни поради енергийната съпротива на рибите, в резултат на което могат да възникнат наранявания, повърхностни и вътрешни кръвоизливи, непълно излюпване на хайвера и други негативни последици. До голяма степен тези негативни ефекти могат да бъдат сведени до минимум чрез използването на различни видове анестетици. Прилагането им обездвижва рибата, намалява стреса и гарантира хуманно третиране на рибата.

В целта на изследването в **статия III.22.** и **статия IV.7.** е да се проучат възможностите за използване на карамфилово масло, представляващо естествен продукт, който се използва от дълго време в медицината, козметиката и хранителната промишленост, като анестетик при хищни видове риба, включително щука (*Esox Lucius* L.) и канален сом (*Ictalurus punctatus* Raf.). Експериментите са проведени при контролирани лабораторни условия потвърждават добрите възможности за използване на карамфилово масло като анестетик при извършване на различни манипулации при двата вида. Изпитан е ефектът от прилагането на разтвор в концентрации $20 \mu\text{l.l}^{-1}$ до $80 \mu\text{l.l}^{-1}$. В хода на работа е проследено поведението на рибите и е отчетено времето за достигане на пълна анестезия и времето за възстановяване. Ниските концентрации ($20 \mu\text{l.l}^{-1}$) не постигат пълно

обездвижване и при двата изследвани вида и имат само седативен ефект. Най-добри резултати по отношение на времето за достигане на фаза 4 (пълна анестезия), при която рибите лежат на дъното и не реагират на манипулации, и времето за пълно възстановяване се наблюдават при концентрация ($60 \mu\text{l.l}^{-1}$). При тази концентрация щуките достигат фаза 4 на анестезия - пълна загуба на реактивност за 7.00 min, и се възстановяват за 4.43 min. За каналния сом се обездвижва средно за 3 min и се възстановява за 3.24 min. Наблюдава се обратнопропорционална зависимост между времето за възстановяване и концентрацията на карамфилово масло.

➤ **Изследване на популациите сладководни прави раци на територията на България и оценка на стопанския им потенциал**

В България популациите и разпространението на сладководни прави са много слабо изучени. Съществуващите данни са ограничени и в много случаи значително остарели или пък са свързани преди всичко с изследването на епibiонти по тях. Два от видовете прави раци (речен рак, (*Astacus astacus* (Linnaeus, 1758) и каменен рак (*Austropotamobius torrentium* (Schränk, 1803)), обитаващи водоеми в страната, се характеризират със силно намалена численост, поради което в много страни съществуват различни забрани и ограничения за улова им. Те са включени в приложение III на Международната Конвенция за опазване на дивата европейска флора и фауна и природните местообитания, ратифицирана и от България (ДВ, бр. 23 от 10.03.1995 г.). В Директива 92/43/ЕИО на Съвета за запазване на естествените местообитания и на дивата флора и фауна речният рак е включен в Annex 5, а каменният рак – в Annex 2. В Червения списък на IUCN речният рак се класифицира като уязвим (VU). В Българското законодателство фигурира в Закона за биологичното разнообразие в приложение 4 като вид под режим на опазване и регулирано ползване от природата. Представените публикации (**III.17.; III.20.; III.21; III.24.**) разглеждат нови находища на речен рак (*Astacus astacus*) и каменен рак (*Austropotamobius torrentium*). При проведените проучвания е извършена размерно-тегловна характеристика на популациите, определена е относителната им численост (CPUE), съотношението между мъжките и женските индивиди в популациите, както и поведението на видовете при конкуренция за укрита.

Статия III.18. представя данни за ново находище на езерен рак (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) в кариерен водоем разположен в близост до с. Бошуля. Броят на уловените раци (925) показва висока плътност на популацията им. Преобладават индивиди с телесно тегло между 20,1 и 30,0 g. Те представляват 38 % от общия улов. С най-нисък процент (1%) са групите с телесно тегло 70,1 - 80,0 g и тази с тегло над 80 g. Абсолютната плодовитост на популацията е определена на база извадка от 24 полово зрели женски индивида. Средният брой яйцеклетки е 228 броя при гранични стойности 144 – 294 бр. Гонадосоматичния индекс (GSI, %) за изследваната извадка е 3.92%. Установената относителна численост на популацията на езерните раци в кариерния водоем на с. Бошуля е висока (средно CPUE 14.69), което показва, че тя е със значителен стопански потенциал и може да се използва за промишлен улов.

4. Приноси в областта на микробната патогенеза

Статия III.11. Получени са концентрирани екстракционни продукти (конкрет, смола, екстракт с 1,1,1,2 тетрафлуороетан) от листата на три български сорта тютюн (*Nicotiana tabacum* L.) - Вирджиния, Бърлей и Ориенталски тютюн. Продуктите, както и съответните етерични масла, са охарактеризирани по техния химичен състав (моно-, сески- и дитерпеноиди, фенилпропаноиди, азотни съединения и др. и фенолни киселини) и активности (антимикробна, антикорозионна). Изследваните екстракти демонстрират антимикробна активност срещу Грам-положителни, Грам-отрицателни бактерии и дрожди. Получените резултати разкриват различията както на продуктова, така и на суровинна (тип тютюн) основа и маркират възможните области на тяхното приложение.

Статия IV.4. Настоящото проучване фокусирано върху антибиотичната и серумната резистентност на щамове от сем. Enterobacteriaceae, свързани с инфекции на урогениталния тракт в обществото. Най-често изолираният етиологичен агент е *Escherichia coli* (64,8%), следван от *Klebsiella* spp. (17%) и *Proteus mirabilis* (10,37%). Тестовите за антибиотична чувствителност показват висока резистентност към ампицилин (49%), мецилиам (71%), доксицилин (41%) и висока чувствителност към цефалоспорици (цефуроксим 84,6%; цефокситин 83,7%; цефотаксим 91,5%; цефепим 87,7%) и флуорохинолони (ципрофлоксацин 85%, норфлоксацин 79%, левофлоксацин 83%). Значителна резистентност е установена към нитрофурантоин (24%). Сред тестваните щамове 8,5 % произвеждат бета-лактамази с разширен спектър (ESBL). Тестът за серумната чувствителност на щамовете показва, че 84% от щамовете са резистентни към бактерицидната активност на нормалния човешки серум. Данни показват, че най-вероятно резистентността към комплемента е един от задължителните фактори на вирулентност за повечето щамове Enterobacteriaceae, свързани с урогенитални инфекции. Профилът на чувствителност на изследваните щамове Enterobacteriaceae потвърждава необходимостта от постоянно актуализиране на данните за антибиотичната резистентност и моделите на вирулентност на етиологичните агенти на урогениталните инфекции.

Статия IV.5. Представителите на р. Enterococcus все по-често се свързват с инфекции на урогениталния тракт. Видовете Enterococcus faecalis и Enterococcus faecium са третите най-често изолирани патогени при катетър-свързани инфекции на пикочните пътища (CAUTI). И двата вида са способни да образуват биофилми, като E. faecalis се характеризира с по-висока честота на изолиране. Това проучване изследва резистентността спрямо антимикробни агенти и способността за образуване на биофилми на 72 щамове Enterococcus faecalis, събирани в продължение на една година от урогениталния тракт на амбулаторни пациенти. Резултатите показват, че инфекциите на пикочните пътища (ИПП), причинени от ентерококи, са по-чести сред децата до 10-годишна възраст, докато инфекциите на гениталния тракт (ИГТ) се наблюдават най-често при жени в репродуктивна възраст. Общата резистентност е ниска, с по-високи нива при щамовете асоциирани с уринарен тракт в сравнение с генитален тракт. Резултатите показват 100% чувствителност към пеницилини, които са най-ефективните средства за лечение на инфекции, причинени от Enterococcus faecalis. Устойчивостта към флуорохинолони е по-малко от 19 %, с ясно изразена кръстосана резистентност. За 26 %

от изследваните щамове е установено образуване на биофилм след 24-часово култивиране върху соево-казеинова среда, като стойностите на OD₆₃₀ за биофилмите са в диапазона 0,050-0,200. Това категоризира щамовете като щамове с ниска степен на биофилмообразуване. Профилът на чувствителност на щамовете, тествани в настоящото проучване, и способността им да образуват стабилен биофилм потвърждават постоянната необходимост от задължително определяне на антибиотичната резистентност преди предписване на лекарства от страна на лекарите.

Статия IV.6. Вагиналните инфекции, причинени от представители на р. *Candida* са сред най-разпространените инфекциозни заболявания сред жените. Настоящото проучване е насочено към таксономичния състав, антигъбичната резистентност и някои фактори на вирулентност на щамове *Candida*, изолирани от проби на амбулаторни пациенти. За едногодишен период от април 2016 г. до март 2017 г. бяха събрани 97 щамове *Candida* spp. от вагинални, цервикални и уретрални секрети на амбулаторни пациенти в МБАЛ „Хронолаб“ Пловдив. По-голямата част от изолатите са идентифицирани като *C. albicans* (84%), следвани от *Candida glabrata* (7%), *Candida krusei* (4%), *Candida parapsilosis* (3%) и *Candida tropicalis* (2%), а най-засегнатата възрастова група е на жени между 21 и 40 години. Антигъбичната резистентност е ниска и е свързана главно с *C. glabrata*, като общата чувствителност към тестваните противогъбични лекарства е над 95%. Анализът на активността на хидролитичните ензими и способността за образуване на биофилм показва, че само 8% от щамовете произвеждат желатиназа и фосфолипаза, 6% - казеиназа, а 5% - естераза. Седем от тестваните щамове *Candida* (7,2 %) образуваха стабилен биофилм след 24-часово култивиране в декстрозен бульон Сабуро, допълнен с 6% глюкоза. Това проучване не разкрива значима корелация между антигъбичната чувствителност и изследваните фактори на вирулентност на изолати *Candida* spp. от гениталния тракт на амбулаторни пациенти

5. Технологии внедрени в рибовъдната практика

5.1. Разработена е **технология за отглеждане на щука (*Esox lucius* L.)** в рибовъдни басейни, включваща: кратка характеристика на вида, изискванията му към средата и значението на местообитанието при отглеждане. Систематизирани са технологиите за естествено, полуизкуствено и изкуствено размножаване и отглеждане на вида. Разгледани са схемите за заребяване, в ролята ѝ на допълнителен вид в посадката и очакваните добиви при различните възрастови групи, както и значението на вида, като естествен регулатор на плевелната риба във водоемите.

5.2. Изготвена е **система от правила за добра производствена практика в аквакултурата (ДППА)**, описваща препоръчителните практики при басейново отглеждане на шаран на ниво ферма, в условията на устойчива аквакултура и съблюдаване на изискванията за опазване на околната среда. В документа са разработени основните изисквания за контрол на качеството на отделните производствени дейности в съответствие с принципите за добра производствена практика. Подробно са разписани

методите за размножаване и отглеждане на шаран, фуражите, храненето, профилактиката и прилагането на лекарствени средства и транспорта на зарибителен материал и готова продукция. Представени са организацията и управлението на шарановата ферма.

6. Приноси към учебната дейност.

6.1. Съавтор на учебник по Биотехнологични процеси и съоръжения:

В. Гочев, Г. Костов, Б. Горанов, И. Илиев. 2022. Биотехнологични процеси и съоръжения, второ допълнено издание. Университетско издателство „Паисий Хилендарски“, 264 стр. ISBN: 978-619202-815-2

Учебникът е разработен в съответствие с учебните планове на специалности „Фармацевтични биотехнологии“, „Микробни биотехнологии“ и „Индустриална микробиология“ от ОКС „бакалавър“ и „магистър“ в Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“, за подготовка по дисциплина, която е задължителна в посочените специалности.

В настоящия учебник са разгледани основните процеси, които се провеждат в областта на промишлената и екологичната биотехнология. Представени са основните теоретични зависимости, на които се подчиняват тези процеси. Коментирани са основни представители на оборудването, в които се провеждат разглежданите технологични процеси. Специално внимание е отделено на кинетиката на микробиологичните процеси, масообмена протичащ в биореакторите. В специална глава са разгледани основните представители на биореакторите за повърхностно, твърдофазово и дълбочинно култивирани, както системите с имобилизирани биокатализатори. Разгледани са основните видове системи за пречистване и концентриране на биопрепарати – утаители, филтри, мембранни инсталации, сушилни. Учебникът може да се използва от всички студенти, преподаватели и изследователи, учещи и работещи в областта на биотехнологията.

6.2. Съавтор на ръководство по Микробиология:

С. Костадинова, В. Гочев, М. Мърхова, Т. Гирова, Д. Георгиев, И. Илиев. 2017. Ръководство по микробиология. Университетско издателство „Паисий Хилендарски“, 265 стр., ISBN 978-619-202-240-2.

Ръководството по микробиология е разработено в съответствие с учебните програми за обучение на студентите в бакалавърски и магистърски специалности в Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“.

Упражненията в ръководството са представени самостоятелно, което позволява на преподавателите да съставят необходимия набор за съответния учебен курс. Ръководството включва 10 основни раздела – „Микроскопски техники“, „Основни лабораторни културални методи“, „Морфология на микроорганизмите и оцветяване“, „Биохимична активност на микроорганизмите“, „Идентификация на бактерии“, „Ефект на факторите на средата върху микроорганизмите“, „Санитарна микробиология“, „Роля

на микроорганизмите в кръговрата на веществата“, „Микробната генетика“ и „Медицинската микробиология“.

Целта на упражненията е студентите да придобият знания за съвременните експериментални техники в областта на микробиологията, както и умения за интерпретиране и отразяване на получените резултати.

.....

Пловдив

Изготвил:

гл. ас. д-р Иван Златков Илиев