

MODEL OF THE DYNAMICS OF PLANT PIGMENTS IN THE WATER BODY AT THE CORRECTION OF ITS ECOLOGICAL STATE BY EM-TECHNOLOGIES

Grigoryev A. Ya.

Kharkiv State Zooveterinary Academy

Bespalov Yu.G., Nosov K.V., Kashyryn O.O., Moskalev V.B.

Kharkiv National University named after V.N. Karazin

In the article the results of modeling, with the help of new mathematical apparatus of Discrete Modeling of Dynamical Systems, of dynamics of spectral parameters of water ecosystems, eligible for remote determining influence of the EM-technologies onto bioproductional processes.

УДК 574.52

ДИСКРЕТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЗООПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА В СВЯЗИ С АСПЕКТАМИ БИОБЕЗОПАСНОСТИ И БИОЗАЩИТЫ, СВЯЗАННЫМИ С ЭВТРОФИКАЦИЕЙ ВОДОЕМОВ

Григорьев А.Я., Попов В.В.

Харьковская государственная зооветеринарная академия, г. Харьков

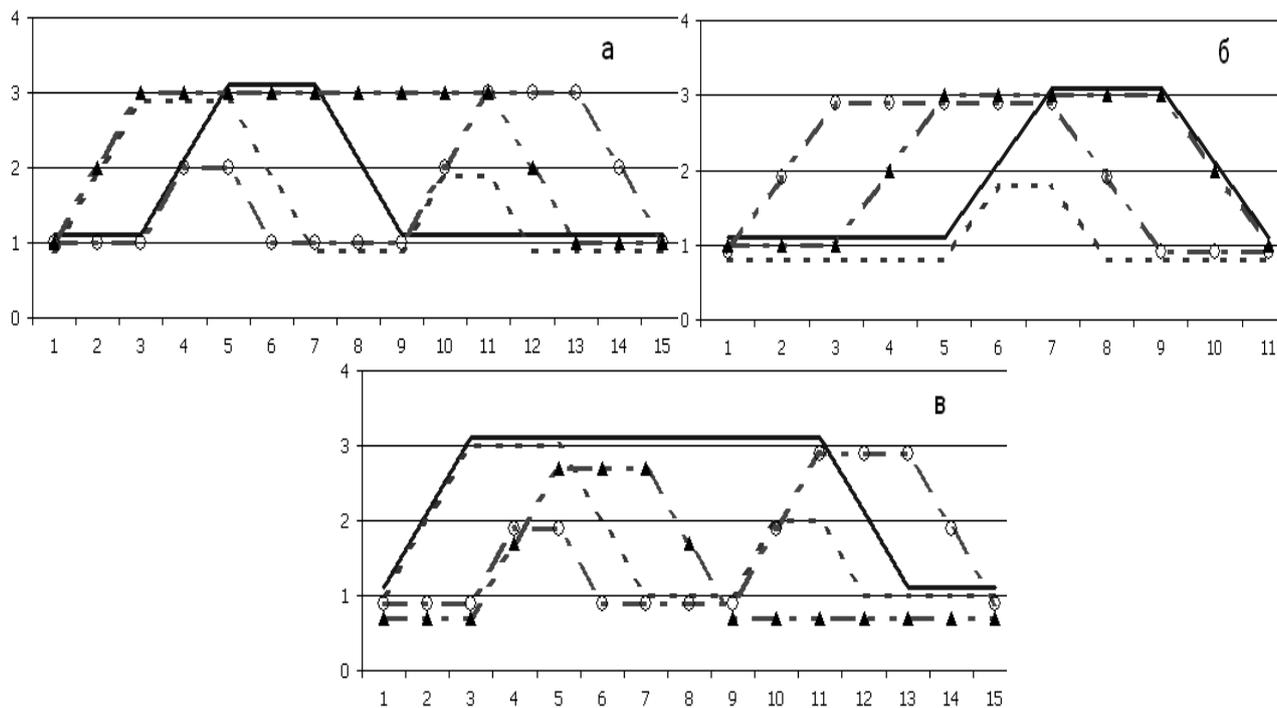
Глобальные климатические изменения, меняющие условия поступления в водоемы биогенных элементов и питательных веществ, делают весьма актуальными также и аспекты биобезопасности и биозащиты, связанные с эвтрофикацией водоемов. С эвтрофикацией связано противоречие между позитивными аспектами повышения биопродуктивности водных экосистем (в частности – их рыбопродуктивности, через стимуляцию естественной кормовой базы рыб) и его негативными проявлениями – накоплением мертвого органического вещества, создающим предпосылки заморозов или опасностью массового развития токсических цианобактерий, которая иногда требует ограничения сельскохозяйственной деятельности в прибрежной зоне [1]. Нахождение оптимальных природоохранных решений, позволяющих усилить позитивные аспекты эвтрофикации и минимизировать негативные, требует системного изучения гомеостаза сообществ гидробионтов. Вот уже около полувека для оценки состояния гомеостаза сообществ живых организмов используются подходы, основанные на применении информационного индекса Шеннона [7]. Вместе с тем нельзя говорить о существовании общепризнанных концепций, описывающих отношения характера гомеостаза биологических сообществ и показателей их структуры [2]. В свое время Е. Одум, ссылаясь на Р. Маргалефа, писал, что исследователь должен видеть за показателями разнообразия структуру обратных связей, определяющих характер гомеостаза [7]. В 2008-2009 гг. в Харьковском национальном университете имени В.Н. Каразина (ХНУ) разработан [8, 9] оригинальный математический аппарат дискретного моделирования динамических систем (ДМДС), позволяющий по структуре корреляционных связей между компонентами в многокомпонентной системе непосредственно определять структуру межкомпонентных обратных связей из перечня: «+,+», «-,-», «+,-», «+,0», «-,0», «0,0» и симметричных («+,+», «-,-», «0,0») внутриконтентных обратных связей. Положительное влияние одного компонента на другой означает, что высокое значение первого компонента на предыдущем шаге обуславливает, в рамках весового или квазилибиховского подхода [9], повышение значения второго, отрицательное – понижение или стабилизацию, нулевое – отсутствие влияния. Используя ДМДС, можно получить следующие из этих структур траектории системы.

Целью настоящей работы является получение, с помощью ДМДС соответствующих разной степени эвтрофикации озер, траекторий систем сообществ зоопланктона, играющего важную роль в процессах биотрансформации разных форм биогенных элементов в водных экосистемах [3, 4, 5, 6]. Последующий анализ полученных траекторий систем позволяет выдвинуть рабочие гипотезы, проверяемые статистическим анализом фактического материала. Важным аспектом этих рабочих гипотез является характер влияния эвтрофикации на имеющие важное значение, с точки зрения биобезопасности и биозащиты, аспекты структуры и динамики зоопланктона, такие, как соотношение фильтраторов-ветвистоусых, освобождающих воду от бактериальной взвеси и ограничивающих развитие ветвистоусых циклопид –хозяев *Ligula interstitialis* – паразита наносящего большой вред рыбному хозяйству.

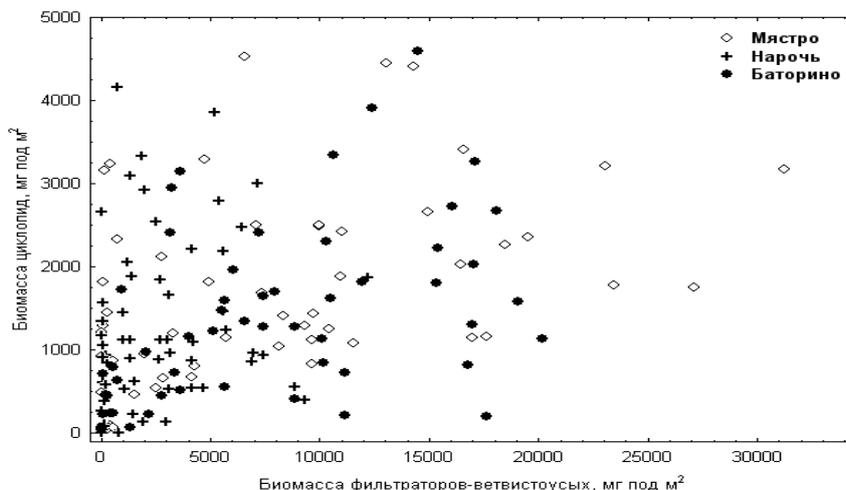
**Материалы и методика.** Моделирование зоопланктонных сообществ осуществлялось с помощью автоматизированного рабочего места (АРМ) исследователя адаптационных механизмов, любезно переданного нам Харьковским национальным университетом им. В.Н. Каразина. Моделирование осуществлялось на основе материала литературных источников о многолетних наблюдениях за зоопланктоном трех белорусских озер: мезотрофного озера Нарочь, эвтрофного Баторин и занимающего промежуточное положение озера Мясстро [10]. С помощью ДМДС, использующего корреляцию Спирмена и подход с расширенным толкованием закона Либиха, строились модели и траектории систем зоопланктонного сообщества указанных трех озер. Путем анализа траектории систем выдвигались рабочие гипотезы, проверяемые в дальнейшем статистическим анализом литературных данных [10] о показателях развития в них зоопланктона.

**Полученные результаты.** Использование ДМДС позволило получить траектории системы, отражающие динамику в указанных трех белорусских озерах на протяжении вегетационного, теплого сезона (апрель-сентябрь), биомасс следующих четырех групп зоопланктона: фильтраторов-ветвистоусых, коловраток, половозрелых стадий циклопид и диаптомид. Полученные траектории системы, представленные на рис. 1, позволяют сформулировать рабочую гипотезу, в соответствии с которой изменение мезотрофного состояния озерной экосистемы в направлении повышения степени эвтрофикации должно сопровождаться уменьшением роли циклопид в сравнении с фильтраторами-ветвистоусыми. Причем в наибольшей степени этот эффект должен проявляться при сравнении озер Нарочь и Мясстро – в траектории системы, построенной для о. Нарочь, на разных шагах цикла фильтраторы-ветвистоусые принимают значения равные, меньшие и большие значений циклопид, в то время как в траектории системы, построенной для о. Мясстро на разных шагах цикла фильтраторы-ветвистоусые принимают значения большие значений циклопид, при этом высокие значения фильтраторов-ветвистоусых наблюдаются при низких значениях циклопид.

Построенные на основе фактических литературных данных [10] фазовые портреты, представленные на рис. 2, подтверждают эту гипотезу: в фазовом портрете о. Мясстро область значений гораздо больше, чем на фазовом портрете о. Нарочь, вытянута вдоль оси абсцисс, на которой отложены значения биомассы циклопид (по оси ординат отложены значения биомассы фильтраторов-ветвистоусых).



**Рис. 1** Траектория системы, представляющая динамику зоопланктона озера Нарочь (а), Мястро (б), Баторино (в). По оси ординат – биомасса в условных единицах (от 1 до 3 баллов), для удобства восприятия часть графиков смещена на дробную часть баллов. Условные обозначения: – биомасса фильтраторов-ветвистоусых, – биомасса циклопид, – биомасса диатомид, – биомасса коловраток.



**Рис. 2** Фазовый портрет отношений биомасс фильтраторов-ветвистоусых и циклопид в трех озерах разной степени трофности.

Сравнение отношений биомассы циклопид к биомассе фильтраторов-ветвистоусых в озерах Нарочь и Мястро подтверждает статистическую достоверность данного эффекта: в о. Нарочь это отношение равно 3,571, для озера Мястро – 3,533, различие статистически значимо по критерию Манна-Уитни ( $p < 0.005$ ).

Различия между озерами Мястро и Нарочь, с одной стороны, и озером Баторин – с другой стороны, наличествующие в траекториях систем, представленных на рис. 1, не столь выразительны и не позволяют сформулировать рабочей гипотезы относительно влияния усиления степени эвтрофикации о. Баторин в сравнении с оз. Мястро. Различия отношений биомассы циклопид к биомассе фильтраторов-ветвистоусых в озерах Нарочь и Мястро статистически не значимы. В связи с этим важно отметить, что не всякое увеличение степени эвтрофикации влечет за собой статистически значимый эффект увеличения роли фильтраторов-ветвистоусых в зоопланктоне. Этот эффект связан с другим описанным [11] эффектом эвтрофикации – уменьшением среднего размера организмов зоопланктона. Более детальное исследование этих эффектов недавно позволило разработать защищенный патентом Украины на полезную модель [12] способ определения степени эвтрофикации водоемов, при которой возникает опасность массового развития цианобактерий.

Ветвистоусые-фильтраторы играют важную роль в очистке воды от органических взвесей, в том числе бактериальных. Значительное развитие фильтраторов-ветвистоусых может способствовать быстрому освобождению воды от бактерий при попадании большого количества неочищенных бытовых стоков в водоем в случае техногенной катастрофы (например – подобной той, что

произошла в середине девяностых годов на Диканевских очистных сооружениях в Харькове). Сдерживающие развитие фильтраторов-ветвистоусых циклопиды являются промежуточными (дополнительными) хозяевами паразитов, наносящих большой вред рыбному хозяйству. Исследованная в данной работе связь соотношения этих двух групп зоопланктона с эвтрофикацией имеет отношение и к таким ее негативным проявлениям, как чреватое заморами накопление в водоеме мертвого органического вещества и массовое развитие токсических цианобактерий. С другой стороны, эвтрофикация имеет и положительные стороны, использование которых при минимизации негативных аспектов требует, в частности, исследования механизмов гомеостаза зоопланктона (играющего важную роль в питании рыб). Из вышеизложенного следует связь полученных в данной работе результатов дискретного моделирования динамических систем зоопланктонного сообщества с аспектами биобезопасности и биозащиты.

Выводы и перспективы дальнейших исследований. Проведенные исследования показали эффективность математического аппарата дискретного моделирования динамических систем (ДМДС) для исследования зоопланктонного сообщества в связи с аспектами биобезопасности и биозащиты, связанными с эвтрофикацией водоемов. Полученные результаты открывают перспективы использования этого нового класса математических моделей для анализа позитивных и негативных проявлений эвтрофикации.

*Список литературы*

1. Hipsey, M.R., Gal, G. et al. (2006). Lake Kinneret water quality management system. Seventh International Conference on Hydrosience and Engineering, Michael Piasecki and College of Engineering, Drexel University. 2. Cinquin, O., Demongeot, J. (2002). "Positive and Negative Feedback: Striking a Balance Between Necessary Antagonists." *Journal of Theoretical Biology* 216 (2): 229-241. 3. Fu-Liu Xua, Jun-Jun Wanga, Bin Chenb, Ning Qina, Wen-Jing Wua, Wei Hea, Qi-Shuang Hea, Yin Wang. The variations of exergies and structural exergies along eutrophication gradients in Chinese and Italian lakes. *Ecological Modelling*. Volume 222, Issue 2, 24 January 2011. – P. 337-350. 4. Lazareva, V.I., Kopylov, A.I. Zooplankton productivity at the peak of eutrophication of a plain reservoir ecosystem: The role of invertebrate predators. *Biology Bulletin Reviews*. – V. 1. – N. 6. – P. 542-551. 5. Špoljar, M., Tomljanović, T., Lalić, I. (2011). Eutrophication impact on zooplankton community: a shallow lake approach. *The Holistic Approach to Environment*, 1(4), 131-142. 6. Lodi, S., Vieira, L.C.G., Velho, L.F.M., Bonecker, C.C., Carvalho, P., Bini, L.M. (2011). "Zooplankton Community Metrics as Indicators of Eutrophication in Urban Lakes." *Brazilian Journal of Nature Conservation*, 9(1), 87-92. 7. Одум, Ю. Основы экологии. – М.: Мир, 1975. – 744 с. 8. Беспалов, Ю.Г., Дереча, Л.Н., Жолткевич, Г.Н., Носов, К.В. Дискретная модель системы с отрицательными обратными связями // Вестник Харьковского национального университета им. В. Н. Каразина. Серия "Математическое моделирование. Информационные технологии. Автоматизация систем управления". – № 833, 2008. – С. 27-38. 9. Bepalov, Yu., Gorodnyanskiy, I., Zholtkevych, G., Zaretskaya, I., Nosov, K., Bondarenko, T., Kalinovskaya, K., Carrero, Y. Discrete Dynamical Modeling of System Characteristics of a Turtle's Walk in Ordinary Situations and After Slight Stress // Бионика интеллекта. № 3 (77). – 2011. – С. 54-59. 10. Многолетние показатели развития зоопланктона озер. – М.: "Наука" 1973, С. 7-113. 11. Кузнецова, М.А. Изменения структурно-функциональных характеристик зоопланктона в ходе эвтрофикации разнотипных озер в аспекте концепции сукцессии: На примере озер Восточно-Европейской равнины. Автореферат на соискание ученой степени докт. биол. наук. 2002. Нижний Новгород Код специальности ВАК: 03.00.16 Специальность: Экология Количество страниц: 380. 12. Спосіб дослідження стану евтрофікації водного середовища. Патент України на корисну модель № 65753. Беспалов Ю. Г., Носов К. В., Григор'єв О. Я. Опубл. 12.12.2011. Бюл. № 23, 2011 р.

**DISCRETE MODELING OF DYNAMICAL SYSTEMS OF ZOOPLANKTON COMMUNITY IN CONNECTION WITH BIOSAFETY AND BIOSECURITY ASPECTS, RELATED TO RESERVOIRS' EUTROPHICATION**

**Grigoryev A.Ya., Popov V.V.**

*Kharkiv State Zooveterinari Academy*

*In the article the results of investigation of the three lakes, which belong to different stage of eutrophication, with the help of a new class of mathematical models (Discrete Modeling of Dynamical Systems, DMDS) is presented. The prospective possibilities of the DMDS for investigating positive and negative, with respect to biosecurity and biosafety, eutrophication's effects, are demonstrated.*

УДК 619:57.08:579:636.082.4

**ВИВЧЕННЯ ДІЇ ПРОБІОТИКА ТА ХЛОРГЕКСИДИНУ НА МІКРОФЛОРУ ПРЕПУЦІЯ БУГАЇВ-ПЛІДНИКІВ**

**Гужвинська С.О., Павленко М.П., Гадзевич Д.В., Павленко Л.М., Осіпова А.Г.**

*Національний науковий центр «Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини», м. Харків*

**Павленко Б.М.**

*Інститут тваринництва НААН, м. Харків*

Численними дослідженнями доведено, що сперма плідників, яка оброблена без застосування спеціальних засобів асептики і антисептики, у значній мірі може бути забруднена вірусами і бактеріями, які потрапляють у сперму із шкіряного покриву і препуція бугая, нестерильного повітря, посуду, інструментів, приладів, кріопротективних середовищ, рідкого азоту, а також з оточуючого середовища тваринницьких приміщень при штучному осіменінні великої рогатої худоби [4]. При отриманні сперми від бугая в штучну вагіну найбільш суттєвим контамінантом сперми мікроорганізмами є внутрішня стінка препуційної порожнини, яка постійно контактує з підстилочними матеріалами, сечою, гноєм та нестерильним повітрям тваринницького приміщення. В теперішній час з профілактичною метою передбачена санітарна обробка препуція бугая-плідника один раз через кожні десять діб 1%-ним розчином перекису водню або ж одним із розчинів марганцевокислого калію. Така обробка не забезпечує належних асептичних умов одержання сперми тому, що не співпадає з існуючим режимом відбору сперми від бугаїв (4 еякуляти 2 рази на тиждень).

У зв'язку з цим постійно триває пошук нових антимікробних препаратів і їх поєднань для санації препуція, які були б ефективнішими у відношенні мікрофлори та нешкідливими.

Аналіз численних повідомлень свідчить, що високоефективними засобами корекції мікробіоценозу є біопрепарати, виготовлені на основі лактобактерій, біфідобактерій, пропіоновокислих бактерій, які є природними антагоністами патогенних мікроорганізмів [2, 3, 5].

Метою роботи було проведення досліджень щодо застосування пробіотика в комбінації з антисептичним препаратом для санітарної обробки препуція бугая.

**Матеріали та методи.** Для визначення видового складу мікрофлори зі змивів препуційної порожнини бугаїв, виділення та ідентифікацію культур мікроорганізмів проводили за схемою, яка включає початкові посіви на середовища, виділення чистої культури та висів її на селективні