



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК



ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИМ. И.Д. ПАПАНИНА РАН



РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

МАТЕРИАЛЫ

**IV ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ ПО ВОДНОЙ ЭКОТОКСИКОЛОГИИ,
ПОСВЯЩЕННОЙ ПАМЯТИ Б.А. ФЛЕРОВА**

**АНТРОПОГЕННОЕ ВЛИЯНИЕ
НА ВОДНЫЕ ОРГАНИЗМЫ И ЭКОСИСТЕМЫ
И**

ШКОЛЫ-СЕМИНАРА

**СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОЦЕНКИ
КАЧЕСТВА ВОД, СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ОРГАНИЗМОВ И
ЭКОСИСТЕМ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ**

24-29 сентября 2011 г.

ЧАСТЬ 2

БОРОК 2011

УДК 574.47(063) + 504.4.064(063) + 504.06.08(063)

Материалы IV Всероссийской конференции по водной экотоксикологии, посвященной памяти Б.А. Флерова, «**Антропогенное влияние на водные организмы и экосистемы**» и школы-семинара «**Современные методы исследования и оценки качества вод, состояния водных организмов и экосистем в условиях антропогенной нагрузки**». В двух частях. Часть 2. (Борок, 24-29 сентября 2011 г.). – Борок, 2011. – 265 с.

Сборник материалов опубликован при финансовой поддержке:
Отделения биологических наук РАН
Российского Фонда Фундаментальных Исследований (грант № 11-04-06109-г)

В книге опубликованы материалы докладов конференции и школы–семинара по широкому кругу теоретических и практических вопросов водной экотоксикологии и охраны окружающей среды.

В части 2 материалов рассматриваются структурные и функциональные характеристики популяций гидробионтов и водных экосистем в условиях антропогенной нагрузки; экотоксикологическое состояние водных объектов и проблема регионального нормирования; биологические последствия контакта гидробионтов с нано- и микрочастицами; биологические последствия воздействия радиоактивного излучения на гидробионтов; приведены тексты и конспекты, прочитанных лекций.

Для широкого круга специалистов: токсикологов, гидробиологов, экологов, гидрохимиков, ихтиологов, зоологов, альгологов, гидроботаников.

Материалы печатаются в авторской редакции

Компьютерная верстка: И.В. Чалова, Е.А. Заботкина

Фото на обложке: на лицевой – цветение сине-зеленых водорослей в Чебоксарском водохранилище летом 2010 г. © Г.М. Чуйко, 2011; на обороте – р. Большая Лоптюга, Удорский район, Республика Коми, лето 2010 г. © Д.М. Филиппов, 2011

ISBN 978-5-905039-10-2

© Институт биологии внутренних вод РАН, 2011
© ООО «ТР-принт», 2011

В альгосообществах на верхних станциях отмечалось высокое содержание х- и олигосапробов, воды соответствовали олигосапробной зоне и II классу чистоты. Диатомовый индекс также имел большие значения по сравнению со станциями, расположенными ниже по течению, и величина его стабильно выше 70.

В районе г. Риддер и г. Усть-Каменогорск индекс сапробности изменялся в пределах 1,61 (T2) – 1,77 (УУ3), наибольший процент (65%) приходился на долю β-мезосапробов. Значения диатомового индекса изменялись в пределах от 60,34 (Бр2) до 45,80 (УТ2), более 60% приходилось на долю эврисапробов. Значения индекса сапробности и диатомового индекса на данных станциях соответствовали III классу качества, воды характеризовались как слабозагрязненные. Дополнительным критерием преобразования экосистем и свидетельством об ухудшении качества воды под воздействием антропогенной нагрузки является обнаружение уродливых форм водорослей. Нами отмечены уродства створок *Nitzschia palea* и *Ceratoneis arcus*, на створах, расположенных в черте г. Риддер и г. Усть-Каменогорск, что говорит о превышенном для них уровне загрязнения. Причем уродливые формы в отдельные месяцы достигали значений частоты встречаемости 5 – 7 по шкале Вислоуха.

Таким образом, проведенные исследования доказывают негативное влияние антропогенного воздействия на водотоки бассейна р. Ульба. Определение качества воды с использованием индекса DAIpо дало сходные результаты с полученными более традиционным методом Пантле-Бука в модификации Сладечека. Водотоки расположенные выше сбросов промышленных предприятий оценивались II классом чистоты, а расположенные ниже сбросов относились к умеренно загрязненным и оценивались III классом.

Список литературы

- Голлербах М.М., Коссинская Е.К., Полянский В.И. Сине-зеленые водоросли. Определитель пресноводных водорослей СССР. М.: «Советская наука», 1953. Вып.2. 652 с.
- Мошкова Н. А., Голлербах М. М., Зеленые водоросли. Определитель пресноводных водорослей СССР. Ленинград: Издательство «Наука». Вып. 10 (1). 1986. 360 с.
- Матвиенко А. М. Золотистые водоросли. Определитель пресноводных водорослей СССР. Москва: Издательство «Советская Наука», 1954. Вып. 3. 190 с.
- Забелина М.М., Киселев И.А. Диатомовые водоросли. Определитель Пресноводных водорослей СССР. М.: Сов. Наука, 1951. Вып. 4. 619 с.
- Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / Под ред. В.А. Абакумова. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 318 с.
- Унифицированные методы исследования качества вод. Часть III. Методы биологического анализа вод. М.: Изд. СЭВ, 1976. 185 с.
- Жизнь пресных вод. СССР. М., Л.: Изд-во АН СССР. Т. 4, ч. 1., 1956. 470 с
- Водоросли: справочник. Киев: Наук. думка, 1989. 608 с.
- Корытный Л.М. Бассейновая концепция в природопользовании. – Иркутск: Ин-т геогр. СО РАН. 2001. 163 с.
- Watanabe T., Asai K., Houki A. Numerical estimation to organic pollution of flowing water by using the epilithic diatom assemblage – Diatom Assemblage Index (DAIpо) // The Science of the Total Environment. 1986. V. 55. P. 209-218.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ УСТЬЕВОГО УЧАСТКА Р. БЕРЕЗОВКИ ПО ОРГАНИЗМАМ МАКРОЗООФИТОСА СООБЩЕСТВ РЯСКОВЫХ (LEMNACEAE) В УСЛОВИЯХ ЗАРЕГУЛИРОВАНИЯ ВОДОТОКА

И.А. Каргапольцева

Удмуртский государственный университет

426034 Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Университетская, 1, корп. 1, Россия,
larix85@rambler.ru

К главным направлениям антропогенного воздействия на водные экосистемы следует отнести изменение их гидрологического и гидрохимического режимов, которое в значительной степени сказывается на составе, численности и биомассе гидробионтов, в частности зоофитоса. Плотины, изменяя расход речных водотоков, в значительной степени нарушают состояние водной флоры и фауны (Ущерб от плотин..., 2006). Зарегулирование стока рек, сопровождающееся замедлением течения, интенсивным развитием растительности, и её стремительными сукцессионными изменениями (Кудрявцев и др., 1984), сильно ускоряет процесс их

антропогенной эвтрофикации. В результате зарегулирования и соответствующего изменения гидрологического и температурного режима рек, популяции одних гидробионтов возрастают, другие становятся малочисленными или исчезают вовсе (Константинов, 1986; Wajdowicz, 1990).

Изучением фитофильной фауны как показателя экологического состояния различных водных объектов занимались Н.Н. Жгарева (2001), М.Р. Даллякан (2007), К.Е. Зорина-Сахарова (2009) и др. Многочисленными исследованиями показана роль зоофитоса в качестве биологического индикатора неблагоприятных изменений, происходящих в водоемах, например, заболачивания, эвтрофирования, загрязнения. В этих случаях видовой состав и показатели биомассы гидробионтов значительно меняются (Население Днепра..., 1987), основную роль начинают играть представители мезосапробной зоны, что указывает на изменение трофического статуса водного объекта (Жгарева, 2001). Следовательно, даже незначительные сдвиги в сторону увеличения относительного обилия индикаторов олиготрофных или эвтрофных вод могут свидетельствовать об изменении уровня органической и биогенной нагрузки на водоем или водоток (Жгарева, 2007).

Значительную долю среди макрофитов устьевого участка р. Березовки занимают растения семейства рясковых (*Lemnaceae*), образуя местами сплошной ковер на поверхности (Капитонова, Мельников, 2003). Сообщества рясковых, в совокупности с макробеспозвоночными, связанными с ними различными консортивными связями, могут являться прекрасными биоиндикаторами, поскольку они широко распространены в умеренном и тропическом поясах обоих полушарий, в их структуру входят не только фитофильные организмы, но и бентосные, которые мигрируют на рыски с донных отложений.

Цель работы: провести оценку состояния устьевого участка р. Березовки по организмам макрозоофитоса сообществ рясковых (*Lemnaceae*) в условиях зарегулирования водотока. Для реализации этой цели были поставлены следующие задачи: установить видовой состав и доминирующие виды организмов макрозоофитоса сообществ рясковых; оценить количественные показатели макрозоофитоса (численность и биомассу); выявить степень антропогенной нагрузки на устье реки с помощью различных методов биоиндикации.

Материалы и методика исследований. Сбор полевого материала проводился в июле-августе 2010 г. на устьевом участке р. Березовки. Отобрано 30 количественных проб макробеспозвоночных в многовидовых сообществах рясковых. Из растений в качестве доминантов выступали многокоренник обыкновенный (*Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid.), ряска турионообразующая (*Lemna turionifera* Landolt), р. малая (*L. minor* L.), р. трехдольная (*L. trisulca* L.). Пробы отбирались гидробиологическим сачком. Глубина взятия проб находилась в пределах от 15 до 130 см. Температура воды составляла от +28° до +33° С, проективное покрытие растений – от 40 до 100%. Преобладающий тип грунта – илистый с детритом. Смыв организмов с растений проводился в камеральных условиях. Организмы макрозоофитоса фиксировались 70% раствором этилового спирта. Идентификация растений и беспозвоночных проводилась согласно таксономическим ключам с помощью микроскопов МБС-9 и МИКРОМЕД 1 (XS-810). Отношение организмов макрозоофитоса к скорости течения определялось по классификатору (*Ökologische Typisierung...*, 1996). Рассчитывалась плотность – N, экз./кг, биомасса – B, г/кг. Для оценки состояния устьевого участка р. Березовки был использован индекс сапробности Пантле и Букка в модификации Сладечка (Sladecsek V., 1973), информационно-статистический индекс Шеннона-Уивера и выравненность по Пиелу (Мэгарран, 1992).

Результаты и их обсуждение. В 1980 г. на акватории устья р. Березовки была построена насыпная дамба, перегородившая устье и в значительной степени превратившая его в обособленный от остальной акватории Воткинского пруда водный объект. До строительства дамбы устье реки было судоходно, максимальная глубина составляла 4 м. В настоящее время средняя глубина составляет 0,7 м, максимальная – 1,6 м (в нижней русловой части). Наличие дамбы существенно снизило естественную способность реки к самоочищению, так как она препятствует водообмену реки с Воткинским прудом. Это привело к аккумуляции основной массы загрязняющих веществ в нижней части устья. На сегодняшний день площадь зарастания устья р. Березовки водными и прибрежно-водными растениями составляет около 95-97 % (Капитонова и др., 2011).

Таксономическая структура. Для оценки влияния дамбы устьевой участок р. Березовки был условно разделен на три зоны: верхняя зона – верхний мелководный участок устья со скоростью течения 0,29 м/с, характеризуется интенсивными процессами сплавинообразования; средняя зона – средняя часть устья с глубинами до 80 см; нижняя зона (придамовая) – нижняя

русовая часть с глубинами до 130 см. В двух последних зонах устья из-за высокой степени зарастания и обмеления отсутствует течение.

В результате изучения Лемно-сообществ было выявлено 127 видов макрозоофитоса и таксонов более высокого ранга. Число видов макробеспозвоочных в различных зонах устья варьировало от 43 – в нижней зоне, до 82 – в средней.

В верхней зоне устья было зафиксировано 58 видов макрозоофитоса. Общее проективное покрытие (ОПП) рясковых составляло 40 %. Эта зона отличается доминированием в составе Лемно-сообществ молодежи брюхоногих моллюсков семейства Bithyniidae, *Anisus vortex*, *Zonitoides nitidus*, *Cincinna frigida*, *Boreoelona sibirica*, личинок Chironomidae, клопов *Plea minutissima*, *Ilyocoris cimicoides*, *Micronecta* sp., *Mesovelgia furcat*, нимф поденок *Cloeon* гр. *dipterum*, ногохвосток *Sminthurides* sp.

Средняя зона устья реки характеризуется высоким ОПП рясковых (90 %). На данном участке преобладали крупные виды брюхоногих моллюсков: *Planorbis planorbis*, *Lymnaea fragilis*, *L. stagnalis*, *Lymnaea balthica*; клопы *Ilyocoris cimicoides*, *Notonecta glauca*, *Plea minutissima*, личинки двукрылых семейства Chironomidae, *Odontomyia* sp., *O. tigrina*, *O. viridula*, *Stratiomys longicornis*, стрекозы *Aeschna juncea*, *Erythromma viridulum*, *Coenagrion armatum*, пиявки *Erpobdella octoculata*, *Glossiphonia heteroclita*, *Protocleipsis tessulata*, поденки *Cloeon* гр. *dipterum*.

В сообществе Lemnaceae нижней зоны устья (с ОПП 60 %) доминирующим являлся комплекс личинок Chironomidae, олигохет *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Nais simplex*, *Stylaria lacustris*, пиявок *Erpobdella octoculata*, *Helobdella stagnalis*, брюхоногих моллюсков *Anisus vortex*, *Physa adversa*, *Armiger crista*.

Для выявления влияния зарегулирования водотока на фауну организмов макрозоофитоса сообществ рясковых был проведен анализ соотношения комплексов макробеспозвоочных по отношению к скорости течения воды.

Верхняя зона устья реки отличается доминированием комплекса лимно-реофильных организмов (64,8 % от общего числа видов) (рис.1), который представлен личинками хирономид: *Endochironomus albipennis*, *Ablabesmyia phatta*, *Paracladius converses*, *Cricotopus* гр. *sylvestris*; моллюсками *Physa adversa*, *Planorbis corneus*, *Anisus vortex*, пиявками *Erpobdella octoculata*, клопами *Gerris lacustris*, *Micronecta* sp., *Notonecta glauca*, *Nepa cinerea*, жуками *Helophorus granularis*. Лимнофильные макробеспозвоочные составляли 26 % от общего числа видов. Наиболее типичные – моллюски: *Viviparus contectus*, *Succinea putris*, *Acroloxus lacustris*; олигохеты *Stylaria lacustris*, поденки *Caenis horaria*, пиявки *Erpobdella nigricollis*, стрекозы *Aeschna grandis*, *A. viridis*, *A. juncea*, *Coenagrion armatum*, *Erythromma najas*, жуки *Acilius sulcatus*, *Cercyon marinus*, *Berosus* sp. (larva), *Helophorus grandis*, *H. obscurus*, *Haliphus immaculatus*, *Enochrus testaceus*, клопы *Ilyocoris cimicoides*, *Mesovelgia furcata*, *Micronecta* sp., *Notonecta glauca*, *Plea minutissima*, двукрылые *Stratiomys longicornis*, *Tabanus* sp., *Chaoborus* sp., *Glyptotendipes glaucus*, *Oplodonta viridula*. Рео-лимнофильные виды в сообществе рясковых верхней зоны устья представлены меньше (3,2% от общего числа видов). Типичные представители – *Zonitoides nitidus*, *Limnodrilus hoffmeisteri*, *L. clapedeanus*, *Pristina aequiset*, *Calopteryx splendens*, *Haliphus fluviatilis*, *Halesus digitatus*. Реофильные виды составили 2 %. К ним относятся *Nais barbara*, *Baetis* sp., *Agraylea multipunctata*. Эврибионтными видами являлись – *Asellus aquaticus*, *Paratanytarsus inopertus*, *Glossiphonia complanata*, они составляли 4 % от общего числа видов.

В средней зоне устья доминирующий комплекс макробеспозвоочных был представлен лимно-реофильными видами – 58,6 %. Лимнофильные организмы составляли 31 % от общего числа видов, рео-лимнофилы – 6,8 %. К эврибионтным видам относились 3,4 % организмов.

В нижней зоне устья доминировали лимнофильные организмы макрозоофитоса и составляли 74,6 % от общего числа видов, лимно-реофильные беспозвоочные были менее представлены – 18,3 %; 7,1 % составляли эврибионтные макробеспозвоочные.

Таким образом, по продвижению вниз по течению устья реки в сообществе рясковых исчезает комплекс реофильных видов, уменьшается доля лимно-реофилов, происходит увеличение доли лимнофильных организмов и возрастание роли эврибионтных макробеспозвоочных.

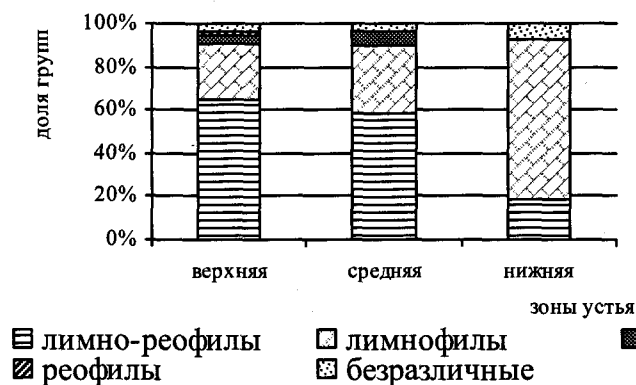


Рис.1. Соотношение групп макрозоофитоса по отношению к скорости течения воды в разных зонах устья

Количественные показатели. Значения плотности в сообществе рясковых устья реки на станциях отбора проб значительно варьировали – от 420 экз/кг до 1957,1 экз/кг. Средние значения плотности в зависимости от зоны устьевых участка изменялись от 633,7 экз/кг до 1458,1 экз/кг (рис.2).

Биомасса организмов макрозоофитоса в Lemno – сообществах на станциях отбора проб изменялась от 1,4 до 18,1 г/кг. Средняя биомасса в зависимости от выделенных зон устья варьировала от 0,7 до 1,6 г/кг (рис. 2). Наибольшие показатели биомассы были отмечены для средней зоны устья -1,6 г/кг, а наименьшие – для нижней (0,7 г/кг).

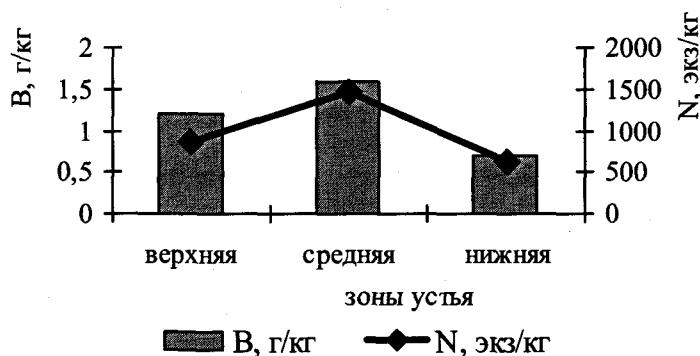


Рис 2. Средние значения плотности и биомассы в разных зонах устья

Исходя из полученных данных видно, что в сообществах рясковых происходит уменьшение средней плотности и биомассы организмов макрозообентоса вниз по течению. Наибольшие значения количественных показателей наблюдаются в средней зоне устья.

Биоиндикация. Средние показатели индексов Шеннона и выравнинности по Пиелу в устье р. Березовки изменяются незначительно (рис. 3). Максимальный диапазон изменения индекса Шеннона от 1,8 бит/экз (в нижней зоне устья) до 2,4 бит/экз (в средней зоне устья), выравнинности от 0,72 (в верхней зоне устья) до 0,78 (в средней зоне).



Рис.3. Средние значения индекса Шеннона-Уивера и выравнинности по Пиелу в разных зонах устья

Наибольшие показатели двух индексов наблюдаются в средней зоне устья реки, что свидетельствует о наибольшей стабильности и сложности сообществ рясковых и связанных с ними макробеспозвоночных на данном участке.

Средние показатели индекса сапробности значительно изменяются по профилю устья. Наименьшее среднее значение индекса сапробности наблюдается в верхней зоне устья и составляет 1,82 (β – мезосапробная зона, средний уровень загрязнения органическими веществами). Это связано с преобладанием на данном участке лимно-реофильных видов макробеспозвоночных и наличием реофильных видов, у которых значения индекса сапробности ниже по сравнению с лимнофильными организмами. В средней зоне устьевое участка индекс сапробности несколько выше, чем в верхней – 2,42 (β – мезосапробная зона). Наибольшее среднее значение индекса наблюдается в нижней зоне (придамовой) – 2,61 (α – мезосапробная зона, воды загрязненные органическими веществами), что связано в первую очередь с аккумуляцией органических веществ на данном участке. Также эта зона устья подвержена вторичному загрязнению поверхностных вод, которое происходит при целенаправленном понижении уровня воды в Воткинском пруду, в результате чего увеличивается проточность устьевое участка реки в сторону дамбы, и с током воды начинается перемещение поверхностного слоя донных отложений. При этом значительно увеличивается содержание взвешенных веществ в воде.

Заключение. В результате зарегулирования водотока построенной дамбой и снижением водообмена р. Березовки с Воткинским прудом значительно ускорились процессы зарастания и обмеления устья. Данные процессы сопровождаются сменой комплексов организмов макрозоофитоса Лимно-сообществ с заменой лимно-реофильных видов на лимнофильные, исчезновением из состава сообществ реофильных беспозвоночных, и увеличением роли видов макрозоофитоса. В средней части устья реки сформировалась экотонная зона, которая характеризуется видовым богатством организмов макрозоофитоса, более высокими показателями плотности и биомассы, высокими значениями индексов видового разнообразия и выравненности. По результатам биоиндикации выявлено увеличение индекса сапробности устья реки вниз по течению.

Список литературы

- Даллакян, М.Р. Структура зообентоса сообщества зарослей реки Раздан // Эколого-биологические проблемы вод и биоресурсов: пути решения (к 50-летию образования Куйбышевского водохранилища). Сборник научных трудов. Ульяновск, 2007. С. 152-156.
- Жгарёва, Н.Н. Биоразнообразие фауны макробеспозвоночных зарослей макрофитов и оценка качества среды // Малые реки: Современное экологическое состояние, актуальные проблемы: Тез. докл. междунар. науч. конф. Тольятти, 2001. 82 с.
- Жгарева, Н.Н. Фауна зарослей // Экосистема малой реки в изменяющихся условиях. М.: Т-во научн. Изданий КМК. 2007. С 249 – 268.
- Капитонова, О.А., Мельников, Д.Г. Флора Березовского залива Воткинского пруда (Удмуртская республика) // Вестник Удмуртского университета. 2003. Сер. Биология. С. 21-33.
- Капитонова, О.А., Каргапольцева И.А., Мельников, Д.Г. Особенности формирования растительного покрова и пространственная структура макрозообентоса в условиях нарушения гидрологического нарушения водоема (на примере Березовского залива Воткинского пруда) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2011. Т. 13, № 1. С. 167-173.
- Константинов, А. С. Общая гидробиология / А. С. Константинова. М.: Высш. шк., 1986. 479 с.
- Кудрявцев, В.И., Емелин, С.В., Чуйков, Ю.С., Пирогов, В.В. Донная и зарослевая фауна как компонент экосистем низовьев дельты Волги // Природные экосистемы дельты Волги. Ленинград, 1984. С. 62-73.
- Мэгарран, Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир, 1992. 184 с.
- Население Днепра, его водохранилищ и устьевой области // Природа Украинской ССР. Моря и внутренние воды / Гресе В.Н., Поликарпов Г.Г., Романенко В.Д. и др. К.: Науково думка, 1987. 224 с.
- Ущерб от плотин // Природа, 2006. № 3. С. 23.
- Зоріна-Сахарова К.Е. Фітофілна макрофауна водойм та водотоків ониззя Дунаю як індикатор пх екологічного стану: Автореферат дис. ... канд. біол. наук. Кипв, 2009. 24 с.
- Ökologische Typisierung der aquatischen Makrofauna // Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft. Muenchen, 1996. Heft 4/96. S. 548.
- Sládeček V. System of water quality from the biological point of view / V. Sládeček // Arch. Hydrobiol., Beiheft, Ergebnisse Limnol, 1973. – Bd. 7. S. 1– 218.
- Wajdowicz Z. Jeszcze o biomanipulacji / Z. Wajdowicz // Gosp. ryb. 1990. Vol. 42, № 1/3. С. 12–13.