

УДК 574.5 (477.42)

В.И. ЩЕРБАК¹, Л.А. СИРЕНКО¹, Н.Н. КОРНЕЙЧУК²¹Ин-т гидробиологии НАН Украины,
04210 Киев, ул. Героев Сталинграда, 12, Украина²Житомирский госуниверситет, кафедра ботаники,
10499 Житомир, ул. Пушкинская, 42, Украина**СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ ВОДОРΟΣЛЕЙ
ФИТОМИКРОЭПИЛИТОНА РЕКИ ТЕТЕРЕВ (УКРАИНА)**

Рассмотрены основные структурные характеристики (видовой состав, численность, биомасса, содержание хлорофилла *a*) водорослевых сообществ, развивающихся на каменистых субстратах разнотипных участков р. Тетерев. Полученные закономерности, представленные в работе, свидетельствуют о том, что максимальному антропогенному прессу подвержена средняя часть реки.

Ключевые слова: фитомикрoэпидитон, хлорофилл *a*, разнотипные участки, р. Тетерев, структурные показатели.

Введение

Интенсивное экономическое развитие и экологически необоснованное природопользование привели к значительному антропогенному прессу на реки бассейна Днепра, в том числе на р. Тетерев (Дудкин та ін., 2003). Оценка продукционного потенциала рек возможна лишь при детальном изучении экологического состояния их автотрофного звена. Известно, что водоросли контурных сообществ характеризуются значительным разнообразием, быстро реагируют на изменения окружающей среды, при этом выполняют существенную роль в формировании продукционного и трофического потенциала водоёмов, влияя на качество воды (Протасов, 1994). Сведения о разнообразии фитомикрoэпидитона, а тем более о пигментном аппарате данного сообщества р. Тетерев, в литературе практически отсутствуют.

Целью данной работы было изучение структуры фитомикрoэпидитона и сравнение полученных характеристик с динамикой накопления хлорофилла как с показателем формирования биомассы водорослей.

Материалы и методы

Река Тетерев – правый приток р. Днепр, длина 365 км, площадь бассейна 15000 км², берёт своё начало из родников, выходящих из балки, расположенной в 4 км от с. Носовка Чудновского р-на на склонах Волыно-Подольской возвышенности. Впадает р. Тетерев в Киевское водохранилище у с. Пилява. Пересекая Украинский кристаллический щит с уровнем падения 0,5 м на километр реки, р. Тетерев имеет в основном скалистые берега, с перекатами и небольшими водопадами. Выходы кристаллических пород наблюдаются вдоль реки в районе сёл Тригорье и Деньши, городов Житомира и Коростышева (Сніжко та ін., 2002).

© В.И. Щербак, Л.А. Сиренко, Н.Н. Корнейчук, 2006

В связи с таким географическим расположением р. Тетерев объектом для исследований были выбраны сообщества водорослей, обитающих на каменистых субстратах (фитомикрözпилитон).

Для определения концентрации хлорофилла *a* и структуры сообществ фитомикрözпилитона отбирали пробы в июле-августе 2004 г. счетно-объемным микроскопическим методом с помощью специального скребка (Топачевский, Масюк, 1984). Камеральную обработку проб, расчёт численности, биомассы и выделение доминирующего комплекса водорослей осуществляли по приведенным ранее методикам (Щербак, Корнийчук, 2003). Коэффициент корреляции рассчитывали методом вариационной статистики (Лакин, 1990).

Содержание хлорофилла, как показателя биомассы водорослей, определяли флуорометрическим методом с помощью Planctofluorometer FL3003M (Гольд и др., 1984).

Учитывая пространственную гетерогенность р. Тетерев, а также различную степень антропогенного влияния на речную экосистему: зарегулирование отдельных участков реки, влияние стоков больших городов (Сніжко та ін., 2002), проведено районирование реки по 3 участкам (рис. 1):

1. Верховье реки (от истока до 82 км) – речной участок с двумя небольшими водохранилищами руслового типа;
2. Средняя часть реки (от 83 до 208 км) – частично зарегулированная каскадом малых водохранилищ;
3. Нижняя часть реки (от 209 км до впадения) – типично речной незарегулированный участок.

Результаты и обсуждение

Структура фитомикрözпилитона. Водоросли каменистых субстратов верхнего участка реки были представлены 5 отделами: *Cyanophyta*, *Euglenophyta*, *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Xanthophyta*. Основная роль в формировании численности данного сообщества принадлежала отделу *Bacillariophyta* – 39,8 % (824,9 тыс. кл/10 см²) численности фитомикрözпилитона, принятой за 100 %. Количественное развитие *Chlorophyta* и *Cyanophyta* было ниже и составляло 33,5 (693,9 тыс. кл/10 см²), 22,1 % (455,8 тыс. кл/10 см²) соответственно. Отделы *Euglenophyta* и *Xanthophyta* представлены минимальным разнообразием, доля их не превышала 4,0 % (рис. 2).

Водоросли каменистых субстратов среднего участка реки были представлены пятью отделами: *Cyanophyta*, *Euglenophyta*, *Cryptophyta*, *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*. Развивающиеся в верхней части реки в небольшом количестве виды *Xanthophyta* на данном участке не обнаружены.

В отличие от верховья, максимальная численность была у *Cyanophyta* – 55,2 % (1026,1 тыс. кл/10 см²). *Bacillariophyta* и *Chlorophyta* были представлены практически идентично (21,9 и 21,6 % соответственно). Доля *Euglenophyta* и *Cryptophyta* составляла менее 2 % (см. рис. 2).

По величинам биомассы доминировали *Chlorophyta* – 58,1 % (1,3 г/10 см²). Отдел *Bacillariophyta* при почти такой же численности *Chlorophyta* составлял 29,8 % (0,7 г/10 см²) биомассы пробы. Отделы *Cyanophyta*, *Euglenophyta* и *Cryptophyta* составляли, соответственно, 6,9 %, 4,9 % и 0,01 % (рис. 3).

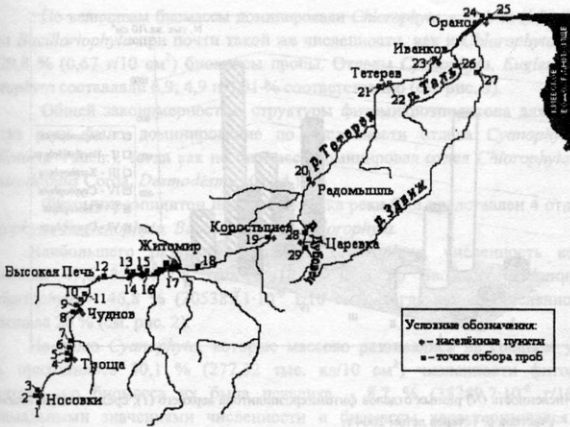


Рис. 1. Карта-схема р. Тетерева со станциями отбора проб.

- | | | |
|--------------------------------------|--|----------------------------------|
| 1 – исток р. Тетерева; | 11 – река ниже пгт Чуднов; | 22 – река ниже с. Тетерева; |
| 2 – выше с. Носовки; | 12 – река в с. Высокая Печь; | 23 – река в пгт Иваново; |
| 3 – ниже с. Носовки; | 13 – Дзнышовское вдхр. (верхний бьеф); | 24 – река выше с. Оранное; |
| 4 – Трошинское вдхр. (верхний бьеф); | 14 – Дзнышовское вдхр. (нижний бьеф); | 25 – река ниже с. Оранное. |
| 5 – Трошинское вдхр. (нижний бьеф); | 15 – Отсечное вдхр.; (верхний бьеф); | Притоки р. Тетерева: |
| 6 – река ниже Трошинского вдхр.; | 16 – Отсечное вдхр. (нижний бьеф); | 26 – р. Таль; |
| 7 – река ниже пгт Троща; | 17 – Житомирское вдхр.; | 27 – р. Здвиж; |
| 8 – Чудновское вдхр. (верхний бьеф); | 18 – река ниже г. Житомир; | 28 – р. Дубовец выше с. Царевка; |
| 9 – Чудновское вдхр. (нижний бьеф); | 19 – река в г. Коростышев; | 29 – р. Дубовец ниже с. Царевка. |
| 10 – река ниже Чудновского вдхр.; | 20 – река в г. Радомышль; | |
| | 21 – река выше с. Тетерева; | |

Аналогичная закономерность – доминирование *Bacillariophyta* – характерно и для пространственного распределения биомассы – 67,8 % (2,12 г/10 см²) количества фитомикробиоплтона, принятого за 100 %. Вторым по значимости был *Euglenophyta*; его биомасса составляла 13,6 % (0,4 г/10 см²), тогда как численность была невысока. Биомасса водорослей отделов *Cyanophyta*, *Chlorophyta* и *Xanthophyta* составляла 7,5; 10,8 и 0,2 % соответственно (рис. 3).

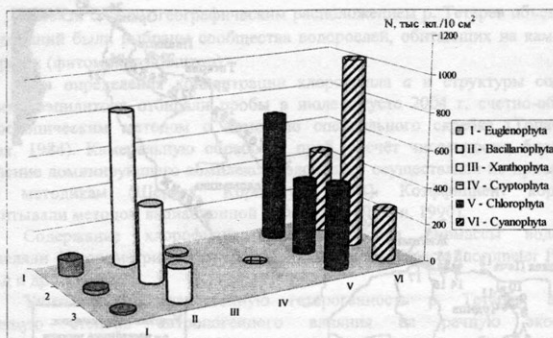


Рис. 2. Численность (N) разных отделов фитомикророзпилитона верхнего (I), среднего (2) и нижнего (3) участков р. Тетерев летом 2004 г.

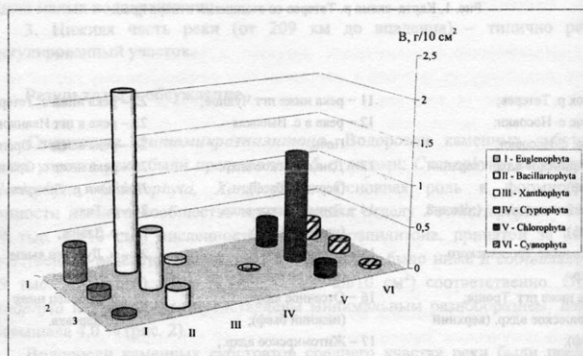


Рис. 3. Биомасса (B) отделов фитомикророзпилитона верхнего (I), среднего (2) и нижнего (3) участков р. Тетерев летом 2004 г.

Контурные сообщества водорослей каменных субстратов среднего участка реки были представлены 5 отделами: *Cyanophyta*, *Euglenophyta*, *Cryptophyta*, *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*. Представители *Xanthophyta*, развивающиеся в верхней части реки в небольшом количестве, на данном участке не обнаружены.

В отличие от верховья, максимальная численность была у *Cyanophyta* – 55,2 % (1026,1 тыс. кл/10 см²). *Bacillariophyta* и *Chlorophyta* были представлены практически идентично (21,9 и 21,6 % соответственно). Доля *Euglenophyta* и *Cryptophyta* составляла менее 2 % (см. рис. 2).

По величинам биомассы доминировали *Chlorophyta* – 58,1 % ($1,3 \text{ г/10 см}^2$). Отдел *Bacillariophyta* при почти такой же численности, как и *Chlorophyta*, составлял 29,8 % ($0,67 \text{ г/10 см}^2$) биомассы пробы. Отделы *Cyanophyta*, *Euglenophyta* и *Cryptophyta* составляли 6,9; 4,9 и 0,01 % соответственно (см. рис. 3).

Общей закономерностью структуры фитомикрözпилитона для среднего участка реки было доминирование по численности отдела *Cyanophyta* (род *Oscillatoria* Vauch.), тогда как по биомассе доминировал отдел *Chlorophyta* (роды *Ankistrodesmus* Corda, *Desmodesmus* Chod.).

Фитомикрözпилитон нижнего участка реки был представлен 4 отделами: *Cyanophyta*, *Euglenophyta*, *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*.

Наибольшего развития достигали *Chlorophyta*, численность которых составляла 49,6 % (457,8 тыс. кл/10 см^2), а по биомассе доминировали *Bacillariophyta* – 46,8 % ($205389,1 \cdot 10^{-6} \text{ г/10 см}^2$), тогда как их численность не превышала 20 % (см. рис. 2).

На долю *Cyanophyta*, которые массово развивались на среднем участке реки, приходилось 30,1 % (277,32 тыс. кл/10 см^2) численности фитомикрözпилитона, но биомасса их была невелика – 8,7 % ($38289,7 \cdot 10^{-6} \text{ г/10 см}^2$). Минимальными значениями численности и биомассы характеризовался отдел *Euglenophyta* – 1,2 и 8,2 % соответственно (см. рис. 3).

Таким образом, анализ данных структуры фитомикрözпилитона показал, что на трёх разнотипных участках реки доминирующий комплекс водорослей, рассчитанный как по численности, так и по биомассе, существенно отличался.

Хлорофилл а. Минимальные значения хлорофилла характерны для верховья реки с минимумом у истока ($2,9 \text{ мкг/дм}^3$) и максимумом в нижнем бьефе Чудновского водохранилища ($94,1 \text{ мкг/дм}^3$), а среднее значение составляло $39,2 \text{ мкг/дм}^3$.

Средний участок реки характеризовался максимальными значениями хлорофилла. Максимум наблюдался в нижнем бьефе Денышовского водохранилища – $723,4 \text{ мкг/дм}^3$, минимум – в верхнем бьефе Отсечного водохранилища – $13,48 \text{ мкг/дм}^3$. Среднее значение данного показателя составляло $144,7 \text{ мкг/дм}^3$.

На нижнем участке реки среднее значение хлорофилла не превышало $125,3 \text{ мкг/дм}^3$, с максимумом на притоке р. Здвиж – $257,4 \text{ мкг/дм}^3$ и минимумом на притоке р. Дубовец – $59,7 \text{ мкг/дм}^3$.

Для сравнения структурных характеристик фитомикрözпилитона (численность, биомасса) и функциональных (хлорофилл) были построены графики: численность – содержание хлорофилла (рис. 4) и биомасса – содержание хлорофилла (рис. 5).

Распределение численности и концентрации хлорофилла водорослей фитомикрözпилитона верхнего участка р. Тетерев во всех точках отбора проб было аналогичным. Исключение составляли верхний и нижний бьефы Чудновского водохранилища. Так, численность достигала максимальных значений в верхнем бьефе водохранилища ($5045 \text{ тыс. кл/10 см}^2$), тогда как концентрация хлорофилла была максимальной в нижнем бьефе ($94,1 \text{ мкг/дм}^3$) (см. рис. 4). Данная закономерность сохраняется и при сравнении биомассы с концентрацией хлорофилла (см. рис. 5).

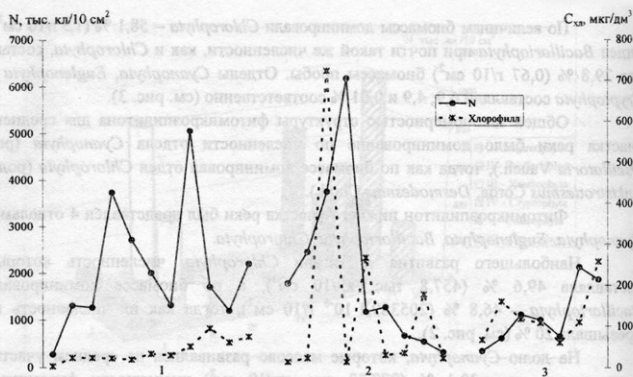


Рис. 4. Численность (N) и содержание хлорофилла (C) фитомикророзплитона (по станциям) в верхнем (1), среднем (2) и нижнем (3) участке р. Тетерев.

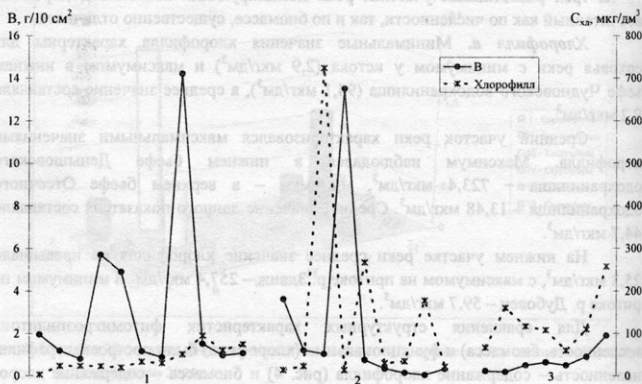


Рис. 5. Биомасса (B) и содержание хлорофилла (C) фитомикророзплитона (по станциям) в верхнем (1), среднем (2) и нижнем (3) участке р. Тетерев.

Коэффициент корреляции между численностью и концентрацией хлорофилла составлял 0,15, а между биомассой и концентрацией хлорофилла – 0,021 (при значимости 0,95). Низкий коэффициент корреляции связан с несовпадением значений численности, биомассы и хлорофилла в верхнем и нижнем бьефах Чудновского водохранилища, что, в свою очередь, обусловлено

значительным антропогенным прессом на экосистему водохранилища (на его берегах расположены свалки, поблизости функционирует пивзавод; очистные сооружения городка перегружены вдвое).

В то же время коэффициент корреляции между численностью, биомассой и концентрацией хлорофилла *a* для верхнего участка (без Чудновского и Трошинского водохранилищ) составлял 0,7.

Для среднего участка реки максимальные значения численности и биомассы отмечены в верхнем бьефе Отсечного водохранилища, тогда как концентрация хлорофилла – минимальна (см. рис. 4, 5). Обратная закономерность наблюдается в нижнем бьефе водохранилища – показатели численности и биомассы уменьшаются, а содержание хлорофилла возрастает. Аналогичная ситуация наблюдается и на р. Тетерев ниже ручья, принимающего выброс главной канализации насосной станции г. Житомира.

Максимального значения на среднем участке реки хлорофилл достигает в нижнем бьефе Деншышовского водохранилища, численность и биомасса также возрастает. Коэффициент корреляции данного участка составлял для численности и хлорофилла – 0,15, для биомассы и хлорофилла – 0,22.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что наибольшему антропогенному влиянию подвержена средняя часть реки, на которой сконцентрирована сеть водохранилищ и расположены города Житомир, Коростышев. Поэтому можно утверждать, что интенсивное антропогенное влияние приводит к нарушению взаимосвязи между структурными показателями (численность, биомасса) и функциональными (хлорофилл), которые являются характеристиками состояния фитомикробиоты.

Пространственное распределение численности, биомассы и концентрации хлорофилла нижней части реки указывает на то, что этот участок в наименьшей мере подвержен антропогенному прессу. Так, коэффициент корреляции между численностью и хлорофиллом составлял 0,63, а между биомассой и хлорофиллом – 0,77. Это подтверждают графики зависимости между численностью и хлорофиллом и между биомассой и хлорофиллом нижнего участка реки (рис. 6, 7).

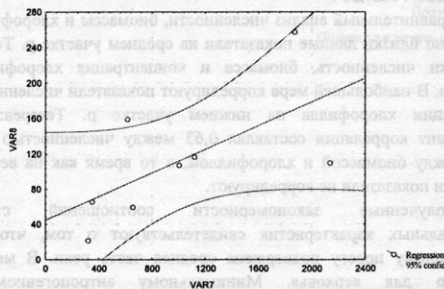


Рис. 6. Корреляционная зависимость между численностью фитомикробиоты и хлорофиллом *a* нижнего участка р. Тетерев.

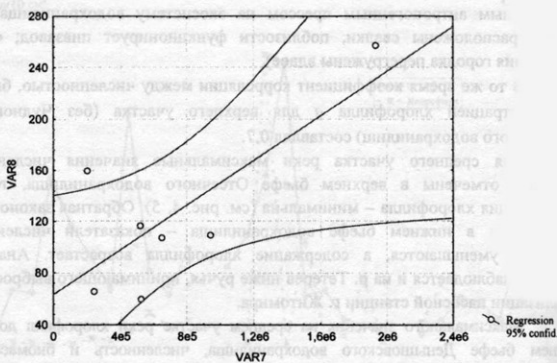


Рис. 7. Корреляционная зависимость между биомассой фитомикророзитона и хлорофиллом *a* нижнего участка р. Тетерев.

Заключение

Структура водорослевых сообществ каменных субстратов разнотипных участков р. Тетерев свидетельствует о доминировании различных отделов водорослей. В верхнем участке реки как по численности, так и по биомассе доминировали *Bacillariophyta*, на среднем участке по численности доминировали *Suanophyta*, а по биомассе – *Chlorophyta*. На нижнем участке максимальной численностью характеризовались представители *Bacillariophyta*, а максимальной биомассой – *Chlorophyta*.

Содержание хлорофилла в клетках водорослей контурных сообществ минимальным было в верховье реки – 2,9 мкг/дм³, а максимальным на среднем участке – 266,4 мкг/дм³.

Сравнительный анализ численности, биомассы и хлорофилла показал, что минимально близки данные показатели на среднем участке р. Тетерев. В нижней части реки численность, биомасса и концентрация хлорофилла изменяются синхронно. В наибольшей мере коррелируют показатели численности, биомассы и концентрации хлорофилла на нижнем участке р. Тетерев: соответственно коэффициент корреляции составлял 0,63 между численностью и хлорофиллом, 0,77 – между биомассой и хлорофиллом, в то время как на верхнем и среднем участке эти показатели не коррелируют.

Полученные закономерности соотношений структурных и функциональных характеристик свидетельствуют о том, что максимальному антропогенному прессу подвержена средняя часть реки. В меньшей мере это характерно для верховья. Минимальному антропогенному воздействию подвержена незарегулированная нижняя часть реки.

V.I. Scherbak¹, L.A. Sirenko¹, N.N. Korniychuk²

¹Institute of Hydrobiology, National Academy of Sciences of Ukraine,
04212 Kiev, Prosp. Geroyev Stalingrada, 12, Ukraine

²Zhitomyr State University, Botany Department,
Zhitomyr, Pushkinskaya St., 42, Ukraine

STRUCTURE OF PHYTOMICROEPILITHIC ALGAE COMMUNITIES IN
THE TETERIV RIVER (UKRAINE)

The paper deals with the results of study of main structural induces (species composition, number, biomass, chlorophyll *a* content) of the algal communities formed on stony substrate of different sites of the Teteriv River. It was shown that middle part of the river undergoes to the highest anthropogenous effect.

Key words: phytomicroepilithon, chlorophyll *a*, different sites, Teteriv River, structural induces.

Гольд В.М., Гаевский В.М., Григорьев Ю.С. и др. Теоретические основы и методы изучения флуоресценции хлорофилла. – Красноярск: Изд-во КГУ, 1994. – 62 с.

Дудкін О.В., Сна А.В., Щербак В.І, та ін. Оцінка і напрямки зменшення загроз біорізноманіттю України. – К.: Хімджест, 2003. – 400с.

Лакін Г.Ф. Биометрия: Учеб. пособие для биол. спец. вузов: 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.

Протасов А.А. Пресноводный перифитон. – Киев: Наук. думка, 1994. – 308 с.

Сиренко Л.А. Информационное значение хлорофилльного показателя // Гидробиол. журн. – 1988. – 24, № 4. – С. 45-54.

Сніжко С.І., Орлов О.О., Закревський Д.В. та ін. Гідрохімія та раліогехімія річок і боліт Житомирської обл. – Житомир: Волинь, 2002. – 264 с.

Топачевський А.В., Масюк Н.П. Пресноводные водоросли Украинской ССР. – К.: Вища шк., 1984. – 336 с.

Щербак В.І. Корнійчук Н.М. Синьозелені водорості обростань Житомирського водосховища // Наук. зап. Терноп. держ. пед. ун-ту. Сер. Біол. – 2003. – 22, № 3/4.

Получена 30.12.04

Подписал в печать П.М. Царенко