

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ХЛОРОФИЛЛА СООБЩЕСТВ ВОДОРΟΣЛЕЙ ФИТОМИКРОЭПИЛИТОНА РЕКИ ТЕТЕРЕВ

¹Ин-т гидробиологии НАН Украины,

Украина, 04210 Киев, ул. Героев Сталинграда, 12;

²Житомирский государственный университет имени Ивана Франка

Рассматривается структура водорослевых сообществ, развивающихся на каменных субстратах разнотипных участков р. Тетерев. Исследована динамика накопления хлорофилла *a*. Полученные закономерности свидетельствуют о том, что максимальному антропогенному прессу подвержена средняя часть реки.

В роботі розглядається структура водоростевих угруповань, які розвиваються на кам'яних субстратах різнотипних ділянок р. Тетерів. Досліджена динаміка накопичення хлорофілу *a*. Отриманні закономірності свідчать, що максимальний антропогенний прес здійснюється на середню ділянку річки.

The paper considers the structure of the epilithic algal communities developing upon the rocky substrata in the various stretches of the river Teteriv. The temporal periodicity of chlorophyll accumulation has been studied. The samples of phytomicroepilithon were collected during the summer of 2004.

Ключевые слова: фитомикрoэпилитон, хлорофилла *a*, разнотипные участки, р. Тетерев, структурные показатели

Введение

Интенсивное экономическое развитие и экологически не обоснованное природоиспользование привели к значительному антропогенному прессу на реки бассейна Днепра, в том числе и на реку Тетерев (Дудкін 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, могут быстро реагировать на изменения в окружающей среде, при этом выполняют существенную роль в формировании продукционного и трофического потенциала водоёмов, влияют на качество воды (Протасов, 1994). Сведений о разнообразии фитомикрözпилитона, а тем более о характеристике пигментного аппарата данного сообщества реки Тетерев в литературе практически отсутствуют.

Целью работы было проведение анализа структуры фитомикрözпилитона и сравнение полученных характеристик с динамикой накопления хлорофилла, как с показателем формирования биомассы водорослей.

Материалы и методы исследования

Река Тетерев – правая притока р. Днепр, длиной 355 км., площадью бассейна 15300 км², берёт своё начало из родников, выходящих в балке, расположенной за 4 км. от села Носовки Чудновского района на склонах Волыно-Подольской возвышенности. Впадает Тетерев в Киевское водохранилище у с. Пилява. Пересекая Украинский кристаллический щит, с уровнем падения 0,5 м на км реки, Тетерев имеет в основном скалистые берега, характеризующиеся наличием перекатов и небольших водопадов. Выходы кристаллических пород наблюдаются вдоль реки в районе сёл Тригорье и Деныши, городов Житомира и Коростышева (Сніжко та інш., 2002).

В связи с таким географическим расположением реки Тетерев, объектом для исследований были выбраны сообщества водорослей обитающих на каменных субстратах (фитомикроэпилитон).

Для определения концентрации хлорофилла *a* и структуры сообществ фитомикроэпилитона 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 приведённым ранее методикам (Щербак, Корнійчук, 2003). Коэффициент корреляции рассчитывался методом вариационной статистики (Лакин, 1990).

Содержание хлорофилла, как показателя биомассы водорослей, проводились флуорометрическим методом с помощью Planctofluorometer FL3003М разработки СКБ Красноярского университета (Гольд и др., 1984).

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

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



Рис. 1. Карта–схема р. Тетерев со станциями отбора проб.

1. Исток реки Тетерев.
2. Выше с. Носовки.
3. Ниже с. Носовки.
4. Трошинское в-ще (верхний бьеф).
5. Трошинское в-ще (нижний бьеф).
6. Река ниже Трошинского в-ща.
7. Река ниже пгт Троша.
8. Чудновское в-ще (верхний бьеф).

9. Чудновское в-ще (нижний бьеф).
10. Река ниже Чудновского в-ща.
11. Река ниже пгт Чуднов.
12. Река в с. Высокая Печь.
13. Дзнышовское в-ще (верхний бьеф).
14. Дзнышовское в-ще (нижний бьеф).
15. Отсечное в-ще (верхний бьеф).
16. Отсечное в-ще (нижний бьеф).

17. Житомирское в-ще.
18. Река ниже г. Житомир.
19. Река в г. Коростышев.
20. Река в г. Радомышль.
21. Река выше с. Тетерев.
22. Река ниже с. Тетерев.
23. Река в пгт Иванов.
24. Река выше с. Ораное.

25. Река ниже с. Ораное.

Притоки р. Тетерев:

26. Р. Таль.
27. Р. Здвиг.
28. – р. Дубовец выше с. Царевка.
29. – р. Дубовец ниже с. Царевка.

Результаты исследований и их обсуждение

Структура фитомикрözпилитона. Сообщества фитомикрözпилитона 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./10см²) численности фитомикрözпилитона, принятой за 100%. Количественное развитие *Chlorophyta* и *Cyanophyta* было ниже и составляло 33,5 (693,9 тыс.кл./10см²), 22,1% (455,8 тыс.кл./10см²) соответственно. Отделы *Euglenophyta* и *Xanthophyta* представлены минимальным разнообразием, доля их не превышала 4,0% (рис.2).

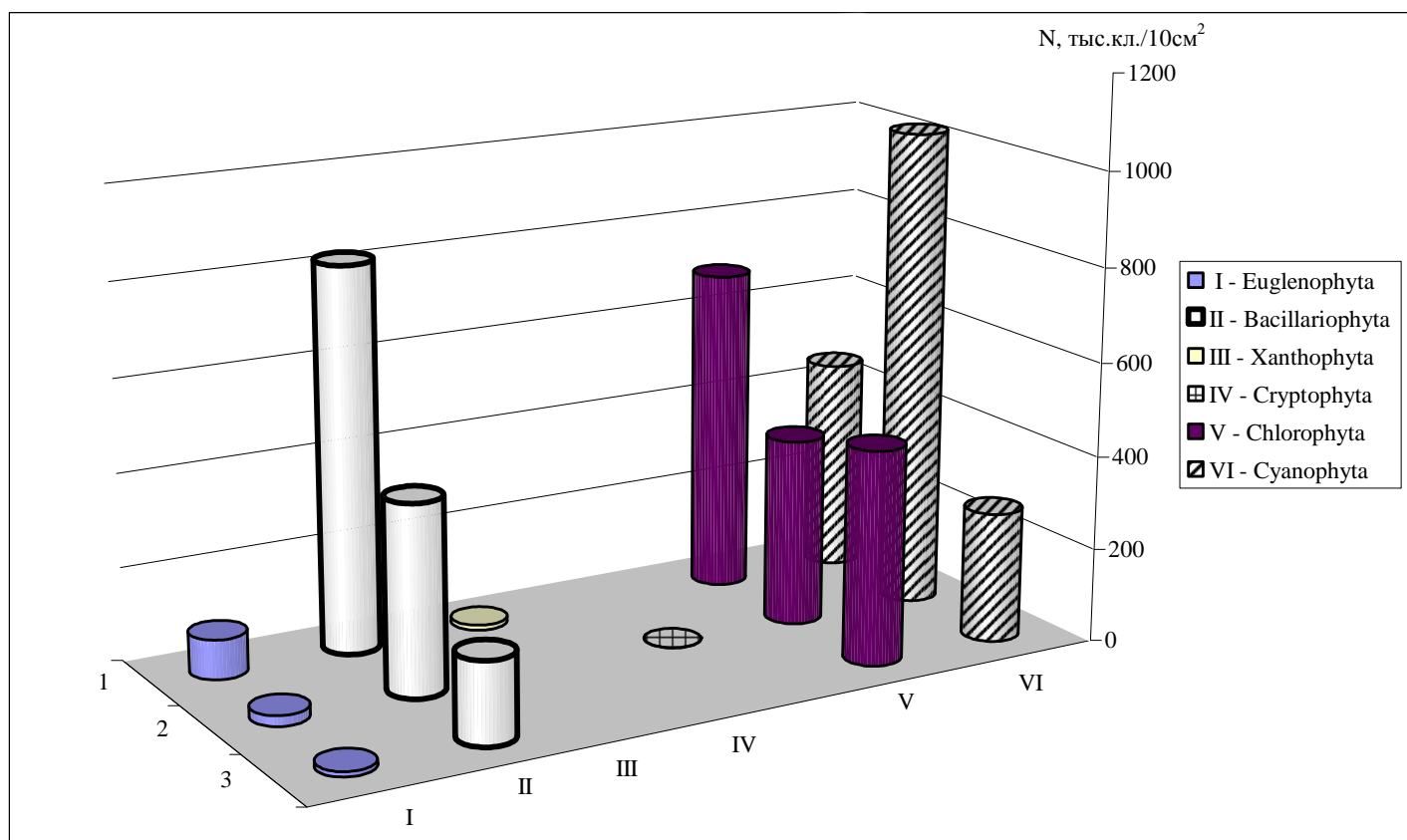


Рис. 2. Численность отделов фитомикрözпилитона верхнего (1), среднего (2) и нижнего (3) участков р. Тетерев летом 2004 г.

Аналогичная закономерность – доминирование *Bacillariophyta*, было характерно и для пространственного распределения биомассы – 67,8% (2,1 г/10см²) количества фитомикроэпилитона, принятого за 100%. Вторым по значимости был *Euglenophyta*; его биомасса составляла 13,6% (0,4 г/10см²), тогда как численность была невысока. Биомасса водорослей отделов *Cyanophyta*, *Chlorophyta* и *Xanthophyta* составляла 7,5, 10,8, 0,2% соответственно (рис.3).

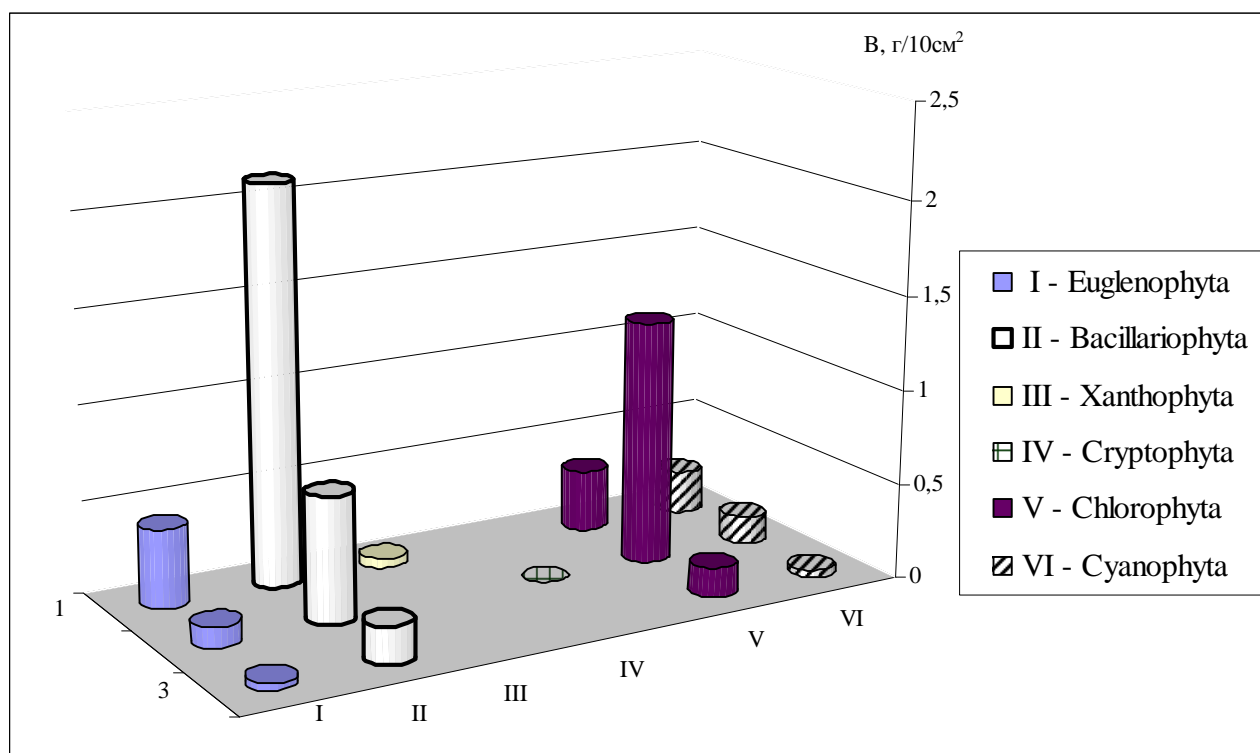


Рис. 3. Биомасса отделов фитомикроэпилитона верхнего (1), среднего (2) и нижнего (3) участков р. Тетерев летом 2004 г.

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

По величинам биомассы доминировали *Chlorophyta* – 58,1% (1,3 г/10см²). Отдел *Bacillariophyta*, при почти такой же численности, как и *Chlorophyta*, составлял 29,8% (0,67 г/10см²) биомассы пробы. Отделы *Cyanophyta*, *Euglenophyta* и *Cryptophyta* соответственно составляли – 6,9, 4,9 и 0,01% (см. рис. 3).

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

Фитомикроэпилитон нижнего участка реки был представлен 4-я отделами: *Cyanophyta*, *Euglenophyta*, *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*.

Наибольшего развития достигали *Chlorophyta*, численность которого составляла 49,6% (457,8 тыс.кл./10см²), а по биомассе доминировали *Bacillariophyta* – 46,8% (0,2 г/10см²), тогда как его численность не превышала 20% (см. рис. 2).

На долю *Cyanophyta*, которые массово развивались на среднем участке реки, приходилось 30,1% (277,32 тыс.кл./10см²) численности фитомикроэпилитона, но биомасса его была невелика – 8,7% (0,04 г/10см²). Минимальными значениями, как численности, так и биомассы характеризовался отдел *Euglenophyta* – 1,2%, 8,2% соответственно (см. рис. 3).

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

Хлорофилл. Минимальные значения хлорофилла характерны для верховья реки с минимумом у истока (2,9 мкг/дм³) и максимумом в нижнем бьефе Чудновского водохранилища (94,1 мкг/дм³), а среднее значение составляло 39,2 мкг/дм³.

Средний участок реки характеризовался максимальными значениями хлорофилла. Максимум наблюдался в нижнем бьефе Денышовского водохранилища и составлял 723,4 мкг/дм³, минимум – верхний бьеф Отсечного водохранилища – 13,48 мкг/дм³. Среднее значение данного показателя составляло 144,7 мкг/дм³.

На нижнем участке реки среднее значение хлорофилла не превышало 125,3 мкг/дм³, с максимумом на притоке Здвиж – 257,4 мкг/дм³ и минимумом на притоке Дубовец – 59,7 мкг/дм³.

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

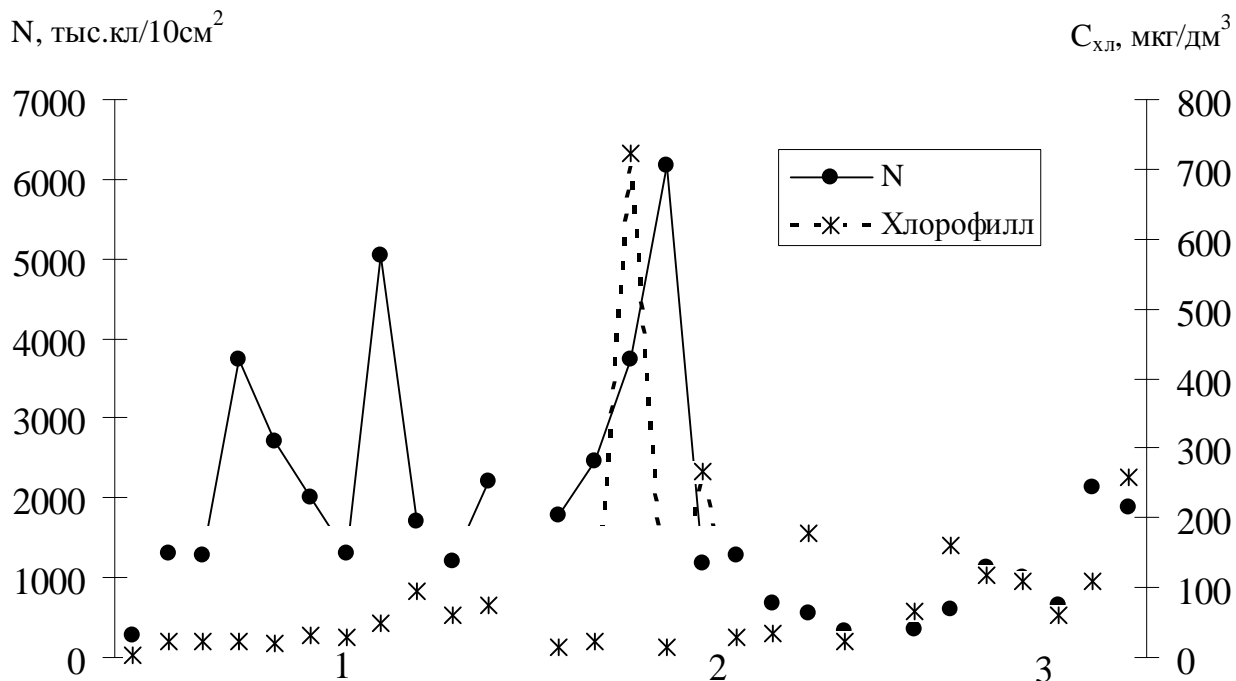


Рис. 4. Численность и содержание хлорофилла фитомикроэпилитона (по станциям) в верхнем (1), среднем (2) и нижнем (3) участке р. Тетерев.

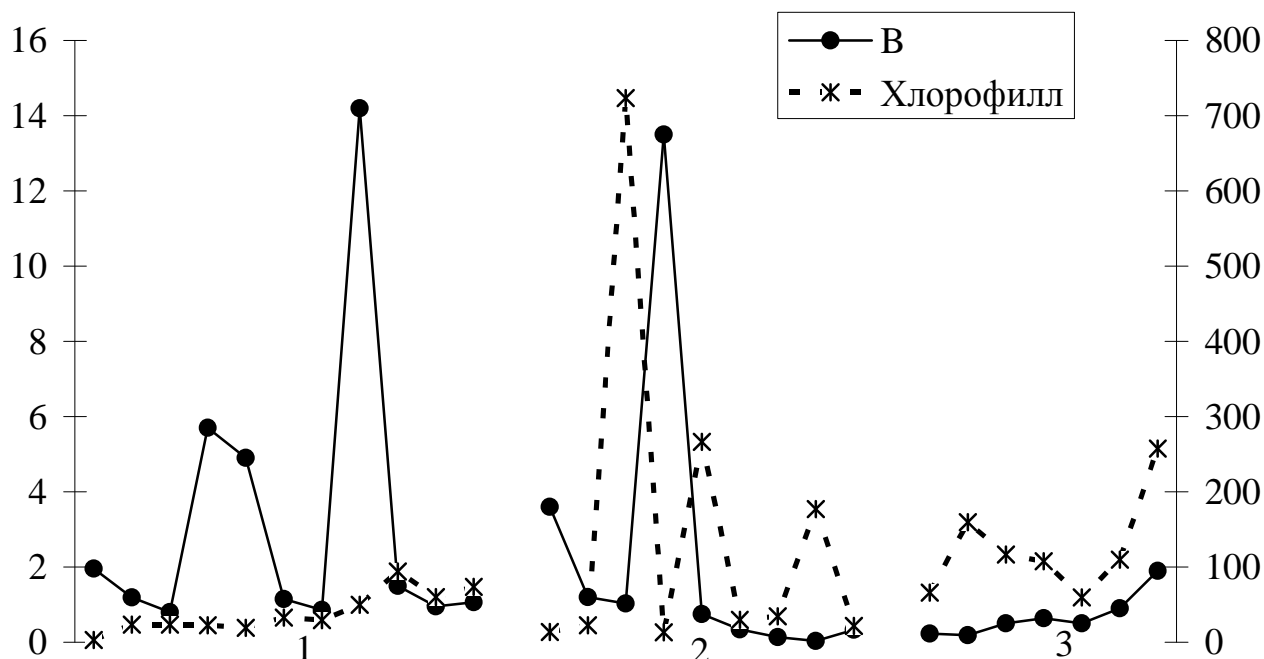
$B, \text{г/10см}^2$ $C_{\text{хл}}, \text{мкг/дм}^3$ 

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

Динамика численности и концентрации хлорофилла водорослей фитомикрözпилитона верхнего участка реки Тетерев во всех точках отбора проб была аналогичной. Исключение составляли верхний и нижний бьефы Чудновского водохранилища. Так, численность достигала максимальных значений в верхнем бьефе водохранилища (5045 тыс. кл/10 см²), тогда как концентрация хлорофилла была максимальной в нижнем бьефе (94,1 мкг/дм³) (рис. 4). Данная закономерность сохраняется и при сравнении биомассы с концентрацией хлорофилла (рис. 5). 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 расположенные свалки, недалеко 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 Трощинского водохранилища) составлял 0,7.

Для среднего участка реки установлено, что максимальных значений, как численность, так и биомасса достигают в верхнем бьефе Отсечного водохранилища, тогда как концентрация хлорофилла – минимальна (рис. 4, 5). В то же время, обратная закономерность наблюдается в нижнем бьефе водохранилища – численность и биомасса уменьшаются, а хлорофилл возрастает. Аналогичная ситуация наблюдается и на реке Тетерев ниже ручья, принимающего выброс главной канализации насосной станции г. Житомира: показатели численности и биомассы уменьшаются, а значение хлорофилла возрастают.

Максимального значения на среднем участке реки хлорофилл достигает в нижнем бьефе Дзнышовского водохранилища, численность и биомасса также возрастает.

Коэффициенты корреляции данного участка составляли 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 фитомикроэпилимона.

Пространственная динамика 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. Подтверждением вышесказанному являются графики зависимости между численностью и хлорофиллом и между биомассой и хлорофиллом нижнего участка реки (рис. 6, 7).

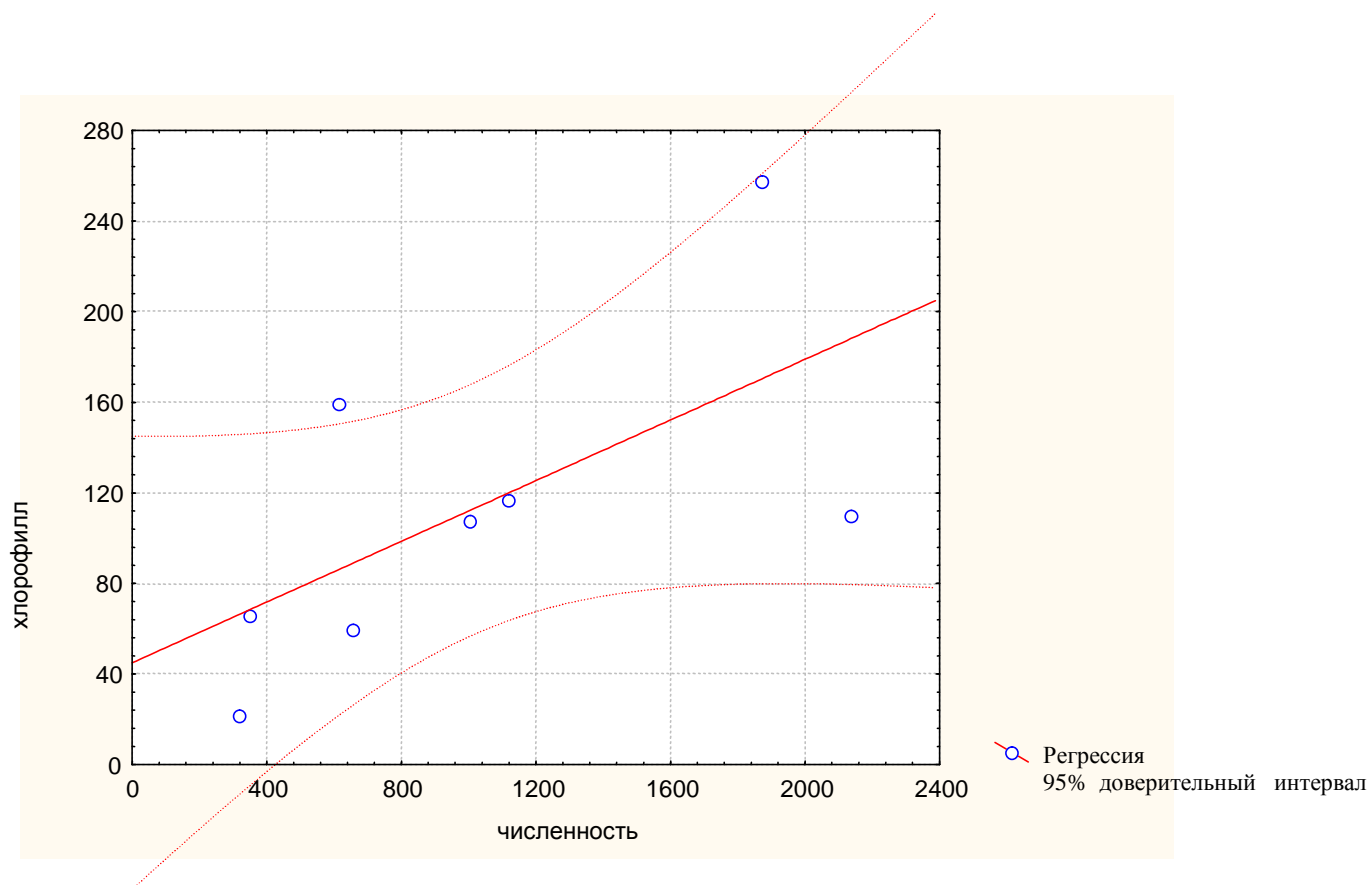


Рис. 6. Корреляционная зависимость между численностью фитомикрözпилитона и хлорофиллом *a* нижнего участка реки.

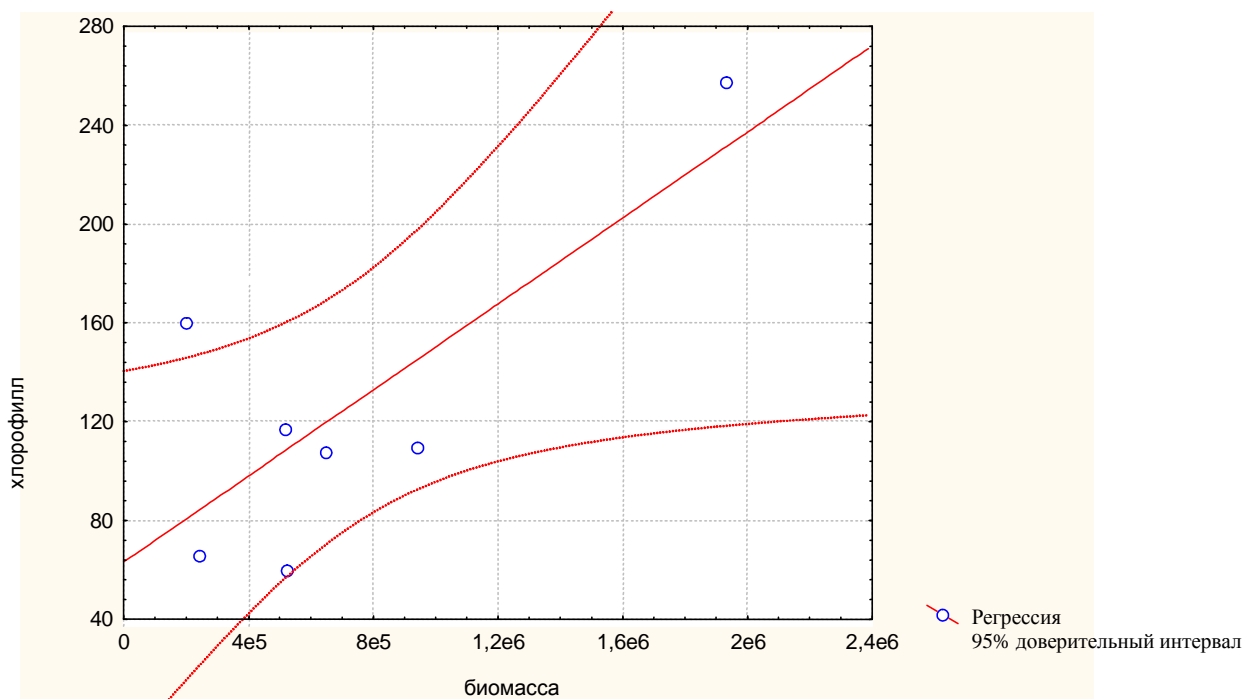


Рис. 7. Корреляционная зависимость между биомассой фитомикроэпилитона и хлорофиллом *a* нижнего участка реки.

Заключение

Структура водорослевых сообществ каменных субстратов разнотипных участков реки Тетерев свидетельствуют о доминировании различных отделов водорослей. В верхнем участке реки, как по численности, так и по биомассе, доминировали *Bacillariophyta*, на среднем участке по численности доминировали *Cyanophyta*, 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 реки 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 реки 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.

Литература:

1. Теоретические основы и методы изучения флуоресценции хлорофилла. // Гольд В.М., Гаевский В.М., Григорьев Ю.С. и др. – Красноярск: Изд.КГУ, 1994. – 62с.
2. Дудкін О.В., Єна А.В.,...Щербак В.І. та інш. Оцінка і напрямки зменшення загроз біорізноманіттю України. – К.: Хімджест, 2003. – 400с.
3. Лакин Г.Ф. Биометрия: Учеб. Пособие для биол. спец. вузов – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1990. – 352с.
4. Протасов А.А. Пресноводный перифитон. - К.: Наукова думка, 1994. - 308с.
5. Сиренко Л.А. Информационное значение хлорофилльного показателя // Гидробиол. журнал. - 1988. - 24, №4. - С.45-54.
6. Сніжко С.І., Орлов О.О., Закревський Д.В. та ін. Гідрохімія та радіогеохімія річок і боліт Житомирської області. - Житомир: Вид-во Волинь, 2002. – 264 с.
7. Топачевский А.В., Масюк Н.П. Пресноводные водоросли Украинской ССР. – К.: Вища школа, 1984. – 336 с.
8. Щербак В.І. Корнійчук Н.М. Синьозелені водорості обростань Житомирського водосховища // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. – 2003. – № 3-4 (22).