

СЕЗОННАЯ И МЕЖГОДОВАЯ ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ СЕСТОНА И ХЛОРОФИЛЛА В РЕКАХ СЕВЕРО-ЗАПАДА БЕЛАРУСИ

О.С. Смольская, А.А. Жукова, Б.В. Адамович

Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь

e-mail: sylimova_1991@mail.ru

Введение

Комплексное использование водных ресурсов внутренних водоемов и водотоков, бурное развитие промышленности и сельского хозяйства приводят к загрязнению большинства водных экосистем и способствуют сокращению пресноводного стока водотоков. При этом происходит изменение гидрохимического и санитарно-гигиенического режимов, нарушается структура биологических сообществ, изменяется степень эвтрофирования. Поступление аллохтонных органических и минеральных веществ с водосборного бассейна стимулирует развитие первичных продуцентов водных экосистем, и, как следствие, интенсифицирует их самоочистительную способность. В то же время, постоянный приток аллохтонной органики и биогенных элементов и ответ на это экосистемы в виде увеличения первичной продукции, может приводить к тому, что сам фитопланктон становится причиной вторичного органического загрязнения [1].

Для оценки состояния водных объектов в гидробиологической практике широко применяются такие показатели, как содержание взвешенного в воде вещества (сестона) и хлорофилла. Концентрация сестона – взвешенных неорганических и органических частиц, а также обитающих в толще воды мелких организмов – влияет на прозрачность и на проникновение света, температурный режим, состав растворенных компонентов поверхностных вод, адсорбцию токсичных веществ и скорость осадкообразования [2].

Содержание основного пигмента зеленых растений хлорофилла-*a* считается универсальным эколого-физиологическим показателем фитопланктона [3]. Концентрация хлорофилла в воде положена в основу шкал, разработанных для оценки трофического статуса водоемов и их экологического качества [4]. Также хлорофилл является мерой биомассы водорослей, что широко используется для оценки обилия фитопланктона, который также зачастую является важной компонентой в составе сестона [5].

Изменения в содержании сестона и хлорофилла во времени и пространстве позволяют судить об интенсивности продукционно-деструкционных процессов в водной экосистеме, а также ее устойчивости и способности к самоочищению. Таким образом, приведенные характеристики являются интегрированными показателями качества воды; во-вторых, оперативность и удобство определения данных показателей позволяют достаточно легко и быстро оценить степень развития фитопланктона, и косвенно судить о его биологической продуктивности.

Цель данной работы: оценить содержание взвешенных веществ и хлорофилла в разные периоды вегетационного сезона в 2011-2013 гг. в водотоках северо-запада Беларуси, относящихся к бассейну Балтийского моря.

Методы исследования

Исследования содержания сестона и хлорофилла были проведены на реках разных категорий, расположенных на северо-западе Беларуси и относящихся к бассейну Балтийского моря. Крупные реки: Западная Двина (длина 1020 км, из них в Беларуси 328 км), Виляя (длина 498 км, из них в Беларуси 264 км); средняя река Дисна – левый приток Западной Двины (длина 178 км) и малые реки (Уша, Смердия, Цна, Голбица, Нача, Нежлевка). К категории малых рек относили водотоки, длиной менее 100 км [6].

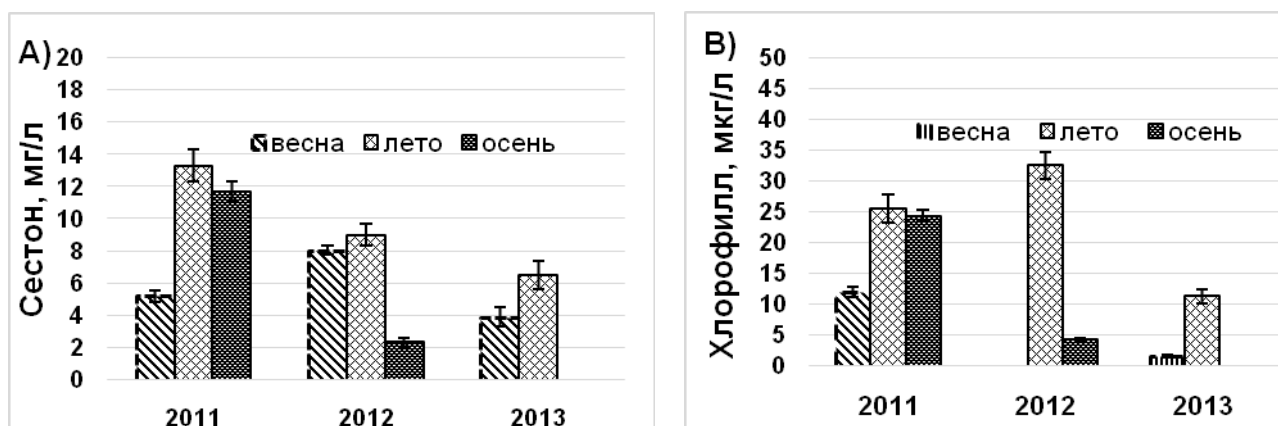
Пробы воды отбирали на протяжении вегетационного сезона 2011-2013 гг., что позволило проследить как сезонные, так и межгодовые изменения исследуемых параметров. Пробы

отбирали с подповерхностного горизонта (р. Дисна, малые реки), в рр. Вилия и Западная Двина использовали трубу Ляхновича-Щербакова, позволяющую «вырезать» верхний метровый слой воды. На реках Вилия и Западная Двина было заложено 5 и 7 створов соответственно, на р. Дисна – 3, на малых реках – по 1-2 створа на каждой.

Содержание взвешенных веществ в воде определяли гравиметрически, путем фильтрации проб воды через ядерные фильтры (с диаметром пор 1 мкм) и последующим их высушиванием до постоянной массы при 70 °С. Определения проводили в 3-6 повторностях для каждой пробы. Содержание хлорофилла определяли по спектрофотометрической методике с экстракцией пигментов в 90 % ацетоне [7, 8]. В тексте статьи приведены значения суммарного хлорофилла-а (без учета вклада феопигментов в светопоглощение).

Результаты и обсуждение

Отбор проб на исследованных створах рек проводился на протяжении трех лет три раза за вегетационный сезон, что позволило проследить сезонную динамику содержания в них сестона и хлорофилла. На графиках ниже приведены по сезонам усредненные данные для всех исследованных створов на рр. Вилия (рис. 1) и Западная Двина (рисунок 2).



(здесь и на рисунке 2–4 приведены средние значения \pm стандартное отклонение)

Рисунок 1 – Содержание сестона (А) и хлорофилла (В) в р. Вилия

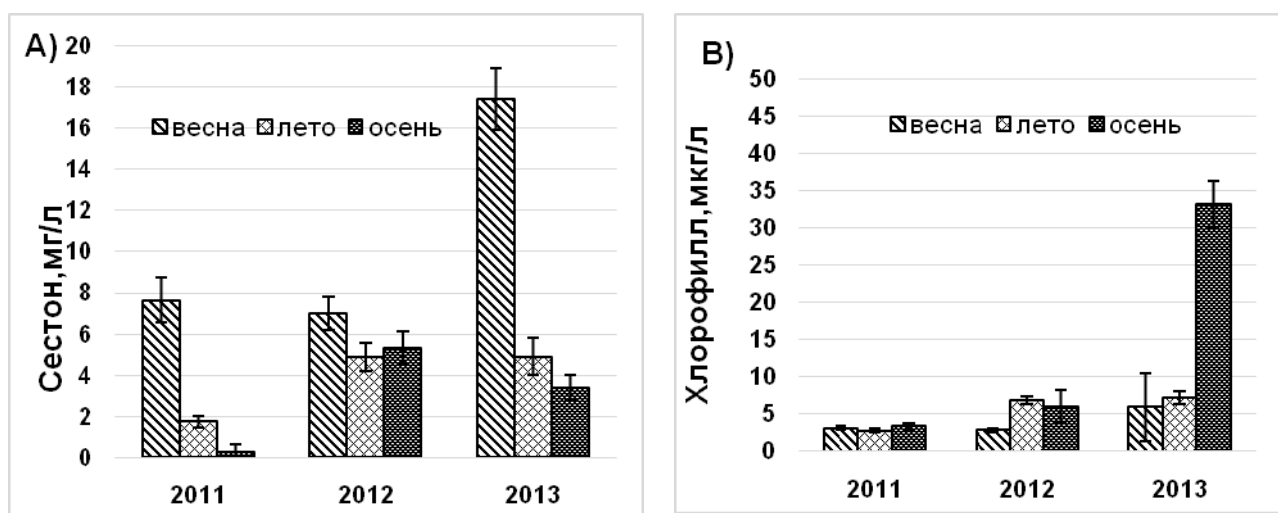


Рисунок 2 – Содержание сестона (А) и хлорофилла (В) в р. Западная Двина

Из рисунков 1-2 видно, что содержание сестона в крупных реках различается: в воде р. Вилия взвеси в среднем больше, чем в Западной Двине. Максимальные величины сестона в р. Вилия отмечены летом, на протяжении всех лет исследования и составляют около 7-10 мг/л, к осени содержание сестона снижается. В р. Западная Двина содержание сестона, в отличие от р. Вилии, достигает максимума весной: около 7 мг/л в 2011 и в 2012 гг. и

достигает экстремальных за период исследований значений – 17 мг/л – в 2013 г. Таким образом, в р. Вилия пик содержания сестона приходится на лето, а в р. Западная Двина – на весну. Это, вероятнее всего, связано с гидродинамикой водотока и поступлением взвешенных веществ с водосбора и/или их ресуспензией из донных отложений. Как следует из рисунка 2В, фитопланктон не является причиной увеличения концентрации сестона в р. Западная Двина в весеннее время, т.к. в 2011 г. выраженных сезонных изменений содержания хлорофилла в воде не наблюдали, в 2012 г. максимальные значения отмечены летом, а в 2013 г. максимальное содержание хлорофилла приходится на осенний период. В р. Вилия, напротив, сезонные тренды изменения содержания сестона и хлорофилла совпадают: максимум содержания хлорофилла за три года приходится на лето, осенью наблюдается спад, особенно заметный в 2012 г. В р. Западная Двина в целом содержание хлорофилла было значительно ниже и в 2011-2012 гг. не превышало 10 мкг/л, однако осенью 2013 г. наблюдается резкий скачок содержания хлорофилла до 33 мкг/л. В целом в р. Вилия среднее за период исследования содержание хлорофилла почти в 3 раз больше, чем в р. Западная Двина. Это можно объяснить структурой водосбора и тем, что река испытывает более сильное антропогенное воздействие.

Для сравнения на рисунке 3 представлены данные по содержанию хлорофилла и сестона в р. Дисна, которая относится к категории средних рек.

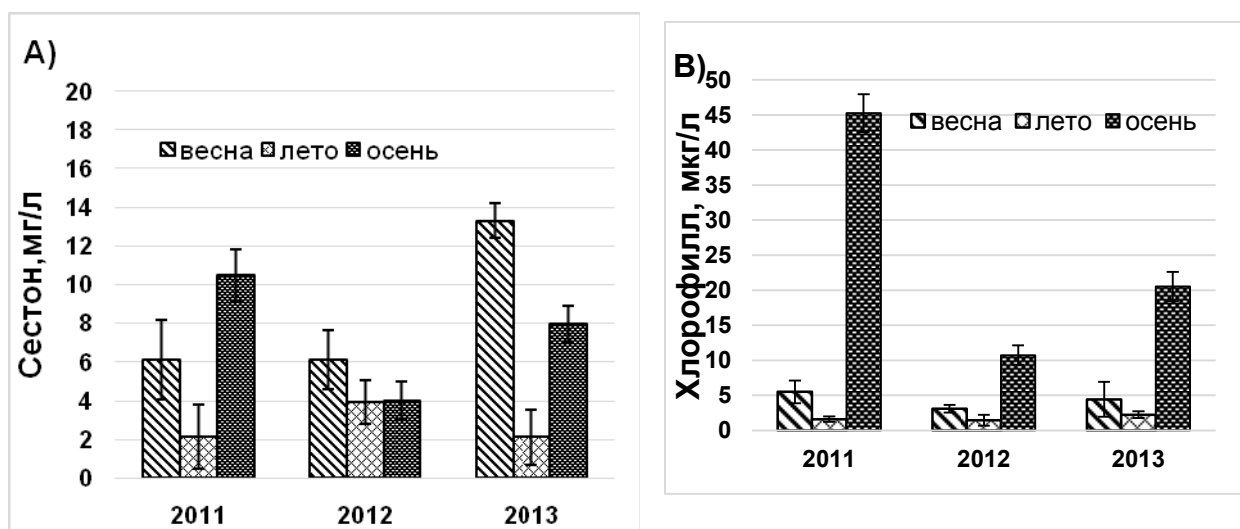


Рисунок 3 – Содержание сестона (А) и хлорофилла (В) в р. Дисна

В отличие от крупных рек, сезонная динамика содержания сестона и хлорофилла в р. Дисна имеет схожий ход по годам. При этом, весенний подъем содержания сестона, как и в р. Западная Двина (притоком которой она является), скорее всего обусловлен физическими процессами, как и максимальное содержание весной 2013 г. (более 13 мг/л), также совпадающее с пиком в р. Западная Двина. Минимальное содержание сестона и хлорофилла в р. Дисна наблюдали летом, причем концентрация хлорофилла все три года исследований была примерно одинаковой (около 2-4 мкг/л), а максимальные величины наблюдали осенью. При этом, осенний пик содержания взвешенных веществ был обусловлен в основном развитием планктона, что подтверждается гораздо более высокими концентрациями хлорофилла осенью, иногда на порядок превышающими летние значения.

В малых реках картина несколько иная, чем в крупных реках, и, в целом, более сходна с таковой в р. Дисна. Содержание сестона имеет незначительные колебания, как в отдельные сезоны, так и в разные года. На рисунке 4 приведены усредненные данные по изучаемым показателям во всех исследованных малых реках, ввиду того, что существенных различий по разным рекам не наблюдали.

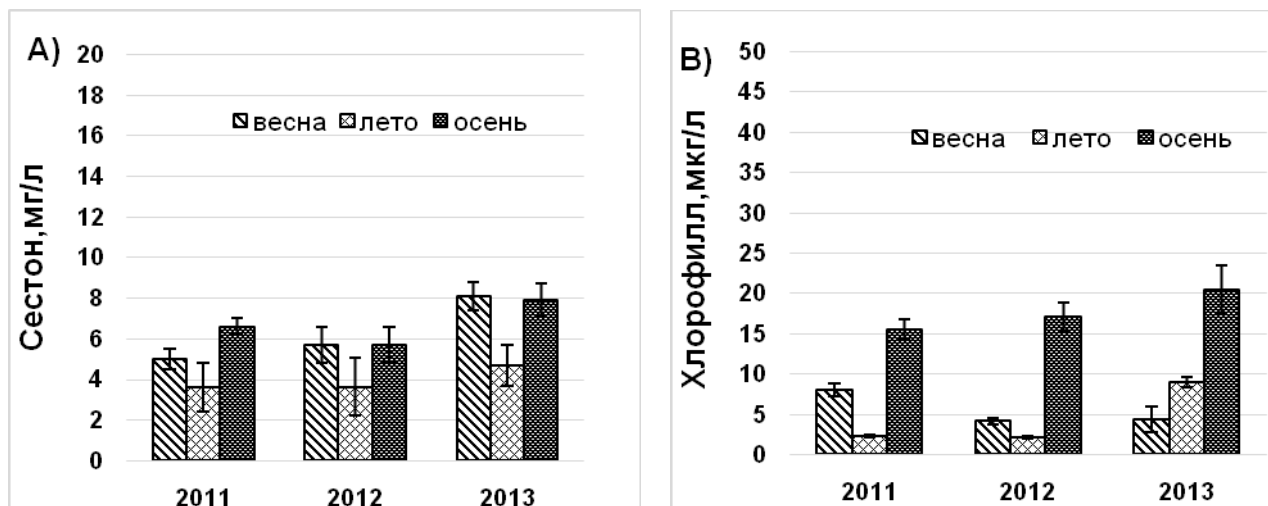


Рисунок 4 – Содержание сестона (А) и хлорофилла (В) в малых реках

В малых водотоках минимальное содержание сестона наблюдалось летом, причем во все три года оно было примерно одинаковым (около 4-5 мг/л), а максимальное содержание взвешенных веществ отмечено весной и осенью в 2013 г. (8 мг/л). В целом, сезонная динамика сестона была более сглаженной и не отличалась резкими колебаниями в сравнении с более крупными реками.

По содержанию хлорофилла малые реки в сравнении с р. Виля и р. Западная Двина занимают промежуточное положение и также более близки к ситуации в р. Дисна. При этом минимальные значения для хлорофилла, как и для сестона, зафиксированы летом (около 3 мкг/л) в 2011 и 2012 гг., а в 2013 г. содержание хлорофилла оказалось значительно выше (9 мкг/л). Осенью в малых реках, как и в р. Дисна, наблюдается существенное возрастание концентрации хлорофилла (до 15-20 мкг/л). Также хотелось бы отметить, что в малых реках наблюдается схожая сезонная динамика по двум исследованным показателям, при этом совпадают не только максимальные и минимальные значения по сезонам, но и достаточно близки среднесезонные данные, что указывает на более устойчивое состояние изученных водотоков и меньшую их подверженность внешнему воздействию.

Выводы

Нормальные условия для обитания, размножения и питания гидробионтов определяются качеством среды обитания. Сестон и хлорофилл являются удобными показателями, которые определяются достаточно оперативно и точно, позволяя легко и быстро оценить количество в воде взвешенных веществ и степень развития фитопланктона.

Как видно из полученных нами результатов, показатели сестона и хлорофилла значительно варьируют, имея разные пределы колебаний и ход сезонной и межгодовой динамики для крупных и малых рек северо-запада Беларуси.

На основании анализа полученных нами данных, можно сделать следующие выводы:

- Диапазон данных по сестону и хлорофиллу существенно различается в крупных реках Виля и Западная Двина; по среднесезонным величинам содержания сестона и хлорофилла трофический статус реки Виля выше и может быть определен как эвтрофный, а реки Западная Двина, Дисна и малых рек – как мезотрофный;

- Для четырех выделенных категорий водных систем – р. Виля, р. Западная Двина, р. Дисна и массив малых рек – сезонная динамика изученных показателей имеет свои особенности (зачастую, противоположные: так, в р. Виля максимальные значения сестона и хлорофилла отмечены летом, когда в малых реках наблюдали минимальные значения этих показателей);

Исследованные речные системы крупных рек по диапазону колебаний хлорофилла существенно не отличались, несколько более высокие величины отмечены в р. Вилия, в малых реках содержание хлорофилла было наименьшим. Диапазон колебаний содержания сестона оказался примерно сопоставим в больших и малых реках.

Таким образом, содержание сестона и хлорофилла является важным показателем состояния экосистем, тесно связанным с уровнем загрязнения водоемов органическими и неорганическими веществами. Для сопоставления естественных изменений экосистем с изменениями, происходящими под влиянием антропогенной нагрузки, необходимо иметь представление о сезонной и межгодовой динамик изменения гидроэкологических показателей. В этом плане содержание сестона и хлорофилла может быть удобным, полезным и оперативным для оценки мутности воды, степени развития фитопланктона, трофического статуса, а также степени эвтрофикации и интенсивности процессов самоочищения вод.

Список литературы

1. Винберг, Г.Г. Первичная продукция водоемов / Г.Г. Винберг. – Мн., 1979. – С. 187–269.
2. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды / Т.В. Гусева [и др.]; под общ. ред. Т.В. Гусевой – М.: Эколайн, 1999. – С. 19–49.
3. Минева, Н.М. Растительные пигменты в воде волжских водохранилищ / Н.М. Минева // Отв.ред. В.Т. Комов. – М: Наука, 2004. – С. 5–12, 91–115.
4. Елизарова, В.А. Хлорофилл как показатель биомассы фитопланктона / В.А. Елизарова // Методические вопросы изучения первичной продукции планктона внутренних водоемов: сб. науч. тр. / СПб: Гидрометеиздат; под ред. И.Л. Пыриной – СПб, 1993 – С. 126–129.
5. Михеева, Т.М. Оценка продукционных возможностей единицы биомассы фитопланктона / Т.М. Михеева // Биологическая продуктивность эвтрофного озера / Под ред. Г.Г. Винберга. М: Наука, 1970. С. 50–70.
6. Блакітны скарб Беларусі: энцыклапедыя. – Минск: БелЭН, 2007. – С. 13, 163–164.
7. Lorenzen, C.J. Determination of chlorophyll and phaeopigments: spectrophotometric equations / C.J. Lorenzen // *Limnol. Oceanogr.*, 1967, V. 12. – P. 343–346.
8. SCOR-UNESCO Working group № 17. Determination of photosynthetic pigments in seawater // *Monographs on Oceanologic Methodology*. – UNESCO, Paris, 1966. – P. 9–18.

SEASONAL AND INTERANNUAL DYNAMICS OF SESTON AND CHLOROPHYLL CONTENT IN THE RIVERS OF NORTHWEST OF BELARUS

O.S. Smolskaya, A.A. Zhukava, B.B. Adamovich

Belarusian State University, Republic of Belarus, Minsk

e-mail: sylimova_1991@mail.ru

The objects of study are large, medium and small rivers in the northwest of Belarus. Subject of research is seston and chlorophyll content.

Article aim is to evaluate the content of suspended solids and chlorophyll at different periods of the growing season in 2011-2013 in watercourses belonging to the basin of the Baltic Sea. Investigations were carried out in 2011-2013 on the large rivers Viliya and Western Dvina, on the average river Disna and on some small rivers. During the study period, altogether 302 water samples were been collected to assess the seston and chlorophyll content.

Research methods are the standard hydrobiological field and laboratory practices. The content of suspended solids in the water was determined gravimetrically by filtering water samples through nuclear filters. Assessment of chlorophyll content has been performed by spectrophotometric method.

Based on three-year cycle of observations the seasonal and interannual there main trends of suspended solids and chlorophyll dynamics were revealed in large and small watercourses belonging to the basin of the Baltic Sea.

The results showed that the seston and chlorophyll content vary considerably, having different limits of variation for large and small rivers. According to the content of chlorophyll small rivers compared with the river Viliya and Western Dvina occupy an intermediate position, and are closer to the situation in the river Disna. So the average content of chlorophyll in the small rivers is 4-5 mkg/l, river Disna – 5 mkg/l, and for river Viliya – 15 mkg/l. For these four categories of the selected water systems – river Viliya, river Western Dvina, river Disna and a number of small rivers – seasonal dynamics of the studied parameters has its own characteristics. For example, in the river Viliya maximum values of seston and chlorophyll and observed in summer, when there is minimal concentration of these parameters in small rivers.

Based on the average for the period of observation values of seston and chlorophyll content the trophic status of the Viliya in the study period is defined as eutrophic, of the Western Dvina, Disna and the small rivers – as mesotrophic.