

УДК 556.531.4 (282.247.32)

Т. А. Васильчук, В. П. Осипенко, Т. В. Евтух

**ОСОБЕННОСТИ МИГРАЦИИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
ОСНОВНЫХ ГРУПП ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В
ВОДЕ КИЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В
ЗАВИСИМОСТИ ОТ КИСЛОРОДНОГО РЕЖИМА**

Обсуждаются результаты исследования компонентного состава растворенных органических веществ (РОВ) в воде Киевского водохранилища в зависимости от кислородного режима. Показано, что основную роль в формировании РОВ играют гумусовые вещества (ГВ), поступающие со стоком р. Припяти. Присутствие в воде водохранилища большого количества ГВ способствует возникновению дефицита кислорода, который расходуется на их окисление. Исследована сезонная динамика ГВ, белковоподобных веществ и углеводов. Рассмотрено распределение РОВ между поверхностным и придонным слоями воды в зависимости от кислородного режима.

Ключевые слова: растворенные органические вещества, гумусовые вещества, белковоподобные вещества, углеводы, кислородный режим, водохранилище.

Растворенные органические вещества (РОВ) принимают участие во многих физико-химических, биологических и биохимических процессах, проходящих в водоемах. Направленность этих процессов и их интенсивность во многом зависит от компонентного состава РОВ и концентрации отдельных групп органических веществ. На содержание РОВ в воде Киевского водохранилища значительное влияние оказывают аллохтонные органические вещества верхнего Днепра и р. Припяти. Со стоком Припяти в Киевское водохранилище поступает большое количество гумусовых веществ (ГВ). Вследствие этого воды Киевского водохранилища характеризуются повышенным содержанием ГВ по сравнению с нижерасположенными водохранилищами [9, 10].

РОВ и интенсивность внутриводоемных процессов с их участием существенно влияют на формирование кислородного режима Киевского водохранилища. С другой стороны, концентрация растворенного в воде кислорода — один из важнейших гидрохимических показателей, которые определяют интенсивность окислительных и восстановительных процессов, происходящих в водоеме. Концентрация растворенного кислорода в воде Киевского водохранилища может изменяться в широких пределах — от 0,6 до 18,4 мг/дм³ [4, 8]. Минимальные значения, как правило, отмечаются в пери-

© Васильчук Т. А., Осипенко В. П., Евтух Т. В., 2010

од длительного ледостава [12, 13]. Однако дефицит кислорода может наблюдаться и летом, особенно во время продолжительных дождей, когда с площади водосбора р. Припяти в водохранилище поступает большое количество ГВ [8]. На их окисление используется значительное количество растворенного в воде кислорода, что также может существенно влиять на кислородный режим водохранилища.

Многолетние исследования показали, что не только в Припятском отроге, но и во всей правобережной части Киевского водохранилища концентрация растворенного в воде кислорода ниже, чем в Днепровском отроге и левобережной части, что обусловлено, главным образом, различным содержанием ГВ в воде этих участков [4].

Растворенный кислород, кроме того, расходуется на разложение отмерших растительных и животных водных организмов и на непосредственное окисление РОВ. Биохимические процессы деструкции РОВ происходят во всей толще воды и в донных отложениях (ДО), прежде всего при участии аэробных и анаэробных бактерий. В Киевском водохранилище на протяжении вегетационного периода на аэробное дыхание бактерий расходуется больше половины растворенного кислорода: около 30% потребляется фитопланктоном и 20% — зоопланктоном [4]. Например, при отмирании фитопланктона в воде накапливается большое количество РОВ. Это приводит к усиленному размножению гидробионтов и их более интенсивному дыханию, что способствует резкому уменьшению концентрации растворенного кислорода [8].

Таким образом, содержание РОВ и концентрация растворенного в воде кислорода — взаимосвязанные величины. При изучении распределения основных групп РОВ необходимо учитывать не только химическую, но и биологическую составляющую процессов, протекающих в водоеме [1]. Так, высокая концентрация кислорода может свидетельствовать об интенсивном фотосинтезе и соответствовать значительной концентрации РОВ в воде. Но не всегда высокая концентрация РОВ свидетельствует о насыщении воды кислородом, так как может быть следствием загрязнения или анаэробных процессов в водохранилище.

Формирование кислородного режима в придонных слоях воды сильно зависит от химического состава ДО, температуры воды, численности бентосных организмов, состава микрофлоры и др. ДО могут поглощать растворенный в воде кислород для биохимического и химического окисления органических соединений и минеральных веществ. Согласно разным литературным данным, доля поглощаемого ДО кислорода может достигать 50% от общего количества всего кислорода, потребляемого экосистемой [5]. Известно, что образование в придонных слоях воды дефицита растворенного кислорода приводит к миграции РОВ из ДО в воду [5, 13].

Поэтому для выяснения многогранных химических, биологических и биохимических процессов, происходящих в водоеме, исследование особенностей миграции и распределения основных групп РОВ в зависимости от кислородного режима водоема является актуальной задачей.

Материал и методика исследований. Пробы воды для определения общего содержания РОВ, а также их компонентного состава отбирали в отдельные сезоны 1991—1994 гг. на стандартных станциях Киевского водохранилища. Объектом для исследования формирования кислородного режима и РОВ служил также нижний участок Киевского водохранилища, экспедиции на который состоялись в мае, сентябре и ноябре 2008 г. Пробы воды отбирали с поверхностного и придонного слоев батометром Молчанова. Для их фильтрации использовали мембранные фильтры Супрог с диаметром пор 0,4 мкм (Чехия). Концентрацию растворенного в воде кислорода определяли методом Винклера [11, 16].

Для исследования химической природы РОВ использовали метод ионообменной хроматографии [18] с применением ДЭАЭ- (диэтиламиноэтил) и КМ- (карбоксиметил) целлюлоз. РОВ кислотной природы (преимущественно гумусовые вещества) адсорбировали на колонке с ДЭАЭ-целлюлозой, а основной (преимущественно белковоподобные вещества (БПВ)) — на колонке с КМ-целлюлозой. Нейтральную фракцию РОВ (в основном это углеводы), полученную после извлечения ГВ и БПВ, предварительно концентрировали в 10—12 раз вымораживанием. Десорбцию РОВ с колонок, заполненных ДЭАЭ- и КМ-целлюлозой, осуществляли соответственно 0,3 моль/дм³ р-ром NaOH и 0,1 моль/дм³ р-ром HCl.

Молекулярно-массовое распределение (ММР) отдельных групп органических веществ изучали методом гель-хроматографии с использованием нейтральных молселектов G-25 и G-50 (Molselect, Венгрия). Колонки с молселектами калибровали с помощью органических веществ с известной молекулярной массой (кДа): альбумина (45,0), карбоангидразы (29,0), миоглобина (17,8), цитохрома (12,3), инсулина (5,6), полиэтиленгликолей (1,0, 0,6 и 0,3) и глюкозы (0,18). Для определения свободного объема колонок использовали декстран голубой (2000 кДа). Скорость элюирования составляла 1,0 см³/мин. В качестве элюента для БПВ и углеводов использовали 0,025 моль/дм³ р-р NaCl, для фульвокислот (ФК) — 0,1 моль/дм³ р-р NaCl.

Градуировочные графики для определения гуминовых кислот (ГК) и ФК были построены с использованием их препаратов, выделенных из воды Каневского водохранилища и очищенных согласно методике [7]. Содержание ГК в концентратах проб определяли фотометрически, измеряя оптическую плотность раствора на фотоэлектроколориметре КФК-2 при $\lambda = 440$ нм, $l = 3$ см, в 0,1 моль/дм³ р-ре NaOH, содержание ФК — при $\lambda = 400$ нм, $l = 3$ см, рН 8,0. После хроматографического разделения концентрацию ГВ во фракциях определяли спектрофотометрическим методом по реакции азосочетания с диазотированным 4-нитроанилином [15]. Определение веществ белковой природы осуществляли по реакции Лоури [3], а углеводов — с помощью антрона [16]. Перманганатную и бихроматную окисляемость воды (ПО и БО) определяли общеизвестными методами [11, 16].

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты определения общего содержания РОВ и их компонентного состава на протяжении ряда лет на отдельных участках Киевского водохранилища показали, что воды Припятского отрога характеризовались макси-

1. Содержание РОВ в воде отдельных участков Киевского водохранилища в летне-осенний период 1991—1994 гг.

Станция отбора проб	ПО, мг О/дм ³	БО, мг О/дм ³	ГК, мг/дм ³	ФК, мг/дм ³	БПВ, мг/дм ³	Углеводы, мг/дм ³
Припятский отрог	8,0 – 24,8 16,5	26,9 – 62,6 40,4	0,3 – 6,2 1,7	18,1 – 79,3 44,3	0,3 – 0,6 0,5	1,3 – 2,2 1,6
С. Теремцы	4,0 – 19,2 10,6	16,8 – 34,2 27,5	0,6 – 3,2 1,5	13,6 – 44,4 26,3	0,5 – 1,0 0,7	0,7 – 1,8 1,4
С. Лебедевка	9,8 – 18,9 13,7	17,7 – 38,8 26,4	0,3 – 1,9 0,7	14,8 – 38,6 25,4	0,4 – 1,1 0,6	0,7 – 1,6 1,3
С. Глебовка	5,9 – 21,6 14,9	23,1 – 81,4 44,5	0,6 – 3,9 1,9	19,6 – 48,2 35,5	0,3 – 1,2 0,5	0,6 – 2,1 1,1
Приплотинный участок	8,3 – 20,8 13,7	26,1 – 40,7 31,5	0,3 – 1,6 0,8	23,1 – 32,5 24,9	0,4 – 1,0 0,7	0,9 – 1,7 1,3

Пр и м е ч а н и е. Здесь и в табл. 2, 3: над чертой — предельные значения, под чертой — средние.

мальными значениями ПО и БО (табл. 1), что обусловлено, прежде всего, повышенным содержанием ГК и ФК. Так, во время затяжных дождей в августе 1993 г. значения ПО и БО соответственно составили 24,8 и 62,6 мг О/дм³. При этом величины концентрации ГК и ФК (6,2 и 79,3 мг/дм³) были наибольшими из наблюдаемых нами за период исследований. Напротив, в воде Днепровского отрога (с. Теремцы) в этот период содержание ГК и ФК (соответственно 3,2 и 44,4 мг/дм³) было значительно ниже, о чем свидетельствуют также и меньшие значения окисляемости воды по сравнению с таковыми для воды Припятского отрога. Следует отметить, что такая высокая концентрация ГВ в воде Киевского водохранилища не характерна не только для летнего периода, но и для весеннего. Обычно их концентрация находится в пределах 13,6—53,7 мг/дм³, с максимальными значениями весной [9, 10]. Повышенное содержание ГВ в августе, как упоминалось выше, было связано со сложившимися гидрометеорологическими условиями.

Ранее отмечалось, что именно в Припятском отроге концентрация растворенного в воде кислорода всегда ниже, чем в Днепровском. Это обусловлено, прежде всего, большим содержанием ГВ, на окисление которых расходуется значительная часть кислорода. Однако непосредственное определение ГВ не проводилось, а об их концентрации судили косвенно по цветности воды. Полученные

нами данные свидетельствуют о том, что более высокая концентрация ГВ наблюдалась практически на всех правобережных участках водохранилища по сравнению с его левобережной частью. Так, содержание ГК и ФК в воде вблизи с. Глебовки (правобережная часть водохранилища) составило в среднем соответственно 1,9 и 35,5 мг/дм³, в то время как на левобережном участке (с. Лебедевка) эти величины были значительно ниже — 0,7 и 25,4 мг/дм³. Такие же закономерности отмечены и для значений окисляемости воды.

В воде приплотинного участка, где происходит смешение вод, концентрация РОВ представляет собой среднюю величину, которая, в основном, ниже, чем в Припятском отроге, но выше, чем в Днепровском (см. табл. 1). Содержание БПВ в воде Киевского водохранилища незначительно по сравнению с другими водохранилищами. Следует отметить, что оно было минимальным — 0,5 мг/дм³ — в высокоцветной припятской воде и в районе с. Глебовки, а по мере продвижения к приплотинному участку наблюдалось его повышение до 0,7 мг/дм³. Концентрация углеводов, напротив, в воде Припятского отрога характеризовалась наибольшей средней величиной — 1,6 мг/дм³, а в воде с меньшим содержанием ГВ она несколько снижалась (см. табл. 1).

Анализируя сезонную динамику содержания отдельных групп РОВ в воде нижнего бьефа Киевского водохранилища, следует отметить, что максимальные значения концентраций ГК и ФК, как и следовало ожидать, регистрировались весной, постепенно уменьшаясь к осени и зиме. Концентрация углеводов на протяжении года находилась в пределах 0,47—2,31 мг/дм³. Средняя концентрация углеводов достигла наибольших значений зимой, что отмечалось нами и ранее для других водных объектов [2]. Накопление углеводов в зимний период может быть связано с замедленным протеканием процессов их распада в это время и малым использованием углеводов гидробионтами для своего развития. Содержание БПВ в течение года изменялось незначительно — от 0,35 до 0,69 мг/дм³. Минимальная концентрация БПВ отмечена весной, летом и осенью она была максимальной, а зимой снова снизилась (табл. 2). Наблюдаемая сезонная динамика содержания БПВ подтверждает наши данные о том, что в водах с высоким содержанием ГВ концентрация БПВ минимальна [9].

Изучение кислородного режима, распределения общего содержания РОВ и их отдельных групп в поверхностном и придонном слоях воды проводили также в нижней части водохранилища весной и осенью 2008 г. Полученные данные свидетельствуют о том, что кислородный режим в основном был удовлетворительным. Как правило, поверхностные слои воды характеризовались большим содержанием растворенного кислорода по сравнению с придонными, хотя эта разница была незначительной. Минимальная его концентрация зарегистрирована в мае в придонном слое воды (табл. 3). Это было вызвано, как отмечалось ранее, поступлением в этот период в Киевское водохранилище припятских вод с повышенным содержанием ГВ, на окисление которых дополнительно расходовался кислород. Из представленных данных следует, что как предельные, так и средние значения ПО и БО были большими в придонных слоях воды, чем в поверхностных. Это обусловлено разными причинами, среди которых немаловажное значение может иметь уменьшение концентрации растворенного кислорода в придон-

2. Сезонная динамика содержания основных групп РОВ в воде нижнего бьефа Киевского водохранилища в 1992 г.

РОВ, мг/дм ³	Весна	Лето	Осень	Зима
ГК	<u>0,53 – 0,79</u> 0,68	<u>0,47 – 0,79</u> 0,62	<u>0,35 – 0,82</u> 0,58	<u>0,27 – 0,64</u> 0,46
ФК	<u>21,40 – 33,76</u> 27,86	<u>14,70 – 22,20</u> 17,89	<u>13,07 – 18,30</u> 14,92	<u>13,60 – 19,24</u> 16,51
Углеводы	<u>0,47 – 2,26</u> 1,34	<u>1,14 – 1,46</u> 1,43	<u>0,52 – 2,31</u> 1,17	<u>1,82 – 2,00</u> 1,89
БПВ	<u>0,35 – 0,69</u> 0,48	<u>0,47 – 0,69</u> 0,60	<u>0,64 – 0,68</u> 0,66	<u>0,41 – 0,66</u> 0,41

3. Содержание растворенного кислорода и значения ПО и БО воды нижней части Киевского водохранилища в 2008 г.

Показатели	Май		Сентябрь		Ноябрь
	поверхность	дно	поверхность	дно	поверхность
Растворенный кислород, мг/дм ³	<u>7,3 – 10,3</u> 8,2	<u>3,0 – 9,1</u> 7,8	<u>8,4 – 10,8</u> 9,7	<u>7,6 – 10,4</u> 9,2	<u>9,9 – 12,5</u> 10,5
ПО, мг О/дм ³	<u>13,5 – 19,0</u> 16,9	<u>14,1 – 19,3</u> 17,7	<u>13,7 – 16,3</u> 14,6	<u>14,7 – 16,9</u> 15,6	<u>10,9 – 12,5</u> 11,8
БО, мг О/дм ³	<u>40,3 – 57,6</u> 47,7	<u>40,3 – 66,2</u> 50,6	<u>36,5 – 60,8</u> 44,6	<u>42,5 – 66,9</u> 53,0	<u>17,3 – 28,8</u> 21,1

ных слоях воды, о чем указывалось выше. Формирование таких условий способствует поступлению РОВ из ДО в воду [4].

Определение компонентного состава РОВ и содержания растворенного кислорода в поверхностных и придонных слоях воды осуществляли на некоторых станциях отбора проб (табл. 4). Проведенные исследования показали, что между значениями ПО и БО и концентрацией растворенного кислорода в весенний и осенний периоды в поверхностных и придонных слоях воды наблюдалась обратная зависимость, причем придонные слои характеризовались большим общим содержанием РОВ и меньшей концентрацией кислорода. Так, значения ПО и БО воды нижнего бьефа в мае в поверхностном слое составляли соответственно 18,4 и 57,6 мг О/дм³, тогда как в придонном слое — 19,3 и 66,4 мг О/дм³. В сентябре эти показатели имели меньшие величины, но тенденция распределения РОВ сохранилась.

С другой стороны, нами установлено, что в разные сезоны между концентрацией растворенного кислорода и распределением отдельных групп РОВ в поверхностном и придонном слоях воды однозначная зависимость отсутствует. Если проследить за распределением содержания БПВ и углеводов, являющихся одними их основных метаболитов гидробионтов, то можно отметить, что в вегетационный период более высокая их концентрация от-

4. Содержание кислорода и РОВ в воде Киевского водохранилища в 2008 г.

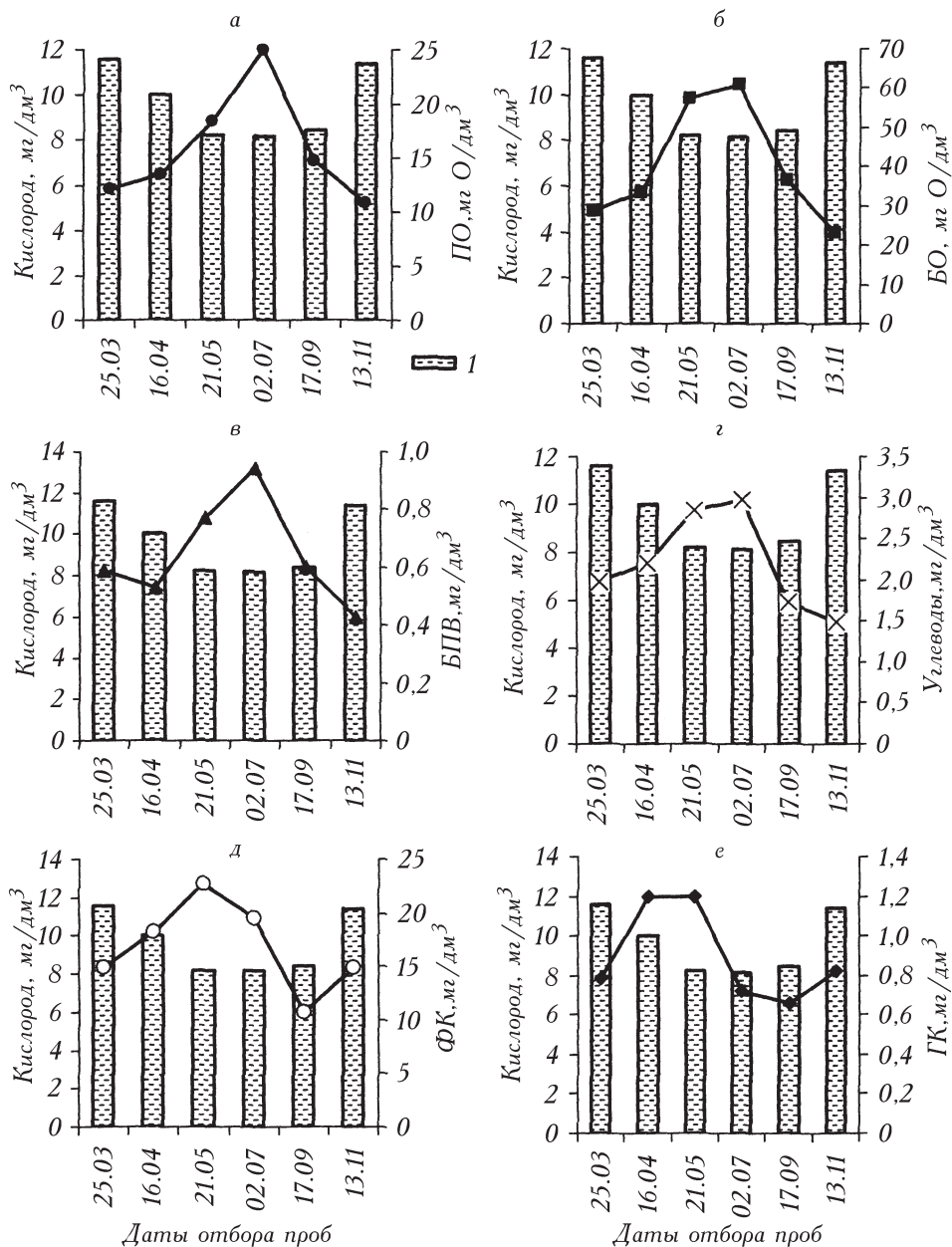
Точки отбора проб	O ₂ , мг/дм ³	ПО, мг О/дм ³	БО, мг О/дм ³	ГК, мг/дм ³	ФК, мг/дм ³	БПВ, мг/дм ³	Углеводы, мг/дм ³
21.05							
Нижний бьеф							
поверхность	8,21	18,4	57,6	1,2	22,7	0,77	2,84
дно	5,85	19,3	66,4	1,4	27,3	0,72	2,58
Глебовка							
поверхность	10,03	13,5	43,2	0,6	13,7	0,90	3,08
дно	9,12	14,1	48,9	0,7	13,7	0,75	2,70
17.09							
Нижний бьеф							
поверхность	8,42	14,7	36,5	0,38	8,4	0,60	1,73
дно	8,30	15,4	45,6	0,66	10,7	0,70	2,00
Глебовка							
поверхность	10,17	16,3	60,8	0,82	15,5	0,62	1,76
дно	9,64	16,9	66,9	0,74	15,4	0,68	1,98

мечена в поверхностном слое воды по сравнению с придонным. Так, в мае концентрация БПВ и углеводов в поверхностном слое воды составила соответственно 0,77—0,90 и 2,84—3,08 мг/дм³, в придонном — 0,72—0,75 и 2,58—2,70 мг/дм³. Вероятными причинами этих отличий могут быть достаточно интенсивные процессы размножения водорослей в поверхностных слоях воды весной, большее прогревание поверхности водоема и, как следствие, усиленный синтез белков и углеводов клетками водорослей.

Осенью концентрация БПВ и углеводов достигла несколько больших значений в придонных слоях воды. Такое увеличение, вероятно, связано с осадением на дно отмершей массы гидробионтов и её разложением. Как известно, именно эти вещества обычно накапливаются на конечной стадии развития гидробионтов и, особенно, в период их массового отмирания [17].

ГК и ФК являются более стойкими соединениями с биохимической точки зрения, поэтому их концентрация меньше зависит от интенсивности биологических и биохимических процессов, происходящих в водохранилище [6]. Содержание этих веществ больше связано с концентрацией растворенного в воде кислорода. Поэтому в придонном слое, где наблюдалось уменьшение содержания кислорода, концентрация ГВ была несколько выше по сравнению с поверхностным (см. табл. 4).

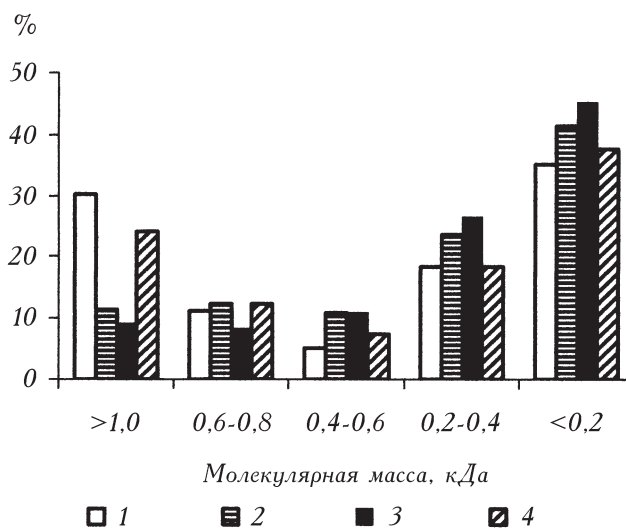
Анализ сезонной динамики концентрации РОВ и кислорода в поверхностном слое воды проводился на примере нижнего участка Киевского водохранилища. Максимальные значения ПО и БО воды наблюдались летом — в июле (рис. 1). При этом отмечалось снижение концентрации растворенного



1. Значения ПО (а), БО (б), содержания БПВ (в), углеводов (г), ФК (д) и ГК (е) в воде поверхностного слоя нижнего бьефа Киевского водохранилища в зависимости от концентрации растворенного кислорода (1) в 2008 г.

кислорода. Как известно, что в формировании кислородного режима важную роль играют фотосинтетические процессы, а также интенсивность деструкции РОВ. Поэтому, несмотря на возможные максимальные показатели фотосинтетической активности водорослей летом, содержание кислорода в это время было минимальным. Причиной этого может быть высокая темпе-

ратура воды и усиление деструкционных процессов [17]. Подтверждением этого служит максимальная концентрация БПВ и углеводов в указанный период. Что касается динамики содержания ГК и ФК, то максимальные их концентрации отмечены в апреле и мае, когда во время паводка в воду поступает большое количество ГВ. В этот период концентрация кислорода начала снижаться (см. рис. 1).



2. Молекулярно-массовое распределение фульвокислот в поверхностном слое воды Киевского водохранилища в 2008 г.: 1 — 16.04; 2 — 21.05; 3 — 17.09; 4 — 13.11.

Исследование динамики ММР ФК в поверхностном слое воды нижнего бьефа Киевского водохранилища показало, что наибольшее количество высокомолекулярных соединений ФК наблюдается именно весной. В это время в Киевское водохранилище из водосбора р. Припяти и ее притоков поступают поверхностно-грунтовые воды, содержащие ГВ болотного и торфяного происхождения. Для таких ГВ характерны соединения с большей молекулярной массой [14]. Повышение температуры воды и усиление деструкционных процессов в водохранилище приводят к увеличению количества низкомолекулярных ФК с молекулярной массой $< 0,2$ кДа. Осенью, в связи с затуханием указанных процессов и улучшением кислородного режима, наблюдается постепенное уменьшение содержания низкомолекулярных ФК (рис. 2).

Заключение

Среди РОВ воды Киевского водохранилища преобладают ГВ, которые имеют аллохтонную природу и поступают, в основном, со стоком р. Припяти. Повышенная концентрация ГВ способствует снижению концентрации кислорода, который частично расходуется на их окисление. Для всех правобережных участков Киевского водохранилища отмечено большее содержание ГВ и меньшая концентрация растворенного кислорода по сравнению с его левобережной частью. Таким образом, содержание ГВ, являющихся биохимически устойчивыми соединениями, в основном зависит от внешних факторов. Их концентрация имеет обратную зависимость от концентрации растворенного в воде кислорода. Кроме того, установлено, что в воде с большим содержанием ГВ концентрация БПВ минимальна, а углеводов — максимальна.

Изучение сезонной динамики содержания отдельных групп РОВ показало, что концентрация ГВ максимальна в апреле и мае во время паводка, а также летом

во время затяжных дождей, когда их содержание превысило 80 мг/дм³. Содержание БПВ было наименьшим весной, летом и осенью оно достигало максимальных величин. Для углеводов характерно повышение концентраций зимой.

Показано, что между концентрацией отдельных групп РОВ и растворенного в воде кислорода в поверхностных и придонных слоях воды однозначной зависимости не существует. В вегетационный период максимальное содержание БПВ и углеводов наблюдалось в поверхностных слоях воды. Осенью несколько большая концентрация этих веществ, напротив, обнаружена в придонных слоях воды, что, вероятно, обусловлено разложением отмершей массы гидробионтов. Установлено, что среди ФК высокомолекулярные соединения составляют большую часть в весенний период по сравнению с осенним.

Из полученных данных следует, что зависимость между общим содержанием РОВ и концентрацией растворенного в воде кислорода не полностью отражает такие показатели функционирования экосистемы, как, например, биомасса фитопланктона, интенсивность фотосинтеза и др. Более достоверные данные о состоянии экосистемы можно получить при изучении взаимосвязи содержания отдельных групп РОВ и растворенного кислорода, так как эти соединения принимают активное участие только в некоторых из множества процессов, регулирующих суммарную концентрацию РОВ.

Кислородный режим прямо или опосредованно влияет на миграцию, трансформацию и распределение РОВ между ДО и водой. В свою очередь, изменения содержания РОВ и их компонентного состава служат показателями оценки биологического и химического состояния водоемов.

**

Наведено результати дослідження компонентного складу розчинених органічних речовин (РОР) у воді Київського водосховища залежно від кисневого режиму. Показано, що основну роль у формуванні РОР відіграють гумусові речовини (ГР), які надходять зі стоком р. Прип'яті. Наявність у воді великої кількості ГР сприяє виникненню дефіциту кисню. Досліджено сезонну динаміку ГР, білковоподібних речовин та вуглеводів. Розглянуто розподіл РОР між поверхневими та придонними шарами води залежно від кисневого режиму.

**

Results of research of dissolved organic matter (DOM) component content depending on oxygen regime in water body of the Kyiv reservoir are given. It is shown that humic substances (HS) from the Prypiat river play the main role in the formation of DOM. Presence of the large quantities of HS leads to the oxygen deficit. Season dynamic of HS, proteins, and carbohydrates contents are investigated. DOM distribution between the surface and bottom lays depending on oxygen regime is considered.

**

1. Васильчук Т.А., Клоченко П.Д. Компонентный состав растворенных органических веществ некоторых притоков Днепра и его взаимосвязь с развитием планктонных водорослей // Гидробиол. журн. — 2003. — Т. 39, № 5. — С. 101—114.

2. Васильчук Т.О., Осипенко В.П. Вплив абіотичних чинників на формування розчинених органічних речовин озера Вербного // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. — 2009. — Т. 16. — С. 153—158.
3. Дебейко Е.В., Рябов А.К., Набиванец Б.И. Прямое фотометрическое определение растворимых белков в природных водах // Гидробиол. журн. — 1973. — Т. 9, № 6. — С. 109—113.
4. Денисова А.И. Формирование гидрохимического режима водохранилищ и методы его прогнозирования. — Киев: Наук. думка, 1979. — 292 с.
5. Денисова А.И., Нахшина Е.П., Новиков Б.Н., Рябов А.К. Донные отложения водохранилищ и их влияние на качество воды. — Киев.: Наук. думка, 1987. — 164 с.
6. Дзюбан А.Н., Бикбулатов Э.С., Бикбулатова Е.М., Кузнецова И.А. Бактериальное соокисление природных гумусовых веществ в присутствии глюкозы // Гидробиол. журн. — 2003. — Т. 39, № 5. — С. 68—75.
7. Иванова Е.К., Першина И.В., Поленова Т.В., Черняк С.М. Флуориметрический метод определения фульвокислот в морских водах // Журн. аналит. химии. — 1986. — Т. 41, № 7. — С. 1256—1259.
8. Киевское водохранилище: Гидрохимия, биология, продуктивность / Под ред. Я.Я. Цееба и Ю.Г. Майстренко. — Киев: Наук. думка, 1972. — 460 с.
9. Линник П.Н., Васильчук Т.А., Болелая Н.В. Гумусовые вещества в воде днепровских водохранилищ // Гидробиол. журн. — 1995. — Т. 31, № 2. — С. 74—81.
10. Линник П.Н., Васильчук Т.А., Линник Р.П. Гумусовые вещества природных вод и их значение для водных экосистем // Там же. — 2004. — Т. 40, № 1. — С. 81—107.
11. Методи гідрологічних досліджень поверхневих вод // За ред. В. Д. Романенка. — К.: ЛОГОС, 2006. — 408 с.
12. Оксюк О.П., Тимченко В.М., Якушин В.М., Линник П.Н. Кислородный баланс Киевского водохранилища в зимний период // Гидробиол. журн. — 2001. — Т. 37, № 3. — С. 10—22.
13. Плазій Є.Д. Вплив донних відкладів на кисневий режим водосховища в зимовий період // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. — К.: Ніка-Центр, 2001. — Т. 2. — С. 493—497.
14. Попов А.И. Гуминовые вещества: свойства, строение, образование. — СПб.: Изд-во СПб. ун-та, 2004. — 248 с.
15. Попович Г.М. Сорбционное концентрирование и спектрофотометрическое определение гуминовых и фульвокислот в водах: Автореф. дис. ... канд. хим. наук. — Киев, 1990. — 23 с.
16. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / Под ред. А. Д. Семенова. — Л.: Гидрометеиздат, 1977. — 542 с.
17. Сакевич А.И. Экзометаболиты пресноводных водорослей. — Киев: Наук. думка, 1985. — 200 с.
18. Сироткина И.С., Варшал Г.М., Лурье Ю.Ю., Степанова Н.П. Применение целлюлозных сорбентов и сефадексов в систематическом анализе органических веществ природных вод // Журн. аналит. химии. — 1974. — Т. 29, № 8. — С. 1626—1632.