



KAPITEL 5 / CHAPTER 5⁵
ALGAE INDICATION OF PHYTOPLANKTON EXISTENCE CONDITIONS
KRYNKA RIVERS (UKRAINE)

DOI: 10.30890/2709-2313.2022-14-02-012

Вступ

Водойми можуть слугувати як елемент ландшафту, бути об'єктом для міграції хімічних елементів (полютантів), акумулятором завислих речовин та забруднювачів, самі виступати джерелом забруднення, брати участь у відновленні рекультивациі ландшафтів, тощо (Шищенко, 2001). Водойми самі виступають як елементи трансформованого ландшафту (Tockner, Uehlinger, Robinson, 2009). За загальною класифікацією відповідають 5 класу (водні) та 5.1 та 5.2 підкласам (водосховища та канали відповідно) (Іванов, Ковальчук, 2016). Але й природні водойми зазнають видозмін разом зі всім комплексом природно-кліматичних умов (Сельмах, Мельнійчук, 2022). За умов трансформації басейну ріки центральним елементом аналізу ступеня деградації виступають водойми, які відображають не лише зміни, а часто напрямок самовідновлення ландшафтів та екосистем. Водорості є чутливими показниками трансформації та часто використовуються для біоіндикації (Parmar, Rawtani, Agrawal, 2016).

5.1. Загальна характеристика басейну та ріки Кринка

В наших дослідженнях була досліджена мала ріка у одному з найбільш антропогенно трансформованих регіонів України – південному сході (Донецька область України). Гідрографічна сітка Донбасу одна з найрозріджених в Україні. Наприклад, у Південному Приазов'ї вона має середню щільність 0,15–0,25 км/км² (Яцик, Хорєв, 2000), представлена річками басейнів Дону, Дніпра, річками, які безпосередньо впадають в Азовське море, а також низкою озер, водосховищ, ставків та каналів. Це має додатковий потенціал тиску при трансформації і дефіцит запасів води з посиленням використання водних ресурсів для господарювання відбивається на інтенсивності та напрямку процесів трансформації.

Досліджено ріка Кринка – права притока вищого порядку ріки Міус

⁵*Authors: Lialiuk Natalia*



належить басейну Азовського моря. Її джерело знаходиться біля міста Дебальцеве. Кринка утворена злиттям річок Садки та Булавинка на південний захід від міста Єнакієве. Довжина Кринки 180 км (у тому числі на південному сході України – 165 км, на території Ростовської області Російської Федерації – 15 км), долина річки вузька, глибока до 60 м, з крутими схилами. Швидкість плину змінюється від 3 до 6 км/год, багато мілин, завалів, перекатів, порогів. Ухил річки – 0,67 м/км. Русло звивисте, шириною від 5 до 20 м. Глибина до 1-2 м, місцями 4 м. На окремих ділянках проведено розчищення русла, вздовж якого розташовані численні сільськогосподарські землі.

Основними джерелами забруднення водотоків басейну. Кринки є промислові та побутові стічні води міст Дебальцеве, Вуглегірська, Сніжного, Тореза, Горлівки, Єнакієвого, а також шахтні води. Мінералізація води досягає 1,6 г/дм³ і за сезонами року змінюється незначно, що пов'язано зі стабільністю складу та властивостей шахтних вод цього району.

За складом вода ріки Кринки хлоридно-сульфатного та сульфатного класу групи натрію та кальцію (Сельмах, Мельнійчук, 2022). За даними 2005 року (Третьяков, 2005) у зв'язку з надходженням великої кількості відпрацьованих вод величина біохімічної потреби води в кисні досягає 5-7 мг/дм³; вміст нафтопродуктів – до 2,5 мг/дм³, нелетких фенолів – до 0,8 мг/дм³, азот нітратний – до 17 мг N /дм³. Низька якість води спостерігається на ділянці нижче міста Єнакієвого та впадання притоку ріки Корсунка. В останній перевищення гранично допустимої концентрації (ГДК) становить: за виваженими речовинами – у 4 рази, за нафтопродуктами – у 30 разів, за фенолами – у 40 разів. У ріку Булавін щорічно скидається 6,5 млн. м³ шахтних вод, і вода річки має перевищення всіх нормативів: за виваженими речовинами перевищення ГДК у 10 разів, нафтопродуктів – у 60 разів, фенолам – у 50 разів, мінералізації – у 1,5 рази. На багатьох ділянках річок спостерігаються "мертві зони". За складом обидві річки належать до сульфатного класу групи натрію. Концентрація забруднюючих речовин. Вільховий промисловими та шахтними водами сягає 75-80%, склад води – типовий для шахтних вод даного району – сульфатного класу групи натрію. Величина мінералізації 1,3-1,5 г/л, перевищення ГДК з нафтопродуктів у 2-5 разів, фенолів – у 8 разів. До Ольхівського водосховища цією річкою вноситься до 140 тис. т солей, понад 10 т нафтопродуктів, 190 кг фенолів на рік (Третьяков, 2005).

Таким чином, басейн ріки Кринки, особливо у верхній течії річки, у всьому



забрудненому стані. У більшості водотоків процеси самоочищення порушені.

Дослідження, проведені у 2011–2013 рр. у середній течії ріки (48°02'18.4"N 38°15'07.0"E). Проаналізовані гідрохімічні параметри та визначено якість води за уніфікованою системою якості. Встановлено, що середнє значення прозорості води ріки Кринка дорівнює 0,63 (таблиця 1). Влітку показник прозорості знижується, що може бути пов'язане з підвищенням продуктивної активності фітопланктону, нектону та інших реобіонтів, а восени прозорість збільшується, оскільки активність мікроорганізмів на той час знижується.

Таблиця 1 – Фізико-хімічні показники води річки Кринка

Показник	Літо	Осінь	Середнє	ГДК
1	2	3	4	5
Прозорість, см	0,9±0,001	0,36±0,002	0,63±0,001	-
Зважені речовини, мг\дм ³	163±0,012	193±0,016	178±0,014	15
Сухий залишок, мг\дм ³	1296±0,41	1102±0,33	1199±0,48	1500
Хлориди, мг\дм ³	232±0,011	242±0,015	237±0,012	250
Сульфати, мг\дм ³	385±0,002	371±0,001	378±0,004	400
Фосфати, мг\дм ³	7,42±0,00003	6,15±0,0001	6,785±0,00005	5,0
Азот амонійний, мг\дм ³	6,81±0,00009	7,2±0,00004	7,005±0,0005	2,5
Нітриди, мг\дм ³	4,08±0,0001	4,18±0,0004	4,13±0,0008	3,3
Нітрати, мг\дм ³	35,4±0,0005	34,5±0,0008	34,95±0,0007	45
Хром, мг\дм ³	0,084±0,0001	0,17±0,0002	0,127±0,0001	0,30
Залізо, мг\дм ³	1,38±0,0003	2,015±0,0001	1,6975±0,0002	0,30
Феноли, мг\дм ³	0,019±0,0001	0,018±0,0001	0,0185±0,0001	0,001
СПАР, мг\дм ³	0,38±0,0003	0,45±0,0005	0,415±0,0007	0,30
Цинк, мг\дм ³	0,16±0,0001	0,31±0,0003	0,235±0,0002	0,50
Нікель, мг\дм ³	0,22±0,0002	0,046±0,0003	0,133±0,0005	0,10
Мідь, мг\дм ³	0,22±0,00001	0,137±0,00004	0,1785±0,00005	0,30

Був проаналізований середній вміст завислих у воді речовин (у середньому становив 178±0,014 мг/дм³), що є зависоким для поверхневих вод. У літній період кількість завислих речовин нижче, ніж восени. Середнє значення сухого залишку становило 1199 мг/дм³. За мінералізацією вода характеризується як солонувата. Вміст хлоридів у річці Кринка становив 237 мг/дм³ (не перевищує ГДК), в



осінній період спостерігали невелике підвищення хлоридів у річці на 10 мг/дм³. Середня концентрація сульфатів у воді ріки Кринка склала 378±0,004 мг/дм³.

В річці зафіксовані інтенсивні процеси евтрофікації. Вміст фосфатів у річці перевищував ГДК і зростання фосфатів спостерігали влітку. Середнє значення показника було на рівні 6,785±0,00005 мг/дм³. Середнє значення азоту амонійного становило 7,005±0,0005 мг/дм³ (перевищення ГДК у 3,5 рази), азоту нітритів – 4,13 мг/дм³ (у 1,2 рази перевищувало ГДК). Нітрати не перевищували ГДК.

Вміст забруднюючих речовин у річці Кринка досить висока. Перевищення визначено для заліза (у 6,7 рази), феноли (у 18,5 разів), СПАР (в 1,4 рази від ГДК), нікелю (у 2,2 рази). Вміст цинку та міді був менше ГДК.

Визначення класу якості води показало, що вода ріки в середній течії за класифікацією якості солонуватих β-мезогалінних вод за критеріями забруднення компонентами сольового складу (Яцик та ін, 2006) відповідає IV класу 5 категорії. За екологічною класифікацією якості поверхневих вод за трофо-сапробіологічними критеріями (Яцик та ін, 2006) відповідає IV класу 6 категорії. За критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії IV класу 6 категорії. Стан вод поганий вода брудна, процеси самовідновлення, вірогідно порушені.

Таким чином, екосистема ріки Кринка зазнає потужного впливу з боку господарської діяльності. Комплексний характер впливу визначається концентрацією промислових підприємств різного профілю (металургійного заводу м. Єнакієве, гірничопромислові підприємства, сільськогосподарські тощо), що визначає складний характер впливу та хронічний тривалий тиск поллютантів. Трансформація самої ріки визначається зміною в руслі та басейні об'єкту. Числені штучні водойми перерозподіляють стік ріки та призводять до зміну всього водного балансу. Незворотні втрати частини стоку погіршують процеси самовідновлення якості води та врешті рещт можуть призвести до зникнення ріки, посилення процесів заростання та замулення. А вже відмічені вище процеси евтрофікації призведуть до заболочування та пересихання частин русла.

5.2. Фітопланктон ріки Кринка (середня течія)

Дослідження, проведені у 2011–2013 роках у середній течії ріки показали, що в угрупованнях фітопланктону зустрічалися водорості п'яти систематичних



відділів *Cyanoprocarvota*, *Euglenophyta*, *Chrysophyta*, *Bacillariophyta*, *Chlorophyta* (таблиця 2).

Таблиця 2 – Систематична структура видів фітопланктону ріки Кринка

Відділ	Родина	Рід	Вид
<i>Cyanoprocarvota</i>	7	8	12
<i>Euglenophyta</i>	1	2	4
<i>Chrysophyta</i>	1	5	6
<i>Bacillariophyta</i>	9	23	71
<i>Chlorophyta</i>	10	21	39

Загалом в альгофлорі відмічено 132 види водоростей, які належали 59 родам (28 родин 11 порядків 7 класів). Видове різноманіття відділів водоростей середньої течії ріки представлене на рисунку 1.

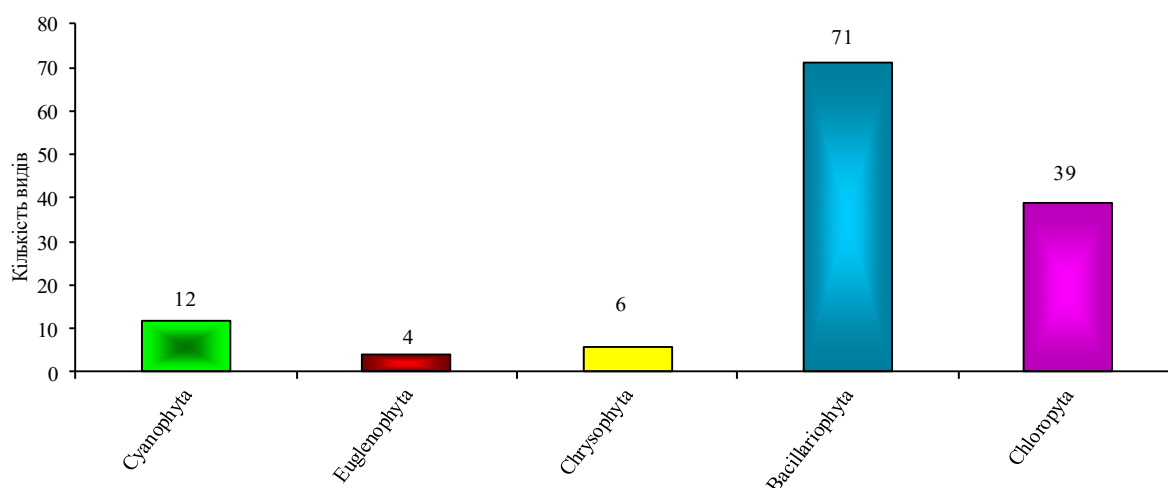


Рисунок 1 – Кількість видів водоростей планктону ріки Кринка

За кількістю видів домінували відділи *Bacillariophyta* (53,8% від загального числа видів альгофлори) та *Chlorophyta* (29,5%). Третє місце за кількістю видів посіли відділи *Cyanophyta* та *Crysophyta*. Сумарно вони становили 13% від загального числа видів альгофлори. Відділ *Euglenophyta* був менш різноманітний (4 види).

Було визначено систематичну структуру водоростей планктону середньої течії ріки Кринка за системою Фотта. Серед водоростей відділу *Cyanoprocarvota* найбільшою видовою різноманітністю відзначалися родини *Oscillatoriaceae* (33,4% від загального числа видів). На другому місці за видовим та родовим



різноманіттям були родини *Gomphosphaeriaceae* та *Microcystidaceae*. Інші родини були рівнозначними (по 1 виду та 1 роду кожна). Відділи *Euglenophyta* та *Chrysophyta* були представлені по одній родині кожний. Серед зазначених відділів найбільшим видовим та родовим різноманіттям (5 родів та 6 видів) відзначалась родина *Chrysomonadaceae* (*Chrysophyta*). Найбільшою родовою та видовою різноманітністю у відділі *Bacillariophyta* відзначалась родина *Naviculaceae* (30,5% та 33,8% від загальної кількості родів та видів). За видовою різноманітністю виділялась також родина *Nitzschiaceae* (22 види; 31% від загальної кількості видів відділу), а за родовою різноманітністю виділялась родина *Coscinodiscaceae* (4 роди, 17,4% від загальної кількості). Менш представленою була родина *Fragilariaceae*. Відділ *Chlorophyta* містив 21 рід та 39 видів. За родовим та видовим різноманіттям відзначалась родина *Scenedesmaceae*, а за видовим різноманіттям – родини *Oocystaceae*, *Chlamydomonadaceae*.

У фітопланктоні середньої течії ріки Кринка на дослідженій ділянці домінував діатомово-протококовий комплекс, структуру якого визначили родини *Naviculaceae*, *Nitzschiaceae*, *Scenedesmaceae* зі значною участю видів родин *Oocystaceae*, *Coscinodiscaceae*, *Fragilariaceae*, а також *Chrysomonadaceae* відділу *Chrysophyta*.

5.3. Альгоіндикація середньої течії ріки Кринка

За результатами аналізу індикторів біотопів встановлено, що основу угруповань фітопланктону становили планктонно-бентосні види (44% від загального числа видів). Менш представленими були бентосні форми (31%). У складі певних видів водоростей було виявлено фікобіонт (*Chlorella vulgaris*) та 2 епіфітні види (*Chaetopeltis orbicularis* та *Characium ornithocephalum*). Типовими представниками планктонно-бентосної групи були *Monoraphidium arcuatum*, *M. contortum*, *M. griffithii*, *M. minutum*, *Oocystis borgei*, *Scenedesmus falcatus*, *S. intermedius*, *Microcystis pulvereae*, *Oscillatoria limosa*, *O. tenuis*. Серед бентосних видів можна вказати *Amphora lineolata*, *A. veneta*, *Caloneis amphisbaena*, *Cylindrotheca gracilis*, *Cymbella cymbiformis*, *C. tumida*. Загалом домінували планктонно-бентосні види (41 вид), субдомінантами були бентосні види (29 видів), третьому місці планктонні види (15 видів).



Аналіз біоіндикаторів умов температурного режиму водойми показав, що домінували водорості, характерні помірним температурним умовам (9 видів). Також протягом року виявлений один теплолюбний вид (*Phormidium abiguum* Gom.) та один холодолюбний вид – *Gyrosigma acuminatum* (Ktz.) Rabh.

За реофільністю відзначено 2 індикаторні групи: види, характерні стоячим та стоячо-тікучим водоймам (29 видів водоростей із 40 індикаторних). Основу цієї групи склали представники відділу *Chlorophyta* (76% від загальної кількості індикаторів стояче-тікучих умов).

Вивчення галобності видів показало, що найбільш численною була група олігогалобів-індиферентів (76% від загальної кількості індикаторів галобності). Менш представленими були групи олігогалобів-галофілів (10 видів) та мезогалобів (5 видів). Серед представників відділу *Cyanoprokaryota* найбільше виявлено олігосапробів-індиферентів (7 видів): *Anabaena sphaerica*, *Merismopedia glauca*, *M. punctata*, *Dactylococcopsis irregularis* та ін. Також для даного відділу було визначено 4 олігогалоба-галофіла та 1 вид олігогалоб-галофоб (*Dactylococcopsis acicularis*). Для відділу *Bacillariophyta* найбільше було визначено олігогалоб-індиферентів (26 видів). Субдомінантами були олігогалоби-галофіли (5 видів). Серед представників відділу *Chlorophyta* найбільше виявлено олігогалобів-індиферентів (20 видів), а також 1 вид олігогалоб-галофоб (*Chlorella vulgaris*). Серед представників відділу *Euglenophyta* відзначено 1 вид мезогалоб (*Euglena clara* Ehr.).

За ацидофільністю видів (умови рН води) було відзначено всі індикаторні групи і найбільша група алкаліфіли (17 видів) та індиференти-нейтрофіли (16 видів). З числа діатомових водоростей був один вид ацидофіл (*Encyonema elginense*).

Серед індикаторів сапробності найбільше видове різноманіття спостерігали серед олігосапробіонтів та β -мезосапробіонтів (13 та 17 видів відповідно). Серед представників відділу *Cyanoprokaryota* домінували оліго- α -мезосапробіонти (*Merismopedia glauca*, *M. punctata*, *Microcystis aeruginosa*) та оліго- β -мезосапробіонти (*Anabaena sphaerica*, *Microcystis pulvereae*, *Oscillatoria planctonica* Wolosz.), а також β -мезосапробіоти (*Phormidium abiguum* та *Oscillatoria limosa*). Також були виявлені β - α -мезосапробіонти. Серед представників відділу *Chlorophyta* домінували β -мезосапробіонти (15 видів), субдомінантами були оліго- α -мезосапробіонти (7 видів). Також для даного відділу було виявлені оліго- β -мезосапробіонт (*Closteriopsis longissima*),



олігосапробіонти (*Scenedesmus qutwinskii*, *S. magnus*), β -олігосапробіонти (*Oocystis borgei* та *Schroederia setigera*), β -мезосапробіонт, α -мезосапробіонт (*Chlorella vulgaris*) та β -полісапробіонт (*Scenedesmus obliquus*). Для *Bacillariophyta* найбільше відзначено олігосапробіонти (11 видів). Також тут виявлено 3 ксеносапробіонти, 2 ксено-олігосапробіонти, 3 оліго-ксеносапробіонти, 2 оліго- β -мезосапробіонт, ксено- β -мезосапробіонт, оліго- α -мезосапробіонт і α - β -мезосапроб. Серед представників відділу *Euglenophyta* відзначено олігосапробіонт (*Euglena clara*) та 1 α -мезосапробіонт (*E. polymorpha*). За системою Ватанабе для відділу *Bacillariophyta* було виявлено 7 видів-еврісапробів, 7 видів-сапроксенів.

Загалом у фітопланктоні середньої течії ріки Кринка домінували планктонно-бентосні види, характерні стояче-тікучим олігогалобним водоймам з нейтрально-слаболужною реакцією та помірним температурним режимом. Характер забруднення по сапробності помірний з непорушеними процесами самоочищення.

Висновки

В угрупованнях фітопланктону зустрічалися водорості п'яти систематичних відділів *Cyanoprocarvota*, *Euglenophyta*, *Chrysophyta*, *Bacillariophyta*, *Chlorophyta* (132 види водоростей, які належали 59 родам 28 родинам 11 порядків 7 класів). У фітопланктоні середньої течії ріки Кринка на дослідженій ділянці домінував діатомово-протококовий комплекс, структуру якого визначили родини *Naviculaceae*, *Nitzschiaceae*, *Scenedesmaceae* зі значною участю видів родин *Oocystaceae*, *Coscinodiscaceae*, *Fragilariaceae*, а також *Chrysomonadaceae* відділу *Chrysophyta*. Домінували планктонно-бентосні види, характерні стояче-тікучим олігогалобним водоймам з нейтрально-слаболужною реакцією та помірним температурним режимом. Характер забруднення по сапробності помірний з непорушеними процесами самоочищення.