

УДК 635.926:911.375.1:[556.53]

О. В. Клепець

**ПРОДУКТИВНІСТЬ ВИЩИХ ВОДНИХ РОСЛИН
р. ВОРСКЛИ В УМОВАХ УРБАНІЗАЦІЇ ЛАНДШАФТУ**

Важливим природно-історичним чинником розвитку багатьох міст виступають річки, однак їх екосистеми сьогодні тією або іншою мірою деградують під посиленням тиском широкого спектру впливів, зумовлених урбанізацією. Опір екосистеми проявляється у вигляді протидії тенденцій впорядкування і хаотизації, зокрема через певне співвідношення взаємопротилежних процесів — продукції та деструкції органічної речовини [3]. Найбільш очевидно при цьому є реакція автотрофного компонента, що завдяки здатності до фотосинтезу визначає масштаб матеріально-енергетичних потоків в екосистемі та її функціональну рівновагу [1]. У більшості рівнинних річкових екосистем помітна продукційна роль належить вищим водним рослинам і макроскопічним водоростям, тому вивчення їх продукційних показників може стати основою визначення напрямку і глибини антропогенної трансформації річок в умовах урболандшафту.

Ключові слова: вищі водні рослини, фітомаса, продукція, урбанізація, р. Ворскла.

Метою даної роботи було вивчення продукційних показників вищих водних рослин (ВВР) р. Ворскли у районі м. Полтави.

Матеріал і методика досліджень. Ворскла — типова середня рівнинна річка, ліва притока Дніпра. Довжина її русла становить 464 км, площа водозбірного басейну 14,7 тис. км². У середній течії, де розташоване м. Полтава (295 тис. жителів), вона зазнає комплексного антропогенного впливу.

Дослідження проводили на відрізку р. Ворскли протяжністю близько 25 км у районі м. Полтави із застосуванням традиційних у гідроботаніці методик [6, 11] протягом вегетаційних сезонів 2012—2015 рр.

Площі угруповань макрофітів оцінювали окомірно та із застосуванням програмного ресурсу Digitizer до детальних супутникових фотознімків русла, отриманих за допомогою програми Google Earth і дешифрованих у польових умовах [12]. Визначення надземної фітомаси здійснювали у період максимального розвитку водних рослин (липень — серпень) шляхом відбору укосів на облікових ділянках фітоценозів площею 0,5 м² (для занурених і повітряно-водних рослин) та 1 м² (для рослин із плаваючим листям). Всього було відібрано 116 укосів рослин різних екологічних груп. Перерахунок

© О. В. Клепець, 2016

1. Карта-схема району досліджень: *A* — урбанізована територія, *B* — мости, *C* — шлюзи-регулятори річкового стоку, *D* — межі ділянок, *E* — випуски зливової каналізації, *I–V* — номери ділянок.

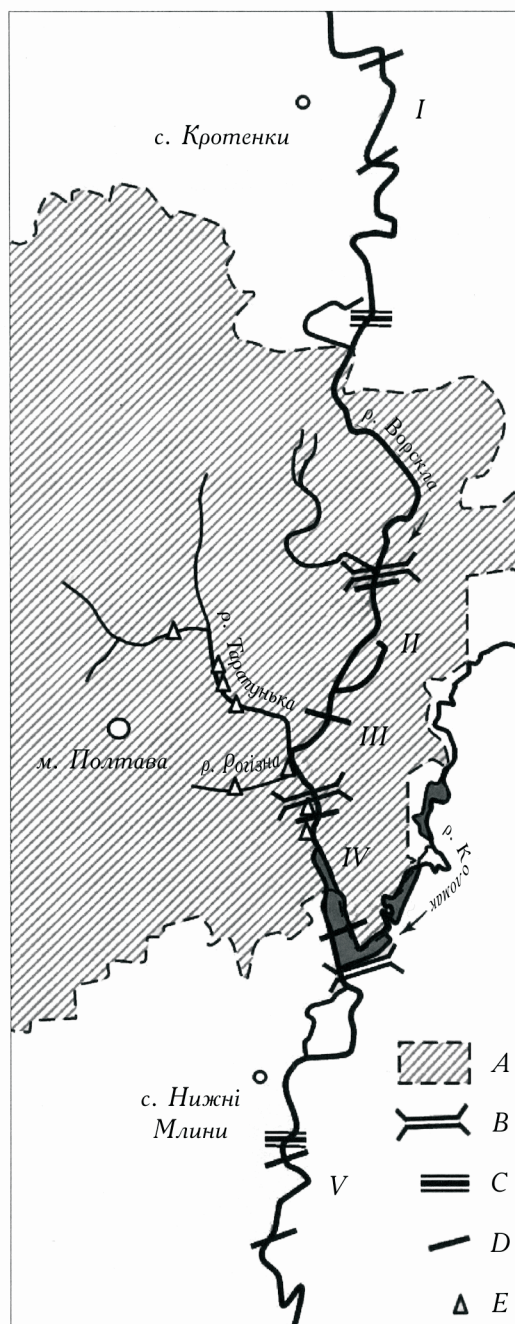
повітряно-сухої маси (ПСМ) на абсолютно суху (АСМ) проводили за формулою: $АСМ = ПСМ \times 0,93$ [13]. Для розрахунку чистої річної продукції використовували *P/V* коефіцієнт 1,2 [17]. Продукцію також виражали в органічній речовині [13], вуглеці [17] та енергетичному еквіваленті [20].

Було досліджено п'ять послідовно розташованих ділянок річища, які відрізнялися ступенем антропогенного впливу: *I* — 5 км вище міста, *II* — верхня частина міського відрізка, *III* — середня частина міського відрізка, *IV* — нижня частина міського відрізка, *V* — 5 км нижче міста (рис. 1).

Оцінку ступеню урбанізації досліджених ділянок проведено за комплексом чинників антропогенного впливу на русло і прибережну зону (табл. 1).

Результати досліджень та їх обговорення

Характер заростання ділянок макрофітами. Досліджені ділянки р. Ворскла помітно різняться за характером заростання (табл. 2). Перша ділянка майже не зазнає впливу урбанізації, у зв'язку з чим обрана за еталон. Акваторія заростає помірно, угруповання рослин різних екологічних груп представлені більш-менш рівномірно, хоча рослини із плаваючим листям дещо переважають і представлені лише ценозами прикріплених гідрофітів (див. табл. 2).



1. Оцінка інтенсивності урбанізації на досліджених ділянках р. Ворскла

Показник антропогенного впливу		Прояв на ділянці				
		I	II	III	IV	V
Рекреація						
— відпочинок на березі	стаціонарний (пункти сервісу)	—	+	+	+	—
	стихійний	+	+	+	+	+
— купання	організоване (пляжі)	—	+	+	+	—
	стихійне	+	+	+	+	+
— аматорське рибальство		+	+	+	+	+
Трансформація берегів						
— забудова	садибна	—	+	+	+	—
	багатоповерхова	—	—	+	—	—
	промислова	—	—	+	—	—
— садівництво, городництво		+	+	+	+	+
— випасання		+	+	—	—	+
— автомобільні шляхи		—	—	+	+	—
Трансформація русла						
— підпір рівня		+	+	+	+	—
— спрямлення		—	—	+	+	—
— розширення		—	+	+	+	—
— днопоглиблення		—	—	—	+	—
— одамбування		—	—	—	+	—
Гідротехнічні споруди						
— мости залізничні		—	+	—	+	—
— мости автомобільні		+	—	+	+	—
Водний транспорт						
— човни, катамарани		+	+	+	+	+
— моторні човни, гідроцикли		—	+	+	+	—

Продолжение табл. 1

Показник антропогенного впливу	Прояв на ділянці					
	I	II	III	IV	V	
Забруднення						
— випуски зливо- вої каналізації	—	—	+	+	—	
— скиди підприємств	—	—	+	—	—	
— скиди очисних споруд	—	—	—	+	+	
стихійні побутові стоки	—	+	+	+	—	
засмічення		акваторії	+	+	+	—
		прибережної зони	+	+	+	+
Фітоінвазії						
— водні	+	—	—	+	—	
— навколоводні	+	+	+	+	+	
Кількість балів	11	17	21	24	9	
Ступінь інтенсив- ності урбанізації	низь- кий	помір- ний	високий		дуже низь- кий	

П р и м і т к а. «+» — наявність чинника на ділянці оцінена в один бал.

На верхньоміській ділянці, де вплив міського середовища стає помітним, ступінь заростання акваторії поступово зростає (42,6%) в основному за рахунок повітряно-водних (які займають тут найбільші абсолютні площі на всьому дослідженому відрізку) та занурених рослин. Ценози прикріплених гідрофітів із плаваючим листям, навпаки, помітно скорочуються, що може бути зумовлене посиленням рекреаційним тиском через розташування системи міських пляжів. Водночас у поясі рослин із плаваючим листям з'являються угруповання вільноплаваючих гідрофітів, які займають помітну частину акваторії, очевидно, в результаті зростання концентрації біогенних сполук у воді внаслідок часткового порушення водозбірної поверхні в межах цієї ділянки.

Середньоміська ділянка, де розташовані гирла малих річок (див. рис. 1, табл. 1) характеризуються уповільненням швидкості течії до 0,1 м/с і, відповідно, активними процесами замулення дна, через що є найбільш мілководною і піддається надмірному заростанню (56,0%) при максимальній участі занурених рослин. У поясі рослин із плаваючим листям ступінь заростання акваторії ценозами прикріплених гідрофітів залишається невисоким, проте заростання ценозами вільноплаваючих рослин зростає, що у цілому

2. Ступінь заростання ділянок р. Ворскла угрупованнями ВВР

Угруповання ВВР	Ступінь заростання на ділянках, % площі											
	I		II		III		IV		V			
	заростей	акваторії	заростей	акваторії	заростей	акваторії	заростей	акваторії	заростей	акваторії		
<i>Seratophyllum demersum</i>	23,8	8,2	25,2	10,7	37,5	21,0	10,3	1,0	27,2	13,1		
<i>Potamogeton pectinatus</i>	—	—	2,3	1,0	—	—	—	—	—	—		
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	—	—	—	—	—	—	9,7	1,0	—	—		
Занурені рослини	23,8	8,2	27,5	11,7	37,5	21,0	20,0	2,0	27,2	13,1		
<i>Nuphar lutea</i>	46,0	15,8	14,2	6,0	16,1	9,0	30,0	2,9	37,7	18,1		
Рослини прикріплені із плаваючим листям	46,0	15,8	14,2	6,0	16,1	9,0	30,0	2,9	37,7	18,1		
<i>Salvinia natans</i> + <i>Spirodela polyrrhiza</i>	—	—	11,8	5,1	10,7	6,0	—	—	—	—		
<i>Spirodela polyrrhiza</i>	—	—	7,1	3,0	—	—	—	—	—	—		
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	—	—	—	—	7,1	4,0	—	—	—	—		
<i>Lemna gibba</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	14,7	7,1		
Вільноплаваючі рослини	—	—	18,9	8,1	17,8	10,0	—	—	14,7	7,1		
<i>Glyceria maxima</i>	1,5	0,5	—	—	2,6	1,4	—	—	—	—		
<i>Typha angustifolia</i>	4,5	1,6	9,3	4,0	1,0	0,6	18,4	1,8	—	—		
<i>Typha latifolia</i>	18,1	6,2	16,2	6,9	8,9	5,0	4,1	0,4	—	—		
<i>Phragmites australis</i>	6,1	2,1	13,9	5,9	16,1	9,0	27,5	2,7	—	—		
<i>Sparganium emersum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	6,1	2,9		

Продолжение 2

Угруповання ВВР	Ступінь заростання на ділянках, % площі										
	I		II		III		IV		V		
	заростей	акваторії	заростей	акваторії	заростей	акваторії	заростей	акваторії	заростей	акваторії	
<i>Sparganium erectum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6,1	3,0
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8,2	3,9
Повітряно-водні рослини	30,2	10,4	39,4	16,8	28,6	16,0	50,0	4,9	20,4	9,8	9,8
Всього	100,0	34,4	100,0	42,6	100,0	56,0	100,0	9,8	100,0	48,1	48,1

відповідає тенденції до урбанізаційної трансформації природного рослинного покриву [5, 7].

Нижньоміська ділянка, що зазнає найсильнішого комплексного впливу урболандшафту (див. табл. 1), відрізняється найменшим ступенем заростання акваторії та помітними перебудовами у структурі заростей. Як і на верхньоміській, тут переважають повітряно-водні рослини, які формують щільні смуги уздовж берегів. Через штучне скорочення площ ріпалі та різке зменшення прозорості води (до найменшого на всьому відрізку) поширення занурених рослин стає мінімальним. Заростання ценозами прикріплених гідрофітів із плаваючим листям незначне, вільноплаваючі рослини угруповань не утворюють.

Ділянка, розташована нижче міста, характеризується безпідірним гідрологічним режимом і природними параметрами русла, що обумовлює зміни характеру водної рослинності. Пояс повітряно-водних рослин представлений угрупованнями низькотравних геолофітів. Помітного розвитку досягають угруповання занурених гідрофітів. Максимальна частка у заростях належить ценозам рослин із плаваючим листям. За структурою заростей ділянка наближена до еталонної, але ступінь заростання акваторії вищий, більш розвинені ценози вільноплаваючої рослинності.

Отже, просторове поширення ВВР на досліджених ділянках р. Ворскли перебуває у тісній залежності від характеру і інтенсивності антропогенного перетворення річкової екосистеми в умовах урбанізованого ландшафту.

Фітомаса угруповань константних видів-ценозоутворювачів. Зміна умов існування за градієнтом урбанізації відбивається на продукційних можливостях угруповань ВВР різних екологічних груп, що було встановлено при порівнянні показників фітомаси угруповань основних домінуючих видів на різних ділянках (табл. 3).

3. Фітомаса угруповань константних видів-ценозоутворювачів на досліджених ділянках р. Ворскли (повітряно-суха, г/м²)

Угруповання	Ділянки				
	I	II	III	IV	V
<i>Ceratophyllum demersum</i>	652 ± 54	604 ± 18	386 ± 20	246 ± 38	376 ± 22
<i>Nuphar lutea</i>	400 ± 8	408 ± 8	256 ± 12	257 ± 10	403 ± 10
<i>Phragmites australis</i>	2302 ± 200	3910 ± 144	3033 ± 88	5949 ± 262	—
<i>Typha latifolia</i>	1754 ± 86	1247 ± 128	1454 ± 130	3087 ± 178	—
<i>Typha angustifolia</i>	792 ± 32	1558 ± 174	2342 ± 230	3007 ± 368	—

Посилення урбанізації ландшафту негативно позначається на продукційних можливостях справжніх водних рослин (див. табл. 3). Фітомаса в угрупованнях *C. demersum* поступово знижується від еталонної до верхньоміської ділянки і різко — на найбільш трансформованих міських ділянках: на III — в 1,7 разу, на IV — у 2,7 разу відносно еталонної. На ділянці нижче міста продукційні показники занурених рослин хоча й зростають після тривалого пригнічення, але не досягають еталонного рівня: маса укосів становить 153% значення на нижньоміському та лише 58% значення на еталонному створі. Схожа динаміка спостерігається у ценозів *N. lutea*, фітомаса яких на ділянках із найбільш високим ступенем урбанізації (III—IV) помітно знижується порівняно із слабо трансформованими ділянками (I—II), але нижче міста зростає навіть дещо вище еталонного рівня.

Угруповання високотравних гелофітів, навпаки, демонструють тенденцію до значного підвищення фітомаси від еталонної до нижньоміської ділянки. Однак на середньоміській спостерігається тимчасове зниження фітомаси ценозів *Ph. australis*, пов'язане зі зменшенням середньої маси одного пагону домінанта і щільності його травостою, що, швидше за все, обумовлене заболоченням екотопів [15].

Висока фітомаса гелофітів, зареєстрована на всьому урбанізованому відрізьку р. Ворскла (див. табл. 3), є співставною із даними інших авторів по природних водоймах південних регіонів. Так, у біотопах пониззя Дніпра та Південного Бугу повітряно-суха маса очерету у середньому становила 1,9 кг/м², у найбільш продуктивних заростях — понад 4,0 кг/м², рогузу вузьколистого — відповідно 1,6 і 3,4 кг/м² [9]. У водоймах гирлової області Дунаю повітряно-суха фітомаса заростей очерету досягала 3,1 кг/м² [4]. На захищених мілководдях Запорізького водосховища із добре сформованим рослинним покривом очерет може продукувати 4,2—7,3 кг повітряно-сухої маси на 1 м² [2]. Таким чином, умови урбанізованого ландшафту виявляють стимулюючий вплив на продукційні можливості угруповань гелофітів помірної зони, де природний рівень трофності вод забезпечує значно нижчі показники біомаси (зокрема, для середнього Дніпра значення повітряно-су-

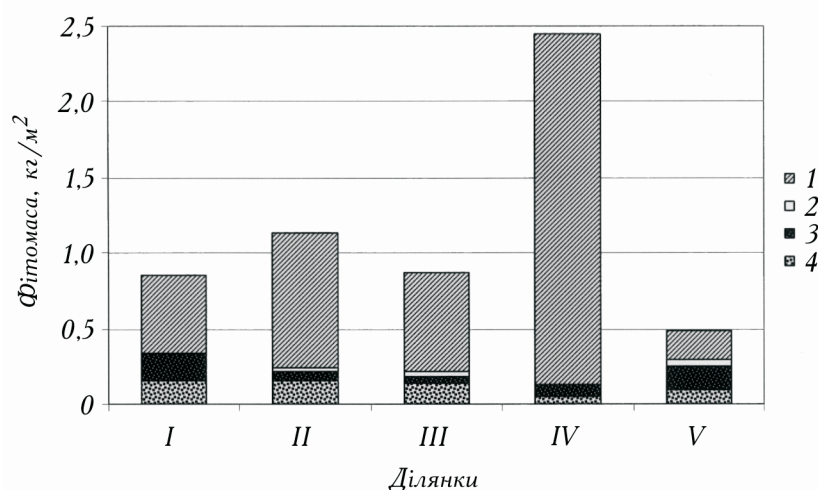
хої фітомаси заростей очерету становлять 1,2—1,5 кг/м², рогозу вузьколистого — 0,7—0,9 кг/м² [15]). У той же час посилення інтенсивності урбанізації ландшафту є чинником пригнічення продукування фітомаси ценозів справжніх водних рослин.

Запас фітомаси з одиниці площі заростей. Показник питомого запасу фітомаси, прийнятий нами згідно [13] як відношення запасів повітряно-сухої фітомаси ВВР до площі заростей на ділянці, дозволяє оцінити продукційні можливості водної екосистеми незалежно від ступеня заростання її акваторії, який в умовах урболандшафту залежить від антропогенної трансформації русла і водозбору. На досліджених ділянках р. Ворскли цей показник коливався в широких межах — від 0,49 (на ділянці нижче міста) до 2,45 кг/м² (на нижньоміській ділянці), в середньому 1,12 кг/м², що майже удвічі перевищує аналогічний показник у Кременчуцькому водосховищі (0,63 кг/м²) [13] і свідчить про досить високу продукційну активність ВВР на всьому дослідженому відрізку річки.

Питомий запас фітомаси ВВР на ділянках залежить від кількісного розвитку угруповань різних екологічних груп (рис. 2). Так, від першої до другої ділянки фітомаса угруповань куширу дещо знижується (див. табл. 3), але питомий запас фітомаси занурених рослин не змінюється, залишаючись максимальним (0,16 кг/м²), оскільки зміни ландшафту ще не значні і водна екосистема намагається утримати вихідний продукційний рівень шляхом введення альтернативних продуцентів (див. табл. 2). Подібних заходів стає недостатньо на середньоміській ділянці, де антропогенне навантаження помітно зростає, а питомий запас зануреної рослинності починає спадати (0,14 кг/м²).

Критичне зниження питомого запасу занурених рослин відбувається на нижньоміській ділянці (до 0,05 кг/м²), де на тлі скорочення площ біотопів ВВР і прогнозовано високого трофічного статусу посилюється продукційна активність фітопланктону (до спалахів «цвітіння» води). Очевидно, вже на верхніх досліджених ділянках р. Ворскли (I—II), де фітомаса угруповань куширу є максимальною, занурені рослини досягають граничного насичення біогенними елементами і поступово втрачають буферну функцію у їх переході з водозбору, що помітно посилюється при штучному обмеженні площі їх розвитку в умовах нижньоміської ділянки. Ймовірність такого механізму перебудови водної екосистеми підтверджується літературними даними [8, 16, 18, 19].

Прикріплені гідрофіти із плаваючим листям формують максимальний питомий запас фітомаси на еталонній ділянці (0,18 кг/м²), однак вже на верхньоміській він скорочується утричі (до 0,06 кг/м²), хоча фітомаса ценозів *N. lutea* навіть дещо підвищується (див. табл. 3). Це пояснюється стрибкоподібним зниженням просторової участі глечикових ценозів у формуванні зони заростей (від 46,0% на еталонному створі до 14,2% на верхньоміському, див. табл. 2) на тлі появи ценозів вільноплаваючих гідрофітів, які є більш ефективними утилізаторами біогенних сполук [14, 15] і водночас характеризуються найменшими значеннями повітряно-сухої фітомаси. На середньоміській ділянці частка ценозів *N. lutea* у заростях дещо зростає, однак їх



2. Запас фітомаси різних екологічних груп з одиниці площі заростей ВВР на досліджених ділянках р. Ворскли. Тут і на рис. 4: 1 — повітряно-водні рослини; 2 — вільноплаваючі рослини; 3 — рослини із плаваючим листям прикріплені; 4 — занурені рослини.

маса в укосах знижується (табл. 3), визначаючи подальше зменшення питомого запасу фітомаси цієї екогрупи до мінімального на всьому відрізку (0,04 кг/м²). У той же час запас фітомаси вільноплаваючих рослин з одиниці площі заростей ВВР поступово зростає (від 0,01 до 0,02 кг/м²), ймовірно, у відповідь на підвищення трофності середовища. На нижньоміській ділянці при досить низьких значеннях маси укосів ценозів *N. lutea* значення питомого запасу прикріплених гідрофітів із плаваючим листям зростає через скорочення площі заростей ВВР, а участь вільноплаваючих рослин нівелюється, очевидно, за рахунок більш сильної конкуренції за біогенні сполуки із фітопланктоном. На ділянці нижче міста відбувається майже повне відновлення інтенсивності продукування у глечикових ценозів, що підтверджується близькими значеннями як маси укосів, так і запасу фітомаси на обох позаміських ділянках (див. табл. 3, рис. 2). Це свідчить про те, що угруповання рослин із плаваючим листям здатні динамічно реагувати на посилення урбанізації ландшафту шляхом «перемикання» продукційного процесу на інші автотрофні компоненти водної екосистеми, зокрема, угруповання вільноплаваючих рослин.

Таким чином, при поступовому зниженні питомого запасу фітомаси угруповань справжніх водних рослин на міських ділянках водна екосистема прагне до підтримання рівноваги шляхом активізації додаткових продуцентів, більш толерантних до антропогенного навантаження. Це проявляється у підвищенні ценотичного різноманіття ВВР на ділянках II і III (див. табл. 2). Однак в умовах нижньоміської ділянки продукційні можливості гідрофітів стають мінімальними, внаслідок чого екосистема зазнає більш глибоких структурних змін.

Питомий запас фітомаси угруповань повітряно-водних рослин на еталонній ділянці порівняно невисокий (0,51 кг/м²). На верхньоміській ділянці,

де умови середовища стають більш гетерогенними (див. табл. 1), він помітно зростає (0,89 кг/м²), що обумовлено збільшенням надземної маси пагонів та густоти травостою більшості доміантних видів (*Phragmites australis*, *Typha angustifolia*) (див. табл. 3). На середньоміській ділянці питомий запас повітряно-водних рослин знову знижується (до 0,66 кг/м²) через те, що частка угруповань гелофітів у площі заростей зменшується від 39,4% (на ділянці I) до 28,6% (на ділянці III) (див. табл. 2). Крім того, тут знижується і продуктивність найбільших за площею серед заростей гелофітів угруповань *Ph. australis*, де при інтенсивному замуленні і заболоченні відбувається розрідження травостою (на 30—40% порівняно із верхньоміською ділянкою) [15]. На нижньоміській ділянці запас фітомаси повітряно-водних рослин суттєво зростає (до 2,32 кг/м²): збільшуються не лише площі ценозів, а й фітомаса всіх гелофітних угруповань (див. табл. 3), чому сприяє відновлення високої густоти травостою (особливо *Ph. australis* і *T. angustifolia*) та помітне збільшення середньої маси одного пагону (у очерету — у 2,3 разу, рогозу широколистого — у 2,4, рогозу вузьколистого — в 1,2 разу). Це може опосередковано свідчити про підвищення трофності водного середовища [10, 18]. На ділянці нижче міста значення питомого запасу фітомаси повітряно-водних рослин різко зменшується (0,49 кг/м²), що зумовлено зміною доміантного комплексу в умовах природного незарегульованого русла (високотравні гелофіти змінюються низькотравними) і зниженням участі високотравних гелофітів у формуванні зони заростей (див. табл. 2).

Отже, найбільш помітну кількісну участь у формуванні запасів фітомаси на всіх ділянках, окрім останньої, брали угруповання повітряно-водних рослин, де домінували високотравні гелофіти. Цьому сприяв підпірний режим р. Ворскли у районі м. Полтави, зумовлений розташуванням вище і нижче міста шлюзів-регуляторів річкового стоку.

4. Річна продукція вищих водних рослин на досліджених ділянках р. Ворскли

Показники	Ділянки														
	I			II			III			IV			V		
	АСР	ОР	С	АСР	ОР	С	АСР	ОР	С	АСР	ОР	С	АСР	ОР	С
Загальна кількість, т	29,0	26,2	12,1	71,0	64,6	30,0	58,8	53,4	24,8	80,4	73,8	34,2	11,6	10,4	4,8
На одиницю площі, г/м ²															
акваторії	325	293	136	533	484	225	538	488	226	268	246	114	262	235	109
зони заростей	944	852	395	1251	1137	528	960	871	404	2731	2507	1163	546	489	227

П р и м і т к а. АСР — абсолютно суха речовина, ОР — органічна речовина, С — вуглець.

5. Річна продукція ВВР в енергетичному виразі на досліджених ділянках р. Ворскли

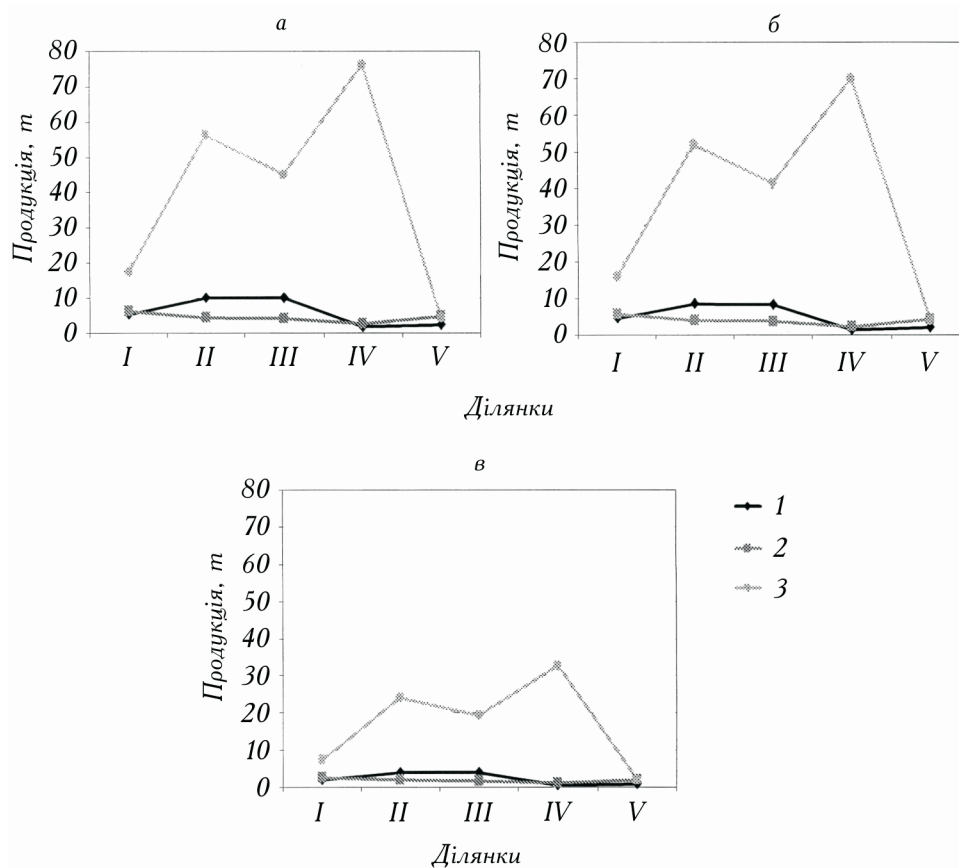
Показник продукції	Ділянки				
	I	II	III	IV	V
Загальна, $\times 10^8$	1,20	2,97	2,45	3,39	0,48
	5,04	12,44	10,29	14,22	2,01
На 1 м ²					
акваторії	1344	2228	2239	1130	1085
	5645	9331	9402	4739	4544
зони заростей	3907	5230	3998	11515	2256
	1641	2190	16790	48302	9448

П р и м і т к а. * Над рисою — ккал; під рисою — кДж.

На ділянці нижче міста показник питомого запасу фітомаси мінімальний, оскільки тут у його формуванні провідна роль належала справжнім водним рослинам. Попри подібність просторового розподілу угруповань різних екологічних груп із таким на еталонній ділянці, значення питомого запасу фітомаси тут суттєво нижче. Це, окрім зміни характеру домінантів і деякого скорочення зони заростей, зумовлене ще й зниженим питомим запасом занурених рослин, які після тривалого пригнічення в умовах урбанізованого ландшафту відновились лише частково. Отже, навіть при дуже низькому ступені урбанізації ландшафту розвиток угруповань ВВР та їх продукційні характеристики можуть відхилятися від оптимального природного рівня, оскільки водна екосистема ще на деякій відстані від міста відчуває наслідки порушеної речовинно-енергетичної рівноваги.

Річна продукція. Площі заростання окремих угруповань ВВР разом із середніми значеннями їх фітомаси визначають обсяги рослинної продукції водного об'єкту. На досліджених ділянках р. Ворскли її обсяги за рік, оцінені за абсолютно сухою масою, перебувають в інтервалі 11,6—80,4 т і в середньому складають 50,2 т. Найбільша кількість фітомаси за рік продукується на міських ділянках (у середньому 70,1 т із максимумом на нижньоміській), найменша — на ділянці нижче міста. Аналогічна картина відмічена при перерахунку абсолютно-сухої маси на органічну речовину, вуглець і одиниці енергії (табл. 4, 5).

Найвищим продукційним потенціалом характеризуються верхньоміська та середньоміська ділянки, хоча вони помітно поступаються нижньоміській за площею водної поверхні (див. рис. 1, табл. 4, 5). Через штучне розширення русла остання навіть при найвищій абсолютній річній продукції має помітно нижчу ефективність асиміляції речовини і запасання енергії макрофітами на одиницю площі акваторії, ніж еталонна, і наближається за цими показниками до найменш продуктивної ділянки нижче міста. Для питомих значень продукції на ділянках спостерігається протилежна тенденція: максимум речовини та енергії продукує нижньоміська ділянка (див. табл. 4, 5). Таким чином, з огляду на граничні значення продукційних показників ВВР (від одного з найнижчих на одиницю площі акваторії до максимального на

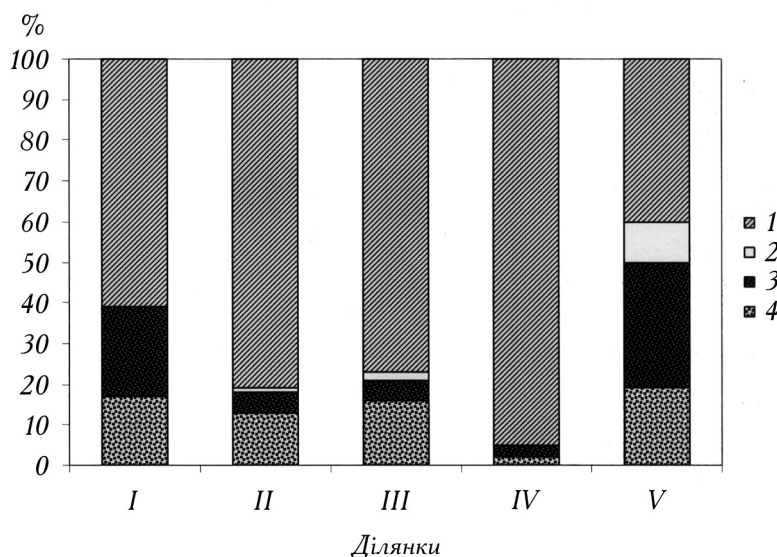


3. Річна продукція рослин різних екологічних груп на досліджених ділянках р. Ворскла: в абсолютній сухій речовині (а); в органічній речовині (б); в одиницях маси вуглецю (в); 1 — занурені рослини; 2 — рослини із плаваючим листям¹; 3 — повітряно-водні рослини.

одиночку площі заростей), слід констатувати, що на цій ділянці стан екосистеми р. Ворскли є найменш зрівноваженим.

Провідну роль у продукуванні речовини (абсолютно сухої, органічної та вуглецю) (рис. 3), як і у випадку із питомим запасом фітомаси (див. рис. 2), належить угрупованню високотравних гелофітів, що домінують на I—IV ділянках і забезпечують 61—95% всієї річної продукції ВВР (за органічною речовиною, рис. 4). Угруповання прикріплених гідрофітів із плаваючим листям та вільноплаваючих максимальний внесок у продукцію формують на ділянці нижче міста (відповідно 31% і 10%), при цьому перше добре також розвинене і на еталонній ділянці (22% продукції). Участь занурених рослин у формуванні органічної речовини ВВР є відносно рівномірною (13—19%) на більшості ділянок, окрім нижньоміської.

¹ У зв'язку із неспівставно малими значеннями продукційний внесок вільноплаваючих рослин окремо не виділявся.



4. Внесок різних екологічних груп ВВР у продукування органічної речовини на досліджених ділянках р. Ворскла.

Висновки

Таким чином, посилення впливу урбанізації на дослідженому відрізку р. Ворскли зумовлює помітні перебудови екологічної і просторової структури угруповань ВВР і супроводжується значними коливаннями їх продукційних показників. Показник запасів повітряно-сухої фітомаси, віднесених до одиниці площі зони заростей, непрямо корелює із ступенем урбанізації ландшафту і повинен розглядатися з урахуванням масових внесків окремих екологічних груп.

Посилення урбанізації ландшафту негативно позначається на продукційних можливостях занурених рослин, які повільно відновлюються навіть при припиненні впливу несприятливих чинників. Угруповання рослин із плаваючим листям здатні динамічно реагувати на зростання інтенсивності урбанізації шляхом посилення ролі у продукційному процесі автотрофних компонентів, що характеризуються підвищеним споживанням біогенних сполук. Вплив чинників міського середовища виявляється найбільш сприятливим для розвитку угруповань високотравних гелофітів, що мають значну кількісну перевагу у створенні фітомаси та річної продукції на більшості досліджених ділянок р. Ворскли.

До найбільш суттєвих для розвитку ВВР чинників урбанізації на дослідженому відрізку р. Ворскли можна віднести порушення гідрологічного режиму, зміну морфометричних параметрів річкового русла, забруднення води, рекреацію. Внаслідок комплексного впливу урболандшафту найсильнішої трансформації зазнала нижньоміська ділянка, що проявляється у значних відхиленнях продукційних показників ВВР від еталонного стану.

**

Установлены продукционные показатели высших водных растений (фитомасса основных сообществ, запас фитомассы, отнесенный к единице площади зарослей, годовая продукция) на отрезке р. Ворсклы в районе г. Полтавы. Проведена количественная оценка степени урбанизации ландшафта по ее влиянию на реку. Показано, что участки с высокой степенью урбанизации ландшафта отличаются колебанием значений продукции макрофитов в связи со структурными перестройками их сообществ.

**

The productional indexes of higher aquatic plants (phytomass of the main communities, reserve of phytomass per unit area of thickets, annual production) in the segment of the Vorshkla River near the town of Poltava were investigated. The quantitative assessment of urbanization degree of the landscape according to its effect on the river was carried out. Areas with high degree of urbanization were characterized by fluctuations of the production of macrophytes value due to the restructuring of their communities.

**

1. Алимов А.Ф. Введение в продукционную гидробиологию. — Л.: Гидрометеиздат, 1989. — 152 с.
2. Барановский Б.А. Растительность руслового равнинного водохранилища (на примере Запорожского (Днепроовского) водохранилища). — Днепропетровск: Изд-во Днепропетр. ун-та, 2000. — 172 с.
3. Брагинский Л.П. Принципы классификации и некоторые механизмы структурно-функциональных перестроек пресноводных экосистем в условиях антропогенного пресса // Гидробиол. журн. — 1998. — Т. 34, № 6. — С. 72—94.
4. Дубина Д.В., Небесний В.Б., Прокопенко В.Ф. Геоботанічна та ресурсна характеристики *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. гірлової області Дунаю // Укр. ботан. журн. — 1992. — Т. 49, № 1. — С. 87—93.
5. Дубина Д.В., Царенко П.М., Якубенко Б.С. Фіторізноманіття водойм Дідорівського урочища (Голосіївський р-н м. Києва) // Наук. вісн. Нац. агр. ун-ту. — 2002. — Вип. 53. — С. 257—264.
6. Дьяченко Т.М. Макрофіти // Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / За ред. В.Д. Романенка. — К.: ЛОГОС, 2006. — С. 38—52.
7. Иванова І.Ю., Клоченко П.Д., Харченко Г.В. Флора і рослинність водойм м. Києва // Наук. зап. Терноп. пед. ун-ту, Сер. Біологія. — 2007. — № 1. — С. 38—47.
8. Казмирук В.Д., Казмирук Т.Н. Структура высшей водной растительности как индикатор экологического состояния водных объектов // Материалы III Всерос. конф. по водной токсикологии «Антропогенное влияние на водные организмы и экосистемы», конф. по гидроэкологии «Критерии оценки качества вод и методы нормирования антропогенных нагрузок» и шк.-сем. «Современные методы исследования и оценки качества вод, состояния водных организмов и экосистем в условиях антропогенной нагрузки», Борок, 11—16 окт. 2008 г. — Борок, 2008. — Ч. 3. — С. 31—35.

9. Карпова Г.О. Вища водна рослинність Дніпровсько-Бузької гирлової області і її вплив на формування якості води: Автореф. дис. ... канд. біол. наук. — К., 1994. — 25 с.
10. Карпова Г.А. Фитомасса тростника обыкновенного как индикатор трофического статуса водоемов // Гидробиол. журн. — 2012. — Т. 48, № 3. — С. 49—56.
11. Катанская В.М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Методы изучения. — Л.: Наука, 1981. — 187 с.
12. Клелець О.В. Використання інформаційних технологій при вивченні міських водойм // Методика викладання природничих дисциплін у вищій і середній школі: Мат. міжнар. наук.-практ. конф., Полтава, 17—18 трав. 2012 р. — Полтава: Астроя, 2012. — С. 279—282.
13. Корелякова И.Л. Растительность Кременчугского водохранилища. — Киев: Наук. думка, 1977. — 197 с.
14. Лукина Л.Ф., Смирнова Н.Н. Физиология высших водных растений. — Киев: Наук. думка, 1988. — 188 с.
15. Макрофиты-индикаторы изменений природной среды. — Киев: Наук. думка, 1993. — 435 с.
16. Покровская Т.Н., Миронова Н.Я., Шилькрот Г.С. Устойчивость продукционно-функциональной организации макрофитов озер и признаки ее нарушения // Макрофитные озера и их евтрофирование. — М.: Наука, 1983. — С. 135—148.
17. Распопов И.М. Фитомасса и продукция макрофитов Онежского озера // Микробиология и первичная продукция Онежского озера. — Л.: Наука, 1973. — С. 123—142.
18. Эйнор Л.О. Макрофиты в экологии водоема. — М., 1992. — С. 161—204.
19. Экосистемы в критических состояниях / Под ред. Ю. Г. Пузаченко. — М.: Наука, 1989. — 155 с.
20. Lieth H. Ökologische Fragestellungen bei der Untersuchung der biologischen Stoffproduktion. 1 Einführung, Definitionen und Wachstumsanalysen // Qualit. planter. et mater. vegetat. — 1965. — Vol. 12, N 3. — S. 241—261.