

УДК 581.5(477+282.55)
№ держреєстрації **0117U004827**
Інв. №

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет
імені В. Н. Каразіна
61022, м. Харків, майдан Свободи, 4; факс +38 (057) 705 02 41;
тел. +38 (057) 705 12 47, +38 (057) 707 52 31; E-mail: univer@karazin.ua

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з наукової роботи
Харківського національного
університету ім. В. Н. Каразіна,
д-р фіз.-мат. наук, проф.
В. Катрич
30.12.2018

ЗВІТ
ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ
Адаптації водних і наземних рослин та їх угруповань до кліматичних змін і
антропогенного впливу (*in vivo, in vitro*)
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВИДІВ РОСЛИН І ЇХ УГРУПОВАНЬ РІЗНИХ
БІОТОПІВ, ОЦІНКА СТІЙКОСТІ ДО ДІЇ ЗОВНІШНІХ ФАКТОРІВ
Том 2
(проміжний)

Декан факультету,
д-р біол. наук, проф.

(підпис)
(дата)

В. Жмурко

Керівник НДР,
проф. кафедри ботаніки
та екології рослин,
д-р біол. наук, проф.

(підпис)
(дата)

Т. Догадіна

2018

Рукопис закінчено 19 грудня 2018 р.

Результати роботи розглянуто Вченою радою біологічного факультету, протокол від 19 грудня 2018 р. №13

СПИСОК АВТОРІВ

Керівник НДР Професор кафедри ботаніки та екології рослин д-р біол. наук, професор	_____	Т. Догадіна (вступ, підрозд. 1.1, висновки)
Відповідальні виконавці Доцент канд. біол. наук, доцент	_____	О. Безроднова (вступ, підрозд. 2.1, перелік посилань)
Доцент канд. біол. наук, доцент	_____	В. Комариста (реферат, розд. 3)
Виконавці Професор, д-р біол. наук, професор Зав. кафедри ботаніки та екології рослин, канд. біол. наук, доцент	_____	Ю. Колупаєв (розд. 4)
	_____	Ю. Гамуля (підрозд. 2.2)
Доцент канд. біол. наук, доцент	_____	О. Горбулін (підрозд. 1.1, 1.3, додаток А)
Доцент канд. біол. наук, доцент	_____	А. Громакова (підрозд. 2.3)
Доцент канд. біол. наук	_____	К. Звягінцева (підрозд. 2.4)
Доцент канд. біол. наук	_____	Г. Казарінова (підрозд. 1.2)
Аспірант	_____	О. Сіра (підрозд. 2.2)
Погоджено Головний метролог	_____	О. Гостєв (Структура та правила оформлювання)

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 108 с., 14 табл., 15 рис., 140 джерел, додаток (табл.).

БАЗИ ДАНИХ, ВОДРОСТІ, ЛИШАЙНИКИ, СУДИННІ РОСЛИНИ, ФЛОРА, РОСЛИННІСТЬ, КЛАСИФІКАЦІЯ, ОРДИНАЦІЯ, ЕКОЛОГІЧНІ ФАКТОРИ, АНТИОКСИДАНТНА СИСТЕМА, АБІОТИЧНІ СТРЕСОРИ, *HAEMATOCOCCUS PLUVIALIS* FLOTOW; *DUNALIELLA VIRIDIS* TEODOR.; *SECALE CEREALE* L.; *TRITICUM AESTIVUM* L.; × *TRITICOSECALE* WITTM.

Об'єкти досліджень – альгофлора; ліхенофлора; флора судинних рослин; рослинність; культура мікрowodоростей *Haematococcus pluvialis* Flotow і *Dunaliella viridis* Teodor.; проростки озимих жита (*Secale cereale* L.), тритикале (× *Triticosecale* Wittm.) і пшениці (*Triticum aestivum* L.).

Мета етапу – проведення порівняльного аналізу видів рослин і їх угруповань різних біотопів, а також оцінки їхньої стійкості до дії зовнішніх факторів.

Розпочато створення бази даних геоботанічних описів, продовжено дослідження флористичного різноманіття наземних і водних біотопів та формування банку аутокологічних даних; для 8 заплавлених озер степової зони виявлено видовий склад альгофлори, на підставі чого складено систематичний список; проаналізовано особливості поширення фітоценозів вищої водної рослинності у різних типах водойм долини р. Сіверський Донець, виявлена їхня специфіка, на підставі чого розроблена класифікаційна схема; проаналізовано дані з аутокології 256 видів (279 внутрішньовидових таксонів) зелених кокоїдних водоростей континентальних водойм України; продовжено вивчення мезо-гігрофільних біотопів фанерофітного та розпочато дослідження гігро-гідрофільних біотопів трав'яного типу (долина р. Мерло в межах Харківської області), здійснена фітоіндикаційна оцінка екологічних режимів, проведено ординаційний аналіз;

продовжено вивчення еколого-ценотичних особливостей суходільних луків Зміївсько-Валківсько-Дергачівського району Середньоруської провінції, зокрема досліджувалась територія в околицях сіл Червона поляна та Водяне (Зміївський район Харківської області); досліджена структура апофітної фракції порушених територій (на прикладі м. Харкова), проведено її порівняльний аналіз із аборигенною, адвентивною, синантропною фракціями урбанofлори міста; під час експедиційних виїздів в межах Харківської області зібрані гербарні зразки лишайників, проведено їх визначення, вся наявна інформація стосовно особливостей місць знаходження внесена до світової бази даних із біорізноманіття *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF); здійснено порівняння ефектів індукторів каротиногенезу на мікроводорості *Haematococcus pluvialis* Flotow і два види роду *Dunaliella* Teodor.; проведено порівняння показників антиоксидантної системи етіюльованих проростків озимих жита (*Secale cereale* L.), тритикале (× *Triticosecale* Wittm.) і пшениці (*Triticum aestivum* L.) у фізіологічно нормальних умовах і після холодового загартування.

Умови одержання звіту: за договором. 61022, Харків-22, майдан Свободи, 4, Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна.

ЗМІСТ

	C.
Перелік скорочень, умовних познач, одиниць і термінів.....	5
Вступ.....	6
1 Еколого-флористичні дослідження водних біоценозів.....	10
1.1 Гідробіологічна характеристика заплавних озер степової зони.	10
1.2 Розробка класифікаційної схеми вищої водної рослинності водойм долини р. Сіверський Донець.....	14
1.3 Видовий склад і аутоекологія зелених кокоїдних водоростей континентальних водойм України.....	21
2 Еколого-флористичні дослідження наземних біоценозів.....	26
2.1 Ординаційний аналіз мезо-гігрофільних угруповань фанерофітного типу і гігро-гідрофільних угруповань трав'яного типу.....	26
2.1.1 Еколого-ценотична характеристика рослинних угруповань.....	27
2.1.2 Закономірності екологічної диференціації рослинності (ординаційний аналіз).....	34
2.2 Флора суходільних луків Зміївсько-Валківсько-Дергачівського району Середньоруської провінції (особливості флористичної структури та продуктивності фітоценозів).....	39
2.3 Нові знахідки лишайників та ліхенофільних грибів для території Харківської області.....	48
2.4 Структурний аналіз апофітів порушених територій (на прикладі м. Харкова).....	53
3 Порівняння ефектів індукторів каротиногенезу на мікрowodорості <i>Haematococcus pluvialis</i> Flotow і <i>Dunaliella viridis</i> Teodor. (<i>Chlorophyta</i>).....	62
4 Дослідження впливу факторів середовища на функціонування антиоксидантної системи рослин та їхню стійкість до абіотичних стресорів	70
Висновки.....	78
Перелік джерел посилання.....	81
Додаток А	

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАК, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ

АФК – активні форми кисню

ГПО – глутатіон пероксидаза, КФ: 1.11.1.9

НСР – найменша суттєва різниця

СОД – супероксид дисмутаза, КФ: 1.15.1.1

УФ – ультрафіолет

CWU – Гербарій Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна

GBIF – Глобальна база даних з біорізноманіття

KHER – Гербарій Херсонського державного університету

ВСТУП

Наразі не втрачають своєї актуальності дослідження з інвентаризації флори та рослинності (як водної, так і наземної). Як відомо, ступінь виявлення фіторізноманіття на території України значною мірою різниться для окремих регіонів. Наприклад, східна частина лісостепової зони, в межах якої лежить частина Харківської області, є однією з територій, маловивчених щодо різноманіття ліхенобіоти, тому актуальним залишається проведення ліхенологічних досліджень. Велике значення для формування уявлення про різноманіття фітоценозів того чи іншого типу в межах певного регіону також має проведення класифікації та ординації рослинних угруповань, розробка синтаксономічних схем, що сприятиме вирішенню питань охорони рослинних комплексів та раціонального природокористування. Разом з тим, за умов антропоїчної трансформації флора та рослинність зазнають постійних змін. Змінюється їхній склад, кількісні співвідношення компонентів. Щодо цього, вкрай нестійкою системою є урбаноконплекси. Їхня стабілізація відбувається в основному завдяки рослинному покриву міста та його околиць, хоча урбанізація сприяє поширенню адвентивних рослин, які нерідко складають конкуренцію аборигенним.

Актуальним питанням експериментального дослідження рослин, як складових екосистем, є вивчення особливостей функціонування антиоксидантної системи під впливом несприятливих чинників середовища (як антропоїчного, так й кліматичного характеру). Так, наприклад, певні види мікроводоростей мають виняткову стійкість до різноманітних несприятливих умов: підвищеної солоності, низьких температур, високої інтенсивності освітлення, пересихання тощо. Два з таких видів, *Dunaliella salina* Teodor. і *Haematococcus pluvialis* Flotow, є усталеними об'єктами промислової біотехнології. Разом із тим, механізми індукції каротиногенезу і функції вторинних каротиноїдів в клітинах мікроводоростей досі остаточно не з'ясовані, хоча вирішення цього питання має прикладне значення для вдосконалення відповідних біотехнологій. Доцільним є кількісне визначення впливу гідрокарбонату натрію, освітлення, нітрату та фосфату та взаємодії цих

факторів на кількість клітин та накопичення каротиноїдів в культурах *Haematococcus pluvialis* Flotow і *Dunaliella viridis* Teodor. і порівняння з відповідними показниками *Dunaliella salina* Teodor.

Одним із чинників, які можуть викликати у рослин ефект окиснювального стресу, є гіпотермія. Наразі актуальним питанням експериментального дослідження рослин є виявлення особливості індукування антиоксидантної системи культурних злаків із різною морозостійкістю дією холодового загартування, зокрема порівняння показників антиоксидантної системи етіюльованих проростків озимих жита (*Secale cereale* L.), тритикале ($\times$ *Triticosecale* Wittm.) і пшениці (*Triticum aestivum* L.) у фізіологічно нормальних умовах і після холодового загартування.

Мета другого етапу виконання НДР - проведення порівняльного аналізу видів рослин та їхніх угруповань різних біотопів, а також оцінки їхньої стійкості до дії зовнішніх факторів.

До завдань етапу входило: продовжити дослідження альгофлори заплавних водойм; продовжити дослідження вищих водних рослинних угруповань природних і напівприродних територій та розробити класифікаційну схему вищої водної рослинності водойм долини р. Сіверський Донець; доповнити та проаналізувати дані з аутокології зелених кокоїдних водоростей континентальних водойм України; провести порівняльний аналіз та виявити специфіку мезо-гігрофільних і гігро-гідрофільних угруповань фанерофітного та трав'яного типу; дослідити особливості флористичної структури та продуктивності фітоценозів суходільних луків Зміївсько-Валківсько-Дергачівського району Середньоруської провінції; продовжити інвентаризацію видового різноманіття лишайників та ліхенофільних грибів Харківської області; продовжити дослідження флори антропогенно порушених територій та провести структурний аналіз одного з синантропних елементів урбанofлори – апофітів; визначити кількісно вплив гідрокарбонату натрію, освітлення, нітрату та фосфату та взаємодії цих факторів на кількість клітин та накопичення каротиноїдів в культурах *Haematococcus pluvialis* Flotow і *Dunaliella viridis* Teodor. і провести порівняння з відповідними показниками

Dunaliella salina Teodor., що були визначені на попередньому етапі; зіставити основні показники функціонування антиоксидантної системи етіольованих проростків тритикале з відповідними параметрами жита і пшениці у звичайних умовах і при холодоровому загартуванні.

1 ЕКОЛОГО-ФЛОРИСТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВОДНИХ БІОЦЕНОЗІВ

1.1 Гідробіологічна характеристика заплавних озер степової зони

Продовжено дослідження заплавних водойм, як важливих резерватів біорізноманіття гідрофлори. За термін звіту проведено експедиційні обстеження 8 озер у заплаві р. Сіверський Донець. Озера розміщені на лівобережній заплаві, у межах Балаклійського району Харківської області та являють собою залишкові плеса безіменної притоки Сіверського Дінця. Всі озера мають зв'язок через вузькі протоки. Подекуди, між озерами спостерігаються залишки бобрових загат. Обстеження водойм, опис і відбір матеріалу проводили наприкінці травня протягом одного дня (1 година на кожне озеро). Ознак відвідування та активної діяльності людини не зареєстровано.

У складі прибережної та типово водної рослинності зареєстровано 20 видів вищих рослин. У більшості досліджених озер відмічені типові, широко розповсюджені представники гідрофлори: вех (*Sium latifolium* L.) і жабурник (*Hydrocharis morsus-ranae* L.) зареєстровані у шести озерах; для п'яти озер спільними були омеги (*Oenanthe aquatica* (L.) Poir.), півники (*Iris pseudoacorus* L.), один вид ряски (*Lemna trisulca* L.); спільними для чотирьох озер виявився лише один вид – частуха (*Alisma plantago-aquatica* L.); у трьох озерах були зареєстровані лепешняк (*Glyceria maxima* (C. Hartm.) Holmb.), один вид рдесників (*Potamogeton lucens* L.) та скупчення ряски малої (*Lemna minor* L.). Групу рідкісних видів, які траплялися в 1-2 з досліджених озер, складають очерет (*Phragmites communis* Trin.), рогази (*Typha latifolia* L., *T. angustifolia* L.), водяний різак (*Stratiotes aloides* L.), стрілолист (*Sagittaria sagittifolia* L.), глечики (*Nuphar lutea* (L.) Smith), ще один вид рдесника (*P. natans* L.), пухирник (*Utricularia minor* L.), кушир (*Ceratophyllum demersum* L.), елодея (*Elodea canadensis* Michx.).

У кожній водоймі було проведено заміри температури води і рН. Стандартними методами відібрано альгологічні проби – сіткового та відстійного фітопланктону та мікрофітобентосу [1]. Обробку зібраних матеріалів проводили в

лабораторії кафедри з використанням загальноприйнятих методів альгофлористичних досліджень [1].

В альгофлорі досліджених водойм було виявлено і визначено 296 видів і форм водоростей (Додаток А, табл. А.1) з 8 відділів, з домінуванням діатомових (35,5% загального видового складу) і зелених (27,7%) водоростей (рис. 1.1, табл. 1.1). Таке співвідношення зберігалось у більшості досліджених озер, за двома винятками. В озері №6 відмічено значне переважання діатомових водоростей (62,4%) порівняно із зеленими (15,2%). Саме в цьому озері були зареєстровані найнижчі значення температури води (20,8 °С; відбір проб о 14⁰⁰ годині) (рис. 1.1, табл. 1.1). Чисельність фітопланктону була невисокою і формувалася за рахунок поодинокого трапляння представників синьозелених (*Anabaena constricta*) та евгленових (*Trachelomonas intermedia*) водоростей. Озеро №7 відрізняється найменшою загальною кількістю (111) виявлених видів. Це єдина водойма, у якій порушується співвідношення провідних груп альгофлори і на перше місце виходять зелені (38,7%) водорості (рис. 1.1, табл. 1.1). При найвищих значеннях температури води (24,7 °С о 15⁰⁰ годині) в озері зареєстровані найнижчі значення рН (5,2) (рис. 1.1, табл. 1.1). Чисельність фітопланктону складалася за рахунок розвитку двох видів евгленових (*Euglena proxima*, *Trachelomonas intermedia*) водоростей.

В цілому, чисельність фітопланктону була невисокою, у досліджених водоймах не було зареєстровано «цвітіння» води. Більшість видів альгофлори траплялись одноразово у різних озерах. Тільки 39 представників (13% загальної кількості видів) були спільними для всіх досліджених водойм.

Зареєстрована значна кількість рідкісних видів (45), для 8 розширені та доповнені дані з аутокології [2]:

1) Cyanophyta;

- 1) *Cyanothece aeruginosa* (Nägeli) Komarek – дані з аутокології наводяться вперше для заплавлених водойм: t = 22,7 °С, рН = 5,8, чисельність 5,5 тис. кл./л.;

2) Xanthophyta;

- 1) *Characiopsis falx* Pascher – $t = 22,0\text{ }^{\circ}\text{C}$; $\text{pH} = 6,7$;
 - 2) *Pseudostaurastrum planctonicum* (G.M. Smith) Dogadina – $t = 22,0\text{--}24,7\text{ }^{\circ}\text{C}$; $\text{pH} = 5,2\text{--}6,7$;
 - 3) *Tribonema monochloron* Pascher et Geitler – $t = 21,0\text{ }^{\circ}\text{C}$; $\text{pH} = 6,7$;
- 3) Bacillariophyta;
- 1) *Cymatopleura elliptica* (Bréb. ex Kütz.) W. Smith var. *nobilis* (Hantzsch) Hust. – $t = 20,8\text{--}21,0\text{ }^{\circ}\text{C}$; $\text{pH} = 6,1\text{--}6,7$;
 - 2) *Gyrosigma fasciola* Ehrenb. – $t = 21,0\text{ }^{\circ}\text{C}$; $\text{pH} = 6,7$ (дані наводяться вперше для України);
 - 3) *Hantzschia elongata* (Hantzsch) Grunow – $t = 22,0\text{ }^{\circ}\text{C}$; $\text{pH} = 6,7$;
 - 4) *Stauroneis obtusa* Lagerst. – $t = 21,0\text{ }^{\circ}\text{C}$; $\text{pH} = 6,7$ (дані наводяться вперше для України).

За результатами проведених робіт обстежені заплавні водойми можна віднести до оліготрофних, що підтверджується видовим різноманіттям альгофлори, наявністю значної кількості рідкісних видів, низькими значеннями чисельності фітопланктону, відсутністю «цвітіння» води.

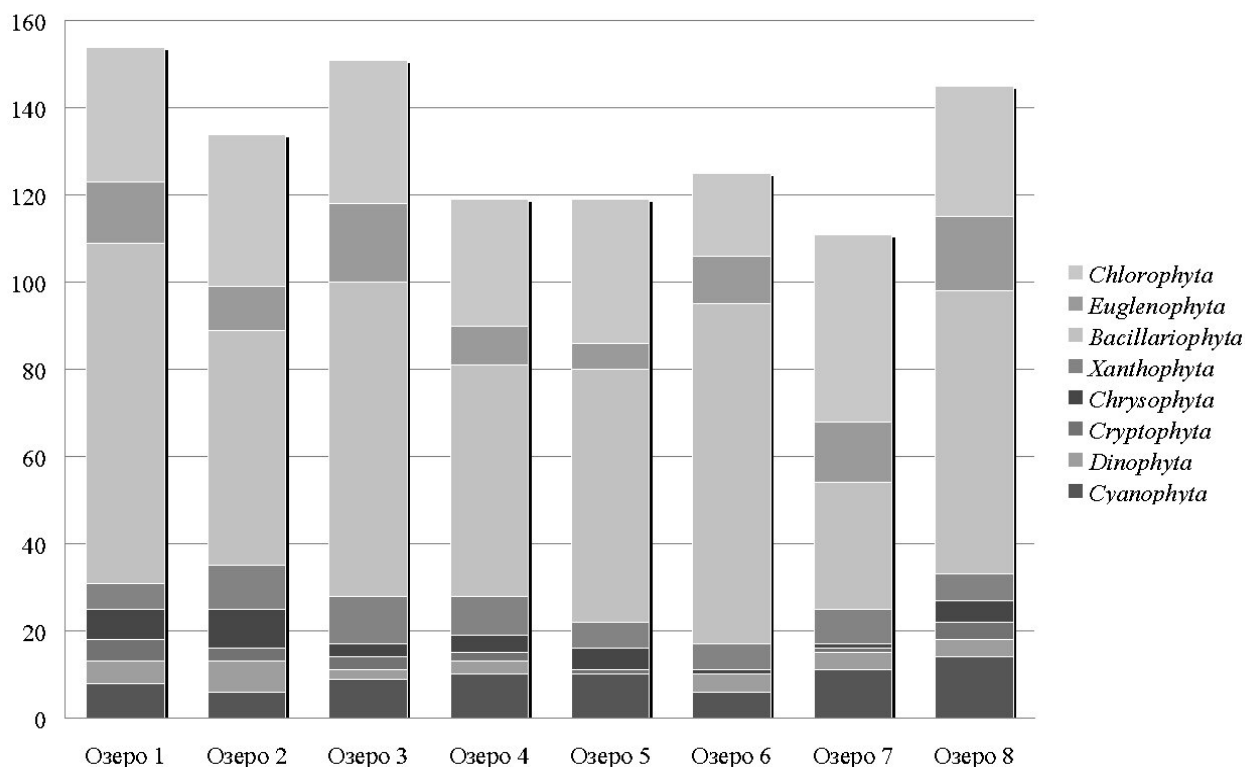


Рисунок 1.1 – Таксономічний спектр альгофлори досліджених озер

Таблиця 1.1 – Кількість видів, різновидів і форм за відділами, час відбору проб та фізико-хімічні показники досліджених озер

Відділи	Виявлено видів, різновидів і форм												
	Всього у досл. озерах		Озеро 1		Озеро 2		Озеро 3		Озеро 4		Озеро 5		Озеро 6
	число	%	число	%	число	%	число	%	число	%	число	%	число
Cyanophyta	24	8,1	8	5,2	6	4,5	9	6,0	10	8,4	10	8,4	6
Dinophyta	8	2,7	5	3,2	7	5,2	2	1,3	3	2,5	0	0	4
Cryptophyta	5	1,7	5	3,2	3	2,2	3	2,0	2	1,7	1	0,8	0
Chrysophyta	10	3,4	7	4,5	9	6,7	3	2,0	4	3,3	5	4,2	1
Xanthophyta	25	8,4	6	4,0	10	7,5	11	7,3	9	7,6	6	5,0	6
Bacillariophyta	105	35,5	78	51,6	54	40,3	72	47,7	53	44,5	58	48,8	78
Euglenophyta	37	12,5	14	9,1	10	7,5	18	12,0	9	7,6	6	5,0	1
Chlorophyta	82	27,7	31	20,1	35	26,1	33	21,7	29	24,4	33	27,8	19
	296	100	154	100	134	100	151	100	119	100	119	100	12
Час відбору проб			9 ⁰⁰		10 ⁰⁰		11 ⁰⁰		12 ⁰⁰		13 ⁰⁰		
Фізико-хімічні показники:													
Температура			21,0		21,0		22,0		22,0		22,7		
рН			6,7		6,4		6,7		6,7		5,8		

1.2 Розробка класифікаційної схеми вищої водної рослинності водойм долини р. Сіверський Донець

Продовжено дослідження вищих водних рослинних угруповань природних і напівприродних територій. За термін звіту були проведені польові дослідження, які охоплюють різні типи водойм долини р. Сіверський Донець. Вища водна рослинність поширена у руслі Сіверського Дінця та його притоках, у каналах, озерах, старицях, ставках і водосховищах, і займає приблизно 3,1% від загальної площі території.

Проведення класифікації вищої водної рослинності і розробка її синтаксономічної схеми необхідні для формування уявлення про різноманітність фітоценозів цього типу, встановлення їхніх особливостей за допомогою порівняння з показниками фіторізноманіття інших регіонів України та інших держав. Це дозволить з'ясувати сучасний стан екосистем, сприятиме вирішенню питань раціонального природокористування, охорони та збереження фітоценотичного різноманіття регіону.

Специфіка класифікації вищої водної рослинності пов'язана з її екологічною своєрідністю, слабкою диференційованістю в межах середовища існування, флористичною бідністю, що обумовлює різноманітність методів і підходів у класифікації [3]. Флористичний напрям є найпоширенішим у країнах Центральної і Західної Європи, для багатьох з яких вже розроблені досить повні класифікаційні схеми вищої водної рослинності [4-7]. Тому науковий інтерес до класифікації рослинності за методом Браун-Бланке обумовлений практичною потребою у порівнянні її різноманіття для України і країн Європи, створенні міжнародних природоохоронних об'єктів тощо. Розвиток синтаксономічних досліджень в Україні супроводжувався як створенням класифікаційних схем вищої водної рослинності для окремих регіонів [8-12], так і публікацією узагальнюючих робіт і монографічних зведень із цього напрямку [3, 13-14].

Для обробки геоботанічних матеріалу нами використано пакети програм TURBOVEG 2.91 для Windows та JUICE 7.0.127 [15-16]. Виділення фітоценонів

здійснювалося за допомогою модифікованого алгоритму двофакторного індикаторного аналізу видів TWINSpan та програмного пакета PC-ORD [17-18]. Діагностичні види синтаксонів визначалися відповідно до значень коефіцієнта вірності *phi*, їх ідентифікація проводилася на основі аналізу діагностичних блоків шляхом порівняння з роботами вітчизняних та закордонних авторів. Назви синтаксонів наведені відповідно до правил третього видання Міжнародного кодексу фітосоціологічної номенклатури (ICPN) [19].

На основі аналізу літературних джерел та обробки власних матеріалів розроблена класифікаційна схема вищої водної рослинності долини р. Сіверський Донець, яка включає 5 класів, 8 порядків, 13 союзів та 48 асоціацій:

1) *Lemnetea* de Bolòs et Masclans 1955;

1) *Lemnetalia minoris* de Bolòs et Masclans 1955;

– *Lemnion minoris* de Bolòs et Masclans 1955;

- *Lemnetum minoris* Soó 1927;
- *Lemno-Spirodeletum polyrrhizae* W. Koch 1954;
- *Spirodeletum polyrrhizae* W. Koch 1954;
- *Lemnom minoris-Salvinietum natantis* (Slavnić 1956) Korneck 1959;
- *Salvinionatantis-Spirodeletum polyrrhizae* Slavnić 1956;
- *Lemnetum gibbae* Miyawaki et J. Tüxen 1960;
- *Lemnetum trisulcae* den Hartog 1963;

2) *Hydrocharietalia* (Passarge 1964) Westhoff et den Held 1969;

– *Hydrocharition morsus-ranae* (Passarge 1964) Westhoff et den Held 1969;

- *Hydrocharitetum morsus-ranae* Van Langendonck 1935;
- *Lemnom minoris-Hydrocharitetum morsus-ranae* Passarge 1978;
- *Ceratophyllo-Hydrocharitetum* Pop 1962;
- *Salvinio-Hydrocharitetum* (Oberdorfer 1957) Boscaiu 1966;

2) *Potametea* Klika in Klika et Novák 1941;

1) *Callitricho-Batrachietalia* Passarge 1978;

- *Ranunculionaquatilis* Passarge 1964;
 - *Batrachietumrionii* Hejný et Husák in Dykyjová et Květ 1978;

2) *Potametalia* W. Koch 1926;

- *Ceratophylliondemersi* Den Harto get Segal ex Passarge 1996;
 - *Ceratophylletumdemersi* (Soó 1927) Eggler 1933;
 - *Ceratophylletumsubmersi* Soó 1928;
- *Nymphaeionalbae* Oberdorfer 1957;
 - *Myriophyllo-Nupharetum* W. Koch 1926;
 - *Nymphaeoalbae-Nupharetumluteae* Nowiński 1930;
 - *Nymphaeetumcandidae* Miljan 1958;
 - *Polygonetumamphibii* Soó 1927;
- *Potamion* (Koch 1926) Libbert 1931;
 - *Potametumnatantis* Hild 1959;
 - *Potametumtrichoidis* Tüxen 1974;
 - *Najadetummarinae* Fukarek 1961;
 - *Potametumcrispi* Soó 1927;
 - *Potametum pectinati* Carstensen ex Hilbig 1971;
 - *Potametum pusilli* Soó 1927;
 - *Potametum lucentis* Hueck 1931;
 - *Potametum perfoliati* Miljan 1933;
 - *Elodeetum canadensis* Nedelcu 1967;
 - *Myriophylletum spicati* Soó 1927;
 - *Myriophylletum verticillati* Gaudet ex Šumberová in Chytrý 2011;
 - *Potameto perfoliati-Vallisnerietum spiralis* Losev et V. Golub 1987;
- *Utricularion vulgaris* Passarge 1978;
 - *Lemno-Utricularietum* Soó 1947;

3) *Phragmito-Magno-Caricetea* Klika in Klika et Novák 1941;

1) *Nasturtio-Glycerietalia* Pignatti 1953;

- *Glycerio-Sparganion* Br.-Bl. et Sissingh in Boer 1942;
 - *Glycerietum fluitantis* Nowiński 1930;
 - *Catabrosetum aquaticae* Kaiser 1926;
- 2) *Oenanthetalia aquaticae* Hejný in Kopecký et Hejný 1965;
 - *Oenanthion aquaticae* Hejný ex Neuhäusl 1959;
 - *Sagittario sagittifoliae-Sparganietum emersi* R. Tüxen 1953;
 - *Eleocharitetumpalustris* Savič 1926;
 - *Butometum umbellati* Philippi 1973;
 - *Butomo-Sagittarietum sagittifoliae* Losev in Losev et V. Golub 1988;
- 3) *Phragmitetalia australis* W. Koch 1926;
 - *Phragmition australis* W. Koch 1926;
 - *Phragmitetum australis* Savič 1926;
 - *Typhetum angustifoliae* Pignatti 1953;
 - *Typhetum latifoliae* Nowiński 1930;
 - *Schoenoplectetum lacustris* Chouard 1924;
 - *Acoretum calami* Dagys 1932;
 - *Sparganietum erecti* Roll 1938;
 - *Glycerietum maximae* Nowiński 1930 corr. Šumberová, Chytrý et Danihelka in Chytrý 2011;
- 4) *Bolboschoenetea maritimi* Vicherek et R. Tüxen 1969 ex R. Tüxen et Hülbusch 1971;
 - 1) *Bolboschoenetalia maritimi* Hejný in Holub et al. 1967;
 - *Scirpion maritimi* Dahl et Hadač 1941;
 - *Bolboschoenetum maritimi* Eggler 1933;
 - *Scirpetum tabernaemontani* Soó (1927) 1947;
 - *Typhion laxmannii* Losev et V. Golub in V. Golub et al. 1991;
 - *Typhetum laxmannii* (Ubrizsy 1961) Nedelcu 1968;
- 5) *Ruppietea* J. Tx. 1960;
 - 1) *Ruppietalia maritimae* J. Tx. 1960;

– *Ruppion maritimae* Br.-Bl. 1931;

○ *Ruppium maritimae* Beguinot 1941;

Клас *Lemnetea* об'єднує угруповання вільноплаваючих на поверхні або у товщі води неукорінених рослин, які досить поширені у долині р. Сіверський Донець. Процеси природного і антропогенного евтрофування екотопів сприяють збільшенню площ, зайнятих цими угрупованнями. Ценози цього класу переважають у непроточних або малопроточних мілководних водоймах з піщаними, мулистими, муристо-піщаними і торф'янистими донними відкладами, слабким та помірним коливанням рівня води (рис. 1.2). Клас представлений 11 асоціаціями, 2 союзами і 2 порядками, що складає 52,4% ценорізноманіття цього класу для території України в цілому [3]. Посилення антропогенної трансформації екотопів призводить до поширення тих угруповань класу, які мають широку екологічну амплітуду, та до зникнення рідкісних ценозів (*Riccietumfluitantis*, *Ricciocarpetumnatantis*, *Wolffietumarrhizae*, *Hydrocharito-Stratiotetumaloidis*).

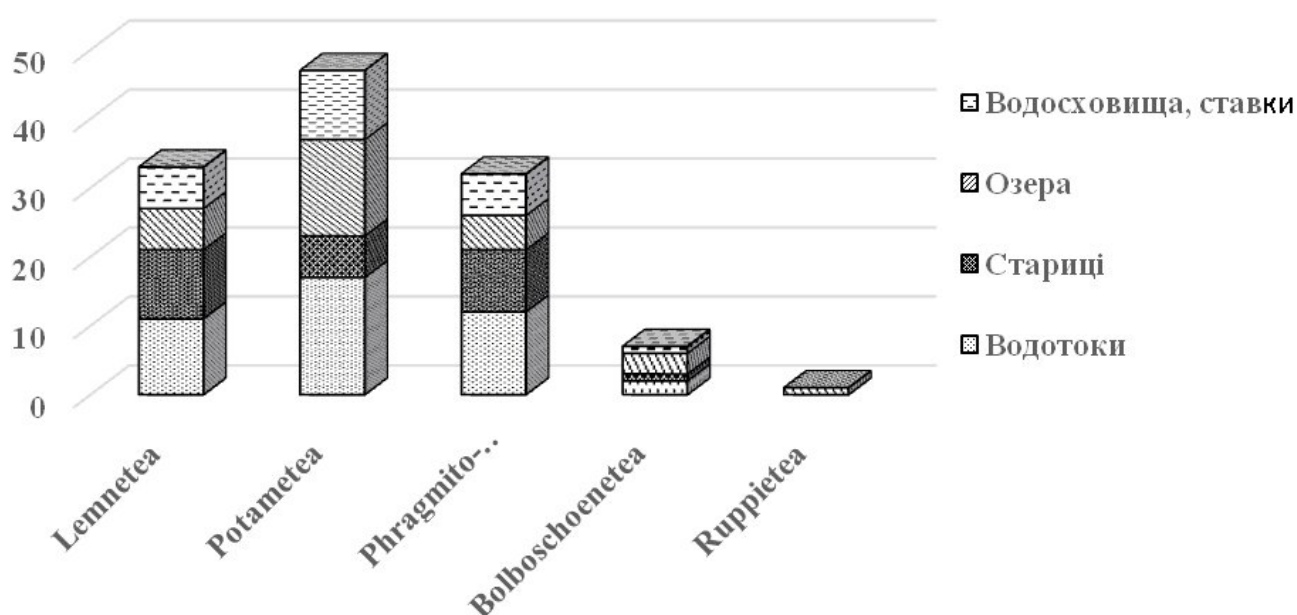


Рисунок 1.2 – Розподіл фітоценозів вищої водної рослинності за типами водойм

До класу *Potametea* належать угруповання прикріплених і вільноплаваючих гідатофітів із зануреними у товщу води або плаваючими на її поверхні генеративними і вегетативними органами. Ценози класу переважають в евтрофних

проточних і замкнутих прісноводних, а також солонуватоводних водоймах долини р. Сіверський Донець з піщаними, мулистими донними відкладами на глибині 30-250 см (рис. 1.2). Клас репрезентований 2 порядками, 5 союзами та 20 асоціаціями, що складає 40,8% ценорізноманіття класу на території України [3]. У складі класу виявлені реофільні угруповання й ті, що можуть витримувати підвищену мінералізацію води (*Ceratophylletum demersi*, *Najadetum marinae*, *Potametum pectinati*, *Potametum perfoliati* та ін.), а також термофільні ценози (*Elodeetum canadensis*, *Potameto perfoliati - Vallisnerietum spiralis*, ефемероїдні угруповання з участю *Pistia stratiotes*). Зауважимо, що у досліджуваному регіоні були виявлені локалітети рідкісного угруповання *Nymphaeetum candidae*, яке знаходиться на південно-східній межі свого ареалу. Найбільш вузько локалізованими є ценози *Batrachietum rionii*, *Lemno-Utricularietum*, *Polygonetum amphibii*, *Potametum pusilli* [20]. Серед рідкісних синтаксонів, які наводилися для цієї території раніше [3, 14], нами не були відмічені угруповання *Ceratophylletum tanaitici*, *Potametum nodosi*, *Trapaetum natantis*, *Najadetum minoris*, *Potametum sarmatici* та *Zannichellietum palustris*.

Повітряно-водна рослинність представлена класами *Phragmito-Magno-Caricetea* і *Bolboschoenetetea maritime* та поширена у всіх типах водойм долини р. Сіверський Донець, вздовж берегів і на прибережному мілководді, на знижених ділянках заплави, місцях виходу ґрунтових вод (рис. 1.2). Клас *Phragmito-Magno-Caricetea* включає 3 порядки, 3 союзи та 13 асоціацій, що складає 37,1% ценорізноманіття повітряно-водної рослинності України [21]. Угруповання ростуть на мулистих, мулисто-піщаних, мулисто-торф'янистих донних відкладах, витримують коливання рівня води в широких межах, помірне антропогенне евтрофування та засолення. Угруповання класу *Bolboschoenetetea maritime* здатні витримувати значне засолення субстратів, з чим пов'язана їхня приуроченість до солонуватоводних екотопів долини р. Сіверський Донець. Синтаксономічне різноманіття класу представлене одним порядком *Bolboschoenetalia*, до якого належать два союзи й три асоціації. Це складає 50% від ценотичного різноманіття класу для території України [22].

Угруповання класу *Ruppietea*, який включає один порядок *Ruppietalia maritimae*, один союз *Ruppion maritimae* та одну асоціацію *Ruppietum maritimae*, формують рослинний покрив солоних озер в долині середньої течії р. Сіверський Донець (Слов'янські озера) разом з ценозами класів *Bolboschoenetea maritimi* та *Phragmito-Magno-Caricetea*.

При порівнянні отриманих даних із синтаксономічними зведеннями з вищої водної рослинності для Центральної Європи, Польщі, Чехії, Румунії, Болгарії, Словаччини та Литви [23, 4-7, 24-25] виявлено відмінності у ценотичному багатстві класів та представленості синтаксонів в ранзі асоціацій завдяки вузькорегіональним для Центральної Європи, Польщі та Чехії угрупованням. Синтаксономічне різноманіття вищої водної рослинності досліджуваного регіону представлене на 40-50% у порівнянні з ценорізноманіттям цього типу рослинності для України в цілому [3, 13], на 53,7% - у порівнянні з Лісостепом [14].

За структурою вища водна рослинність долини р. Сіверський Донець значно подібна до цього типу рослинності у південних регіонах (гирлова ділянка Дніпра – на 75,7%, долина р. Інгул – на 71,7%), Західному Поділлі (на 70,7%), долині р. Хорол (73,7%). Це можна пояснити наявністю штучних водойм антропогенного походження, меншою кількістю перезволожених екотопів, основу рослинного покриву яких складають ценози класу *Phragmito-Magno-Caricetea*. Найбільше відрізняється склад вищої водної рослинності досліджуваної території від характерного для західних регіонів України (басейни Дністра, Прута та Західного Бугу - 59,7% спільних синтаксонів, долина Південного Бугу – 58,8%) через наявність рідкісних видів, які знаходяться на крайній межі свого ареалу (*Aldrovanda vesiculosa* L., *Batrachium aquatile* (L.) Dumort., *Nymphoides peltata* (S.G.Gmel.) O.Kuntze та ін.).

1.3 Видовий склад і аутоекологія зелених кокоїдних водоростей континентальних водойм України

Зелені водорості – найбільш прогресивна гілка еволюції первинноводних фотосинтезуючих організмів. Це і одна з найбільших за кількістю видів група водоростей, представники якої зберегли широкий спектр ознак, придбаних в ході біохімічної [26] і морфологічної еволюції у водному середовищі існування. Введення молекулярно-генетичних методів в систематику привело до істотної рекласифікації зелених водоростей. Разом з тим, системи, пропонувані різними авторами не завжди можуть бути використані з практичною метою [27-28]. Наприклад, нові таксономічні комбінації, засновані на молекулярно-генетичних ознаках, призвели до дроблення багатьох родів, виділення маловидових, в тому числі однотипних родів і родин [29]. Такий стан нівелює значення ряду родів і родин у формуванні систематичної структури альгофлори [30]. Нами розглядається група представників зелених водоростей, які формують підклас *Protococcineae* в розумінні О.А. Коршикова [31].

Перша найбільш повна оригінальна монографія групи була виконана професором Харківського університету О.А. Коршиковим наприкінці 1940 – початку 1941 рр., але у зв'язку з трагічною загибеллю автора опублікована значно пізніше, в серії визначників прісноводних водоростей України [31, с. 3]. Монографія на довгі роки стала настільною книгою фахівців і отримала високу оцінку світової наукової спільноти [32-33]. Загальна екологічна характеристика групи включала ремарку з приводу ґрунтових водоростей, основною спільною відмітною особливістю яких, на думку автора, є «... *здатність їх витримувати ... несприятливі умови, в першу чергу тривале висихання, без утворення спеціальних спочиваючих стадій*» [31, с. 25-26].

У більш пізніх роботах, з урахуванням нових даних, отриманих в ході критико-систематичних і альгофлористичних досліджень і відповідних таксономічних змін і доповнень, група трактується в ранзі двох порядків – *Chlorococcales* і *Tetrasporales* [34-35]. Накопичення даних в ході

альгофлористичних досліджень дозволило розширити загальну екологічну характеристику групи. Разом з тим, відомості з аутоекології конкретних видів, як і раніше недостатні і, найчастіше, обмежуються 1-2 показниками (рН і / або температура).

Матеріали, покладені в основу роботи, і методи, що використані в ході дослідження, детально описані в наших публікаціях [36-37]. Дослідження проводилися стандартними методами [1] з урахуванням оригінальних методик, детально розроблених О.А. Коршиковим [31]. У роботі не враховані відомості щодо ґрунтових і аерофітних форм; аналізуються виключно знахідки в водоймах в ході альгофлористичних робіт незалежно від посилань на інші місцезростання [38]. Еколого-біологічні характеристики наводяться для 256 видів (279 внутрішньовидових таксонів), що орієнтовно складає близько 21% відомої різноманітності коккоїдних зелених водоростей. Оригінальні дані доповнені відомостями з літератури [39-52], в тому числі для інших країн і континентів [53-66]; для 21 виду наводяться тільки літературні дані.

В цілому, представники групи характеризуються широкою екологічною амплітудою. Будучи типово пасивними планктерами, можуть розвиватися і в інших біотопах. У складі групи є види, які віддають перевагу придонним шарам води, а також мешканці перифіталі. Особливий інтерес представляє група епізоїтів, що розвиваються на ракоподібних, коловертках і інших представниках зоопланктону [31]. Значне число представників групи було виявлено при вивченні альгофлори відстійників, карт полів фільтрації і біологічних ставків, які приймають на очищення стічні води різного складу і генезису [41, 67-68].

Зустрічаються представники групи у всіх типах водойм [69], але віддають перевагу невеликим, стоячим або слабо проточним мезо-, еу-, політрофним водоймам. В ході аналізу результатів вивчення фітопланктону різнотипних водойм [70] встановлено, що 27 представників групи увійшли до комплексу домінантних форм, при цьому 8 видів були відзначені у всіх типологічних групах водойм; максимальне число видів (22) включала група домінантів в рибоводних ставках, що удобрюються. Види, що займають перші місця за чисельністю, можна об'єднати

в групу, яка визначає фон фітопланктону. У досліджених водоймах було виявлено 15 видів, що займають перше місце хоча б в одній з типологічних груп обстежених водойм. Лідерами в цій групі (8 видів) виявилися коккоїдні зелені водорості, при цьому 4 види (*Coelastrum microporum*, *Monoraphidium irregularis*, *M. minutum*, *Kirchneriella cornuta*) займали перші місця у всіх групах водойм.

Оригінальні дані про частоту трапляння наводяться для 255 представників групи. Весь масив даних отримано в ході експедиційних обстежень всіх типологічних груп водойм певного регіону або в результаті стаціонарного вивчення однієї водойми (річка, водосховище, ставок, озеро) протягом тривалого періоду часу.

Аналіз розподілу представників групи за класами [71] проведено для 183 видів з відомими значеннями трапляння не менше ніж в трьох типологічних групах водойм. При аналізі враховувалися максимальні значення коефіцієнта трапляння виду незалежно від типу водойми. Види розподіляються по всіх п'яти класам: клас А (трапляння 0-20%) – 73 види, клас В (21-40%) – 45, клас С (41-60%) – 24, клас D (61-80%) – 27, клас Е (81-100%) – 14 видів. Максимальні значення представників останнього класу відзначені для ставків і водосховищ: *Coelastrum microporum* (90,6%), *Crucigenia tetrapedia* (95,7%), *Desmodesmus bijugatus* (95,7%), *D. communis* (91,4%), *D. protuberans* (100%), *Monoraphidium irregulare* (93,0%), *Nephrochlamys willeana* (90,6%), *Oocystis solitaria* (91,3%), *Tetraedron minimum* (91,6%).

Дані, достатні для виділення екологічних груп за фактором температури, наявні для 240 таксонів. За винятком невеликого числа (по 5 видів) холодоводних (cool) і теплолюбних (warm) форм переважна більшість представників групи (230) складають мезотермні (temp) та евритермні (eterm) види. Остання група включає 105 таксонів, зареєстрованих в широкому діапазоні температур: від 0,0-9,5 °С взимку в підлідний період в річках [42], а також в болотах і озерах тундри і лісотундри [53, 58, 60, 62] до 27,0-39,0 °С рідко в ставках і заплавах водоймах, частіше в водоймах-охолоджувачах ТЕС і АЕС з опублікованих [72-73] і раніше неопублікованих оригінальних даних по Запорізькій АЕС.

Із загальної кількості таксонів групи зелених кокоїдних водоростей лише для 20 видів відсутні фактичні дані з галобності. У переважній більшості представники групи є типово прісноводними формами, що підтверджується даними значень мінералізації води, в межах яких виявлені ці види. Відповідна екологічна група (виключно літературні дані) позначена для 92 видів з переважанням індиферентних (75) форм. Разом з тим, виявлено ряд видів, здатних вегетувати за підвищених значень мінералізації води (до 6,51-12,0 г/л) в техногенних солоних озерах [74], а також в опріснених ділянках морських акваторій, що примикають до гирлових ділянок річок [75].

Достатній обсяг даних для виділення екологічних груп за відношенням до рН є для 240 таксонів. Наявний масив значень рН отриманий різними авторами для різних водойм і, за рідкісним винятком [52], не супроводжується відомостями про чисельність конкретних видів. Крім того, досить часто [76] вказівку на екологічну групу не підкріплено конкретними значеннями рН (або хоча б інтервалами значень); по ряду видів відзначаються значні різночитання в оцінці екологічної приуроченості відповідного фактора. Узагальнення літературних і оригінальних даних показує, що представники групи в цілому здатні жити в широкому діапазоні значень рН (3,4–10,0) і представлені в усіх групах за відношенням до цього фактору: asf (50 таксонів) → asb (28) → ind (135) → alb (22) → alf (5 таксонів). Найбільш представленою виявилася група індиферентів (ind), мало чутливих, здатних вегетувати в широкому діапазоні значень рН (5,2–8,7) в водоймах різного типу різних природних зон. Близькі значення (22 і 28) числа видів відзначені в двох

«перехідних» групах, представники яких віддають перевагу нейтральним водам, зберігаючи нормальну вегетацію у випадках підкислення (acb) або підлуження (alb) води.

За відношенням до органічного забруднення кокоїдні зелені водорості, які віддають перевагу евтрофованим водоймам, включають значне число показових форм. Багато представників дають масовий розвиток в політрофних умовах водойм очисних споруд [41, 67, 77]. Літературні відомості щодо показового значення групи досить суперечливі і не завжди збігаються навіть для одного і того ж виду у різних авторів [1, 76, 78-80]. При цьому відомості щодо показового значення зрідка супроводжуються відповідними цифровими даними.

В цілому, відомості про інтервал значень індексу сапробності, за яких виявлено конкретний таксон, є для 244 представників групи. Показове значення 44 видів, що наводиться в літературі, підтверджено оригінальними дослідженнями із зазначенням цифрових даних. Для 82 таксонів літературні відомості розширені і доповнені даними за індексом сапробності, що дозволило уточнити їх показове значення. Вперше відповідні дані наводяться для 118 представників кокоїдних зелених водоростей.

Оцінка географічного поширення представників групи наводиться винятково за літературними даними.

В результаті обробки і порівняльного аналізу архівних, літературних і оригінальних даних доповнені і розширені відомості щодо аутоекології 256 видів (279 внутрішньовидових таксонів) 117 родів кокоїдних зелених водоростей континентальних водойм України. Представлені результати можуть бути враховані при виділенні комплексів провідних і лімітуючих екологічних чинників для представників групи, при складанні характеристик середовища існування, що вводяться в діагнози видів, а також в роботах по фітоіндикації; корисні також в експериментальних роботах при визначенні умов культивування перспективних видів.

2 ЕКОЛОГО-ФЛОРИСТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ НАЗЕМНИХ БІОЦЕНОЗІВ

2.1 Ординаційний аналіз мезо-гігрофільних угруповань фанерофітного типу і гігро-гідрофільних угруповань трав'яного типу

Класифікації та ординації в еколого-ботанічних дослідженнях приділяється дуже важливе значення. Вони дозволяють впорядкувати наявну інформацію, встановити особливості співвідношення між об'єктами, виявити певні закономірності на підставі вимірювання цих співвідношень, спрогнозувати вірогідні зміни структурно-функціональної організації об'єктів тощо. Результати класифікації та ординації рослинних угруповань використовуються для вирішення цілої низки практичних питань – збереження фіторізноманіття, оцінки синтаксономічного багатства певної території, розробки схем регіональних і національної екомереж, національної мережі особливо цінних у ботанічному відношенні ділянок, Смарагдової мережі тощо. У зв'язку з цим, метою другого етапу досліджень було проведення порівняльного аналізу рослинних угруповань різних біотопів, виявлення їхньої екологічної специфіки.

У 2018 р. було продовжено вивчення специфіки мезо-гігрофільних угруповань фанерофітного типу в долині р. Мерло (в межах Харківської області). Досліджувалися вербові зарості, березняки, культури сосни на місці березняків та осичняки. Використані загальновживані методи еколого-фітоценотичних досліджень. Для виявлення особливостей екологічних режимів було закладено 21 моніторингову пробну ділянку (100 м^2), проведено стандартний геоботанічний опис кожної з них. Для картування пробних ділянок використано програму NexGISMobile. На підставі опрацювання геоботанічних описів створена база даних із використанням програми TURBOVEG, за допомогою якої розраховані фітоіндикаційні показники 7 екологічних режимів.

2.1.1 Еколого-ценотична характеристика рослинних угруповань

Як відомо, рослинність є чутливим індикатором абіотичного середовища, а ценотичні особливості рослинних угруповань дозволяють візуально оцінити їх стан і ступінь трансформації.

Березняки. Найчастіше такі угруповання є складовою вологих суборів В₃₋₄, які характеризуються близьким рівнем залягання ґрунтових вод із весняним виходом їх на поверхню, супіщаними та суглинистими торфово-болотними ґрунтами (від свіжих до сирих з рН=4,5-5,0), місцями на поверхні формується шар торфу. У зв'язку з недостатнім промивним режимом формується горизонт оглеєння; глибина гумусного горизонту залежить від характеру рельєфу, вміст гумусу до 4 %, відношення гумінових кислот до фульвокислот >1; сума увібраних основ низька (1,5-5,0 мг-екв/100 г ґрунту), ступінь насиченості основами невисока. Синтаксономія: *Betulion pubescentis* Lohmeyer et R. Тх. 1955, *Eriophoro-Betulion pubescentis* Passarge et Hoffmann 1968: *Betuletum pubescentis* R. Тх. 1937; *Pino-Betulion pubescentis* Sokoł. 1980: *Dryopteridi thelypteridis-Betuletum pubescentis* Czerw. 1972 [81].

У межиріччі Мерчик-Мерло наявні фрагменти сирих і заболочених березових лісів, що займають невеликі площі на боровій терасі у зниженнях рельєфу або оточують смугою ділянки боліт. Деревостан, як правило, III-IV (рідше II) бонітету висотою до 16–25 м (зімкнутість крон 0,5–0,7) з *Betula pubescens* Ehrh., *B. pendula* Roth, іноді з домішкою *Pinus sylvestris* L., *Populus tremula* L. та *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. Чагарниковий ярус, як правило, формують *Frangula alnus* Mill. та *Salix aurita* L., *S. cinerea* L., разом із тим в досліджених угрупованнях було виявлено в складі чагарникового ярусу *Pinus sylvestris*, *Betula pendula*, *Betula pubescens*, *Populus tremula*, *Quercus robur* L., *Sorbus aucuparia* L. і *Amelanchier spicata* (Lam.) K. Koch. Трав'яний покрив, як правило, розріджений (45–50%), але зі значною участю *Molinia caerulea* (L.) Moench; місцями до 40% покриття приходить на *Rubus nessensis* W. Hall і *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. На більш вологих місцях поширені *Juncus effusus* L., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Dryopteris*

carthusiana (Vill.) H.P. Fuchs. На ділянках, що межують із насадженнями сосни, наявні *Poa nemoralis* L., *Convallaria majalis* L., *Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt, *Melampyrum pratense* L., *Rubus saxatilis* L., *Luzula multiflora* (Ehrh.) Lej., *L. pilosa* (L.) Willd., *Calluna vulgaris* (L.) Hull. У складі трав'яного покриву в незначній кількості також зустрічаються *Potentilla erecta* (L.) Raeusch., *Equisetum sylvaticum* L., *Scirpus sylvaticus* L., *Eriophorum angustifolium* Honck. У складі мохово-лишайникового ярусу можна зустріти як представників зелених мохів (наприклад *Polytrichum commune*), так і сфагнових.

Сосняки. На боровій терасі р. Мерло певна частина рослинних угруповань природного походження була замінена на створені штучно. Як правило, навколо боліт залишали тільки дуже вузьку смугу березняків, впритул до якої насаджували сосну звичайну. Наразі в районі дослідження значну площу займають середньовікові (50-річні) культури *Pinus sylvestris*, іноді із домішкою сосон більш старшого віку – від 60-80 до 100 років. Перший ярус утворено *Pinus sylvestris*, *Betula pubescens*, *B. pendula*, до яких у другому ярусі домішується *Quercus robur*. У чагарниковому ярусі наявні *Sorbus aucuparia*, *Frangula alnus*, *Amelanchier spicata*, *Euonymus verrucosa* Scop., *Populus tremula*, а також *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Wol.) Klásková і *Rubus idaeus* L., зрідка в незначній кількості – *Salix aurita*, *Viburnum opulus* L. і *Grossularia uva-crispa* (L.) Mill. У складі трав'яного ярусу зустрічаються такі представники злаків і осок як *Molinia caerulea*, *Poa nemoralis*, *P. angustifolia* L., *Agrostis vinealis* Schreb., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Anthoxanthum odoratum* L., *Phragmites australis*, *Carex ericetorum* Pollich. Із різнотрав'я присутні типові представники флори сосняків *Pteridium aquilinum*, *Convallaria majalis*, *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce, *Melampyrum pratense*, *Solidago virgaurea* L., *Peucedanum oreoselinum* (L.) Moench, *Hylotelephium polonicum* (Błocki) Holub, *Euphorbia seguierana* Neck., *Steris viscaria* (L.) Raf., *Silene nutans* L., *Otites borysthenticus* (Grun.) Klovov, *Dianthus campestris* M. Bieb., місцями – *Rubus saxatilis*; на антропогенно трансформованих ділянках – *Pilosella officinarum* F. Schult. & Sch. Bip., *P. caespitosa* (Dumort.) P.D. Sell & C. West, *Hieracium umbellatum* L., *Rumex acetosella* L., *Fallopia convolvulus* (L.) A. Löve, *Conyza*

canadensis (L.) Cronq., а ближче до води – *Lysimachia vulgaris* L.. У складі мохово-лишайникового ярусу можна зустріти *Pleurozium schreberi*, *Dicranum* sp., *Cladonia* sp.

Осичняки. Це, як правило, піонерні (на алювіальних відкладах) або вторинні угруповання, на збагачених нітратами ґрунтах у вологих і сирих місцях на місці дубових, дубово-грабових, дубово-липових чи дубово-соснових лісів. Їх місце у синтаксономічній схемі є досить невизначеним, і залежно від корінних типів лісів, на місці яких вони формуються в результаті рубок чи палів, розглядають як фації різних асоціацій. Угруповання займають зниження у рельєфі із високим залягання ґрунтових вод, що зумовлює застій поверхневих вод весною і наявність горизонту оглеєння. Ґрунти свіжі, вологі дерново-підзолисті, опідзолені сірі суглинки, багаті на гумус (до 10 %), який внаслідок кислої реакції ($\text{pH} \approx 5,5-6,0$) швидко розкладається (відношення гумінових кислот до фульвокислот >1 ; сума ввібраних основ і ємність катіонного обміну низька). Деревний ярус густий (0,9–1,0) I бонітету до 30–35 м заввишки складає *Populus tremula* з домішкою інших видів (*Acer platanoides* L., *Betula verrucosa*, *Carpinus betulus* L., *Tilia cordata* Mill.). Чагарниковий ярус не виражений, зрідка зростають *Eunymus verrucosa*, *Rhamnus cathartica* L., *Corylus avellana* L.. Трав'яний покрив майже відсутній, рідко трапляються умброфіти, нітрофіли *Aegopodium podagraria* L., *Carex pillosa* Scop., *Calamagrostis arundinace*, *Lysimachia vulgaris*, *Majantemum bifolium*, *Vaccinium myrtillus* L., *Urtica dioica* L. [81]. На дослідженій території специфічними рисами осичняків є наявність у складі чагарникового ярусу *Frangula alnus*, *Sorbus aucuparia*, *Amelanchier spicata*, *Quercus*

robur, *Pinus sylvestris*, а в трав'яному покриві – *Pteridium aquilinum*, *Dryopteris carthusiana*, *Molinia caerulea*, *Phragmites australis*, *Convallaria majalis*, *Rubus nessensis*, *R. saxatilis*, *Luzula multiflora*, *Melampyrum pratense*. Всі ці види наявні у складі березняків, але в більшій кількості у порівнянні із осичняками.

Вербняки. Ці угруповання належать до союзу *Salicion cinereae* Th. Mull. et Gors ex Pass. 1961 і розглядаються як природні угруповання окрайків вільшняків або в якості однієї з сукцесійних стадій заростання боліт. Вони сформовані переважно широколистяними чагарниковими вербами (*Salix cinerea*, *S. aurita*, *S. pentandra*) та *Frangula alnus* [81]. На дослідженій території угруповання такого типу є невід'ємною частиною окрайків боліт. Поширені в притерасній, рідше в центральній частинах заплав і на боровій терасі, як правило, на добре зволжених та мокрих багатих гумусом ґрунтах (торфово-болотних, лучно-болотних та мулуватоболотних). Специфічними рисами досліджених вербняків є відсутність у їх складі таких константних і характерних видів, як *Betula humilis* Schrank, *Salix pentandra* L., *S. rosmarinifolia* L., *Valeriana exaltata* Mikan. Висота верхнього чагарникового ярусу може сягати 3-4 м, а його зімкнутість коливатися в межах 0,4-0,8. У його складі, окрім *Salix cinerea*, *S. aurita*, *Frangula alnus*, наявні *Betula pubescens*, *Pinus sylvestris*, *Alnus glutinosa*, а також зрідка у невеликій кількості *Salix triandra* L. і *Viburnum opulus* (0,5-1%). Трав'яний ярус, проективне покриття якого становить в середньому 25–35%, в своєму складі нараховує до 12-15 видів. Найхарактернішими видами ярусу є типові види евтрофних боліт: *Lysimachia vulgaris*, *Lycopus europaeus* L., *Lythrum salicaria* L., *Scutellaria galericulata* L., *Carex acuta* L., *C. vesicaria* L., *Phragmites australis*. Місцями високі показники рясності мають *Potentilla palustris* (L.) Scop., *Naumburgia thyrsiflora* (L.) Rchb., *Calamagrostis canescens* (Weber) Roth, *Bidens frondosa* L.

В таблиці 2.1 наведено узагальнені дані про константні та характерні види угруповань фанерофітного типу, що були досліджені у термін звіту. Під час виконання другого етапу, окрім дослідження угруповань фанерофітів, було розпочато вивчення рослинності гігро-гідрофільних біотопів трав'яного типу.

Останні були представлені угрупованнями літоральної смуги водойм і угрупованнями плаваючої рослинності.

Угруповання, що формуються у літоральній смузі прісноводних евтрофних та мезотрофних непроточних або слабопроточних водойм природного (озера, стариці і рукави річок) і штучного (водосховища, ставки, копанки, меліоративні канали, що заростають) походження, належать до союзу *Nymphaeion albae* Oberdorfer 1957 (*Nupharo lutei-Nymphaeetum albae* Nowiński 1930, *Nymphaeetum candidae* Miljan 1958, *Potameto natantis-Nymphaeetum candidae* Hejny in Dykyjova et Květ 1978, *Potametum natantis* Soo 1927, *Polygonetum amphibii* Soo 1927).

Таблиця 2.1 – Константні та характерні види мезо-гігрофільних угруповань фанерофітного типу

Назви видів	Показники рясності видів (за шкалою Друде*)			
	сосняки	березняки	осичняки	вербняки
1	2	3	4	5
<i>Euonymus verrucosa</i>	sol-cop ₁			
<i>Grossularia uva-crispa</i>	sol			
<i>Chamaecytisus ruthenicus</i>	sp-cop ₂			
<i>Rubus idaeus</i>	sol-cop ₁			
<i>Carex ericetorum</i>	sol-sp			
<i>Polygonatum odoratum</i>	sp-cop ₃			
<i>Peucedanum oreoselinum</i>	sol- cop ₂			
<i>Solidago virgaurea</i>	sol- cop ₂			
<i>Otites borysthenticus</i>	sol- cop ₂			
<i>Silene nutans</i>	sol- sp			
<i>Hylotelephium polonicum</i>	sol			
<i>Steris viscaria</i>	sol-sp			
<i>Hieracium umbellatum</i>	sol- cop ₂			
<i>Dianthus campestris</i>	sol-sp			
<i>Fallopia convolvulus</i>	sol-sp			
<i>Conyza canadensis</i>	sol-sp			
<i>Rumex acetosella</i>	sol- cop ₂			
<i>Pilosella officinarum</i>	sol- sp			
<i>Pilosella caespitosa</i>	sol- sp			
<i>Euphorbia seguierana</i>	sol- sp			
<i>Viburnum opulus</i>	sol			

<i>Anthoxanthum odoratum</i>	sol- sp			
<i>Agrostis vinealis</i>	sol- sp			
<i>Calamagrostis epigeios</i>	sp-cop ₂			
<i>Poa angustifolia</i>	sol-cop			
<i>Poa nemoralis</i>	sp-cop ₂	sol-sp		
<i>Potentilla erecta</i>		sol		
<i>Luzula pilosa</i>		sol-sp		
<i>Calluna vulgaris</i>		sol-sp		
<i>Eriophorum angustifolium</i>		sol		
<i>Scirpus sylvaticus</i>		sol-sp		
<i>Luzula multiflora</i>		sol-sp	sol-sp	

Кінець таблиці 2.1

1	2	3	4	5
<i>Rubus nessensis</i>		sp-cop ₂	sol-sp	
<i>Amelanchier spicata</i>	sol-cop ₁	sol-sp	sol	
<i>Convallaria majalis</i>	sp -cop ₂	sol-cop ₁	sol	
<i>Quercus robur</i>	sol-cop ₁	sol-sp	sol	
<i>Pteridium aquilinum</i>	sol-soc	sol-cop ₃	sol	sol-sp
<i>Melampyrum pratense</i>	sol-sp	sol-sp	sol	sol
<i>Rubus saxatilis</i>	sol-cop ₁	sol-sp	sol	sol
<i>Pinus sylvestris</i>	cop ₁ -soc	sol-cop ₁	sol	sol-sp
<i>Sorbus aucuparia</i>	sol-cop ₁	sol-sp	sol	sol
<i>Populus tremula</i>	sol-sp	sol-cop ₁	cop ₁ -soc	sol-sp
<i>Frangula alnus</i>	sol-cop ₁	sol-cop ₁	sol-sp	sol-cop ₂
<i>Molinia caerulea</i>	sol	sol-cop ₂	sol-sp	sol-sp
<i>Phragmites australis</i>	sol	sol-cop ₁	sol-sp	sol-cop ₁
<i>Betula pubescens</i>	sp-sol ₁	sp-soc	sol-sp	sol-cop ₁
<i>Betula pendula</i>	sol-sp	sol-sp	sol	sol
<i>Salix aurita</i>	sol	sol-sp		sp-soc
<i>Lysimachia vulgaris</i>	sol	sol-sp		sol-cop ₁
<i>Dryopteris carthusiana</i>		sol-sp	sol-sp	sol
<i>Maianthemum bifolium</i>		sol-cop ₂	sol-sp	sol
<i>Equisetum sylvaticum</i>		sol		sol
<i>Juncus effusus</i>		sol-cop ₁		sol-cop ₃
<i>Carex elongata</i>				sol-cop ₃
<i>Potentilla palustris</i>				sp-cop ₁
<i>Bidens frondosa</i>				sol-cop ₃
<i>Calamagrostis canescens</i>				sol-cop ₃
<i>Eriophorum vaginatum</i>				sol-cop ₃
<i>Lycopus europaeus</i>				sp-cop ₁
<i>Lythrum salicaria</i>				sp-cop ₁
<i>Naumburgia thyrsiflora</i>				sol-cop ₂

<i>Scutellaria galericulata</i>				sol-sp
<i>Typha latifolia</i>				sol-sp
*soc – рослини майже суцільно покривають ділянку, змикаючись надземними частинами, сор ₃ - зустрічаються дуже рясно, але немає суцільного змикання, сор ₂ - рослини зустрічаються рясно, сор ₁ - рослини зустрічаються доволі рясно, sp - рослини зустрічаються розсіяно у невеликій кількості, sol - рослини зустрічаються одинично				

Водойми характеризуються нейтральною, слабокислою або слаболужною реакцією. Товща води знаходиться, як правило, в межах від 0,5 до 2,5 м, протягом вегетаційного періоду спостерігається помірне коливанням її рівня. Донні відклади мулисти, мулисто-піщані або піщані [81].

Угруповання цього типу мають добре розвинений наводний ярус макрофітів із широкими плаваючими листками значних розмірів (*Nuphar lutea* (L.) Smith, *Nymphaea alba* L., *N. candida* C. Presl). Із цих трьох видів у межах регіону дослідження домінантом рослинних угруповань такого типу є саме латаття сніжно-біле (*Nymphaea candida*). Місцями у розрідженому зануреному підводному ярусі до 90% покриття приходить на *Utricularia vulgaris* L., а на поверхні із незначним покриттям зростають вільноплаваючі *Lemna minor* L., *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid., *Hydrocharis morsus-ranae* L. У складі таких угруповань на дослідженій території також зустрічаються *Phragmites australis*, *Potentilla palustris*.

Угруповання плаваючої рослинності належать до союзу *Utricularion vulgaris* Passarge (1964) 1978, константними та характерними видами якого є *Aldrovanda vesiculosa* L., *Ceratophyllum demersum* L., *C. submersum* L., *Utricularia intermedia* Hayne, *U. minor* L., *U. vulgaris* (із цього переліку в районі дослідження зафіксовано тільки два останні види). Як правило, ці угруповання формуються у неглибоких дистрофних, оліготрофних або мезотрофних ацидофільних водоймах із торф'янистими і мулисто-торф'янистими донними відкладами, що добре прогриваються, і часто мають значний вміст гумінових кислот [81].

В долині р. Мерло угруповання цього типу найчастіше зустрічаються у невеликих мезотрофних лісових водоймах, що заболочуються, або у мочажинах і канавах у сфагновому покриві, де товща води становить 0,05-0,5 м, рідше 0,7-1,0 м.

2.1.2 Закономірності екологічної диференціації рослинності (ординаційний аналіз)

У результаті виконання першого етапу дослідження було проведено фітоіндикаційну оцінку екологічних умов місцезростань мезо-гігрофільних угруповань фанерофітного типу з домінуванням *Alnus glutinosa*. Під час виконання другого етапу були отримані дані стосовно фітоіндикації екологічних режимів для інших груп фанерофітних угруповань (березняків, осичняків, вербняків), а також для гігро-гідрофільних угруповань трав'яного типу (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Фітоіндикаційна оцінка екологічних режимів мезо-гігрофільних і гігро-гідрофільних угруповань фанерофітного та трав'яного типу долини р. Мерло

№	Код опису в базі даних	Показники екологічних режимів* (в балах)						
		Hd	Fh	Rc	Sl	Ca	Nt	Ae
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сосняники, березняки, осичняки берегової зони								
1	1.1	11.3	5.8	6.3	6.1	6.1	4.3	6.2
2	1.2	11.6	5.6	5.9	5.5	6	4.2	6
3	1.3	12.6	5.8	5.8	5.6	5.5	4.3	6.8
4	2.1	12.6	5.5	5.7	5.8	5.4	4.5	7
5	2.2	11.7	5.3	5.4	5.3	5.5	4.3	6.1
6	2.3	12	5	5.3	5.5	5.5	3.9	6.6
Сфагнові вербняки								
7	2.4	14.9	6.2	5.9	6.2	5	5.3	9.3
8	2.5	14.3	5.7	5.7	6.2	5.6	4.9	8.3
9	2.6	15.6	5.4	5.9	5.9	4.9	5.7	9
10	2.7	14	5.9	5.4	5.4	5	4.7	8.1
11	2.8	15.5	5.5	4.8	5.2	4.2	5.3	9.1
12	2.9	14.1	5	5.4	5.1	4.8	4.4	9.3
13	2.1	13.9	5	5	5	4.7	3.8	9.4
14	2.11	14.1	5.3	5.3	5.4	5.7	4.7	8.7
15	3.6	15	4.9	5.7	5.3	4.8	4.5	9.5

Кінець таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Вербняки із пухівкою, ситником та молінією								
16	3.5	15.6	4.8	6.4	5.9	4.7	5	10.2
17	3.7	15.6	5.1	7	6.8	4.9	5.6	10.4
18	3.8	15.5	5.4	6.2	6.3	4.7	5.4	9.9
19	3.9	15	5.2	6.8	6.3	4.7	5.2	9.6
20	3.1	15.7	4.9	6.4	6.3	5.1	5.8	9.7
21	3.11	16.1	4.8	7.1	6.5	4.7	5.8	10.5
Угрупування літоральної смуги водойм								
22	3.2	16.8	4.5	7.5	7.2	4.5	5.7	12
23	3.4	18	4.1	7.9	7.2	4.2	5.9	12.5
24	3.12	16.1	5	7.6	7.4	4.9	6	11.3
Угрупування плаваючої рослинності								
25	3.1	19.5	3.9	8.4	7.6	4.6	5.9	13.6
26	3.3	18.4	4.4	8.7	8.2	4.7	6.1	13.6
* Hd – гідрологічний режим; Fh – режим змінності зволоження; Rc – кислотний режим; Sl – загальний сольовий режим; Ca – карбонатний режим; Nt – азотний режим; Ae – режим аерації								

Відносно особливостей гідрологічного режиму едафотопу досліджені угруповання утворюють наступний гігроморфічний ряд: свіжі лісо-лучні екотопи (11,3–12,6) → вологі лісо-лучні екотопи (13,9–16,3) → сирі лісо-лучні екотопи (14,1–16,1) → мокрі болотно-лісо-лучні екотопи (16,1–18) → мокрі екотопи боліт (18,4–19,5). Тобто із усіх екологічних режимів для гідрологічного режиму характерна найбільша амплітуда варіювання показників – дещо вища за 8 балів.

Зволоження, як правило, не буває завжди рівномірним і може значною мірою коливатися протягом вегетаційного сезону.

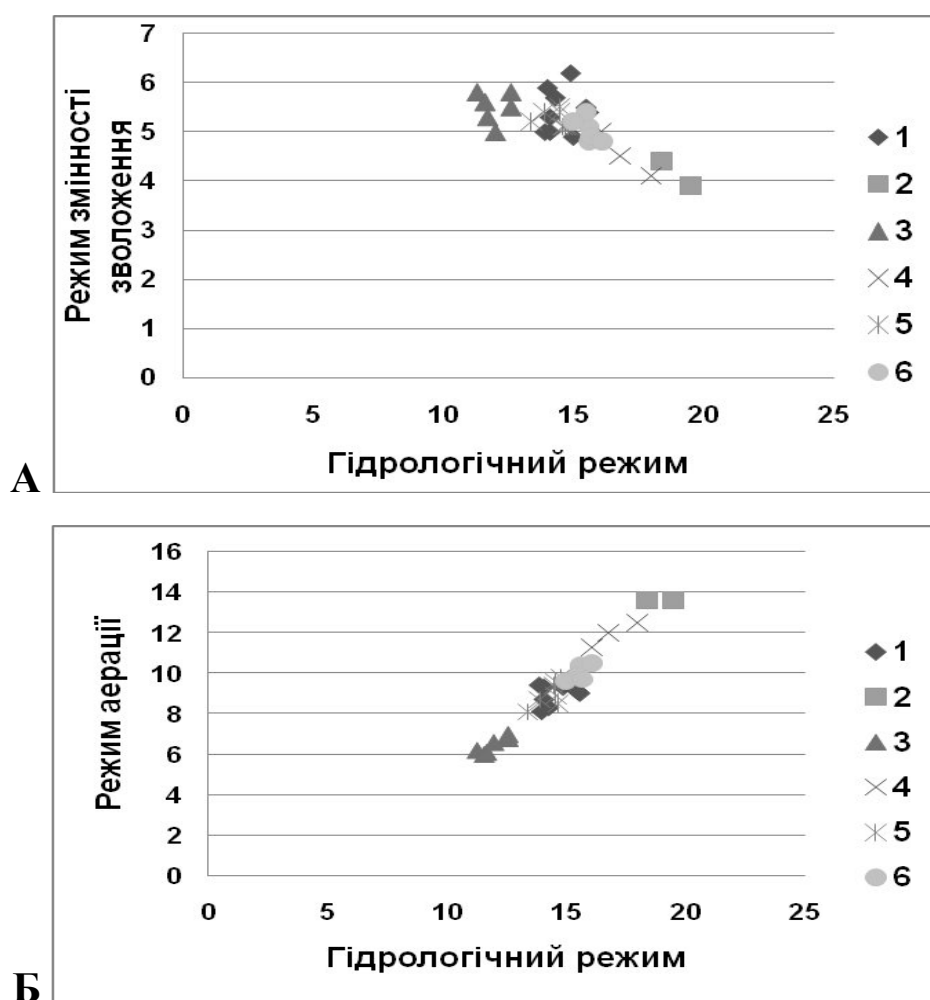
Рівномірність/нерівномірність,

недостатність/надмірність зволоження кореневмісного шару ґрунту враховується при аналізі режиму змінності зволоження [82]. Гігроморфічний ряд, побудований з урахуванням цього режиму, дозволяє виділити наступні градації: екотопи із рівномірно стійким зволоженням кореневмісного шару і частково поверхневими водами, які іноді пересихають (3,9–4,5) → екотопи, у складі яких чергуються ділянки із рівномірно стійким зволоженням кореневмісного шару ґрунту (частково поверхневими водами) та помірно нерівномірним зволоженням при повному промочуванні кореневмісного шару опадами і талими водами (4,8–4,9) → екотопи із помірно нерівномірним зволоженням при повному промочуванні кореневмісного шару опадами і талими водами (5,0–5,5) → екотопи із нерівномірним зволоженням кореневмісного шару ґрунту, при помірному його промочуванні опадами і талими водами (5,6–6,2).

Побудова ординаційних матриць, як правило, досить наочно демонструє зміну параметрів екопросторів рослинних угруповань у координатах взятих попарно екологічних факторів. Найкраще диференціація мезо-гігрофільних угруповань фанерофітного типу і гігро-гідрофільних угруповань трав'яного типу виявляється в координатах едафічних факторів, а саме гідрологічного і азотного режиму, режимів змінності зволоження, аерації, кислотності ґрунту. Разом із тим, в ординаційному полі таких факторів, як гідрологічний режим і режим змінності зволоження (рис. 2.1), простежується деяке накладання екологічних просторів гігро-гідрофільних угруповань трав'яного типу (групи 2 і 4) та досить щільне накладання більшої частини угруповань фанерофітного типу (певним чином відокремлюються лише сосняки, березняки і осичняки берегової зони – група 1).

Взагалі, амплітуда варіювання показників цих факторів невелика, як для угруповань трав'яного типу, так і для угруповань фанерофітного типу.

У екопросторі факторів гідрологічного режиму і аерації (рис. 2.1) можна бачити, по-перше, прямо пропорційну залежність між цими факторами, а по-друге, чітке відокремлення гігро-гідрофільних угруповань трав'яного типу (групи 2 і 4). Чітке відокремлення вільшняків (група 5) від інших угруповань фанерофітного типу наявне в ординаційному полі таких екологічних факторів, як азотний режим і режим змінності зволоження. Ці фактори входять до градієнту провідних едафічних факторів, що обумовлюють ектопічну специфіку місцезростань саме цього типу рослинних угруповань (рис. 2.1).



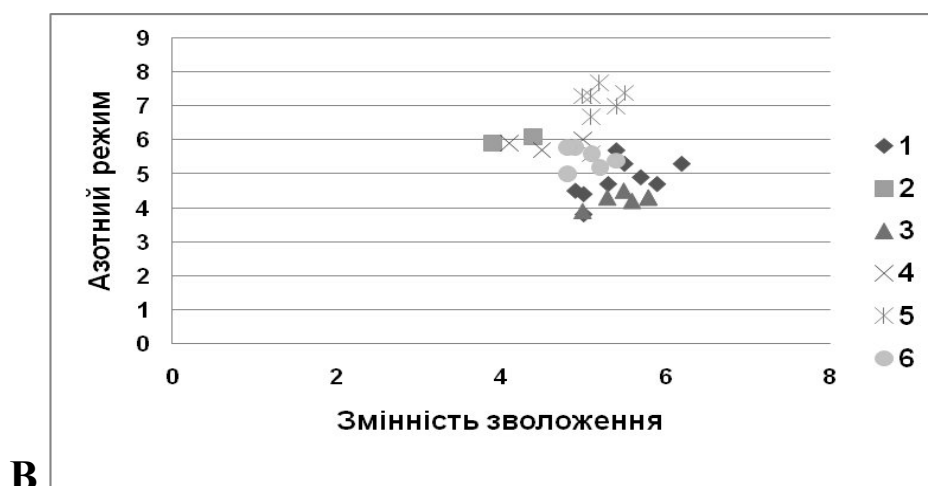
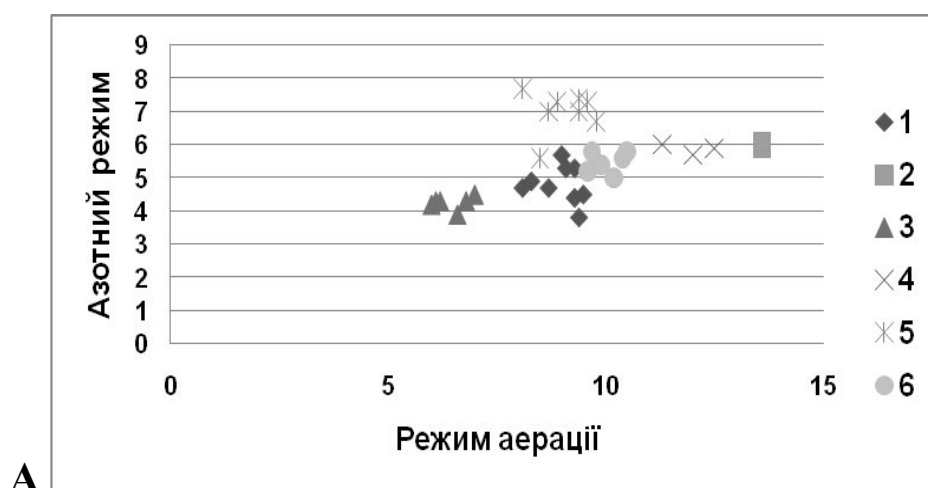


Рисунок 2.1 – Ординація рослинних угруповань у координатах: А – гідрологічного режиму і режиму змінності зволоження; Б – гідрологічного режиму і аерації; В – азотний режим і режим змінності зволоження:
 1 – сфагнові вербняки; 2 – угруповання плаваючої рослинності; 3 – сосняники, березняки, осичняки берегової зони; 4 – угруповання літоральної смуги водойм; 5 – вільшняки; 6 – вербняки із пухівкою, ситником та молінією

Одним із завдань ординаційного аналізу є пошук закономірностей екологічної диференціації рослинних угруповань (рис. 2.2).



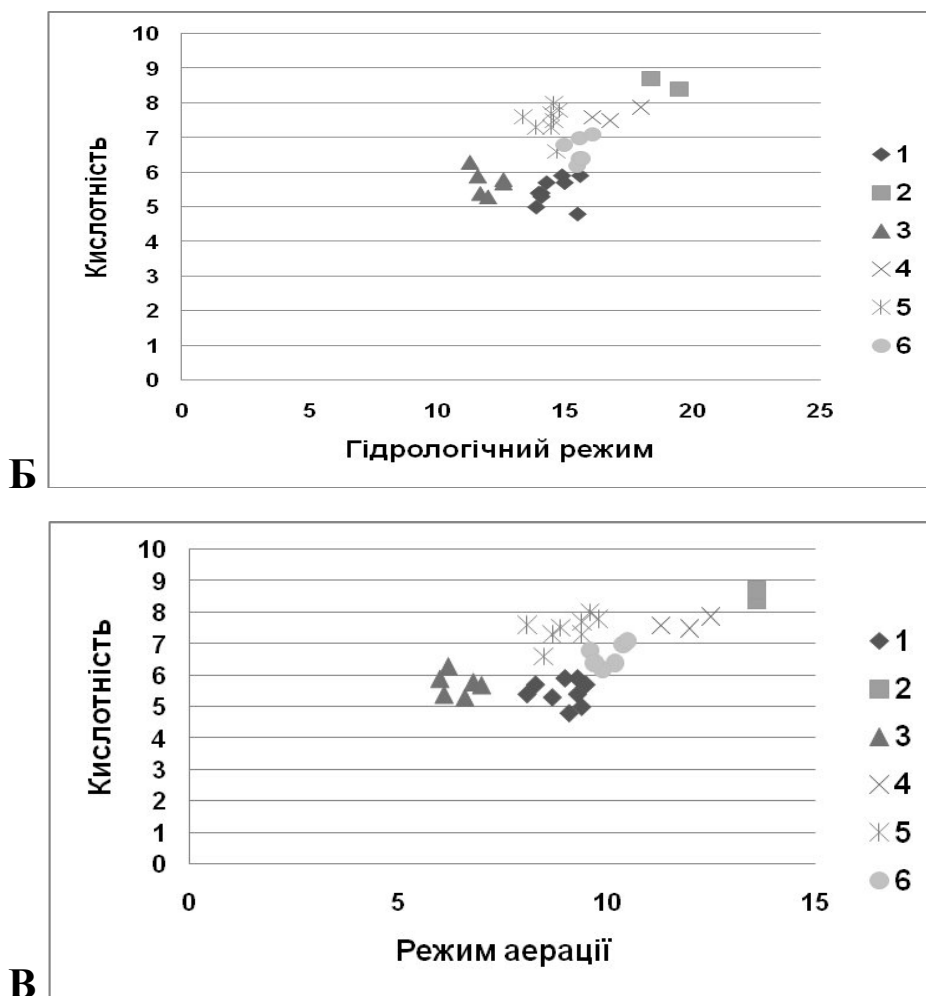


Рисунок 2.2 – Ординація рослинних угруповань у координатах: А – азотного режиму і режиму аерації; Б – гідрологічного режиму і кислотності; В кислотності та аерації (умовні позначки як на рис. 2.1)

Співставлення ординаційних матриць азотний режим – режим аерації та гідрологічний режим – кислотність (рис. 2.2) показало доволі чітке розмежування всіх шістьох груп рослинних угруповань (як фанерофітного, так і трав'яного типу). Разом із тим, найкращим чином (без перекриття екопросторів) це розмежування угруповань видно у координатах кислотності та аерації (рис. 2.2). На рисунку 2.2 можна бачити, що саме за азотним, кислотним режимами і режимом аерації найкращим чином відбувається диференціація угруповань прибережної зони – сфагнових вербняків (група 1) і вербняків із пухівкою, ситником та молінією (група 6). За цими факторами вербняки мають найбільший екопростір у порівнянні із

іншими угрупованнями фанерофітного типу. Цікавим також є те, що хоча у екопросторі режимів змінності зволоження, аерації і гідрологічного режиму еконіши вільшняків і вербняків значною мірою співпадають, диференціацію цих груп можна простежити за факторами кислотності ґрунту і його азотного режиму (рис. 2.1, 2.2).

Таким чином, на підставі аналізу ординаційних матриць показників екологічних режимів 34 рослинних угруповань біотопів фанерофітного і трав'яного типу виявлено параметри їх екопросторів у координатах взятих попарно екологічних факторів. Встановлено, що найкращим чином диференціація для мезо-гігрофільних і гігро-гідрофільних угруповань проявляється в координатах кислотності та аерації.

2.2 Флора суходільних луків Зміївсько-Валківсько-Дергачівського району Середньоруської провінції (особливості флористичної структури та продуктивності фітоценозів)

Тривала експлуатація лучних фітоценозів зазвичай призводить до їх швидкої деградації та заміни менш цінними угрупованнями з переважанням рудеральних видів. В результаті цього не лише збіднюється флористичне різноманіття, а й суттєво знижується продуктивність лучних угруповань, що негативно впливає на процеси ґрунтоутворення та інші процеси в екосистемах. Саме тому багато уваги вчених-ботаніків приділяється вивченню природних кормових угідь Лісостепу України, зокрема, їх продуктивності, динаміки, біологічного різноманіття, особливостей трансформації та наслідків антропогенного впливу [83-87]. Також багато уваги приділялось дослідженню трансформації біогеоценозів суходільних луків, при якій вони заростають деревними та чагарниковими видами [88-89]. Все вищезначене характерно для більшості областей України, в тому числі і для Харківщини. Суходільні луки Харківської області є типовими для Лівобережного лісостепу та все ще збереглися на значних площах. Наразі процеси їх деградації вивчені недостатньо, тому вивчення сучасного стану флори та продуктивності

суходільних луків є актуальною задачею.

У вегетаційний період 2018 року згідно технічного завдання другого етапу проведено дослідження флори та продуктивності типових фітоценозів суходільних лук на вододілі річок Уди та Сіверський Донець в межах Зміївського району Харківської області. На території дослідження було зроблено 12 геоботанічних описів типових модельних ділянок, зібрано близько 70 гербарних аркушів. Територія дослідження розташована поблизу сіл Червона поляна та Водяне (Зміївський район Харківської області) і являє собою яружно-балкову систему на плато правого берега р. Уди. Координати та характеристика моніторингових площадок наведені в таблиці 2.3. При дослідженні флори користувались стандартними методами геоботанічних досліджень. Дослідження продуктивності травостою проведено за стандартною методикою вивчення господарської продуктивності на модельних площадках 1м² методом пробних укосів. Зрізані рослини висушували до повітряно-сухого стану та сортували на дві агробіологічні групи – злаки та різнотрав'є для яких і встановлювали вагове співвідношення [89].

У систематичному відношенні досліджувана флора доволі різноманітна. У її складі виявлено 87 видів з 68 родів, 24 родин та 2 відділів. Переважна більшість видів представники *Magnoliophyta* – 86 видів, з яких до *Magnoliopsida* належить 75 видів, до *Liliopsida* – 11 видів (табл. 2.4).

Таблиця 2.3 – Загальна характеристика моніторингових пробних площадок

№	Координати	Особливості розташування та оточення	Крутизна та експозиція схилу
1	49°46'15.7"N 36°22'01.4"E	Плакорна підвищена ділянка біля дороги	1, південна експозиція
2	49°46'14.2"N 36°22'01.8"E	Плакорна підвищена ділянка біля дороги в оточенні дерев і чагарників	5, південна експозиція
3	49°46'14.6"N 36°21'56.3"E	Плакорна ділянка, галявина поміж дерев	5, південна експозиція,
4	49°46'14.5"N 36°21'27.1"E	Верхня частина схилу яру	15, південно - східна експозиція

5	49°46'14.5"N 36°21'27.1"E	Середня частина схилу яру, що межує із полем	20, південно - східна експозиція
6	49°46'15.9"N 36°21'20.4"E	Середня частина схилу яру, що межує із полем	20, південно - східна експозиція
7	49°46'24.6"N 36°21'03.6"E	Верхня частина схилу відгалуження основного яру, поруч із полем і дорогою	20, південна експозиція
8	49°46'27.5"N 36°21'08.8"E	Нижня частина схилу відгалуження основного яру, поруч із полем і дорогою	10, південно- східна експозиція
9	49°46'26.1"N 36°21'14.6"E	Нижня частина схилу відгалуження основного яру, поруч із полем і дорогою	10, північно- західна експозиція
10	49°46'39.0"N 36°21'17.0"E	Схил основного яру поруч із полем і дорогою	15, північно- західна експозиція
11	49°46'36.4"N 36°21'10.8"E	Схил основного яру поруч із полем	20, східна експозиція
12	49°46'41.3"N 36°21'10.4"E	Схил основного яру поруч із полем	15, східна- експозиція

Таблиця 2.4 – Систематична структура флори

Відділ	Число родин		Число родів		Число видів	
	абсолютне	%	абсолютне	%	абсолютне	%
<i>Equisetophyta</i>	1	4,2	1	1,5	1	0,9
<i>Magnoliophyta</i>	23	95,8	67	98,5	86	99,1
<i>Magnoliopsida</i>	20	83,3	57	83,8	75	86,3
<i>Liliopsida</i>	3	12,5	10	14,7	11	12,8
Усього	24	100	68	100	87	100

Аналіз флори досліджених ділянок показав, що до її складу входять 24 родини вищих судинних рослин. Провідне місце за кількістю видів належить 10 родинам, які охоплюють 70 видів (табл. 2.5).

Таблиця 2.5 – Спектр провідних родин флори

Родина	Число видів		Число родів	
	абсолютне	%	абсолютне	%
<i>Asteraceae</i>	23	26	21	31
<i>Fabaceae</i>	11	13	6	9
<i>Poaceae</i>	8	9	8	12
<i>Lamiaceae</i>	7	8	6	9
<i>Rosaceae</i>	6	6	5	7
<i>Rubiaceae</i>	4	4	1	1
<i>Scrophulariaceae</i>	4	4	2	3
<i>Apiaceae</i>	3	3	2	3
<i>Alliaceae</i>	2	2	2	3
<i>Brassicaceae</i>	2	2	2	3
Інші 14 родин	17	23	13	19
Усього	87	100	68	100

Найчисельнішими є *Asteraceae* - 23 види (26%), *Fabaceae* – 11 видів (13%) і *Poaceae* - 8 видів (9%), як й у флорі України. Саме представники *Poaceae* відіграють провідну роль у формуванні лучних фітоценозів, як домінанти основних формацій цього типу рослинності.

Наведений спектр, з домінуванням представників родин *Asteraceae*, *Fabaceae*, *Poaceae*, *Lamiaceae*, *Rosaceae* характерний для суходільних луків (певною мірою порушених) регіону дослідження. При цьому значна перевага представників айстрових може бути пояснена значною участю у складі флори видів-бур'янів, які проникають на територію дослідження з полів розташованих обабіч яру та по узбіччям ґрунтової дороги яка проходить в нижній частині яру.

Аналіз флори за життєвими формами був проведений за системою І.Г. Серебрякова, встановлений такий розподіл у флорі за типами життєвих форм: багаторічні трав'янисті рослини, однорічні (5 видів, 5,8 %) та дворічні (15 видів, 17,2 %) трав'янисті рослини (табл. 2.6). Це відповідає загальним закономірностям для остепнених лук. Провідною життєвою формою на луках зазвичай виступають саме трав'янисті багаторічники – 67 видів, або 77 % всієї флори. Група кореневищних багаторічників представлена переважно злаками: *Elytrigia repens*, видами родів *Poa*, *Agrostis*. Важливу роль мають дерновинні злаки, які грають також значну роль у формуванні рослинних угруповань. Незважаючи на панування багаторічників, значна частина видового складу приходить на одно- та дворічники, відповідно 5 видів (5,8 %) та 15 видів (17,2 %). Серед них зустрічаються як типово лучні види, так і бур'яни.

Таблиця 2.6 – Розподіл видів за типами життєвих форм

Життєва форма	Число видів	
	абсолютне	%
Багаторічні трав'янисті рослини	67	77,0
Дворічники	5	5,8
Однорічники	15	17,2

Усього	87	100
--------	----	-----

Однорічники представлені широко розповсюдженими в регіоні видами: щириця (*Amarantus retroflexus* L.), амброзія (*Ambrosia artemisiifolia* L.), циклахена (*Cyclachaena xanthifolia* (Nutt.) Fresen.), злинка (*Erigeron acris* L.), латук (*Lactuca serriola* L.), ромашка (*Matriacaria perforata* Merat.). До групи дворічників входять представники родин *Apiaceae* (морква дика – *Daucus carota* L., миколайчики – *Eryngium planum* L., морквічник – *Silaum silaus* (L.) Schinz. Et Thell.) та *Scrophulariaceae* (дивина – *Verbascum lychnitis* L., *Verbascum thapsus* L.).

Трав'янисті рослини досліджених луків – це типові види степового та лучного комплексу, поміж яких багато саме представників злаків, айстрових, бобових. Разом із тим, аналіз еколого-фітоценотичної (ценоморфічної) структури флори показав, що за абсолютною кількістю видів переважає група рудерантів, яка об'єднує 20 видів. Цей факт пояснюється розташуванням досліджених ділянок поруч із полями та дорогами (табл. 2.7). Значна участь у формуванні досліджуваної флори належить лучно-степовим (5 видів, або 6%) і степово-лучним (13 видів, або 15 %) видам. На місцях із помірним освітленням поширені типові види узлісь (лісо-лучні, лісо-степово-лучні та ін.). На ділянках поблизу доріг зростають види рудеральної групи (лучні, степові, псамофітні бур'яни). Роль інших еколого-фітоценотичних груп у складі флори досліджених суходільних луків незначна.

Аналіз гігоморфічного спектру флори за фактором вологості показав, що в районі досліджень переважають рослини посушливих місцезростань – ксеромезофіти. Вони складають 41% від загальної кількості видів (табл. 2.8). Значну частку складають мезоксерофіти і мезофіти – відповідно 28 (32%) і 18 (21%) видів, до яких відносяться типово лучні, лучно-степові та степові рослини. Такий розподіл характерний для умов суходільних луків розташованих на плакорі та вододілах, для яких характерний виключно атмосферний тип зволоження під час дощів або танення снігу.

Таблиця 2.7 – Ценоморфічна структура флори

Ценоморфа	Число видів		Ценоморфа	Число видів	
	абсолютне	%		абсолютне	%
Pr	1	1	PsRu	1	1
(Ps)Ru	1	1	Ru	20	23
(Ru)StPr	3	3	RuPr	8	9
(Sil)StPr	1	1	RuSil	1	1
(St)PrRu	1	1	SilPr	8	9
HalPr	1	1	SilSt	5	6
Pr	2	2	St	4	5
PrRu	2	2	StPr	13	15
PrSil	3	3	StPrRu	2	2
PrSt	5	6	StRu	4	5

Таблиця 2.8 – Гігроморфічна структура флори

Гігроморфи		Число видів	
		абсолютне	%
Мезофіти	Ms	18	21
Ксеромезофіти	KsMs	36	41
Мезоксерофіти	MsKs	28	32
Ксерофіти	Ks	3	4
Мезогігрофіти	MsHg	1	1
Гігромезофіти	HgMs	1	1
Усього		87	100

Вивчення господарської продуктивності лучної рослинності суходольних луків проведене для шести модельних типових площадок показало наступний розподіл за фітомасою основних груп (табл. 2.9).

Таблиця 2.9 – Внесок основних агробіологічних груп у формування травостою суходільних лук

№ модельної ділянки	Число видів (злаки/різнотрав'є)	Фітомаса з 1м ² (суха вага, г)		
		загальна	злаки	різнотрав'є
1	2/27	560	250	310
3	3/29	616	246	370
4	4/35	661	261	400
7	4/30	403	150	253
9	3/25	290	160	130
11	5/25	481	120	361

Отримані дані щодо продуктивності лучних фітоценозів показали кореляцію між коливаннями показників загальної фітомаси і показниками фітомаси двох агробіологічних груп рослин – злаки та різнотрав'є (рис. 2.3). Винятком є лише 9 ділянка, на якій фітомаса злаків більша за фітомасу різнотрав'я. Таке явище може бути пояснено більшою стійкістю лучних та степових видів злаків до посухи.

На двох третинах ділянок на долю злаків та різнотрав'я, незалежно від показників загальної фітомаси, приходить 35-40%. На ділянці із найнижчими показниками загальної фітомаси (№ 9) злаки переважають за фітомасою, хоча представлені усього трьома видами. Доволі мала масова частка злаків на ділянці 11 є наслідком розвитку на цій ділянці процесів ерозії ґрунтового покриву, що призвело до переважання у складі травостою не лучних видів, а бур'янів (в тому числі й поміж злаками).

Таким чином, дослідження продуктивності типових лучних фітоценозів показали, що коливання загальної фітомаси добре корелює з коливаннями фітомаси двох провідних агробіологічних груп – злаки та різнотрав'є. При цьому доля злаків у травості з високою продуктивністю складає 35-40%, а на ділянках із низькою продуктивністю навіть дещо більша за 50%, що може бути пояснене провідною роллю представників родини *Poaceae* у формуванні лучних фітоценозів.

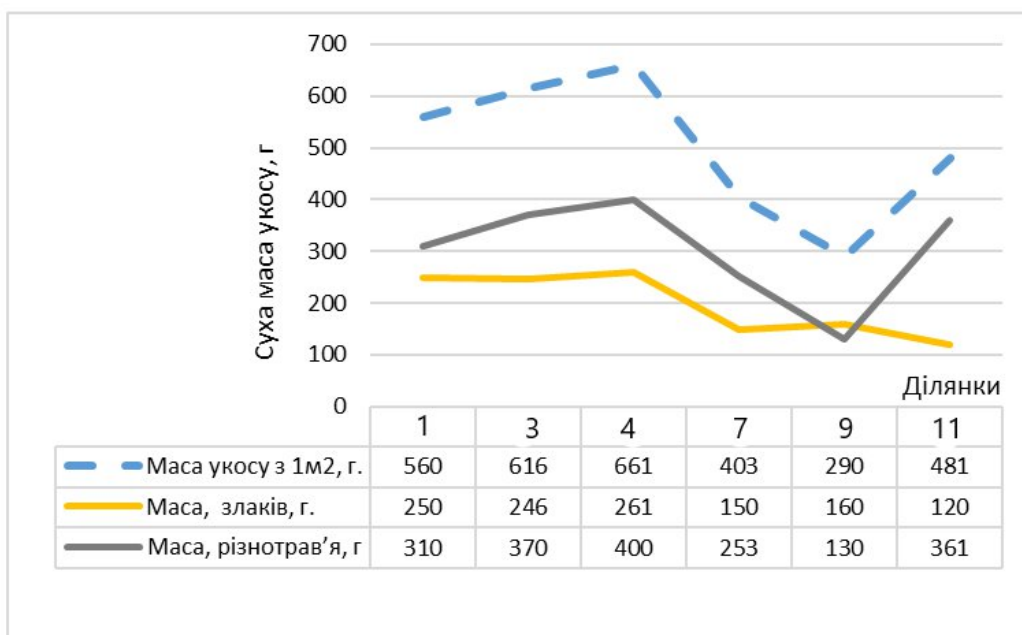
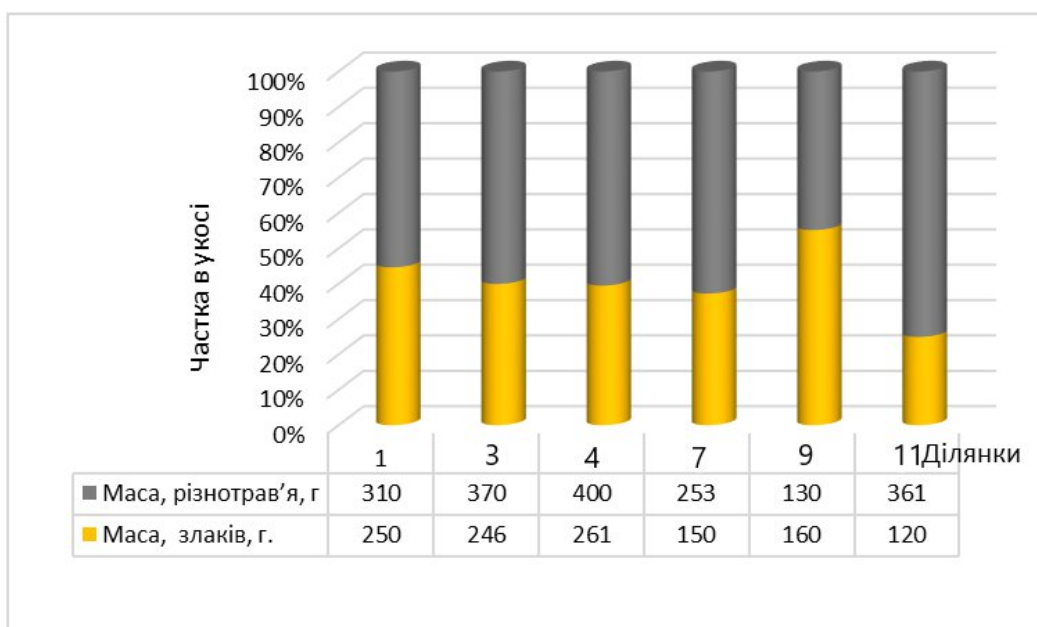


Рисунок 2.3 – Співвідношення загальної фітомаси та фітомаси основних агробіологічних груп

2.3 Нові знахідки лишайників та ліхенофільних грибів для території Харківської області

На сьогоднішній день стан дослідження ліхенофільної мікобіоти різних регіонів України варіює в широких межах. Так, згідно з останнім зведенням ліхенофільних грибів найбільшу кількість видів репрезентують гірські регіони Карпат та Криму, а серед рівнинних територій – Херсонська область. У східній частині України найбільш дослідженою залишалась степова зона, переважно території Донецької та Луганської областей [90]. Лісостепова зона сходу України, в межах якої лежить частина Харківської області, є однією з маловивчених територій у цьому відношенні, а список ліхенофільних грибів обмежувався лише такими видами – *Arthonia parietinaria* Hafellner & A. Fleischhacker, *Intralichen baccisporum* P. Hawksw. & M.S. Cole, *Opegrapha physciaria* (Nyl.) D. Hawksw. & Coppins та *Xanthoriicola physciae* (Kalchbr.) D. Hawksw. [91-93].

Зразки лишайників та ліхенофільних грибів збирали протягом 2018 року під час експедиційних виїздів на території Харківської області. Визначення зразків проводилось на кафедрі ботаніки та екології рослин Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Гербарні зразки зберігаються в ліхенологічній колекції гербарію CWU. Всі визначені та інсеровані зразки занесено до світової бази даних з біорізноманіття з *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF) за допомогою *PlutoF Workbench*.

Під час опрацювання ліхенологічних колекцій в гербаріях CWU та KHER список ліхенобіоти Харківської області було доповнено цікавими знахідками 18 видів лишайників та ліхенофільних грибів. Серед них є новий вид для рівнинної частини України (*Calicium pinastris* Tibell), нові види для Лівобережної України (*Clypeococcum hypocenomycis* D. Hawksw., *Didymellopsis perigena* (Nyl.) Grube & Hafellner, *D. pulposi* (Zopf) Grube & Hafellner, *Erythrimum aurantiacum* (Lasch) D. Hawksw. & A. Henrici, *Flavoplaca austrocitrina* (Vondrák, Říha, Arup & Söchting) Arup, Söchting & Frödén, *Lichenochora hypanica* S.Y. Kondr., Lőkös & Hur, *L. weillii* (Werner) Hafellner & R. Sant., *Marchandiomyces corallinus* (Roberge) Diederich & D.

Hawksw., *Psorotichia montinii* (A. Massal.) Forssell, *Pyrenidium actinellum* Nyl.) та для Лівобережного Лісостепу (*Lichenodiplis lecanorae* (Vouaux) Dyko & D. Hawksw., *Placopyrenium trachyticum* (Hazsl.) Breuss, *Scytinium tenuissimum* (Hoffm.) Otálora) [94].

Нижче наводимо список виявлених лишайників та ліхенофільних грибів із зазначенням їх точних місцезнаходжень, що занесені до бази даних GBIF (ліхенофільні гриби позначені «*»).

1. **Athelia arachnoidea* (Berk.) Jülich, *Willdenowia*, Beih. 7: 53 (1972)

Місцезнаходження. Україна, Харківська область, Зміївський р-н, м. Зміїв, на слані *Physcia adscendens* H. Olivier на корі *Tilia cordata* Mill., 05.10.2014, А. Громакова (CWU 202630), Зміївський р-н, окол. с. Чемужівка, на слані *Ph. tenella* (Scop.) DC., на корі *Salix alba* L., 19.11.2015, А. Громакова (CWU 202319); Харківський р-н, м. Харків, сад імені Тараса Шевченка, на слані *Ph. tenella*, на корі *Tilia cordata*, 24.09.2016, А. Громакова (CWU 202319); м. Харків, парк "Саржин яр", на слані *Phaeophyscia orbicularis* (Neck.) Moberg, на корі *T. cordata*, 13.10.2018, В. Дармостук (CWU 202637).

2. *Calicium pinastri* Tibell, *Mycotaxon* 70: 436 (1999)

Місцезнаходження. Україна, Харківська область, Зміївський р-н, біля с. Гайдари, НПП "Гомільшанські ліси", N 49°37'07.2" E 36°18'15.6", на краю широколистяного лісу, на деревині, 06.07.2018, зібр. А. Громакова (CWU 202632); біля с. Гайдари, НПП "Гомільшанські ліси", N 49°36'43.7" E 36°19'51.9", нагірна діброва на правому березі р. Сіверський Донець, на деревині, 10.07.2018, зібр. А. Громакова, В. Бондарь, Г. Давискіба (CWU 202633).

Для території України вид вперше в 2010 році було наведено з гірського масиву Чорногора Українських Карпат на корі *Larix decidua* Mill. [95].

3. **Cercidospora macrospora* (Uloth) Hafellner & Nav.-Ros., *Lichen Flora of the Greater Sonoran Desert Region* (Tempe) 2: 638 (2004)

Місцезнаходження. Україна, Харківська область, Лозівський р-н, біля с. Надєждівка, N 49°06'00.5" E 36°34'52.8", степові ділянки, на слані

Protoparmeliopsis muralis (Schreb.) M. Choisy, на вапняках, 11.05.2013, А. Громакова (CWU 202610).

4. **Clypeosocum hypocenomyces* D. Hawksw., *Notes R. bot. Gdn Edinb.* 38 (1): 167 (1980)

Місцезнаходження. Україна, Харківська область, Зміївський р-н, біля с. Артюхівка, N 49°43'46.5" E 36°13'24.4", сосновий ліс з домішкою дуба, на лусочках *Hypocenomyce scalaris* (Ach. ex Lilj.) M. Choisy на корі *Quercus robur* L., 15.10.2018, А. Громакова (CWU 202631); біля с. Гайдари, НПП "Гомільшанські ліси", дубовий ліс, на лусочках *H. scalaris* 15.10.2018, В. Дармостук (KHER 11973).

5. **Codonmyces lecanorae* Calat. & Etayo, *Lichenologist* 31 (6): 594 (1999)

Місцезнаходження. Україна, Харківська область, Лозівський р-н, біля с. Надєждівка, N 49°06'00.5" E 36°34'52.8", степові ділянки, на слані *Protoparmeliopsis muralis* на вапняках, 11.05.2013, А. Громакова (CWU 202611).

6. **Didymellopsis perigena* (Nyl.) Grube & Hafellner, *Nova Hedwigia* 51 (3-4): 301 (1990)

Місцезнаходження. Україна, Харківська область, Балаклійський р-н, біля селища П'ятигірське, N 49°42'92.1" E 36°65'84.3", на крейдяних схилах, по краях лусочок лишайника *Placidium squamulosum* (Ach.) Breuss, на ґрунті, 03.08.2010, А. Громакова (CWU 202176).

7. **D. pulposi* (Zopf) Grube & Hafellner, *Nova Hedwigia* 51 (3-4): 302 (1990)

Місцезнаходження. Україна, Харківська область, Дворічанський р-н, біля с. Кам'янка, НПП "Дворічанський", N 49°49'39.1" E 37°40'30.4", крейдяні схили, на слані лишайника *Enchylium tenax* (Sw.) Gray, на ґрунті, 21.08.2012, А. Громакова (CWU 202177); Донецька область, Слов'янський р-н, околиці с. Закітне, N 48°89'25.0" E 37°94'34.6", заповідник "Крейдова флора", на слані *E. tenax*, на ґрунті, 06.05.2017, А. Громакова (CWU 202602).

8. **Erythricium aurantiacum* (Lasch) D. Hawksw. & A. Henrici, *Field Mycology* 16 (1): 16 (2015)

Місцезнаходження. Україна, Харківська область, Балаклійський р-н, м. Балаклія, N 49°45'09.8" E 36°83'85.7", міський парк, на *Physcia stellaris* (L.) Nyl., на

корі *Quercus robur*, 14.02.2017, А. Громакова, Н. Баришнікова (CWU 202612); Харківський р-н, м. Харків, парк "Саржин яр", на *Ph. stellaris*, на корі *Tilia cordata*, 13.10.2018, В. Дармостук (CWU 202636).

9. *Flavoplaca austrocitrina* (Vondrák, Říha, Arup & Søchting) Arup, Søchting & Frödén, *Nordic J Bot.* 31 (1): 44 (2013)

Місцезнаходження. Україна, Харківська область, Ізюмський р-н, біля с. Заводи, N 49°17'36.7" E 36°99'38.7", степові ділянки на правому березі р. Сіверський Донець, на вапняках, 10.05.2012, А. Громакова (CWU 202604).

10. **Lichenochora hypanica* S.Y. Kondr., Lőkös & Hur, in Kondratyuk, Lőkös & Hur, *Acta Biologica Hungarica* 56 (3-4): 361 (2014)

Місцезнаходження. Україна, Харківська обл., Дворічанський р-н, біля с. Кам'янка, N 49°97'52.4" E 37°85'01.6", НПП "Дворічанський", крейдові схили, на лусочках *Endocarpon pusillum* Hedw., на ґрунті, 21.08.2012, А. Громакова (CWU 202613).

У 2014 році вид було виявлено на території Миколаївської області на лусочках *E. obscuratum* Oхner. та описано як новий для науки [96].

11. **L. weillii* (Werner) Hafellner & R. Sant., in Hafellner, *Nova Hedwigia* 48 (3-4): 369 (1989)

Місцезнаходження. Україна, Харківська область, Зміївський р-н, біля с. Гайдари, НПП "Гомільшанські ліси", дубовий ліс, на слані *Physconia enteroxantha* (Nyl.) Poelt на корі *Quercus robur*, 15.10.2018, В. Дармостук (KHER 11974).

12. **Lichenodiplis lecanorae* (Vouaux) Dyko & D. Hawksw., in Hawksworth & Dyko, *Lichenologist* 11 (1): 52 (1979)

Місцезнаходження. Україна, Харківська обл., Зміївський р-н, біля с. Зідьки, N 49°70'67.5" E 36°39'89.1", сосновий ліс, на слані *Lecanora saligna* (Schrad.) Zahlbr., на деревині (стовбур *Pinus sylvestris* L.), 16.10.2016, А. Громакова (CWU 202614; KHER 11864).

13. **Lichenostigma elongatum* Nav.-Ros. & Hafellner, *Mycotaxon* 57: 213 (1996)

Місцезнаходження. Україна, Харківська область, Лозівський р-н, біля с. Надєждівка, N 49°06'00.5" E 36°34'52.8", степові ділянки, на слані *Protoparmeliopsis muralis*, на вапняках, 11.05.2013, А. Громакова (CWU 202615).

14. **Marchandiomyces corallinus* (Roberge) Diederich & D. Hawksw., in Diederich, *Mycotaxon* 37: 312 (1990)

Місцезнаходження. Україна, Харківська обл., Балаклійський р-н, м. Балаклія, N 49°45'09.8" E 36°83'86.2", міський парк, на слані *Phaeophyscia orbicularis*, на корі *Tilia cordata*, 14.02.2017, А. Громакова, Н. Баришнікова (CWU 202616).

15. *Placopyrenium trachyticum* (Hazsl.) Breuss, in Nimis & Poelt, *Stud. Geobot.* 7 (suppl. 1): 183 (1987)

Місцезнаходження. Україна, Харківська область, Ізюмський р-н, біля с. Заводи, N 49°17'36.7" E 36°99'38.7", степові ділянки на правому березі р. Сіверський Донець, на вапняках, 10.05.2012, А. Громакова (CWU 202605).

16. *Psorotichia montinii* (A. Massal.) Forssell, *Nova Acta R. Soc. Scient. upsal.*, Ser. 3 13 (no. 6): 73 (1885)

Місцезнаходження. Україна, Харківська область, Балаклійський р-н, околиці с. Протопопівка, N 49°15'10.4" E 36°54'23.4", геологічний заказник "Протопопівський", степові схили, на вапняках, 26.08.2013, А. Громакова (CWU 202603).

17. **Pyrenidium actinellum* Nyl., *Flora*, Regensburg 48: 210 (1865)

Місцезнаходження. Україна, Харківська обл., Дворічанський р-н, біля с. Новомлинське, N 49°89'41.7" E 37°74'20.8", НПП "Дворічанський", крейдові схили, на слані *Enchylium tenax* на ґрунті, 04.09.2012, А. Громакова (CWU 202617).

18. *Scytinium tenuissimum* (Hoffm.) Otálora, P.M. Jørg. & Wedin, *Fungal Diversity* 64: 291 (2014)

Місцезнаходження. Україна, Харківська область, Балаклійський р-н, околиці с. Петрівське, N 49°16'30.3" E 36°86'91.3", на степових схилах, на ґрунті, 05.08.2006, А. Громакова (CWU 202600).

2.4 Структурний аналіз апофітів порушених територій (на прикладі м. Харкова)

Продовжено дослідження флори антропогенно порушених територій. У термін звіту проведено аналіз одного із синантропного елементу урбанofлори – апофітів [97].

Урбанокомплекси є вкрай нестійкою системою, стабілізація якої відбувається в основному за рахунок рослинного покриву міста та його околиць. Урбанізація створює умови для широкого поширення видів адвентивних рослин, які нерідко складають конкуренцію аборигенним [98-99].

Синантропна фракція урбанofлори представлена 629 видами рослин із 85 родин, 339 родів та 3 відділів, що в цілому складає 54,5 % від досліджуваної урбанofлори [100]. До її складу входять апофітна (284; 45,1 %) та адвентивна (345; 54,8 %) фракції. Співвідношення між ними складає 1,0:1,2, на користь останньої. Що стосується адвентивної фракції досліджуваної урбанofлори, то вона є численною за кількістю видів. Це пов'язано з розмірами міста, більш розвиненими промисловістю, транспортом та соціальними зв'язками, а також більшими розмірами антропогенно–порушених територій.

Апофіти складають 26,0 % від загальної кількості видів урбанofлори та майже половину (45,1 %) від її синантропної фракції. Аналіз систематичної структури показав, що апофіти (284) урбанofлори Харкова належать до 177 родів, 43 родин, 5 класів та 3 відділів. Порівнявши спектр провідних родин синантропної фракції зі спектром урбанofлори в цілому, ми відзначили подібність складу спектрів, а також зміни позицій деяких родин. Загалом він подібний до спектру урбанofлори Харкова. Проте зафіксовано й деякі відмінності (табл. 2.10).

Таблиця 2.10 – Місце провідних родин у складі урбанofлори та її фракцій

Родина	Урбано-флора	Фракції			
		аборигенна	адвентивна	апофітна	синантропна
<i>Asteraceae</i>	1	2	1	1	1

<i>Poaceae</i>	2	1	3	8	3
<i>Brassicaceae</i>	3	—	2	2	2
<i>Fabaceae</i>	4	4	5	4 – 7	4
<i>Rosaceae</i>	5	6	6	4 – 7	5
<i>Lamiaceae</i>	6	7	9	4 – 7	6
<i>Caryophyllaceae</i>	7	9	—	3	7
<i>Scrophulariaceae</i>	8	5	—	10	—
<i>Ranunculaceae</i>	9	8	—	—	10
<i>Apiaceae</i>	10	—	—	9	9
<i>Cyperaceae</i>	—	3	—	—	—
<i>Juncaceae</i>	—	10	—	—	—
<i>Chenopodiaceae</i>	—	—	4	—	8
<i>Amaranthaceae</i>	—	—	10	—	—
<i>Malvaceae</i>	—	—	8	—	—
<i>Solanaceae</i>	—	—	7	—	—

По–перше, наявність у першій десятці представника пустельних флор родини *Chenopodiaceae* (8 місце), у склад якої входять переважно види адвентивних рослин, – є характерною рисою синантропної фракції флори України; по–друге, зафіксовано збільшення видів адвентивних рослин родини *Brassicaceae*; по–третє, помічено відсутність представників родини *Scrophulariaceae*, що є нетиповими для синантропних флор, оскільки зростають на лісових, лучних, степових екотопах.

Зокрема, до провідних родин апофітної фракції (рис. 2.4.) належать *Brassicaceae* (17 родів; 26 видів), що займає другу позицію, оскільки є характерною для синантропної флори в цілому. *Caryophyllaceae* (15; 19), яка посідає третю позицію на відміну від спектру синантропної фракції флори, що свідчить про пристосування представників цієї родини до антропогенно змінених екотопів на території міста. У спектрі урбанofлори і синантропної фракції *Poaceae* (11; 15) змістилася на восьме місце, тому що третя частина фракції належить видам

адвентивних рослин. Провідні родини апофітів складають 196 видів, або 69 %, решта 33–88 видів, або 31,0 %.

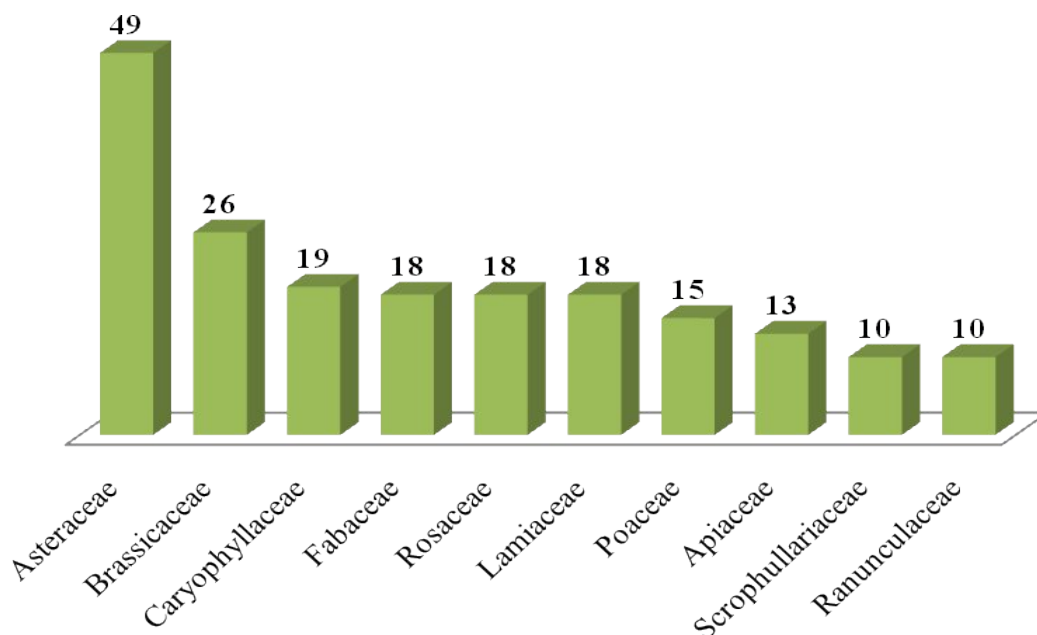


Рисунок 2.4 – Спектр провідних родин апофітної фракції у складі урбанофлори Харкова

У родовому спектрі апофітів перші дві позиції займають роди з найбільшою кількістю видів – *Potentilla* L. (9), *Trifolium* L. (6). Інші роди мають однакову кількість видів – *Ranunculus* L., *Chenopodium* L., *Poa* L. (по 4), *Centaurea* L., *Euphorbia* L., *Artemisia* L., *Vicia* L., *Campanula* L. (по 3). Представники цих родів найчастіше трапляються на лучних і степових екотопах, що зазнали антропогенного впливу. Відсутність у систематичному спектрі родів *Carex* L. і *Veronica* L. пов'язано з тим, що деякі види рослин цих родів (*Carex hirta* L., *C. ovalis* Gooden., *Veronica serpyllifolia* L., *V. verna* L.) ростуть тільки в синантропізованих біотопах під постійним антропогенним впливом. Роди, які представлені одним видом, складають 26,4 %, двома – 9,2 %.

За тривалістю життєвого циклу в апофітній фракції урбанофлори переважають трав'янисті полікарпіки (164), яких у півтори рази більше, ніж трав'янистих монокарпиків (106). Інші життєві форми представлені деревами (5) та кущами (8). За сімома біологічними типами Раункієра домінують гемікріптофіти (191), решта рослин – це терофіти (60), фанерофіти (15), геофіти (11), хамефіти (6), гідрофіти (1). Таким чином, біоморфологічна структура апофітної фракції

досліджуваної флори характеризується переважанням полікарпиків та гемікриптофітів, які добре адаптувалися на антропогенно змінених та синантропних екотопах Харкова.

Результати аналізу географічної структури апофітів (табл. 2.11) свідчать про переважання таких типів геоелементів: європейського (92), євразійського (65), номадійського (36), голарктичного (33), середземноморського (20). Саме ці типи геоелементів формують основу як апофітної, так і синантропної фракцій урбанofлори, що свідчить про збереження її зональних рис. До спектру географічної структури апофітної фракції входять плурирегіональні види (*Athyrium filix-femina*, *Stellaria media*, *Chenopodium album*, *Poa annua*), які є представниками різних флористичних областей, але мають євритопний ареал. Такі види як *Hesperis sibirica* L., *Ranunculus polyanthemos*, відносяться до зв'язуючих, тому що не мають чіткого ареалу. Перший вид тяжіє до субсередземноморської області, другий – до номадійської.

В залежності від температурного режиму (рис. 2.5) для апофітів досліджуваної флори міста встановлено 8 груп термоморф, серед яких в адвентивній (215; 61) та синантропній (367; 147) фракціях переважають субмезотермофіти (152) та субмікротермофіти (86), що є показником аридизації та неморального характеру досліджуваної фракції. Решта типів термоморф представлені незначною кількістю мікротермофітів (26), мезотермофітів (9), субгекістотермофітів (8), гекістотермофітів (3), які в цілому складають 16,2 % від досліджуваної фракції. Як видно, структура термоморф апофітної фракції співпадає з такою ж урбанofлори за провідними типами температурного режиму, що вказує на спільні умови зростання та збереження зональних рис досліджуваної урбанofлори.

Таблиця 2.11 – Спектр типів геоелементів апофітної фракції у складі урбанofлори

Тип геоелемента	Абсолютна кількість видів	% від загальної кількості видів
Європейський	92	32,4

Євразійський	65	22,9
Бореальний	13	4,6
Номадійський	36	12,7
Південносибірський	14	4,9
Голарктичний	33	11,6
Субсередземноморський	20	7,0
Середземноморський	3	1,1
Ірано–туранський	2	0,7
Плюрирегіональні види	4	1,4
Зв'язуючі види	2	0,7
Всього	284	100

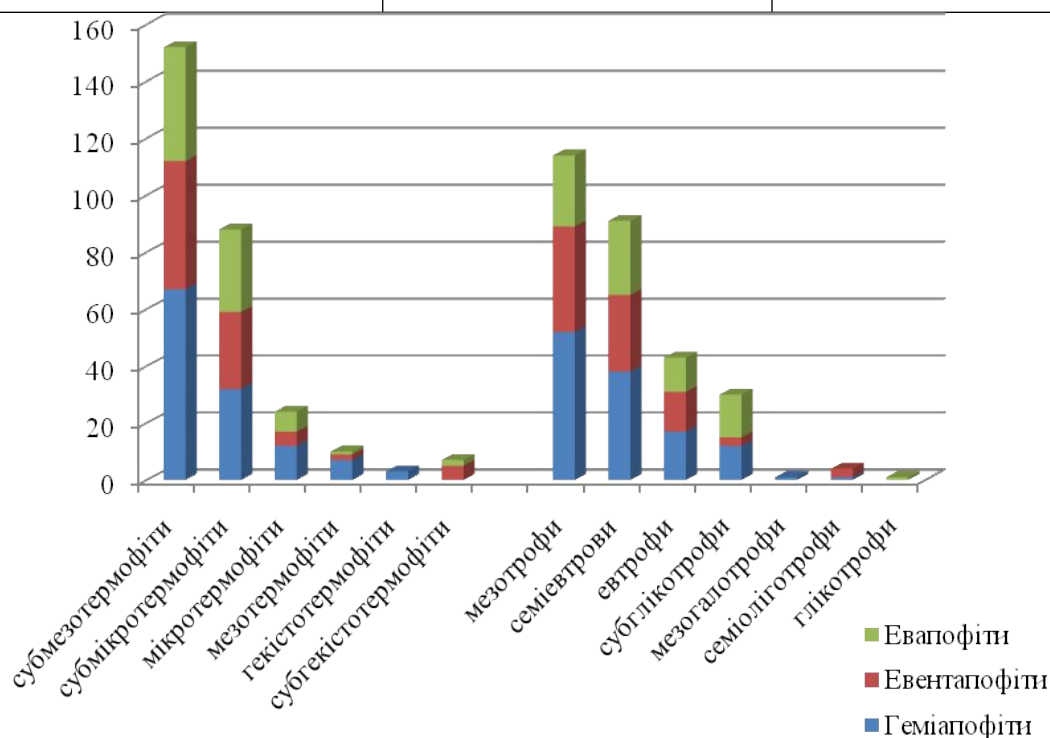


Рисунок 2.5 – Розподіл термоморф і трофоморф у складі різних груп апофітів

Серед трофоморф апофітної фракції (рис. 2.5) виокремлюють групи, які характеризують тип багатства та засоленість ґрунтів. Найбільш різноманітними з них є мезотрофи (110) та семіевтрофи (94), які складають більше половини (71,8 %) досліджуваної флори і представлені в основному рудеральними типовими рослинами з широкою екологічною амплітудою (*Poa annua*, *Dactylis glomerata*, *Geum aleppicum*, *Agrimonia eupatoria* L., *Campanula rapunculoides* L., *Senecio*

jacobaea L., *Picris hieracioides* L., *Lactuca tatarica* (L.) C.A. Mey., *Erigeron acris* L., *Ajuga genevensis* L., *Linaria vulgaris* Mill., *Asperugo procumbens* L., *Echium vulgare* L. та ін.). Менша кількість видів за типами багатства ґрунтів належить евтрофам (44). В залежності від засоленості ґрунтів виокремлюють субглікотрофи (30), семіоліготрофи (4), мезогалотрофи та глікотрофи (по 1), які разом складають 2,1 % від загальної кількості апофітів. В апофітній фракції урбанofлори Харкова види поширені на бідних і багатих ґрунтах, слабо засолених і галофітних.

Аналіз режиму зволоження (рис. 2.6), як в апофітній, так і в інших фракціях, виявив домінуючу позицію мезофітів (154). Друге місце в спектрі гідроморф апофітної фракції посідає група субксерофітів (61), що пояснюється наявністю посушливих екотопів на території міста. Серед мезофільної групи (56,3 %) відсоток субмезофітів складає 17,6. Решта типів гідроморф – це гігромезофіти і ксерофіти (по 6). Гідрофільна група представлена *Batrachium circinatum* (Sibth.) Spach., *Rorippa amphibia* (L.) Bess., *Myosoton aquaticum* (L.) Moench., *Lysimachia vulgaris* L., *Eupatorium cannabinum* L., *Lycopus europaeus* L., *Mentha arvensis* L. У цілому апофітна фракція урбанofлори Харкова має мезофільний характер.

У спектрі типів геліоморф (рис. 2.6) апофітів переважають (153), субгеліофіти (69) і сціофіти (61), що пов'язано з наявністю значних площ відкритих, напіввідкритих та затінених ділянок. Така тенденція простежується для всіх фракцій та урбанofлори в цілому.

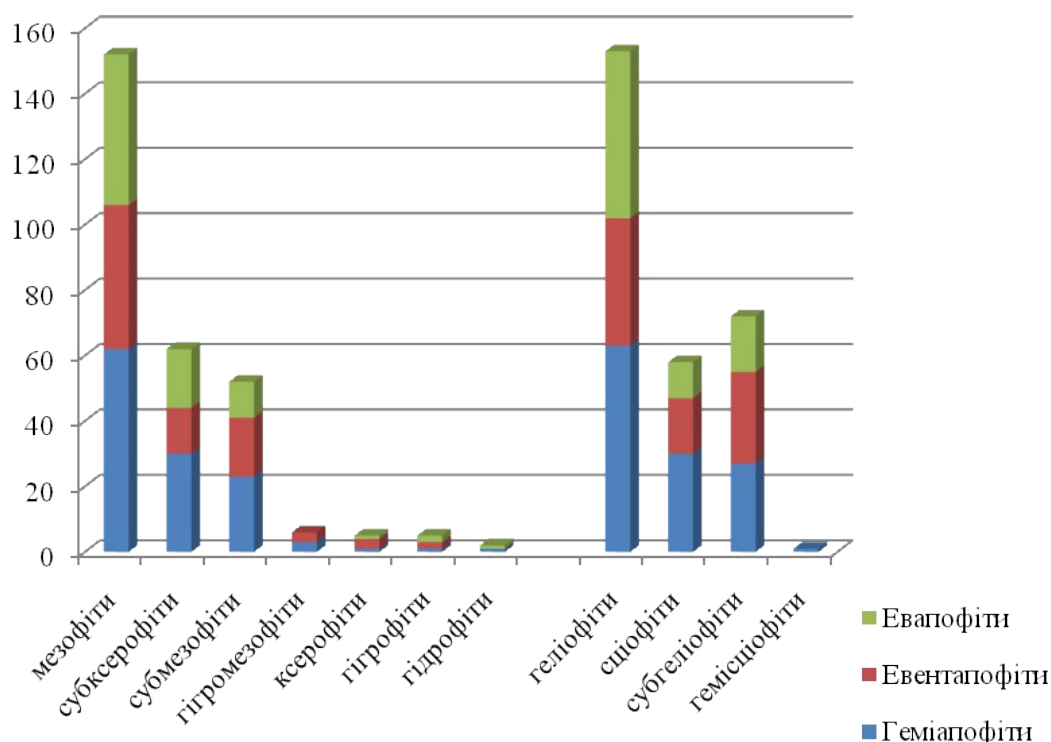


Рисунок 2.6 – Розподіл гідроморф і геліоморф у складі різних груп апофітів

Апофіти урбанofлори Харкова за ступенем адаптації до умов антропогенних та напівприродних екотопів розподіляються на: евапофіти (79 видів), геміапофіти (121) та евентапофіти, або випадкові апофіти (84). За цим розподілом найбільшою за кількістю видів групою є геміапофіти, які приурочені до антропогенно змінених та напівприродних екотопів на території міста (*Glaucium corniculatum*, *Humulus lupulus* L., *Cerastium holosteoides*, *Melandrium album* (Mill.) Garcke., *Elisanthe noctiflora*, *Oxybasis glauca*, *Rumex confertus*, *Viola odorata* та ін.). Склад евентапофітів різноманітний та специфічний для флори міста, і представлений як випадковим антропофобним елементом антропогенних місцезростань, так і широко поширеними в природних угрупованнях видами рослин (*Bassia sedoides*, *Gypsophyla paniculata*, *Cerastium arvense*, *Hypericum perforatum*, *Draba nemorosa*, *Rorippa austriaca* (Crantz.) Bess., *Euphorbia virgata* Waldst. & Kit., *Epilobium parviflorum* та ін.). Антропогенні екотопи мають незмінний видовий склад та входять до групи евапофітів (*Convolvulus arvensis*, *Medicago lupulina* L., *Melilotus officinalis* (L.) Mill., *M. albus* Medik., *Trifolium repens* L., *Daucus carota* L., *Echium vulgare*, *Cirsium arvense* (L.) Scop. та ін.).

Здійснено порівняльний аналіз антропотолерантних груп апофітів за біоморфами, температурним режимом, багатством ґрунтів, режимом зволоження та освітлення. Аналіз біоморф показав, що серед усіх трьох груп апофітів провідна роль належить гемікриптофітам (геміапофіти – 94, евентапофіти – 48, евапофіти – 48) та трав'янистим полікарпікам (геміапофіти – 74, евентапофіти – 51, евапофіти – 35), окрім евапофітів, де переважають трав'янисті монокарпики (43). Це пояснюється тим, що до групи входять види рослин, які зростають в основному на антропогенно змінених екотопах. Серед інших біотипів: геміапофіти – 24,2 %, евентапофіти – 42,8 %, евапофіти – 36,8 %.

При порівнянні спектру термоморф, трофоморф (рис. 2.5), гідроморф, геліоморф (рис. 2.6) склад апофітів дещо змінився: тільки у геміапофітів з'явилася група гекістотермофіти (2,4 %), що вказує на неморальний характер досліджуваної фракції урбанofлори, та відсутність групи субгекістотермофіти. Провідний спектр трофоморф усіх груп апофітів складається з мезотрофів (геміапофіти – 52, евентапофіти – 37, евапофіти – 25), семіевтрофів (38; 27; 26), евтрофів (17; 14; 12), що відображає фізико–географічні особливості досліджуваної території міста, де ґрунти представлені в основному достатньо багатими деградованими чорноземами. Найбільшим рівнем засоленості ґрунтів характеризується галофітна група, яка у геміапофітів представлена мезогалотрофом (*Gypsophila perfoliata*) та евапофітів – глікотрофом (*Salsola tragus*). Саме ці види рослин ростуть на антропогенно трансформованих екотопах – звалищах, пустирях, смітниках тощо. Рослини, що приурочені до лісових ґрунтів, входять до складу семіоліготрофів і є характерними для геміапофітів (1) та евентапофітів (3). За рівнем зволоження у спектрі евапофітів та евентапофітів відсутні групи, у першому випадку – гігромезофітів, у другому – гідрофітів. Це може бути пов'язане з тим, що до складу гігромезофітів входять природні та напівприродні види рослин. Різниця у спектрі геліоморф полягає в переважанні видів геміапофітів (63) і евапофітів (51), які зустрічаються на повністю відкритих ділянках міста, що зазнали антропогенного впливу. Зокрема, серед груп апофітів більша кількість сциофітів (30) характерна для геміапофітів, тому що ця

геліоморфа складається з представників аборигенної флори й приурочена до напівзатемнених лісових ділянок.

Таким чином, у звітній період проведено структурний аналіз видів апофітної фракції. Встановлено, що вона подібна до природної фракції урбанofлори та становить 26,0 % від урбанofлори в цілому, а 45,1 % – від синантропної фракції досліджуваної флори Харкова. Це свідчить про збереження зональних особливостей флори за умови постійного антропогенного навантаження та росту урбанізації. Геміапофіти (42,6 %) представлені на більш різноманітних екотопах. Майже третина евентапофітів (29,6 %) зустрічається на природних екотопах, у той час, як евапофіти (27,8 %) є елементами антропогенних місцезростань.

3 ПОРІВНЯННЯ ЕФЕКТІВ ІНДУКТОРІВ КАРОТИНОГЕНЕЗУ НА МІКРОВОДОРОСТІ *HAEMATOCOCCUS PLUVIALIS* FLOTOW І *DUNALIELLA VIRIDIS* TEODOR. (*CHLOROPHYTA*)

Доволі багато видів мікроводоростей здатні до синтезу вторинних каротиноїдів, що локалізуються поза тилакоїдів хлоропластів в ліпідних включеннях строми або цитозолу. Ця особливість корелює із здатністю до синтезу надстійкого компоненту клітинної стінки – спорополеніну [101]. Лише в деяких з цих видів за певних умов відбувається надсинтез і накопичення вторинних каротиноїдів, що зумовлює жовтогаряче або червоне забарвлення клітин. Загальною ознакою цих видів є виняткова стійкість до різноманітних несприятливих умов: підвищеної солоності, низьких температур, високої інтенсивності освітлення, пересихання, тощо. Ці види не мають конкурентів у екстремальних умовах зростання і здатні до масового розвитку – червоного «цвітіння» екстремальних місцезростань, таких як гіперсолоні та ефемерні водойми, сніг та крига, ґрунт, поверхня кори дерев, тощо [102]. Тільки два з таких видів, *Dunaliella salina* Teodor. і *Haematococcus pluvialis* Flotow є усталеними об'єктами промислової біотехнології як джерело каротиноїдів для харчової і косметичної промисловості та виробництва кормів для тварин [103].

Механізми індукції каротиногенезу і функції вторинних каротиноїдів в клітинах мікроводоростей досі лишаються нез'ясованими остаточно [104-105]. Це мало б не тільки прикладне значення для вдосконалення відповідних біотехнологій, а й важливе фундаментальне значення для з'ясування шляхів еволюції рослин, тому що спорополенін, що вперше виник у водоростей, в оболонці спор та пилку вищих рослин є одним із факторів, що зумовив виживання вищих рослин на суші [106]. На подив, майже не проводяться порівняльні дослідження різних водоростей-надпродуцентів каротиноїдів, хоча такі дослідження дозволили б виявити чинники, механізми і функції, які є універсальними для синтезу вторинних каротиноїдів і специфічними для видів водоростей, що є адаптованими для конкретних умов зростання.

У зв'язку з цим, метою другого етапу досліджень було кількісне визначення впливу окремих факторів та їхньої взаємодії на кількість клітин та накопичення каротиноїдів в культурах *Haematococcus pluvialis* Flotow (гідрокарбонату натрію, освітлення, нітрату та фосфату) і *Dunaliella viridis* Teodor. (солоності, освітлення, нітрату та фосфату) і порівняння з відповідними показниками *Dunaliella salina* Teodor., що були визначені на попередньому етапі.

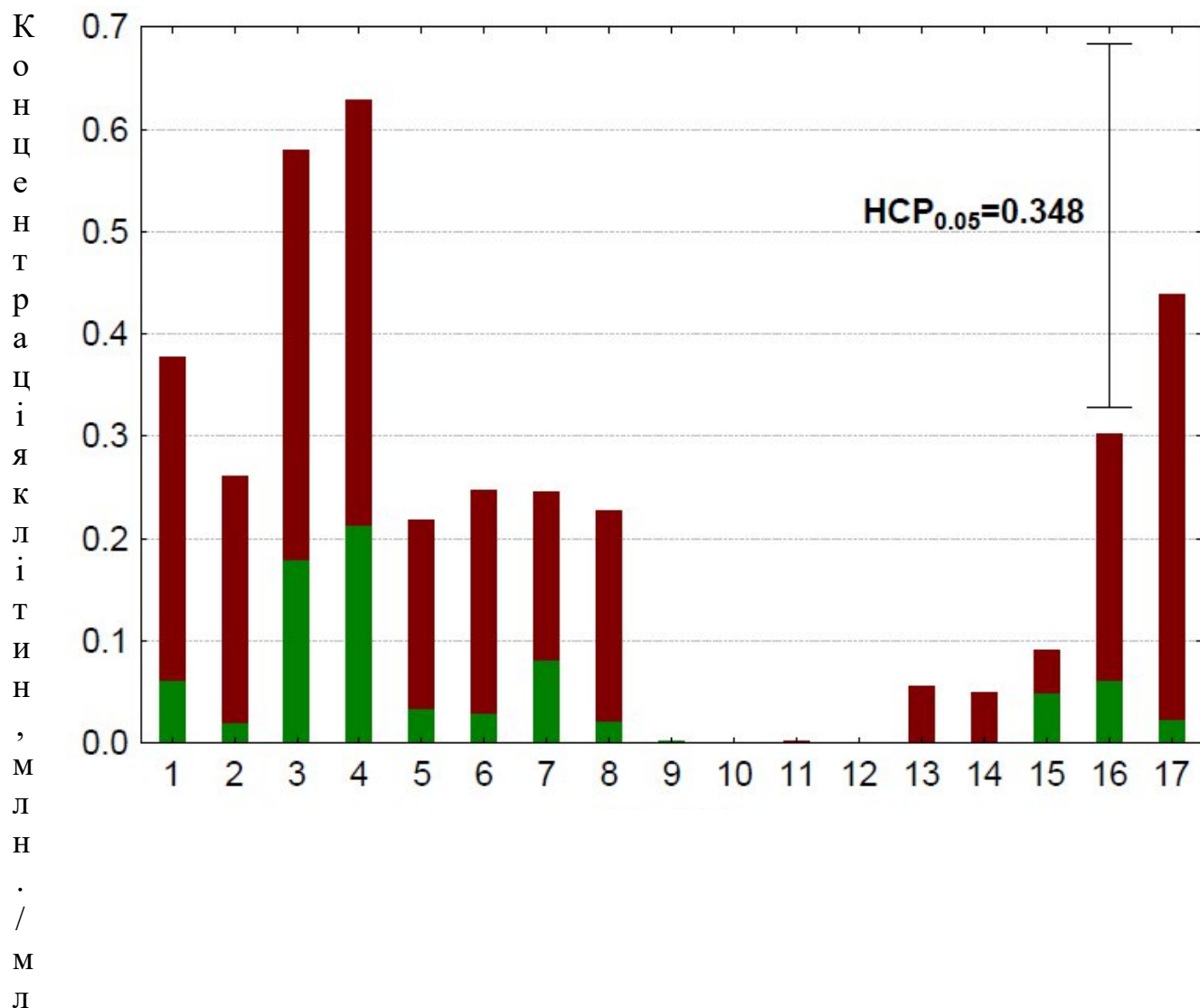
H. pluvialis – прісноводна мікроводорість, що має дві вегетативні форми – монадну і кокоїдну та викликає червоне «цвітіння» ефемерних водойм (калюж), накопичуючи в цитозолі, переважно кокоїдних форм, вторинний каротиноїд астаксантин [107]. Екологія *D. viridis* подібна до такої *D. salina*, що є типовим представником альгофлори гіпегалінних водойм, але вид *D. viridis* не є здатним до надсинтезу β -каротину. Проте, *D. viridis*, імовірно, має здатність до синтезу вторинних каротиноїдів, тому що, як інші види цього роду не має целюлозної клітинної стінки у вегетативному стані, але подібно до *D. salina* утворює оболонку навколо зигот і цист вегетативного походження. Для *D. salina* наявність спорополюєнію в оболонці зигот є підтвердженою [108], а, як відомо, ця ознака корелює з наявністю вторинних каротиноїдів [101].

H. pluvialis (ізолят, отриманий з Київського національного університету імені Т.Г. Шевченка) вирощували на модифікованому основному поживному середовищі Болда [109], з якого були вилученими джерела азоту і фосфору.

D. viridis (штам IBASU-A 29) вирощували аналогічно *D. salina* на попередньому етапі дослідження.

Гідрокарбонат натрію вносили в початковій дозі 200 мг/л і потім в дозі 100 мг/л кожної 3-4 доби. У всьому іншому схема експерименту, методи аналізу і статистичних розрахунків були такими ж, як на першому етапі дослідження, що проводився на *D. salina*.

Як і у випадку з *D. salina*, найбільша концентрація клітин *H. pluvialis* була отримана в культурах, в які регулярно додавався нітрат, основну долю клітин складали кокоїдні форми (рис. 3.1).



NaHCO ₃ , мг/л	0								200								100
Світло, клк	2				8				2				8				5
KNO ₃ , мг/л	0		80		0		80		0		80		0		80		40
K ₂ HPO ₄ , мг/л	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	5

Рисунок 3.1 – Концентрація клітин на 48 добу росту культури *H. pluvialis* в різних варіантах досліду: ■ – монадні клітини, ■ – кокоїдні клітини

Наявність гідрокарбонату в середовищі призводила до зниження концентрації клітин в культурі, при цьому за умов низької освітленості і додавання соди, клітини в середовищі були практично відсутні. Найбільш активно клітини розмножувалися в середовищах без гідрокарбонату, за низької освітленості. В таких варіантах кінцеві концентрації клітин в середовищах з нітратом перевищували в два і більше разів концентрації клітин за умов дефіциту нітрату. Освітлення інтенсивністю 8 клк виявилось надмірним для культури і викликало

інгібування її росту. Дефіцит фосфору не впливав на ріст культури за умов низької освітленості, але інгібував його за високої (рис. 3.1).

Визначення вмісту загальних каротиноїдів показало, що найбільші значення були досягнуті в пробах з високим рівнем освітлення; додавання нітрату посилювало цей ефект за відсутності соди або фосфату (рис. 3.2).

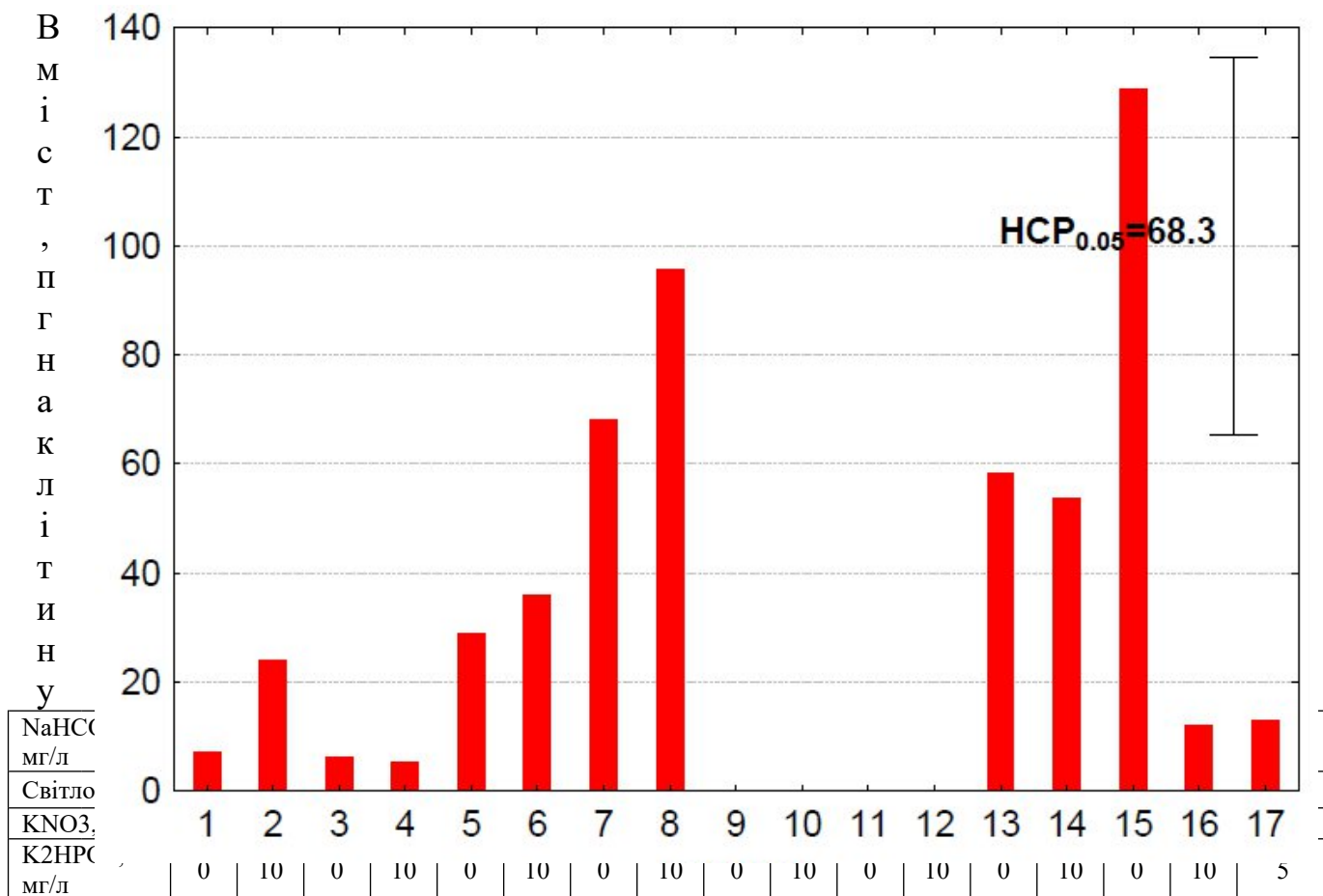
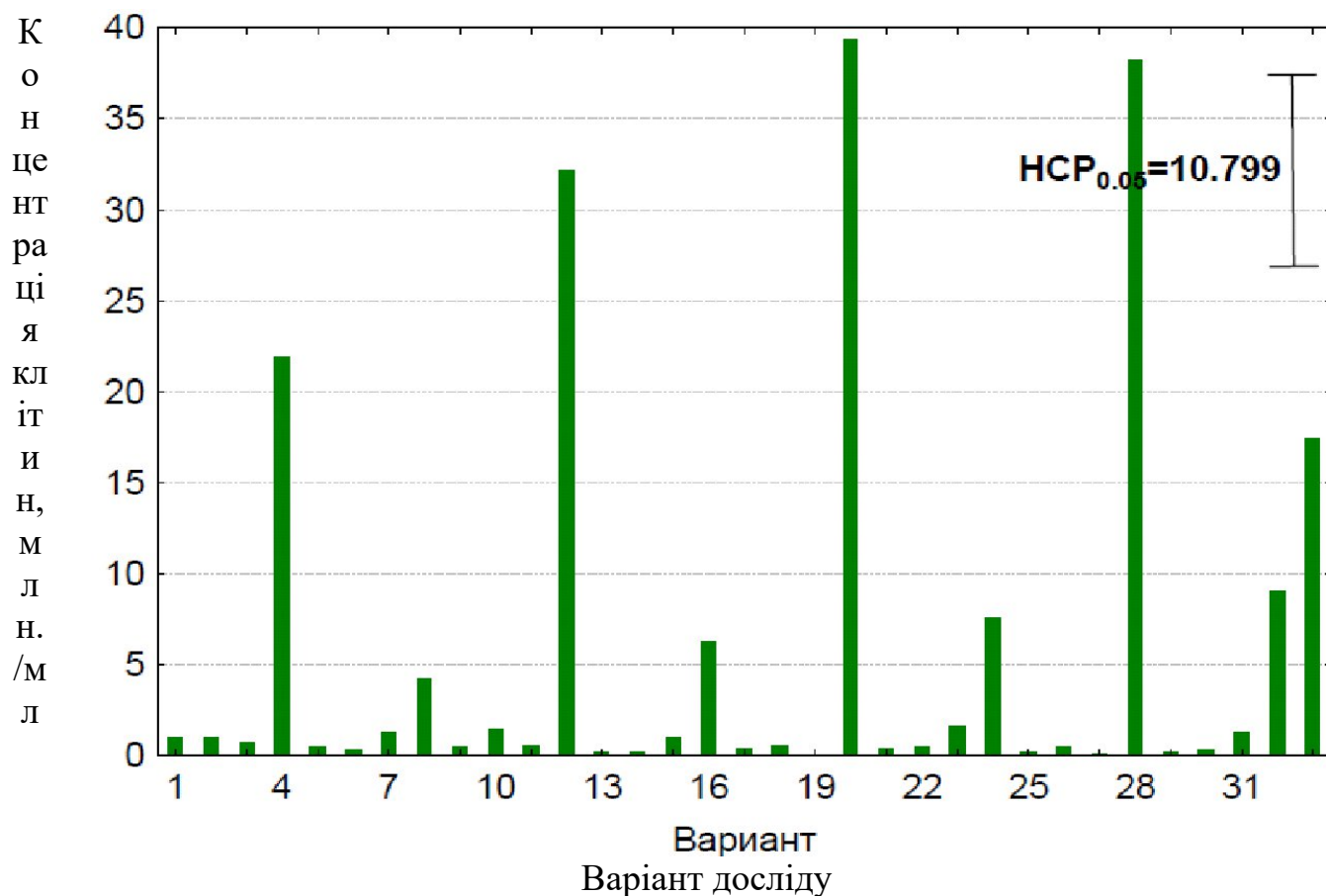


Рисунок 3.2 – Вміст сумарних каротиноїдів в клітинах на 48 добу росту культури *H. pluvialis* у різних варіантах досліду

Аналіз концентрації клітин в культурі *D. viridis* наприкінці культивування виявив загальні тенденції для культур *D. salina* і *D. viridis*. Оптимальним для росту культури було середовище з додаванням нітрату і фосфату та низькою солоністю. В такому середовищі додавання гідрокарбонату стимулювало ріст культури *D. viridis*. В умовах відсутності соди висока інтенсивність освітлення так само позитивно позначилася на розмноженні клітин в культурі (рис. 3.3).



NaHCO ₃ , мг/л	0								200								100
Світло, клк	2				8				2				8				5
NaCl, М	1,2		4		1,2		4		1,2		4		1,2		4		26026
MgSO ₄ ·7H ₂ O, М	0,12		0,4		0,12		0,4		0,12		0,4		0,12		0,4		
KNO ₃ , мг/л	0	80	0	80	0	80	0	80	0	80	0	80	0	80	0	80	40
K ₂ HPO ₄ , мг/л																	5

Рисунок 3.3 – Концентрація клітин на 48 добу росту культури *D. viridis* в різних варіантах дослідю

Щодо вмісту загальних каротиноїдів у клітинах *D. viridis*, ці показники в усіх варіантах дослідю були низькими порівняно з *D. salina*; їхній розподіл за варіантами дослідю був безсистемним; вони не дозволяли говорити про будь-яку статистично значущу індукцію накопичення каротиноїдів (рис. 3.4).

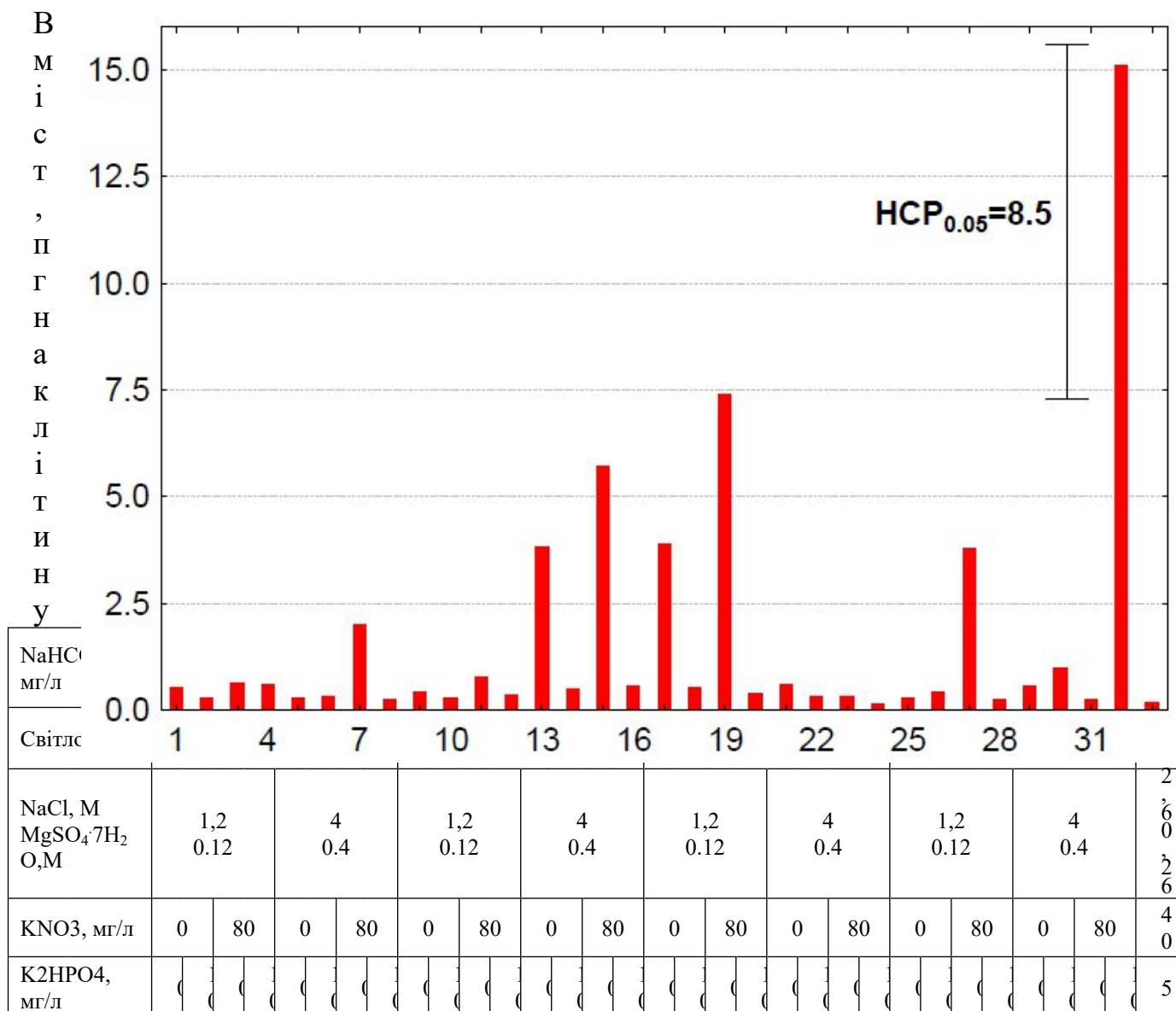


Рисунок 3.4 – Вміст сумарних каротиноїдів в клітинах на 48 добу росту культури

D. viridis в різних варіантах досліджу

Розрахунок сили впливу фактору на досліджувані показники (табл. 3.1) підтвердив, що для росту культури *H. pluvialis* найбільш впливовими умовами були присутність в середовищі гідрокарбонату і взаємодія цього фактору з освітленістю. За відсутності гідрокарбонату висока освітленість інгибувала ріст культури, а за його наявності, навпаки, висока освітленість була більш сприятливою, ніж низька (рис. 3.1).

Таблиця 3.1 – Сила дії факторів (η^2) на концентрацію клітин і вміст каротиноїдів в клітинах культур двох видів водоростей на 48 добу росту

Фактор	Показник і вид
--------	----------------

	концентрація клітин		вміст каротиноїдів	
	<i>H. pluvialis</i>	<i>D. viridis</i>	<i>H. pluvialis</i>	<i>D. viridis</i>
K ₂ HPO ₄	0,02	0,19*	0,02	0,00
KNO ₃	0,05	0,17*	0,01	0,02
Солоність	-	0,07*	-	0,00
Освітленість	0,01	0,00	0,27*	0,01
NaHCO ₃	0,27*	0,00	0,00	0,01
K ₂ HPO ₄ і KNO ₃	0,01	0,15*	0,00	0,00
K ₂ HPO ₄ і солоність	-	0,08*	-	0,00
KNO ₃ і солоність	-	0,06*	-	0,00
Освітленість і NaHCO ₃	0,11*	0,00	0,00	0,00
* - $p \leq 0,05$				

Для росту культури *D. viridis* найвпливовішими факторами були нітрат, фосфат, солоність та взаємодії цих факторів. Дефіцити біогенів і підвищена солоність інгибували ріст культури (рис. 3.3). Для *D. salina* притаманні такі самі закономірності, але інгібування росту культур *D. viridis* є більш вираженим порівняно з культурами за сприятливих умов росту, ніж у *D. salina*.

Для накопичення клітинами *H. pluvialis* каротиноїдів ключовим фактором була освітленість (табл. 3.1). Підвищена освітленість сприяла накопиченню в клітинах каротиноїдів (рис. 3.2). Жоден з досліджуваних чинників не чинив статистично значущого впливу на вміст каротиноїдів в клітинах *D. viridis* (табл. 3.1, рис. 3.4).

Таким чином, було встановлено, що за однакових умов культивування види водоростей, здатні до надсинтезу вторинних каротиноїдів, реагують динамікою росту культури і накопиченням в клітинах каротиноїдів на різні чинники середовища. Так, для видів роду *Dunaliella* Teodor. ключовими факторами були біогени і солоність, а для *H. pluvialis* – освітленість і додаткове джерело вуглецю. Загальним для реакції різних видів водоростей було те, що як ріст культури, так і вміст в клітинах каротиноїдів відгукувалися на ті ж самі чинники, за винятком *D. viridis*, яка не здатна до надсинтезу каротиноїдів.

Виявлені ефекти можуть свідчити про різні функції вторинних каротиноїдів і різні механізми індукції каротиногенезу в *D. salina* і *H. pluvialis*. Отримані результати можуть говорити про те, що за порушення в клітинах балансу азот : фосфор : вуглець на користь вуглецю водорості переходять від інтенсивного розмноження до запасання ліпідів і накопичення каротиноїдів в ліпідних глобулах. Інтенсивність накопичення цих речовин у *D. salina* залежить від солоності, а у *H. pluvialis* - від освітлення.

Такий підхід є розвитком ідей [110] про роз'єднання клітинних функцій поділу і фотосинтезу у *D. salina*. Нестача азоту призводить до уповільнення росту культури, але асиміляція вуглецю продовжується, що веде до накопичення в клітинах ліпідів і β -каротину, як антиоксиданту, що запобігає перекисному окисленню запасних ліпідів, особливо за стресового впливу підвищеної солоності.

У *H. pluvialis* інтенсивне світло виступало стресовим чинником, оскільки інгибувало ріст культури. Липидно-каротиноїдні глобули цитозоля в такому випадку виконують, швидше за все, не антиоксидантну, а фотоскрануючу функцію. За відсутності інтенсивного освітлення внесення соди чинило токсичну дію на культуру. Можливо, збільшення освітленості сприяло інтенсифікації поглинання гідрокарбонату з середовища і знімало його токсичну дію.

Виходячи з цього, можна припустити, що механізм індукції каротиногенезу в *D. salina* може бути пов'язаним з сигнальною дією реактивних форм кисню або ліпоперекисів [111], а в *H. pluvialis* – з сигнальним впливом одного з компонентів фотосинтетичного апарату, наприклад, пластохінону [112].

Направлено змінюючи співвідношення біогенів і умови культивування в промисловій культурі можна регулювати вихід біомаси мікроводоростей та вміст у ній цінних каротиноїдів. В *D. salina* слід регулювати, перш за все, вміст біогенів у середовищі, а в культурі *H. pluvialis* – освітленість і доступність джерел вуглецю, наприклад, іонів гідрокарбонату.

4 ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ФАКТОРІВ СЕРЕДОВИЩА НА ФУНКЦІОНУВАННЯ АНТИОКСИДАНТНОЇ СИСТЕМИ РОСЛИН ТА ЇХ СТІЙКІСТЬ ДО АБІОТИЧНИХ СТРЕСОРІВ

Досліджено особливості індукування антиоксидантної системи культурних злаків з різною морозостійкістю дією холодового загартування.

Гіпотермія є одним із чинників, які можуть викликати у рослин ефект окиснювального стресу, що зумовлено насамперед підвищенням в'язкості ліпідної фази мембран і, як наслідок, з порушенням мембрано асоційованих процесів в хлоропластах і мітохондріях. Наслідком цього є збільшення ймовірності стохастичного утворення активних форм кисню (АФК).

АФК, що утворюються внаслідок збоїв в роботі електрон-транспортних ланцюгів, у подальшому можуть ініціювати неферментативні реакції, що призводять до додаткового збільшення їх кількості. У зв'язку з цим поряд зі специфічними адаптивними реакціями, важливе значення для виживання рослин в умовах дії холоду має функціонування антиоксидантної системи, яка запобігає виникненню вторинних окиснювальних пошкоджень [113].

Антиоксидантна система включає в себе комплекс ферментів (супероксиддисмутази - СОД, каталази, різні пероксидази, ензими аскорбат-глутатіонової циклу) і ряд низькомолекулярних сполук (аскорбінова кислота, глутатіон, флавоноїдні сполуки, антиоксиданти, розчинні в ліпідах) [114-115]. В останні роки показано, що істотний внесок у запобігання негативної дії АФК на клітинні компоненти вносять і деякі сполуки, для яких антиоксидантні функції вважаються неосновними, зокрема цукри [116] і пролін [117]. Ці сполуки у багатьох видів за холодової адаптації накопичуються в значних кількостях [118-119]. У ряді досліджень показаний прямий зв'язок між накопиченням цукрів і проліну і стійкістю рослин до гіпотермії [120-121]. З іншого боку, на деяких об'єктах подібного зв'язку не виявлено [122].

У той же час показано, що на ранніх фазах розвитку у рослин жита, що відрізняються від інших злаків, в тому числі озимої пшениці, певним рівнем

конститутивної морозостійкості, виявляються специфічні особливості функціонування антиоксидантної системи. Для них характерні високі активність гваяколпероксидази, вміст проліну і антоціанів, що мають високу антиоксидантну активність [123].

Як модельний об'єкт зернових злаків, поряд з пшеницею і житом, для дослідження функціонування протекторних систем, що зумовлюють морозостійкість, становить інтерес тритикале ($\times$ *Triticosecale* Wittm.) - вперше цілеспрямовано і успішно створений людиною міжродовий гібрид. Його сучасні озимі сорти перевершують сорти пшениці не тільки за морозостійкістю, а й за продуктивністю.

Функціонування антиоксидантної системи тритикале в зв'язку з морозостійкістю вивчено недостатньо. У ряді досліджень, виконаних з використанням польських сортів, показано підвищення активності СОД, каталази, неспецифічної пероксидази і аскорбатпероксидази за холодової адаптації [124-126]. Встановлено, що в період перезимівлі в природних умовах в вузлах кушіння тритикале вміст проліну був вищим, ніж у пшениці, але нижчим, ніж у жита [127]. Однак комплексне порівняння функціонування ферментативних і неензиматичних складових антиоксидантної системи тритикале з такими у пшениці і жита дотепер не проводилося.

Метою етапу дослідження було зіставлення основних показників функціонування антиоксидантної системи етіюльованих проростків тритикале з відповідними параметрами жита і пшениці у звичайних умовах і при холодovому загартуванні.

Для досліджень використовували 3-10-денні етіюльовані проростки озимих жита (*Secale cereale* L., сорт Пам'ять Худоерко), тритикале ($\times$ *Triticosecale* Wittm., Сорт Паритет) і пшениці (*Triticum aestivum* L., сорт Досконала).

Насіння після знезараження в 6% розчині перекису водню пророщували на очищеній водопровідній воді за температури 20 °C протягом 3 діб. Потім проростки поміщали на 7 діб в холодильну камеру Danfoss (Нідерланди) для загартування за температури 2 °C [128].

Після закінчення загартування температуру в камері знижували зі швидкістю 1 градус на годину і піддавали проростки проморожуванню при температурах - 6 або - 9 °С протягом 5 годин. Далі температуру підвищували зі швидкістю 1 градус на годину до 2 °С, потім проростки відрощували 3 діб при температурі 20 °С і визначали відносну кількість живих рослин. Як контроль використовували 4-денні проростки, що не піддавалися загартуванню. Оскільки за низької температури розвиток проростків уповільнювався, 10-денні загартовані рослини відповідали 4-денним, вирощеним при 20°C. Пагони загартованих і незагартованих проростків використовували для біохімічних аналізів.

Активність антиоксидантних ферментів визначали за методиками, докладно описаними раніше [128].

Сумарний вміст цукрів в рослинному матеріалі визначали методом Морріса-Рое з використанням антронового реактиву [129] з модифікаціями [128]. Вміст проліну в коренях і надземній частині проростків пшениці визначали за методом Бейтса і співавторів [130]. Як стандарт використовували L-пролін.

Для визначення вмісту флавоноїдів, що мають максимум поглинання в УФ-В області, і антоціанів наважки рослинного матеріалу гомогенізували в 1% розчині HCl в метанолі. Після центрифугування гомогенату при 8000 g протягом 15 хв визначали оптичну густину супернатанту при 300 і 530 нм [131].

Проростки пшениці і тритикале практично не виявляли конститивної морозостійкості і після 5 ч охолодження при - 6 °С майже повністю гинули (табл. 4.1). У той же час після такого впливу близько 24% незагартованих проростків жита зберігали життєздатність. Після загартування морозостійкість проростків всіх трьох видів підвищувалася. За впливу температури - 6 °С відмінності між злаками були незначними. Однак після проморожування при - 9 °С виживаність проростків пшениці була помітно нижчою в порівнянні з тритикале та житом (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Вживаність (%) проростків озимих злаків після проморожування при температурах -6 и -9 °С протягом 5 год

Вид	Температура проморожування	
	-6 °С	-9 °С
Без загартування		
<i>Secale cereale</i>	23,6 ± 1,8	-*
× <i>Triticosecale</i>	0,5 ± 0,2	-
<i>Triticum aestivum</i>	0,0	-
Після загартування		
<i>Secale cereale</i>	73,9 ± 2,7	67,5 ± 2,0
× <i>Triticosecale</i>	72,2 ± 2,4	63,1 ± 3,3
<i>Triticum aestivum</i>	65,5 ± 3,5	48,6 ± 2,4
* Прочерк означає відсутність визначень		

Конститутивна активність СОД в проростках трьох видів істотно не відрізнялася (рис. 4.1). Після холодового загартовування зростала активність ферменту в проростках пшениці. У інших злаків відзначалася лише тенденція до незначного підвищення активності СОД після загартування.

Активність каталази за оптимальної температури в проростках злаків трьох видів достовірно не відрізнялася (рис. 4.1). Загартування викликало достовірне при $P \leq 0,05$ підвищення активності ферменту у пшениці і тенденцію до її збільшення у тритикале та жита.

Базова активність ГПО у жита була значно вищою, ніж у пшениці і тритикале (рис. 4.1). У той же час у тритикале вона була нижчою, ніж у пшениці. Після холодового загартування активність ферменту підвищувалася в проростках всіх трьох видів. При цьому показник активності ГПО у житі перевищував такі у пшениці і тритикале більш ніж в два рази.

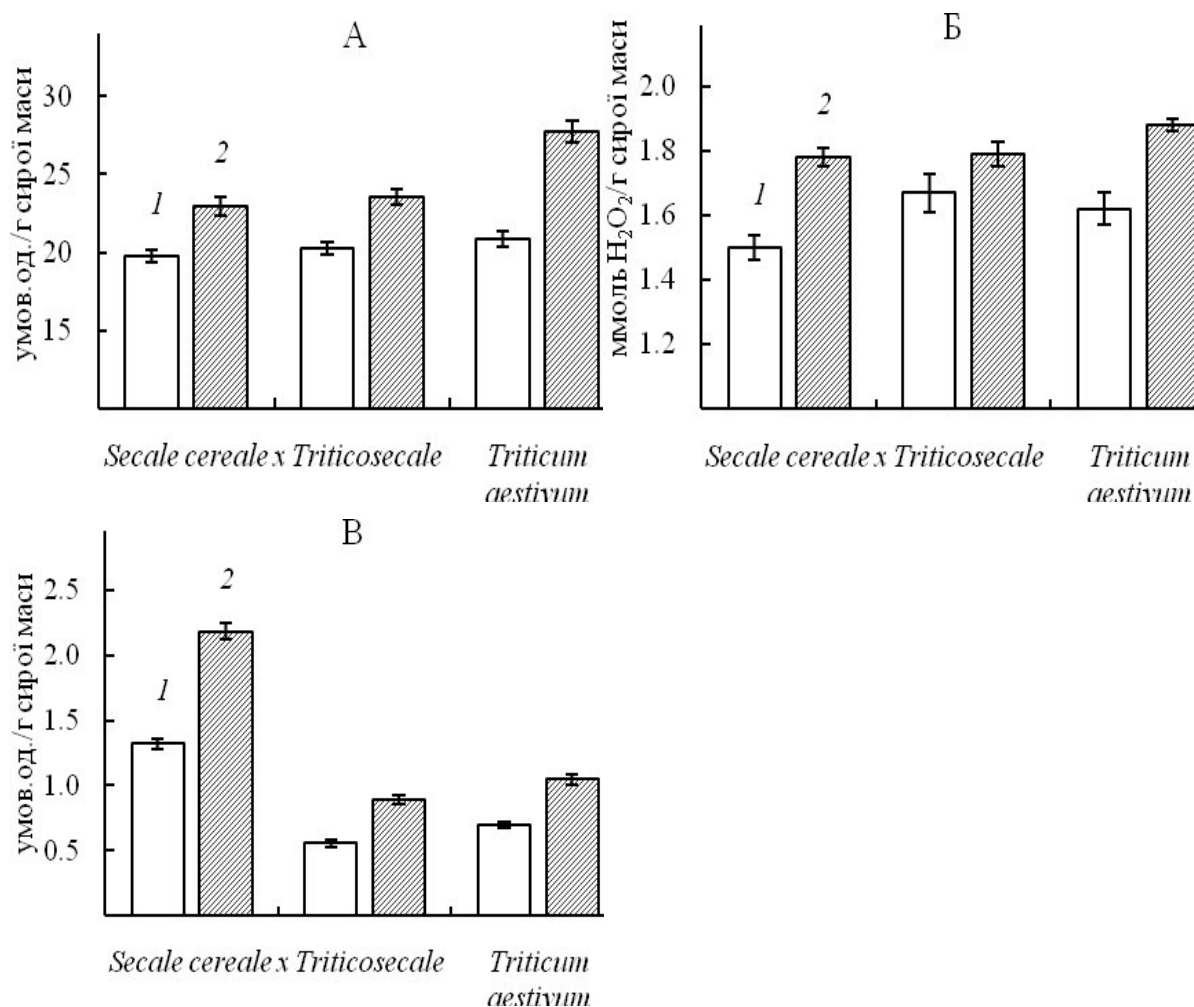


Рисунок 4.1 – Активність СОД (А), каталази (Б) и ГПО (В) в проростках злаків.

Тут і на рис. 4.2, 4.3: 1 – контроль; 2 – загартування

Конститутивний вміст цукрів в проростках жита і тритикале був помітно вищим, ніж у пшениці (рис. 4.2). Загартування викликало підвищення вмісту цукрів в проростках трьох видів, пропорційне його кількості до загартування.

У звичайних умовах вміст проліну в проростках жита було більш ніж в 2,5 рази вищим, ніж пшениці (рис. 4.2). Кількість проліну у проростків тритикале незначно перевищувала відповідну величину, характерну для проростків пшениці. Загартування викликало підвищення вмісту проліну у всіх трьох злаків. Найвищі величини абсолютного вмісту проліну спостерігалися у рослин жита.

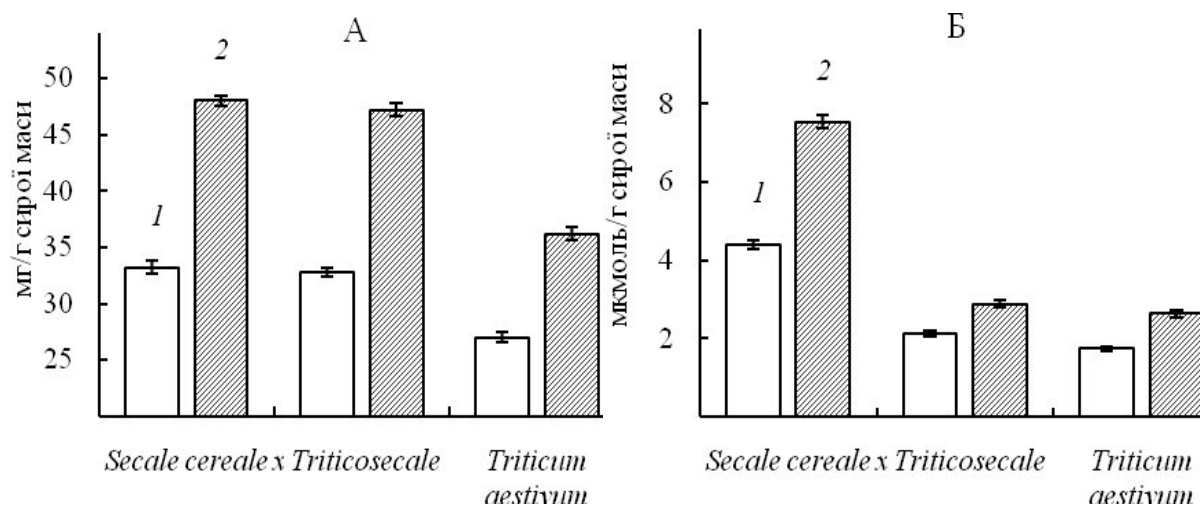


Рисунок 4.2 – Вміст цукрів (А) і проліну (Б) в проростках злаків. Позначення варіантів, як на рис. 4.1

Базовий вміст антоціанів в проростках жита приблизно в п'ять разів перевищував такий у пшениці (рис. 4.3). У тритикале він було вдвічі вищим, ніж у пшениці. Після загартування вміст антоціанів підвищувався в 1,4-1,5 раза у всіх трьох видів злаків.

Вміст безбарвних флавоноїдів також був вищим у жита і тритикале (рис. 4.3). У цих видів він зростав після загартування, в той час як у пшениці цей показник майже не змінювався.

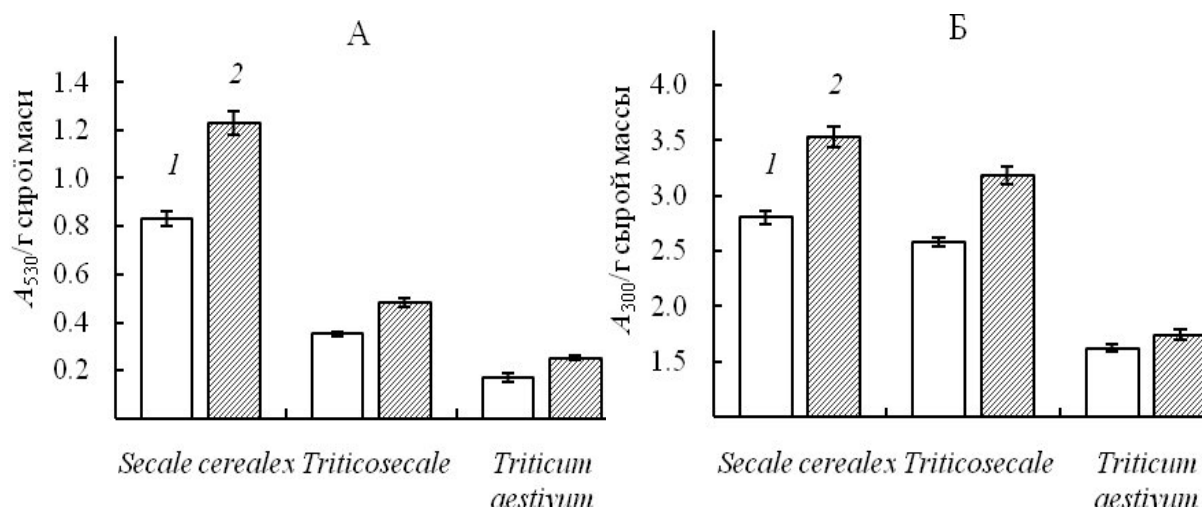


Рисунок 4.3 – Вміст антоціанів (А) і флавоноїдів (Б) в проростках злаків. Позначення варіантів, як на рис. 4.1

У етіологованих проростків жита, пшениці і тритикале виявлялися помітні відмінності у функціонуванні протекторної антиоксидантної системи в звичайних умовах і після холодового загартовування. У незагартованих проростків жита відзначалися високі показники вмісту проліну, антоціанів, флавоноїдів, що поглинають в області УФ В, а також активності ГПО (рис. 4.1-4.3). Ці результати узгоджуються з отриманими раніше з використанням проростків з насіння інших генерацій [123, 128]. Можна вважати, що високий рівень зазначених показників зумовлює наявність у проростків жита конститутивної морозостійкості. У проростків тритикале така стійкість практично не виявлялася (табл. 4.1). Однак в загартованому стані їх резистентність наближалася до морозостійкості жита і значно перевершувала таку пшениці. Підвищена стійкість тритикале до низьких температур, принаймні частково, може бути пов'язана з більш ефективним функціонуванням антиоксидантної системи. Так, в умовах наших експериментів для тритикале був характерним підвищений в порівнянні з пшеницею вміст безбарвних флавоноїдів, антоціанів і цукрів (рис. 4.2, 4.3). У той же час всі ці показники антиоксидантної активності у тритикале були нижчими, ніж у проростків жита. Крім того, у проростків тритикале активність пероксидази була набагато нижчою, ніж у проростків жита. Більш того, ця активність у тритикале була навіть нижчою, ніж у пшениці.

В цілому можна говорити про більш суттєвий внесок низькомолекулярних протекторів в прояв властивості морозостійкості проростків злаків у порівнянні з ферментативними антиоксидантами. Досліджені низькомолекулярні захисні сполуки є поліфункціональними. Так, пролін поєднує функції одного з основних сумісних осмолітів рослинної клітини з функціями антиоксиданту [132]. Також пролін розглядається як низькомолекулярний шаперон [117], що може брати участь в підтриманні нативної структури ферментів, в т.ч. антиоксидантних.

Пролін може відігравати дуже важливу роль в холодовій адаптації, принаймні, окремих видів рослин, зокрема жита. У багатьох дослідженнях, виконаних в лабораторних і польових умовах, з рослинами, що перебувають на різних фазах розвитку, показано його участь у формуванні та підтриманні

морозостійкості [118, 123, 127-128]. Так, при тривалій холодової аклімації жита вміст проліну зростав майже в 10 разів [118]. При цьому базовий вміст проліну у рослин жита був істотно вищим, ніж у пшениці і тритикале (рис. 4.2).

Загальновідома роль цукрів в захисті рослинних клітин від шкідливої дії гіпотермії. Однією з головних функцій вуглеводів, що накопичуються при стресах, вважається їх антиденатураційна дія на білково-ліпідні компоненти клітин, які зазнають дегідратації або впливу інших альтеруючих факторів [133]. Показано, зокрема, що сахароза може замінювати воду в структурі фосфоліпідів при стресових впливах, які викликають зневоднення клітин [134]. Ймовірно, накопичення цукрів мало важливе значення для формування морозостійкості проростків тритикале (рис. 4.2). Їхня кількість у цієї культури була практично такою ж, як у жита і значно перевершувала цей показник у проростків пшениці.

Ще однією групою сполук, важливих для формування морозостійкості злаків, мабуть, є різні флавоноїди, в тому числі антоціани і безбарвні флавоноїди, які поглинають в області УФ В, які накопичувалися у великих кількостях у жита і тритикале (рис. 4.3). Ймовірно, що всі флавоноїди тією чи іншою мірою беруть участь в антиоксидантному захисті клітин. Антиоксидантні властивості флавоноїдів пояснюються їх здатністю служити пастками для вільних радикалів, а також хелатувати іони металів, що беруть участь в радикальних процесах [135]. Підвищення загального змісту флавоноїдів зареєстровано і при низькотемпературній адаптації пшениці. У рослин сорго і кукурудзи при гіпотермії індукувався синтез антоціанів [136-137].

Слід зазначити, що у рослин тритикале встановлено зв'язок між накопиченням низькомолекулярних протекторів і розвитком адаптації до іонів важких металів [138], посухи [139] і засолення [140].

ВИСНОВКИ

1. Проведено обстеження 8 заплавних озер степової зони. Виявлено видовий склад альгофлори, складено систематичний список (296 видів і форм водоростей). Доповнена база даних з аутоекології для 45 видів; для двох видів діатомових водоростей дані з аутоекології наводяться вперше для України. Завершено роботу з аутоекології групи зелених кокоїдних водоростей (279 видів та внутрішньовидових таксонів); результати введено до бази даних.

2. Розроблена класифікаційна схема вищої водної рослинності долини р. Сів. Донець. Встановлено її синтаксономічну структуру, яка включає 5 класів, 8 порядків, 13 союзів та 48 асоціацій. Проаналізовано особливості поширення фітоценозів вищої водної рослинності у різних типах водойм долини р. Сів. Донець та виявлено її характерні риси за допомогою порівняння з показниками фіторізноманіття інших регіонів України та інших держав. Синтаксономічна структура вищої водної рослинності репрезентує близько 50% ценорізноманіття цього типу рослинності на території України та в межах Центральної і Південно-Східної Європи. Вперше виявлено поширення термофільних фітоценозів (*Elodeetum canadensis*, *Potameto perfoliati-Vallisnerietum spiralis*, ефемероїдні угруповання з участю *Pistia stratiotes*) у складі класів *Lemnetea* і *Potametea*. Відмічене збіднення флористичного і ценотичного різноманіття вищої водної рослинності порівняно із західними регіонами, що зумовлено меншою щільністю гідрографічної мережі, впливом континентальності клімату, збільшенням антропогенно трансформованих екотопів, зменшенням різноманіття раритетних угруповань, які знаходяться на крайній межі свого ареалу у зв'язку зі зникненням відповідних екотопів.

3. В результаті обробки і порівняльного аналізу архівних, літературних і оригінальних даних доповнені і розширені відомості щодо аутоекології 256 видів (279 внутрішньовидових таксонів) 117 родів кокоїдних зелених водоростей континентальних водойм України. Представлені результати можуть бути враховані при виділенні комплексів провідних і лімітуючих екологічних чинників для

представників групи, при складанні характеристик середовища існування, що вводяться в діагнози видів, а також у роботах з фітоіндикації; корисні також в експериментальних роботах при визначенні умов культивування перспективних видів.

4. Продовжено вивчення специфіки фітоценозів фанерофітного типу долини р. Мерло (в межах Харківської області), розпочато дослідження угруповань трав'яного типу. На підставі камеральної обробки польових матеріалів до бази геоботанічних описів введено 26 описів, у базу даних стосовно аутоекології судинних рослин – інформацію про 81 вид. Для 34 угруповань за результатами фітоіндикаційної оцінки екологічних умов місцезростань проведено ординаційний аналіз у координатах взятих попарно екологічних факторів. Встановлено, що найкращим чином диференціація мезо-гігрофільних і гігро-гідрофільних угруповань виявляється в координатах кислотності та аерації.

5. Отримані дані стосовно флористичного різноманіття та еколого-ценотичної структури типових фітоценозів суходільних лук на вододілі річок Уди та Сів. Донець (в межах Зміївського району Харківської області); встановлено, що коливання загальної надземної фітомаси добре корелює із коливаннями фітомаси двох провідних агробіологічних груп – злаки та різнотрав'є. При цьому доля злаків у травостой з високою продуктивністю складає 35-40%, а на ділянках із низькою продуктивністю – дещо більша за 50%, що може бути пояснено провідною роллю представників родини *Poaceae* у формуванні лучних фітоценозів.

6. Доповнені відомості про ліхенобіоту Харківської області даними щодо рідкісних та цікавих знахідок 5 видів лишайників та 13 видів ліхенофільних грибів за результатами ліхенологічних досліджень впродовж 2018 року та ревізії матеріалів гербаріїв CWU та KHER. Продовжено формування бази даних ліхенобіоти Харківської області, інформація про визначені зразки внесена до світової бази даних з біорізноманіття *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF).

7. З'ясовано, що апофітна фракція порушених територій подібна до природної фракції урбанofлори та становить 26,0 % від урбанofлори в цілому, а 45,1 % – від синантропної фракції досліджуваної флори Харкова. Встановлено, що

геміапофіти (42,6 %) представлені в різноманітних екотопах. Майже третина евентапофітів (29,6 %) зустрічається в природних екотопах, у той час, як евапофіти (27,8 %) є елементами антропогенних місцезростань. За умови постійного антропогенного навантаження та росту урбанізації досліджена флора все ж таки зберігає зональні особливості.

8. Встановлено, що підвищена освітленість, дефіцит азоту та додавання гідрокарбонату, особливо за умов низької освітленості, інгібують ріст культури *H. pluvialis*. Фосфат не впливав на ріст культури. Підвищена освітленість, особливо на тлі додавання гідрокарбонату, стимулює накопичення каротиноїдів клітинами *H. pluvialis*. Дефіцит азоту і фосфору та підвищена солоність інгібують ріст культури *D. viridis*. Жоден з досліджуваних факторів не викликав індукції каротиногенезу в цього виду. За показником сили впливу η^2 в представників роду *Dunaliella* Teod. найвпливовішими факторами для росту культури і каротиногенезу виявилися дефіцити біогенів і солоність середовища, а в *H. pluvialis* – освітленість і додавання гідрокарбонату.

9. За результатами порівняння показників антиоксидантної системи етіюльованих проростків озимих жита (*Secale cereale* L.), тритикале ($\times$ *Triticosecale* Wittm.) і пшениці (*Triticum aestivum* L.) у фізіологічно нормальних умовах і після холодового загартування (впливу температури 2°C протягом 7 діб) встановлено, що в антиоксидантний захист жита більший вклад вносять високі активність ГПО і вміст проліну, а тритикале – підвищений вміст флавоноїдів і цукрів. У той же час у пшениці під час холодової адаптації більш істотно змінюється активність антиоксидантних ферментів – СОД і каталази.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Вассер С.П. Водоросли. Справочник / С.П. Вассер, Н.В. Кондратьева, Н.П. Масюк [и др.]. – Киев: Наук. думка, 1989. – 608 с.
2. Горбулин О.С. Видовой состав и аутоэкология *Bacillariophyta* континентальных водоемов Украины / О.С. Горбулин // Фиторазнообразие Восточной Европы. – 2016. – Т. X, №2. – С. 33–95.
3. Дубина Д.В. Вища водна рослинність. *Lemnetea, Potametea, Ruppietea, Zosteretea, Isoëto-Litorelletea (Eleocharitionacicularis, Isoëtionlacustris, Potamiongraminei, Sphagno-Utricularion), Phragmito-Magnocaricetea (Glycerio-Sparganion, Oenanthion aquaticaе, Phragmition communis, Scirpion maritimi)* / Д.В. Дубина; [відп. ред. Ю.Р. Шеляг-Сосонко] // Рослинність України. – К.: Фітосоціоцентр, 2006. – 412 с.
4. Chytrý M. Vegetace České republiky. 3. Vodní a mokřadní vegetace. Vyd. 1 / Chytrý M. (ed.), Šumberová K., Hájková P. [et al.] – Praha: Academia, 2011. – 828 с.
5. Matuszkiewicz W. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. Wyd. 3-e / W. Matuszkiewicz. – Warszawa: Wyd-wo Naukowe PWN, 2008. – 540 s.
6. Tzonev R. T. Syntaxa according to the Braun-Blanquet approach in Bulgaria / R. T. Tzonev, M. A. Dimitrov, V. H. Roussakova // Phytologia Balcanica. – 2009. – Vol. 15, №2. – P. 209–233.
7. Sanda V. Fitocenozele din România / V. Sanda, K. Öllerer, P. Burescu. – București: Ars Docendi, 2008. – 570 p.
8. Борсукевич Л.М. Вища водна рослинність басейнів верхньої течії Дністра, Прута та Західного Бугу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.05 «Ботаніка» / Л.М. Борсукевич. – К., 2010. – 20 с.
9. Винокуров Д.С. Синтаксономія вищої водної рослинності долини р. Інгул / Д.С. Винокуров // Чорн. ботан. журн. – 2011. – Т. 7, № 1. – С. 26–40.
10. Ємельянова С.М. Вища водна та болотна рослинність долини р. Південний Буг (синтаксономія, антропогенна динаміка, охорона): автореф. дис. на

здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.05 «Ботаніка» / С.М. Ємельянова. – Київ, 2015. – 22 с.

11. Козак М.І. Вища водна флора та рослинність Західного Поділля: синтаксономія, антропогенна динаміка, охорона [Монографія] / М.І. Козак. – Кам'янець-Подільський: ПП «Медобори-2006», 2012. – 268 с.

12. Куземко А.А. Рослинність долини р. Рось: синтаксономія, антропогенна динаміка, охорона: автореферат дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.05 «Ботаніка» / А.А. Куземко. – К., 2003. – 20 с.

13. Соломаха В.А. Синтаксономія рослинності України. Третє наближення / В.А. Соломаха. – К.: Фітосоціоцентр, 2008. – 296 с.

14. Чорна Г.А. Рослинність водойм і боліт Лісостепу України / Г.А. Чорна; відп. ред. Д.В. Дубина. – Умань: ФОП Жовтий О.О., 2013. – 304 с.

15. Tichý L. JUICE: Program for management analysis and classification of ecological data: Program manual / L. Tichý, J. Holt. – Brno: Vegetation Science group, 2006. – 98 p.

16. Hennekens S. Turboveg for Windows. 1998-2007. Version 2 / S. Hennekens. – 2008. – 78 p.

17. McCune B. PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data. Version 5. / B. McCune, M.J. Mefford. – MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A., 2006. – 24 p.

18. Roleček J. Modified TWINSpan classification in which the hierarchy respects clusters heterogeneity / J. Roleček, L. Tichý, D. Zelený [et al.] // J. of Veg. Sci. – 2009. – Vol. 20, № 4. – P. 596–602.

19. Weber H.E. International Code of Phytosociological Nomenclature. 3rd edition / H.E. Weber, J. Moravec, J.-P. Theurillat // J. Veg. Sci. – 2000. – Vol. 11, № 5. – P. 739–768.

20. Казарінова Г.О. Рідкісні угруповання вищої водної рослинності долини р. Сіверський Донець // The international research and practical conference “The development of nature sciences: problems and solutions”: Conference Proceedings, April 27-28, 2018. – Brno: Baltija Publishing, 2018. – P. 31–35.

21. Kazarinova H.O. Cenotic diversity of riverside vegetation of the Seversky Donets river valley // International research and practice conference “Modern methodologies, innovations and operational experience in the field of biological sciences”: Conference Proceedings, December 27-28, 2017. – Lublin: Izdevnieciba “Baltija Publishing”, 2017. – P. 29–32.
22. Дзюба Т.П. Синтаксономічне положення та структура класу *Bolboschoenetamaritimi* Vicherek R. Тх. 1969 у Північному Причорномор’ї / Т.П. Дзюба // Укр. ботан. журн. – 2008. – Т. 65, № 4. – С. 485–494.
23. Балявичене Ю. Синтаксономо-фитогеографическая структура растительности Литвы / Ю. Балявичене. – Вильнюс: Мокслас, 1991. – 220 с.
24. Jarolimek J. Diagnostic, constant and dominant species of the higher vegetation units of Slovakia / [ed. J. Jarolimek, J. Šibík]. – Bratislava: Veda, 2008. – 332 p.
25. Černohous F. Macrophyte vegetation of Eastern and North-Eastern Bohemia / F. Černohous, Š. Husák // Folia Geobot. Phytotax. – 1986. – Vol. 21, №1. – S. 113–161.
26. Судьина Е.Г. Основы эволюционной биохимии растений / Е.Г. Судьина, Г.И. Лозовая. – Киев: Наук. думка, 1982. – 360 с.
27. Догадина Т.В. О роли кладистики в современной систематике водоростей / Т.В. Догадина, В.М. Эпштейн, В.П. Комаристая, О.С. Горбулин // Актуальные проблемы современной альгологии: Тез. докл. IV Междунар. конф. – Киев, 2012. – С. 100–101.
28. Epstein V.M. Crisis in evolutionary systematic in the light Aristotle's teaching on the essences / V.M. Epstein, T.V. Dogadina, O.S. Gorbulin, V.P. Komaristaya // Aristotle, Biology and Medical Anthropology in the 21st Century. 1st International Witten Seminar on Philosophy and Medicine... - Witten, Herdecke University: Germany, 2012. – P. 13.
29. Algae of Ukraine / [Ed. P.Tsarenko, S. Wasser, E. Nevo]. – Ruggell: A.R.A. Gantner Verlag K.-G., 2011. – Vol. 3. – 413 p.

30. Горбулин О.С. Родовые спектры альгофлоры как тест-система состояния водоемов / О.С. Горбулин // Вісник Харків. нац. агр. ун-ту. Серія Біологія. – 2004. – Вип. 2 (5). – С. 15–20.
31. Коршиков О.А. Визначник прісноводних водоростей Української РСР. Вип. V. Підклас Протококові (*Protococcineae*) / О.А. Коршиков. – Київ: Вид-во АН УРСР, 1953. – 440 с.
32. Korshikov O.A. The freshwater algae of the Ukrainian SSR. Vol. 5. Sub-Class *Protococcineae*. *Vacuolales* and *Protococcales* / O.A. Korshikov, [Transl. by J.W.G. Lund, W. Tylka]. – Dehra Dun, India: Bishen Singh Mahendra Pal Singh, 1987. – 412 p.
33. Matvienko A.M. Alexander Arkadievich Korshikov (1889-1945) / A.M. Matvienko, T.V. Dogadina // Prominent Phycologists of the 20th Century. / [ed. D.J. Garbary, M.J. Wynne]. – Hantsport, Nova Scotia: Lancelot Press Limited, 1996. – P. 226–233.
34. Hindak F. Studies of the Chlorococcales Algae (Chlorophyta) / F. Hindak // Biol. prace – Bratislava: Veda. – I. – 1977. – Vol. 23, № 4. – 190 s. – II. – 1980. – Vol. 26, № 6. – 195 s. – III. – 1984. – Vol. 30, № 1. – 309 s. – IV. – 1988. – Vol. 34, № 1-2, 263 s. – V. – 1990. – Vol. 36. – 225 s.
35. Komarek J. *Chlorophyceae* (Grünalgen) Ordnung: *Chlorococcales* // Die Binnengewasser. Das Phytoplankton des Süßwassers / J. Komarek, B. Fott. – Stuttgart: Schweizerbart Verl. – Buch. – 1983. – Bd. 16, Teil 7, H. 1. – 1044 S.
36. Gorbunin O.S. Ecological and biological characteristics of the green flagellates (*Phytomonadina*) of the continental waters of Ukraine / O.S. Gorbunin // The Journ. V.N. Karazin Kharkiv Nation. Univ. № 1035. Biology. – 2012. – Issue 16. – P. 63–76.
37. Горбулин О.С. Эколого-биологические характеристики Cyanophyta (Cyanoprokaryota) континентальных водоемов Украины / О.С. Горбулин // Альгология. – 2014. – Т. 24, № 2. – С. 163–181.

38. Андреева В.М. Почвенные и аэрофильные зеленые водоросли (*Chlorophyta: Tetrasporales, Chlorococcales, Chlorosarcinales*) / В.М. Андреева.— СПб.: Наука, 1998.— 351 с.

39. Белінг Д. Гідробіологічна характеристика заплавних водойм середньої течії р. Десни / Д. Белінг, Я. Ролл, Ю. Марковський [та ін.] // Тр. гідробіол. ст. АН УРСР. — 1936. — № 11. — С. 19–139.

40. Дедусенко-Щеголева Н.Т. Альгофлора реки Молочной / Н.Т. Дедусенко-Щеголева // Уч. зап. Т. 67. Тр. НИИ биол. и биол. фак-та. Т. 23. Гидробиол. сб. — Харьков: Изд-во Харьк. ун-та, 1956. — С. 49–63.

41. Догадина Т.В. Эколого-систематический обзор протококковых водорослей сточных вод / Т.В. Догадина // Науч. докл. высш. шк. Биол. науки. — 1973. — № 2. — С. 50–56.

42. Догадина Т.В. Флора водорослей Северского Донца (по данным 1988 г.) / Т.В. Догадина, Н.И. Будник, А.Б. Бочка, Н.П. Гучигова // Вест. Харьк. ун-та, № 364. Проблемы экологии, интродукции, физиологии и биохимии растений. — Харьков: Основа, 1992. — С. 9–15.

43. Матвієнко О.М. Матеріали до вивчення водоростей УРСР. I. Водорості Клюквеного болота / О.М. Матвієнко // Учені зап. ХДУ. Кн. 14. Труды НДІ ботаніки. — Харків, 1938. — III. — С. 29–78.

44. Матвієнко О.М. Водорості болот Харківської області / О.М. Матвієнко // Учені зап. ХДУ. Кн. 22. Труды НДІ ботаніки. — Харків, 1941. — IV. — С. 20–73.

45. Матвиенко А.М. Альгофлора притоков реки Молочной / А.М. Матвиенко // Уч. зап. Т. 67. Тр. НИИ биол. и биол. фак-та. Т. 23. Гидробиол. сб. — Харьков: Изд-во Харьк. ун-та, 1956. — С. 65–79.

46. Матвиенко А.М. Фитобентос некоторых рыбоводных прудов Харьковской области / А.М. Матвиенко // Там же. — С. 135–146.

47. Прошкіна-Лавренко А. До питання про альгофлору степових річок, як елемент степового ландшафту / А. Прошкіна-Лавренко // Вісник Київ. бот. саду. Вип. XIV, 1932. — С. 19–48.

48. Прошкина-Лавренко А.И. Интересный случай цветения озера Лиман Харьковской области / А.И. Прошкина-Лавренко // Сов. ботаника. – 1936. – №4. – С. 79–91.
49. Прошкина-Лавренко А.И. Экологический очерк водорослей водоемов левобережных террас долины реки Северский Донец / А.И. Прошкина-Лавренко // Споровые растения. Вып. 9. Тр. Бот. ин-та им. В.Л. Комарова АН СССР. Серия II. – М.; Л.: Изд-во АН СССР. – 1954. – С. 105–190.
50. Ролл Я.В. Предварительные сведения о микрофлоре водоемов окрестностей Сев.-Донецкой биологической станции / Я.В. Ролл // Рус. архив протистологии, 1926. – Т. 5, вып. 1–2. – С. 1–44.
51. Ролл Я.В. До вивчення фітопланктону середньої течії р. Дніпра / Я.В. Ролл // Труды фіз.-мат. відділу ВАН. – 1929. – Т. XI, вип. 3. – С. 269–296.
52. Ролл Я.В. Фітопланктон пониззя Дніпра і його можливі зміни у зв'язку з спорудженням Каховської греблі / Я.В. Ролл // Тр. Ін-ту гідробіології АН УРСР. – 1958. – № 3. – С. 61–110.
53. Догадина Т.В. Водоросли Мурманской области (Россия) / Т.В. Догадина, О.С. Горбулин // Альгология. – 1994. – Т.4, №3. – С. 39–44.
54. Киврак Э. Фитопланктон и качество воды основных проточных водоемов северо-восточного региона Турции (район Эрзурума) / Э. Киврак, Х. Гюрбюз, З. Альтунер, А. Сулун // Альгология. – 2007. – Т. 17, № 2. – С. 203–219.
55. Bohr R. Zbiorowska glonow perifitonowych jezior Polski polnocnej / R. Bohr // Zeszyty Nauk. Uniwer. Mikolaja Kopernika w Torunin. Nauki mat.-przyrod. – Zesz. 17. – Biologia, X. – 1967. – S. 33–104.
56. Dogadina T.V. Algal Flora of Iran / T.V. Dogadina, B. Zarei Darki, O.S. Gorbulin. – Kharkov: V.N. Karazin Kharkiv National University, 2007. – 180 p.
57. Whitford, L.A. Algae from Alpine Areas in Rocky Mountain National Park, Colorado / L.A. Whitford, Y.C. Kim // American Midland Naturalist. – 1971. – Vol.85, №2. – P. 425–430.
58. Willen T. Phytoplankton from Lakes and Ponds on Vestspitsbergen / T. Willen // Acta Phytogeogr. Succ. – 1980-81. – Vol. 67-69. – P. 173–188.

59. Woodson B.K. Additions to fresh-water algae in Virginia / B.K. Woodson, V. Holoman // Virginia Journ. of Science. – 1965. – Vol. 16. – New Series. – № 2. – P. 146–164.
60. Jónasson, P.M. Primary and Secondary Production in Lake Esrom. Growth of *Chironomus anthracinus* in Relation to Seasonal Cycles of Phytoplankton and Dissolved Oxygen / P.M. Jónasson, J. Kristiansen // Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie. – 1967. – Vol.52, №2. – P.163–217.
61. Kiss I.A. Szabadszállási szikes tavak algaflorájának és egyes taxonok ozmotikus karosodásának vizsgálata / I.A. Kiss. – Szegedi Tanárképző Főiskola Tudományos Közleményei, 1978. – s. 63–80.
62. Kristiansen, J. Phytoplankton of the Tystrup-Bavelse Lakes Primary Production and Standing Crop / J. Kristiansen, H. Mathiesen, J. Kristiansen // Oikos. – 1964. – Vol.15, №1. – P.1–43.
63. Lazar J. Prispevek k poznavanju flore alg Slovenije / J. Lazar. – VI. SAZU, dne 10. – 1964. – S. 45–99.
64. Lazar J. Nekaj novih taksonov v flori alg Slovenije / J. Lazar // Biol. vestnik. Ljubljana, 1973. – Vol. 21, № 1. – S. 51–61.
65. Pankow H. On the algal flora of the marshes near Qurna (Southern Iraq) / H. Pankow, H.A. Al-Saadi, M.F. Huq, R.A.M. Hadi // Willdenowia, 1979. – Bd. 8, H. 3. – P. 493–506.
66. Tamás G. Horizontale Plankton-Untersuchungen im Balaton. IV. / G. Tamás // Annal. Biol. Tihany. – 1965. – Vol. 32. – S. 229–245.
67. Ильченко Н.И. К изучению альгофлоры сточных вод сахарных заводов / Н.И. Ильченко, А.М. Матвиенко // Гидробиол. журн., 1969. – Т. V, № 5. – С. 82–85.
68. Матвиенко А.М. Эпизойные формы водорослей сточных вод / А.М. Матвиенко // Гидробиол. журн., 1972. – Т. VIII, № 2. – С. 56–62.
69. Царенко П.М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР / П.М. Царенко. – Киев: Наук. думка, 1990. – 208 с.

70. Горбулин О.С. Комплексы доминантных форм фитопланктона разнотипных водоемов / О.С. Горбулин // Альгология, 2012. – Т. 22, № 3. – С. 303–315.
71. Девяткин В.Г. О соотношении встречаемости и численности видов в фитопланктоне / В.Г. Девяткин, И.В. Митропольская // Альгология, 1994. – Т.4, №2. – С. 34–38.
72. Dogadina T.V. Species composition and seasonal dynamics of algae in the Tashlyk reservoir (South-Ukrainian NPP cooling pond) / T.V. Dogadina, O.S. Gorbulin, T.G. Onis'ko, // International Journal on Algae. – 1999. – Vol.1, №4. – P.86–91.
73. Виноградская Т.А. Фитопланктон / Т.А. Виноградская // Водоем-охладитель Ладыженской ГРЭС.– Киев: Наук. думка, 1978. – С. 48–67.
74. Горбулин О.С. Водоросли техногенных соленых озер Донбасса / О.С. Горбулин, Т.В. Догадина, Е.Л. Косик // Вісник Харків. нац. аграрн. ун-ту. Серія Біологія. – 2003. – № 5(3). – С. 28–35.
75. Прошкина-Лавренко А.И. Водоросли планктона Каспийского моря / А.И. Прошкина-Лавренко, И.В. Макарова. – Л.: Наука, 1968.– 295 с.
76. Баринава С.С. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды / С.С. Баринава, Л.А. Медведева, О.В. Анисимова. – Тель Авив: PiliesStudio, 2006. – 498 с.
77. Догадина Т.В. О «цветении» сточных вод / Т.В. Догадина, Н.И. Ильченко // Вестник Харьк. ун-та. № 126. Биология, вып. 7. – Харьков: ИО «Вища школа» при ХГУ. – 1975. – С. 10-14.
78. Унифицированные методы исследования качества вод. Часть III. Методы биологического анализа вод. Приложение 2. Атлас сапробных организмов. – М.: СЭВ. – 1977. – 228 с.
79. Slodkovodne riasy. – Bratislava: Slovensk. Pedagog. Naklad. – 1978. – 725 s.
80. Снитько Л.В. Экология и сукцессии фитопланктона озер Южного Урала / Л.В. Снитько. – Миасс: ИГЗ УрО РАН, 2009. – 376 с.

81. Дідух Я. П. Біотопи лісової та лісостепової зон України / Я. П. Дідух, Т. В. Фіцайло, І. А. Коротченко [та ін.], [ред. чл.-кор. НАН України Я. П. Дідух]. – Київ: ТОВ «МАКРОС», 2011. – 288 с.
82. Дідух Я.П. Екофлора України / Я.П.Дідух, П.Г.Плюта, В.М. Єрмоленко [та ін.], [відп. редактор Я.П. Дідух]. – Т. І. – Київ: Фітосоціоцентр, 2000. – 284 с.
83. Ермоленко Е. Д. Влияние антропогенных факторов на некоторые луговые и лесные фитоценозы поймы р. Сев. Донец / Е. Д. Ермоленко // Вестн. Харьк. ун-та. – 1987. – № 308. – С. 19-22.
84. Балашев Л. С. Типология лугов Украины и их рациональное использование / Л.С. Балашев и др. – К.: Наук. думка, 1988. – 240 с.
85. Беляков С.О. Моделювання динаміки сумарної кількості опадів та чистої первинної продукції типчаково-ковилових угруповань асканійського степу за сценаріями глобальних змін клімату / С.О. Беляков, О.П. Гофман, І.Г. Вишенська // *Biosystems Diversity*. – 2017. – Т. 25, №1. – С. 16–24.
86. Орлова Л.Д. Біорізноманіття та екологія кормових представників родини бобові луків Полтавщини / Л.Д. Орлова // Збірник праць Полтавського державного педагогічного університету ім. В.Г. Короленка. – Полтава, 2001. – Вип. 3 (17). – С. 69–76.
87. Ткаченко В. С. Заплавні луки р. Сіверський Дінець та їх народногосподарське значення / В. С. Ткаченко // Укр. ботан. журн. – 1966. – Т. 23, № 5. – С. 95–101.
88. Тараненко И. Я. Растительность кормовых угодий Харьковской пригородной зоны./ И. Я. Тараненко // Тр. Харьк. зоотехн. ин-та. – 1946. – № 4. – С. 174–213.
89. Якубенко Б.Є. Природні кормові угіддя Лісостепу України: флора, рослинність, динаміка, оптимізація: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра біол. наук: спец. 03.00.05 «Ботаніка» / Б.Є. Якубенко. – К., 2007. – 47 с.
90. Darmostuk V.V. Lichenicolous fungi of Ukraine: an annotated checklist / V.V. Darmostuk, A.Ye. Khodosovtsev // *Studies in Fungi*. – 2017. – Vol. 2, №1. – P. 138–156.

91. Чернов В. М. О лишайниках г. Харькова и его окрестностей / В.М. Чернов // Тр. о-ва испытателей природы при Харьковском ун-те. – 1895. – Т. 28. – 41 с.
92. Кондратюк С.Я. Вивчення різноманітності мікобіоти України (ліхенофільні, септорієві та пукцинієві гриби) / С.Я. Кондратюк, Т.В. Андріанова, Ю.Я. Тихоненко – К.: Фітосоціоцентр, 1999. – 112 с.
93. Громакова А.Б. Нові та рідкісні для Лівобережної України лишайники та ліхенофільні гриби з басейну річки Сіверський Донець / А.Б. Громакова // Чорноморськ. бот. ж. – 2014. – Т.10, №4. – С. 506-514.
94. Громакова А.Б. Нові знахідки лишайників та ліхенофільних грибів зі Східної України / А.Б. Громакова // Чорноморськ. бот. ж. – 2018. – Т.14, №3. – С. 268–277.
95. Vondrák J. Additions to the diversity of rare or overlooked lichens and lichenicolous fungi in Ukrainian Carpathians / J. Vondrák, Z. Palice, A.Ye. Khodosovtsev, S. Postoyalkin // Чорноморськ. бот. ж. – 2010. – Т. 6, №1. – С. 6–34.
96. Kondratyuk S.Ya New lichen-forming and lichenicolous fungi from Ukraine / S.Ya. Kondratyuk, L. Lőkös, J.-S. Hur // Acta Botanica Hungarica. – 2014. – Vol. 56. – P. 361–368.
97. Звягінцева К.О. Апофіти в урбанофлорі м. Харків / К.О. Звягінцева // Синантропізація рослинного покриву України (м. Переяслав-Хмельницький, 27-28 вересня 2012 року). – Тези наукових доповідей. – Переяслав-Хмельницький, 2012. – с. 40–41.
98. Бурда Р.И. Антропогенная трансформация флоры / Р.И. Бурда – Киев: Наук. думка, 1991 . – 168 с.
99. Rostański A. Zagrozenia srodowiska przyrodniczego / A. Rostański // Przyroda województwa katowickiego. – Krakow, 1997. – S. 168–177.
100. Zviahintseva K.O. Synanthropization of Kharkiv urban flora / K.O. Zviahintseva // International research and practice conference «The development of

nature sciences: problems and solutions» (April 27-28, 2018). - Brno: Baltija Publishing, 2018. - P. 28-31.

101. Atkinson, A.W. Sporopollenin in the cell wall of *Chlorella* and other algae: Ultrastructure, chemistry, and incorporation of ^{14}C -acetate, studied in synchronous cultures / A.W. Atkinson, B.E. Gunning, P.C. John // *Planta*. – 1972. – Vol. 107, №1. – P. 1–32.

102. Varshney P. Extremophilic micro-algae and their potential contribution in biotechnology / P. Varshney, P. Mikulic, A. Vonshak [et al.] // *Bioresource technology*. – 2015. – Vol. 184. – P.363–372.

103. Dufossé L. Microorganisms and microalgae as sources of pigments for food use: a scientific oddity or an industrial reality? / L. Dufossé, P. Galaup, A. Yaron, [et al.] // *Trends in Food Science & Technology*. – 2005. – Vol.16, №9. – P. 389–406.

104. Chen G. Molecular mechanisms of the coordination between astaxanthin and fatty acid biosynthesis in *Haematococcus pluvialis* (*Chlorophyceae*) / G. Chen, B. Wang, D. Han [et al.] // *The Plant journal: for cell and molecular biology*. – 2015. – Vol. 81, №1. – P.95–107.

105. Bonnefond H. Coupling and uncoupling of triglyceride and β -carotene production by *Dunaliella salina* under nitrogen limitation and starvation / H. Bonnefond, N. Moelants, A. Talec [et al.] // *Biotechnology for Biofuels*. – 2017. – Vol.10, №1. – P.529.

106. Bowman J.L. Green genes – comparative genomics of the green branch of life / J.L.Bowman, S.K. Floyd, K. Sakakibara // *Cell*. – 2007. – Vol. 129, №2. – P. 229–234.

107. Shah M. Astaxanthin-producing green microalga *Haematococcus pluvialis*: from single cell to high value commercial products / M. Shah, R. Mahfuzur, Y. Liang [et al.] // *Frontiers in plant science*. – 2016. – Vol. 7. – P. 531.

108. Komaristaya, V.P. Sporopollenin in the composition of cell walls of *Dunaliella salina* Teod. (*Chlorophyta*) zygotes / V.P. Komaristaya, O.S. Gorbulin // *International Journal on Algae*. – 2006. – Vol.8, №1. – P.43–52.

109. Domínguez-Bocanegra A. R. Influence of environmental and nutritional factors in the production of astaxanthin from *Haematococcus pluvialis* / A.R. Domínguez-Bocanegra, I. Guerrero Legarreta, F. Martinez Jeronimo, A. Tomasini Campocosio // *Bioresource technology*. – 2004. – Vol. 92, №2. – P.209–214.

110. Семененко В. Е. Параметрическое управление биосинтезом бета-каротина в клетках *Dunaliella salina* в условиях интенсивной культуры / В. Е. Семененко, А. А. Абдуллаев // *Физиология растений*. – 1980. – Т. 27, вып. 1. – С. 31–41.

111. Schmitt F.-J. Reactive oxygen species: re-evaluation of generation, monitoring and role in stress-signaling in phototrophic organisms / F.-J. Schmitt, G. Renger, T. Friedrich [et al.] // *Biochimica et biophysica acta*. – 2014. – Vol. 1837, №6. – P.835–848.

112. Lamers P. P. Exploring and exploiting carotenoid accumulation in *Dunaliella salina* for cell-factory applications / P.P. Lamers, M. Janssen, R.C.H. de Vos [et al.] // *Trends in biotechnology*. – 2008. – Vol. 26, №11. – P.631–638.

113. Foyer C.H. Redox regulation in photosynthetic organisms: signaling, acclimation, and practical implications / C.H. Foyer, G. Noctor // *Antioxidants & redox signaling*. – 2009. – Vol.11, №4. – P.861–905.

114. Gill S.S. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants / S.S. Gill, N. Tuteja // *Plant Physiology and Biochemistry*. – 2010. – Vol.48, №12. – P.909–930.

115. Колупаев Ю.Е. Антиоксиданты растительной клетки, их роль в АФК-сигналинге и устойчивости растений / Ю.Е. Колупаев // *Успехи соврем. биологии*. – 2016. – Т.136, №2. – С.181–198.

116. Синькевич М.С. Особенности окислительного стресса у растений картофеля с измененным углеводным метаболизмом / М.С. Синькевич, А.Н. Дерябин, Т.И. Трунова // *Физиология растений*. – 2009. – Т.56, №2. – С.186–192.

117. Liang X. Proline mechanisms of stress survival / X. Liang, L. Zhang, S.K. Natarajan [et al.] // *Antioxidants & redox signaling*. – 2013. – Vol.19, №9. – P.998–1011.

118. Koster K.L. Solute Accumulation and Compartmentation during the Cold Acclimation of Puma Rye / K.L. Koster, D.V. Lynch // *Plant Physiology*. – 1992. – Vol.98, №1. – P.108–113.

119. Синькевич М.С. Участие сахаров в системе антиоксидантной защиты от индуцированного паракватом окислительного стресса у картофеля, трансформированного геном инвертазы дрожжей / М.С. Синькевич, Н.В. Нарайкина, Т.И. Трунова // *Доклады АН*. – 2010. – Т.434, №4. – С.570–573.

120. Burbulis N. Changes in proline and soluble sugars content during cold acclimation of winter rapeseed shoots *in vitro* / Burbulis N., Jonytiene V., Kupriene R. [et al.] // *J. Food Agricult. Environ.* – 2011. – Vol.9, №2. – P.371–374.

121. Luo Y. Production of Reactive Oxygen Species and Antioxidant Metabolism about Strawberry Leaves to Low Temperatures / Y. Luo, H. Tang, Y. Zhang // *Journal of Agricultural Science*. – 2011. – Vol.3, №2. – P. 89-96.

122. Apostolova P. Response of antioxidative defence system to low temperature stress in two wheat cultivars / Apostolova P., Yordanova R., Popova L. // *Gen. Appl. Plant Physiol.* – 2008. – Vol.34, №3-4. – P. 281–294.

123. Колупаев Ю.Е. Конститутивная и индуцированная холодом устойчивость проростков ржи и пшеницы к агентам окислительного стресса / Ю.Е. Колупаев, Т.О. Ястреб, А.И. Обозный [и др.] // *Физиология растений*. – 2016. – Т.63, №3. – С.346–358.

124. Gołębiowska G. The Responses of Pro- and Antioxidative Systems to Cold-hardening and Pathogenesis Differ in *Triticale* ($\times$ *Triticosecale* Wittm.) Seedlings Susceptible or Resistant to Pink Snow Mould (*Microdochium nivale* Fr., Samuels & Hallett) / G. Gołębiowska, M. Wędzony, A. Płazek // *Journal of Phytopathology*. – 2011. – Vol.159, №1. – P.19–27.

125. Szechyńska-Hebda M. Effect of cold-induced changes in physical and chemical leaf properties on the resistance of winter triticale ($\times$ *Triticosecale*) to the fungal pathogen *Microdochium nivale* / M. Szechyńska-Hebda, M. Hebda, D. Mierzwiński [et al.] // *Plant Pathology*. – 2013. – Vol.62, №4. – P.867–878.

126. Gawronska K. The effects of cold-hardening and *Microdochium nivale* infection on oxidative stress and antioxidative protection of the two contrasting genotypes of winter triticale / K. Gawronska, G. Gołębiowska-Pikania // European Food Research and Technology. – 2016. – Vol.242, №8. – P.1267–1276.

127. Катышева Н.Б. Динамика содержания пролина в узлах кущения озимых зерновых культур в течение осенне-весеннего периода / Н.Б. Катышева, А.В. Поморцев, Н.В. Дорофеев [и др.] // Вісн. Харків. нац. аграрн. ун-ту. Сер. Біологія. – 2015. – Т.3, №36. – С.45–53.

128. Колупаев Ю.Е. Активность антиоксидантных ферментов и содержание осмолитов в проростках озимых злаков при закаливании и криострессе / Ю.Е. Колупаев, Н.И. Рябчун, А.А. Вайнер [и др.] // Физиология растений. – 2015. – Т.62, №4. – С.533–541.

129. Zhao K. Study on the salt and drought tolerance of *Suaeda salsa* and *Kalanchoe claugremontiana* under iso-osmotic salt and water stress / K. Zhao, H. Fan, S. Zhou [et al.] // Plant Science. – 2003. – Vol.165, №4. – P.837–844.

130. Bates L.S. Rapid determination of free proline for water-stress studies / L.S. Bates, R.P. Waldren, I.D. Teare // Plant and Soil. – 1973. – Vol.39, №1. – P.205–207.

131. Nogués S. Effects of drought on photosynthesis in Mediterranean plants grown under enhanced UV-B radiation / S. Nogués, N.R. Baker // Journal of Experimental Botany. – 2000. – Vol.51, №348. – P.1309–1317.

132. Szabados L. Proline: a multifunctional amino acid / L. Szabados, A. Savouré // Trends in plant science. – 2010. – Vol.15, №2. – P.89–97.

133. Колупаев Ю.Е. Особенности метаболизма и защитные функции углеводов растений в условиях стрессов / Колупаев Ю.Е., Трунова Т.И. // Физиология и биохимия культ. растений. – 1992. – Т.24, №6. – С.523–533.

134. Caffrey M. Lipid-Sugar Interactions: Relevance to Anhydrous Biology / M. Caffrey, V. Fonseca, A.C. Leopold // Plant physiology. – 1988. – Vol.86, №3. – P.754–758.

135. Es-Safi N.-E. Flavonoids: hemisynthesis, reactivity, characterization and free radical scavenging activity / N.-E. Es-Safi, S. Ghidouche, P.H. Ducrot // *Molecules* (Basel, Switzerland). – 2007. – Vol.12, №9. – P.2228–2258.

136. Shichijo C. Enhancement of red-light-induced anthocyanin synthesis in sorghum first internodes by moderate low temperature given in the pre-irradiation culture period / C. Shichijo, T. Hamada, M. Hiraoka [et al.] // *Planta*. – 1993. – Vol.191, №2. – P.238-245.

137. Christie P.J. Impact of low-temperature stress on general phenylpropanoid and anthocyanin pathways: Enhancement of transcript abundance and anthocyanin pigmentation in maize seedlings / P.J. Christie, M.R. Alfenito, V. Walbot // *Planta*. – 1994. – Vol.194, №4. – P.541–549.

138. Talebi S. The study effects of heavy metals on germination characteristics and proline content of *Triticale* (*Triticoseale* Wittmack) / S. Talebi, K. S. M. Nabavi, D. A. L. Sohani // *International Journal of Farming and Allied Sciences*. – 2014. – Vol.3, №10. – P.1080–1087.

139. Akbarian A. Evaluation of triticale genotypes for terminal drought tolerance using physiological traits / A. Akbarian, A. Arzani, M. Salehi [et al.] // *Indian J. Agricult. Sci.* – 2011. – Vol.81, №12. – P.1110–1115.

140. Salehi M. Evaluation of triticale genotypes for salt tolerance using physiological traits / M. Salehi, A. Arzani // *Emirates Journal of Food and Agriculture*. – 2014. – Vol.26, №3. – P.277–283.

ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – Перелік видів альгофлори 8 озер степової зони

Таксономічна група	t°C	pH	Чисельність	Г
1	2	3	4	
Cyanophyta (Cyanoprokaryota)				
Anabaena constricta (Szafer) Geitler	21,0–22,0	6,4–6,7	55,0–64,0	
A. contorta H. Bachm.	21,0–24,7	5,2–6,7	–	
A. flos-aquae Bréb.	24,7	5,2	2884,0	
A. scheremetievi Elenkin	21,0–22,0	6,4–6,7	259,0	
A. spiroides Kleb.	21,0–22,0	6,4–6,7	–	
A. variabilis Kütz.	20,8–22,7	5,8–6,7	57,0	
Aphanizomenon flos-aquae (L.) Ralfs	21,0–24,7	5,2–6,7	54,0–8546,0	
Chroococcus minutus (Kütz.) Nägeli	21,0	6,7	22,0	
Ch. turgidus (Kütz.) Nägeli	20,8–24,7	5,2–6,1	21,0	
Cyanothece aeruginosa (Nägeli) Komarek	21,0–22,7	5,8–6,4	5,5	
Gloeotrichia natans (Hedw.) Rabenh.	21,0–22,7	5,8–6,1	–	
Merismopedia elegans A. Braun	21,0–24,7	5,2–6,7	214,0	
M. glauca (Ehrenb.) Kütz.	20,8–22,0	6,1–6,7	–	
M. tenuissima Lemmerm.	21,0–24,7	5,2–6,1	17091,0	
Microcystis aeruginosa (Kütz.) Kütz.	24,7	5,2	2136,0	
Nostoc kihlmani Lemmerm.	21,0–22,7	5,8–6,7	–	
N. punctiforme (Kütz.) Hariot	22,7	5,8	–	
Oscillatoria tenuis J. Agardh ex Gomont	20,8–22,0	6,1–6,7	–	
Phormidium chalybeum (Mert. ex Gomont) Anagn. et Komarek	20,8–21,0	6,1–6,4	–	
Ph. simplicissimum (Gomont) Anagn. et Komarek	21,0–22,7	5,8–6,7	370,0	
Ph. tenue (Menegh.) Gomont	21,0–24,7	5,2–6,7	–	

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	
Romeria leopoliensis (Racib.) Koczw.	24,7	5,2	64,0	
Snowella lacustris (Chodat) Komarek et Hindak	21,0–24,7	5,2–6,7	18373,0	
Spirulina laxa G.M. Sm.	24,7	5,2	–	
Dinophyta				
Ceratium hirundinella (O.F. Mull.) Bergh. f. furcoides (Levander) Schröd.	20,8–21,0	6,1–6,7	–	
C. hirundinella (O.F. Mull.) Bergh. f. silesiacum Schröd.	21,0	6,4	–	
Diplopsalis acuta (Apstein) Entz	21,0	6,4	–	
Gymnodinium uberrimum (G.J. Allman) Kof. et Swezy	21,0–22,0	6,4–6,7	–	
Peridiniopsis penardii (Lemmerm.) Bourr.	21,0–24,7	5,2–6,7	–	

<i>P. polonicum</i> (Wolosz.) Bourr.	20,8–22,0	6,1–6,7	–
<i>P. quadridens</i> (F. Stein) Bourr.	21,0–24,7	5,2–6,4	–
<i>Peridinium cinctum</i> (O.F. Müll.) Ehrenb.	21,0–22,0	6,4–6,7	–
Cryptophyta			
<i>Cryptomonas erosa</i> Ehrenb.	21,0–24,7	5,2–6,7	–
<i>C. marssonii</i> Skuja	21,0–22,0	6,1–6,7	–
<i>C. ovata</i> Ehrenb.	21,0–24,7	5,2–6,7	–
<i>C. reflexa</i> (Marsson) Skuja	21,0	6,7	–
<i>C. skujae</i> Ettl	21,0–22,0	6,1–6,7	–
Chrysophyta			
<i>Chrysococcus biporus</i> Skuja	21,0–22,7	5,8–6,7	–
<i>Ch. rufescens</i> G.A. Klebs	21,0–24,7	5,2–6,7	–
<i>Dinobryon divergens</i> O.E. Imhof	20,8–22,7	5,8–6,7	–
<i>Kephyrion cupuliforme</i> W. Conrad	21,0	6,1	–

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4
<i>K. moniliferum</i> (Schmid) Bourr.	21,0	6,4	–
<i>K. ovum</i> Pascher	21,0–22,7	5,8–6,7	–
<i>K. rubri-claustri</i> W. Conrad	21,0–22,7	5,8–6,7	–
<i>Mallomonas caudata</i> L.A. Ivanov	21,0	6,4–6,7	–
<i>M. tonsurata</i> Teiling	21,0	6,4	–
<i>Uroglena americana</i> G.M. Calc.	21,0–22,0	6,4–6,7	–
Xanthophyta			
<i>Centritractus belenophorus</i> Lemmerm. var. <i>belenophorus</i>	20,8–24,7	5,2–6,7	–
<i>C. belenophorus</i> Lemmerm. var. <i>skujae</i> Kirjakov	21,0–24,7	5,2–6,7	–
<i>Characiopsis acuta</i> (A. Braun) Borzi	22,7	5,8	–
<i>Ch. falx</i> Pascher	22,0	6,7	–
<i>Ch. longipes</i> (Rabenh.) Borzi	22,0	6,7	–
<i>Ch. microcysticola</i> Skuja	22,0	6,7	–
<i>Ch. pyriformis</i> (A. Braun) Borzi	20,8	6,1	–
<i>Ch. spinifer</i> Printz var. <i>gracilis</i> Ettl	20,8	6,1	–
<i>Chloridella neglecta</i> (Pascher et Geitler) Pascher	22,0	6,7	–
<i>Ch. simplex</i> Pascher	21,0–22,7	5,8–6,4	–
<i>Dichotomococcus curvatus</i> Korschikov	21,0–24,7	5,2–6,7	–
<i>Goniochloris fallax</i> Fott	20,8–22,7	5,8–6,7	–
<i>G. laevis</i> Pascher	20,8–22,0	6,1–6,7	–
<i>G. mutica</i> (A. Braun) Fott	21,0–24,7	5,2–6,7	–
<i>G. parvula</i> Pascher	24,7	5,2	–
<i>G. pulcherrima</i> Pascher	22,7	5,8	–
<i>G. smithii</i> (Bourrelly) Fott	20,8–24,7	5,2–6,7	–
<i>Ophiocytium arbuscula</i> (A. Braun) Rabenh.	20,8–22,7	5,8–6,7	–

O. capitatum Wolle	21,0–22,7	5,8–6,7	–
--------------------	-----------	---------	---

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4
O. parvulum (Perty) A. Braun	21,0	6,1	–
Pseudostaurastrum planctonicum (G.M. Smith)	22,0–24,7	5,2–6,7	–
Dogadina			
Tetraedriella spinigera Skuja	24,7	5,2	–
Trachychloron agloe Pascher	21,0	6,4	–
Tribonema monochloron Pascher et Geitler	21,0	6,7	–
T. viride Pascher	21,0	6,4–6,7	–
Bacillariophyta			
Achnanthidium minutissimum (Kütz.) Czarn.	20,8–24,7	5,2–6,7	
Amphora ovalis (Kütz.) Kütz.	20,8–22,7	5,8–6,7	
Asterionella formosa Hassal	20,8–22,7	5,8–6,7	
Aulacoseira granulata (Ehrenb.) Simonsen	21,0–22,7	5,8–6,7	
Aulacoseira italica (Ehrenb.) Simonsen	21,0–22,0	6,4–6,7	
Bacillaria paradoxa Gmelin	20,8–21,0	6,1–6,7	
Caloneis amphisbaena (Bory) Cleve	21,0	6,1–6,7	
Caloneis bacillum (Grunow) Cleve	20,8–22,0	6,1–6,7	
Caloneis silicula (Ehrenb.) Cleve var. silicula	21,0–22,7	5,8–6,7	
Cocconeis pediculus Ehrenb.	21,0–24,7	5,2–6,7	
Cocconeis placentula Ehrenb. var. placentula	20,8–24,7	5,2–6,7	
Craticula cuspidata (Kütz.) D.G. Mann	20,8–22,0	6,1–6,7	
Cyclotella comta (Ehrenb.) Kütz.	21,0–24,7	5,2–6,7	
Cyclotella meneghiniana Kütz.	21,0–22,0	6,4–6,7	
Cylindrotheca closterium (Ehrenb.) Reimer & F.W. Lewis	21,0–22,0	6,1–6,7	
Cylindrotheca gracilis (Bréb.) Grunow	20,8–24,7	5,2–6,7	
Cymatopleura elliptica (Bréb. ex Kütz.) W. Smith var. elliptica	21,0	6,7	

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4
Cymatopleura elliptica (Bréb. ex Kütz.) W. Smith var. nobilis (Hantzsch) Hust.	20,8–21,0	6,1–6,7	
Cymatopleura gracilis Pant.	20,8–21,0	6,1–6,7	
Cymatopleura solea (Bréb.) W. Smith	20,8–22,0	6,1–6,7	
Cymbella affinis Kütz.	20,8–22,7	5,8–6,7	
Cymbella cistula (Ehrenb.) Kirchn.	20,8–22,7	5,8–6,7	
Cymbella cymbiformis Agardh	20,8–22,7	5,8–6,7	
Cymbella lanceolata (Agardh) Agardh	20,8–22,7	5,8–6,7	
Cymbella tumida (Bréb.) van Heurck	20,8–22,7	5,8–6,1	
Cymbopleura cuspidata (Kütz.) Krammer	20,8	6,1	
Diatoma elongatum (Lyngb.) Agardh	20,8–22,7	5,8–6,7	

<i>Encyonema ventricosum</i> (Kütz.) Grunow	20,8–22,7	5,8–6,7	
<i>Epithemia adnata</i> (Kütz.) Breb.	20,8–22,7	5,8–6,7	
<i>Epithemia argus</i> (Ehrenb.) Kütz.	20,8–24,7	5,2–6,7	
<i>Epithemia goeppertiana</i> Hilse	21,0–22,7	5,8–6,7	
<i>Epithemia sorex</i> Kütz.	20,8–22,7	5,8–6,7	
<i>Epithemia turgida</i> (Ehrenb.) Kütz.	21,0–22,7	5,8–6,7	
<i>Eunotia bilunaris</i> (Ehrenb.) Schaarschmidt	20,8–22,7	5,8–6,7	
<i>Fragilaria capucina</i> Desm.	20,8–24,7	5,2–6,7	
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	21,0	6,7	
<i>Fragilariforma virescens</i> (Ralfs) Williams & Round	21,0–22,7	5,8–6,7	
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenb.	20,8–22,7	5,8–6,7	
<i>Gomphonema angustatum</i> (Kütz.) Rabenh.	20,8–22,7	5,8–6,7	
<i>Gomphonema augur</i> Ehrenb.	20,8–22,7	5,8–6,7	
<i>Gomphonema brebissonii</i> Kütz.	20,8–22,7	5,8–6,7	
<i>Gomphonema capitatum</i> Ehrenb.	20,8–22,7	5,8–6,7	

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4
<i>Gomphonema coronatum</i> Ehrenb.	20,8–22,7	5,8–6,7	
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Kütz.	20,8–22,7	5,8–6,7	
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kütz.) Grunow	20,8–24,7	5,2–6,7	
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenb.	20,8–22,7	5,8–6,7	
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kütz.) Rabenh.	20,8–22,0	6,1–6,7	
<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kütz.) Rabenh.	21,0	6,7	
<i>Gyrosigma fasciola</i> Ehrenb.	21,0	6,7	
<i>Halamphora veneta</i> (Kütz.) Levkov	20,8–24,7	5,2–6,7	
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenb.) Grunow f. <i>capitata</i> O. Müller	20,8–22,0	6,1–6,7	
<i>Hantzschia elongata</i> (Hantzsch) Grunow	22,0	6,7	
<i>Hippodonta capitata</i> (Ehrenb.) Lange-Bert., Metzeltin & Witkowski	20,8–24,7	5,2–6,7	
<i>Hippodonta linearis</i> (Østrup) Lange-Bert., Metzeltin & Witkowski	21,0	6,7	
<i>Melosira varians</i> Agardh	20,8–24,7	5,2–6,7	
<i>Meridion circulare</i> (Grev.) C. Agardh	20,8–21,0	6,1–6,7	
<i>Navicula gregaria</i> Donkin	20,8–24,7	5,2–6,7	
<i>Navicula lanceolata</i> (C. Agardh) Kütz.	20,8–24,7	5,2–6,7	
<i>Navicula menisculus</i> Schumann	20,8–22,7	5,8–6,7	
<i>Navicula radiosa</i> Kütz.	20,8–24,7	5,2–6,7	
<i>Navicula rhynchocephala</i> Kütz.	20,8	6,1	
<i>Navicula tripunctata</i> (O. Müller) Bory	20,8–22,7	5,8–6,7	
<i>Navicula veneta</i> Kütz.	20,8–24,7	5,2–6,7	
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kütz.) W. Smith	20,8–24,7	5,2–6,7	
<i>Nitzschia linearis</i> (Agardh) W. Smith	20,8–24,7	5,2–6,7	

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W. Smith	20,8–24,7	5,2–6,7	
<i>Nitzschia paleacea</i> (Grunow) Grunow	20,8–24,7	5,2–6,7	
<i>Nitzschia pusilla</i> Grunow	20,8–24,7	5,2–6,1	
<i>Nitzschia sigma</i> (Kütz.) W. Smith	20,8–22,0	6,1–6,7	
<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch) W. Smith	20,8–22,7	5,8–6,7	
<i>Nitzschia umbonata</i> (Ehrenb.) Lange-Bert.	20,8–21,0	6,1–6,4	
<i>Nitzschia vermicularis</i> (Kütz.) Grunow	22,0	6,7	
<i>Parlibellus crucicula</i> (W. Smith) Witkowski, Lange-Bert. & Metzeltin	20,8–22,7	5,8–6,7	
<i>Pinnularia intermedia</i> (Lagerst.) Cleve	22,0	6,7	
<i>Pinnularia interrupta</i> W. Smith	20,8–24,7	5,2–6,7	
<i>Pinnularia major</i> (Kütz.) Cleve	20,8–24,7	5,2–6,7	
<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehrenb.) Cleve	22,0	6,7	
<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehrenb.	20,8–24,7	5,2–6,7	
<i>Placoneis exigua</i> (Gregory) Mereschk.	20,8–24,7	5,2–6,7	
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (Agardh) Lange-Bert.	20,8–24,7	5,2–6,7	
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenb.) O. Müller var. <i>gibba</i>	20,8–22,7	5,8–6,7	
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenb.) O. Müller var. <i>ventricosa</i> (Kütz.) Peragallo & Peragallo	20,8–22,7	5,8–6,7	
<i>Sellaphora bacilliformis</i> (Grunow) Lange-Bert.	20,8–22,7	5,8–6,7	
<i>Sellaphora bacillum</i> (Ehrenb.) D.G. Mann	20,8–22,0	6,1–6,7	
<i>Sellaphora parapupula</i> Lenge-Bert.	21,0	6,7	
<i>Sellaphora pupula</i> (Kütz.) Mereschk.	21,0–22,0	6,7	
<i>Stauroneis obtusa</i> Lagerst.	21,0	6,7	
<i>Stauroneis phoenicenteron</i> (Nitzsch) Ehrenb.	20,8–24,7	5,2–6,7	
<i>Stauroneis smithii</i> Grunow	20,8	6,1	

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow	20,8–24,7	5,2–6,7	
<i>Surirella angusta</i> Kütz.	20,8–22,0	6,1–6,7	
<i>Surirella capronii</i> Bréb. ex Kitton	21,0	6,7	
<i>Surirella ovata</i> Kütz.	20,8–22,0	6,1–6,7	
<i>Surirella pinnata</i> W. Smith	21,0	6,7	
<i>Tabularia tabulata</i> (Agardh) Snoelijs	20,8–22,7	5,8–6,7	
<i>Tryblionella apiculata</i> Gregory	21,0	6,7	
<i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) D.G. Mann	20,8–22,7	5,8–6,7	
<i>Tryblionella levidensis</i> W. Smith	20,8–22,0	6,1–6,7	
<i>Tryblionella navicularis</i> (Breb.) Ralfs	20,8–21,0	6,1–6,7	

<i>Ulnaria acus</i> (Kütz.) Aboal	20,8–24,7	5,2–6,7	
<i>Ulnaria amphirhynchus</i> (Ehrenb.) Compere	22,0	6,7	
<i>Ulnaria biceps</i> (Kütz.) Compere	20,8–22,7	5,8–6,7	
<i>Ulnaria capitata</i> (Ehrenb.) Compere	20,8–22,7	5,8–6,7	
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compere var. <i>ulna</i>	20,8–24,7	5,2–6,7	
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compere var. <i>aequalis</i> (Kütz.) Aboal	22,0–22,7	5,8–6,7	
Euglenophyta			
<i>Colacium vesiculosum</i> Ehrenb.	20,8–24,7	5,2–6,7	8,3–22,0
<i>Cryptoglena pigra</i> Ehrenb.	21,0	6,1–6,7	5,4
<i>Euglena acus</i> Ehrenb.	21,0–22,0	6,1–6,7	
<i>E. deses</i> Ehrenb. f. <i>intermedia</i> G.A. Klebs	21,0	6,7	
<i>E. granulata</i> (G.A. Klebs) Schmitz	20,8–24,7	5,2–6,7	
<i>E. limnophila</i> Lemmerm.	20,8–22,0	6,1–6,7	
<i>E. oblonga</i> Schmitz	21,0–22,0	6,1–6,7	
<i>E. oxyuris</i> Schmarda	20,8–22,0	6,1–6,7	

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4
<i>E. pisciformis</i> G.A. Klebs	22,0	6,7	5,4
<i>E. polymorpha</i> P.A. Dang.	21,0–24,7	5,2–6,7	
<i>E. proxima</i> P.A. Dang.	20,8–24,7	5,2–6,7	5,4–331,0
<i>E. texta</i> (Dujard.) Hübner	20,8–22,0	6,1–6,7	5,4
<i>E. viridis</i> Ehrenb.	21,0	6,4	
<i>Lepocinclis ovum</i> (Ehrenb.) Lemmerm.	22,0	6,7	
<i>Menoidium tortuosum</i> (A. Stokes) T.G. Popova	22,0	6,7	
<i>Petalomonas mediocanellata</i> F. Stein	21,0–22,7	5,8–6,4	
<i>Phacus acuminatus</i> A. Stokes	21,0–22,0	6,1–6,7	
<i>Ph. caudatus</i> Hübner	21,0–24,7	5,2–6,7	
<i>Ph. curvicauda</i> Svirenko	22,0	6,7	
<i>Ph. dangeardii</i> Lemmerm.	22,7	5,8	
<i>Ph. orbicularis</i> Hübner	21,0–24,7	5,2–6,7	
<i>Ph. parvulus</i> G.A. Klebs	21,0	6,4	
<i>Ph. pleuronectes</i> (Ehrenb.) Dujard.	21,0–22,0	6,7	
<i>Ph. pyrum</i> (Ehrenb.) F. Stein	21,0–24,7	5,2–6,1	
<i>Ph. splendens</i> Pochm.	24,7	5,2	11,0
<i>Ph. striatus</i> France	21,0	6,1	
<i>Ph. triquetrus</i> (Ehrenb.) Dujard.	21,0	6,1	
<i>Trachelomonas acanthostoma</i> A. Stokes	20,8–21,0	6,1–6,4	
<i>T. granulata</i> Svirenko	21,0	6,4	
<i>T. hispida</i> (Perty) F. Stein var. <i>hispida</i>	21,0–24,7	5,2–6,7	21,0
<i>T. hispida</i> (Perty) F. Stein var. <i>crenulatocollis</i> (Maskell) Lemmerm.	21,0–24,7	5,2–6,7	
<i>T. intermedia</i> P.A. Dang.	20,8–24,7	5,2–6,7	5,4–32,0

T. lacustris Drezep. emend. Balech	20,8–24,7	5,2–6,4	5,4
------------------------------------	-----------	---------	-----

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4
T. oblonga Lemmerm.	22,0	6,7	
T. planctonica Svirenko	20,8	6,1	
T. rotunda Svirenko	21,0–24,7	5,2–6,7	5,4–11,0
T. volvocina Ehrenb.	20,8–24,7	5,2–6,7	54,0–176,0
Phytomonadina			
Carteria globosa Korsch.	21,0	6,4	5,5
Chlamydomonas elliptica Korsch.	21,0	6,1	
Ch. sphagnicola (Fritsch) Fritsch et Takeda	20,8–22,0	6,1–6,7	
Chlorogonium euchlorum Ehrenb.	22,7	5,8	8,3
Gonium pectorale O.F. Müller	21,0–22,7	5,8–6,7	
Lobomonas monstrosa Korsch.	20,8	6,1	5,4
Pandorina charkowiensis Korsch.	20,8–21,0	6,1–6,7	87,0
P. morum (O.F. Müll.) Bory	21,0–22,7	5,8–6,4	
Phacotus coccifer Korsch.	22,7	5,8	8,3
Platymonas arnoldi (Proshk.-Lavr.) Matv.	21,0	6,1	11,0
Pteromonas angulosa (Carter) Lemmerm.	22,0	6,7	16,0
P. robusta Korsch.	21,0	6,7	10,9
P. torta Korsch.	21,0–22,0	6,4–6,7	
Chlorococcophyceae			
Acutodesmus acuminatus (Lagerh.) P. Tsarenko	21,0–24,7	5,2–6,7	
Acutodesmus obliquus (Turpin) P. Tsarenko	21,0	6,1	
Ankistrodesmus fusiformis Corda ex Korschikov	21,0–24,7	5,2–6,7	
Apiocystis brauniana Nägeli	20,8–22,7	5,8–6,7	
Characium acuminatum A. Braun	22,7	5,8	
Chlorotetraedron incus (Teiling) Komarek et Kovaček	21,0–24,7	5,2–6,1	
Coelastrum microporum Nägeli	21,0–24,7	5,2–6,7	

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4
Coelastrum sphaericum Nägeli	20,8–24,7	5,2–6,7	
Crucigenia quadrata Morren	21,0–24,7	5,8–6,7	
Crucigenia tetrapedia (Kirchn.) W. West et G.S. West	20,8–24,7	5,2–6,7	
Desmodesmus abundans (Kirchn.) E. Hegew.	21,0–24,7	5,2–6,7	
Desmodesmus brasiliensis (Bohlin) E. Hegew.	20,8	6,1	
Desmodesmus communis (E. Hegew.) E. Hegew.	20,8–24,7	5,2–6,7	
Desmodesmus protuberans (F.E. Fritsch et Rich) E. Hegew.	22,0–24,7	5,2–6,7	
Desmodesmus serratus (Corda) An, Fridl et E. Hegew.	21,0	6,4	
Dictyosphaerium pulchellum Wood	24,7	5,2	
Didymocystis inermis (Fott) Fott	21,0–22,0	6,1–6,7	

Dimorphococcus chlorelloides (Naumann) Komarek et Perm.	24,7	5,2	
Golenkiniopsis solitaria Korschikov	24,7	5,2	
Kirchneriella irregularis (G.M. Smith) Korschikov var. irregularis	24,7	5,2	
Kirchneriella obesa (W. West) Schmidle	22,0–24,7	5,2–6,7	
Lagerheimia genevensis Chodat	21,0–24,7	5,2–6,7	
Lagerheimia wratislaviensis Schröd.	21,0–24,7	5,2–6,7	
Micractinium pusillum Fresen.	21,0–22,0	6,4–6,7	
Monoraphidium arcuatum (Korschikov) Hindak	20,8–24,7	5,2–6,7	
Monoraphidium contortum (Thur.) Komark.-Legn.	21,0–24,7	5,2–6,7	
Monoraphidium griffithii (Berk.) Komark.-Legn.	20,8–24,7	5,2–6,7	
Monoraphidium irregulare (G.M. Smith) Komark.-Legn.	20,8–24,7	5,2–6,7	
Monoraphidium minutissimum	21,0–24,7	5,2–6,7	
Nephrochlamys willeana (Printz) Korschikov	21,0–24,7	5,2–6,7	

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4
Oocystis borgei Snow	21,0–24,7	5,2–6,7	
Oocystis pusilla Hansg.	21,0	6,7	
Oocystis solitaria Wittr.	21,0–22,0	6,4–6,7	
Pediastrum duplex Meyen	20,8–24,7	5,2–6,7	
Pseudodidymocystis planctonica (Korschikov) E. Hegew. et Deason	21,0–24,7	5,2–6,7	
Pseudopediastrum boryanum (Turpin) E. Hegew.	21,0–22,7	5,8–6,4	
Raphidocelis contorta (Schmidle) Marvan et al.	24,7	5,2	
Scenedesmus obtusus Meyen var. obtusus	21,0	6,4–6,7	
Schroederia setigera (Schröder) Lemmerm.	21,0	6,4–6,7	
Schroederia spiralis (Printz) Korschikov	24,7	5,2	
Selenastrum bibraianus Reinsch	21,0–24,7	5,2–6,7	
Stauridium tetras (Ehrenb.) E. Hegew.	22,0–24,7	5,2–6,7	
Tetraedron caudatum (Corda) Hansg.	21,0–24,7	5,2–6,7	
Tetraedron minimum (A. Braun) Hansg.	21,0–24,7	5,2–6,7	
Tetraedron minutissimum Korschikov	24,7	5,2	
Tetraedron triangulare Korschikov	21,0	6,4	
Tetrastrum heteracanthum (Nordst.) Chodat	21,0–24,7	5,2–6,7	
Tetrastrum staurogeniaforme (Schröd.) Lemmerm.	21,0–24,7	5,2–6,7	
Tetrastrum triangulare (Chodat) Komarek	20,8–24,7	5,2–6,7	
Treubaria varia Tiff. et Ahlstr.	21,0	6,4	
Westella botryoides (W. West) De Wild	22,7	5,8	
Ulotrichales, Oedogoniales, Cladophorales			
Binuclearia tectorum (Kütz.) Beger	21,0	6,4	
Chaetophora elegans (Roth) C.A. Agadh	22,0–24,7	5,2–6,7	

Elakatothrix genevensis (Reverdin) Hindak	21,0–24,7	5,2–6,4	
---	-----------	---------	--

Кінець таблиці А.1

1	2	3	4
Microthamnion strictissimum Rabenh.	21,0	6,7	
Oedogonium sp.	20,8–24,7	5,2–6,7	
Conjugatophyceae			
Closterium acerosum (Schrank) Ehr.	22,0	6,7	
C. exiguum W. West et G.S. West	20,8–22,7	5,8–6,7	
C. moniliferum (Bory) Ehr.	20,8–22,7	5,8–6,7	
C. peracerosum Gay	20,8–22,0	6,1–6,7	
C. pronum Bréb.	21,0–24,7	5,2–6,1	
Cosmarium bioculatum Bréb.	24,7	5,2	
C. botrytis Menegh.	22,7	5,8	
C. meneghinii Bréb.	22,7–24,7	5,2–5,8	
C. ornatum Ralfs	22,0	6,7	
Staurostrum polymorphum Bréb.	22,0–24,7	5,2–6,7	
Staurodesmus incus (Bréb.) Teil.	21,0	6,1	
Mougeotia sp.	20,8–24,7	5,2–6,7	
Spirogyra sp.	20,8–24,7	5,2–6,7	