

УДК 504 : 57.08

© С. В. Беспалова, О. С. Горецький, О. З. Злотін, В. О. Максимович, М. В. Говта,
Н. М. Лялюк, Т. Ю. Маркіна, К. М. Маслодудова, О. В. Машталер, А. І. Сафонов,
О. В. Федотов, А. Д. Штірц

ВИЗНАЧЕННЯ НОРМОВАНИХ ПАРАМЕТРІВ БІОІНДИКАТОРІВ ДЛЯ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

Донецький національний університет; 83050, м. Донецьк, вул. Щорса, 46
e-mail: eco99@i.ua

Беспалова С. В., Горецький О. С., Злотін О. З., Максимович В. О., Говта М. В., Лялюк Н. М., Маркіна Т. Ю., Маслодудова К. М., Машталер О. В., Сафонов А. І., Федотов О. В., Штірц А. Д. Визначення нормованих параметрів біоіндикаторів для екологічного моніторингу. – Встановлено параметри біоіндикаторів (водоростей, базидіоміцетів, мохів, квіткових рослин, панцирних кліщів, шовковичного шовкопряда та психофізіологічного стану людини), що підлягають нормуванню для проведення екологічного моніторингу.

Ключові слова: нормовані параметри, біоіндикація, екологічний моніторинг.

Вступ

Конституцією України закріплено право кожного громадянина на життя та діяльність у сприятливих умовах навколишнього середовища та достовірну інформацію про його стан [1]. Це право забезпечується нормуванням якості довкілля («екологічним нормуванням»). Нормування є важливим засобом охорони навколишнього середовища, регулювання природокористування та забезпечення безпеки в екологічній сфері. За своєю сутністю воно відноситься до адміністративних методів управління. Екологічне нормування – це встановлення показника якості навколишнього середовища та гранично допустимих впливів на нього, наукова, правова, адміністративна діяльність, спрямована на встановлення гранично допустимих норм впливу (екологічних регламентів, нормативів) на навколишнє середовище, при дотриманні яких не відбувається деградація екосистем, гарантується збереження біологічного різноманіття та екологічної безпеки населення [1-3]. При цьому розрізняють нормативи якості навколишнього середовища та нормативи впливу на неї. Одні з них дають оцінку навколишньому середовищу, інші лімітують джерела небезпечного впливу [2].

Нормативи якості навколишнього середовища встановлюють для оцінки стану атмосферного повітря, води, ґрунту за хімічними, фізичними та біологічними показниками. Якщо величина фактора навколишнього середовища не перевищує відповідного нормативу та його гранично допустимого рівня, то стан середовища вважається сприятливим.

Таким чином, нормативи якості навколишнього середовища є одним з головних критеріїв для визначення стану довкілля та порушення прав громадян.

Тому, наступним етапом у вирішенні завдань з контролю якості довкілля було визначення параметрів біоіндикаторів, що підлягають нормуванню.

Матеріали та методи дослідження

Визначення параметрів біоіндикаторів, які були відібрані на попередніх етапах досліджень, здійснювали відповідно до вимог чинних нормативних документів щодо якості довкілля.

Дослідження проведені протягом 2011-2012 рр. на природних і штучних водоймах Донецької області. Проаналізовано кількісні параметри (чисельність і біомасу) водоростей планктону. Відбір проб проводили щомісяця. Фітопланктон відбирали недалеко від берега. Обсяг проб становив не менше 2 дм³. Далі проби фітопланктону проходили процедуру згущення (концентрації) водоростей. Для згущення фітопланктону використовували фільтраційний метод на мембранних фільтрах «Владіпор», при цьому проби води попередньо не фіксували і фітопланктон по можливості вивчали в живому стані. Матеріал досліджували як у живому, так і в фіксованому (40%-м формальдегідом) стані. Для

дослідження видового складу мікродоростей використовували стандартні методи. Визначення видового складу фітопланктону проводили шляхом мікроскопічного аналізу зразків водоростей з використанням мікроскопу МБІ-3 при збільшенні 40x і 90x та мікроскопу Zeiss Primo Star. Для визначення видової приналежності використовували визначники водоростей для прісних вод. Кількісний аналіз включав визначення чисельності та біомаси. Підрахунок чисельності проводили в рахувальній камері Нажота. Розрахунок чисельності проводили за загальноприйнятою формулою [4]. Підрахунок біомаси фітопланктону здійснювали рахувально-об'ємним методом. Біомасу розраховували для кожного виду окремо, а потім визначали суму. Дані чисельності та біомаси використовували для біологічного аналізу, а також для оцінки ступеню розвитку окремих видів.

Матеріалами дослідження були міцелій та культуральний фільтрат (КФ) штаму F-610 *F. velutipes* [5]. Для вивчення динаміки росту й інтенсивності процесів перекисного окислення ліпідів (ПОЛ) штам F-610 культивували поверхнево на глюкозо-пептонному середовищі (ГПС) об'ємом 50 мл в колбах *Erlenmeyer* ємністю 250 мл при температурі 27,5°C протягом 20 діб. Початкове рН живильного середовища 6,0-6,5 од. Ріст штаму оцінювали за накопиченням абсолютно сухої біомаси міцелію (АСБ) ваговим методом. Вміст продуктів ПОЛ (малонового діальдегіду – МДА) визначали в міцеліальному гомогенаті (МГ) та КФ. Для цього використовували тест із тіобарбітуровою кислотою (ТБК) [6]. Вплив поллютантів на інтенсивність ПОЛ визначали на 5-ту добу культивування – віці культури, при якій спостерігається максимальна активність процесів ПОЛ (К – не містить поллютанти) після внесення в колби фенолу (А) або бензопірену (Б). рН розчинів визначали потенціометричним методом. Одержані цифрові дані обробляли за методом дисперсійного аналізу, порівняння середніх величин – за методом Дункана.

Проаналізовано особливості морфологічної будови листової пластинки мохів-індикаторів та активність виду для створення комплексу нормативних показників. Дослідження проводили протягом 2011-2012 рр. на території Донецької області: м. Донецьк, м. Макіївка, м. Красноармійськ, м. Дзержинськ. Обрані території відрізнялися між собою за промисловим навантаженням, кількістю населення, площею. Камеральна обробка матеріалів бріофлори проводилася в лабораторії на кафедрі ботаніки та екології Донецького національного університету. Гербарні зразки визначали стандартним порівняльно-морфологічним методом за визначниками та флорами, а також за окремими монографічними обробками. Проведення географічного аналізу бріофлори дослідженої території виконано на підставі основних принципів класифікації А. С. Лазаренка з доповненнями М. Ф. Бойка. Ідентифікацію мохоподібних та анатомо-морфологічні дослідження проводили за допомогою бінокулярних мікроскопів «Ergaval» та МБІ-3, а також стереоскопічного мікроскопу МБС-1 за загальноприйнятою методикою. Розрахунки проведено з використанням комп'ютерної програми Statistica 6.0, MS Excel, рівень вірогідності 0,95% ($P < 0,05$).

Проаналізовано фітоіндикаційні здатності рудерального виду *Echium vulgare* L. для створення комплексу нормативних показників. Пробні площі було закладено в 1-км зоні впливу 9-ти підприємств (МТ1-МТ9 – моніторингові точки): Донецький металургійний завод, Металургійний комбінат «Азовсталь», ВАТ «Маріупольський металургійний комбінат ім. Ілліча», Єнакіївський металургійний завод, Макіївський металургійний комбінат ім. С. М. Кірова, Краматорський металургійний завод ім. В. В. Куйбишева, Костянтинівський металургійний завод, а також у контрольних фонових умовах, де вплив токсичних факторів на середовище існування рослин мінімальний: с. Серебрянка та с. Дронівка Артемівського району Донецької області. Повторність експерименту – 15 зразків. Матеріали збирали з рослин, що зростають у місцях посиленого токсичного та техногенного навантаження та в місцях з очікувано низькою концентрацією токсичних елементів у навколишньому середовищі в 2012 р. Індикаційні параметри *E. vulgare* для застосування в подальшій системі нормування ми визначили за наступними блоками експериментальної частини, методологічні особливості проведення лабораторного експерименту було описано нами раніше [7]. І. Фоліологічний аспект: 1) довжина листка, см; 2) ширина листка, см;

3) коефіцієнт асиметрії верхівки листової пластинки; 4) параметри жилкування – сумарна довжина жилок листка, см; 5) кількість модусів у порядку галуження пагону, шт.; 6) опушення за якісними показниками; 7) особливості будови продихового апарату. II. Палінологічний аспект: 1) показник фертильності, %; 2) ступінь дефектності пилку за умов забарвлення ацетокарміном та метиленовим синім, %; III. Антологічний аспект – за будовою квітки та суцвіть: 1) частота трапляння тератологічних квіток за віночком та чашечкою, %; 2) частота трапляння тератологічних суцвіть шишкоподібного типу, %; 3) частота трапляння фасціації стебла з генеративними елементами, %; IV. Карполого-ембріологічний аспект: 1) описовий склад поверхні плоду; 2) варіабельність форми плоду; 3) максимальна довжина плоду, мм; 4) тератологічність сім'ядольного апарату (синкотилія, схізокотилія); 5) відставання в розвитку при проростанні насінин, %. Отримані дані кількісного характеру оброблені за визначенням середнього арифметичного параметрів, їх похибки з урахуванням коефіцієнту варіації ознак. Основним апаратом реалізації механізму нормування вважали застосування індикаційної сумацийної шкали.

Проаналізовано матеріал по панцирним кліщам, зібраний в 2011 р. (травень, липень, вересень) на території промислового майданчика ДП «Артемсіль» м. Соледар (Донецька обл.) і в буферній зоні навколо підприємства (100 м від території промислового майданчика). Усього за період дослідження було зібрано й оброблено 60 ґрунтових проб, з яких вилучено 411 екз. дорослих панцирних кліщів, що належать до 13 видів. Також у листопаді 2010 р. та в червні-липні 2011 р. був зібраний матеріал на території промислового майданчика Харцизького трубного заводу (ХТЗ) (Донецька обл.) та в буферній зоні навколо підприємства. Усього за період дослідження було зібрано й оброблено 54 ґрунтових проби, з яких вилучено 106 екз. дорослих панцирних кліщів, що належать до 11 видів. Проаналізовано матеріал, зібраний у 2011 р. (квітень, червень, вересень) у трьох житлових масивах («Сонячний», «Аргентина» і «Хімік») м. Горлівки (Донецька обл.), що розташовані навколо промислового комплексу «Стірол» відповідно в північно-західному, західному та південному напрямках. Усього за період дослідження з 63 ґрунтових проб вилучено 308 екз. дорослих панцирних кліщів, що належать до 32 видів. Збір ґрунтових проб (об'ємом 250 см³) та обробка матеріалу проводились за загальноприйнятою методикою [8]. Видова належність панцирних кліщів встановлювалась із використанням мікроскопу Zeiss Primo Star (Німеччина). Для дослідження структури домінування угруповань панцирних кліщів використовували індекс домінування за шкалою Г. Енгельмана [9]. Розподіл угруповань панцирних кліщів за життєвими формами наведено відповідно до робіт Д. О. Криволицького [10, 11]. Для оцінки екологічного різноманіття панцирних кліщів досліджуваних ділянок використано інформаційно-статистичний індекс Шеннона [12]. Розрахунки проведено з використанням програми MS Excel.

Для проведення досліджень були використані три штучні популяції шовковичного шовкопряда з різним рівнем гетерозиготності, створені на базі породи Мерефа-6. Дослід включав такі варіанти: 1) Мерефа-6 – штучна група особин, біологічні ознаки якої передаються нащадкам, – умовно гетерозиготна; 2) Мерефа-6 – партеногенетична лінія, особини якої несуть лише спадкові ознаки материнського організму – гомозиготна лінія; 3) міжпородний гібрид Мерефа-6 x Мерефа-7 – гетерозиготні особини, які мають гібридну силу – висока гетерозиготність. Зразки греди кожної лінії по 5 гр. у трьох повторностях були зашифровані та поставлені на інкубацію при +24°C. Інкубацію проводили із затемненням для отримання масового виходу гусениць в один день за відомою методикою [13]. У день виходу гусениць з яєць на них накладали на 30 хв. напівпергаментні паперові листки, які заздалегідь для приваблення гусениць натерли листям шовковиці. З метою послаблення приваблюючої дії запаху, листочки паперу накладали зворотнім, не натертим боком (з метою добору гусениць з найбільш інтенсивним хемотаксисом за відомою методикою [14]). Паралельно відбирали гусениць-«мурашів» для токсикологічних досліджень і встановлення летальної дози по кожній лінії шовкопряда. Гусениць відбирали в трьох повторностях по 50 мг (105 шт.) на кожну концентрацію інсектициду (було перевірено 5 концентрацій: 0,004; 0,008; 0,01;

0,04; 0,08 мг/л), які забезпечують загибель гусениць-«мурашів» у межах 10-90% (за результатами попередніх дослідів). Розраховували напівлетальну дозу (LD₅₀) шляхом побудови графічної залежності загибелі гусениць, за кожною лінією використовуючи метод пробіт-аналізу. Як інсектицид використовували фосфорорганічний продукт – фосфамід. Для забезпечення контакту гусениць-«мурашів» з токсичною поверхнею використовували метод «сухої плівки», де на поверхню токсичних речовин додатково накладають спиртовий екстракт з листя шовковиці, запах якого приваблює гусениць [15].

Проведено аналіз психофізіологічного стану мешканців Петровського, Київського, Пролетарського та Кіровського районів м. Донецька, які довгостроково (більше 10 років) мешкали на техногенно-трансформованих територіях. Обстеженими були студенти біологічного факультету Донецького національного університету у віці 18-24 років, у яких загальноприйнятими методами визначали показник швидкості переробки інформації [16], за підрахунками котрого визначали коефіцієнт Ланге [17].

Результати та обговорення

Визначення нормованих параметрів біоіндикатора – водоростей

Для визначення шкали кількісних показників фітопланктону була використана розроблена раніше шкала оцінки умов існування гідробіонтів за даними індексу сапробності фітопланктону [18]. Ця шкала була доповнена кількісними показниками фітопланктону, що отримані за багаторічний період досліджень на кафедрі ботаніки та екології ДонНУ. Доповнена та розширена шкала оцінки умов середовища представлена в табл. 1.

Таблиця 1

Оцінка умов існування гідробіонтів за показниками біоіндикаторів

Бал	Екологічні умови існування організмів	Зона сапробності	Підзона сапробності	Величина індексу сапробності (за Пантле і Буком)	Біомаса фітопланктону, мг/дм ³
1	Сприятливі	Олігосапробна	β-олігосапробна	< 1,0	< 0,5
2	Нормальні		α-олігосапробна	1,0-1,5	0,5-1,0
3	Субнормальні	Мезосапробна	β-мезосапробна	1,6-2,0	1,1-2,0
4	Несприятливі		β-α-мезосапробна	2,1-2,5	2,1-5,0
5	Вкрай несприятливі	Полісапробна	α-мезосапробна	2,6-3,0	5,1-10,0
			α-полісапробна	3,1-3,5	10,1-50,0
			полісапробна	> 3,5	>50,0

Дослідження фітопланктону, проведені в Донецьких ставках (Кіровський район), показали, що за чисельністю домінували зелені водорості (Chlorophyta). У розвитку угруповань водоростей відмічено два періоди «цвітіння»: весняне – за рахунок зелених водоростей та літньо-осіннє – за рахунок діатомових водоростей (Bacillariophyta). Достатньо високі показники біомаси мали еугленофітові водорості (Euglenophyta) у весняно-літній період року. Середньосезонна чисельність синьозелених водоростей (Cyanophyta) коливалась від 2601,6 до 19804,5 кл/дм³, біомаса – від 0,0086 до 8,99 мг/дм³. Водорості відділів Xanthophyta та Dinophyta (Chrysophyta) також були відмічені в літній та зимовий періоди року, однак їхні кількісні показники в порівнянні з домінантними та субдомінантними групами були незначними (від 2476,4 до 13007,8 кл/дм³ – чисельність; від 2,32 до 28,06 мг/дм³ – біомаса). Водорості Rhodophyta були відмічені лише в осінніх і зимових пробах.

Біомаса водоростей фітопланктону в ставках м. Донецька представлена на рис. 1. Максимальне значення біомаси фітопланктону становило 28,62 мг/дм³, що за шкалою оцінки параметрів середовища характеризується як несприятливі умови існування. За шкалою сапробності це відповідає α-мезосапробній зоні та α-полісапробній зоні забруднення.

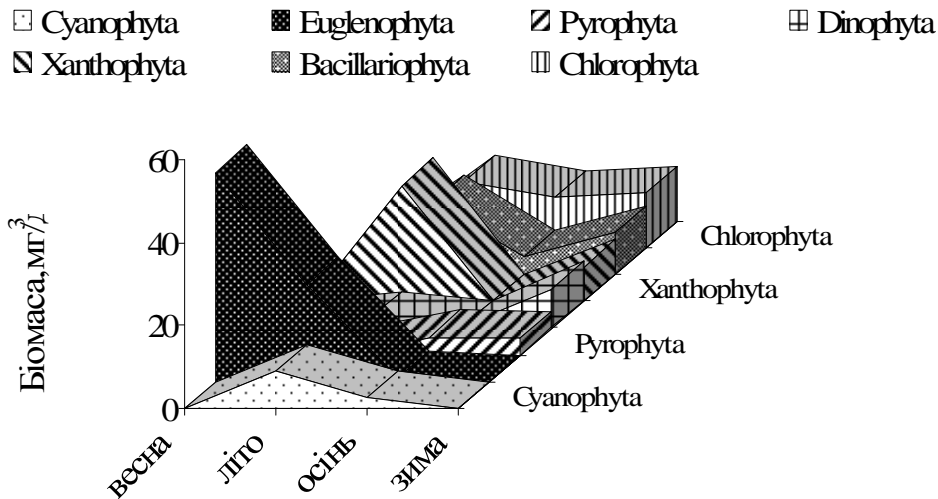


Рис. 1. Динаміка біомаси фітопланктону водойм (ставки Кіровського району м. Донецька).

Біоіндикаційний аналіз сапробності ставків показав, що за сапробністю досліджені ставки відносились до мезосапробної зони (β - та α -мезосапробної підзони) (рис. 2).

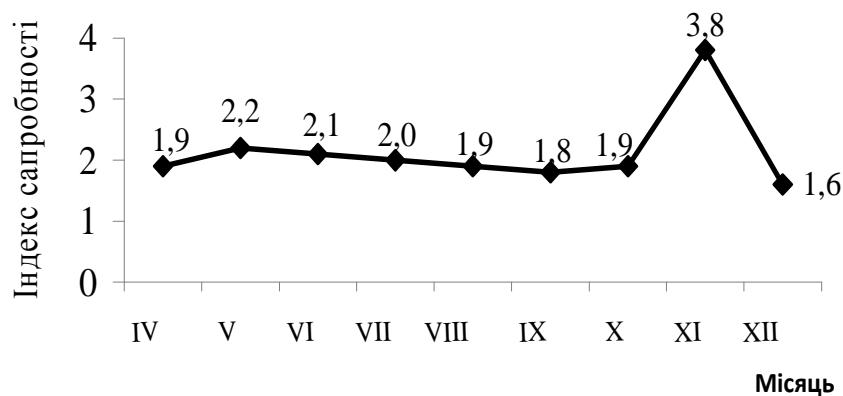


Рис. 2. Сезонні зміни індексу сапробності водойм Кіровського району (м. Донецьк).

Визначення нормованих параметрів біоіндикатора – базидіоміцетів

Індикаторні властивості грибів на даний момент все більше затребувані в оцінці стану навколишнього середовища, а в науковій літературі з'являється все більше способів біотестування навколишнього середовища за допомогою мікологічних об'єктів. Зокрема в низці робіт доведена доцільність використання базидіоміцетів, у тому числі і дереворуйнівних, як індикаторів стану лісу та його забруднення [19, 20]. Звертається увага на здатність цих організмів до надмірного накопичення чи зв'язування полютантів різноманітної природи, зокрема й радіоактивних елементів. Нами розроблено способи визначення стресового стану базидіоміцетів та екологічного стану місця їх зростання, які містять визначення каталазної або пероксидазної активності дикорослих плодових тіл базидіоміцетів *Flammulina velutipes* (Curt.: Fr.) Sing. і *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm. з різних, за екологічними умовами, місць зростання та міцеліальних культур цих грибів при штучному культивуванні. Все це зумовлює актуальність розробки технічних умов (ТУ) застосування мікологічних об'єктів у індикації стану довкілля.

Розробка ТУ застосування біологічних об'єктів у індикації довкілля передбачає вивчення реакції досліджуваних організмів на типові забруднювачі середовища. Виходячи з цього першим етапом дослідження було встановлення конститутивної динаміки інтенсивності процесів ПОЛ у міцелії та КФ досліджуваного штаму *F. velutipes* F-610 під час росту на ГПС. Встановлено, що найвищий вміст продуктів ПОЛ як у КФ, так і в міцелії припадає на 5-ту, а

мінімальний – на 20-ту добу його росту.

Наступним етапом дослідження було визначення вмісту продуктів ПОЛ штаму F-610 *F. velutipes* залежно від часу експозиції фенолу або бензопірену в культуральній рідині в концентрації 0,01%. Як видно з отриманих даних (рис. 3), є вірогідний вплив фенолу та бензопірену в цій концентрації на вміст продуктів ПОЛ як у міцелії, так і в КФ.

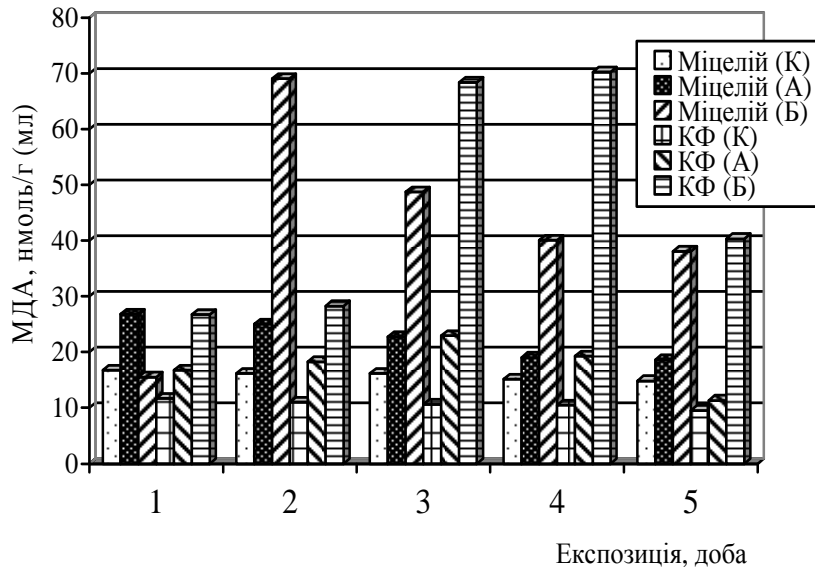


Рис. 3. Вміст продуктів ПОЛ штаму F-610 гриба *Flammulina velutipes* залежно від часу експозиції фенолу (А) та бензопірену (Б).

Максимальна їх кількість у міцелії зафіксована на 24 години експозиції фенолу та перевищувала цей показник у контролі в 1,6 рази; у КФ – на 72 години та зроста порівняно з контролем у 2,16 рази. Культури, в які вносили бензопірен, мали вищі показники вмісту продуктів ПОЛ у міцелії в порівнянні з контролем, за виключенням першої доби експозиції діючої речовини. Максимальна активність ПОЛ у міцелії, що перевищувала в 4,3 рази контроль, була зафіксована на 2 добу експозиції бензопірену. Максимальний вміст продуктів ПОЛ у КФ дослідних культур, що перевищував у 6,4-6,7 рази контроль, зафіксовано на 3 і 4 добу після внесення бензопірену.

Далі вивчали вплив концентрацій від 0,005 до 0,15% фенолу та бензопірену на інтенсивність процесів ПОЛ штаму *F. velutipes* F-610. Обрані концентрації дорівнюють чи перевищують ГДК фенолу і бензопірену (0,01 мг/м³ – у повітрі та 0,001 мг/дм³ – у воді). Вміст продуктів ПОЛ визначали через 24 години експозиції полютантів (рис. 4).

Зміна вмісту продуктів ПОЛ у культуральній рідині при концентрації фенолу 0,005% порівняно з контролем не є вірогідною. Отже, поріг чутливості на фенол – найменша величина параметра, яку може фіксувати штам F-610, є концентрація 0,01%. При цій концентрації вміст ТБК-АП у міцелії перевищує контрольний у 1,6 рази, а в культуральній рідині – у 1,4 рази. Максимальна кількість продуктів ПОЛ у міцелії була зафіксована при концентрації фенолу 0,05% і перевищила контрольну в 9,99 рази. Найбільший вміст ТБК-АП у КФ зафіксовано при концентрації 0,15%, що у 2,95 рази більше за контрольну пробу. Концентрація фенолу в 0,15% є верхнім порогом чутливості для штаму F-610 *F. velutipes*, оскільки подальше підвищення концентрації фенолу в середовищі до 0,3% веде до пригнічення процесів ПОЛ у міцелії та зменшення вмісту їх продуктів у КФ.

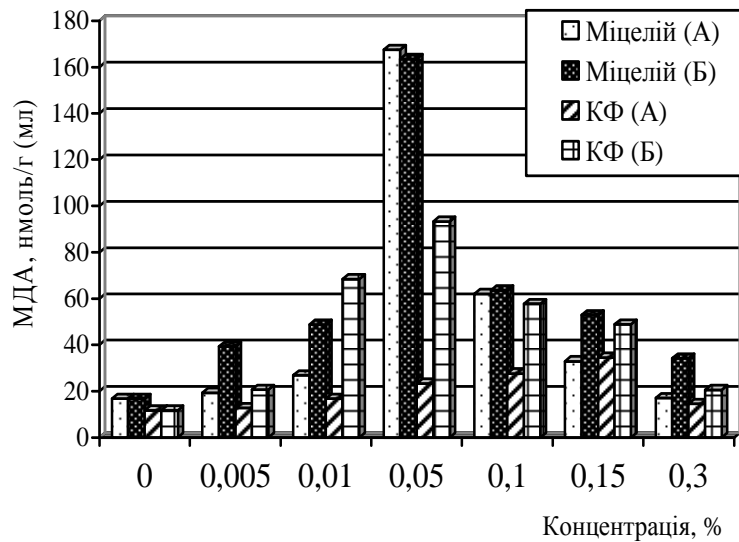


Рис. 4. Вплив різних концентрацій фенолу (А) та бензопірену (Б) на вміст продуктів ПОЛ штаму F-610 *Flammulina velutipes*.

Культури, в культуральну рідину яких вносили бензопірен, мали достовірно вищі показники ПОЛ у порівнянні з контролем. Поріг чутливості на бензопірен – 0,005%. При цій концентрації вміст продуктів ПОЛ у міцелії перевищує контрольний у 2,17 рази, а в культуральній рідині – у 1,77 рази. Максимальна кількість продуктів ПОЛ була зафіксована при концентрації бензопірену 0,05%, яка в міцелії у 9,9 рази та в КФ у 7,9 рази перевищила контроль. Подальше збільшення концентрації бензопірену в КФ від 0,1 до 0,3% веде до поступового зниження інтенсивності процесів ПОЛ порівняно з максимумом, однак він не є меншим за контроль. Отже, у ході дослідження верхній поріг чутливості дослідної культури до цього поллютанту не встановлено.

За розробленими критеріями оцінки екологічного стану довкілля з використанням показників базидіоміцетів [21], вміст продуктів ПОЛ у міцелії штаму F-610 *F. velutipes*, який культивували на ГПС (16,8 нмоль/г), відповідає сприятливим екологічним умовам росту. Внесення бензопірену в концентрації 0,005%, а фенолу – 0,01% веде до інтенсифікації цих процесів і переходу умов росту досліджуваного штаму до несприятливих. Подальше поступове підвищення концентрації цих поллютантів до 0,05% веде до збільшення і продуктів ПОЛ у міцелії, рівень яких відповідає найбільш несприятливим екологічним умовам. Рівень вмісту поллютантів від 0,1 до 0,3% (значно перевершують ГДК) викликає пригнічення процесів ПОЛ. Отже, штам F-610 *F. velutipes* є чутливим і може бути використаним у індикації певних концентрацій розповсюджених поллютантів – фенолу і бензопірену згідно розробленої оцінної шкали.

Визначення нормованих параметрів біоіндикатора – мохів

До параметрів мохів-біоіндикаторів, що підлягатимуть нормуванню, належать особливості морфологічної будови листової пластинки та активність виду. Під час відбору мохів-індикаторів було звернено увагу на наступні ознаки: рослина повинна мати певний рівень чутливості до стресових техногенних факторів; відгук індикатора повинен залежати від рівня впливу; прояв біометричних ознак, що спостерігаються перш за все візуально, повинен мати певну точність та інформативність; висока частота трапляння в населених містах; рівномірність розповсюдження на території міст; придатність для використання на подібних територіях [22]. За сумою обраних показників цих параметрів розраховується інтегральний показник [21, 23], що може бути використаний для проведення екологічного моніторингу.

У результаті проведених досліджень встановлено, що за особливостями будови листової пластинки мохів-індикаторів екологічний стан досліджуваних ділянок Донецької

області є **вкрай несприятливим** (5 балів). Такий стан характеризується наявністю на дослідженій території надтоактивних видів, що відрізняються великою широтою екологічної амплітуди, – зростають у різноманітних екотопах, у багатьох ценозах, усі вони є домінантами мохових угруповань у тих чи інших ценозах і складають основну частку мохового покриву промислових територій (рис. 5).

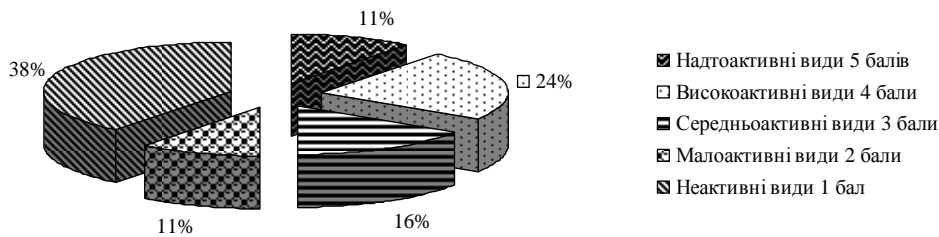


Рис. 5. Ценотична активність мохоподібних Донецької області.

Несприятливим екологічний стан середовища (4 бали) характеризується за наявності високоактивних видів мохів, які не мають чітких проявів залежності від хімізму субстрату та переважно є геліофітами. **Субнормальним** (3 бали) екологічний стан середовища є за наявності середньоактивних видів мохів. Загалом це мезотрофи та геліосціофіти, за хімізмом субстрату більшість з них є еврифілами.

Нормальним екологічний стан середовища (2 бали) вважається за умов переважання в ценотичній структурі мохоподібних малоактивних видів. Переважно це мезотрофні та інцертофільні види мохів. **Відносно сприятливим** (1 бал) екологічний стан середовища вважається за умов переважання неактивних видів, серед яких загалом переважають мезоксерофітні та мезофітні види.

Також було встановлено, що на досліджених ділянках Донецької області найчастіше траплялися листові пластинки, за параметрами яких екологічний стан середовища оцінювали як **субнормальний** та **несприятливий** (3 і 4 бали відповідно). Параметри листових пластинок, що відповідали оцінці середовища як **вкрай несприятливого** (5 балів), також траплялися нерідко.

Визначення нормованих параметрів біоіндикатора – квіткових рослин

Для визначення параметрів, що можуть підлягати нормуванню за блоком квіткових рослин на південному сході України, ми застосували показники структурної мінливості рудерального виду із широкою екологічною амплітудою – *Echium vulgare* L.

Пригнічення росту листків *E. vulgare* знаходиться в прямій позитивній залежності зі ступенем забрудненості (за віддаленням від джерел забруднення), тому багато показників мінливості листових пластинок мають фітоіндикаційне значення. Нами встановлено, що в забрудненій зоні показники симетрії зменшуються з одночасним зростанням кількості продихів і трихом на всій поверхні листової пластинки. Показовим та інформативним є також збільшення коефіцієнту асиметрії верхівки листової пластинки. Межі коливання середніх значень лінійних розмірів листку складають: для довжини – 11,15-13,97 см; ширини – 1,21-1,87 см. Відносна площа листової пластинки варіює від 14,64 до 22,37 см².

Значення продихового індексу варіюють від 190 до 370 шт./мм². Під час вегетаційного періоду в зоні сильного забруднення спостерігається значне збільшення цього параметру.

Таким чином, при збільшенні ступеня антропогенного навантаження відбувається посилення ксероморфності листової пластинки: зменшується площа листка, зростає продиховий індекс. У той самий час спостерігається збільшення довжини жилок на одиницю площі поверхні листової пластинки. Вказані зміни є захисною адаптаційною реакцією асиміляційного апарату до умов техногенного забруднення.

Адаптації проявляються і при формуванні продихового апарату. Протягом більшої частини вегетаційного періоду в зоні посиленого забруднення продиховий індекс вище, ніж у зоні слабого забруднення. Дана особливість може бути пов'язаною з тим, що при

підвищеному рівні забруднення відбувається порушення газообміну листків з навколишнім середовищем. Велика кількість продихів може слугувати механізмом покращення регулювання інтенсивності газообміну. Отримані дані свідчать про те, що за умов підвищеної концентрації забруднюючих речовин спостерігається зменшення загальної кількості та довжини меживузль дворічного пагону *E. vulgare*, спостерігається їхня скупченість. Це призводить до появи карликових форм. Такі зміни у структурі пагону можуть бути зумовленими також зміною таких факторів, як температура, кількість опадів, освітленість, які діють сумісно з антропопресингом.

Стан пилкових зерен може мати велике індикаційне значення. Нами було використано метод визначення життєздатності пилку в лабораторних дослідженнях. Проводили пророщування пилку на штучних середовищах методом Д. А. Транковського та визначали фертильність пилку фарбуванням за допомогою ацетокарміну й метиленового синього. У зв'язку з періодом цвітіння синяку звичайного у строки з кінця червня до кінця вересня нами було використано матеріали палінологічного експерименту для наступних екоотопів: МТ №1-9. У результаті експерименту було встановлено, що ацетокармін і метиленовий синій є альтернативними барвниками і можуть бути використані автономно з достовірним одержанням однакових результатів (якщо порівнювати якість пилку в однорідній виборці та виділяти фракції пилку в токсикологічному блоці досліджень).

При визначенні показника ступеня дефектності пилкових зерен (СДП) було встановлено, що для контрольних ділянок він не перевищував 3,4% від загальної кількості пилку. В умовах екоотопів промислових регіонів СДП варіював від 15 до 34%, що вказує на типову трансформацію в чоловічій генеративній сфері при збільшенні ступеня антропогенного навантаження в урбаністичному середовищі і в промислових зонах. Такий показник зручний для інтерпретації комплексної характеристики токсичного рівня в середовищі, значення якого здебільшого корелюють зі ступенем трансформації екоотопу. Було розглянуто пилкові матеріали рослин, що зростають у різних екоотопіях: МТ № 6, 7, 9. Виходячи з отриманих даних можна припустити, що існує зв'язок між наявністю токсичного навантаження та життєздатністю пилку.

Функціонально важливо знати також співвідношення фертильно-стерильних пилкових зерен, встановлене за різними методами. Тому, крім вивчення фіксованого матеріалу, ми проаналізували процес проростання пилкових зерен на збагачених субстратах у перші три дні після посіву в умовах 20%-вої сахарози. Моделювали різні концентрації поживного розчину, але візуальну різницю одержали лише при використанні такої концентрації речовини для пророщування зрілих пилкових зерен *E. vulgare*.

Пилкові зерна *E. vulgare* при проростанні на 20%-вій сахарозі на третю добу експерименту оброблено при збільшенні 7 X 40 з відповідним барвником – метиленовим синім. Отримані результати кількісно збігаються з встановленим цифровим матеріалом за відношенням фертильних пилкових зерен до стерильних, що вказує на меншу регенераційну можливість *E. vulgare* в умовах техногенних екоотопів.

Таким чином, встановлено, що характер і швидкість реалізації процесу проростання пилку для промислових екоотопів значно уповільнений (або частково не проявляється зовсім) порівняно з контрольними ділянками. Життєздатність у даному випадку визначається здатністю пилку проростати на штучних середовищах. У випадку з відносно чистими районами фертильний пилко, узятий з контрольної зони, складає понад 97%, а нежиттєздатний – не перевищує 3% (МТ № 9). Стерильний пилко, зібраний з рослин, що зростають на промислових ділянках (МТ № 6), перевищує процентну кількість стерильного пилку з контрольної зони і складає 25%. Відповідно пилко з експериментальної зони, здатний до проростання, складає 75% від загальної кількості.

Проте в більшості випадків наявність 30 і навіть 40% стерильних та дефектних пилкових зерен у загальному обсязі вибірки не може істотно вплинути на якість насінного матеріалу, оскільки кількість пилкових зерен у кілька мільйонів разів більше продукується з надлишком. Тому показник дефектності пилку для такого рудерального виду з широкою

екологічною амплітудою як *E. vulgare* має більш інформативне значення в індикаційному моніторингу, ніж, наприклад, у вивченні потенційної та реальної насінневої репродуктивності виду, оскільки навіть за таких умов техногенних трансформацій вид здатний виживати та утворювати насінний матеріал у достатній кількості для поновлення ценопопуляційних структур.

Генеративні органи *E. vulgare* також чутливі до впливу забруднень. У їх структурі, а саме в будові частин квітки, спостерігаються помітні анатомо-морфологічні зміни, які можуть слугувати індикаційним показником, що в подальшому використовується для нормування антропогенного навантаження на довкілля. При аномальній будові генеративних органів порушується розвиток плодів від незначних пошкоджень до повної нежиттєздатності. Виявлення таких порушень свідчить про високий ступінь трансформації середовища, оскільки перш за все зміни виникають у вегетативних органах.

У ході нашої роботи було досліджено більше ніж 150 суцвіть *E. vulgare*, зібраних у зоні дії підприємств. Проведено аналіз генеративних органів на наявність тератів. Аналіз одержаних даних показав, що частота трапляння квіток із порушенням оцвітину складає 17,65 і 15,68%. При цьому частіше зустрічаються квітки з чотирма пелюстками – їх 12,98 і 12,08% від усіх квітів з порушеною оцвітину. Стосовно андроцею, спостерігається зменшення кількості тичинок від п'яти, що є нормою для *E. vulgare*, до однієї-двох. Спостерігається наступна тенденція: квіток з однією тичинкою – 1,21 і 2,55%; з двома – 1,21 і 3,22%; з трьома – 3,82 і 3,89%; з чотирма – 9,04 і 8,86%.

Також було виявлено порушення в будові гінцею, які проявляються у вигляді вкорочення маточки або її повної відсутності. Згідно з отриманими даними 16,37 і 16,39% досліджених квіток мають вкорочену маточку; 9,04 і 12,14% характеризуються її відсутністю. Виявлені порушення в будові квітки *E. vulgare*, що зростає на територіях забруднення.

Нами визначено, що частота трапляння суцвіть шишкоподібного типу є інформативним показником антропогенного навантаження на середовище. Найбільше значення цього показника (12%) зареєстровано у МТ №1, середі значення (3-4%) – у МТ № 3, 4, 5; у МТ № 8, 9 цього явища нами не відмічено.

Плід за формоутворюючими позиціями відповідає тенденціям його формування на стадій цвітіння рослини. Сформовані плоди та характер їх проростання ми вивчали для зборів МТ № 2, 7, 9. За скульптурою поверхні плоду найбільш зморшкуваті плоди (до 45%) є характерними для МТ № 2, для решти 3 і 5%. Форма плоду в нормі здебільшого гексагональна (МТ № 9), в інших точках ми визначали дископодібні (до 5-7%) та тупо-чотиригранні (3-7% для МТ № 2). Абсолютні показники плоду для МТ № 2 – $0,89 \pm 0,02$ мм; № 7 – $1,15 \pm 0,04$ мм; № 9 – $1,23 \pm 0,14$ мм. Тератологічні прояви в сім'ядольному апараті визначали на стадії проростання, для МТ № 2, із 100 проростків біло зафіксовано 4 форми синкотилії та 3 випадки схізокотилії, що вказує на прояв ембріо-тератогенного ефекту в зародках як реакції на несприятливі фактори при формуванні плодів. Динаміка проростання насінин визначила, що формування проростків проявляється в середньому на 3-ю добу експерименту, у контрольному зборі 98%, а у дослідних (МТ № 2) – 16%.

Індикаційну шкалу за комплексом інформативних ознак пропонується звести за сумарною таблицею, де прояви впливу несприятливих факторів визначаються більшими індексами. При цьому для параметричних індикаційних критеріїв оцінюють діапазон варіабельності ознаки за 3 балами, а для непараметричних – наявність (за 2 балами). Так, ознаки 1-5, 7-12, 15 за 3-бальною шкалою, а 6, 13, 14, 16, 17 – за 2-бальною. Таким чином, максимум набраних балів може бути 46, що відповідає максимальному рівню забруднення довкілля (табл. 2).

Отже, рівень структурних порушень у рослині відповідає ступеню наближеності до джерел забруднення, що вказує на індикаційну значущість *Echium vulgare* в умовах закладеної моніторингової мережі. Саме цю індикаторну значущість ми пропонуємо до використання у нормованих показниках забруднення в умовах промислового регіону.

Зведена таблиця за сумаційним індикаційним показником

MT	Пробні площі зростання <i>Echium vulgare</i> L.	Сума індикаційних ознак, бали
1	Донецький металургійний завод	45
2	Металургійний комбінат «Азовсталь»	42
3	ВАТ «Маріупольський металургійний комбінат ім. Ілліча»	40
4	Єнакіївський металургійний завод	30
5	Макіївський металургійний комбінат	25
6	Краматорський металургійний завод	25
7	Костянтинівський металургійний завод	20
8	с. Серебрянка	7
9	с. Дронівка	5

Визначення нормованих параметрів біоіндикатора – панцирних кліщів

Екологічний моніторинг здійснено на базі відібраних параметрів біоіндикатора на трьох промислових об'єктах Донецької області. До параметрів біоіндикатора – панцирних кліщів входять середня щільність населення, видове багатство, структура домінування, співвідношення життєвих форм та індекс екологічного різноманіття Шеннона. За сумою показників цих параметрів розраховується інтегральний показник [21, 23], який може використовуватися для проведення екологічного моніторингу.

У результаті проведених досліджень встановлено, що за інтегральним показником порогів чутливості угруповань панцирних кліщів екологічний стан досліджуваної техногенної ділянки промислового майданчика ДП «Артемсіль» в цілому є **вкрай несприятливим**. Це стосується показників як у літній, так й в осінній періоди; у весняний період стан характеризується як **несприятливий**. У буферній зоні навколо підприємства досліджувані показники характеризують екологічний стан як **субнормальний** навесні та **несприятливий** влітку й восени (рис. 6).

За інтегральним показником порогів чутливості угруповань панцирних кліщів екологічний стан досліджуваної техногенної ділянки промислового майданчика Харцизького трубного заводу (ХТЗ) в цілому є **несприятливим**. У буферній зоні навколо підприємства досліджувані показники характеризують екологічний стан середовища як **субнормальний**.

Встановлено видовий склад і досліджено особливості структури угруповань панцирних кліщів трьох житлових масивів міста Горлівки («Сонячний», «Хімік» і «Аргентина») навколо промислового комплексу «Концерн Стирол». У житловому масиві «Сонячний», що розташований на північному заході від «Концерну Стирол», екологічний стан, який розрахований за інтегральним показником, в цілому є **субнормальним** у весняний період і **нормальним** у літній період і восени. У житловому масиві «Аргентина», що розташований на захід від «Концерну Стирол», стан навколишнього середовища є **нормальним** у літній період і **несприятливим** весною й восени. У житловому масиві «Хімік», що розташований на південь від «Концерну Стирол», екологічний стан є більш порушеним у порівнянні з попередніми ділянками, та може бути охарактеризований як **субнормальний** у весняний період і **несприятливий** влітку й восени (див. рис. 6).

Таким чином, екологічна структура угруповань панцирних кліщів досліджених техногенних ділянок у цілому є порушеною та типовою для антропогенно трансформованих екосистем і характеризується достатньо низькими показниками щільності населення, видового багатства, індексів екологічного різноманіття та порушеними структурою домінування й розподілом життєвих форм.

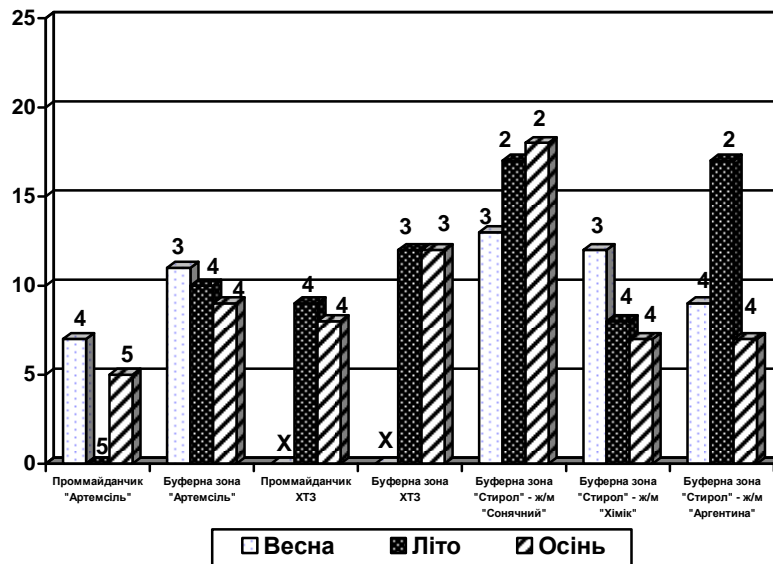


Рис. 6. Якість навколишнього середовища на промислових майданчиках, у буферній зоні та у житлових масивах навколо підприємств: **2** – нормальний стан (16-20 балів), **3** – субнормальний стан (11-15 балів), **4** – несприятливий стан (6-10 балів), **5** – вкрай несприятливий (0-5 балів).

Примітка: X – дослідження не проводились.

Визначення нормованих параметрів біоіндикатора – шовковичного шовкопряда.

У результаті проведених досліджень було встановлено, що інтенсивність хемотаксису у гусениць гібриду шовковичного шовкопряда значно перевищувала інтенсивність хемотаксису інших варіантів.

Результати оцінки інтенсивності хемотаксису гусениць-«мурашів» на запах листя шовковиці (три серії дослідів) за варіантами наведені в табл. 3.

Таблиця 3

Інтенсивність хемотаксису гусениць-«мурашів»

Ступінь гетерозиготності лінії шовковичного шовкопряда	Інтенсивність хемотаксису, шт./за 30 хв.
1. Мерефа-6 – порода	126 ± 3,0
2. Мерефа-6 x Мерефа-7 – полігібрид	194 ± 3,6 *
3. Мерефа-6 – партеноклон	53 ± 3,3 **

Примітка. * – достовірність відмінностей між гібридом та породою (p<0,01 за t-критерієм Стьюдента); ** – достовірність відмінностей між партеноклоном породою і гібридом (p<0,01 за t-критерієм Стьюдента).

Результати токсикологічних досліджень (три серії дослідів) впливу фосфаміду в різних концентраціях на різні за ступенем гетерозиготності лінії шовковичного шовкопряда наведені в табл. 4.

Використовуючи метод пробіт-аналізу, побудовано графічні залежності загибелі гусениць від дози фосфаміду (рис. 7).

Отримані дані свідчать, що загибель 50% гусениць породи Мерефа-6 відбувається при концентрації фосфаміду – 0,01 мг/л. Напівлетальна доза (LD₅₀) для гібрида складає 0,04 мг/л; а для партеноклону – 0,008 мг/л.

Таблиця 4

Чутливість гусениць-«мурашів» різних ліній шовковичного шовкопряда до фосфаміду

Концентрація фосфаміду, мг/л	Лінії шовковичного шовкопряда					
	Мерефа- 6 – порода		Мерефа- 6 – партеноклон		Мерефа-6 x Мерефа-7 – полігібрид	
	Загибель гусениць		Загибель гусениць		Загибель гусениць	
	%	пробіти	%	пробіти	%	пробіти
0,004	9,1±1,1	3,66	20,41±1,7	4,6	3,02±1,4	3,12
0,008	32,3±1,3	4,54	48,2±1,7	4,95	20,6±1,7	4,16
0,01	46,4±2,0	4,91	79,0±1,3	5,8	38,0±1,8	4,69
0,04	59,6±1,6	5,23	99,0±1,0	7,32	50,0±1,0	5,0
0,08	81,6±5,89	5,89	100	8,72	71,3±1,4	5,56

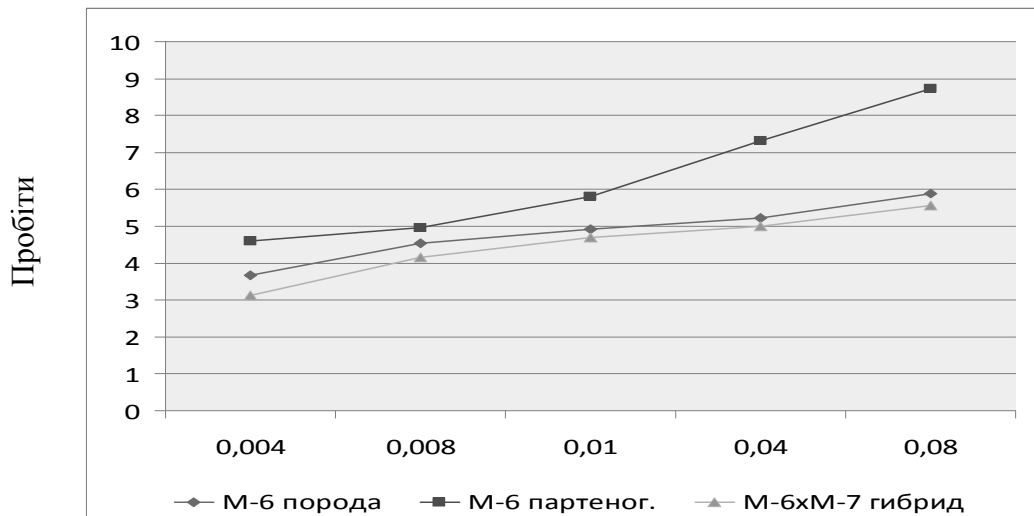


Рис. 7. Залежність загибелі гусениць-«мурашів» від дози фосфаміду.

Групування отриманих даних щодо вивчення хемотаксису гусениць та чутливості гусениць до концентрації фосфаміду (LD₅₀) дало змогу встановити існування зворотної залежності між інтенсивністю хемотаксису і чутливістю гусениць-«мурашів» до токсикантів (табл. 5).

Таблиця 5

Інтенсивність хемотаксису гусениць-«мурашів» та їх чутливість до дії токсиканту

Ступінь гетерозиготності лінії шовковичного шовкопряда	Інтенсивність хемотаксису, шт./30 хв.	Чутливість гусениць до фосфаміду (LD ₅₀ , мг/л)
Мерефа-6 – порода	126 ± 3,0	0,01
Мерефа-6 – партеноклон	53 ± 3,3	0,008
Мерефа-6 x Мерефа-7 – полігібрид	194 ± 3,6	0,04

Встановлено, що для добору найбільш чутливих ліній шовковичного шовкопряда слід відбирати лінії з нижчою інтенсивністю хемотаксису.

Запропонований спосіб дає змогу добирати найбільш чутливі лінії біоіндикатора за мінімальною інтенсивністю хемотаксису. Внаслідок цього відпадає необхідність трудомістких та тривалих токсикологічних досліджень і складних розрахунків.

Визначення нормованих параметрів психофізіологічного стану людини.

За результатами попередніх і додаткових досліджень щодо змін у швидкості переробки інформації (ШПІ) людини на дію несприятливих факторів середовища встановлено, що

поряд зі зміною вищезначеного показника відбувається вірогідне ($p < 0,001$) збільшення забування отриманої інформації.

Вказані зміни відбувалися протягом певного часу, а саме: часу мешкання людини на техногенно трансформованих територіях (рис. 8).

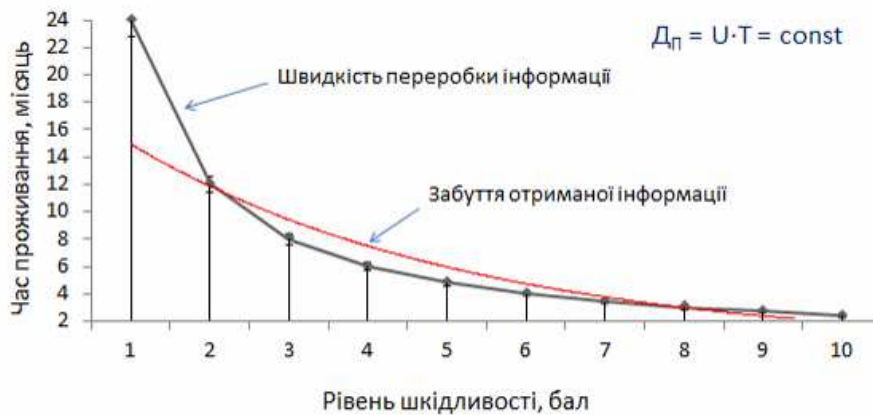


Рис. 8. Зміна параметрів показника ШПІ людини.

За результатами досліджень додаткових моніторингових точок виявлено вірогідну зміну порогових значень швидкості переробки інформації в середньому на 57% упродовж десятирічного проживання людини в умовах екологічної шкідливості. Також встановлено збільшення коефіцієнта забування отриманої інформації на 70% за 10 років мешкання людини на несприятливих за екологічним станом територіях.

Таким чином, за результатами проведених досліджень виявлено психофізіологічний показник ШПІ, параметри якого в подальшому будуть підлягати нормуванню для використання в екологічному моніторингу.

Висновки

1. Кількісні показники фітопланктону (індекс сапробності та біомаса) можуть бути використані для нормування параметрів водойм. Встановлено, що й опосередковано можна оцінити кількість водоростей, наприклад, за вмістом хлорофілу *a*.

2. Основним параметром, що підлягає нормуванню при проведенні біоіндикаційних досліджень з використанням *F. velutipes*, є реакція-відповідь процесів ПОЛ цього базидіоміцету на фенол і бензопірен. Проаналізовані та систематизовані дані вмісту продуктів ПОЛ культури *F. velutipes* в залежності від концентрації цих полютантів у середовищі, які є основою подальшої розробки технічних умов застосування мікологічних об'єктів у мікоіндикації та мікомоніторингу довкілля.

3. Параметрами мохів-біоіндикаторів, що підлягатимуть нормуванню, є морфологічна будова листової пластинки та активність виду. На досліджених територіях Донецької області найчастіше траплялися листові пластинки з параметрами, за якими екологічний стан середовища оцінювався як *субнормальний* та *несприятливий*. Встановлено переважання неактивних і високоактивних видів мохів.

4. Показники морфології та архітектоники *Echium vulgare* (загальною кількістю 17 ознак) з урахуванням їх параметричних або непараметричних значень, діапазона варіювання та ступеня вираження прояву токсикогенного ефекту характеризують специфіку прояву ксероморфності в умовах посиленого промислового навантаження. Меншими становляться довжина та ширина листка, кількість фертильних пилових зерен; більшими – асиметрія верхівки листка, кількість жилок і модусів у порядку галуження пагону, продиховий індекс, ступінь дефектності пилку, частота стрівальності тератологічних квіток, суцвіть та ембріональних проявів; також з'являється специфічне опущення листку, форми плоду (дископодібні та тупо-чотиригранні) та скульптури плодів, що корелює із енергією їх

проростання та проявом життєздатності. Рівень структурних порушень у рослини відповідає ступеню наближеності до джерел забруднення, що вказує на індикаційну значущість *Echium vulgare* в умовах закладеної моніторингової мережі.

5. Параметрами, що підлягатимуть нормуванню при проведенні біоіндикаційних досліджень з використанням угруповань панцирних кліщів, є середня щільність населення, видове багатство, структура домінування, співвідношення життєвих форм та індекс екологічного різноманіття Шеннона. У результаті екологічного моніторингу, проведеного на базі розробленого комплексу нормативних параметрів угруповань панцирних кліщів трьох промислових об'єктів Донецької області, встановлено, що екологічний стан промислових майданчиків і буферних зон навколо підприємств ДП «Артемсіль» (м. Соледар) і Харцизького трубного заводу (м. Харцизьк) є *вкрай несприятливим та несприятливим*, а житлових масивів «Сонячний», «Хімік» і «Аргентина» навколо концерну «Стірол» (м. Горлівка) – варіює від *нормального до несприятливого* залежно від періоду року.

6. При проведенні біоіндикаційних досліджень за допомогою шовковичного шовкопряда параметрами, що підлягатимуть нормуванню, є температура повітря, відродження гусениць із грени, ступінь гетерогенності біоматеріалу (за інтенсивністю хемотаксису), виживаність гусениць. Запропоновано новий спосіб, який дає змогу добирати для проведення біоіндикації найбільш чутливі лінії біоіндикатора за мінімальною інтенсивністю хемотаксису.

7. Найбільш чутливим показником психофізіологічного стану людини на дію екологічно несприятливих факторів середовища є швидкість переробки інформації. Встановлено зниження цього показника у 57% людей, що проживають на екологічно несприятливих територіях. Визначено параметри нормування швидкості переробки інформації у людини (характер, об'єм, швидкість подавання та сприйняття інформації).

Список літератури

1. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://library.fentu.ru/book/iise/69/index.html>
2. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://tsilecolog.ucoz.ru/load/vi_glava_ekologicheskoe_normirovanie_standartizacija_i_sertifikacija/1-1-0-8
3. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ecology-portal.ru/publ/13-1-0-370>
4. Водоросли. Справочник / Вассер С. П., Кондратьева Н. В., Масюк Н. П. и др. – К.: Наук. думка, 1989. – 608 с.
5. Федотов О. В. Колекція культур шапинкових грибів – основа мікологічних досліджень та стратегії збереження біорізноманіття базидіоміцетів / О. В. Федотов, О. В. Чайка, Т. Є. Волошко, А. К. Велигодська // Вісник Донецького нац. ун-ту. Сер. А. Природн. науки. – Донецьк: ДонНУ, 2012. – № 1. – С. 209–213.
6. Капич А. Н. Содержание в грибах продуктов перекисного окисления липидов, реагирующих с тиобарбитуровой кислотой / А. Н. Капич, Т. С. Гвоздкова // Микол. и фитопатол. – 1998. – Т. 32, вып. 4. – С. 30–36.
7. Глухов О. З. Фітоіндикація металопресінгу в антропогенно трансформованому середовищі / О. З. Глухов, А. І. Сафонов, Н. А. Хижняк. – Донецьк: Норд-Прес, 2006. – 360 с.
8. Буланова-Захваткина Е. М. Панцирные клещи – оribатиды / Е. М. Буланова-Захваткина. – М.: Высш. шк., 1967. – 254 с.
9. Engelmann H.-D. Zur Dominanzklassifizierung von Bodenartropoden / H.-D. Engelmann // Pedobiologia. – 1978. – Bd. 18, Hf. 5/6. – S. 378–380.
10. Криволицкий Д. А. Морфо-экологические типы панцирных клещей (Acariformes, Oribatei) / Д. А. Криволицкий // Зоол. журн. – 1965. – Т. 44, вып. 8. – С. 1176–1189.
11. Панцирные клещи: морфология, развитие, филогения, экология, методы, исследования, характеристика модельного вида *Nothrus palustris* С. L. Koch, 1839 / [Д. А. Криволицкий, Ф. Лебрен, М. Кунст и др.] / Под ред. Д. А. Криволицкого. – М.: Наука, 1995. – 224 с.

12. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение: пер. с англ. / Э. Мэгарран. – М.: Мир, 1992. – 184 с.
13. Головка В. О. Шовківництво / В. О. Головка, А. З. Злотін, М. Ю. Браславський та ін. – Харків: РВП «Оригінал», 1998. – 416 с.
14. Остапенко Л. А. Новый способ отбора высокожизнеспособных гусениц тутового шелкопряда по реакции хемотаксиса / Л. А. Остапенко, А. З. Злотин // Изв. Харьков. энтомол. общ-ва. – 2000. – Т. 8, вып. 1. – С. 73–75.
15. Злотін О. З. Новий тест-об'єкт для біологічної оцінки залишкових кількостей інсектицидів / О. З. Злотін, О. В. Без'язична // Доп. АН України. – 1994. – № 3. – С. 175–177.
16. Спосіб оцінки впливу екологічних умов на людину за психофізіологічним станом організму / Беспалова С. В., Говта М. В., Горецький О. С., Максимович В. О. Патент 27501 України, МКІ А61В 5/16. – Патент на корисну модель № u200702054; Заявл. 26.02.2007; Опубл. 12.11.2007. – Бюл. № 18.
17. Лобашев В. Д. Когнитивная модель усвоения учебной информации / В. Д. Лобашев // Современные проблемы науки и образования. – 2006. – № 5. – С. 74–76.
18. Беспалова С. В. Автоматизований моніторинг екологічного стану поверхневих вод / С. В. Беспалова, Н. М. Лялюк, Д. М. Афанасьєв та ін. // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – 2011. – Вип. 1 (11). – С. 9–25.
19. Гродзинська Г. А. Макроміцети – біоіндикатори забруднення радіоцезієм лісових екосистем України / Г. А. Гродзинська, С. О. Сирчин, М. Д. Кучма, В. В. Конішук // Вісник НАН України. – 2008. – № 9. – С. 26–37.
20. Дудка І. О. Мікологічний моніторинг як засіб оцінки і прогнозування фітосанітарного стану лісових екосистем / І. О. Дудка, Т. О. Мережко, В. П. Гайова // Укр. ботан. журн. – 1994. – Т. 51, № 6. – С. 53–59.
21. Беспалова С. В. Критерії оцінки екологічного стану середовища за порогоми чутливості біоіндикаторів / С. В. Беспалова, О. С. Горецький, О. З. Глухов та ін. // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – 2011. – Вип. 1 (11). – С. 25–43.
22. Глухов О. З. Біоіндикація техногенного забруднення навколишнього середовища південного сходу України / О. З. Глухов, О. В. Машталер. – Донецьк: «Вебер» (Донецька філія), 2007. – 156 с.
23. Беспалова С. В. Визначення порогів чутливості біоіндикаторів на дію екологічно несприятливих факторів середовища / С. В. Беспалова, О. С. Горецький, О. З. Глухов та ін. // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – 2010. – Вип. 1 (10). – С. 9–25.

Беспалова С. В., Горецький О. С., Злотин А. З., Максимович В. А., Говта Н. В., Лялюк Н. М., Маркина Т. Ю., Маслодудова Е. Н., Машталер А. В., Сафонов А. И., Федотов О. В., Штирц А. Д. Определение нормативных параметров биоиндикаторов для экологического мониторинга. – Установлены параметры биоиндикаторов (водорослей, базидиомицетов, мхов, цветковых растений, панцирных клещей, шелкопряда и психофизиологического состояния человека), которые подлежат нормированию для проведения экологического мониторинга.

Ключевые слова: нормированные параметры, биоиндикация, экологический мониторинг.

Bespalova S. V., Goretzky O. S., Zlotin A. Z., Maksimovich V. A., Govta N. V., Ljaljuk N. M., Markina T. Yu., Maslodudova E. N., Mashtaler A. V., Safonov A. I., Fedotov O. V., Shtirts A. D. Definition of normative parameters of bioindicators for ecological monitoring. – The parameters of bioindicators (algas, basidiomycetes, mosses, flowering plants, oribatid mites, silkworm moth and psychophysiological state of the man) which are subject to normalization for carrying out of ecological monitoring are defined.

Key words: normalized parameters, bioindication, ecological monitoring.