

**С. В. Беспалова, О. С. Горецький, М. В. Говта, Н. М. Лялюк, В. О. Максимович,  
О. З. Злотін, Т. Ю. Маркіна, К. М. Маслодудова, А. І. Сафонов, О. В. Федотов**  
**РОЗРОБКА СПОСОБІВ БІОІНДИКАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ДОНБАСУ**  
*Донецький національний університет; 83050, м. Донецьк, вул. Щорса, 46*  
*e-mail: biophys@dongu.donetsk.ua*

*Беспалова С. В., Горецький О. С., Говта М. В., Лялюк Н. М., Максимович В. О., Злотін О. З., Маркіна Т. Ю., Маслодудова К. М., Сафонов А. І., Федотов О. В.* Розробка способів біоіндикації екологічного стану Донбасу. – Розглянуто результати дослідження біоіндикаційних можливостей різних рослин, тварин, грибів та людини. На підставі цього розроблені охороноспроможні способи біоіндикації екологічного стану Донбасу.

*Ключові слова:* екологія, способи біоіндикації.

## **Вступ**

Сучасні умови життя населення в більшості країн світу, у тому числі в Україні, особливо в Донбасі, характеризуються прогресуючим погіршенням якості навколишнього середовища. На території Донбасу зосереджена п'ята частина промислового потенціалу України. Концентрація промислового та сільськогосподарського виробництва, транспортної інфраструктури зробила високе навантаження на природне середовище в Донецькій області. Техногенне навантаження з шкідливими та небезпечними факторами в 5-7 разів перевищує середні показники по Україні. Донецька область, наприклад, "загрузла" в токсичних відходах виробництв, лише за 2004-2006 рр. їх утворилося 25,5 млн. т, а знешкоджено або знищено тільки 7% [12].

У структурі промислового потенціалу Донбасу 78% припадає на екологічно небезпечні виробництва: металургії – 42%, видобувної промисловості – 16%, електроенергії – 11%, хімічної й нафтохімічної промисловості – 9%. Підприємства саме цих галузей найбільше впливають на навколишнє природне середовище [1, 29, 300].

Існуюча система надзору за станом навколишнього середовища має ряд суттєвих недоліків: санітарний контроль атмосферного повітря трудоємкий, складний та дорогий, тому проводиться не в усіх населених пунктах і не за всіма необхідними інгредієнтами. Підконтрольні речовини не відображують дійсний стан ступеню забруднення атмосферного повітря міст Донецької області, оскільки як правило не ведеться контроль за вмістом канцерогенів, алергенів, тяжких металів та інших речовин специфічної дії, які можуть бути присутні в атмосферному повітрі. Крім того, більш об'єктивними є не максимально разові, а середньодобові концентрації шкідливих речовин у повітрі. Проте багатьом речовинам властивий ефект сумачії і якщо в атмосферу виділяється досить складна суміш речовин, то їх необхідно визначати на іншому рівні, що є досить складною науковою і технічною проблемою [19].

Враховуючи існуючі системи контролю та моніторингу за станом навколишнього середовища, перспективним представляється оцінювання екологічного стану територій за допомогою біоіндикаторів. Біоіндикація базується на здатності організмів або біологічних систем чутливо реагувати на найменші зміни екологічних факторів (دوزи), або давати адекватну реакцію на дію комплексу факторів, змогу виявити синергізм, інгібування дії факторів, тощо. Вона має певні переваги як метод отримання безпосередньої інформації про зміни стану біоти в конкретних умовах забруднення [15].

Внаслідок промислового забруднення відбувається різке зростання дії шкідливих факторів та патогенних навантажень на людину, що визначає її фізичне та психічне здоров'я. У наслідок цього порушуються біологічні та соціальні ритми, погіршується стан її здоров'я, виникають хвороби цивілізації, крім звичайно спостережуваної патології.

Враховуючи велику небезпечність забруднення довкілля викидами техногенного походження більш ефективним є розробка експрес-методів біоіндикації стану довкілля. Однак такі методи ще недостатньо поширені в практиці біоіндикації і стану забруднення

довкілля і стосуються переважно використання як біоіндикаторів мікроорганізмів, диких тварин, вищих рослин.

Вище зазначене та результати власних досліджень, що були отримані раніше, стали основою щодо формування науково-практичної програми створення комплексу біотехнологій для нормалізації екологічного стану в техногенно трансформованих регіонах, на прикладі Донбасу. Найважливішим доказом її актуальності є те, що захворюваність і смертність населення Донбасу досягли найвищих рівнів в Україні.

Тому, метою дослідження було вивчення залежності структурно-функціонального стану різних представників біоти від рівня екологічної шкідливості довкілля і на цій основі розробити способи біоіндикації екологічного стану Донбасу.

### **Матеріали та методи дослідження**

Оцінку техногенного навантаження на території за показниками вмісту деяких токсичних металів проводили методом картографічної візуалізації за отриманими даними хіміко-аналітичного визначення вмісту металів у ґрунтах та фітооб'єктах. Для оцінки екологічного стану Донецької області була задіяна група експертів-фахівців, які розробили експертну таблицю екологічної шкідливості територій Донбасу за відповідною шкалою [7]. Були проаналізовані морфо-функціональні властивості рослин, проведено альгоіндикацію, яка включала ряд етапів поступового відбору, концентрування, фіксації та камеральної обробки проб водоростей [6, 18, 26]. Проводили виділення чистих культур грибів і визначення вмісту продуктів перекисного окиснення ліпідів [14] та каталазної активності [17, 24] у базидіоміцетів. Визначали тест-види забруднення середовища серед нижчих і вищих рослин, тварин та вивчали у них морфо-функціональні зміни. Реєстрували показники психофізіологічного стану людей [2, 3, 5, 8, 10, 11], які довгий час мешкали на техногенно трансформованих територіях.

Матеріали обробляли за допомогою математико-статистичних методів дослідження, зокрема за допомогою програми Statistica V 5.5.

### **Результати досліджень**

За результатами дослідження було встановлено, що існують певні реакції рослин на забруднення антропогенно трансформованого середовища важкими металами. Більш вдалими, а відтак перспективними при екстраполяції методів фітоіндикації, виявлено *Cichorium intybus* L., *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip., *Plantago major* L. та *Tanacetum vulgare* L. Ці види є індикаторними не завдяки частоті трапляння у природних та трансформованих екотопах, а саме завдяки морфологічній пластичності, що виявляється інформативною в умовах метало пресингу, здебільшого антропогенного походження. Найбільший діапазон акумулювання у коренезаселеному шарі ґрунтів мають Zn та Pb (до 900-1000 мг/кг), найменший – Cd (до 10 мг/кг) та Hg (до 3 мг/кг), що узгоджується із загальними тенденціями біогеохімічного циклу важких металів у ґрунтах індустріального регіону. Визначені взаємодії металів у групах (антагоністичні – Zn-Cd, Zn-Ni, Cd-Ni; синергічні – Pb-Ni, Cu-Zn, Cu-Ni, Zn-Pb, Pb-Cd, Pb-Ni та змішані – Cu-Pb, Cu-Cd) певною мірою корегували остаточні висновки щодо дії того чи іншого металу (або групи металів) на виразність ознак, що перевірялись як можливі індикаторні. Щодо забруднення субстрату металами виявлено найчутливіші тест-об'єкти: Cu – *Tripleurospermum inodorum*, Zn – *Tragopogon major* Jacq., Pb – *Plantago major* та *Reseda lutea* L., Cd – *Cichorium intybus* та Ni – *Reseda lutea*. За транслокаційними коефіцієнтами важких металів у рослинах встановлено можливість проведення моніторингових досліджень та визначення рівнів забруднення техногенного середовища. Прояв індикаторного поліморфізму є видоспецифічним, що встановлено за: будовою листових пластинок *Cichorium intybus* та *Plantago major*; ступенем дефектності пилку *Cichorium intybus*, *Tripleurospermum inodorum*, *Tanacetum vulgare*, *Berteroa incana* (L.) DC. та *Echium vulgare* L.; індексами структурної пластичності плодів *Cichorium intybus*, *Tripleurospermum inodorum*, *Tanacetum vulgare* та ін. До того ж у різних видів рослин

змінюються різні структури (елементи будови пилкових зерен *Cichorium intybus*, *Reseda lutea*, *Plantago major*). Останні ствердження говорять на користь положення про регіональну специфічність не тільки забруднення середовища токсикантами, а й складу тест-об'єктів певної території [4, 9, 25, 311]. На підставі результатів досліджень і їх апробації розроблено спосіб оцінки токсичного навантаження на природні та техногенні системи за допомогою показників структурної фітоіндикації. Спосіб базується на диференціальному та інтегральному підходах аналізу ступеня структурної трансформації рослин-індикаторів, що характеризуються широкою екологічною амплітудою та пластичністю в контрастних геохімічних умовах зростання за умов дії чинників специфічного та неспецифічного стресів. Інформативні фітоіндикаційні індекси відображають специфіку або сумацийний ефект токсичного навантаження на екосистеми. Оцінку токсичного навантаження на системи проводять за 10-бальними індикаційними шкалами на основі паратипової пластичності рослин природної флори південного сходу України.

Із метою розробки біологічного способу визначення стану базидіоміцетів та екологічного стану місця їх зростання визначали рівень каталазної активності (КА) міцелію дикорослих плодових тіл їстівних лікарських 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 в оптимальних умовах і за дії температурного фактору. Результати дослідження КА культур базидіоміцетів показали, що несприятливі екологічні умови зростання ведуть до значного підвищення активності каталази дикорослих плодових тіл та міцелію штамів грибів *Flammulina velutipes* і *Pleurotus ostreatus*. Запропонований спосіб визначення стресового стану базидіоміцетів та екологічного стану місця їх зростання відрізняється новизною, технічно простий та дає можливість отримати достовірні діагностичні дані. Забруднення довкілля призводить до біохімічної адаптації базидіоміцетів щодо екологічних умов зростання і характерного прискорення процесів окислення ліпідів, та як наслідок – накопичення продуктів ПОЛ у міцелії і культуральному фільтраті. Тому в основу іншого способу покладено визначення вмісту продуктів ПОЛ екзо- та ендogenous походження базидіальних макроміцетів із різних місць зростання та умов культивування за індикаторною шкалою. Способом оцінки екологічного стану місця зростання базидіоміцетів за вмістом продуктів перекисного окиснення ліпідів визначають вміст активних продуктів тіобарбітурової кислоти в культурах грибів. Визначення їх вмісту проводять в дикоростучих плодових тілах базидіоміцетів з різних за екологічними умовами місць зростання та міцеліальних культурах цих грибів при штучному культивуванні в оптимальних умовах і за дії температурного фактору [23].

Для оцінки забруднень води використовували систему сапробності води, яка за видами-індикаторами дозволяє оцінювати ступінь її забруднення органічними речовинами та продуктами їх розпаду. В системі виділяють зони та підзони забруднення (сапробності) за наявністю видів-індикаторів, станом органічної речовини, продуктів її розкладу, наявністю метану, сірководню. Види-індикатори звичайно в зонах розвиваються у великій кількості. Для більш детального аналізу пропонується середня сапробність біоценозу [18]. Альгологічний аналіз дозволив встановити наявність водоростей систематичних відділів: Cyanophyta, Euglenophyta, Bacillariophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Chlorophyta. З'ясовано, що 42% водоростей фітопланктону є індикаторами сапробності. З числа показникових видів 18 були індикаторами β-мезосапробності, 6 – α-мезосапробності, 4 – оліго-β-мезосапробності, 3 – олігосапробності, 2 – ксеносапробності; показники β-α-мезосапробності, полі-α-мезосапробності, полі-олігосапробності й оліго-α-мезосапробності – по одному виду кожна група. Так, багаторічний моніторинг здійснювався для фітопланктону р. Сіверський Донець. Зібрано більше 300 проб фітопланктону. Встановлено видовий склад водоростей, систематичну структуру угруповань, домінуючі види, сезонну динаміку розвитку. Результати біоіндикації показали, що в фітопланктоні р. Сіверський Донець біля 50% видового складу водоростей є індикаторними. Розрахований індекс сапробності становив 1,9 (β-мезосапробна зона), відповідно умови існування гідробіонтів – нормальні. Максимально відмічене

погіршення умов – до субнормальних. Розрахована сапробна валентність показала однакову тенденцію змін сапробності як у сторону поліпшення (олігосапробна зона, умови нормальні – сприятливі), так й погіршення (альфа-мезосапробна зона, умови субнормальні – несприятливі). Таким чином, біоіндикаційний аналіз показав нестабільність умов в аналізованому об'єкті (р. Сіверський Донець). Встановлено основні параметри проведення оцінки забруднення водойм за видовим складом водоростей для застосування їх у комплексній біоіндикаційній технології контролю екологічного стану Донбасу.

Сучасні породи шовковичного шовкопряда мають високу чутливість до токсичних сполук. Високопродуктивні білококонні породи шовковичного шовкопряда мають нижчу стійкість до захворювань і несприятливих факторів середовища ніж дикі предки [13, 16]. Шовковичний шовкопряд (*Bombyx mori* L.) відноситься до комах із повним перетворенням, проходить у своєму розвитку стадії яйця, гусені, лялечки та метелика. Враховуючи переваги тест-об'єкту перед іншими видами комах були проведені дослідження, спрямованні на розробку експрес-методів біоіндикації ступеня забруднення довкілля викидами техногенного походження з використанням в якості тест-об'єкта індикації шовковичного шовкопряда. У весняний сезон року вивчали можливість біоіндикації забруднення довкілля за допомогою гусениць-"мурашів". Результати дослідів з розробки експрес-методів біоіндикації забруднення довкілля (повітря та води) проведені навесні не дали позитивних результатів. Загибель гусениць у контролі та варіантах використання листя з дерев шовковиці, що розташовані вздовж траси, а також змочування листя водою з різним ступенем її забруднення при одноразовій годівлі гусениць достовірно не відрізнялась. На нашу думку, це пов'язано з тим, що навесні спостерігається менш інтенсивне забруднення довкілля викидами техногенного походження, ніж улітку та восени, і також з тим, що разова годівля гусениць-"мурашів" недостатня для отримання ефекту отруєння. До того ж, змочування листя водою, яка може містити забруднювачі техногенного походження не ефективно, бо вода, що містить солі важких металів, набуває додаткових властивостей зчочуватися з листя та не надходить з їжею до шлунку гусениць. Тому в літку до методики проведення робіт було внесено відповідні корективи та введено нові варіанти дослідів. В зв'язку з тим, що при оцінці якості води враховується принцип адитивності – однонаправленості дії, коли речовини, що мають один напрямок дії, проявляють сумарну дію, в дослідях були використані проби води з джерел, що містили солі важких металів: кобальт, цинк, кадмій, мідь, а також зразок із вмістом суміші цих солей. У контролі використовували питну воду. Таким чином, запропонований новий спосіб біоіндикації забруднення води солями важких металів, що відрізняється простотою виконання, високою точністю та може використовуватися протягом всього року (існуюча технологія отримання гусениць-"мурашів" розроблена, а пагони з листям шовковиці можна виростити і взимку, використовуючи тепличні рослини, або пагони з плантацій, які "вигоняють" у лабораторії взимку при +20°C, вміщуючи їх у відра з водою). В основу методів активної біоіндикації (експрес-методів) покладена висока чутливість тест-об'єкта до мінімальної дії стрес фактора, яка визначається за виживанням частини, або всієї популяції. Головна перевага активної біоіндикації полягає в можливості визначення забруднення вже на субнормальному рівні. В системі комплексної біоіндикаційної оцінки екологічного стану середовища гусениці-"мураші" шовковичного шовкопряда можуть бути використані як тест-об'єкт (біоіндикатор для визначення солей важких металів та інсектицидів). При чому у випадку самостійного визначення (при підозрі на забруднення солями важких металів та інсектицидів), так і для підтвердження їх присутності у випадку біоіндикації іншими тест-об'єктами для інтегральної оцінки стану забруднення середовища на будь-якій території в період вегетації шовковиці. Оцінку екологічного стану довкілля можна проводити за 5-бальною шкалою: стан, при якому не відбувається загибель гусениць-"мурашів" – сприятливий – 1 бал; стан, при якому спостерігається незначна загибель гусениць (1-5%) – нормальний – 2 бали; стан, при якому загибель гусениць складає 6-20% – субнормальний – 3 бали; стан, при якому загибель гусениць складає 21-80% – несприятливий – 4 бали; стан, при якому загибель гусениць складає 81-100% – край несприятливий – 5

балів.

На підставі результатів проведеного інформаційно-патентного пошуку засобів контролю екологічних умов середовища за функціональним станом організму людини вивчали залежності змін психофізіологічних показників від рівня екологічної шкідливості. Для цього було обстежено 400 студентів, які довгий час проживали на території Донецької області з різним рівнем екологічної шкідливості. При цьому 300 студентів становили дослідну групу, а 100 студентів – контрольну. Дослідну групу було поділено на 2 підгрупи. До першої увійшли 180 студентів, які мешкали більше 10 років на територіях з несприятливими екологічними умовами. В другу підгрупу увійшли 120 студентів, які мешкали на відносно чистих екологічних територіях. Аналіз результатів психофізіологічного дослідження показав, що більшість психофізіологічних показників у обстежених, які мешкали в екологічно забруднених районах Донецької області, достовірно ( $p < 0,05$ ) погіршились. Для ґрунтовнішого аналізу одержаних результатів було проведено формування основних векторів прояву психіки (психофізіологічні функції, властивості та процеси). Справа в тому, що кожний функціональний прояв психіки, наприклад, увага може мати декілька способів виміру, які відрізняються методично та за змістом. Серед них потрібно було залишити лише ті показники, що були б незалежні один від одного й тим самим характеризували б різні грані досліджуваного функціонального процесу. Так, для характеристики функції уваги були відібрані наступні базові компоненти: концентрація, перемикання, розподіл, стійкість. Інші показники, які фігурують у літературі, мають високу кореляцію з одним із наведених вище базових компонентів. Із цих чотирьох базових компонентів було побудовано вектор функції уваги. Аналогічно були підібрані компоненти й побудовані відповідні вектори для різних функціональних проявів психіки. Із застосуванням факторного аналізу (метод головних компонент з ортогональним обертанням за варимакс-критерієм за п'ять ітерацій) були відібрані та згруповані вектори, які віддзеркалювали загальну психофізіологічну діяльність людини, яка мешкала понад 10 років у несприятливих екологічних умовах. У результаті такого аналізу залишилось дев'ять значимих векторів, що були згруповані в три фактори. До першого фактора увійшли вектор психофізіологічної адаптивності та пам'яті. Перший комплексний фактор було позначено як адапто-мнемічний. До другого фактора увійшли вектор уваги, прийняття рішень і вектор безпомилковості відповідей на психічне навантаження. Цей фактор позначено як психодинамічний. До третього фактора увійшли вектори поточної та генеральної домінуючої мотивації. Цей фактор позначено як мотиваційний. Коефіцієнт детермінації (причинності) впливу несприятливих екологічних умов на досліджувані психофізіологічні вектори склав 52% при  $p < 0,05$ . Отже, решта впливу (48%) екологічних умов проявляється в інших функціональних системах організму людини.

За результатами досліджень розроблено спосіб для оцінки впливу екологічних умов за психофізіологічним станом людини. Цей спосіб включає визначення інтегрального показника стану організму та його оцінку за індикаторною шкалою і відрізняється тим, що на людину діють навантаженням, яке включає подавання у випадковій послідовності 5 світлових сигналів, чисел, слів та геометричних фігур у різних місцях екрана, з тривалістю подавання 15 с, інтервалом між подаваннями 30 с і загальною тривалістю навантаження 135 с, та одночасно визначають психофізіологічні показники, а психофізіологічний стан визначають за формулою

$$P_c = 0,029 \cdot Y_1 + 0,022 \cdot Y_2 + 0,024 \cdot Y_3 + 0,027 \cdot Y_4 + 0,035 \cdot Y_5 - 0,54,$$

де  $P_c$  – інтегральний показник психофізіологічного стану організму, ум. од.;  $Y_1$  – обсяг уваги, %;  $Y_2$  – короткочасна пам'ять, %;  $Y_3$  – психофізіологічна адаптивність, ум. од.;  $Y_4$  – вибір з альтернатив, %;  $Y_5$  – безпомилковість відповідей на навантаження, ум. од., при цьому вплив екологічних умов оцінюють за індикаторною шкалою.

Таким чином, на підставі отриманих результатів встановлена залежність між біоіндикаційними показниками, що характеризують функціонально-морфологічні ознаки вищих грибів, вищих і нижчих рослин, комах та психофізіологічні детермінанти людини, і

рівнем екологічної шкідливості середовища. Складено шкалу екологічної шкідливості територій Донецької області за даними провідних експертних організацій. Розроблено способи біоіндикації для контролю екологічного стану техногенно трансформованих територій Донбасу і технологію їх застосування.

### **Висновки**

1. Встановлена залежність від рівня екологічної шкідливості довкілля: а) вмісту продуктів ПОЛ та рівня міцеліальної активності каталази у дикоростучих плодкових тілах базидіоміцетів; б) ступеня сапробності води; в) ступеня структурної трансформації рослин-індикаторів; г) виживання гусені комах при дії забруднювачів; д) величини показників психофізіологічного стану людини.

2. На екологічно забруднених територіях спостерігається значний вміст продуктів ПОЛ та високий рівень активності каталази в плодкових тілах базидіоміцетів; висока ступінь сапробності води; значна структурна варіабельність у вищих рослин-індикаторів; низьке виживання гусені комах при дії забруднювачів; значне зниження величин показників психофізіологічного стану людини.

3. На територіях Донбасу забруднення техногенних ґрунтів токсичними елементами характеризується високим рівнем вмісту Cu, Zn, Pb, Cd, Hg та Ni (перевищує ГДК у 5-40 разів), що є принципово важливим обґрунтуванням для розробки способів біоіндикаційної оцінки стану довкілля.

4. Розроблено шкалу рівня екологічної шкідливості територій Донецької області. Рівень екологічної шкідливості за цією шкалою відповідає рівню захворюваності населення за головними нозологіями.

5. Розроблено способи визначення екологічного стану місця зростання базидіоміцетів за інтенсивністю процесів ПОЛ і активністю міцеліальної каталази, які захищено патентами України.

6. Розроблено й апробовано методику біоіндикації і систему оцінки екологічного стану водних об'єктів Донбасу з використанням водоростей, що дозволяє визначати і прогнозувати погіршення екологічного благополуччя у водоймах на ранніх стадіях їх забруднення.

7. Розроблено спосіб оцінки токсичного навантаження на природні та техногенні системи за показниками структурної фітоіндикації (підготовлено заяву на винахід), за допомогою якого проведено фітоіндикаційний моніторинг забруднення середовища деякими підприємствами Донецької області.

8. Розроблено спосіб біоіндикації забруднення середовища інсектицидами і спосіб біологічної оцінки забруднення води солями важких металів за допомогою гусені-"мурашів" шовковичного шовкопряда, на які подано заяви на винахід.

9. Розроблено спосіб оцінки впливу екологічних умов на людину за психофізіологічним станом організму, який захищено патентом України.

10. Розроблено проект технології комплексної оцінки екологічного стану техногенно трансформованих територій за біоіндикаційними показниками, яку пропонується для подальшого застосування в системі екологічного моніторингу.

### **Список літератури**

1. *Агарков В. И., Грищенко С. В., Грищенко В. П.* Атлас гигиенических характеристик экологической среды Донецкой области. – Донецк: Донеччина, 2001. – 167 с.
2. *Анастаси А.* Психологическое тестирование. Кн. 2: Пер. с англ. / Под ред. К. М. Гуревича, В. И. Лубовского. – М.: Педагогика, 1982. – 234 с.
3. *Блейхер В. М., Крук И. В., Боков С. Н.* Практическая патопсихология: Руководство для врачей и медицинских психологов. – Ростов-н/Д.: Феникс, 1996. – 448 с.
4. *Большаков В. А., Кахнович З. Н., Сорокин С. Е.* Методы анализа растительных проб на содержание тяжёлых металлов // *Агрохимия*. – 1997. – № 9. – С. 78-86.
5. *Бурлюк А. В.* Компьютерный тест "Внимание". – ЗАО "Нейроком", 2000.

6. *Водоросли*. Справочник / Вассер С. П., Кондратьева Н. В., Масюк Н. П. и др. – К.: Наук. думка, 1989. – 608 с.
7. *Говта М.* Вплив екологічно забрудненого довкілля на психічний стан студентів Донбасу // *Донецький вісник Наукового товариства ім. Шевченка*. – Донецьк: Східний видавничий дім. – 2006. – Т. 14. – С. 40-45.
8. *Дюк В. А.* Проблемы применения формальных методов формирования метапонятий при концептуальном анализе знаний // *Методы и системы принятия решений. Системы поддержки процессов проектирования на основе знаний*. – Рига: Изд-во Рижского ун-та, 1991. – С. 90-95.
9. *Ермаков А. И., Арасимович В. В., Ярош Н. П.* Методы биохимического исследования растений. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 429 с.
10. *Завалишина Д. Н.* Психологический анализ оперативного мышления. – М.: Наука, 1985. – 182 с.
11. *ЗАО "Нейроком"*: Тест интеллекта, 2001.
12. *Земля тривоги нашої*. За матеріалами доповіді про стан навколишнього середовища в Донецькій області у 2000-2005 році / Під ред. С. Куруленка. – Донецьк: "Новый мир", 2005. – 136 с.
13. *Злотин А. З.* Теоретическое обоснование массового разведения насекомых // *Энтомолог. обозр.* – 1981. – 60, № 3. – С. 494-510.
14. *Катич А. Н., Гвоздкова Т. С.* Содержание в грибах продуктов перекисного окисления липидов, реагирующих с тиобарбитуровой кислотой // *Микол. и фитопатол.* – 1998. – Т. 32, вып. 4. – С. 30-36.
15. *Клименко М. О., Прищепя А. М., Вознюк Н. М.* Моніторинг довкілля. – К.: Академія, 2006. – 359 с.
16. *Ковалев П. А., Шевелева А. А.* Гренаж и селекция тутового шелкопряда. – Ташкент: Учитель, 1966. – 191 с.
17. *Королюк М. А., Иванова Л. И., Майорова И. Г., Токарев В. Е.* Метод определения активности каталазы // *Лаб. дело*. – 1988. – № 1. – С. 16-18.
18. *Макрушин А. В.* Биологический анализ качества вод. – Л.: Изд-во Зоол. ин-та АН СССР, 1974. – 59 с.
19. *Мэннинг У. Дж., Федер У. А.* Биомониторинг загрязнения атмосферы с помощью растений. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 142 с.
20. *Назаренко Г. С.* Тератоморфи рослин в умовах антропогенно трансформованого середовища на південному сході України: Автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.05 / Нікітський ботанічний сад – Національний науковий центр УААН. – Ялта, 2004. – 20 с.
21. *Огарь Н. П., Рачковская Е. И.* Подходы к созданию экологических карт оценочного и прогнозно-рекомендательного типа // *Геоботаническое картографирование*. – 1999. – № 3. – С. 14-27.
22. *Павловская Н. Е., Гольшикин Л. В., Дегтярева С. И.* Реакция устьичного аппарата листьев гречихи и гороха на загрязнение тяжелыми металлами // *Сельскохозяйств. биол.* – 1997. – № 5. – С. 48-52.
23. *Пат. 26736* України. Спосіб визначення стресового стану базидіоміцетів та екологічного стану місця їх зростання за рівнем активності каталази / Федотов О. В. Заявка № 200703598, від 02.04.2007, МПК (2006), кл. A01N15/00, Бюл. № 16, від 10.10.2007.
24. *Паушева З. П.* Практикум по цитологии растений. – М.: Агропромиздат, 1988. – 271 с.
25. *Работнов Т. А.* К методике составления экологических шкал // *Ботан. журн.* – 1958. – Т. 43, № 4. – С.518-527.
26. *Устойчивость* к тяжелым металлам дикорастущих видов / Под ред. Н. В. Алексеевой-Поповой. – Л., 1991. – 214 с.
27. *Федотов О. В.* Вміст продуктів перекисного окиснення ліпідів у міцелії грибів родів *Pleurotus* (Fr.) Kumm. та *Lentinus* (Berk.) Sing. / Зб. наук. праць Луганського нац. аграрного

ун-ту. – Луганськ: ЛНАУ, 2003. – № 22 (34). – С. 79-81.

28. *Царенко П. М.* Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. – К.: Наук. думка, 1990. – 208 с.

29. *Шуберт Р.* Возможности применения растительных индикаторов в биолого-технической системе контроля окружающей природной среды // Проблемы фонового мониторинга состояния природной среды. – Л.: ГМИ, 1982. – Вып. 1. – С. 104-111.

30. *Baker E., Young F. W., Takane Y.* Psychometric model. – Dave Hall 13a, University of North Carolina, Chapel Hill, NC 27514, 1988.

31. *Fedotov O. V.* Antioxidizing activity of mycelium of mushroom stocks *Pleurotus* (Fr.) Kumm. and *Flammulina* (Curt.: Fr.) Sing. // IJMM. – 2001. – Vol. 3, N 2-3. – P. 143-144.

*Беспалова С. В., Горецкий О. С., Говта Н. В., Лялюк Н. М., Максимович В. А., Злотин А. З., Маркина Т. Ю., Маслодудова Е. Н., Сафонов А. И., Федотов О. В.* Разработка способов биоиндикации экологического состояния Донбасса. – Рассматриваются результаты исследований биоиндикационных возможностей различных растений, грибов, животных и человека. На основании этого разработаны охраноспособные способы биоиндикации экологического состояния Донбасса.

*Ключевые слова:* экология, способы биоиндикации.

*Bespalova S. V., Goretsky O. S., Govta N. V., Ljaljuk N. M., Maksimovich V. A., Zlotin A. Z., Markina T. Y., Maslodudova E. N., Safonov A. I., Fedotov O. V.* **Bioindication of an ecological condition of Donbass.** – Results of researches of bioindicator possibilities of various plants, mushrooms, animals and the person are considered. On the basis of it are developed охраноспособные ways of bioindication of an ecological condition of Donbass.

*Key words:* ecology, ways of bioindication.