

Для реєстрації сигналів ЕПР виконували такі умови проведення експерименту: діелектрична проникність (ϵ) в об'ємі циліндричного резонатору повинна вносити мінімальний вплив на добротність резонатору. Для цього використовували тонкий капіляр, який розміщували по осі резонатору (в районі, де напруженість поля $E \rightarrow 0$). Виходячи з уявлення про хімічну кінетику вільно радикальних процесів, у зразка вибирали період культивування 22-28 годин.

Як опорний сигнал по g ($g=2$ для електрону) використовували зразок дифенілпікрилгідрозилу (ДФПГ) із вмістом вільних радикалів 10^{-11} гмоль. Реєстрація спектра проходила у 3 см НВЧ-полі. Приклади сигналів зразків та опорного сигналу ДФПГ наведено на рис. 1-3.

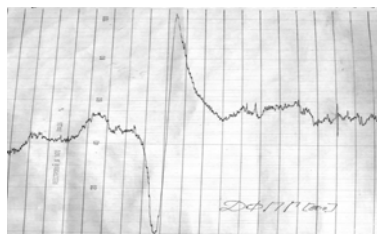


Рис. 1. ЕПР-спектр стандарт (ДФПГ)

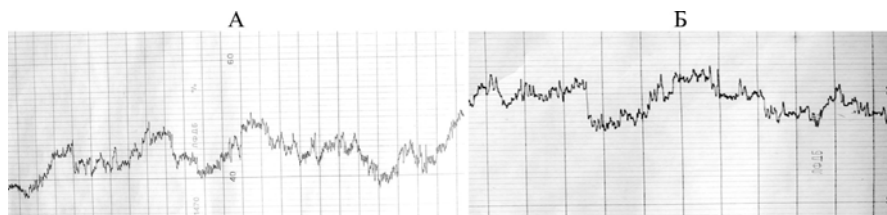


Рис. 2. ЕПР-спектр *Rh. rubra* (А – контроль, Б – дослід)

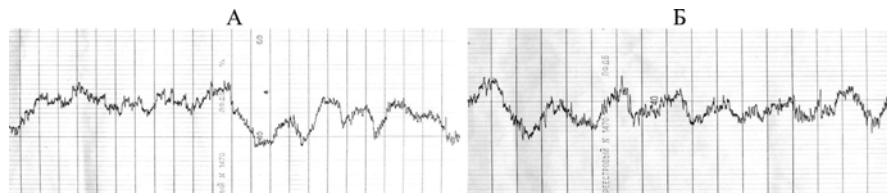


Рис. 3. ЕПР-спектр *S. marcescens* (А – контроль, Б – дослід)

Встановлено, що для досліджених зразків не спостерігаються будь-які біохімічні вільно радикальні процеси з радикалами, що мають достатній характерний час життя, та в концентраціях, які перевищують чутливість порядку 10^{-10} гмоль (нижче чутливості ЕПР-спектрометра). Такий результат можна пояснити також тим, що швидкість реакції набагато вища від характерного часу реєстрації ЕПР-сигналу, яка визначається частотою модуляції 1 МГц.

Висновки. Попередники синтезу бактеріальних пігментів (пролін, шикімова та хоризмова кислоти) здатні виконувати функцію "пасток" вільних радикалів, продовжуючи таким чином життя клітини під дією стресових факторів. Під час ЕПР-досліджень зразків не спостерігають вільно радикальні процеси, що мають характерний час життя. Цим обумовлено, що не були зареєстровані стійкі, явно виражені сигнали ЕПР (швидкість процесів $V=10^{-6}$).

Література

1. Рильський О.Ф. Вірогідні механізми блокування синтезу пігментів бактерій при дії тривалого стресу / О.Ф. Рильський // Вісник Харківського національного університету. – Сер.: Біологічні науки. – 2010. – Вип. 11, № 905. – С. 149-155.
2. Поройков В.В. Компьютерное предсказание биологической активности химических веществ: виртуальная хемогеномика / В.В. Поройков, Д.А. Филимонов, Т.А. Глоризова, А.А. Лагунин и др. // Вестник ВОГиС. – 2009. – Т. 13, № 1. – С. 137-143.
3. Поройков В.В. Прогноз спектра биологической активности органических соединений / В.В. Поройков, Д.А. Филимонов // Российский химический журнал (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). – 2006. – Т. 1, № 2. – С. 66-75.
4. Anzali S. Discriminating between drugs and nondrugs by Prediction of Activity Spectra for Substances (PASS) / S. Anzali, G. Barnickel, B. Cezanne et al. // J. Med. Chem. – 2001. – Vol. 15, № 4. – Pp. 2432-2437.
5. Сирота Т.В. Новый подход в исследовании процесса аутоокисления адреналина и использование его для измерения активности супероксиддисмутазы / Т.В. Сирота // Вопросы медицинской химии. – 1999. – № 31. – С. 3-14.
6. Chang Y.C. Antioxidant activity of 3-dehydroshikimic acid in liposomes, emulsions, and bulk oil / Y.C. Chang, E.A. Almy, G.A. Blamer, J.I. Gray, J.W. Frost, G.M. Strasburg // J. Agric Food Chem. – 2003. – Vol. 23, 51(9). – Pp. 2753-2757.
7. Поронник О.А. Биосинтез нафтохиноновых пигментов в растениях семейства *Boraginaceae* в природе и в культуре *in vitro* / О.А. Поронник, В.А. Кунах // Український біохімічний журнал. – 2005. – Т. 77, № 6. – С. 24-36.
8. Weil J.A. Electron Paramagnetic Resonance: Elementary Theory and Practical Applications / J.A. Weil, J.R. Bolton, [2nd Edition, J. Wiley], 2007. – 547 p.
9. Тихонов А.Н. Электронный парамагнитный резонанс в биологии / А.Н. Тихонов // Соросовский Образовательный Журнал. – 1997. – № 11. – С. 8-15.

Рильський А.Ф. Антиоксидантні властивості предшественників синтезу бактеріальних пігментів

Установлено, що при "металічному" стресі предшественники синтезу бактеріальних пігментів (пролін, шикімова кислота) здатні виконувати функцію "ловушок" свободних радикалів, продовжуючи, таким образом, життя клітки під впливом стресових факторів.

Ключові слова: антиоксидантна активність, свободні радикали, пролін, шикімова кислота.

Rylsky A.F. Antioxidant properties of synthesis predecessors of bacterial pigments

It was established that at a "metal" stress predecessors of synthesis of bacterial pigments (a proline, shikimic acid) are capable to carry out function of "traps" of free radicals, prolonging, thus, cage life under the influence of stressful factors.

Keywords: antioxidant activity, free radicals, proline, shikimic acid.

УДК 628.12 Доц. Л.В. Савчук, канд. техн. наук – НУ "Львівська політехніка"

ТЕХНОГЕННИЙ ВПЛИВ КОМУНАЛЬНИХ СТОКІВ НА ДОВКІЛЛЯ

Проведено аналіз стану і роботи комунальних очисних споруд, запропоновано впровадити нові технології для покращення їх функціонування і зменшення негативно-го впливу на довкілля. Для усунення сполук Нітрогену і Фосфору біологічне очищення має охоплювати аноксидну, анаеробну й аеробну стадії, розміщення яких залежить від складу стічних вод.

Ключові слова: стічні води, біологічне очищення, денітрифікація, дефосфатація.

Вступ. Вода відіграє важливу роль у житті населення та розвитку економіки. Забезпечення якісною водою населення і промислових підприємств залежить від екологічного стану водних ресурсів і є вкрай актуальною. Тому втілення програми "Питна вода України" є важливою стратегією керівництва держави й уряду. За даними [1], в Україні у 2011 р. з природних джерел було забрано 14651 млн м³ води (прісної 13694 млн м³), а скинуто у поверхневі водойми понад 7,7 км³ стічних вод, зокрема забруднених – 1,6 км³ (21 %), нормативно очищених – 1,8 км³ (23 %) та нормативно чистих без очищення – 4,3 км³ (56 %). Підприємства скинули 4484 млн м³ стоків, житлово-комунальний сектор – 2078 млн м³, сільське господарство – 1114 млн м³. Перелік забруднювальних речовин, що надійшли у поверхневі стоки: 42,4 тис. т завислих речовин, 403,4 т нафтопродуктів, 801,2 тис. т сульфатів, 637,6 тис. т хлоридів, 9,1 тис. т Нітрогену амонійного, 57,9 тис. т нітратів, 2,2 тис. т нітритів, 271,4 тис. т синтетичних поверхнево-активних речовин, 735, 7 т заліза, 7,5 тис. т. фосфатів тощо. Серед основних забрудників поверхневих водойм – комунально-промислові і промислові стоки, які скидають неочищеними або погано очищеними безпосередньо у водні об'єкти або через систему міської каналізації. Водночас централізовані каналізаційні системи застаріли технічно, частково або повністю зруйновані і для успішної роботи потребують реконструкції існуючих, або побудови нових очисних споруд. Ілюстрацією цього можуть бути наведені дані щодо роботи очисних споруд Львівщини: з 44 міст та 34 селищ міського типу у 3 містах і 17 селищах міського типу (з них 7 мають централізоване водопостачання) немає каналізаційної мережі та очисних споруд. Актуальною є проблема з очищення стоків у містах: Самбір, Стрий, Моршин, Буськ, Золочів, Сокаль, Рудки, Кам'янка-Бузька, Яворів, Ходорів, Мостиська, Миколаїв та ін. І навіть Львівські міські комунальні очисні споруди (ЛМКОС) працюють незадовільно, викидаючи у довкілля сполуки Нітрогену, Фосфору, вуглеводи, синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР), деколи тяжкі метали тощо. Практично всі Львівські підприємства скидають промислові стоки. Показник хімічного споживання кисню (ХСК) перевищує 900 мг О₂/дм³, вміст амонійного Нітрогену сягає ~ 100 мг/дм³, Фосфатів ~ 10 мг/дм³, інші важливі показники є доволі високими. Біологічне очищення стоків здійснюють аерацією, за цих умов не відбувається біологічна деструкція вуглеводів, "тяжкої" органіки, СПАР, тому біоценоз аеротенків бродить, гниє, утворюючи метан, його похідні (меркаптани), гідрогену сульфурід, гідрогену нітрид, які спричиняють неприємні запахи, що поширюються містом. І така ситуація не тільки у Львові, а в усій Україні. Всі очисні споруди нашої держави побудовані до 1990 р., з використанням технологій, розроблених у 60-70-х роках минулого століття.

Аналіз останніх досліджень. В Україні нарізала необхідність у зміні технологій з очищення комунальних стоків від завислих речовин (ЗР), різних форм сполук Нітрогену, Фосфору, СПАР тощо. У світі існує багато технологій і схем біологічного очищення [2-4], які дають змогу усунути з води перелічені вище забруднювальні речовини і, використовуючи новітні технології знезараження [5], скидати у довкілля практично "живу", очищену воду.

Метою роботи є дослідження існуючих біологічних процесів очищення комунальних стічних вод для їх удосконалення.

Методика досліджень. Як реактори, під час дослідження процесів очищення стічних вод, використовували циліндричні прозорі поліетиленові ємності об'ємом 2 дм³, які працювали в проточному режимі. Залежно від процесів біологічного очищення, які використовували, лабораторну установку, відповідно, komponували з 3-5 реакторів. Час перебування стоків за анаеробних, аноксидних і аеробних умов регулювали витратою стоків. У анаеробних і аноксидних умовах перемішування рідкої фази здійснювали лопатними мішалками, в аеробних – аерацією повітрям. Дослідження проводили із стічними водами другої і третьої черг ЛМКОС, концентрація забруднювальних речовин у яких низька (ХСК ≤ 360 мг О₂/дм³). Значення цього показника ще менше в період дощів і паводків, тому стоки для досліджень забирали у двох місцях: перед первинним відстійником і за ним. За загальновідомими методиками [6], для вихідних і очищених стічних вод визначали: ХСК, БСК₅ (біологічне споживання кисню за п'ять діб), завислі речовини (ЗР), форми Нітрогену, Фосфору, СПАР, розчинений кисень, рН і температуру. Значення основних показників стоків, з якими працювали, наведено в табл. 1.

Табл. 1. Характеристика основних показників комунальних стоків ЛМКОС

Показники	Відбір проб і аналіз протягом року		Відбір проб і аналіз у період дощів (весна-літо 2008 рік)	
	перед первин. відстійником	після первин. відстійника	перед первин. відстійником	після первин. відстійника
pH	7,2-7,8	7,1-7,6	7,2-7,3	7,1-7,3
ЗР, мг/дм ³	320-420	280-320	125-170	80-120
ХСК, мг О ₂ /дм ³	370-440	300-360	140-185	90-150
БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³	250-310	210-260	50-75	28-44
Нітроген загальний, мг/дм ³	70-85	65-80	75-88	45-60
Фосфор загальний, мг/дм ³	6,5-10,8	5,8-10,4	3,3-8,5	3,0-6,5
СПАР, мг/дм ³	1,2-1,6	1,0-1,3	0,45-0,70	0,33-0,52

Як видно із показників, наведених у табл. 1, після первинного відстійника вміст завислих речовин дещо зменшується. Під час тривалих дощів, або у зимово-весняний період під час танення снігу, основні показники значно нижчі. Це можна пояснити низькою якістю будівництва очисних споруд, зношеністю каналізаційних систем водовідведення, що призводить до проникнення в них дощових та талих вод, інфільтрації ґрунтових вод. В окремих випадках за цих умов, обсяги господарсько-побутових стоків зростають на 25 % і більше. Все це спричиняє значне розбавлення стоків, зниження концентрації забруднювачів і зміну співвідношення окремих компонентів: БСК: ХСК; ХСК: N_{заг.}; ХСК: P_{заг.}, що негативно впливає на якість очищення, особливо вилучення сполук Нітрогену, Фосфору і СПАР.

Результати досліджень. Враховуючи значення показників, що наведені в таблиці, дійшли висновку, що за будь-яких умов процес очищення повинен включати стадії денітрифікації і дефосфатації. Процес денітрифікації можна здійснити тільки біологічними методами в безкисневих, аноксидних умовах.

Тобто біологічне очищення повинно включати аноксидну зону, у якій вміст розчиненого кисню не повинен перевищувати $0,5 \text{ мг/дм}^3$, стоки повинні містити велику кількість органічних речовин, які використовуватимуть Оксиген нітратів і нітритів на своє окиснення. Початкові стоки практично не містять нітритів і нітратів, тому частину потоку, який пройшов стадію нітрифікації (після зони аерації), потрібно скеровувати в аноксидні умови для вилучення нітрогену у вигляді газоподібних N_2 , N_2O , NO . Під час розкладання органічних забруднювальних речовин в анаеробній зоні, фосфорукумулюючі мікроорганізми (РР-бактерії) виділяють сполуки фосфору й адсорбують органічні речовини. В аеробних умовах ці РР-бактерії окиснюють адсорбовані органічні забрудники і активно поглинають з води сполуки Фосфору. Під час цього процесу вони активно розмножуються і їх кількість зростає від 1 % до 5 %, що дає змогу вилучити із стоків навіть до 90 % фосфору. Фосфор, акумульований в РР-бактеріях, виводиться із системи очищення з надлишковим намулом. Якщо ж таке біологічне очищення недостатнє, то в анаеробну зону, де розчинних фосфатів найбільше, потрібно додавати солі Кальцію, Заліза або Алюмінію, які утворюють з фосфатами нерозчинні сполуки. Конкретну сіль вибирають, ґрунтуючись на лабораторних дослідженнях, перевірці отриманих результатів у дослідно-промислових умовах та техніко-економічних розрахунках.

Технологічна схема біологічного очищення комунальних стоків повинна містити аноксидну, анаеробну й аеробну зони. Для ефективного здійснення процесів денітрифікації у стоках, які подають на очищення, повинно бути достатньо органічних сполук, що неможливо у весняно-зимовий або дощовий період року. Тому такі стоки не потрібно подавати на первинний відстійник, а відразу скеровувати на біологічне очищення. У випадку мінімального вмісту органічних сполук і незадовільного протікання процесів денітрифікації і дефосфатизації в аноксидну й анаеробну стадії потрібно додавати фільтрат, отриманий після відстоювання і фільтрування активного намулу, або навіть старий надлишковий намул, що буде субстратом для гетеротрофних мікроорганізмів у аноксидній і анаеробній зонах. В аеробній зоні відбуватимуться процеси нітрифікації, тобто автотрофні мікроорганізми окиснюватимуть амонійний Нітроген до нітритів і нітратів. Бажано так організувати процес, щоб у зоні аерації практично були відсутні органічні сполуки, тому що за високої концентрації вони негативно впливають на процеси нітрифікації і токсичні для нітрифікуючих бактерій. Запропоновані процеси характеризуються наявністю великої кількості внутрішніх і зовнішніх циркуляційних потоків, які містять розчинений кисень, нітрати, нітрیتی і фосфати. Тому розміщення перелічених вище зон може бути найрізноманітнішим і для кожного стоку, залежно від складу, своїм. Тому під час вибору технологічної схеми і для монтування лабораторної установки ми керувалися такими міркуваннями: технологічна схема біологічного очищення повинна відтворювати конструктивні особливості "класичних" коридорних аеротенків; повинна давати змогу змінювати розміщення зон без особливої її реконструкції; дослідження, які проводять, повинні бути обґрунтовані і враховувати останні дослідження науки і техніки. Враховуючи все це, ми розробили

технологічну схему, яка включала аноксидну, анаеробну й аеробну стадії біологічного очищення (рис.).

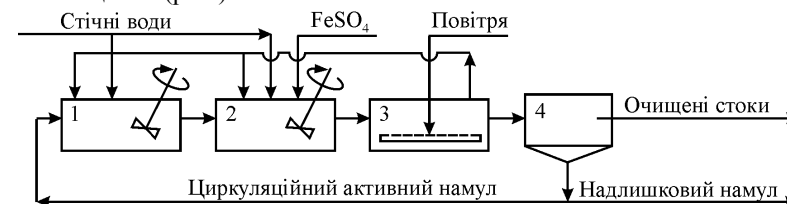


Рис. Технологічна схема лабораторної установки біологічного очищення комунальних стічних вод: 1) аноксидний реактор; 2) анаеробний реактор; 3) аеробний реактор; 4) відстійник

За такого розміщення різних процесів біологічного очищення, нами провели серію дослідів на стоках ЛМКОС. Найкращі результати досліджень наведено в табл. 2.

Табл. 2. Результати очищення комунальних стоків за технологічною схемою, що наведена на рисунку

Показники якості води	Нормативні показники	Після очищення		
		в аноксидній зоні	в анаеробній зоні	в аеробній зоні
рН	6,5-8,5	7,4-7,7	7,7-7,9	7,7-8,1
ЗР, мг/дм ³	< 15	125-180	70-110	12-15
ХСК, мг О ₂ /дм ³	< 80	180-250	120-180	48-85
БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³	< 15	120-165	80-115	12-18
Нітроген загальний, мг/дм ³	< 55	22-32	16-18	7-12
Фосфор загальний, мг/дм ³	< 3,0	4,5-10,5	13,2-11,8 (2,3-3,1)*	3,3-4,9 (1,1-2,4)*
СПАР, мг/дм ³	< 0,1	0,9-1,3	0,3-0,45	0,25-0,40

(...) – наведені результати після комбінованого (біологічне і реагентне) очищення.

Як видно з наведених результатів, чергуючи аноксидну й анаеробну зону, можна з комунальних стічних вод практично повністю усунути органічні забрудники, завислі речовини, сполуки Нітрогену. Біологічним методом фосфати усувають повністю за низького вмісту, а за високого – біологічний метод потрібно комбінувати з реагентним. Проблемним залишається усунення синтетичних поверхнево-активних речовин. На наш погляд, це пов'язано із короткотривалим перебуванням стоків в анаеробних і аноксидних умовах. Збільшення часу перебування стічних вод в анаеробних та аноксидних умовах дасть змогу позбутися і від цих забруднювальних речовин. Результати наведені в табл. 2 отримані під час досліджень у лабораторних умовах. У дослідно-промислових умовах такі дослідження будуть проведені літом-осінню 2013 р.

Висновки. Для ефективного очищення комунальних стоків біологічні процеси повинні включати аноксидну, анаеробну та аеробну стадії. Після тривалого і ґрунтового моніторингу складу стоків, розміщення цих стадій для кожного окремого виду стоків визначали експериментально.

Література

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2011 році. – К. : Вид-во Міністерство екології та природних ресурсів України, LAT & K. – 2012. – С. 40-65.
2. Metcalf and Eddy, Inc. Wastewater Engineering. Treatment and Reuse (Fourth Edition). McGraw-Hill Higher Education, 2003, 1819 p.
3. Grady C.P. Lesley Jr. Biological Wastewater Treatment (Second Edition) / Grady C.P. Lesley Jr., Daigger Glen T., Lim Henry C. // Marcel Dekker, Inc. 1999. – 1076 p.
4. Rittman, Bruce E. Environmental Biotechnology: Principles and Applications / Rittman, Bruce E., McCarty Perry L. // McGraw-Hill, Inc., 2001. – 754 p.
5. Рябчиков Б.Е. Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования / Б.Е. Рябчиков. – М. : Изд-во "ДеЛи принт", 2004. – 301 с.
6. Унифицированные методы анализа воды / под ред. Ю.Ю. Лурье. – М. : Изд-во "Химия", 1973. – 376 с.

Савчук Л.В. Техногенное воздействие коммунальных стоков на окружающую среду

Проведен анализ состояния и работы коммунальных очистных сооружений, предложено внедрить новые технологии для улучшения их функционирования и уменьшения негативного влияния на окружающую среду. Для удаления соединений Нитрогена и Фосфора биологическая очистка должна содержать аноксидную, анаэробную и аэробную стадии, расположение которых зависит от состава сточных вод.

Ключевые слова: сточные воды, биологическая очистка, денитрификация, дефосфатизация.

Savchuk L.V. Technogenic influence of municipal wastewater on the environment

The analysis of the condition and operation of municipal sewage treatment plants. Proposed to introduce new technology to improve their functioning and reduce the negative impact on the environment. To remove the compounds of nitrogen and phosphorus biological treatment must include anoxic, anaerobic and aerobic stage, the location of which depends on the composition of the wastewater.

Keywords: wastewater, biological treatment, denitrification, dephosphorization.

УДК 599.4

**Наук. співроб. А.А. Білушенко –
Черкаська дослідна станція біоресурсів
Інституту розведення і генетики тварин НААН України**

РУКОКРИЛІ (CHIROPTERA) ПРОЕКТОВАНОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ "ХОЛОДНИЙ ЯР"

Наведено повний список видів рукокрилих, що відзначені на території лісового масиву. Розглянуто відносну рясність та описано п'ять сховищ для двох видів. Видовий склад представлено 10 видами рукокрилих, що належать до семи родів родини *Vespertilionidae*. Найбільш масовим видом є руда вечірниця (*Nyctalus noctula*) – 48 %. Сховища виявлено для рудої вечірниці (n=3) та нетопиря лісового (*Pipistrellus nathusii*) (n=2). Всі рукокрилі лісового масиву "Холодний Яр" (Черкаська область, Україна) і України загалом, без винятку, є червонокнижними видами, а тому місця їх існування згідно із Законом повинні бути під охороною.

Ключові слова: рукокрилі, лісовий масив, сховища, Холодний Яр.

Постановка проблеми. Рукокрилі – єдина систематична група ссавців, що пристосована до активного польоту. Їх унікальні біологічні особливості роб-

лять їх важливим об'єктом досліджень. Незважаючи на те, що сьогодні в Україні дедалі більше вчених-зоологів зацікавлені у здобутті інформації про цих тварин, проте рукокрилі залишаються найменш вивченою групою ссавців. Хоч рукокрилі і поширені тварини, але, через особливості їх біології, належать до однієї з найуразливіших систематичних груп ссавців [1]. Всі, без виключення, види рукокрилих занесені до Червоної книги України [5], а необхідність їх охорони визнано більшістю європейських країн.

"Холодний Яр" – один з небагатьох лісових масивів південно-східної частини Правобережного лісостепу, що є науковою цінністю як з флористичного [6], так і з фауністичного поглядів. Площа території – 6804 га. В літературі інформація стосовно рукокрилих "Холодного Яру" є фрагментарною і застарілою, а тому потребує нових досліджень з боку повної ревізії видового складу.

Мета досліджень – проведення детальної інвентаризації видового складу рукокрилих фауни лісового масиву "Холодний Яр".

Матеріали і методи досліджень. Дослідження рукокрилих проводили в 2009 та 2012 рр. на території Креселецького лісництва неподалік від с. Мельники Чигиринського району Черкаської області (рис. 1).

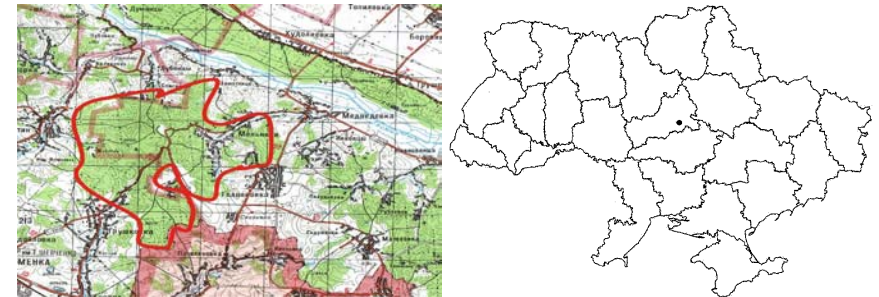


Рис. 1. Картосхема місця знаходження проведених досліджень

Рукокрилих відловлювали на місцях полювання і на шляхах добових міграцій за допомогою павутинних тенет китайського виробництва. Пошук сховищ заселених рукокрилими здійснювали після 17-ї години дня і в ранковий час – після п'ятої години ранку, орієнтуючись за соціальними звуками, які видають тварин з дупел. Спеціальних вилучень тварин зі сховищ не проводили. Спостерігали вечірній виліт для *P. nathusii*, *N. noctula* та явище ранкового роїння для *N. noctula*. Для визначення рукокрилих під час польоту використовували ультразвуковий детектор Pettersson D200 (Швеція). У контактних дослідженнях тварин визначали вид, стать, вік (за можливості, оскільки, починаючи з серпня достовірно відрізнити дорослих особин від сьогорічної молоді проблематично) та репродуктивний стан. Всього контактним досліджено 126 особин для шести видів рукокрилих. Загальна кількість реєстрацій, здійснених ультразвуковим детектором – 49 і належить сімом видам і двом над видовим групам (*Plecotus* та *Pipistrellus*). Для кількісної оцінки фауни рукокрилих у роботі використали показник відносної рясності видів – відсоткове співвідношення числа здобутих і облікованих особин цього (конкретного) виду до загального числа здобутих і облікованих тварин [4].