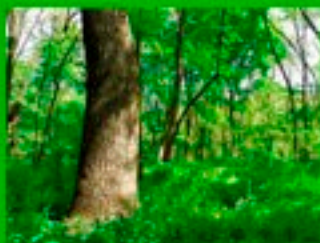


БІОГЕОЦЕНОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЛІСІВ СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ



*До 100-річчя Дніпропетровського
національного університету
імені Олеся Гончара*

БІОГЕОЦЕНОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЛІСІВ СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

Колективна монографія

*За редакцією
члена-кореспондента НАН України,
доктора біологічних наук, професора
А. П. Травлєєва*

Дніпро
2016

УДК 504.06
ББК 28.08
Б-21

РЕЦЕНЗЕНТИ:

доктор біологічних наук, професор В. І. Парпан
доктор біологічних наук, професор Й. В. Царик
доктор біологічних наук, професор В. В. Никифоров

Друкується за рішенням Вченої ради
Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара
(протокол № 6 від 24.11.2016 р.)

Біогеоценологічні дослідження лісів степової зони України: монографія /
За ред. А. П. Травлєєва. – Дніпро: Вид-во «Свідлер А.Л.», 2016. – 203 с.

Колективна монографія присвячена освітленню підсумків понад 65-річних досліджень природних та штучних лісових біогеоценозів в умовах степу колективом Комплексної експедиції Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара із дослідження лісів степової зони України. Наведено особливості мікроморфології, вмісту важких металів, фізичних властивостей ґрунтів лісових біогеоценозів степу. Освітлено підсумки досліджень травостою та екологічної ролі світлової структури у формуванні штучних лісових насаджень. Проведено флороценотичний аналіз водно-болотних екосистем басейну р. Самари та досліджено водний режим лісових і степових біогеоценозів Присамар'я. Надано характеристику функціональних особливостей ссавців, амфібій та рептилій, а також біорізноманіття лускокрилих степової зони України. Наведено біогеоценологічне обґрунтування лісової рекультивації порушених земель та освітлено особливості населення орибатидних кліщів на ділянках лісової рекультивації в умовах Західного Донбасу.

Для наукових співробітників, викладачів, аспірантів і студентів вищих навчальних закладів, екологів, працівників лісового, водного та сільського господарства.

УДК 504.06
ББК 28.08

ISBN

© Дніпропетровський національний
університет імені Олеся Гончара, 2016

ПЕРЕДМОВА

Організатором та незабутнім учителем колективу Комплексної експедиції протягом півстоліття був славетний докучаєвець – учень академіка Г. М. Висоцького професор Олександр Люціанович Бельгард.

Академік Г. М. Висоцький разом з В. В. Докучаєвим працював на півдні України, був учасником докучаєвської експедиції з призначенням для дослідження Велико-Анадольського лісу.

У 1927 р. Олександр Люціанович знайомиться з членом-кореспондентом Академії наук України професором Д. О. Свіренко, який радить молодому вченому звернутися до академіка Г. М. Висоцького для одержання консультації з проблем степових лісів і зокрема – Новомосковського бору.

Олександр Люціанович вступає до аспірантури Г. М. Висоцького і незабаром захищає кандидатську дисертацію, присвячену природним лісам Присамар'я.

У 1932 р. Г. М. Висоцький і О. Л. Бельгард вибирають місце майбутнього Присамарського стаціонару та знайомиться з Георгієм Антоновичем Поплавським. Саме на місці садиби Поплавського (яка збереглася на Присамарському стаціонарі у вигляді музею) народився пункт спостереження. Співробітником моніторингового пункту за призначенням Г. М. Висоцького став О. Л. Бельгард. Так був створений зародок майбутнього біосферного біогеоценологічного стаціонару.

У цьому ж році була створена кафедра геоботаніки та систематики вищих рослин, яку очолив О. Л. Бельгард.

До війни були досліджені природні ліси степової зони та закладені основи створення типології природних лісів степової зони.

Після визволення території України від німецької окупації відновились дослідження природних лісів степової зони, і в 1947 р. О. Л. Бельгард успішно захищає в Києві докторську дисертацію. Типологія природних лісів степової зони була створена О. Л. Бельгардом згідно із завданням Г. М. Висоцького.

У типологію професор О. Л. Бельгард вніс нові рубрикації, які в існуючих класифікаціях лісів були відсутні і не охоплювали всього біологічного розмаїття, строкатості лісорослинних умов степової зони. Уперше була створена типологія заплавних лісів, аренних, байрачних, галофітних дібров, чагарникових біогеоценозів.

У 1948 р. О. Л. Бельгард пропонує унікальну типологію штучних лісів степової зони України та Молдови.

Комплексна експедиція з дослідження лісів степової зони при підтриманні ректорату Дніпропетровського державного університету, Міністерства освіти та Міністерства лісового господарства України була створена у 1949 р. завідувачем кафедри геоботаніки та систематики вищих рослин професором О. Л. Бельгардом, яка розпочала дослідження природи степових лісів від Дніпропетровщини до Азовського моря і Молдавії.

До найважливіших підсумків цих праць необхідно віднести пізнання структури, циклічної та сукцесійної динаміки, типології лісових біогеоценозів.

Із 1980 р. багатогалузеві наукові напрямки були інтенсифіковані у зв'язку з відбудовою нового науково-навчального комплексу – Присамарського біосферного біогеоценологічного стаціонару (нині – Науково-навчальний центр «Присамарський біогеоценологічний стаціонар імені О. Л. Бельгарда») у с. Андріївці Новомосковського району Дніпропетровської області, у середній течії р. Самари. У роботі стаціонару брали участь провідні вчені зарубіжних країн: Індії, Іспанії, Ізраїлю, Польщі, Росії, Литви, Естонії, Грузії, Азербайджану, Молдови.

На сьогодні Комплексна експедиція Дніпропетровського національного університету імені Олеса Гончара з дослідження лісів степової зони України складається з таких загонів:

- 1) геоботанічного картографування;
- 2) ґрунтознавства та мікроморфології ґрунтів;
- 3) лісової гідрології та пертинентної біогеоценології;
- 4) біогідроценології;
- 5) ентомології;
- 6) ґрунтової зоології;
- 7) наземних хребетних тварин;
- 8) лісової рекультивації земель та мікробоценозу ґрунтів.

У представленій колективній монографії наведено основні підсумки біогеоценологічних досліджень лісів степової зони України науковими співробітниками Комплексної експедиції з моменту її утворення до цього часу. Зокрема, представлені результати дослідження фітоценозу, зооценозу, кліматопу та едафотопу як складових компонентів лісових біогеоценозів, а також результати науково-дослідних робіт у галузі лісової рекультивації порушених земель в умовах степу.

Актуальність біогеоценологічних досліджень лісів степової зони України зумовлена тим фактом, що вони є науковою основою при створенні нових та відновленні існуючих захисних лісових насаджень в умовах степу з метою зупинення деградації ґрунтів та запобігання процесам опустелювання, що є нагальним та найважливішим завданням сьогодення.

А. П. Травлєєв,

*член-кореспондент НАН України,
доктор біологічних наук, професор,
заслужений діяч науки і техніки України,
лауреат Державної премії України
в галузі науки і техніки*

МІКРОМОРФОЛОГІЯ ЛІСОВИХ ҐРУНТІВ СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

Н. А. Білова

доктор біологічних наук, професор

В. М. Яковенко

кандидат біологічних наук, доцент

О. В. Стрижак

кандидат біологічних наук

Дослідження мікроморфологічної організації ґрунтів, що проводяться в складі Комплексної експедиції ДНУ, є невід'ємною частиною біогеоценологічного вивчення природних та штучних лісів степової зони України і забезпечуються можливостями виготовлення й дослідження прозорих шліфів у лабораторії мікроморфології ґрунтів Науково-дослідного інституту біології ДНУ і кафедри геоботаніки, ґрунтознавства та екології.

Результати багаторічних досліджень відображені у значній кількості наукових статей та низці монографій. Важливим етапом розвитку даного наукового напрямку стало проведення в Дніпропетровському національному університеті міжнародної наукової конференції з проблем екологічної мікроморфології ґрунтів. За підсумками роботи конференції вийшов окремий випуск журналу «Ґрунтознавство» (2007. Т. 8, № 1–2) з широким представництвом учасників.

Дослідження мікробудови в комплексі з іншими методами вивчення ґрунтів проводяться за рядом напрямків, що забезпечило вирішення низки важливих наукових питань вивчення лісових едафотопів степової зони України.

Далі в хронологічному порядку наведено головні напрямки мікроморфологічних досліджень, перелік ключових наукових публікацій та викладені в них результати.

Екологія, мікроморфологія та генезис лісових ґрунтів степової зони України.

У результаті стаціонарних моніторингових багаторічних досліджень уперше для степової зони України на основі екологічної мікроморфології з використанням поляризаційної та растрової електронної мікроскопії, широкого спектра комплексних екологічних, фізико-хімічних, геоботанічних та біологічних методів дослідження розкрито сутність існуючої спряженості компонентів лісу з мікроморфологічною будовою лісових едафотопів (Белова, 1978, 1986, 1987). Одвічне запитання про можливість чорноземного типу ґрунтоутворення під лісовою рослинністю в степу знайшло своє позитивне вирішення та підтвердження.

Степовий клімат, постійний дефіцит зволоження, наявність значної кількості карбонатів кальцію, гуманний тип обміну є фундаментальним аргументом, який за допомогою мікроморфологічного підходу документує наявність чорноземування під водороздільними лісами в степу. Тут яскраво проявляється фітогенне і зоогенне структуроутворення, яке не поступається цим процесам у степу (Белова, 1995, 1997).

Обґрунтовано новий науковий напрямок – «екологічна мікроморфологія лісових ґрунтів» як складова частина екологічного ґрунтознавства (Карпачевский, 1995). Виявлено, що такі елементарні ґрунтові процеси, як елювіювання, ілювіювання, вилуговування, збагачення, декальцифікація, кальцифікація, лесиваж, розклад та синтез органічних речовин, гуміфікація та мінералізація, відбуваються в степових та лісових чорноземах в основному однотипно (Белова, 1999). Розбіжності проявляються в характері вилуговування, ерозії, декальцифікації, зменшенні солонцюватості, активній педотурбації.

Доведено наявність мікроморфологічної пластичності і динаміки прояву чорноземного типу ґрунтоутворення у водороздільних та (локально) у долинних лісах степової зони, а також присутність різноманітних аналогічних, гомологічних,

симетричних, моноценотичних, амфіценотичних, гетерогенних, гетерохронних, полігенетичних та інших процесів, що відповідно забезпечують у степових лісах значне біологічне розмаїття та унікальність досліджених лісових та лісопокрашених ґрунтів (Белова, 1999, 2002).

Установлено, що морфологічна схожість ґрунтових профілів ще не свідчить про спорідненість їх вбиральних комплексів. Тут необхідні ретельні дослідження конвергентних явищ, коли удавана схожість зумовлена розходженням ґрунтоутворення при подальшому розвитку та еволюції ґрунтів. Звідси ряд помилкових уявлень, які змішують зовнішню подібність з істинними властивостями.

Виявлено, що розмаїття елементарних ґрунтових процесів взаємоспричиняється з циклічними та сукцесійними змінами, які проходять у лісовому біогеоценозі (Белова, 1999). Указані форми динаміки взаємодіють з функціональними показниками ґрунту і біогеоценозу в цілому.

Відпрацьовано стійкі консортивні зв'язки, у першу чергу трофічні, у ґрунтовому та наземному блоках, а також характерна для лісового біогеоценозу трофічна піраміда з властивим для неї моноценотичним кругообігом речовин і потоком енергії, які мають відбиток впливу зонального фактора.

Антропогенна трансформація природних лісів та ґрунтів у степу, знищення екологічних ніш, флористична та фауністична зрідненість призводять до руйнування трофічних зв'язків, розпаду моноценотичності кругообігу (Белова, 2001). Цей процес не лише призводить до деградації та загибелі степових лісів та ґрунтів, але й відкриває шлях до спустелювання.

Паралельно з щорічними, сезонними, флуктуаційними процесами споріднено відбуваються докорінні автогенні зміни: сингенез, ендодинамічні, філоценогенетичні та інші форми динаміки біогеоценозу, які чітко відображаються в мікроморфологічній організації ґрунту, його текстурній диференціації, гумусовому стані (рослинні та тваринні рештки, клітинний матеріал, гумус основної маси, гумус новоутворень і включень, гумус копролітів), мінералогічному складі і плазмі (тонкодисперсній масі), яку розділяли за типом оптичної орієнтації.

Екзогенні гологенетичні сукцесії пов'язані зі змінами клімату, геоморфології, а також із селектоценогенезом, коли в силу розселення рослин і тварин виникають корінні зміни в біогеоценозі та в ґрунтах (Белова, 1999).

Локально-катастрофічні сукцесії, мікроморфологічний стан лісових едафотопів у техногенних умовах Західного Донбасу виявили особливості сингенетичних процесів (первинне ґрунтоутворення), потужність і властивості окремих профілів, горизонтів, можливість еколого-біологічного взаємопроникнення процесів між окремими горизонтами, відсутність природно-генетичних зв'язків окремих насипних шарів ґрунтових та геологічних горизонтів, біологічну сумісність горизонтів, біологічну умовну сумісність горизонтів, біологічну несумісність, рівень екологічної відповідності лісових культур умовам зростання (Ярилова, 1979).

Розроблено шкали рівня кольматації та інтенсивності деформації мікроморфологічної будови штучних ґрунтів в умовах техногенезу.

Реліктовість часто виявляється в окремих ознаках, морфемах, морфонах, горизонтах, а інколи й у цілому профілі, що свідчить про накладення нових ґрунтових процесів на реліктовий і перетворений профіль (Белова, 1999). У зв'язку з цим в умовах степу необхідно виділяти аутореліктові, алореліктові, стираючі, незворотно закріплені та відтворювальні реліктові профілі ґрунтів. Усі ці природжені особливості виявляються значною мірою в мікроморфологічній будові байрачних ґрунтів – лісових чорноземах степу. Урахування та розмежування цих властивостей дає можливість відійти від помилкових оцінок природних процесів, притаманних складному лісовому ґрунтоутворенню.

Використовувався метод хронологічних рядів (Полозова, 1976; Ловелиус, 1998) для встановлення меж районів, схожих за дендрокліматологічними зв'язками.

Хронологічні ряди в екологічній мікроморфології дали змогу розкрити тривалість ґрунтоутворних процесів, ступінь відмінності від вихідних ґрунтів, ступінь екологічної відповідності ґрунтоутворного процесу сучасним і минулим природним умовам.

Обґрунтовано, що диференціація ґрунтового профілю лісових чорноземів на елювіальний та ілювіальний пов'язана в першу чергу з процесами вилуговування та лесиважу (Травлеєв, 2007; Белова, 2010). Але було б невірно виключати з можливих причин, які зумовлюють специфіку будови ґрунтового профілю в природних водороздільних лісах степової зони, такі фактори, як гологенетичні сукцесії (геоморфогенні, кліматогенні, фітогенні, зоогенні та ін.). Ці форми динаміки літосфери і біогеоценозу забезпечують виникнення гетерогенності ґрунтів і ґрунтоутворних порід, гетерохронності, моно- і полігенетичності та інших «комбінованих», «складнонакладених», «амфіценотичних» ґрунтоутворних явищ, які часто знаходяться в конвергенції з процесами підзолювання.

У байрачних лісах північного варіанта відбувається інтенсивне накопичення гумусових речовин, зростає порівняно до степу потужність гумусового горизонту, групове співвідношення перегнійних кислот завжди більше одиниці, у вбиральному комплексі провідну роль відіграють двовалентні катіони – кальцій та магній (Белова, 2012).

Кореляція двох показників – лінії закипання і лінії початку ілювіального горизонту як результату лесиважу та інших процесів вельми неоднорідна. При цьому тіснота кореляції зумовлюється типологічними властивостями насадження та, головним чином, умовами зволоження. З покращенням водного режиму розходження показників меж закипання і діяльності лесиважу збільшується; з погіршенням умов зволоження тіснота кореляції зменшується.

Таким чином, у деяких випадках проявлення елементарних ґрунтових процесів ґрунт може мати високий рівень закипання, тобто бути карбонатним за шкалою вилуговування, але одночасно й лесивованим – за глибиною виникнення ілювіального горизонту (Травлеєв, 1995).

Досліджені ґрунти в байраках західного варіанта (урочище Грабове, Кіровоградська область) за своїми мікроморфологічними та фізико-хімічними показниками мають перехідний характер (Травлеєв, 2008). Гуматний тип обміну, наявність диференціації ґрунтового профілю, суперечлива поведінка валових форм хімічних сполук, наявність водостійкої зернистої і зернисто-горіхуватої структури, всебічна мікроморфологічна та мінералогічна характеристика дає нам можливість слідом за С. О. Золотарьовим (1970) віднести досліджені ґрунти до темно-сірих (чорноземоподібних).

Дослідження едафотопів у долинах Дніпра та його притоків розкриває посилення ознак галофітизації місцезростань, збіднення біологічного розмаїття на користь лучно-солончаково-солонцюватих едафотопів.

Мікроморфологічні дослідження розкривають, а фізико-хімічні дані підтверджують несприятливий вплив повсюдного падіння рівня ґрунтових вод за останні 30 років (на 1,5–2,5 м) у долині р. Самари, зокрема в тому, що на характер ґрунтоутворення у заплавах Дніпра та його притоків накладають риси лучно-солончаково-солонцюваті процеси. При цьому генетичні горизонти набувають різко протилежних рис ґрунтоутворення. Зниження рівня ґрунтових вод викликає «зависання» давно сформованої кореневої системи. Визволені від підпору води горизонти переходять від глейових в аеровані. Генетичні горизонти за 10–15 тисяч років набули взаємоспряженого складнонакладеного характеру.

Проте часто нанесені літогенні, біологічно малосумісні горизонти не настільки пов'язані між собою, щоб можна було встановити їх вертикальну генетичну єдність. У силу цих обставин явища лесиважу тут можуть бути значно перебільшені за рахунок текстури раніше відкладених горизонтів. Такі горизонти псевдолесиважного характеру необхідно диференціювати.

На основі мікроморфологічного аналізу оригінального матеріалу ґрунтів штучних лісів степової зони (Комісарівського, П'ятихатського, Старобердянського,

Алтагірського, Великоанадольського лісових масивів та полезахисних лісосмуг) встановлено, що мікроморфологічна будова лісопокрощених чорноземів свідчить про зрушення, які відбуваються в ґрунті внаслідок позитивного впливу лісової рослинності на вихідні степові умови (Белова, 1987, 1997, 2000).

Мікроморфологічне дослідження каньйону Кармел (Ізраїль) виявило, що розроблений підхід екологічної мікроморфології з повним використанням напрацьованих вітчизняних та зарубіжних мікроморфологів може бути використаний для діагностики лісових ґрунтів не лише в степу, але й в інших фізико-географічних зонах, зокрема в сухих субтропіках та на середземномор'ї.

Обґрунтовано доцільність використання терміна «едафотоп». Запропоновано поняття еколого-мікроморфологічної матриці едафотопу як біокосної мікросистеми, яка створюється в ланках на перехресті радіальних (вертикальних) та латеральних (горизонтальних) потоків (ланцюгів) у ґрунті і розглядає ґрунтові функції як причини і наслідки еколого-біологічної взаємодії біотичних та абіотичних факторів у лісовому біогеоценозі, відкриває можливість наблизитись до розшифрування ланок біологічного кругообігу в системі «рослина – ґрунт».

Еколого-мікроморфологічні дослідження дали можливість установити, що формування чорноземного типу ґрунтоутворення у водороздільних лісах степової зони зумовлюється, поряд з флористичним (степовим чи лісовим) складом рослинності, насамперед своєрідністю степового клімату, характером ґрунтоутворних порід, іншими біотичними та абіотичними факторами навколишнього середовища. Лісова рослинність у степовій зоні не є невідворотною причиною деградації ґрунтів, а навпаки, як правило, всебічно їх покращує, збільшує багатство і родючість.

Теоретичні розробки авторів були спрямовані на розвиток пріоритетного напрямку в лісовій біогеоценології степової зони – пізнання механізмів та мікроморфології лісових едафотопів, що надає можливість забезпечити охорону ґрунтового покриву, зберегти біорозмаїття лісових ґрунтів, забезпечити управління процесами лісового ґрунтоутворення. Цей висновок підтверджує доцільність реалізації пропозицій українських учених (Сайко, 1996) про створення до існуючих в степовій зоні 700 тис. га захисних насаджень додатково 1 млн. 200 тис. га з метою підвищення лісистості степів України, покращення кліматичних, меліоративних та рекреаційних функцій едафотопів, а також при лісовій рекультивациі земель.

Мікроморфологічні та еколого-біологічні особливості ґрунтоутворення під лісовою рослинністю в техногенних ландшафтах Криворізького залізорудного басейну. Дослідження деструктивних та еталонних насаджень, розташованих на території Криворізького залізорудного басейну, виявили низку негативних впливів промислових викидів (Ющук, 1991, 1999).

ґрунти деструктивних лісових біогеоценозів відзначаються погіршеним станом у першу чергу фізико-хімічних і мікроморфологічних особливостей (Ющук, 2005, 2009).

Макроморфологічні зміни проявляються в деформації ґрунтових горизонтів, у кольматациі поверхневого (0–10 см) шару ґрунту промисловими викидами, що призводить до погіршення водно-фізичних властивостей і непридатності для елементарних ґрунтових процесів.

Мікроморфологічні зміни ґрунтів проявляються в закупоренні порового простору промисловим пилом, що обумовлює нейтралізацію рН лісової підстилки, загальмованість процесів вилуговування і лесиважу.

Інтенсивність розкладення лісової підстилки різко збільшується з переходом від еталонних біогеоценозів до техногенних. Зазначений процес зумовлений збільшенням вологості підстилки, тонкими фракціями пилу, а також сприятливим сполученням тепла і вологи, що викликає спалах мікробіологічної активності.

Комплекс мікроморфологічних та фізичних властивостей лісових ґрунтів степового Придніпров'я. Установлено, що поліпшення мікроморфологічних та фізичних властивостей ґрунтів відбувається завдяки сильватизуючому впливу лісової

рослинності (Олег, 1996). Це проявляється в покращенні структури, зростанні пухкості складення, пористості, зменшенні механічної протидії ґрунтів, збільшенні водоутримуючої здатності, діапазону активної вологи та ін.

За своїм екологічним впливом найбільш сприятливим є сукупність мікроморфологічних, фізичних, водно-фізичних та фізико-механічних особливостей, що складається в нижніх третинах схилів північної експозиції заліснених балок, де зростають високобонітетні діброви.

Екологічна роль біогенного мікроструктурування лісових едафотопів південного сходу України. Досліджено масштаби й екологічні особливості біогенного мікроструктурування лісових ґрунтів південного сходу України. Охарактеризовано макро- і мікроструктурний стан ґрунтів згідно з особливостями комплексу ґрунтової мезофауни (Яковенко, 1999, 2000).

Досліджено значимість окремих екологічних груп ґрунтової мезофауни (сапрофагів, фітофагів) у процесах мікроструктурування в різних типах лісових екосистем (Яковенко, 2004а, 2008). З'ясовано особливості мікробудови агрегатів, утворених внаслідок життєдіяльності представників окремих родин ґрунтової мезофауни (Яковенко, 2004б).

Проведено порівняльний аналіз мікроморфометричних параметрів водостійких агрегатів різних типів лісових біогеоценозів. Виявлено та статистично обґрунтовано зв'язок між деякими екологічними характеристиками ґрунтів та просторовими параметрами ґрунтових агрегатів.

Запропоновано вдосконалену методику виготовлення прозорих шліфів структурних агрегатів ґрунтів певних розмірних фракцій.

З'ясовано, що біогенне мікроструктурування (рис. 1) тісно пов'язане з такими характеристиками структурного стану, як мікробудова, агрегатний склад, коефіцієнт структурності, водостійкість, морфологія агрегатів.

Найнижчі значення коефіцієнта структурності визначені для темно-каштанових лісопокращених ґрунтів. Чорноземи звичайні лісопокращені характеризуються більшими значеннями коефіцієнта структурності порівняно зі степовими. Найбільші серед досліджуваних біогеоценозів значення коефіцієнта структурності визначені для ґрунтів під природною байрачною та заплавною рослинністю.

Аналогічно показникам коефіцієнта структурності змінюється водостійкість ґрунтових агрегатів, досягаючи найвищих значень в едафотопах байрачних та заплавних лісів Присамар'я.

Загальною характеристикою гумусових горизонтів є домінування агрегатів грудкуватої морфології, а також збільшення відносного вмісту грудкуватих агрегатів у великих розмірних фракціях.

Ґрунтова мезофауна формує агрегати переважно округлої форми з гладкою поверхнею, вони характеризуються значною обертальною рухливістю, оптимізуючи, таким чином, умови свого пересування в ділянках, складених здебільшого зоогенними агрегатами. Найбільш правильною формою відзначаються викиди кліщів.

Викиди представників різних родин відрізняються за своїм речовинним складом, ступенем переробки органічних компонентів, їх морфологічними характеристиками і зв'язком з мінеральною частиною ґрунту. Виявлено однотипність мікробудови копролітів люмбрицид та викидів личинок комах.

Участь кожного з типів викидів відповідає структурі комплексу ґрунтової мезофауни. Найбільш масштабна структуроутворююча діяльність мезофауни в ґрунтах байрачних і заплавних лісових біогеоценозів Присамар'я, де в структурі комплексу ґрунтової мезофауни значно домінують сапрофаги. У цих ґрунтах сформовано зоогенний копролітовий горизонт.

Повнопрофільні дослідження мікробудови дозволили встановити, що стратифікація структуроутворюючої діяльності ґрунтової мезофауни в профілі обумовлена, зокрема, особливостями мікроструктурної організації едафотопу.

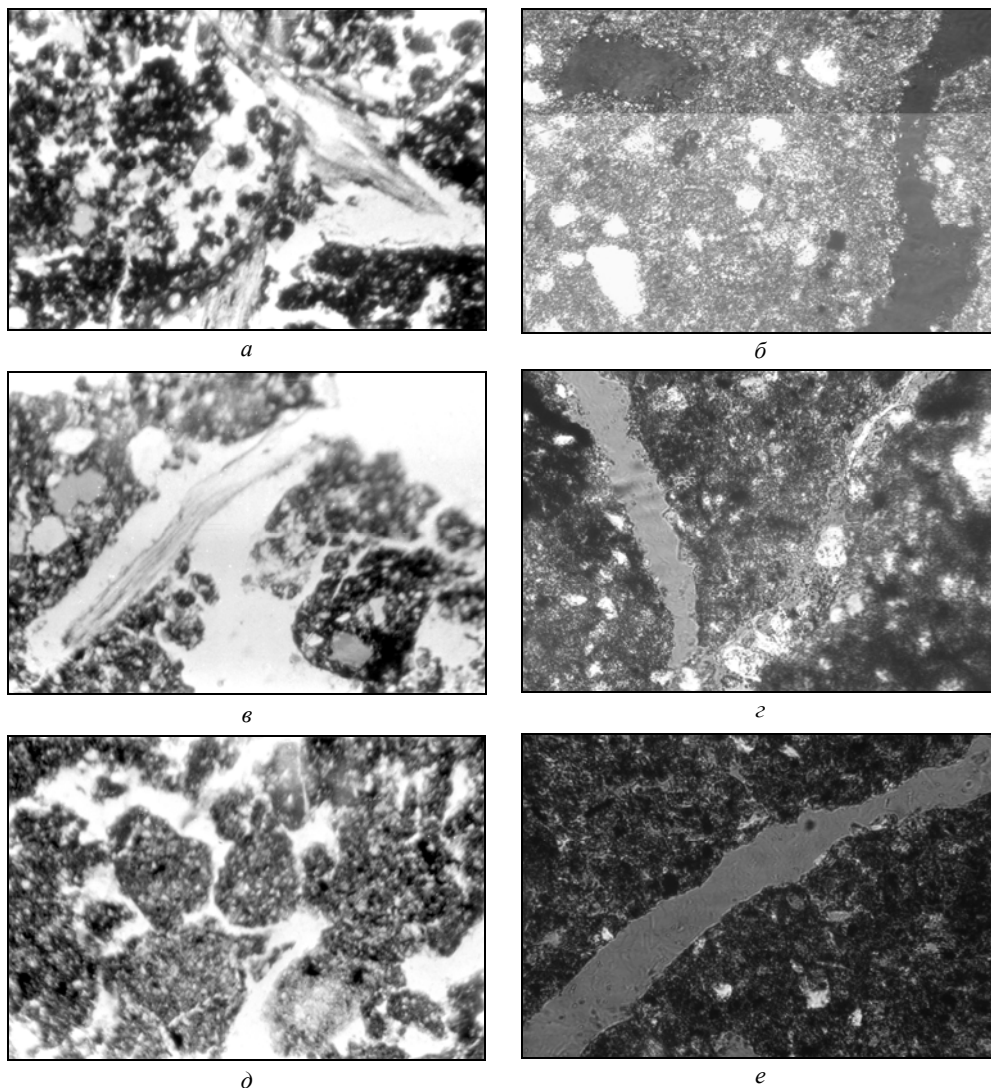


Рис. 1. Мікроструктурна організація чорноземів Присамар'я Дніпровського
Чорнозем звичайний: а – гор. Н₁, агрегований і губчастий матеріал, свіжі рослинні залишки в поровому просторі (×60, нік. II); б – гор. Р_{1к}, ґрунтовий матеріал, насичений мікрокристалічним кальцитом, овальна і каналовидна пори інкрустовані кальцитом (×120, нік. +).
Чорнозем звичайний лісопокращений: в – гор. Н₁, губчастий матеріал і копрогенні агрегати, свіжі рослинні залишки (×60, нік. II); г – гор. Phk, дрібнозернистий кальцит у каналовидних порах (×120, нік. +).
Чорнозем лісовий: д – гор. Н_{1е1}, копрогенні агрегати (свіжі та на різних стадіях руйнації (×60, нік. II); е – гор. Н_{р1л}, пора у щільному неагрегованому матеріалі, вкрита анізотропними глинистими кутанами лесивування (×60, нік. напівсхрещені).

Роль світлової структури лісових насаджень у формуванні мікроморфологічної організації ґрунтів. Сильним середовищеперетворюючим впливом на мікроморфологічну організацію ґрунтів відрізняються насадження тінювого типу, у яких формуються чорноземи лісопокращені (Іванько, 2002, 2007).

У межах напівосвітлених і освітлених типів світлових структур ґрунти залишаються в рамках степового типу чорноземного типу ґрунтоутворення.

Розвиток куртинного травостою в лісових, бур'яно-лісових і узлісних видах насаджень із пониженою освітленістю забезпечує додатковий позитивний вплив на мікроморфологічні властивості лісових едафотопів у межах ризосферної області ґрунтів.

Еколого-мікроморфологічна оцінка едафотопів лісових екосистем степового Придніпров'я. Для лісових ґрунтів степового Придніпров'я розроблено методи кількісної оцінки еколого-мікроморфологічного стану ґрунтової структури із застосуванням сучасних комп'ютерних технологій (Балалаєв, 2002, 2003). Установлено характерні риси мікроструктурування лісових едафотопів та обчислено їх інтегральні характеристики і геометричні особливості; застосовано удосконалений метод комп'ютерного введення, аналізу і збереження зображень ґрунтових мікрошліфів, що дозволяє значно підвищити точність і оперативність досліджень (Балалаєв, 2004а, 2004б). Створено нову комп'ютерну програму автоматичної морфометрії характеристик ґрунтової мікроструктури, у якій застосовано сучасні досягнення в області цифрової обробки зображень. Знайдено інтегральні показники оструктуреності ґрунту, здатні інформативно і достовірно оцінювати мікроструктурний стан едафотопів. Проведено статистичний аналіз інформативності мікроморфометричних показників ґрунтової структури різних типів лісових біогеоценозів. Створено оригінальну візуалізовану комп'ютерну модель, яка імітує ґрунтову мікробудову.

Для застосування кількісної еколого-мікроморфологічної оцінки ґрунтів показано високу чутливість програмних алгоритмів до виявлення достовірних змін мікроморфометричних показників порового простору едафотопів, що неможливо знайти візуально (Белова, 2008). На практиці перевірено високу ефективність і точність застосованих нових комп'ютерних методів.

Визначено статистично достовірну відмінність субмакро-, макро- і мезопор різних генетичних горизонтів едафотопів шляхом парного порівняння значень геометричних ознак. Найбільша відмінність характерна для субмакропор лісових біогеоценозів.

Установлено, що у всіх досліджуваних ґрунтових зображеннях виділяється максимум розподілу ширини вздовж скелета пор. Зазначений пік значно ширший у лісових едафотопах порівняно зі степовими ґрунтами, що відображає розширення екологічних функцій порового простору лісопокращених ґрунтів.

На основі спектральної і кратномасштабної оцінки ґрунтової мікроструктури виявлено особливості структурування і різний ступінь агрегованості кожного едафотопу. В умовах степової цілини ймовірність утворення ґрунтових агрегатів понад 3 мм значно нижча, ніж у лісових едафотопах.

Оцінка коефіцієнта анізотропії і рози орієнтації показала слабку орієнтацію і неістотні відмінності ступеня ізотропності структурних елементів досліджуваних ґрунтових об'єктів; тільки окремі групи пор деяких горизонтів ґрунтових профілів мають достовірні відмінності середнього кута нахилу.

Достовірно встановлено велику екологічну значущість впливу лісової рослинності на дисперсію порових ознак у профілі порівняно із впливом гумусованості генетичних горизонтів, а також виділено основні незалежні латентні фактори, що визначають геометричні особливості сформованого порового простору.

За результатами двовимірного шкалування багатовимірних порових ознак досліджуваних об'єктів дано узагальнену екологічну оцінку ступеня впливу штучних і природних лісових екосистем, генетичних близьких едафотопів на структурну організацію порового простору.

Визначено мультифрактальні властивості і масштабну ієрархічну підпорядкованість ґрунтових мікроструктур; у всіх розглянутих едафотопах спостерігається достовірне зниження фрактальної розмірності в гумусованих горизонтах, що відображає збільшення структурної розмаїтості ієрархічної організації ґрунту.

На прикладі рекультивованих едафотопів Західного Донбасу проведено інформаційний аналіз різних варіантів насипок, наведено оцінку декількох видів інформаційних ентропій, показано достовірне зниження структурних ентропій і

підвищення впорядкованості ґрунтових мікроструктур чорнозему порівняно з лесовидним суглинком і шахтною породою.

Створено і застосовано візуалізовану комп'ютерну модель, що імітує різні процеси синтезу ґрунтового скелета з часток різного розміру, форми й орієнтації. Перевірка адекватності результатів моделювання показала в цілому позитивні результати.

Моделльні експерименти наочно продемонстрували більшу залежність основних показників структури порового простору від способу формування ґрунтового скелета, ніж від розміру елементарних ґрунтових часток, а також велику залежність від особливостей форми ґрунтових часток, ніж від їхніх розмірів.

На формування мікроструктурної розмаїтості ґрунтового профілю в умовах степового Придніпров'я переважно впливають два фактори: 1) дія підстеляючої і ґрунтоутворюючої породи, 2) активність ґрунтової та наземної біоти.

Мікроморфологічні дослідження ґрунтів плесів та дамб хвостосховищ Кривбасу. Дослідження мікроморфологічної організації у комплексі з аналізом хімічних характеристик дозволили з'ясувати, що ґрунти дамб формуються за зональним типом, зі значним впливом, інколи детермінуванням ґрунтоутворюючого субстрату: на суглинистих відсипках дамб розвиваються примітивні ґрунти з примітивним гумусонагромадженням; для ґрунтів кам'янистих відсипок властивий гіпергенез гірських порід, інколи з вивільненням розчинних солей, послаблене гумусо накопичення за примітивним типом (Білова, 2007).

Екологічні особливості та мікроморфологічна організація едафотопів терникових біогеоценозів південного сходу України. У складі Комплексної експедиції Дніпропетровського національного університету ім. Олеса Гончара були виконані дослідження терникових біогеоценозів та їх едафотопів для південного сходу України; проведено еколого-мікроморфологічні дослідження та порівняльний аналіз едафотопів терникових та степових біогеоценозів, сформованих в умовах південного сходу степової зони України; здійснено екоморфичний аналіз флористичного складу степових біогеоценозів і терникових біогеоценозів; виявлено фізико-хімічні характеристики ґрунтів терникових біогеоценозів і степової цілини; встановлено необхідність охорони терникових історично цінних біогеоценозів як пам'яток та позитивних необхідних факторів у формуванні полезахисних, багатофункціональних штучних насаджень в умовах степової зони (Булейко, 2007, 2008, 2009).

Еколого-мікроморфологічні дослідження едафотопів терникових біогеоценозів (Fel_{0-1} , Fel_{1-2} , Fel_2), сформованих в умовах південного сходу степової зони України, виявили, що ґрунти чагарникових ценозів порівняно зі степовими мають покращену макро- і мікроморфологічну будову (Булейко, 2013а, 2013б). Плазма гумусо-глиниста з гумонами, однорідна. Співвідношення компонентів мікроструктури поступово змінюється з глибиною в бік зменшення структурованих агрегатів та зростання губчастого матеріалу. Агрегати і губчастий матеріал свідчать про високі показники сформованості мікроагрегатного складу гумусових горизонтів.

У верхніх шарах ґрунту терникових біогеоценозів виявлено кількісну перевагу досліджуваних мінералів на користь кварцу, рогової обманки, циркону, польового шпату, гранату, епідот-цоїзиту, які впливають на утворення стійких мікроагрегатів – показників високої мікроморфологічної організації терникових едафотопів у порівнянні зі степовою цілиною.

У ґрунтових профілях терникових біогеоценозів виявлено також високі відсотки пористості, які досягають 30–40 % від всієї площі шліфів (рис. 2). Пори округлої й овальної форми, каналоподібні, розгалужені. У багатьох порах знаходяться екскременти ґрунтової мезофауни, що підтверджує її активну діяльність та сильватизуючий вплив фітоценозів терну на вихідні горизонти.

Внаслідок процесу лесиважу утворюються кутани, сформовані на поверхні агрегатів та мінералів у горизонтах едафотопів терникових біогеоценозів.

У порівнянні зі степовою цілиною еколого-мікроморфологічні характеристики ґрунтів терникових фітоценозів мають значно меншу насиченість корневими системами по всій глибині профілю. Виявлено швидке розкладання рослинних залишків (гуміфікація та мінералізація) у мікроструктурних окремотях та в біопорах, оточених грибними гіфами.

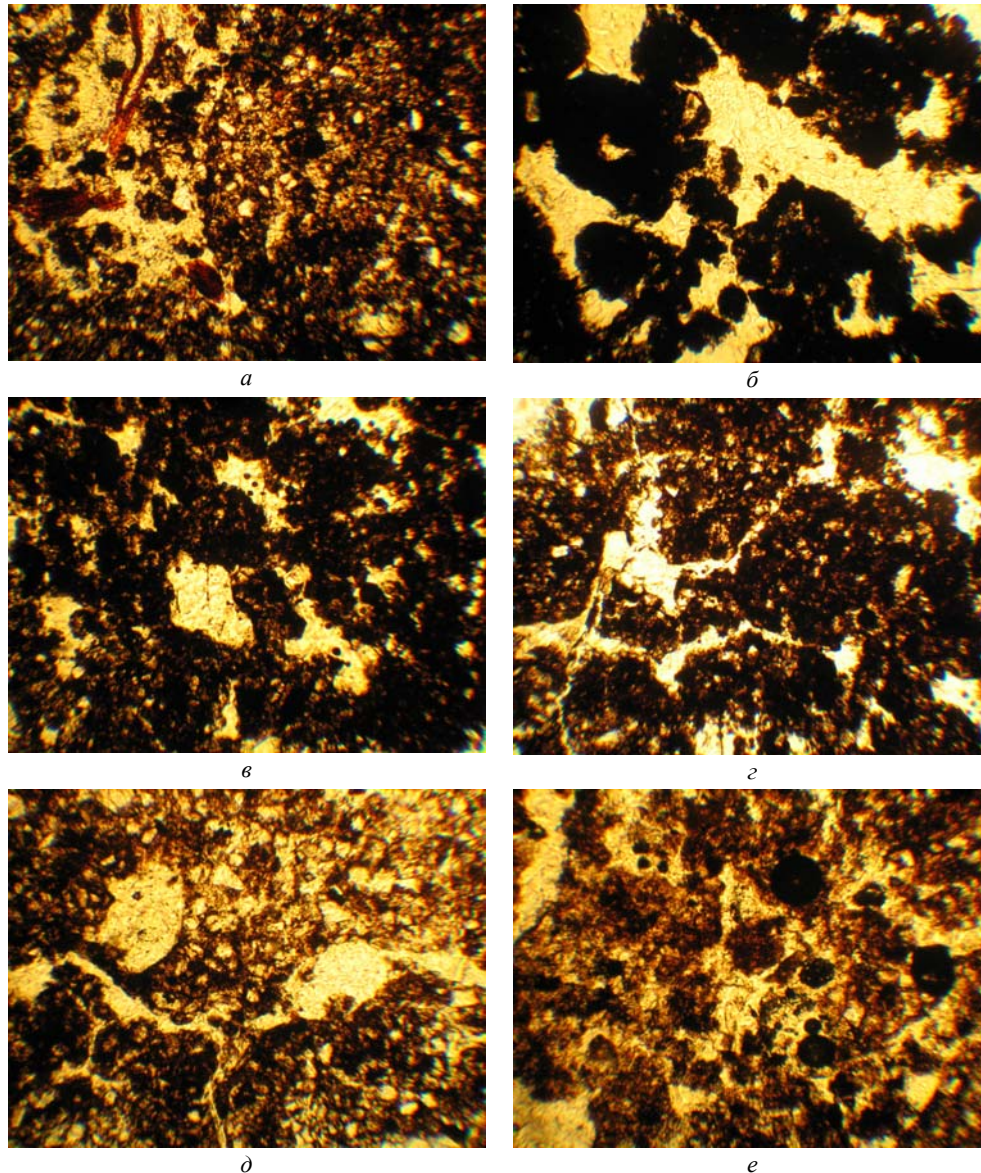


Рис. 2. Мікроморфологічна будова ґрунтів терникових біогеоценозів (Булейко, 2008):
a – гор. 10–20 см, $\times 60$, мікрона губчастого мікроскладення; *б* – гор. 50–60 см, $\times 60$, губчасте мікроскладення з вкрапленнями рослинних решток у порах; *в* – гор. 70–80 см, $\times 60$, мікрона губчастого мікроскладення; *г* – гор. 70–80 см, $\times 60$, губчастий матеріал; *д* – гор. 120–130 см, $\times 60$, шпарини в неагрегованому матеріалі; *е* – гор. 120–130 см, $\times 60$, агрегати

Установлено, що в едафотопіях під терниковими фітоценозами утворюється зоогенний копрілітовий горизонт (Белова, 1997), який має потужність 10–20 см верхніх шарів ґрунту. Цей горизонт повністю пронизаний ходами дощових черв'яків

та ґрунтовою мезофауною, має біогенне походження, що свідчить про сприятливий середовищеперетворюючий вплив фітоценозів терну на вихідні ґрунти.

Біогеоценози терну (Fel_{0-1} , Fel_{1-2} , Fel_2) в умовах південного сходу степової зони України утворюють фітогенні потускули (за Г. М. Висоцьким, 1962; О. Л. Бельгардом, 1971), які додатково забезпечуються водою.

Фітоценози терну значно покращують лісорослинні умови позитивним впливом на едафотопи і виступають як попередні угруповання для подальшого заліснення.

Аналіз цено- й екоморфичної структури флористичного складу терникових біогеоценозів південного сходу України свідчить про значну сільватизацію чагарникових фітоценозів, що проявляється в збільшенні участі представників узлісних і лучно-степових видів трав'янистого покриву.

Установлено необхідність охорони історично цінних терникових біогеоценозів як пам'яток та позитивних факторів у формуванні полезахисних, багатфункціональних штучних насаджень в умовах степової зони України.

Мікроморфологічна організація еолово-ґрунтових відкладів та едафотонів лісових культурбіогеоценозів степової зони України. Еолово-ґрунтовим відкладам притаманна пилувато-плазмова (на чорноземах звичайних) та плазмово-пилувата мікробудова (на чорноземах приазовських та темно-каштанових ґрунтах). У похованих ґрунтах із глибиною, завдяки ущільненню, спостерігається трансформація міжагрегатних пор (Горбань, 2011а, 2011б).

Еолово-ґрунтові відклади відрізняються від похованих ґрунтів лісових культурбіогеоценозів за мінералогічним складом. Ця різниця збільшується зі збільшенням потужності еолово-ґрунтових відкладів. Зазвичай еолові відклади збіднені на мінерали порівняно з гумусовим горизонтом похованих ґрунтів унаслідок їх міграції вниз по профілю, що виявлено в результаті рентгеноструктурного аналізу та підтверджується мікроморфологічними дослідженнями.

Вплив окремих екологічних чинників у формуванні мікроморфологічних властивостей та кутанного комплексу ґрунтів лісових біогеоценозів степу. Запропоновано методи діагностування стану лісових ґрунтів з урахуванням кутанних комплексів та мікроморфологічних властивостей (Стрижак, 2012а, 2012б). Підтверджено відсутність деградаційних процесів і наявності процесів лесиважу у чорноземних ґрунтах під впливом лісової рослинності (Стрижак, 2012в, 2012г).

Для типологій штучних та природних лісів проф. О. Л. Бельгарда надано допоміжні характеристики та удосконалено формули конструювання штучних лісових культурбіогеоценозів у степу за допомогою інформації про кутанні комплекси і кількісних показників градацій зволоження (Стрижак, 2012д).

Установлено, що використання екологічної мікроморфології та кутанних комплексів у ґрунтах природних і штучних лісових екосистем степу є надійним інформаційним інструментом, завдяки якому більш точно розкривається вплив екологічних факторів на мікроморфологічний стан ґрунтів.

Виявлено, що найбільша формоутворювальна роль ґрунтоформуючих процесів належить речовинним факторам (біотичним та абіотичним). Фактори навколишнього середовища підсилюють або послаблюють роль речовинних факторів у ґрунтоформуючих процесах.

Доповнено типологічні характеристики природних лісів степової зони (за О. Л. Бельгардом, 1951, 1971) числовими значеннями градацій зволоження – локальним коефіцієнтом зволоження – ЛКЗ (Л. П. Травлев, 1980) та індексом кутанного комплексу ґрунтів.

Скелетани, пилувато-глинисті та глинисті кутани є вагомим доказом процесів лесиважу (суспензійного переміщення речовин) в умовах лісових суглинчастих ґрунтів степової зони України.

Урахування та включення додаткової інформації про генезис та кутанний мікроморфологічний стан ґрунтів у типологічну формулу при конструюванні лісових

культурбіогеоценозів забезпечить створення більш стійких та довговічних позахисних смуг та масивів.

Для степових біогеоценозів найбільш потужними формотворними екологічними факторами є біотичні (рослинність та ґрунтова фауна). Кореневі системи степової рослинності є ефективними структуро- та пороутворюючими механізмами (рис. 3).

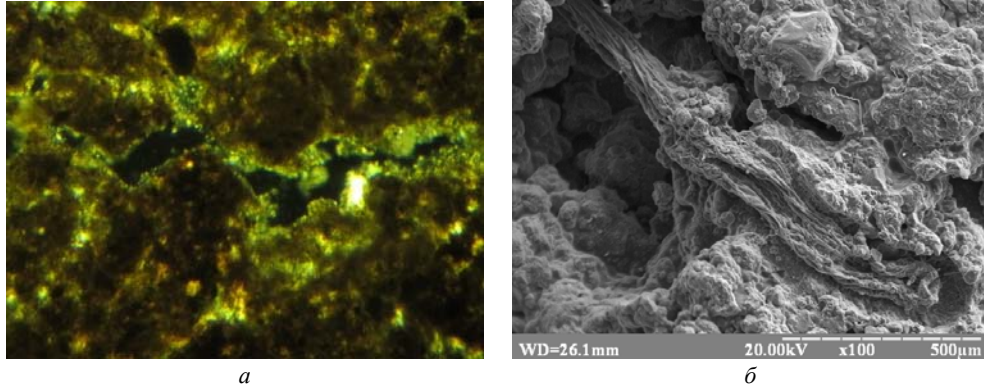


Рис. 3. Мікроморфологічні особливості педонів степової цілини:
a – пори з інтенсивними вицвітами кальциту X 100 нік +;
б – поверхня сколів педонів степової цілини

Для прируслових заплавних біогеоценозів один з основних формотворних процесів – фактори заплавності.

У біогеоценозах центральної заплави повеневі фактори послаблюються, збільшується екологічна формотворна роль біотичних факторів. Ілювіальні процеси призводять до появи глинистих кутан (рис. 4).

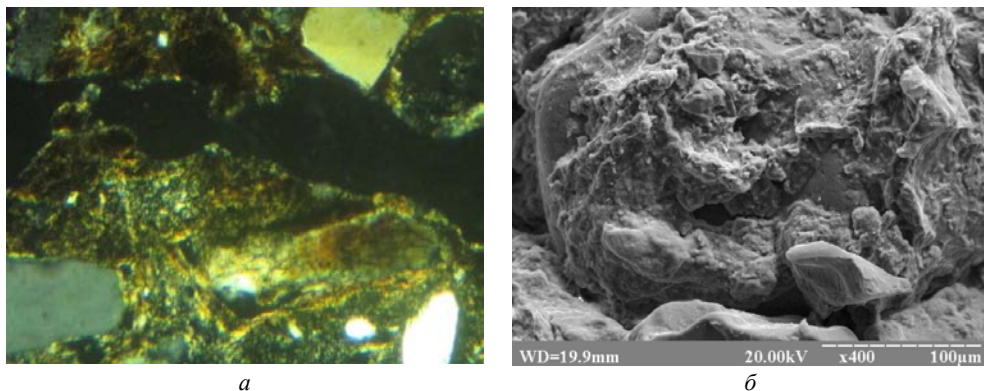


Рис. 4. Мікроморфологічні особливості педонів центральної заплави:
a – глинисті кутани Н₃ 41-60 см X 120 нік +;
б – поверхня зерна мінералу з глинистою кутаною

У притерасних заплавних біогеоценозах фактори заплавності відходять на другий план, уступаючи комплексу екологічних факторів: накопичення великої кількості опаду, близький до поверхні рівень ґрунтових вод та динамічні окисно-відновні умови. Це обумовлює появу багатьох видів кутан (скелетани, пилувато-глинисті, глинисті, залізисті кутани, ферджилани) ілювіального та хемогенного генезису (рис. 5).

Основні екологічні фактори, які впливають на специфічні мікроформи, характерні для ґрунтів борових комплексів, – абіотичного походження: особливості

мікрорельєфу обумовлюють інтенсивність глеєвих процесів у профілі, які спричиняють утворення залізиисто-глинистої плазми та залізистих новоутворень у вигляді мазків та плям по ходах коренів.

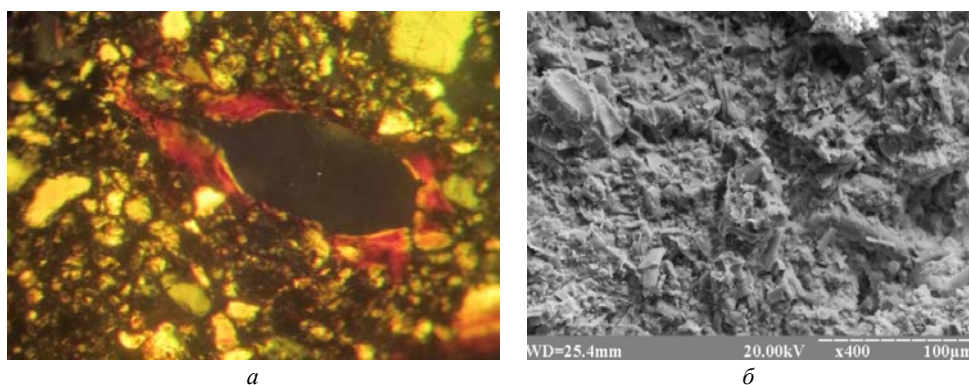


Рис. 5. Мікроморфологічна організація лугово-болотних лісових ґрунтів заплави р. Самари:
а – залізиисто-глиниста кутана в порі X 120 нік +;
б – поверхня сколу

Основними екологічними факторами, які відіграють найбільшу формоутворюючу роль педонів байрачних систем, є біотичні. Внаслідок позитивних формотворних біотичних факторів у біогеоценозах байрачних систем утворюються унікальні, характерні для степової зони, чорноземи лісові.

При проведенні лісової рекультиватії порушених земель Західного Донбасу слід урахувати можливу наявність кутанних комплексів ґрунтів з метою створення більш стійких та довговічних лісових насаджень.

Мікроморфологічні дослідження ґрунтів південного варіанта байрачних лісів південно-східної України. У результаті досліджень мікроморфологічної організації лісових ґрунтів південного варіанта байрачного лісу південно-східної України (на прикладі урочища «Військова балка») виявлено особливості макро- і мікроморфологічної будови ґрунтів на північному схилі байраку (Божко, 2011, 2012).

Визначено і проаналізовано водостійкість структурних агрегатів, а також висвітлено основні ґрунтоутворні процеси.

Основні характеристики мікробудови: по всьому ґрунтовому профілю спостерігається великий вміст органічної речовини; мікроскладення губчасте; елементарна мікробудова – пилувато-плазмова; тип гумусу – муль, представлений гумонами та коломорфним бурим гумусом. У верхніх горизонтах переважають зони агрегованого та губчастого мікроскладення, домінують агрегати зоогенного походження.

Ґрунтоутворні процеси характеризуються інтенсивною гуміфікацією та структуроутворенням.

Морфологічна будова байрачних ґрунтів Присамар'я Дніпровського на делювіальних гумусованих суглинках. З'ясовано, що чорноземні ґрунти схилів байраку та лучно-лісові ґрунти тальвегу характеризуються подібністю мікроморфологічної організації (Яковенко, 2014, 2015).

Зокрема, це стосується плазмово-пилуватої мікробудови, забарвлення ґрунтового матеріалу, вмісту і мікроформ тонкодисперсної органічної речовини (гумони чорного кольору, аморфний гумус бурого забарвлення).

Байрачні ґрунти на делювіальних суглинках характеризуються високим вмістом органічних решток, представлених повним спектром мікроформ від свіжих до сильно розкладених. В ілювіальному горизонті вміст залишків незначний. Форма гумусу – муль.

На мікроморфологічному рівні діагностується утворення елювіального та ілювіального лесивованих горизонтів. Кутанні покриви у профілі лісових ґрунтів

складаються із зерен пилюватої та дрібної фракцій, що розміщуються по стінках пор, агрегатів та органічних решток.

Мікроструктурний стан відзначається повною агрегованістю та високою пористістю поверхневих горизонтів, складених копрогенними агрегатами. Поровий простір сформований переважно міжагрегатними порами. Вниз по профілю спостерігається ущільнення складення і зміна морфології структурних окремоостей. Мікроструктура стає губчастою та неагрегованою. Пористість представлена переважно порами-тріщинами, каналами та порами-камерами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Балалаєв О. К. Досвід застосування комп'ютерних технологій у морфометричних дослідженнях ґрунтових мікрошліфів / О. К. Балалаєв // Ґрунтознавство. – 2002. – Т. 2, № 1–2. – С. 88–96.

Балалаєв А. К. Опыт компьютерного исследования структуры порового пространства почвы методом Монте-Карло / А. К. Балалаєв // Ґрунтознавство. – 2003. – Т. 4, № 1–2. – С. 19–25.

Балалаєв А. К. О вычислении метрических признаков видимых пор по цифровым изображениям прозрачных почвенных микрошлифов / А. К. Балалаєв // Ґрунтознавство. – 2004. – Т. 5, № 3–4. – С. 89–97.

Балалаєв А. К. Варианты вычисления информационной энтропии цифровых почвенных изображений для эколого-микроморфологического анализа / А. К. Балалаєв // Екологія та ноосферологія. – 2004. – Т. 15, № 1–2. – С. 96–112.

Белова Н. А. Об использовании микроморфологического метода в исследовании почв искусственных дубрав на плакоре Присамарья / Н. А. Белова, Е. А. Ярилова // Структурно-функциональные особенности естественных и искусственных биогеоценозов. ДГУ. – Д., 1978. – С. 161–163.

Белова Н. А. Биоэкологические и микроморфологические особенности лесных эдафотопов Присамарья / Н. А. Белова // Вопросы степного лесоведения и лесной рекультивации почв. – Д.: ДГУ, 1986. – С. 56–64.

Белова Н. А. Эколого-биологические и микроморфологические особенности эдафотопов искусственных лесных насаждений настоящих степей / Н. А. Белова // Охрана и рациональное использование защитных лесов степной зоны. – 1987. – С. 79–87.

Белова Н. А. Эколого-микроморфологические аспекты черноземного почвообразования в байрачных лесах степной зоны Украины / Н. А. Белова // Екологія та ноосферологія. – 1995. – Т. 1, № 1–2. – С. 74–91.

Белова Н. А. Экология, микроморфология, антропогенез лесных почв степной зоны Украины / Н. А. Белова. – Д.: ДГУ, 1997. – 263 с.

Белова Н. А. Естественные леса и степные почвы / Н. А. Белова, А. П. Травлев. – Д.: ДГУ, 1999. – 343 с.

Белова Н. А. Экологическая микроморфология былых и современных процессов лесного почвообразования степи / Н. А. Белова // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – 1999. – Вып. 3. – С. 159–164.

Белова Н. А. Эколого-микроморфологические особенности строения эдафотопов Старобердянской лесной дачи / Н. А. Белова // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – 2000. – Вып. 4. – С. 36–43.

Белова Н. А. Особенности генезиса порового пространства почв лесных биогеоценозов в условиях степного Приднепровья / Н. А. Белова, А. К. Балалаєв, В. Н. Яковенко // Ґрунтознавство. – 2006. – Т. 7, № 1–2. – С. 69–79.

Білова Н. А. Мікрморфологічна та хімічна характеристика формування ґрунтів плесів та дамбохвостосховищ Кривбасу / Н. А. Білова, О. М. Сметана, Н. А. Сметана // Ґрунтознавство. – 2007. – Т. 8, № 1–2. – С. 33–40.

Белова Н. А. Опыт выявления деструктивных лесных сетей на основе микроморфологического тестирования эдафотопов / Н. А. Белова, А. П. Травлев // Екологія та ноосферологія. – 2001. – Т. 10, № 1–2. – С. 31–41.

Белова Н. А. Экологическая полиморфность и гетерогенность лесных эдафотопов в степи / Н. А. Белова, А. П. Травлев // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – 2002. – Вып. 6. – С. 4–11.

- Белова Н. А.** Эволюция и генезис почв под байрачными лесными фитоценозами в степи / Н. А. Белова, А. П. Травлев, А. В. Боговин, В. С. Чернышенко // Грунтознавство. – 2010. – Т. 11, № 1–2. – С. 16–28.
- Белова Н. А.** Симметричность и аналоговые типы лесного почвообразования в степи в микроморфологическом освещении / Н. А. Белова // Экологія та ноосферологія. – 1999. – Т. 8, № 2. – С. 52–57.
- Белова Н. А.** О происхождении кремнеземистой присыпки в почвах степных лесов / Н. А. Белова, А. П. Травлев // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – 2012. – Вып. 41. – С. 3–9.
- Бельгард А. Л.** Степное лесоведение / А. Л. Бельгард. – М.: Лесн. пром-сть, 1971. – 336 с.
- Божко К. М.** Мікрморфологічні властивості едафотопів урочища «Військова балка» / К. М. Божко // Грунтознавство. – 2011. – Т. 12, № 3–4. – С. 69–77.
- Божко К. М.** Екологічні та мікрморфологічні особливості ґрунтотворних процесів байрачних едафотопів колишньої порожистої частини Дніпра / К. М. Божко // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – 2012. – Вып. 41. – С. 50–58.
- Булейко А. А.** Особенности макроморфологического и микроморфологического строения эдафотопов терновников Присамарья / А. А. Булейко // Грунтознавство. – 2007. – Т. 8, № 1–2. – С. 49–58.
- Булейко А. А.** Оценка микроморфологических свойств эдафотопов терновниковых ценозов (*Prunus spinosa* L.) / А. А. Булейко // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя: ЗНУ, 2008. – Вып. 13, № 2. – С. 19–28.
- Булейко А. А.** Сравнительная характеристика эдафотопов терновниковых биогеоценозов / А. А. Булейко // Грунтознавство. – 2009. – Т. 10, № 1–2. – С. 95–103.
- Булейко А. А.** Еколого-мікрморфологічні особливості едафотопів терникових біогеоценозів, розташованих в границях Присамарського біогеоценологічного стаціонару / А. А. Булейко, Н. Б. Мітіна // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя: ЗНУ, 2013а. – Вып. 18, № 1. – С. 47–54.
- Булейко А. А.** Еколого-мікрморфологічна характеристика едафотопів терникових біогеоценозів, які зростають на колишніх землях природних байрачних лісів / А. А. Булейко, Ю. Л. Полева // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя: ЗНУ, 2013б. – Вып. 18, № 2. – С. 249–258.
- Высоцкий Г. Н.** Избранные труды / Г. Н. Высоцкий. – М.: Сельхозгиз, 1962. – С. 151–241.
- Горбань В. А.** Лісознавчі дослідження микроморфології еолових відкладів у лісових культурбіогеоценозах Присамар'я Дніпровського / В. А. Горбань, О. В. Стрижак // Экологія та ноосферологія. – 2011а. – Т. 22, № 3–4. – С. 109–118.
- Горбань В. А.** Особливості микроморфологічної будови еолово-ґрунтових відкладів та едафотопів лісових культурбіогеоценозів Приазов'я / В. А. Горбань, О. В. Стрижак // Грунтознавство. – 2011б. – Т. 12, № 3–4. – С. 61–69.
- Золотарев С. А.** Современные процессы в серых лесных почвах Украины / С. А. Золотарев // Лесоводство и агролесомелиорация. – Вып. 10. – К.: Урожай, 1970. – С. 3–12.
- Іванько І. А.** Екологічна роль світлової структури у формуванні лісових культур біогеоценозів в степу (середовищеперетворення, сільватизація, стійкість) / І. А. Іванько: Автореф. дис. ... канд. біол. наук. – Д., 2002. – 18 с.
- Іванько І. А.** Характеристика микроморфологической организации биогенных горизонтов почв искусственных насаждений полутеневого типа световой структуры / И. А. Иванько // Грунтознавство. – 2007. – Т. 8, № 1–2. – С. 140–142.
- Карпачевский Л. О.** Проблемы экологического почвоведения // Экологія та ноосферологія. – 1995. – Т. 1, № 1–2. – С. 48–55.
- Ловелиус Н. В.** Лесные экосистемы Украины и тепловогообеспеченность / Н. В. Ловелиус, Ю. И. Грицан. – Санкт-Петербург: Нева, 1998. – 335 с.
- Олег І. Є.** Екологічна роль фізичних властивостей лісових ґрунтів степового Придніпров'я (лісорослинні умови, генезис, типологія) / І. Є. Олег: Автореф. дис. ... канд. біол. наук. – Д., 1996. – 18 с.
- Полозова Л. Г.** Вековые колебания климата на основе анализа годичного прироста деревьев вдоль полярной границы леса / Л. Г. Полозова, С. Г. Шиятов // История биогеоценозов СССР в голоцене. – М.: Наука, 1976. – С. 14–23.
- Сайко В. Ф.** Проблеми раціонального використання земельного фонду України / В. Ф. Сайко // Землеробство. – 1996. – Вып. 71. – С. 3–11.

- Стрижак О. В.** Еколого-мікроморфологічні особливості ґрунтів вільхових біогеоценозів Присамар'я Дніпровського / О. В. Стрижак // Науковий вісник Чернівецького університету. Біологічні системи. – Чернівці, 2012. – Т. 4, вип. 2. – С. 210–212.
- Стрижак О. В.** Еколого-мікроморфологічні особливості ґрунтів заплавних прируслових біогеоценозів р. Самари / О. В. Стрижак // Ґрунтознавство. – 2012. – Т. 13, № 1–2. – С. 102–107.
- Стрижак О. В.** Мікроморфологічні особливості ґрунтів степових біогеоценозів / О. В. Стрижак // Ґрунтознавство. – 2012. – Т. 13, № 3–4. – С. 52–65.
- Стрижак О. В.** Еколого-мікроморфологічна характеристика аренних борових біогеоценозів / О. В. Стрижак // Екологія та ноосферологія. – 2012. – Т. 23, № 3–4. – С. 45–56.
- Стрижак О. В.** Еколого-мікроморфологічні особливості штучних ґрунтів на малопотужних варіантах едафотопів рекультивованих шахтних відвалів Західного Донбасу / О. В. Стрижак, Н. В. Романова // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Рекультивация складних техноэкосистем у новому тисячолітті: ноосферний аспект». – Д., 2012. – С. 353–357.
- Травлев А. П.** Мониторинг элементарных почвенных процессов, их влияние на микроморфологическое состояние лесных почв в степи / А. П. Травлев, Н. А. Белова // Мониторинговые исследования биogeоценологических катен степной зоны. – 1995. – С. 4–12.
- Травлев А. П.** Экология почвообразования лесных черноземов / А. П. Травлев, Н. А. Белова, А. К. Балалаев // Ґрунтознавство. – 2008. – Т. 9, № 1–2. – С. 19–29.
- Травлев А. П.** Мікроморфологія лессиважних процесів в байрачних лесних черноземах степної зони України / А. П. Травлев, Jose Manuel Resio Espej, Н. А. Белова, Е. В. Кузнецов, А. К. Балалаев // Ґрунтознавство. – 2007. – Т. 8, № 1–2. – С. 6–24.
- Ющук Е. Д.** Мікроморфологічні особливості ґрунтів степних біогеоценозів Кривбасса / Е. Д. Ющук // Кадастрові дослідження степних біогеоценозів Присамар'я Дніпровського, їх антропогенна динаміка і охорона. – 1991. – С. 134–146.
- Ющук Є. Д.** Мікроморфологічна будова ґрунтів під лісовим насадженням в умовах техногенної зони Криворіжжя / Є. Д. Ющук // Питання лісового лісознавства та лісової рекультиваци земель. – 1999. – Вип. 3. – С. 62–68.
- Ющук Є. Д.** Мікроморфологічні та екологічні особливості чорноземних ґрунтів під лісовими насадженнями Криворіжжя / Є. Д. Ющук // Ґрунтознавство. – 2005. – Т. 6, № 1–2. – С. 38–44.
- Ющук Є. Д.** Морфологічне вивчення ґрунтоутворювальних процесів під лісовими насадженнями Криворіжжя / Є. Д. Ющук // Ґрунтознавство. – 2009. – Т. 10, № 3–4. – С. 37–41.
- Яковенко В. Н.** Особливості зоогенного структуроутворення лесних черноземов байрачних лесов Присамар'я / В. Н. Яковенко // Екологія та ноосферологія. – 1999. – Т. 8, № 4. – С. 77–82.
- Яковенко В. Н.** Микроструктура и микроморфология черноземов обыкновенных лесоулучшенных Присамар'я Дніпровського / В. Н. Яковенко // Екологія та ноосферологія. – 2000. – Т. 9, № 1–2. – С. 98–107.
- Яковенко В. М.** Микроструктура ґрунтів лісових екосистем Присамар'я Дніпровського / В. М. Яковенко // Науковий вісник Чернівецького університету. – Чернівці, 2004. – Вип. 194. Біологія. – С. 170–177.
- Яковенко В. Н.** Микростроение зоогенных агрегатов лесных почв юго-востока Украины / В. Н. Яковенко // Питання степового лісознавства та лісової рекультиваци земель. – Д., 2004. – Вип. 8. – С. 37–46.
- Яковенко В. М.** Мікроморфологічна діагностика чорноземів Присамар'я / В. М. Яковенко // Ґрунтознавство. – 2008. – Т. 9, № 3–4. – С. 119–127.
- Яковенко В. М.** Вплив делювіальних процесів на макро- та мікроморфологію байрачних лісових ґрунтів / В. М. Яковенко // Ґрунтознавство. – 2014. – Т. 15, № 3–4. – С. 70–85.
- Яковенко В. М.** Морфологія лісового байрачного ґрунтоутворення на делювіальних суглинках / В. М. Яковенко, Н. А. Білова // Ґрунтознавство. – 2015. – Т. 16, № 3–4. – С. 5–17.
- Ярилова Е. А.** Особенности микростроения искусственных почвогрунтов на участках лесной рекультивации Западного Донбасса / Е. А. Ярилова, Н. А. Белова, Е. А. Глебова // Вопросы степного лесоведения, биogeоценологии и охраны природы. – 1979. – Вип. 9. – С. 28–34.

ССАВЦІ ЯК ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ У ЛІСАХ СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

В. Л. Булахов

кандидат біологічних наук, професор

О. Є. Пахомов

доктор біологічних наук, професор

О. А. Рева

кандидат біологічних наук, доцент

М. В. Шульман

У важких умовах степу лісове угруповання є найважливішою біогеоценотичною системою у створенні оптимальних екологічних умов. Ця роль значно посилюється в умовах техногенної дії потужних індустріальних центрів на хід природних процесів у навколишньому середовищі з перетворенням певної частини його в техногенні ландшафти. У зв'язку з цим виникає загальна потреба як у створенні нових штучних лісових насаджень, так і у відновленні їх у порушених територіях – тобто в рішенні проблем лісової рекультиваци та екологічної реабілітації трансформованих систем.

Створення штучних лісових насаджень, лісова рекультиваци та екологічна реабілітація вимагають глибокого біогеоценотичного осмислення складної структури і функції лісового угруповання в степу і встановлення функціональної ролі тих компонентів і елементів, роль яких спрямована на підтримку основних функцій лісу як екосистеми, природного збереження і розвитку в складних екологічних умовах. Ссавці серед хребетних тварин і є таким біотичним елементом, спосіб життя яких сприяє утворенню екологічної стабілізації системи, яка проявляється в ґрунтоутворних процесах, у біотичному потоці енергії, формуванні біопродуктивності та біорізноманіття.

Перші відомості про ссавців степового Придніпров'я, територія яких була частиною колишньої Катеринославської губернії, були представлені в класичній роботі К. Ф. Кеслера (1850). Подальша деталізація і відомості про регіон наведено в роботах М. В. Шарлеманя (1920), А. А. Браунера (1923), І. І. Барабаш-Нікіфорова (1927, 1928), О. О. Мігуліна (1929, 1938), В. В. Стаховського (1929), М. Г. Мілютіна (1930), І. Г. Підоплічко (1936). Матеріали про склад і роль ссавців, характерних для степової зони, опубліковані в ряді класичних робіт українських теріологів (Абеленцев та ін., 1956; Абеленцев, 1968; Сокур, 1960, 1963; Корнєєв, 1965).

Безпосереднє систематичне вивчення ссавців розпочалося з організації і проведення масштабних досліджень у складі Комплексної експедиції з вивчення степових лісів південного сходу України, організованої у 1949 році професором О. Л. Бельгардом, де теріологи брали участь із самого початку її роботи і працюють у ній до цього часу. Вивчення теріофауни проводилося як шляхом експедиційних досліджень різних лісових насаджень і масивів, так і стаціонарно на Присамарському міжнародному біосферному стаціонарі з 1967 року.

У різні роки і до цього часу значний вклад у вивчення біорізноманіття та функціональної ролі ссавців внесли В. В. Стаховський, М. Є. Писарева, В. Л. Булахов, О. Є. Пахомов, О. А. Рева, В. П. Черниш, О. В. Міхєєв, О. А. Земляний, О. Н. Пилипко. В. В. Стаховський (1948) уперше дав детальний опис найважливішого з точки зору загального біорізноманіття Самарського лісу, де соснові бори мають найпівденніше проникнення в степову зону. Разом з М. Є. Писаревою (1948) він дав опис ссавців долини р. Оріль. М. Є. Писарева (1953, 1960, 1968 та ін.) представила повну характеристику ссавців основних лісових угруповань (природних і штучного походження) південного сходу України (Дніпропетровської та частково Донецької

областей). Особливо велика увага була звернена на фауну гризунів і регуляцію їх чисельності хижими ссавцями. В. Л. Булахов (1976, 1980, 1982, 1986 та ін.) почав масштабні дослідження з вивчення середовищеутворюючої діяльності ссавців у лісових біогеоценозах, які поступово переросли в загальну оцінку функціональної ролі ссавців і їх використання в екологічній реабілітації трансформованих екосистем. В. П. Черниш (1970, 1972, 1977) вивчав взаємозв'язки мікромамалій з деякими структурними елементами в лісових біогеоценозах і роль лісових видів копитних (лось, кабан) у степових лісах. О. С. Пахомов (1978, 1983, 1986, 1998) установив особливості ґрунтоутворної ролі ссавців у лісових екосистемах. О. А. Рева (1984, 1992, 2003, 2005 та ін.) досліджувала особливості просторового розподілу ссавців у лісових екосистемах, їх трофічну дію на фіто- і зоомасу, роль у продукційних процесах. О. В. Міхеев вивчав особливості міграції кадмію під впливом ріучої діяльності ссавців, трофічні зв'язки куницевих, формування просторової структури та морфофізіологічної диференціації угруповань деяких гризунів, широту просторової ніші ссавців в умовах заплавної лісової Присамар'я. О. А. Земляним (2004, 2007 та ін.) розроблено екологічні адаптації дрібних ссавців в умовах техногенного забруднення лісових біогеоценозів степового Придніпров'я. О. Н. Пилипко (2002, 2003, 2006 та ін.) вивчала особливості впливу екскрецій лося на хімічні особливості лісових ґрунтів степового Придніпров'я.

Комплексність досліджень і обумовлена необхідність вивчення багатобічних зв'язків ссавців із різними біотичними і абіотичними елементами екосистем привела до необхідності залучення багатьох фахівців: мікробіологів, хіміків, біохіміків, ензимологів, ботаніків, протозоологів, педозоологів, ентомологів. У дослідженнях брали участь викладачі різних кафедр університету і ряд фахівців з інших вузів (агроуніверситет, медична академія, Дніпровсько-Орільський природний заповідник). У зв'язку з цим у різний час активну участь у дослідженнях брали: М. П. Акімов, Н. В. Антонєць, В. О. Барсов, Ю. П. Бобильов, О. П. Бойкачова, Л. І. Буза, І. К. Булик, Л. В. Грачова, О. С. Григоренко, А. А. Губкін, Л. В. Доценко, О. В. Жуков, С. М. Кириєнко, А. Г. Компанієць, А. М. Корабльов, Н. П. Коцюбинська, А. Ф. Кулік, Ю. Л. Кульбачко, М. І. Курінна, В. С. Литвин, А. М. Місюра, О. М. М'ясоєдова, О. Ф. Пилипенко, Н. С. Романєєв, В. Н. Романенко, Ю. Б. Смірнов, М. Ю. Суворкін, С. Н. Тарасенко, П. І. Товбін, А. П. Травлеєв, Л. П. Травлеєв, В. А. Трошкін, Г. І. Тиригіна, П. Т. Чегорка і М. В. Шульман. Серед учасників досліджень були й студенти, що виконували дипломні роботи, які публікувалися в наукових збірниках і матеріалах різних конференцій на зооекологічні теми: Г. С. Абрамова, Л. В. Біленко, О. В. Владимірова, В. С. Гаркавенко, Ю. Л. Герашенко, Т. А. Діамідова, В. Л. Жук, Т. А. Замєсова, О. В. Каюн, Л. А. Лєонова, Л. Н. Лукацька, В. І. Новосел, Т. І. Турло.

Методологічною основою у вивченні ссавців як елементів екосистем слугувало вчення про біогеоценоз В. М. Сукачова (1947, 1966) і загальні програмні біогеоценологічні принципи у встановленні закономірностей формування біорізноманіття. Вагомим також є розподіл за типами екосистем, виявлення складних взаємозв'язків серед різних біотичних елементів і компонентів в екосистемах, що обумовлюють процеси продуктивності, енергетичного балансу, ґрунтоутворних процесів, захисних механізмів системи та інших процесів, що є базовою основою в створенні штучних лісових насаджень у важких умовах степового оточення, ділянок лісової рекультивациі та екологічної реабілітації трансформованих ландшафтів.

Основа методичних прийомів досліджень полягала у визначенні виду тварини як візуально, так і за класичними визначниками, установлення кількісного складу за відомими методиками (Формозов, 1937; Ралль, 1939; Дулькейт, 1962; Губарь, 1976), визначення біомаси та продуктивності кожного виду й усієї кількості ссавців по системах, оцінка певної популяції в енергетичному балансі екосистем шляхом розрахунку трансформації біотичної енергії в основному і при активному обміні

метаболічного процесу (Hemmingsen, 1960; Вінберг, 1962) згідно із запропонованою формулою для ссавців:

$$Q = 70 \times m^{0,75} \times n$$

(Q – основний обмін; m – вага особини, кг; n – кількість особин в екосистемі, де активний обмін становить у комахоїдних у триразовому розмірі, для інших ссавців – у дворазовому).

Функціональна роль ссавців в інших біогеоценотичних процесах оцінювалась:

– створенням захисних механізмів системи шляхом визначення об'ємів вилучення тваринами первинної продукції і впливом їх на збереження загальної продуктивності автотрофів відповідно до екологічної піраміди;

– роллю ссавців у ґрунтоутворних процесах при дії на ґрунти пориїв і потрапляння метаболічного опаду шляхом визначення масштабів і об'ємів вказаної дії. У зв'язку з цим встановлено міграцію хімічних елементів і вплив ґрунторіїв на формування в ґрунті гумусу.

Усі роботи з визначення хімічних елементів, ферментів, мікроорганізмів, різних об'єктів мікро- і макрофауни проводилися відповідними фахівцями в спеціалізованих лабораторіях.

Роботи з встановлення різних аспектів біогеоценотичної ролі ссавців проводилися на основі порівняльного аналізу на спеціальних експериментальних ділянках з контрольними, де контролем служили звичайні природні системи, а експериментальними – ділянки, схожі з природними, але ізольовані від впливу тварин.

Організаційну основу Комплексної експедиції склали наукові групи з усіх функціональних компонентів структури лісового біогеоценозу. Завдяки цьому наукові дослідження здійснювалися при тісній взаємодії і співпраці ботаніків, зоологів, мікробіологів, ґрунтознавців, кліматологів, гідрологів і багатьох інших фахівців.

Група теріологів входила до зоологічного відділу, де також були представлені фахівці з протозоології, педозоології, батрахології, герпетології і орнітології. Групу теріологів у різний час очолювали: проф. В. В. Стаховський (до 1953 р.), доц. М. Є. Писарева (1954–1967 рр.), проф. В. Л. Булахов (1968–2012 рр.), проф. О. Є. Пахомов (з 2012 року по цей час).

На першому етапі (1949–1955 рр.) експедиційними дослідженнями були охоплені найголовніші штучні масиви Дніпропетровської, Донецької, Запорізької, Миколаївської і Одеської областей, що входять у південно-східну частину степової зони України. У цей період вивчався видовий склад ссавців, їх просторовий і біогеоценотичний розподіл, досліджувалися його загальні принципи відповідно до екологічної структури лісового угруповання.

На другому етапі (1956–1967 рр.) Комплексна експедиція проводила роботу напівстаціонарним методом досліджень з організацією тимчасових (весняно-літніх) стаціонарів упродовж ряду років. Такі напівстаціонарні дослідження були організовані в Комісарівському лісовому масиві, Дібрівському (Великомихайлівському) лісі – найстаріших штучних лісових насадженнях Дніпропетровщини і Котовському лісництві, що поєднують природні заплавні і штучні соснові насадження, а також у природних лісових екосистемах – байрачних дібровах Присамар'я, у пороговій частині Дніпра. У цей період тривали дослідження видового та кількісного складу теріофауни, визначення ролі найбільш масових видів гризунів у сільватизаційному процесі та засоби боротьби з ними. Визначено оцінку хижих ссавців як біотичного елемента, контролюючого стан популяцій ссавців-фітофагів. Почалися дослідження щодо встановлення просторового розподілу ссавців у залежності від лісорослинних умов, віку лісового угруповання, світлової структури деревостану, зімкнутості крони дерев, від потужності і міри покриття ґрунтового покриву лісовою підстилкою, від складу та ступеня покриття травостоєм і чагарниковим підліском. У результаті були розроблені принципи організації теріологічних комплексів і доведено їх зв'язок з екологічним типом деревостану.

Третій етап (із 1968 р. по цей час) характеризується тим, що на базі Комплексної експедиції ДДУ був організований Присамарський стаціонар (переіменований у Міжнародний біосферний) з охопленням штучних лісових насаджень на плакорі, природних лісових угруповань у байрачних і заплавних дібровах, судібровах, вільшаниках і соснових борах. Роботи проводяться більш детально з моніторинговими дослідженнями впродовж усього року. Базовим напрямом у стаціонарних дослідженнях стало вивчення різноманітної функціональної ролі екологічних комплексів ссавців. Були розгорнуті роботи з трофічної ролі ссавців, трансформації біотичної енергії ними в різних типах екосистем, а також їх ролі у загальному енергетичному потоці, оцінки участі ссавців у процесах природного лісовідновлення, ролі ссавців як годівників і розповсюджувачів екто- та ендопаразитів, накопичення організмами різних інгредієнтів забруднення природного середовища, участі ссавців у ґрунтоутворюючому процесі і в процесі самоочищення ґрунтового покриву від техногенного забруднення. Визначено деталізацію складного зв'язку екологічних комплексів ссавців з біогеоценологічними чинниками степового лісу. Почалися дослідження консортивних, парцелярних і міжбіогеоценологічних зв'язків тварин у різних типах степового лісу.

Значний розвиток на базі Присамарського міжнародного біосферного стаціонару отримали дослідження з виявлення ролі ссавців щодо формування первинної і вторинної продуктивності лісових екосистем.

У загальному комплексі робіт експедиції вагоме місце зайняли дослідження ссавців як середовищеутворюючих чинників. Уперше почалися й отримали значний розвиток дослідження з впливу ссавців на біологічну активність ґрунтів (ферментативну, мікробіологічну, інтенсифікацію ґрунтового «дихання») і на формування комплексу NPK.

На основі отриманих результатів про закономірності видового та кількісного розподілу екологічних комплексів ссавців, характер їх функціональної ролі, особливо тих, що спрямовані на підтримку сільватизаційних процесів у важких умовах степу, були розроблені зооекологічні основи степового лісознавства і лісової рекультивациі шахтних відвалів у місцях розробок вугільних родовищ.

В останні 20 років значно розширився фронт теріологічних досліджень. Вивчено теріогенне формування фітоценозу в штучних лісових насадженнях і байрачних дібровах, а також роль ссавців в утворенні антипресингового буфера ґрунтів степових лісів проти техногенного забруднення, встановлено принципи дезактивації ґрунтів при їх радіоактивному забрудненні.

Порівняльний аналіз видового та кількісного складу популяцій ссавців в еталонних (Присамарський міжнародний біосферний стаціонар) і в різних за ступенем трансформації лісових екосистемах дозволив у комплексі з іншими спеціалізованими зоологічними бригадами колективу кафедри зоології та екології, а також лабораторії біомоніторингу НДІ біології визначити основні заходи з охорони ссавців та включенню їх до Червоної книги Дніпропетровської області (В. Л. Булахов та ін., 2011). За пропозицією теріологів Дніпропетровського національного університету до національної Червоної книги (2009 р.) також було включено ряд видів ссавців.

На основі впровадження заходів з охорони теріологічних комплексів були складені обґрунтування і створено перший на Дніпропетровщині Дніпровсько-Орільський природний заповідник. Сформульовано обґрунтування для створення біосферного заповідника «Самарський бір» і національного природного парку «Орільський». Створено ландшафтні заповідники загальнодержавного («Комарівщина», «Приорільський», «Інгулецький степ») і місцевого значення («Богданівський», «Визирка», «Урочище Хорошеве») і ряд інших.

Видова різноманітність теріофауни впродовж XX і початку XXI століть постійно зазнавала змін і коливалася в межах 58–73 видів.

Ці зміни були обумовлені як кліматичними, так і антропогенними чинниками – акліматизацією тварин і пресом техногенної дії, що посилюється, на екосистеми.

За різноманітністю видового складу ссавці в степових лісах серед хребетних тварин займають субдомінантне положення (23,1–34,0 %), поступаючись птахам в 1,7–2,9 разу. За чисельністю ссавці домінують у лісових екосистемах (плакорних місцях мешкання), у байрачних дібровах і штучних лісових насадженнях (51,8 і 68,5 %) і значно поступаються земноводним як субдомінанти в долинних лісах (заплавних дібровах і аренних борах (14,5 і 8,8 %)).

Особливості біогеоценотичного розподілу. Вивчення розподілу теріофауни залежно від конкретних біогеоценотичних чинників степового лісу має пряме відношення до пізнання структурно-функціональних особливостей лісового угруповання та оцінки функціональної ролі ссавців у різних екосистемах. Основними чинниками, що обумовлюють біогеоценотичний розподіл у степових лісах, є: екологічна структура деревостану, світлова структура, зімкнутість крони, ступінь зволоження місць мешкання, механічний склад ґрунтів, наявність травостою і чагарникового підліска, потужність підстилки тощо. Різні поєднання їх створюють необхідні умови для різних екологічних комплексів звірів.

Відношення всього комплексу ссавців до світлової структури насаджень характеризується постійним збільшенням загального кількісного складу від освітленої до тіньової (із 17 до 36,1 %) від загальної кількості тварин. Подібна залежність відзначається для всіх макромамалій з дещо іншими величинами. Для комахоїдних у цілому така сама закономірність, але з різною інтенсивністю збільшення чисельності. Так, в освітлених структурах їх кількість 0,7–1,5, у напівосвітлених збільшується до 6,4–10,6 %. У напівтіньових і тіньових структурах їх чисельність збільшується до 42,1–44,3 % і 47,4–52,4 % відповідно. Середнє кількісне співвідношення гризунів збільшується у напівосвітлених структурах лише від 0,7 до 6,4 %. Для гризунів і зайця-русака відзначається зворотня залежність: 31,1–29,7 – 20,0–19,2 %. Подібна залежність формування чисельного складу звірів характерна і до зімкнутої крони насадження.

Вплив механічного складу ґрунту має важливе значення в основному для мікромамалій. Макромамалії до нього відносяться індіферентно. Комахоїдні віддають перевагу супіщаним ґрунтам (45,5 % від кількості всіх мікромамалій), дещо знижується їх чисельність у легких суглинках (до 33,3 %) і значно менше їх у важких суглинках і піщаних ґрунтах (9,1 і 12,1 %). Гризуни в найбільшій кількості поселяються на легких суглинках (36,7 %) з незначним зменшенням їх на супісках (31,1 %) і у важких суглинках (25,5 %). На піщаних ґрунтах їх зустрічається незначна кількість (6,7 %).

Відносно ссавців до міри ґрунтового зволоження відзначається однакова тенденція – поступове наростання чисельності від сухих до свіжих позицій із подальшим зниженням від вологих до мокрих. Лише в копитних максимум чисельності зафіксований на вологих ґрунтах.

Велику роль біогеоценотичного чинника для розподілу ссавців має підстилка (мертвий рослинний опад). Передусім вона є місцем концентрації значної кількості трофічних об'єктів, а також важливим компонентом в утворенні термоізоляції і збереження вологості. Комахоїдні в найбільшій кількості зустрічаються при потужності (товщині) підстилки 3,5 см (36,7 % усього чисельного складу). Потім цей показник знижується як у бік зменшення потужності підстилки, так і в бік її збільшення.

При потужності підстилки в 2,5 см кількість комахоїдних знижується до 28,1, потім різко зменшується до 18,9 % при товщині підстилки в 1,5 см, а при її відсутності падає до 3,7 %. При збільшенні потужності підстилки до 4,5 см і більше також відзначається різке зниження чисельності комахоїдних (10,5–2,1 %).

Максимальна чисельність гризунів відзначається при потужності підстилки до 2,5 см (42,4 %) з незначним зниженням при товщині підстилки 1,5 см (34,3 %) і

різкому зниженні при її відсутності (10,1 %). Зі збільшенням потужності підстилки йде інтенсивніше зниження чисельності тварин: при товщині підстилки до 3,5 см – 11,6; при 4,5 см – 1,2; при 5,5 см і більше – 0,4 %.

З макроамалій прямий зв'язок кількісного складу і потужності підстилки відзначається для кабана.

При покритті і розвитку чагарникового підліску найбільш оптимальні умови для ссавців складаються в лісових екосистемах з наявністю підліску і травостою з покриттям території до 60–70 %. Збільшення і зниження цього покриття призводить до поступового зниження чисельності всіх комплексів ссавців.

Біомаса і продуктивність. Серед хребетних ссавці як за біомасою, так і за чисельним розвитком домінують у лісових екосистемах і на плакорі – у байрачних дібровах і штучних лісових насадженнях (57,2 і 67,8 % від усієї маси хребетних і субдомінантне в долинних лісах – у заплавних дібровах і аренних борах 30,1 і 12,2 %). Біомаса їх найбільша в заплавних дібровах і становить 9,5 (8,4–10,7) кг/га, у байрачних дібровах – 4,5 (3,8–5,1) кг/га, штучних насадженнях на плакорі – 3,5 (2,7–4,6) кг/га і найменша в аренних борах – 12,2 (11,6–14,5) кг/га.

Продуктивність ссавців найбільш висока в заплавних дібровах – 17,9 кг/га. У байрачних дібровах вона знижується до 7,2 кг/га, у штучних насадженнях на плакорі – до 3,5 кг/га. Найнижчий показник продуктивності визначається в аренних борах – 0,17 кг/га. Питома продукція (P/B) відповідно становить 1,9; 1,6; 1,0 і 0,5.

Енергетичний баланс. Річна транспортована енергія в різних степових лісах коливається в межах 83–680 тис. ккал/га і становить 33,8–66,8 % усієї енергії, що трансформується хребетними. Максимальні її величини відзначаються в долинних заплавних дібровах, де загальний кругообіг речовин і потік енергії близький до зонального лісового. Мінімальна – у штучних сосняках і листяних насадженнях на плакорі, найбільш схожих за екологічними умовами із зональним степовим типом.

У заплавних лісових екосистемах трансформація біотичної енергії здійснюється переважно ентомофагами (50,6–65,5 % від усієї трансформованої енергії ссавцями), в усіх інших степових лісах – фітофагами (55,5–98,1 %). Роль хижаків у трансформації енергії скрізь незначна.

Загальна величина потоку енергії через ссавців становить 0,17–0,46 % від усієї біотичної енергії, що проходить в системах. У блоці «автотрофи – ссавці» через останніх проходить 0,14–0,55 % усієї біотичної енергії. У блоці «автотрофи – гетеротрофи – ссавці» – 0,01–0,06 % (Булахов, 1986).

Роль ссавців у консортивних зв'язках. Найбільш тісні консортивні зв'язки ссавців проявляються при трофічному і риючому середовищеутворювальних діях, що зазвичай застосовують у термінології – «середовищеутворювальна діяльність». Це логічніше і правильніше. При трофічному типі простежуються тісні взаємовідносини ссавців, що входять в епібіонтні трофічні консортивні зв'язки і що зустрічаються в трьох концентрах (за В. В. Мазінгом, 1966). Ці зв'язки проявляються на видовому і популяційному рівнях консорцій. При автотрофному детермінанті в степових лісах (дуб, клен, берест, сосна і т. п.) у перший центр входять екзобіонтні консорти: гризуни і копитні. У другий центр входять переважно комахоїдні і частково хижі (в основному куницеві). У третій центр – ссавці.

Особливе місце у формуванні консортивних зв'язків займає риюча діяльність ссавців. Ці зв'язки відносяться до консортивно-медіопатичних, що визначають взаємозалежний розвиток організмів на основі середовищеутворення, де загальним біогеоценологічним базисом як для детермінанта, так і для консортів є ґрунт. Він виконує роль контактуючої ланки, на основі якої формуються комплекси організмів, що визначають долю детермінанта. Тому нами визначені особливі трансбіотичні консортивні зв'язки, де головну роль відіграють ссавці-ґрунторії (Булахов, 1976).

Роль ссавців у міжекосистемних зв'язках. В умовах острівних лісів степової зони України ссавці відіграють значну роль у здійсненні міжекосистемних зв'язків.

Цьому сприяє широкий спектр їх міграцій у межах регіонів і відокремлення основних місць годування, укриття і розмноження. Особливо велику роль у переміщенні органічних речовин між екосистемами виконують копитні, гризуни, хижі та зайцеподібні. Так, лосі за рік в аренних лісах, вербняках, березових і осинових колках переміщують по 0,15–1,1 т/км² органіки у вільшаниках, судібровах і частково в заплавах дібровах. Косуля сприяє переміщенню органічних речовин з вологих ясеневих дібров у свіжі і свіжуваті липово-ясеневі діброви (0,3–0,8 т/км² за рік). Кабан з агроценозів тільки за літньо-осінній період переміщує в байрачні діброви до 0,02–0,11 т/км² органіки, у штучні сосняки – 0,01–0,08 т/км², у пристінні діброви і в бори – по 0,01–0,05 т/км², у діброви – 0,01–0,07 т/км²; у лісосмуги – до 0,01 т/км² (Булахов, 1982).

Гризуни і зайці із степових екосистем і агроценозів переміщують у лісові біогеоценози на плакорних місцях мешкання протягом року в межах 0,6–2,3 т/км² органіки. Зворотнє винесення становить 0,2–0,6 т/км². Хижі ссавці між різними екосистемами переміщують усього 0,01–0,04 т/км² органіки.

Таким чином, ссавці певною мірою компенсують винесення органіки із степових лісів абіогенними чинниками.

Трофічна роль ссавців. Трофічну оцінку ссавцям у продукційних процесах для лісостепових екосистем дали Р. І. Злотін і К. С. Ходашова (1974), а для зональних і аридних екосистем – Б. Д. Абатуров (1978). У цих роботах проводилися дослідження природних і штучних лісів, що функціонують у степу. Трофічний прес різних фітофагів (переважно комах і гризунів) сприяє зниженню продуктивності степових лісів на 20–30 %, а в роки масової їх чисельності – на 50–80 %. При супроводі інших несприятливих чинників (дефіцит вологи) виникає стресова ситуація для розвитку лісового угруповання в степовій зоні. Дослідження трофіки ссавців на експериментальних ділянках з ізоляцією дії консортів ссавців першого концентра здійснюють істотний природний контроль за розвитком фітофагів на всіх біогеоценотичних рівнях. Вилучена ними біомаса становить 25–121 кг/га, що сприяє зниженню їх на 13–43,9 % у різні роки. У найбільш інтенсивний період вегетації і репродукції лісового угруповання (травень – червень) ссавці знижують масу фітофагів із жорсткокрилих на 16,0 %, напівжорсткокрилих – на 7,4 %, прямокрилих – на 6,9 %, лускокрилих – на 12,2 %, гризунів – на 29,6 %. Приріст зеленої маси деревостану за рахунок трофічної дії ссавців-зоофагів становить 10–17 %, стоволового приросту – 3,7–5,5 % (Булахов, 1979). Це свідчить про значну роль ссавців у створенні захисного блоку зі збереження продуктивності автотрофного блоку в екосистемах.

Грунтоутворювальна роль. У грунтоутворювальних процесах ссавці здійснюють такі основні прояви своєї життєдіяльності – трофічну і риючу. Вплив ссавців-грунторіїв на фізичні та хімічні властивості ґрунтів сформулював Б. Д. Абатуров (1984), але переважно для аридних і зональних лісових екосистем. Дійсні ж дослідження проводилися в азональних лісових екосистемах і штучно створених лісових екосистемах у степу. Трофічна дія ссавців на грунтоутворювальні процеси складається з двох основних моментів – безпосереднього вживання біологічної продукції та її деструкції в процесі травлення і поверненні частини вжитої продукції у вигляді метаболітів, які потрапляють у ґрунт. Під впливом редуцентів (передусім мікроорганізмів) метаболіти мінералізуються, збагачуючи ґрунт поживними речовинами. Окрім того, трофометаболіти (екскреції) ссавців відіграють роль каталізаторів у розкладанні мертвої органічної речовини (Злотін, 1974; Булахов, 1998). Масштаби виділення харчових залишків складають 40–60 % спожитого корму. У травному процесі органічна маса піддається хімічній і мікробіологічній деструкції. Тому вже на першому етапі травлення ссавців і інших гетеротрофів можна розглядати його як первинний акт деструкційного механізму розкладання органічних речовин.

Екскреторний опад в сумі повернених метаболітів становить 73–75 %, решта – рідкі виділення (сеча) – 15–87. У лісові екосистеми потрапляє 43–120 кг/га метаболічного опадку, у т. ч. – екскреторного 37–102 кг/га та сечі – 7–19 кг/га (суха вага). Дослідженнями було встановлено, що на місці надходження екскрецій процес розкладання підстилки значно інтенсифікується.

Екскреції в метаболічному опаді становлять 83–85 %, рідких виділень (сеча) – 15–17 %. Швидкість розкладання мертвого рослинного опадку (підстилки) на місцях природного надходження екскрецій і на експериментальних ділянках значно вища, ніж у місцях без екскрецій. Так, у заплавних дібровах у різних ділянках під екскреціями гризунів процес розкладання прискорюється в 1,6–2,1 разу, в аренних борах – в 1,4–1,8 разу, у штучних лісових насадженнях на плакорі – в 1,3–1,5 разу. У середньому прискорення мінералізації підстилки під екскреціями ссавців збільшується в 1,4–1,8 разу.

При попаданні екскреторного опадку на підстилку і в результаті його розкладання відбуваються деструкційні процеси в підстилці, формування фізичних властивостей ґрунту як під прямою дією, так і опосередковано. Екскреції, які потрапляють у ґрунт і частково перемішуються з ним, покращують порозність і сприяють водоутриманню, пом'якшуючи ґрунт. Опосередкований вплив екскрецій на фізичні властивості ґрунту полягає в залученні значної кількості копрофагів, які своєю руховою активністю зменшують твердість, збільшують порозність і водопроникність ґрунтів.

Під впливом екскрецій різних ссавців у заплавних дібровах твердість ґрунту зменшується на 8,3–26,7 %, порозність і зволоження ґрунту відповідно збільшуються на 6,1–13,0 % і на 3,2–11,0 %; в аренному борі – відповідно: на 5,4–8,5 %; на 6,0–14,3 % і на 4,7–10,0 %.

Досить значна роль ссавців і у формуванні хімічних властивостей ґрунтів. Їх екскременти сприяють процесу гуміфікації і стабілізації рН ґрунтів (Пахомов, 1998), що відіграє важливу роль при збагаченні ґрунтів гумусом і зниженні кислотності ґрунтів. У ділянках надходження екскрецій гризунів у заплавних дібровах у верхніх горизонтах ґрунтів у порівнянні з ділянками, де їх не надходило, кількість гумусових речовин збільшується на 12–36 %, в аренних борах під екскреціями лося – на 9,0–31,6 %. Відповідно під їх екскреціями у вказаних лісових екосистемах підвищуються показники рН ґрунтів – на 5,4–14,8 % і на 2,2–17,1 %.

Разом з екскреціями в ґрунт у різних екосистемах потрапляє значна кількість різних хімічних речовин (Булахов, Пахомов, 2006). За рік у заплавних дібровах під впливом екскрецій ссавців у ґрунт надходить органіки до 10,6 кг/га (в абсолютно сухій вазі), до 14,1 кг/га – зольних елементів, до 1,0 кг/га – азоту, до 0,7 кг/га – фосфору, до 0,3 кг/га – калію, до 1,2 кг/га – кальцію, до 0,02 кг/га – натрію. Відповідні величини характерні для байрачних дібров (10,4; 16,4; 0,6; 2,2; 0,02); для штучних лісових насаджень на плакорі (5,5; 9,2; 0,6; 0,3; 0,2; 1,0; 0,01); для аренних борів (3,9; 5,3; 0,4; 0,2; 0,1; 0,6; 0,01).

Уперше були отримані результати з впливу екскрецій на біологічну активність ґрунтів: мікробіологічну, ферментативну, накопичення амінокислот, ґрунтове дихання, видову різноманітність і кількісний склад педофауни. При цьому, наприклад, інтенсифікується трофо-метаболічна активність дощових черв'яків, що впливає на рН буферну здатність рекультивованих ґрунтів (Kul'bachko et al., 2015).

У заплавних дібровах під екскреціями різних ссавців кількість клітин мікроорганізмів, активних деструкторів органічної речовини, збільшується впродовж місяця на 43–179 %, у штучних насадженнях на плакорі – на 39–142 %, в аренних борах – на 42,0–206 %. Через рік – відповідно на 45–73 %, на 18–39 % і на 22–82 %.

Протеолітична активність ґрунтів у певній мірі визначає інтегральну ферментативну активність і відображає загальну біологічну активність ґрунтів. Аплікаційними методами з використанням фотопластин було встановлено, що в

різних лісових екосистемах на першому місяці експозиції екскрецій лося, які потрапляють у ґрунт, протеолітична активність зростає в 1,5–29,0 разу, у глибших ґрунтових горизонтах – 1,2–1,5 разу, через 6 місяців – 1,3–1,8 разу.

Під екскреціями копитних збільшується сумарне накопичення амінокислот у ґрунті. У горизонті ґрунту 0–30 см у байрачних дібровах їх кількість у перший місяць зростає на 73,1 %, у штучних насадженнях – на 70,7 %, через 6 місяців – на 4,6 і 14,1 %.

Ґрунтове дихання під екскреціями копитних упродовж півроку зростає в різних степових лісах на 26,4–72,7 %.

Зоогенний опад представлений трофометаболічним поверненням мінерально-органічної маси у вигляді екскреторних виділень і відмерлої частини зооценозу (трупи тварин). Протяжність за часом надходження зоогенного опаду і швидка мінералізація обумовлює моментальне включення його в біологічний кругообіг.

Екскреторні виділення і некроорганіка тварин сприяють збільшенню видової і кількісної різноманітності ґрунтових тварин. Передусім за їх рахунок підтримується існування копрофагів і некрофагів, що відіграють велику роль у деструкційному процесі. Окрім того, створюється поживне середовище для великого числа видів ґрунтових тварин. Видовий склад під екскреціями ссавців зростає в різних лісових екосистемах у 1,2–1,8 разу. Коефіцієнт різноманітності в місцях надходження екскрецій зростає на 33–69 % (Булахов, Шульман, 2005).

Так, у заплавних дібровах у різні місяці протягом року під екскреціями гризунів видова різноманітність ґрунтових сапрофагів зростає на 33,2–62,5 %, а кількісний склад (екз/м²) збільшується на 138,8 %, зоомаса (г/м²) – на 189,4–237,3 %.

Велику роль у ґрунтоутворному процесі відіграє дія ріючої активності ссавців, яка проявляється у вигляді норіння і пориїв. Масштаби порушення ґрунту ріючою активністю досить значні. Так, пориї сліпака в байрачних дібровах у різні роки становлять 0,8–3,5 тис. викидів на гектар, мишоподібних гризунів – 16,3–65,0 тис. викидів; у штучних насадженнях відповідно 0,5–2,1 тис. і 0,7–2,6 тис. У заплавних дібровах кількість викидів крота становить 0,6–2,8 тис., гризунів – 1,2–55,6 тис.; в аренних борах – 0,5–8,1 тис. У результаті в байрачних дібровах порушується ґрунт ссавцями-ґрунторіями на площі до 10,2 %, у штучних насадженнях – до 8,5 %, в заплавних дібровах – до 13,0 %, в аренних борах – до 2,5 %. Об'єм викидів ґрунту з більш глибоких горизонтів на поверхню становить відповідно у вищевказаних степових лісах – 24,4; 5,7; 11,4 і 1,4 м³/га.

Ссавці-ґрунторії в значній мірі впливають на ґрунтоутворювальний процес, як і у випадках впливу екскреторного опаду, але в іншому ступені ефективності. Передусім ріюча активність їх знижує щільність ґрунту під викидами на 4,2–9,5 %, у пориях кабана – на 2,6–7,5 %. Об'єми норових порожнин сліпака в степових лісах на плакорі становлять 6,5–16,9 м³/га, гризунів – 8,1–11,2 м³/га; у заплавних дібровах – 3,4–7,8 м³/га, 4,9–10,3 м³/га відповідно. Утворення ссавцями ґрунтових порожнин значно збільшує аерацію ґрунтів.

В умовах дефіциту вологи ріюча активність ссавців виступає як біотичний чинник в оптимізації лісорослинних умов. Під викидами ґрунтів ссавцями залежно від їх таксономічної належності і типу степового лісу ґрунтова волога збільшується на 1,8–23,8 %. Поверхнєве розпушування ґрунту також збільшується на 6–23,1 %, в області норної мережі – 1,3–1,5.

Під впливом різних типів пориїв до певної міри змінюється температурний режим ґрунтів. Особливо значний вплив здійснюють ґрунтові викиди тварин. Вони утворюють буферні локальні ділянки стабілізації терміки ґрунтів на глибину до 10–30 см. Загалом під поріями температура ґрунтового покриву знижується на 0,5–1,5 %.

Ріюча активність ссавців впливає як на фізичні (Пахомов, 2010; Жуков, 2011), так і на хімічні властивості ґрунтів, особливо на інтенсифікацію хімічних елементів (Пахомов, 1998; Булахов, 2011; Цветкова, 2016).

Ссавці-грунторії значно впливають на винесення мікроелементів з глибших горизонтів ґрунту на його поверхню. Кількість винесених елементів ссавцями в байрачній діброві становить: заліза – 18,379–25,032, марганцю – 1,408–2,608; магнію – 9,543–12,335, цинку – 0,006–0,065 кг/га; у заплавних дібровах відповідно: 0,02–0,024; 6,498–9,020; 0,258–1,278; 4,053–4,797; 0,046–0,06 г/га.

Внесення екскрементів на порії кабана сприяє зростанню вмісту гумусу на 9,8–32,2 %, рН змінюється у бік лужності на 5,9–14,3 %, у ґрунт потрапляє 4,0–10,8 кг/га (суха вага) органічних і 2,8–16,6 кг/га мінеральних речовин. За рахунок прискорення темпів біодеструкції під впливом ссавців у процесі мінералізації додатково включається до кругообігу 147–183 кг/га зольних і 210–263 кг/га органічних речовин. У ґрунтах заплавних лісів значно зростає вміст комплексу НРК: вміст азоту зростає в 1,3–1,9 разу, фосфору в 1,7–2,3 разу, калію в 1,2–1,7 разу (Булахов, 1991, 2015).

Риуча діяльність ссавців впливає, як і у випадках з екскреціями, на процеси гуміфікації. Під впливом пориїв концентрація гумусу дещо зменшується у зв'язку з перемішуванням ґрунту верхнього горизонту з нижнім, але через деякий час його кількість значно збільшується на 3–16 %. При цьому нижні шари ґрунтів збагачуються гумусом в 1,2–1,4 разу. Під впливом риучої діяльності кабана забезпечується вертикальна міграція хімічних елементів по всьому профілю. Запаси гумусу в карбонатному шарі степових ґрунтів Придніпров'я зростають при цьому в 1,0–2,5 разу (Булахов, 2015).

Під впливом риучої діяльності ссавців підвищується біологічна активність ґрунтів. У різних екосистемах в результаті пориїв різних видів ссавців мікробіологічна активність ґрунту підвищується на 23,0–231,2 % залежно від часу, сезону і погодних умов. Зростає активність ферментів: уреазі – на 15,0–80,7 %; інвертази – на 6,2–83,2 %; каталази – на 8,0–93,3 % (Пахомов, 1998, 2013; Pakhomov, 2012).

Наприклад, зміни аерогідротермічного режиму та хімічних властивостей ґрунтів у місцях пориїв кабана (*Sus scrofa* L.) обумовлюють інтенсифікацію їх біологічної активності. Чисельність організмів редуцентної мікрофлори в усій системі сумарно збільшується на 0,5–13,7 %, а ферментативна активність ґрунту – в 1,1–5,0 разу. Інтенсивність ґрунтового дихання зростає на 5,8–227,6 % (Булахов, 2015).

Процес ґрунтового дихання активізується в різних лісових екосистемах на 38,8–162,1 %. Збільшується чисельний склад ґрунтової мікро- і нанофауни в байрачних і заплавних дібровах: тестаїд – на 28,6–45,6 %, орибатид – на 166,4–206,2 %, гамазид – на 142,9–461,4 %, коллембол – на 101,2–245,1 %; у штучних насадженнях, відповідно на 11,5; 177,8; 187,6; 101,2 %; в аренних борах – на 1,8; 136,6; 211,4; 115,4 %. Видова різноманітність фауни сапрофагів ґрунтової мезофауни під впливом риучої діяльності ссавців зростає в різних степових лісах на 55,0–175,0 %; кількісний склад – на 107,2–216,6 %; біомаса – на 52,2–313,0 %.

Представлені матеріали свідчать про те, що метаболічний опад і риуча активність є дієвим біотичним чинником ґрунтоутворювальних процесів. Оцінка цього впливу в степових лісах вагоміша, ніж у зональних, оскільки покращує умови існування лісового угруповання в жорсткому кліматичному оточенні.

Ссавці як біотичний чинник в утворенні екологічного буфера проти техногенного забруднення екосистем. Середовищеутворювальна діяльність ссавців виступає як біотичний чинник у процесі самоочищення ґрунтів від забруднень. Участь ссавців у даному випадку необхідно розглядати опосередковано. Здійснюючи вплив на основні ланки, які обумовлюють фізичні, хімічні та біологічні процеси, ссавці тим самим сприяють утворенню стійкіших зв'язків, здатних створювати опір техногенному пресингу (Булахов, 1998, 2006, 2011; Міхеев, 1996).

Вплив ссавців-грунторіїв на елімінацію кадмію як одного з пріоритетних забрудників ґрунтового покриву досить значний (Цветкова, 2016). Його рухлива форма, яка і використовується в основному рослинами, знижується протягом року під впливом пориїв у ґрунтах різних степових лісів (Василюк, 2015). При середньому

рівні забруднення вміст кадмію знижується на 26,5–53,8 %; при сильному забрудненні – на 18,7–40,6 %. Вплив трофометаболітів на зменшення форм кадмію має ту саму тенденцію. Відповідно його вміст знижується на 24,5–48,3 % і на 26,6–74,9 %. У той же час відбувається перехід кадмію та інших важких металів з рухомих форм у нерухомі. Цьому сприяє збагачення ґрунту органічними речовинами, що надходять від трофометаболітів, і участь гумусових речовин, які утворюються при риючій діяльності тварин. Вони зв'язують важкі метали, переводячи їх в нерозчинні форми.

Таким чином, у результаті багаторічних біогеоценотичних досліджень із вивчення ссавців у складі Комплексної експедиції Дніпропетровського національного університету ім. Олеса Гончаря були отримані такі результати:

1. Установлено загальні закономірності формування видової різноманітності і чисельного складу теріофауни на основі її взаємодії з різними типами степового лісу та їх біогеоценотичними чинниками.

2. Розроблено теорію структури теріологічних комплексів степових лісів.

3. Дано оцінку ролі ссавців у формуванні біомаси і вторинної продуктивності в різних типах степових лісів.

4. Установлено роль ссавців у трансформації біотичної енергії та їх енергетичний баланс у степових лісах.

5. Показано роль ссавців в утворенні консортивних і міжбіогеоценотичних зв'язків. Дано кількісну оцінку цих зв'язків.

6. На прикладі ссавців встановлено новий вид консортивних зв'язків – трансбіотичний.

7. Визначено участь ссавців у формуванні первинної продукції автотрофів і утворенні механізмів її захисту від дії різних фітофагів.

8. Розроблено класифікацію середовищевірної діяльності ссавців у степових лісах.

9. Охарактеризовано закономірність середовищевірної дії ссавців у стабілізації лісорослинних умов і в ґрунтоутворювальних процесах.

10. Представлено кількісну оцінку впливу діяльності ссавців на становлення аерогідротермічного режиму ґрунтів, фізичних і хімічних властивостей та інтенсифікацію біологічної активності.

11. Показано роль середовищевірної діяльності ссавців в утворенні системи гомеостазу ґрунтового покриву і як захисного механізму в створенні екологічного буфера проти техногенного забруднення.

12. Виявлено механізми популяційної і фізіолого-біохімічної адаптації ссавців до забруднення і техногенної трансформації екосистем.

13. Розроблено заходи щодо збереження різноманітності ссавців у важких умовах степу і посиленого антропогенного тиску на хід природних процесів в екосистемі. Для збереження різноманітності і кількісного їх складу організовано ряд заповідників загальнодержавного значення: природний Дніпровсько-Орільський заповідник, планується створення Орільського природного національного парку і в перспективі – Самарського біосферного заповідника.

14. Розроблено зооекологічні основи степового лісознавства та лісової рекультивациі шахтних відвалів у Західному Донбасі із залученням результатів досліджень по ссавцях.

15. Розроблено і впроваджено зооекологічну основу екологічної реабілітації відпрацьованих земель на марганцеворудних і залізорудних розробках із залученням ссавців.

16. Створено вторинні екосистеми на трансформованих територіях, що реабілітуються: Криворізьких залізорудних і Орджонікідзевських марганцеворудних розробках, де організовані заповідники. Вони сприяють оптимізації довкілля в містах зі складною екологічною обстановкою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Абатуров Б. Д.** Биопродукционный процесс в наземных экосистемах / Б. Д. Абатуров. – М.: Наука, 1979. – 128 с.
- Абатуров Б. Д.** Млекопитающие как компонент экосистемы / Б. Д. Абатуров. – М.: Наука, 1984. – 286 с.
- Абеленцев В. І.** Куницеви / В. І. Абеленцев // Фауна України. Ссавці. – К.: Наук. думка, 1968. – Т. 1, вип. 3. – С. 280.
- Абеленцев В. І.** Загальна характеристика ссавців. Комахоїдні, хижаки / В. І. Абеленцев, І. Г. Підоплічко, Б. М. Попов // Фауна України. Ссавці. – К.: АН УРСР. – Т. 1, вип. 1. – 478 с.
- Браунер А. А.** Сельскохозяйственная зоология / А. А. Браунер. – Одесса: Госиздат Украины, 1923. – 436 с.
- Булахов В. Л.** Консортивные связи в средообразующей деятельности позвоночных животных в степных лесах УССР / В. Л. Булахов // Значение консортивных связей в организации биогеоценозов: II Всесоюз. совещ. – Пермь, 1976. – С. 274–277.
- Булахов В. Л.** Фауна позвоночных животных как структурный компонент лесных биогеоценозов степной зоны Украины / В. Л. Булахов: Автореф. дис.... д-ра биол. наук. – Д.: ДГУ, 1980. – 48 с.
- Булахов В. Л.** Роль млекопитающих в межэкосистемных и межпарцеллярных связях в лесных биогеоценозах степной зоны Украины / В. Л. Булахов // Млекопитающие СССР. III съезд Всесоюз. териол. о-ва. Тез. докл. – М., 1982. – Т. 1. – С. 164–165.
- Булахов В. Л.** Энергетический баланс млекопитающих в лесных экосистемах степной зоны Украины / В. Л. Булахов // Тез. докл. IV-го съезда Всесоюз. териол. о-ва. – М., 1986. – Т. 1. – С. 171–172.
- Булахов В. Л.** Воздействие копытных на накопление азота, фосфора и калия в почвах аренных лесов степного Приднепровья / В. Л. Булахов, Л. А. Леонова // Проблемы почвенной зоологии. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1991. – С. 188.
- Булахов В. Л.** Функціональна зоологія: підручник / В. Л. Булахов, О. Є. Пахомов. – Д.: ДНУ, 2011. – 392 с.
- Булахов В. Л.** Вплив середовищевірної ролі ссавців на утворення механізму самоочищення ґрунтів від забруднення і перспективи їхнього використання / В. Л. Булахов, О. Є. Пахомов, О. В. Міхєєв, О. А. Рева // Екологічна токсикологія на порозі ХХ століття: Зб. наук. праць. – К., 1997. – Вип. 1. – С. 27–29.
- Булахов В. Л.** Экскреторная деятельность млекопитающих как фактор в образовании устойчивости эдафотопы / В. Л. Булахов, А. Е. Пахомов // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – Д.: ДНУ, 1998. – Вип. 2. – С. 165–169.
- Булахов В. Л.** Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Ссавці (Mammalia) / В. Л. Булахов, О. Є. Пахомов. – Д.: ДНУ, 2006. – 356 с.
- Булахов В. Л.** Зоогенный опад как функциональный элемент в биогеоценологических процессах лесных экосистем степного Приднепровья / В. Л. Булахов, М. В. Шульман // Біорізноманіття та роль зооценозу в природних і антропогенних екосистемах: Мат. III Міжнар. наук. конф. – Д.: Вид-во ДНУ, 2005. – С. 115–116.
- Булахов В. Л.** Метаболический опад млекопитающих как системный фактор круговорота веществ и почвообразования в степных лесах / В. Л. Булахов, А. Е. Пахомов, Л. И. Буза // Регуляция в живых системах. – Д.: ДГУ, 1998. – С. 19–25.
- Булахов В. Л.** Ссавці / В. Л. Булахов, О. Є. Пахомов, О. В. Міхєєв // Червона книга Дніпропетровської області (тваринний світ). – Д.: ТОВ «Новий друк», 2011. – 488 с.
- Булахов В. Л.** Влияние роющей деятельности кабана (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758) на компоненты различных биогеоценозов / В. Л. Булахов, А. Е. Пахомов, Е. Н. Пилипко // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Биология. Экология». – 2015. – Т. 13. – С. 16–26.
- Василюк О. М.** Вплив важких металів на гомеостаз рослин в умовах підвищеного антропогенного навантаження на фоні рийної функції ссавців / О. М. Василюк, О. Є. Пахомов // Біологія та екологія ґрунтів: Матеріали наукової конференції. – Львів, 2015. – С. 1214.
- Винберг Г. Г.** Энергетический принцип изучения теоретических связей и продуктивности экологических систем / Г. Г. Винберг // Зоол. журн. – 1962. – Вып. 2. – С. 1618–1630.
- Губарь Ю. П.** Численность лесных полевков и некоторые стороны их взаимоотношений / Ю. П. Губарь. – М.: МГПИ, 1976. – Ч. 2. – С. 60–109.

Дулькейт Г. Д. К вопросу определения численности мышевидных грызунов / Г. Д. Дулькейт // Проблемы зоологических исследований в Сибири. – Алтайск: Алт. кн. изд-во, 1962. – С. 79–81.

Жуков А. В. Пространственная изменчивость электропроводности почвы под воздействием роющей активности слепышей на различных масштабных уровнях / А. В. Жуков, Т. М. Коновалова // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Медицина. – 2011. – Вип. 2, т. 2. – С. 34–41.

Земляной А. А. Влияние степени трансформации экосистем на разнообразие мелких млекопитающих / А. А. Земляной // Вісник ДНУ. Серія «Біологія, екологія». – Д.: ДНУ, 2004. – Вип. 12, т. 1. – С. 211–217.

Земляний О. А. Вплив накопичення важких металів на біохімічні особливості мікромамалій / О. А. Земляний // Вісник ДНУ. Серія «Біологія, екологія». – Д.: ДНУ, 2007. – Вип. 15, т. 1. – С. 54–58.

Земляний О. А. Екологічні адаптації дрібних ссавців в умовах техногенного забруднення біогеоценозів степового Придніпров'я / О. А. Земляний: Автореф. дис. ... канд. біол. наук. – Д.: ДНУ, 2008. – 21 с.

Корнєєв О. П. Визначник звірів УРСР / О. П. Корнєєв. – К.: Рад. школа, 1965. – 236 с.

Мазинг В. В. Консорции как элементы фаунистической структуры биогеоценозов / В. В. Мазинг. – М.: МОИП, 1966. – Вип. 27. – С. 129–141.

Злотин Р. И. Роль животных в биологическом круговороте лесостепных экосистем / Р. И. Злотин, К. С. Ходашова. – М.: Наука, 1974. – 200 с.

Мігулін О. О. Визначник звірів України / О. О. Мігулін. – Х., 1929. – 96 с.

Мігулін О. О. Звірі УРСР / О. О. Мігулін. – К.: АН УРСР, 1938. – 426 с.

Мілютін М. Г. Матеріали до фауни Mammalia Дніпропетровської округи / М. Г. Мілютін. – Х.: ІНО, 1930. – 79 с.

Михеев А. В. Влияние роющей деятельности мышевидных грызунов на миграцию кадмия в почвах пойменных и аренных лесов Присамарья / А. В. Михеев, А. Е. Пахомов // Устойчивое развитие: загрязнение окружающей среды и экологическая безопасность: Тез. докл. – Д.: ДДУ, 1996. – Т. 2. – С. 55–56.

Міхєєв О. В. Акумуляція та біогеохімічна міграція кадмію в лісових екосистемах степового Придніпров'я / О. В. Міхєєв: Автореф. дис. ... канд. біол. наук. – Д.: ДДУ, 1996. – 20 с.

Михеев А. В. Биотическая характеристика информационного поля лисиц в лесных экосистемах степной зоны Украины / А. В. Михеев // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – Д.: ДНУ, 2002. – С. 128–133.

Михеев А. В. Морфологическая дифференциация пространственных группировок рыжей полевки (*Clethrionomys glareolus*) в лесах степной зоны Украины / А. В. Михеев // Биоразнообразие и роль зооценоза в степных и антропогенных экосистемах: Мат. III Междунар. науч. конф. – Д.: ДНУ, 2005. – С. 486–488.

Пахомов А. Е. Влияние роющей деятельности слепыша на физические свойства почв искусственных лесных насаждений Присамарья / А. Е. Пахомов // Биогеоценологические, антропогенные изменения растительного покрова и их прогнозирование. – К.: Наук. думка, 1978. – С. 122.

Пахомов А. Е. Влияние роющей деятельности грызунов на физико-химические и биоценологические свойства почв степных лесов юго-востока УССР / А. Е. Пахомов // Грызуны: Мат. V Всесоюз. совещ. – Л.: Наука, 1983. – С. 495–496.

Пахомов А. Е. Связь ферментативной активности почв с роющей деятельностью крота в аренных лесах Присамарья (УССР) / А. Е. Пахомов // Тез. докл. IV Всесоюз. териол. о-ва. СССР. – М., 1986. Т. 1. – С. 311–312.

Пахомов А. Е. Биогеоценологическая роль млекопитающих в почвообразовательных процессах степных лесов Украины / А. Е. Пахомов: В 2 т. – Д.: ДГУ, 1998. – Т. 1. – 232 с.; Т. 2. – 216 с.

Пахомов А. Е. Средообразующая функция млекопитающих как естественная агротехнология в природных экосистемах и их использование / А. Е. Пахомов // Вісник Дніпропетр. у-ту. Біологія. Екологія. – Д.: ДНУ, 2000. – С. 3–8.

Пахомов А. Е. Опыт классификации средообразующей деятельности млекопитающих в почвообразовательном процессе / А. Е. Пахомов // Биоразнообразие и роль зооценоза в естественных и антропогенных экосистемах: Мат. III Междунар. науч. конф. – Д.: ДНУ, 2005. – С. 490–493.

- Пахомов А. Е.** Влияние роющей деятельности мышевидных грызунов в экстразональных лесных биогеоценозах / А. Е. Пахомов, Л. В. Биленко // Животный мир Белорусского Полесья. – Гомель, 1983. – Т. 1. – С. 234–235.
- Пахомов О. Є.** Вплив іонів Ni на активність аспаратамінотрансферази в листках *Glechoma hederacea* в умовах рийної діяльності ссавців / О. Є. Пахомов, О. М. Василюк, Т. В. Замесо́ва // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2013. – Вип. 21, т. 2. – С. 64–69.
- Пахомов А. Е.** ГИС-подход для оценки изменчивости электропроводности почвы под влиянием педотурбационной активности слепыша (*Spalax microphthalmus*) / А. Е. Пахомов, Т. М. Коновалова, А. В. Жуков // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2010. – Вип. 18, т. 1. – С. 58–66.
- Пилипко Е. Н.** Динамика содержания калия в процессе разложения экскреций лося в эксперименте / Е. Н. Пилипко // Вісник Дніпропетровського нац. ун-ту. Серія «Біологія, екологія». – Д.: ДНУ, 2003. – Вип. 11, т. 1. – С. 198–202.
- Пилипко Е. Н.** Динамика группового состава гумуса при разложении экскреций лося в эксперименте / Е. Н. Пилипко // Грунтознавство. – Д.: ДНУ, 2003. – Т. 4. № 1–2. – С. 110–117.
- Пилипко О. М.** Вплив екскрецій *Alces alces* (L.) на хімічні властивості лісових ґрунтів степового Придніпров'я / О. М. Пилипко: Автореф. дис. ... канд. біол. наук. – Д.: ДНУ, 2006. – 21 с.
- Підоплічко І. Г.** Сучасний характер і походження фауни ссавців УРСР / І. Г. Підоплічко // Зб. праць зоол. музею АН УРСР. – К.: АН УРСР, 1936. – № 18. – С. 77–92.
- Писарева М. Е.** Млекопитающие искусственных степных лесов юго-востока УССР / М. Е. Писарева // Науч. зап. Днепротетр. гос. ун-та. – Х.: ХГУ, 1953. – Т. 50. – С. 93–101.
- Писарева М. Е.** О млекопитающих искусственных лесов степной зоны УССР / М. Е. Писарева // Искусственные леса степной зоны Украины. – Х.: ХГУ, 1960. – С. 383–400.
- Писарева М. Е.** Териофауна степных лесов Украины / М. Е. Писарева // Изучение природы степей: Мат. межвуз. симп. – Одесса: ОГУ, 1968. – С. 171–173.
- Писарева М. Е.** О млекопитающих о-ва Фурсина / М. Е. Писарева, Р. Г. Абрамова // Науч. зап. Днепротетр. гос. ун-та. Сб. работ биол. ф-та. – Д.: ДГУ, 1960. – Т. 62. – С. 57–61.
- Ралль Ю. М.** Некоторые методы экологического учета грызунов / Ю. М. Ралль // Вопросы экологии и биогеоценологии. – М.: МГУ, 1974. – 384 с.
- Рева А. А.** Закономерности пространственного распределения мелких млекопитающих в лесных биогеоценозах Присамарья / А. А. Рева // Биогеоценологические исследования в Украине: Тез. докл. III респ. совещ. – Львов: АН УССР, 1984. – С. 95–95.
- Рева А. А.** Закономерности пространственного размещения грызунов в лесных биогеоценозах центрально-степного Приднепровья / А. А. Рева // Биомониторинг лесных экосистем степной зоны. – Д.: ДГУ, 1992. – С. 190–198.
- Рева А. А.** Роль млекопитающих в продукционных процессах степных лесов центрально-степного Приднепровья / А. А. Рева // Биоразнообразие и его роль в естественных и антропогенных экосистемах: Мат. II Междунар. науч. конф. – Д.: ДНУ, 2003. – С. 244–245.
- Рева А. А.** Влияние трофики млекопитающих-фитофагов на регенеративные органы растений в лесных экосистемах степного Приднепровья / А. А. Рева // Биоразнообразие и роль зооценоза в естественных и антропогенных экосистемах: Мат. III Междунар. науч. конф. – Д.: ДНУ, 2005. – С. 496–497.
- Сокур Т. І.** Ссавці України та їх господарське значення / Т. І. Сокур. – К.: Держнавчпедвидав., 1960. – 211 с.
- Сокур Т. І.** Нові матеріали до пізнання фауни дрібних ссавців України / Т. І. Сокур // Зб. праць зоол. музею АН УРСР, 1963. – С. 29–42.
- Стаховский В. В.** Фауна наземных позвоночных Днепропетровщины и перспектива ее обогащения / В. В. Стаховский: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Д.: ДГУ, 1929. – 30 с.
- Стаховский В. В.** Материалы по фауне наземных позвоночных Самарского леса. Данные по видовому составу млекопитающих / В. В. Стаховский // Науч. зап. Днепротетр. гос. ун-та. Сб. работ биол. ф-та. – Д.: ДГУ, 1948. – С. 219–226.
- Стаховский В. В.** Некоторые данные о наземных позвоночных долины р. Орель / В. В. Стаховский, М. Е. Писарева // Науч. зап. Днепротетр. гос. ун-та. Сб. работ биол. ф-та. – Д.: ДГУ, 1948. – Т. 30. – С. 71–73.
- Сукачев В. Н.** Основы теории биогеоценологии / В. Н. Сукачев. – М.; Л.: АН СССР, 1947. – Ч. 2. – С. 283–304.

- Сукачев В. Н.** Основные понятия о биогеоценозах и общее направление их изучения / В. Н. Сукачев // Программа и методика биогеоценологических исследований. – М.: Наука, 1966. – С. 5–21.
- Формозов А. Н.** Программа и методика работ наблюдательных пунктов по учету мышевидных грызунов в целях прогноза их массового появления / А. Н. Формозов // Учен. зап. МГУ. Биология. – М.: МГУ, 1937. – Вып. 11. – С. 78–119.
- Цветкова Н. М.** Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Ґрунти. Метали у ґрунтах / За заг. ред. проф. О. Є. Пахомова. – Д.: ЛІРА, 2016. – 180 с.
- Шарлемань М. В.** Звірі України. Короткий poradnik до визначення, збирання і спостереження ссавців (Mammalia) України / М. В. Шарлемань. – К.: Вукоопспілка, 1920. – 80 с.
- Bulakhov V. L.** Vertebrates role in metals transformation intensification in steppe forests soil of Ukraine // Extended abstracts Fourth International conference on the biochemistry of Trace elements. – Berkeley: University of California, 1997. – P. 371–372.
- Hemmingsen A. M.** Energy metabolism as related to body size and respiratory surfaces and its evolution. Report of Steno Memorial Hospital, Nordisk Insulin Laboratory, 1960. – Vol. 9. – P. 1–110.
- Kul'bachko Y. L.** Environmental aspects of the effect of earthworm (Lumbricidae, Oligochaeta) tropho-metabolic activity on the pH buffering capacity of remediated soil (Steppe zone, Ukraine) / Y. L. Kul'bachko, O. O. Didur, I. M. Loza, O. E. Pakhomov, O. V. Bezrodnova // Biology Bulletin (Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk – Seriya Biologicheskaya). – 2015. – Vol. 42, No. 10. – P. 899–904.
- Pakhomov A. Y.** Mammalia – soil burrowers influence on copper transformation in «Soil-plant system in the steppe forest / A. E. Pakhomov // Second international symposium ISMOM 96. Effect Of Mineral-Organic-Microorganism Interaction On Soil And Freshwater Environments. – Nancy, France, 1996. – P. 101.
- Pakhomov O. E.** Activity of transamination enzymes as the indicator of environmental forming function of Mammalia representatives in transformed antropogenic ecosystem / O. E. Pakhomov, O. M. Vasilyuk // Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи). – 2012. – Вип. 21, т. 5. – С. 54–61.

РОЗВИТОК ҐРУНТОВО-ЗООЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ У ДНІПРОПЕТРОВСЬКОМУ НАЦІОНАЛЬНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ імені ОЛЕСЯ ГОНЧАРА

О. В. Жуков

доктор біологічних наук, доцент

О. М. Кунах

кандидат біологічних наук, доцент

Т. М. Коломбар

кандидат біологічних наук

Розвиток ґрунтової зоології в Дніпропетровському університеті за останні сімдесят років безпосередньо пов'язаний із діяльністю Комплексної експедиції ДНУ з вивчення лісів степової зони України. Початок роботи експедиції збігається з виходом роботи М. С. Гілярова «Особливості ґрунту як середовища існування та його значення в еволюції комах» (1949) – теоретичного фундаменту ґрунтової зоології. Ґрунтово-зоологічний загін – одна зі складових частин експедиції. Ідея комплексності та системності досліджень була й залишається основною при вивченні тваринного населення ґрунтів регіону. Протягом діяльності експедиції характер і напрям робіт із ґрунтової зоології змінювався відповідно до тенденцій у науці та завдань, що стояли перед дослідниками в галузі розвитку створеного О. Л. Бельгардом нового наукового напрямку – степового лісознавства. Відповідно до цього період розвитку ґрунтової зоології в Дніпропетровському університеті може бути розбитий на етапи (Пилипенко, 1999).

Перший етап у розвитку ґрунтово-зоологічних досліджень пов'язаний з ім'ям А. Г. Топчієва. Протягом 1950–1960-х р. основні зусилля були спрямовані на вивчення фауни ґрунтів природних і штучних лісових насаджень степової зони України і Молдавії. Були виявлені тенденції зміни фауністичного складу комплексів ґрунтової мезофауни залежно від типологічних особливостей лісової рослинності. Починаючи з 1949 року проводилися збирання ґрунтових безхребетних у Комісарівському, Грушеватському, Велико-Михайлівському, Старо-Бердянському, Алтагирському, Велико-Анадольському, Березовському, Петровському і Рацинському лісових масивах. Про масштаби досліджень свідчить той факт, що з 1949 по 1956 рік зібрано близько 8000 ґрунтово-зоологічних проб розміром 1 м². Було встановлено, що в дубових і ясеневих насадженнях із підвищеним світловим станом на сухуватих позиціях без чагарникового підліску безхребетних тварин у підстилці і ґрунті набагато менше, ніж у такому самому насадженні, але при нормальному світловому стані. У ґрунтах більш важкого механічного складу розмаїтість мезофауни вища, ніж у піщаних і супіщаних. Особливу увагу в цей період було приділено вивченню розподілу шкідників лісового господарства. Як місця концентрації шкідників виявлені ділянки, що контактують із просіками, узліссями, галявинами, прогалинами і зрідженими ділянками насаджень (Топчиев, 1953а, 1953б, 1960а, 1960б, 1960в, 1968а, 1968б).

Новий етап ґрунтово-зоологічних досліджень був пов'язаний з розробкою М. С. Гіляровим зоологічного методу діагностики ґрунтів (Гіляров, 1965). Найсильніше цей метод себе виявив для вирішення спірних питань діагностики ґрунтів. До такого роду ґрунтів із проблемним діагнозом відносять чорноземи лісові, які формуються під пологом лісової рослинності в байраках і на схилах правих берегів рік у степовій зоні. Правильна діагностика цих ґрунтових утворень могла бути проведена тільки після вирішення питання про підзолювальний вплив лісової рослинності на ґрунти. За допомогою класичних методів ґрунтознавства

А. П. Травлєєв показав, що в умовах степової зони ліс не тільки не здійснює підзолювального впливу на ґрунт, а й навпаки, викликає формування ґрунтів з поліпшеними агрономічними властивостями і лісорослинним ефектом, що діагностуються як чорноземи лісові (Травлєєв, 1972а, 1972б, 1975, 1977). Дані, отримані учасниками ґрунтово-зоологічного загону й інших підрозділів експедиції, дозволили підтвердити цей результат на основі ґрунтово-зоологічного методу діагностики. Свідчення правильності цих теоретичних положень і практичних результатів полягають у тому, що вони отримані при вивченні різних розмірних груп ґрунтових тварин. Це нанофауна (Булик, 1975, 1980; Травлєєв, 1975, 1985), мезофауна (Пилипенко, 1972, 1973, 1975, 1979, 1980; Фатовенко, 1975). У зв'язку з утворенням Присамарського біосферного стаціонару ґрунтово-зоологічні роботи з кінця 1960-х р. набули нового напрямку. Найважливішим завданням стало вивчення біогеоценологічного профілю, у межах якого наведені основні типи лісів і ґрунтів степового Придніпров'я. Багаторічний моніторинг різних компонентів біогеоценозів, у тому числі й ґрунтової фауни, дозволив зібрати великий матеріал про стабільність і динаміку різних процесів, що визначають структуру, функції і стійкість екосистем. Такий підхід дозволив розпочати розробку визначення функціональної ролі зооценозу у формуванні механізмів стійкості і специфіки екосистем.

У даний період досліджень був установлений взаємозв'язок структурних характеристик тваринного населення і деяких властивостей ґрунту. Показано, що на зміну біомаси ґрунтової мезофауни впливає вміст гумусу і рН ґрунтового розчину (Пилипенко, 1972). Вивчено значення показників біомаси ґрунтової мезофауни для індикації стійкості й оптимальності біологічного кругообігу в лісових біогеоценозах (Пилипенко, 1980).

Розпочато великі дослідження впливу хребетних тварин на властивості ґрунту і хід ґрунотворного процесу. Вивчено вплив рийної діяльності крота на зміну фізичних, хімічних і біоценотичних властивостей ґрунту. Показано, що кроти сприяють значному поліпшенню фізичних властивостей ґрунтів, переміщенню хімічних елементів у верхні горизонти ґрунтів, проникненню родючого шару в нижні горизонти, зменшенню розвитку ряду небезпечних шкідників і збільшенню кількості ґрунтових сапрофагів і корисних тварин (Булахов, 1975). Оскільки діяльність рийних комахоїдних ссавців виступає важливим фактором, який перетворює середовище в лісовому біогеоценозі, вивчалася залежність розподілу ґрунтових комахоїдних від типологічних особливостей лісів степової зони. У результаті цих досліджень стало ясно, що формування видового складу і чисельності ґрунтових комахоїдних залежить від сукупності факторів, що визначають типологічні особливості степового лісу. Основними з них є тип лісорослинних умов, світлова структура насаджень і характер лісової підстилки (Булахов, 1975, 2006).

Вивчено взаємозв'язок активності хребетних тварин і структури тваринного населення ґрунтів. Так, діяльність сліпака істотно впливає на видовий склад, щільність і біомасу ґрунтових тварин. Значно поліпшуються екологічні умови для заселення ділянок корисними групами тварин і – у біогеоценотичному відношенні – функціональний склад тварин (Булахов, 1977).

Особливу увагу дослідників привернула найцікавіша група ґрунтових паразитичних нематод – мерметиди. За активної участі відомого фахівця в галузі ґрунтової зоології Олексія Феодосійовича Пилипенка було вивчено видовий склад цих тварин у ґрунтах степової зони України, отримано дані про характеристики кількості цієї групи тварин і їх ролі в регулюванні чисельності членистоногих, особливо шкідників лісового господарства (Фатовенко, 1975).

У 1980-ті р. для вивчення тваринного населення залучаються точні аналітичні методи, що дозволили встановити вміст ряду хімічних елементів в організмах ґрунтових тварин і роль педобіонтів у міграції цих речовин у біогеоценозі. Показано, що концентрація мікроелементів у тканинах дощових черв'яків обумовлена морфо-

екологічними особливостями окремих видів, з одного боку, і концентрацією мікроелементів у їжі – з іншого. Межі концентрації елементів визначаються їх функціональними особливостями в організмі тварин і залежать від ступеня адаптації певного виду до різних концентрацій хімічних речовин (Пилипенко, 1978). Оцінено роль двопарноногих багатоніжок у міграції мікроелементів у системі «підстилка – ґрунт» (Пилипенко, 1983).

У зв'язку з розробкою Комплексною експедицією наукових основ рекультивативної земелі, порушених гірничодобувною промисловістю, були виявлені тенденції формування комплексів ґрунтових безхребетних на експериментальних ділянках лісової рекультивативної і зміни тваринного населення ґрунтів при інтенсивному антропогенному впливі (Пилипенко, 1997).

Еколого-фізіологічні дослідження дозволили визначити деякі адаптивні механізми ґрунтових тварин, спрямовані на пристосування до існування в природних і антропогенно-деструктивних місцеперебуваннях. Вивчається можливість використання педобіонтів для індикації процесу трансформації екосистем промислової Наддніпрянщини (Мисюра, 1995, 1996, 1998).

На рубежі 1980-х і 1990-х рр. відбулися значні соціально-політичні зміни в нашому суспільстві, що безпосередньо вплинуло на хід наукового процесу. Ці зміни мали неоднозначний характер. З одного боку, розірвалися чи послабилися багаторічні наукові зв'язки між фахівцями Радянського Союзу. Крім того, скоротилося матеріальне забезпечення наукових розробок. Як результат, різко зменшився обсяг досліджень, що вимагають певних матеріальних витрат на реактиви й устаткування. Це змусило поглибити традиційні еколого-фауністичні дослідження. Такій тенденції значною мірою сприяло активне впровадження в дослідницький процес комп'ютерного устаткування і сучасних технологій обробки інформації. Відбулося встановлення контакту з ученими багатьох країн світу, а не тільки з країн соціалізму, як це було колись. Знайомство показало, що, незважаючи на низьку матеріальну забезпеченість наукових досліджень у нашій країні, значний науковий потенціал і традиції дозволяють із упевненістю дивитися в майбутнє.

Докучаєвське ґрунтознавство складає теоретичну базу раціонального використання, охорони та рекультивативної земелі. У цьому зв'язку особливу актуальність здобувають питання генетичної класифікації і діагностики ґрунтів. Зоологічний метод є одним із найважливіших і перспективних напрямків діагностики (Гиляров, 1965). Еколого-генетичний взаємозв'язок тваринного населення та ґрунтового покриву лежить в основі діагностичної значимості різних характеристик комплексів ґрунтових безхребетних. Важливим аспектом удосконалення зоологічного методу є застосування і розвиток біоморфного підходу для пізнання лісових біогеоценозів у степу, запропонованого М. П. Акімовим (1948, 1955) і О. Л. Бельгардом (1950). Вивчення тваринного населення ґрунтів дає великий матеріал, що відбиває різні сторони структурної і функціональної організації комплексів мезофауни. Їх аналіз та інтерпретація з метою виявлення найбільш інформативних показників для діагностики ґрунтів вимагають застосування різноманітних методів багатомірної статистики і використання обчислювальної техніки. Зоологічний метод діагностики ґрунтів перебуває в руслі неодокучаєвської парадигми в ґрунтознавстві (Герасимов, 1976) і служить для розкриття процесійного блоку генезису ґрунтів (Зонн, 1989).

Педобіонти є дуже динамічним структурним елементом едафотопу. Для з'ясування значення синекологічних характеристик тваринного населення з метою діагностики різних таксономічних категорій ґрунтового покриву необхідно вичленувати складову динаміки, що визначається факторами, які впливають на генезис і властивості ґрунтів. Динамічність мезофауни і чутливість до найменших флуктуацій середовища дозволяє виявляти зміни ґрунтоутворних процесів на ранніх стадіях розвитку, коли класичними методами діагностики виявити ці тенденції ще не

можна. Ця особливість дуже важлива при індикації і діагностиці ґрунту та ґрунтових субстратів в умовах антропогенного впливу. У таких ситуаціях швидка діагностика повинна супроводжуватися точністю. Розробка способів оцінки стану природних комплексів в умовах глобального характеру впливу людини на біосферу є найважливішим завданням ґрунтової зоології. Вирішення цієї проблеми вимагає комплексного підходу і спільних зусиль різних наукових напрямків і дисциплін (Барсов, 1995, 1996, 1997).

Характер динаміки угруповання в часі багато в чому визначається його екологічною структурою, яку варто розглядати як наслідок пристосування тваринного населення до умов середовища. Безхребетні тварини в умовах екологічного оптимуму виявляють високу стабільність чисельності і біомаси. При відхиленні умов середовища існування від оптимальних варіабельність тваринного населення ґрунтів збільшується (Жуков, 1996).

Отримані матеріали дозволяють дати зоогеографічну характеристику мезофауни різних типів ґрунтів степового Придніпров'я. Фауна ґрунтів чорноземного ряду (звичайних і лісових чорноземів) у зоогеографічному відношенні характеризується рядом специфічних рис, що дозволяють чітко диференціювати цей тип ґрунтів. Середземноморські і європейські види складають характерне ядро фауни чорноземних ґрунтів. Лісові чорноземи можна діагностувати за відносно вищим відсотком середньоєвропейських безхребетних і видів євразійського комплексу. Ґрунти заплавного генетичного ряду діагностуються за перевагою євросибірських і середньоєвропейських видів, на фоні низького відсотка південно- і східноєвропейських безхребетних і представників середземноморського комплексу. Для дерено-борових ґрунтів арени специфічним є сполучення середземноморського і євразійського комплексів при низькій частці європейських видів (Жуков, 1996, 1997).

Для точної зоологічної діагностики різних типів ґрунтів необхідно спиратися на аналіз комплексів видів. Більшість видів ґрунтових безхребетних не мають чіткої приуроченості до конкретного типу ґрунтів і досить поширені. Для типів ґрунтів специфічними є не окремі види, а їх комбінації, чи плеяди. Такі плеяди видів дозволяють досить точно діагностувати тип ґрунтоутворного процесу. Подібність тваринного населення окремих ґрунтових типів є результатом взаємопроникнення видів і свідчить про генетичну єдність різних таксономічних категорій ґрунтового покриву (Пилипенко, 1980, 1999; Жуков, 1996, 1998, 1999, 2003, 2004).

Представники конкретної таксономічної групи ґрунтових безхребетних звичайно далеко виходять за межі одного типу ґрунтів і широко наведені в ґрунтах різноманітних біотопів. Кількість груп, чітко пов'язаних з одним типом ґрунтів, дуже мала. Це переважно мешканці зонального типу ґрунтів звичайного чорнозему. Основні розходження ґрунтових типів полягають не в якісній своєрідності групового складу, а в кількісних співвідношеннях. Ця обставина дає основу для математичного порівняння і виділення важливих для діагностики показників методами багатомірної статистики (Жуков, 1996).

Аналіз співвідношення ценоморф і гігоморф розкриває важливі аспекти пристосування угруповань ґрунтових безхребетних до умов існування. Трофічна структура ґрунтових безхребетних свідчить про пристосування комплексів тварин до конкретних умов і трофічних ресурсів. Цей аспект екологічної структури розкриває роль безхребетних у трансформації органічної речовини в ґрунтовому профілі і спрямованість основних потоків речовин. У цьому зв'язку діагностичне значення спектрів трофоморф і топоморф дуже велике. Кожному ґрунтовому типу можна поставити у відповідність певне співвідношення трофічних і топічних угруповань тварин, що на високому рівні вірогідності відрізняє кожен ґрунтову таксономічну категорію (Жуков, 2003).

Багатомірний факторний аналіз дозволяє виділити основні діагностичні групи характеристик тваринного населення, установити їх якісну і кількісну значимість для

діагностики ґрунтів. Із систематичних груп ґрунтових безхребетних високу діагностичну значимість мають ті, мінливість яких визначається мінімальною кількістю факторів. До числа таких показників можна віднести сумарну чисельність, біомасу, кількість деяких трофоморф і топоморф, чисельність олігохет, молюсків, пластинчастовусих тощо. Інші параметри можуть розглядатися як додаткові і використовуватися для інтерпретації виділених факторів і уточнення діагностики.

Показники чисельності мезофауни ґрунтів ділянки лісової рекультивациї близькі до таких тваринного населення лісопокращених і лісових чорноземів, однак біомаса безхребетних штучних ґрунтів трохи нижча. Це вказує, з одного боку, на незакінчений процес формування тваринного населення насипних едафотопів, а з іншого – на сприятливу тенденцію цього процесу. Під останнім розуміється формування стійкого ценозу, здатного існувати самостійно тривалий час.

Угруповання ґрунтових безхребетних характеризуються високими адаптивними можливостями для існування в умовах забруднення середовища відходами хімічного виробництва. Стійкість комплексів мезофауни відбивається на підтриманні ряду синекологічних показників на постійному рівні, близькому до рівня природних угруповань. Ця обставина дозволяє угрупованням ґрунтових безхребетних виконувати свої функції в біогеоценозі навіть при досить високому ступені забруднення навколишнього середовища. Висока варіабельність синекологічних показників і неоднозначна спрямованість змін унаслідок антропогенного впливу значно знижує важливість цих характеристик для ранньої діагностики та оцінки ступеня трансформації біогеоценозів, що протікає внаслідок забруднення навколишнього середовища (Мисюра, 1995; Пилипенко, 1987).

Обґрунтовано відновлення біотичного потенціалу агробіогеоценозів при зменшенні пестицидних навантажень, що є теоретичною основою розвитку природного землеробства (Сумароков, 2007, 2013; Кобець, 2015).

Біотестами забруднення навколишнього середовища можуть виступати деякі біохімічні показники дощових черв'яків. Методи багатовимірної статистики дозволяють виділити основні фактори-напрямки варіабельності біохімічних ознак.

Новий етап ґрунтово-зоологічних досліджень є результатом розширення екоморфичного підходу для зоологічної діагностики ґрунтів та пов'язаний з побудовою системи екоморф ґрунтових тварин, застосування її як для діагностики ґрунтів природних та антропогенних ґрунтів, так і біогеоценозів, створенням уявлення про ієрархічні рівні біологічного різноманіття, розвитком просторової екології ґрунтових тварин. Цей етап характеризується значним залученням інформаційних та геоінформаційних технологій для вирішення ґрунтово-зоологічних завдань.

Були зроблені спроби на прикладі комплексів ґрунтових безхребетних перевірити теоретичні розробки для з'ясування питання про взаємозв'язок розмаїття екологічних систем та їх стійкості. Як результат цих досліджень зроблено висновок, що зростання видового розмаїття угруповань ґрунтових тварин викликає зниження їх стійкості, тобто природні комплекси можуть існувати у формі ієрархічно структурованих утворень (Жуков, 1992, 2000, 2005). Показано роль ландшафтного різноманіття в стійкості угруповань наземних тварин (Жуков, 2015) та угруповань шкідників (Жуков, 2015; Диченко, 2015).

Установлено закономірності зміни структури тваринного населення ґрунту природного біогеоценозу під впливом токсичного навантаження, викликаного нікелем і свинцем (Пахомов, 2000, 2002; Кунах, 2005). Виявлено природну і токсикогенну складові в динаміці екологічних властивостей тваринного населення; запропоновано як міру вирівняності розподілу важких металів у ґрунтовому профілі використовувати ентропійну міру Шеннона і Пілоу (Пахомов, 2005; Кунах, 2005). Показано і кількісно оцінено роль ґрунтових тварин у горизонтальній міграції важких металів, що призводить до зниження ймовірності появи пікових концентрацій токсикантів у ґрунті (Пахомов, 2002; Кунах, 2005). Установлено, що динаміка

протеолітичної і целюлозолітичної активності ґрунту залежить від функціонального розмаїття тваринного населення ґрунту; в умовах забруднення ґрунту важкими металами цей зв'язок значно актуалізується (Пахомов, 2003, 2004). Показано важливу роль ґрунтових тварин у стабілізації функціонування екосистеми в умовах антропогенного навантаження (Пахомов, 2005).

У 2002 р. був виданий перший підручник з ґрунтової зоології «Основи ґрунтової зоології та біоіндикації» (Жуков, 2002). Були зроблені еколого-фауністичні огляди окремих груп ґрунтових тварин (Кисенко, 1998; Жуков, 2004; Кунах, 2013; Balashov et al., 2013), які переросли в монографії із серії «Біологічне різноманіття Дніпропетровської області». Видано томи з різноманіття дощових черв'яків (Жуков, 2007) та герпетобіонтних павуків (Прокопенко, 2010).

Можливість застосування спектрів життєвих форм тварин для індикації ґрунтових умов і діагностики ґрунтів показана О. Л. Бельгардом і А. П. Травлєєвим (1980). Ця ідея була розвинена у вигляді уявлення про екологічні основи зоологічної діагностики лісових ґрунтів степового Придніпров'я (Жуков, 1996) та потім переросла в концепцію екоморфічних матриць угруповань ґрунтових тварин (Жуков, 2010, 2011). Детально розроблено уявлення про гігоморфи ґрунтових тварин та показано їх діагностичне значення для встановлення гігротопів (Жуков, 2006). Запропоновано концепцію трофоценоморф ґрунтових тварин як еквівалент трофоморф рослин та показано їх діагностичне значення для встановлення трофотопів (Жуков, 2007). Екоморфічний підхід застосований для дослідження консорцій ґрунтових тварин (2009). Цей підхід поширено на дослідження консортивних зв'язків у колоніях чаплі сірої (*Ardea cinerea* L.) (Кунах, 2014; Трифанова, 2014, 2015).

Сформульовано уявлення про екоморфічну організацію ґрунтового тіла (Жуков, 2015).

Екоморфічні матриці є ефективним інструментом пізнання мезофауни ґрунтів. Причина інформаційної цінності екоморфічних матриць полягає в тому, що вони розкривають зв'язок тваринного населення ґрунту з провідними екологічними чинниками, генетичними особливостями ґрунтоутворного процесу, рослинним покривом, а також указують на функціональну роль мезофауни.

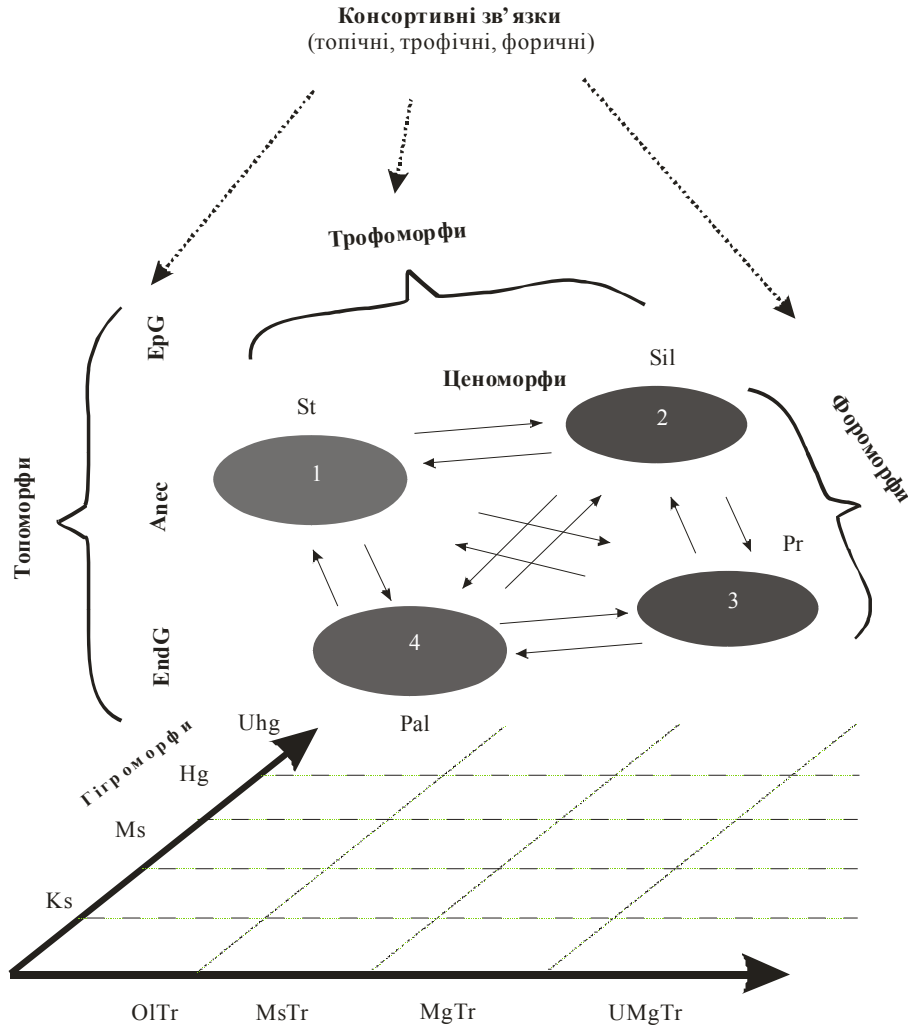
Екоморфи відображають ставлення живих організмів до екологічних факторів. За Вільямсом (1947), до космічних факторів належать світло та тепло, а до наземних – вода та їжа. Відношення до космічних факторів відображають клімаморфи, термоморфи, геліоморфи рослин і тварин, а також трофоценоморфи та топоморфи тварин. Ставлення до наземних факторів відбивають трофоморфи та гігоморфи.

Екоморфічна матриця є системою екологічних ознак угруповань тварин (рисунки). Гігоморфи та трофоценоморфи складають основу екоморфічної організації угруповань ґрунтової мезофауни. Ці екологічні групи відображають ставлення ґрунтових тварин до типологічних ординат лісових біогеоценозів в умовах степової зони – гігротопу та трофотопу. Таким чином, теоретичною основою концепції екоморфічних матриць ґрунтової мезофауни є вчення про степове лісознавство та типологія степових лісів О. Л. Бельгарда.

У визначенні властивостей біогеоценозу найголовнішу роль відіграє рослинний покрив. Гігоморфічна та трофоценоморфічна структура угруповань мезофауни лісових біогеоценозів в умовах степу вказують на екологічні особливості тваринного населення ґрунту в різних типах рослинного покриву.

Гігоморфи характеризують преференції організмів до градацій режиму зволоження ґрунту, а трофоморфи (трофоценоморфи тварин) – до градацій трофності едафотопу. Гігоморфи та трофоценоморфи ґрунтових тварин виділяються за допомогою вивчення диференціації тваринного населення у зв'язку з рослинним покривом.

З боку вертикальної диференціації тваринного населення ґрунтів можуть бути виділені топоморфи – підстилкові, ґрунтові та норні форми. Топоморфи вказують на ярус, якому надається перевага екологічною групою, а також на зосередження функціональної активності тварин.



Трофоценоморфи

Архітектоніка екоморфічної матриці:

- 1 – лісовий типу кругообігу; 2 – степовий тип кругообігу;
- 3 – болотний тип кругообігу; 4 – луговий тип кругообігу

Трофоморфи диференціюють тваринне населення за ознакою засобу харчування та особливостями трофічного впливу на середовище існування.

Екологічні групи ґрунтових тварин, які відокремлені на основі їх адаптацій до переміщення в ґрунті та вказують на роль в утворенні форичних зв'язків, слід назвати форморфами.

Консорції ґрунтових тварин виникають як скупчення функціональної активності живих істот в екологічному гіперпросторі, діяльність яких безпосередньо пов'язана з виконанням біологічного кругообігу речовин та потоком енергії. Біологічний кругообіг

визначає особливості структурної та функціональної організації біогеоценозів, а також хід та напрямок процесів ґрунтоутворення.

Відповідно до основних типів кругообігу речовин відбувається структурне оформлення функціональних комплексів ґрунтових тварин у вигляді ценоморфічних угруповань, які є найважливішими консортивними об'єднаннями. В умовах степової зони в зональних, азональних та інтразональних біогеоценозах це степові, лугові, лісові та болотні ценоморфи.

Багатовимірний факторний аналіз на основі інформації, що міститься в екологічній матриці, дозволяє визначити структуру екологічного простору, у якому функціонують угруповання ґрунтових тварин степового Придніпров'я. Основні тенденції динаміки екологічної структури визначаються функціональними особливостями угруповань, які залежать від напрямків основних типів кругообігів у біогеоценозах. Функціональними одиницями цієї активності є консорції ґрунтових тварин, які складають групи степантів, пратантів, сільвантів та палюдантів. Основним джерелом напруги функціональних зв'язків є конкуренція на різних рівнях організації живих систем, тому багатовимірний факторний аналіз виявляє функціональну структуру як відповідні дихотомії. Типи кругообігу, що найбільше взаємодіють між собою, формують пари протилежностей (дихотомії), у напрямку напруги яких і відкриваються головні тенденції змін у функціональній структурі угруповань. Перелік особливостей для кожного типу динаміки своєрідний, чим і визначаються характерні риси відповідних типів кругообігів та консорцій.

Виділені фактори також є статистичними змінними, які можуть використовуватися для подальшого аналізу. Характерною особливістю є те, що вони в інтегральній формі відображають найважливіші тенденції змін в екологічній та функціональній структурі угруповань. Фактори кількісно можуть бути виміряні, але вони також якісно визначені. Якісна та кількісна визначеність таких абстрактних конструкцій, як латентні фактори, виникає внаслідок їх зв'язку з реальними вимірюваними змінними. Інформаційне значення реальних фізичних змінних, з яких і складається екоморфічна матриця, виникає в результаті визначення їх ролі у формуванні факторної структури.

Матриця як спосіб подання екологічної інформації дозволяє застосовувати інструменти математичного аналізу даних.

Багатовимірний факторний аналіз екоморфічної матриці встановив структуру взаємозв'язків між характеристиками угруповань. Ця структура має ієрархічний характер. Можна виділити три групи ознак, які знаходяться на найбільшому ієрархічному рівні. Ці групи можна ідентифікувати як вирівняність розподілу видів в угрупованні, функціональна активність угруповання та його організаційна структура. Виділяються сім груп ознак нижчого ієрархічного рівня. Взаємозв'язок між групами ознак різних ієрархічних рівнів дозволяє змістовно визначити сенс відповідних ознак угруповань, таких як функціональна активність та організаційна структура.

Методологія екоморфічних матриць дозволяє встановити та змістовно інтерпретувати досить загальні емерджентні властивості екологічних угруповань. Так, з вирівняністю взаємозалежні характеристики таксономічного та екологічного розмаїття (ентропія таксономічних відстаней, таксономічна ентропія, приріст інформації за рахунок обліку таксономічних зв'язків, середнє таксономічних розбіжностей та його варіація та т.д.), деякі мультифрактальні властивості розподілу та функціональні властивості угруповань (топічна структура). Функціональна активність угруповань має зв'язок з таксономічною та екологічною структурою угруповань, але ортогональна (незалежна) від видового розмаїття. Функціональні властивості угруповань пов'язані з таксономічною організацією угруповань, асиметрією таксономічної розбіжності, середнім таксономічних розбіжностей, екологічною ентропією Шеннона, спільною екологічною ентропією. Організаційна структура угруповань екологічно обумовлена. В основі мінливості індексів видового розмаїття (Шеннона, Сімпсона, Бергера-Паркера, оцінки видового багатства

Чао і т.д.) знаходяться дві статистично незалежні причини: видове багатство та організаційне розмаїття угруповань. Для характеристик видового розмаїття ґрунтової мезофауни степового Придніпров'я можна стверджувати, що їхня інформаційна цінність мала, тому що вони залежать від двох ортогональних (незалежних) причин. Тому зовсім не відомо, від мінливості яких із цих причин у конкретному випадку залежить значення відповідного індексу. Організаційна структура угруповань тісно пов'язана з його функціональними властивостями (екологічна ємність місцеперебування, структура гігоморф і трофоценоморф).

Конструкція екоморфічної матриці може змінюватися залежно від цілей дослідження та специфіки досліджуваного об'єкта. Пластичність підходу дозволяє застосовувати його для вирішення різних завдань. Ключовим є дотримання принципів методу Акімова-Бельгарда для диференціації живих організмів на екологічні групи.

Консорції ценоморфічного рангу є певним чином дискретними у функціональному сенсі утвореннями, але в реальному просторово-часовому континуумі формують різноманітні строкати утворення. Моноценотичні комплекси найбільш властиві степовим зональним біогеоценозам, тоді як азональні та інтразональні біогеоценози в аспекті функціональної організації угруповань ґрунтових тварин мають переважно псевдомоноценотичну або амфіценотичну структуру.

Якісна своєрідність тваринного населення як активного учасника процесу ґрунтоутворення формується внаслідок кількісної комбінації ценоморфічних консорцій. Кожна ценоморфа як утворення консортивного рівня має якісні та кількісні особливості кругообігу речовин, трансформації органічних залишків, просторової спрямованості основної активності. Ці особливості проявляють себе, тобто можуть бути визначені та кількісно оцінені на практиці, у трофічній, топічній, форичній, ценотрофоморфічній структурах. Консорція – це екосистема, яка є результатом внутрішньосистемних взаємодій та зазнає впливу навколишнього середовища. Вплив навколишнього середовища відображається через особливості реагування живих істот на нього, тобто через відповідні екоморфи – гігоморфи, трофоценоморфи, клімаморфи, термоморфи і т. д. Усі ці ознаки є результатом застосування екоморфічного аналізу.

Екоморфічний аналіз є засобом кількісного та якісного аналізу консорцій ґрунтових тварин різних рівнів. У процесі екоморфічного аналізу встановлюються головні екологічні групи живих організмів – екоморфи, їх об'єм та функціональне значення.

Спектри ценоморф, гігоморф, трофоценоморф, топоморф, трофоморф і фоморморф дозволяють одержати уявлення про екологічне розмаїття угруповання. Ці ознаки дозволяють встановити стосунки розбіжності/подібності між видами тварин, що становлять угруповання. Міри квадратичної або інформаційної ентропії надають інтегральну оцінку екологічного розмаїття угруповань.

Сукупність таких характеристик угруповання, як спектри екоморф, індекси екологічного розмаїття та організації, індекси видового розмаїття та функціональні ознаки угруповань, становлять основу екоморфічної матриці. До функціональних ознак можна віднести сумарну чисельність і біомасу угруповання, індекси продуктивності, екологічну ємність місцеперебування та екологічну компресію угруповань, функціональні розмаїття, вирівняність і дивергенцію.

Екосистемі притаманне розмаїття в двох площинах – як множині та як системі. Розмаїття екосистеми як множини найбільш вочевидь можна відобразити за допомогою ряду відомих індексів розмаїття (Шеннона, Сімпсона, Бергера–Паркера і т. ін.). Це розмаїття має два аспекти: воно залежить від кількості елементів і вирівняності їхньої чисельності. Співвідношення цих аспектів становить предмет розбіжностей між багатьма індексами видового розмаїття. Множина певним чином відображає властивості цілого як системи. Але це відображення не є повним та конкретним, тому що властивість конкретності повною мірою притаманна лише системі. Тому індекси розмаїття, які щодо екологічних систем частіше називаються індексами видового розмаїття, є неповним

відображенням загальної властивості екосистеми, як екологічне розмаїття, тобто розмаїття екологічного утворення як системи.

Індекси видового розмаїття не враховують факт різного рівня відмінності або подібності між особинами (видами) угруповань живих організмів. Всі вони вважаються рівною мірою різними або подібними між собою. Облік цих розбіжностей дозволяє знайти міру екологічного розмаїття угруповань.

Відносини розбіжності/подібності між екземплярами (видами) угруповання можуть бути встановлені різними способами. Залежно від обраного способу можна одержати таксономічний, філогенетичний, морфологічний, біохімічний та інші аспекти розмаїття. Вибір екологічних критеріїв для визначення відносин подібності/розбіжності дозволяє одержати екологічний аспект розмаїття, або екологічного розмаїття угруповання. Різні способи структурування угруповань можуть надавати спряжені результати, у той час як один аспект розмаїття може виступати як деяка оцінка (індикатор) іншого аспекту. Наприклад, морфологічне розмаїття угруповань може мати екологічну складову і, таким чином, може виступати як оцінка екологічного розмаїття. Може існувати зв'язок між таксономічним розмаїттям та екологічним розмаїттям. Цей зв'язок тим більший, чим більш однорідними в екологічному відношенні є певні таксономічні групи. Так, всі павуки в трофічному відношенні є хижаками, всі дощові черв'яки – є мешканцями ґрунту, а всі риби – є мешканцями водного середовища. Такий зв'язок надає можливість непрямої оцінки екологічного розмаїття через розмаїття таксономічне, морфологічне або біохімічне. Але така можливість не знімає необхідності прямої оцінки екологічного розмаїття угруповань.

Екологічне розмаїття може бути кількісно оцінено на основі принципів екоморфного аналізу Акімова – Бельгарда.

Екологічні угруповання та екологічне розмаїття мають ієрархічну організацію. Екоморфна матриця дозволяє відобразити ієрархічний характер організації угруповань.

Для розуміння сутності екологічних процесів необхідне розглядання угруповання на різних рівнях (на зональному, ландшафтному, на рівні біогеоценозу, парцели або консорції).

Спектри екоморф дають можливість провести діагностику істотних властивостей біогеоценозів, таких як режим зволоження (гігротоп) і рівень мінералізації ґрунтового розчину (трофотоп).

Характеристика угруповань за структурою екоморф, індексами видового різноманіття, функціональними властивостями, індексами екологічного та таксономічного різноманіття у часовому та просторовому аспектах становить екоморфичну матрицю.

Екоморфична матриця дозволяє надати повну та об'ємну характеристику угруповань живих організмів як системи. Тому вона дозволяє встановити зв'язок між екологічним розмаїттям та функціональними властивостями угруповань, а також його стійкістю.

Просторова, структурна та функціональна організація угруповань ґрунтових тварин є способом підвищення його стійкості. Таким чином, екологічне розмаїття як основа організації угруповань має безпосередній зв'язок з його стійкістю.

Застосовано принципи теорії нейтрального різноманіття до пізнання угруповань ґрунтових тварин (Кунах, 2007) та перевірено теорію екологічних ніш та теорію нейтральності на прикладі населення павуків (Кунах, 2009).

Проведено морфометричні дослідження ґрунтових тварин (Прокопенко, 2007, 2008). Оpubліковано навчальний посібник з морфології дощових черв'яків (Кунах, 2010). За допомогою методів геометричної морфометрії оцінено популяційну структуру павуків *Pardosa lugubris* (Walckenaer, 1802) урбанізованої території (Прокопенко, 2011) та визначено екологічні та географічні компоненти варіювання форми головної капсули мокриці *Trachelipus rathkei* (Кунах, 2011).

Ще до появи фундаментальної праці А. Д. Покаржевського зі співавторами (2005) «Пространственная экология почвенных животных» розпочато дослідження

просторового розподілу ґрунтових тварин на рівні точки, біогеоценозу та ландшафту (Жуков, 2000, 2001, 2002, 2004). Розроблено ГІС-підхід для оцінки просторової варіабельності електричної провідності ґрунту під впливом ріючої активності сліпака (*Spalax microphthalmus*) (Пахомов, 2010; Жуков, 2011). Установлено просторову організацію системи пориїв сліпака (Пахомов, 2010). Досліджено вплив педотурбаційної діяльності сліпака на целюлозолітичну активність, на електричну провідність ґрунту (Кунах, 2011) та на агрегатну структуру ґрунту (Коломбар, 2014).

Здійснено аналіз просторової структури популяцій наземних молюсків за допомогою фрактального підходу (Крамаренко, 2014) та із застосуванням геостатистики (Крамаренко, 2014).

Створено уявлення про фодересферу сліпаків (Жуков, 2010) як аналог дрилосфери дощових черв'яків.

Сліпаки в процесі риття обирають оптимальний маршрут з погляду мінімізації енергетичних витрат. Таким чином, не можна розглядати риття ходу як процес прямолінійного переміщення в ґрунтовій товщі. Ґрунтові ссавці зі всієї ґрунтової товщі освоюють зону, що є в цілому сприятливою для риття, у межах якої прокладають нори в ділянках більш м'яких, ніж навколишня ґрунтова маса. Більш тверді ділянки ґрунтової маси можуть розглядатися як основа конструктивної стійкості ґрунтового покриву, що протидіє ерозійному переміщенню. Таким чином, можна припустити, що енергетична оптимізація ріючої активності ґрунтових ссавців приводить до створення такої фодересфери (від латин. *fodere* – рити, за аналогією із дрилосферою дощових черв'яків за Буше), що гармонійно інтегрується в систему механічної стійкості ґрунтового покриву при мінімальному його порушенні.

Педотурбаційна активність сліпаків перетворює ґрунт як середовище існування інших ґрунтових тварин (мезо-, мікро- і нанофауни), мікроорганізмів і рослин. Викликані ріючою активністю ефекти мають різний масштаб і період загасання, тому головною особливістю фодересфери є створення й підтримка розмаїтості екологічних умов у ґрунтовому покриві.

Ріючі ґрунтові тварини суттєво впливають на ґрунт як середовище існування. Частину ґрунтового покриву, що зазнає впливу ґрунтових ходів і надґрунтових викидів ріючих ссавців, можна позначити як **фодересферу**. Очевидно, що екологічний простір фодересфери не обмежується границями системи ходів і пориїв. Масштаб фодересфери визначається тривалим періодом загасання наслідків активного впливу, яким є педотурбаційна діяльність ґрунтових ссавців. Фодересфера відрізняється динамічністю ґрунтових властивостей, мікробіологічних процесів, структури та різноманіттям тваринного населення та рослинного покриву. У просторовому аспекті спостерігається збільшення мозаїчності ґрунтового покриву, що за масштабами значно перевершує довжину тільки системи ходів і пориїв ссавців.

Розкрито ландшафтний аспект екологічної ніші сліпаків, що потребувало застосування ENFA-аналізу, технологій аналізу даних дистанційного зондування Землі з космосу та ГІС-технологій (Жуков, 2011).

У 2015 р. був виданий підручник «Аналіз просторових даних в екології та сільському господарстві» (Жуков, 2015).

Досліджено вплив едафічних властивостей на структуру угруповань ґрунтових тварин. Визначено закономірності просторового варіювання агрегатної структури (Демидов, 2010) та інших фізичних властивостей техноземів (Жуков, 2014). Оцінено екологічний аспект просторового варіювання твердості ґрунту в пристінній діброві (Кунах, 2011) та в дерново-літогенному ґрунті на лесоподібних суглинках (Жуков, 2011).

Розроблено підходи для застосування фітоіндикаційних шкал як маркерів екологічного простору угруповань ґрунтових тварин (Жуков, 2015).

Установлено показники різноманіття герпетобіонтних безхребетних байраку Яцев Яр (Кунах, 2008; Жуков, 2008) та експериментальної ділянки з рекультивациі земель, порушених гірничодобувною промисловістю (Прокопенко, 2011). Надано

фауністичну та екоморфічну характеристику угрупованням герпетобіонтних павуків байрачних лісів Дніпропетровської області (Прокопенко, 2009, 2011), байраку Військовий (Прокопенко, 2009), заплави р. Самара (Кунах, 2009), степової цілини в урочищі Яцев Яр (Прокопенко, 2010), урочища Круглик (Жуков, 2010). Розкрито роль педотурбаційної активності сліпаків як фактора просторової організації угруповань павуків (Жуков, 2011). Розроблено екоморфічний підхід для дослідження угруповань павуків степової зони України (Прокопенко, 2014; Кунах, 2014).

Цикл досліджень із просторового варіювання екоморфічної структури угруповань мезопедобіонтів техноземів (Кунах, 2013) дозволив підійти до вирішення питань зоологічної діагностики техноземів Нікопольського марганцеворудного басейну (Андрусевич, 2014).

Також проведено цикл досліджень із просторової організації угруповань ґрунтових тварин у межах великого міста (на прикладі м. Дніпропетровська) на рівні біогеоценозу (Кунах, 2013, 2014; Жуков, 2014) та на ландшафтному рівні (Балюк, 2014). Розроблено адаптивну стратегію відбору ґрунтово-зоологічних проб для оцінки просторової організації угруповань ґрунтових тварин урбанізованих територій на різних ієрархічних рівнях із застосуванням наземних досліджень та даних дистанційного зондування Землі (Кунах, 2013; Балюк, 2014).

Багаторічні дослідження рекультивациі порушених земель у Нікопольському марганцеворудному басейні дозволили сформулювати концепцію просторової агроєкології при рекультивациі земель (Демидов, 2013; Диченко, 2015).

Дослідження ґрунтово-зоологічних об'єктів на ландшафтному рівні дозволило перейти до узагальнень, які поширюються на інші компоненти наземних екосистем та сформулювати принципи ландшафтної екології як основи просторового аналізу продуктивності агроценозів (Жуков, 2013).

Установлено характер впливу оранки ґрунтів на структуру угруповань панцирних кліщів (Федосенко, 2014). За допомогою технологій просторової екології здійснено фракціювання просторової варіації угруповань панцирних кліщів сільськогосподарського поля (Жуков, 2013; Штирц, 2013).

Слід відзначити, що значні наукові успіхи ґрунтово-зоологічного напрямку досліджень можливі як результат комплексної співпраці в рамках Комплексної експедиції з фахівцями різних напрямків – ґрунтознавцями, флористами, геоботаніками, екокліматологами, гідрологами. Позитивний ефект виникає внаслідок взаємної підтримки при проведенні польових досліджень, а також обміну думками та творчим опрацюванням ідей, які виникають у різних галузях науки. Безумовно, такою синтетичною ідеєю, яка поєднує фахівців різних напрямків, є вчення О. Л. Бельграда про степове лісознавство, принципи типології лісових біогеоценозів у степовій зоні України, вчення про екоморфи, вчення про амфіценоз. Важливе концептуальне значення має вчення М. П. Акімова про біоморфи.

Важливе значення в розвитку ґрунтово-зоологічних досліджень має вирішення практичних питань, які пов'язані з відновленням родючості ґрунтів, моніторингом стану наземних екосистем, розробкою принципів та методів природного землеробства, оцінкою екосистемних сервісів, зоологічною діагностикою антропогенних ґрунтів, у тому числі рекультоземів.

Напрямки подальших досліджень:

1. Дослідити можливість поширення концепції екоморфічних матриць на інші екологічні групи тварин (герпетобіонтів, хортобіонтів та ін.).
2. Установити закономірності мінливості екоморфічних особливостей ґрунтових тварин у географічному аспекті.
3. Дослідити можливість розширення системи екоморф за рахунок інших важливих екологічних груп (термоморфи, сезонні групи та ін.).
4. Вивчити екоморфічну динаміку окремих видів у просторі та онтогенезі.
5. Вивчити закономірності екоморфічної динаміки таксономічно близьких видів.

6. Установити морфо-адаптивну компоненту в екоморфах.
7. Розробити шляхи застосування екоморфічних матриць у вивченні тваринного населення антропогенних територій (урболандшафти, агроландшафти, техногенні зони, рекультивовані землі).
8. Алгоритмічне обґрунтування застосування екоморфічних матриць у природоохоронній діяльності.
9. Розробити принципи просторової екології ґрунтових тварин.
10. Розробити принципи та технології застосування даних дистанційного зондування Землі та ГІС-технологій для пізнання принципів організації угруповань ґрунтових тварин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Андрусевич К. В.** Экоморфическая организация сообществ мезопедобионтов как основа зоологической диагностики антропогенных почв / К. В. Андрусевич, А. В. Жуков, О. Н. Кунах // Вестник Харьковского национального университета. – 2014. – Вып. 22. – С. 86–97.
- Балюк Ю. А.** Адаптивная стратегия отбора проб для оценки пространственной организации сообществ почвенных животных урбанизированных территорий на различных иерархических уровнях / Ю. А. Балюк, О. Н. Кунах, А. В. Жуков, Г. А. Задорожная, Д. С. Ганжа // Биологический вестник Мелитопольского государственного педагогического университета имени Богдана Хмельницкого. – 2014. – № 4 (3). – С. 8–33.
- Барсов В. А.** Сезонные, годовые и вызванные антропогенными факторами изменения структуры популяций почвенных и наземных беспозвоночных животных в некоторых биогеоценозах центрального степного Приднепровья / В. А. Барсов, А. Ф. Пилипенко, А. В. Жуков, Ю. Л. Кульбачко, Т. И. Кисенко // Вестник Днепропетровского университета. – Д.: ДГУ, 1996. – Вып. 2. – С. 24–30.
- Вильямс В. Р.** Почвоведение / В. Р. Вильямс. – М.: Сельхозгиз, 1947. – 455 с.
- Демидов А. А.** Пространственная агроэкология и рекультивация земель: монография / Демидов А. А., Кобец А. С., Грищан Ю. И., Жуков А. В. – Д.: Изд-во «Свидлер А.Л.», 2013. – 560 с.
- Демидов А. А.** Пространственная вариабельность агрегатного состава техноземов / А. А. Демидов, Ю. И. Грищан, А. В. Жуков // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2010. – № 2. – С. 11–19.
- Диченко О. Ю.** Просторова агроекологія як основа прогнозу чисельності шкідників / О. Ю. Диченко, П. В. Писаренко, О. М. Кунах, О. В. Жуков. – Д.: ДНУ, 2015. – 139 с.
- Жуков О. В.** Роль ландшафтного різноманіття в динаміці чисельності популяцій шкідників сільського господарства / О. В. Жуков, О. М. Кунах // Zoocenosis–2015. Biodiversity and Role of Animals in Ecosystems The VIII International Conference. Ukraine, Dnipropetrovsk, DNU, 21–23.12.2015. – P. 159–160.
- Жуков А. В.** Анализ биоморфической структуры мезофауны в диагностике почв / А. В. Жуков // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – Д., 1999. – С. 106–114.
- Жуков А. В.** Биоиндикационные характеристики дождевых червей для установления степени загрязнения почвы отходами химического производства / А. В. Жуков, А. Ф. Пилипенко, О. А. Киреева // Вопросы биоиндикации и охраны природы. – Запорожье, 1997. – С. 162–166.
- Жуков А. В.** Биоморфический анализ животного населения в диагностике почв / А. В. Жуков // Придніпровський науковий вісник. Серія «Біологія, сільське господарство та ветеринарія». – 1998. – № 113 (180). – С. 114–120.
- Жуков А. В.** Биоразнообразие и устойчивость в пространстве почвенной мезофауны / А. В. Жуков // Экология и ноосферология. – 2005. – Т. 16, № 3–4. – С. 165–177.
- Жуков А. В.** Гигроморфы почвенных животных и их диагностическое значение для установления гигротопов / А. В. Жуков // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – Донецк: ДонУ, 2006. – Вып. 6. – С. 113–130.
- Жуков А. В.** Гипотеза альтернативного разнообразия и пространственное распределение почвенных беспозвоночных в экосистемах степной зоны Украины / А. В. Жуков // Проблемы почвенной зоологии: Мат. II(XII) Всерос. совещ. – М., 1999. – С. 53–54.
- Жуков А. В.** Динамика почвенной фауны урочища Круглик (Днепропетровская область) / А. В. Жуков // Известия Харьковского энтомологического общества. – 1999. – Т. VII, вып. 2. – С. 62–70.

- Жуков А. В.** Дождевые черви как компонент биогеоценоза и их роль в зооиндикации / А. В. Жуков // Грунтознавство. – 2004. – Т. 5, № 1–2. – С. 44–57.
- Жуков А. В.** Зоологическая диагностика почв на основе анализа трофической структуры почвенной мезофауны степного Приднєпровья / А. В. Жуков // Экология и ноосферология. – 2003. – Т. 13, №1–2. – С. 104–112.
- Жуков А. В.** Идентификация пространственных группировок почвенной мезофауны на уровне микрорельефа / А. В. Жуков, А. Ф. Пилипенко // Вісник Дніпропетровського університету. Серія «Біологія, екологія». – 2001. – Вип. 9. – Т. 2. – С. 159–165.
- Жуков А. В.** Иерархическая организация и разнообразие животного населения почвы поймы / А. В. Жуков // Питання степового лісознавства та лісової рекультиваци земель. – Д., 2006. – Вип. 10 (35). – С. 170–184.
- Жуков А. В.** Информационный анализ взаимосвязей элементов экологических систем: микростациональное распределение дождевого червя *Aporrectodea rosea* в пойме р. Самара / А. В. Жуков, А. Ф. Пилипенко // Питання степового лісознавства та лісової рекультиваци земель. – Д.: ДНУ, 2004. – Вип. 8 (33). – С. 161–174.
- Жуков А. В.** Накопление тяжелых металлов почвенными беспозвоночными урбанизированных территорий / А. В. Жуков, А. Н. Мисюра // Вопросы биоиндикации и экологии. – Запорожье, 1997. – Вып. 2. – С. 141–145.
- Жуков А. В.** Продукция и разнообразие комплексов почвенной мезофауны Присамарья / А. В. Жуков // Вопросы степного лесоведения и лесной рекультивации земель. – Д.: ДГУ, 1996. – С. 142–149.
- Жуков А. В.** Пространственное распределение почвенных беспозвоночных в прирусловой пойме р. Самара / А. В. Жуков // Питання степового лісознавства та лісової рекультиваци земель. – Д.: ДДУ, 2002. – С. 108–120.
- Жуков А. В.** Своеобразие животного населения чернозема обыкновенного / А. В. Жуков // Вісник Дніпропетровського університету. – 2005. – №3/1. – С. 77–88.
- Жуков А. В.** Трофическая структура почвенной мезофауны степного Приднєпровья / А. В. Жуков // Друга міжнародна конференція «Наука і освіта». – Д., 1999. – С. 11–13.
- Жуков А. В.** Фодересфера слепышей (*Spalax microphthalmus*) / А. В. Жуков, О. Н. Кунах, Т. М. Коновалова // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – Донецк: ДонНУ, 2010. – Вып. 10, № 1 – С. 105–123.
- Жуков А. В.** Экологическая структура животного населения почв чернокленовых дубрав правого берега р. Самара Днепровская / А. В. Жуков // Питання степового лісознавства та лісової рекультиваци земель. – Д.: ДДУ, 2001. – С. 84–93.
- Жуков А. В.** Экологические основы зоологической диагностики лесных почв степного Приднєпровья / А. В. Жуков: Дис. ... канд. биол. наук. – Д., 1996. – 267 с.
- Жуков А. В.** Экологическое разнообразие и таксономическая организация сообществ животных / А. В. Жуков // Вісник Дніпропетровського університету. – 2005. – № 3/2. – С. 96–104.
- Жуков А. В.** Агрегатная структура техноземов Никопольского марганцеворудного бассейна / А. В. Жуков, Г. А. Задорожная, И. В. Лядская // Біологічний вісник МДПУ ім. Б. Хмельницького. – 2013. – Т. 3, № 3. – С. 287–316.
- Жуков А. В.** Зоогеографический анализ почвенной и подстилочной фауны степного Приднєпровья / А. В. Жуков, А. Ф. Пилипенко, В. А. Барсов, Ю. Б. Смирнов, Ю. Л. Кульбачко, Т. И. Кисенко // Вопросы степного лесоведения и лесной рекультивации земель. – Д.: ДГУ, 1997. – С. 89–92.
- Жуков А. В.** Зоологическая диагностика почв степного Приднєпровья: применение методов многомерной статистики / А. В. Жуков // Проблемы почвенной зоологии. – Ростов-н/Д, 1996. – С. 43–44.
- Жуков А. В.** Ландшафтная экология как основа пространственного анализа продуктивности агроценозов / А. В. Жуков, О. Н. Кунах, Г. А. Задорожная, Е. В. Андрусевич // Экология та ноосферология. – 2013. – Т. 24, № 1–2. – С. 68–80.
- Жуков А. В.** Ландшафтный аспект экологической ниши слепышей / А. В. Жуков, О. Н. Кунах, Т. М. Коновалова // Біологічний вісник МДПУ ім. Б. Хмельницького. – 2011. – № 3. – С. 13–27.
- Жуков А. В.** Педотурбационная активность слепышей (*Spalax microphthalmus*) как фактор пространственной организации пауков (Aranei) / А. В. Жуков, О. Н. Кунах, Е. В. Прокопенко, Т. М. Коновалова // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2011. – № 2. – С. 28–35.

- Жуков А. В.** Пространственная изменчивость электропроводности почвы под воздействием роющей активности слепышей на различных масштабных уровнях / А. В. Жуков, Т. М. Коновалова // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Медицина. – 2011. – Вип. 2, т. 2. – С. 34–41.
- Жуков А. В.** Пространственная организация сообщества мезопедобионтов городской почвы / А. В. Жуков, О. Н. Кунах, Ю. А. Балюк // Изв. Харьк. энтомол. о-ва. – 2015. — Т. XXIII, вып. 1. – С. 46–57.
- Жуков А. В.** Пространственное размещение пороев слепышей (*Spalax microphthalmus*) и твёрдость почвы / А. В. Жуков, О. Н. Кунах, Т. М. Коновалова // Поволжский экологический журнал. – 2013. – № 1. – С. 3–15.
- Жуков А. В.** Структура и устойчивость сообществ почвенной фауны правого берега реки Самары Днепровской / А. В. Жуков // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов. – Тез. докл. II респ. студ. науч. конф. – Донецк, 1992. – С. 84.
- Жуков А. В.** Твёрдость дерново-литогенных почв на лессовидных суглинках / А. В. Жуков, О. Н. Кунах // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2011. – № 1. – С. 63–69.
- Жуков А. В.** Фитоиндикационное оценивание измерений, полученных при многомерном шкалировании структуры растительного сообщества / А. В. Жуков // Биологический вестник Мелитопольского государственного педагогического университета имени Богдана Хмельницкого. – 2015. – № 1 (1). – С. 69–93.
- Жуков А. В.** Фракционирование пространственной вариации сообщества панцирных клещей (Acari: Oribatida) в почве сельскохозяйственного поля в условиях степной зоны Украины / А. В. Жуков, А. Д. Штирц, Г. А. Задорожная, О. Н. Кунах // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – 2013. – № 1 (13). – 87–105.
- Жуков А. В.** Экологическое разнообразие животного населения почв пойменных биогеоценозов р. Самары / А. В. Жуков // Вестник Днепрпетровского университета. Серия «Биология и экология». – Д., 2000. – Вып. 7. – С. 73–79.
- Жуков А. В.** Экологическое разнообразие и организация животного населения байрака Яцев Яр / А. В. Жуков, О. Н. Кунах, Е. В. Прокопенко, Ю. А. Балюк // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2008. – Вип. 16, т. 2. – С. 51–59.
- Жуков А. В.** Экоморфическая организация сообществ мезопедобионтов дубняка со свежим разнотравьем на арене р. Днепр / А. В. Жуков, О. Н. Кунах, В. А. Новикова // Известия Харьковского энтомологического общества – 2015. – Т. 23, вып. 2. – С. 39–53.
- Жуков О. В.** Эколого-фаунистичний огляд дощових черв'яків східної України / О. В. Жуков // Вісник Запорізького державного університету. – 2004. – № 2. – Фізико-математичні науки. Біологічні науки. – С. 145–154.
- Жуков О. В.** Зоологічна індикація едафічних факторів, що визначають розподіл мезофауни в лісах степової зони України / О. В. Жуков // Науковий вісник Українського державного лісотехнічного університету. – Львів, 1999. – Вип. 9. – С. 131–135.
- Жуков О. В.** Просторовий розподіл мезофауни правого берега р. Самари / О. В. Жуков // Вісник Дніпропетровського університету. Серія «Біологія, екологія». – 2000. – Вип. 8. – Т. 2. – С. 94–100.
- Жуков О. В.** Аналіз просторових даних в екології та сільському господарстві / О. В. Жуков. – Д.: ДНУ, 2015. – 124 с.
- Жуков О. В.** Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Дощові черв'яки (Lumbricidae): моногр. / О. В. Жуков, О. Є. Пахомов, О. М. Кунах // Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту, 2007. – 371 с.
- Жуков О. В.** Динамічна стійкість угруповання земноводних короткозаплавних лісових екосистем / О. В. Жуков, Н. Л. Губанова // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2015. – Вип. 23, т. 2. – С. 161–171.
- Жуков О. В.** Екологічна структура угруповань павуків урочища Круглик / О. В. Жуков, О. М. Кунах, Ю. О. Балюк, О. В. Прокопенко // Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах: Матеріали V Міжнародної конференції. – Д.: Ліра, 2009. – С. 150–152.
- Жуков О. В.** Екоморфи Бельгарда–Акімова та екологічні матриці / О. В. Жуков // Екологія та ноосферологія. – 2010. – Т. 21, № 3–4. – С. 109–111.
- Жуков О. В.** Екоморфічна організація ґрунтового тіла: геостатистичний підхід / О. В. Жуков, Г. О. Задорожна // Біологічні студії. – 2015. – Т. 9, № 3–4. – С. 119–128.
- Жуков О. В.** Екоморфічний аналіз консорцій ґрунтових тварин / О. В. Жуков // Д.: Вид-во «Свідлер А. Л.», 2009. – 239 с.

- Жуков О. В.** Екоморфічні матриці мезофауни лісових ґрунтів степового Придніпров'я / О. В. Жуков: Дис. ... д-ра біол. наук. – Д., 2011. – 407 с.
- Жуков О. В.** Основи ґрунтової зоології та біоіндикації / О. В. Жуков, О. Ф. Пилипенко, С. М. Кірієнко: Навч. посіб. – Д.: РВВ ДНУ, 2002. – 88 с.
- Жуков О. В.** Оцінка варіювання у просторі та часі рослинного покриву засобами дистанційного зондування Землі / О. В. Жуков, П. В. Писаренко, О. М. Кунах, О. Ю. Диченко // Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. – 2015. – № 2 (36). – С. 105–112.
- Жуков О. В.** Просторове варіювання екоморфічної структури ґрунтової мезофауни лісопаркового насадження (на прикладі парку в межах м. Дніпропетровська) / О. В. Жуков, О. М. Кунах, Ю. О. Балюк // Вісник Львівського національного університету. Серія біологічна. – 2014. – Вип. 65. – С. 224–237.
- Жуков О. В.** Різноманіття та динаміка угруповань земноводних заплавної екосистеми р. Самара Дніпровська / О. В. Жуков, Н. Л. Губанова // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2015. – Вип. 23, т. 1. – С. 66–73.
- Жуков О. В.** Роль ландшафтної різноманітності у динаміці чисельності популяцій шкідників цукрового буряку в Полтавській області / О. В. Жуков, П. В. Писаренко, О. М. Кунах, О. Ю. Диченко // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2015. – Вип. 23, т. 1. – С. 21–27.
- Жуков О. В.** Фізичні властивості рекультоземів Нікопольського марганцеворудного басейну / О. В. Жуков, Г. О. Задорожна, І. В. Лядська // Питання степового лісознавства та лісової рекультиваци земель. – Д.: ДНУ, 2014. – Вип. 43. – С. 93–114.
- Жуков О. В.** Фітоіндикаційне оцінювання вимірів, отриманих при багатовимірному шкалюванні структури рослинного угруповання / О. В. Жуков // Чорноморський ботанічний журнал. – 2015. – Т. 11. – С. 84–98.
- Кисенко Т. И.** Почвенная мезофауна поймы р. Самара Днепровская / Т. И. Кисенко, А. В. Жуков // Вестник Днепропетровского университета. Серия «Биология и экология». – 2000. – Вып. 7. – С. 62–68.
- Кисенко Т. И.** Биотопическое распределение и фауна двупарноногих многоножек лесов степной зоны Украины / Т. И. Кисенко, А. В. Жуков // Вестник Днепропетровского университета. – 1998. – Вып. 4. – С. 90–94.
- Кобець А. С.** Агроекологічні перспективи розвитку природного агровиробництва / А. С. Кобець, М. М. Харитонов, Ю. І. Грицан, О. В. Жуков // Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. – 2015. – № 4 (38). – С. 6–10.
- Коломбар Т.** Роль педотурбационної активності сліпака звичайного (*Spalax microphthalmus*) у формуванні структури ґрунтового покриву / Т. Коломбар, О. Пахомов, О. Жуков // Вісник Львівського університету. Серія біологічна. – 2014. – Вип. 64. – С. 219–225.
- Крамаренко С. С.** Анализ паттернов пространственной организации популяций наземных моллюсков: подход с использованием методов геостатистики / С. С. Крамаренко, О. Н. Кунах, А. В. Жуков, Е. В. Андрусевич // Бюллетень Дальневосточного малакологического общества. – 2014. – Вып. 18. – С. 5–40.
- Крамаренко С. С.** Фрактальный анализ пространственной структуры популяций наземных моллюсков / С. С. Крамаренко, А. В. Жуков // Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. – 2014. – №1 (33). – С. 32–41.
- Кунах О. М.** Структура домінування тваринного населення ґрунту центральної заплави р. Самара в умовах штучного експериментального забруднення важкими металами / О. М. Кунах // Вісник Дніпропетровського університету. – 2005. – № 3/2. – С. 113–117.
- Кунах О. М.** Динаміка угруповань ґрунтових тварин з позицій теорії нейтрального розмаїття / О. Н. Кунах, А. В. Жуков // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – Донецьк: ДонНУ, 2007. – Вип. 7. – С. 100–105.
- Кунах О. М.** Екологічна структура угруповань павуків заплави р. Самара / О. М. Кунах, О. В. Прокопенко, О. В. Жуков // Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах: Мат. V Міжнар. конф. – Д.: Ліра, 2009. – С. 160–162.
- Кунах О. М.** Морфологія дощових черв'яків (Lumbricidae) / О. М. Кунах, О. В. Жуков, О. С. Пахомов. – Д.: ФОП Дрига Т. В., 2010. – 52 с.
- Кунах О. М.** Перевірка теорії екологічних ніш та теорії нейтральності на прикладі населення павуків / О. М. Кунах, О. В. Прокопенко, О. В. Жуков // Вісник Донецького університету. – Серія А. Природничі науки. – 2009, № 2. – С. 265–270.

- Кунах О. Н.** Экологическое разнообразие животного населения почвы в условиях загрязнения среды тяжелыми металлами / О. Н. Кунах // *Екологія і ноосферологія*. – 2005. – Т. 16, № 3–4. – С. 188–201.
- Кунах О. Н.** Динамика содержания никеля и свинца в профиле пойменной лугово-лесной почвы в эксперименте / О. Н. Кунах // *Вісник Дніпропетровського університету*. – 2005. – № 3/1. – С. 134–143.
- Кунах О. Н.** Животное население почвы центральной поймы р. Самары / О. Н. Кунах // *Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель*. – Д.: ДНУ, 2006. – Вип. 10 (35). – С. 158–164.
- Кунах О. Н.** Зоо- и фитоиндикация роли автотрофной и гетеротрофной консорциев в организации биогеоценоза / О. Н. Кунах, М. В. Трифанова, Д. С. Ганжа // *Біологічний вісник МДПУ ім. Б. Хмельницького* – 2014. – № 2. – С. 115–141.
- Кунах О. Н.** Трофические группы почвенной мезофауны центральной поймы р. Самара / О. Н. Кунах // *Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона*. – Донецк: ДонНУ, 2006. – Вып. 6. – С. 130–135.
- Кунах О. Н.** Анализ маргинальности и пространственная организация сообщества мезопедобионтов урботехнозема / О. Н. Кунах, А. В. Жуков, Ю. А. Балюк // *Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель*. – 2014. – Вип. 43. – С. 103–115.
- Кунах О. Н.** Влияние педотурбационной активности слепыша (*Spalax microphthalmus*) на целлюлолитическую активность и электрическую проводимость почвы / О. Н. Кунах, Т. М. Коновалова, Е. В. Прокопенко // *Вісник Донецького національного університету*. Сер. А: Природничі науки. – 2011. – № 11. – С. 151–155
- Кунах О. Н.** Динамика сообществ почвенных животных с позиций теории нейтрального разнообразия / О. Н. Кунах, А. В. Жуков // *Ґрунтознавство*. – 2007. – Т. 8, № 3–4. – С. 100–105.
- Кунах О. Н.** Животное население почв придолинно-балочного ландшафта / О. Н. Кунах, А. В. Жуков // *Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель* – Д.: Вид-во ДНУ, 2008. – Вип. 12. – С. 148–158.
- Кунах О. Н.** Пространственная организация сообщества мезопедобионтов урботехнозема / О. Н. Кунах, А. В. Жуков, Ю. А. Балюк // *Ґрунтознавство*. – 2013. – Т. 14, № 3–4 (23). – С. 76–97.
- Кунах О. Н.** Пространственная организация сообщества почвенных мезопедобионтов в условиях рекреационной нагрузки в лесопарковом насаждении / О. Н. Кунах, А. В. Жуков, Ю. А. Балюк // *Біологічний вісник МДПУ ім. Б. Хмельницького*. – 2013. – Т. 3, № 3. – С. 274–286.
- Кунах О. Н.** Пространственное варьирование экоморфической структуры почвенной мезофауны урбозема / О. Н. Кунах, А. В. Жуков, Ю. А. Балюк // *Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского*. Серия «Биология, химия». – 2013. – Т. 26 (65), № 3. – С. 107–126.
- Кунах О. Н.** Размерная структура популяций дождевых червей и теория нейтральности / О. Н. Кунах // *Вісник Дніпропетровського університету*. – 2008. – Т. 1, вип. 16. – С. 133–140.
- Кунах О. Н.** Фауна губоногих многоножек (Chilopoda) степного Приднпровья / О. Н. Кунах // *Біологічний вісник МДПУ ім. Б. Хмельницького*. – 2013. – № 1(7). – С. 65–81.
- Кунах О. Н.** Экологическая структура животного населения байрака Яцев Яр / О. Н. Кунах, А. В. Жуков, Е. В. Прокопенко, Ю. А. Балюк // *Вісник Дніпропетровського університету*. Біологія. Екологія. – 2008. – Вип. 16, т. 2. – С. 74–85.
- Кунах О. Н.** Экологический аспект твердости почвы в пристенной дубраве / О. Н. Кунах, А. А. Балдин // *Вісник Дніпропетровського університету*. Біологія. Екологія. – 2011. – Вип. 19, т. 1. – С. 65–74.
- Кунах О. Н.** Экоморфическая и пространственная организация мезопедобионтов лесопаркового насаждения в черте г. Днепрпетровска / О. Н. Кунах, А. В. Жуков, Ю. А. Балюк // *Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону*. – 2013. – № 1 (13). – С. 106–121.
- Кунах О. Н.** Экоморфическая организация сообществ пауков степной зоны Украины / О. Н. Кунах, Е. В. Прокопенко, А. В. Жуков // *Ґрунтознавство*. – 2014. – Т. 15, № 1–2. – С. 101–119.
- Кунах О. Н.** Экоморфическая проекция пространственной организации сообщества почвенной мезофауны / О. Н. Кунах, А. В. Жуков, Ю. А. Балюк // *Вестник Харьковского национального университета*. – 2013. – Вып. 18 (№ 1079). – С. 118–131.
- Кунах О. Н.** Экоморфический аспект пространственной организации сообщества мезопедобионтов урботехнозема / О. Н. Кунах, А. В. Жуков, Ю. А. Балюк // *Экосистемы, их оптимизация и охрана*. – 2014. – Вып. 10. – С. 159–176.
- Кунах О. Н.** Экоморфическое разнообразие и пространственная организация сообщества мезопедобионтов урботехнозема / О. Н. Кунах, А. В. Жуков, Ю. А. Балюк, М. П. Федюшко //

Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. – 2014. – № 1 (33). – С. 32–41.

Пахомов А. Е. ГИС-подход для оценки изменчивости электропроводности почвы под влиянием педотурбационной активности слепыша (*Spalax microphthalmus*) // А. Е. Пахомов, Т. М. Коновалова, А. В. Жуков // Вісник Дніпропетровського університету. «Біологія. Екологія». – 2010. – Вип. 18, т. 1. – С. 58–66.

Пахомов А. Е. Положительное и отрицательное влияние экологического инжиниринга: сравнение парадигм / А. Е. Пахомов, А. В. Жуков // Вісник Дніпропетровського університету. Серія «Біологія. Екологія». – 2004. – № 1. – С. 141–146.

Пахомов А. Е. Пространственная организация системы пороев слепыша *Spalax microphthalmus* / А. Е. Пахомов, О. Н. Кунах, Т. М. Коновалова, А. В. Жуков // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2010. – Вып. 2(21). – С. 106–117.

Пахомов А. Е. Пространственная организация экологической ниши почвенной мезофауны урбозема / А. Е. Пахомов, О. Н. Кунах, А. В. Жуков, Ю. А. Балюк // Вісник Дніпропетровського університету. «Біологія. Екологія». – 2013. 21(1). – С. 51–57.

Пахомов О. Є. Дощові черв'яки в умовах експериментального забруднення ґрунту нікелем та свинцем у присутності пшениці / О. Є. Пахомов, О. М. Кунах // Вісник Запорізького університету. Серія «Фізико-математичні науки. Біологічні науки». – 2004. – № 2. – С. 192–196.

Пахомов О. Є. Функціональне різноманіття ґрунтової мезофауни заплавної степових лісів в умовах штучного забруднення середовища / О. Є. Пахомов, О. М. Кунах. – Д.: Вид-во ДНУ, 2005. – 324 с.

Пилипенко А. Ф. Биохимические изменения в мышечной ткани дождевого червя *Octolasion lacteum* в условиях загрязнения среды обитания / А. Ф. Пилипенко, А. В. Жуков // Вестник Днепропетровского университета. Серія «Биология и экология». – Д., 1993. – Вып. 1. – С. 68–69.

Пилипенко А. Ф. Животное население эдафотопов экспериментального участка лесной рекультивации в Западном Донбассе / А. Ф. Пилипенко, А. В. Жуков, О. П. Киреева // Вопросы степного лесоведения и лесной рекультивации земель. – Д., 1997. – С. 93–98.

Пилипенко А. Ф. Роль Комплексной экспедиции по изучению лесов степной зоны Украины в развитии почвенно-зоологических исследований в ДГУ / А. Ф. Пилипенко, А. В. Жуков // Екологія та ноосферологія. – 1999. – Т. 6, вип. 1–2. – С. 151–157.

Пилипенко А. Ф. Эколого-генетические аспекты зоологической диагностики почв степной зоны Украины / А. Ф. Пилипенко, А. В. Жуков // Проблемы почвенной зоологии. – Мат. II(XII) Всерос. совещ. – М., 1999. – С. 282–283.

Прокопенко Е. А. Экологическая структура сообщества пауков (*Aranea*) байрака Войсковой / Е. А. Прокопенко, А. Е. Пахомов, О. Н. Кунах, А. В. Жуков // Вісник Дніпропетровського університету. – 2009. – Вип. 17, т. 1. – С. 183–192.

Прокопенко Е. В. Морфометрическая изменчивость и морфологическое разнообразие популяций *Pardosa ligubris* (Walckenaer, 1802) (*Aranea*, *Lycosidae*) в градиенте условий урбанизации / Е. В. Прокопенко, А. В. Жуков // Вісник Донецького університету. Серія А: Природничі науки. – 2008. – Вип. 1 – С. 311–319.

Прокопенко Е. В. Морфометрическая изменчивость популяций *Trogulus nepaeformis* (Scopoli, 1763) (*Opiliones*, *Trogulidae*) в Карпатском биосферном заповеднике и Карпатском национальном природном парке / Е. В. Прокопенко, А. В. Жуков // Вісник Донецького університету. – Серія А: Природничі науки. – 2008. – Вип. 8. – С. 368–374.

Прокопенко Е. В. Морфометрический анализ сенокосцев *Trogulus nepaeformis* (Scopoli, 1763) и *T. tricarinatus* (Linnaeus, 1758) Карпатского биосферного заповедника и Карпатского национального природного парка / Е. В. Прокопенко, А. В. Жуков // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – Донецьк: ДонНУ, 2007. – Вип. 7. – С. 128–136.

Прокопенко Е. В. Оценка популяционной структуры пауков *Pardosa lugubris* (Walckenaer, 1802) урбанизированной территории средствами геометрической морфометрии / Е. В. Прокопенко, А. В. Жуков // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отд. биол. – 2011. – Т. 116, вып. 11. – С. 31–40.

Прокопенко Е. В. Разнообразие герпетобийных беспозвоночных на экспериментальном участке рекультивации земель, нарушенных горнодобывающей промышленностью / Е. В. Прокопенко, А. В. Жуков // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – Донецьк: ДонНУ, 2011. – № 1 (11) – С. 172–187.

- Прокопенко Е. В.** Структура населения пауков (Araneae) байрачных лесов Днепропетровской области / Е. В. Прокопенко, А. В. Жуков // Проблемы экологии та охорони природи техногенного регіону. – Донецьк: ДонНУ, 2009. – № 1 (9). – С. 124–130.
- Прокопенко Е. В.** Экологическая структура населения пауков (Araneae) заповідника «Каменные Могилы»: ценоморфы, сезонные и циркадные группы / Е. В. Прокопенко, А. В. Жуков, Е. Ю. Савченко // Проблемы экологии та охорони природи техногенного регіону. – Донецьк: ДонНУ, 2008. – Вып. 8. – С. 142–155.
- Прокопенко Е. В.** Экоморфическая организация сообществ пауков степной зоны Украины / Е. В. Прокопенко, О. Н. Кунах, А. В. Жуков // Проблемы почвенной зоологии. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2014. – С. 174–176.
- Прокопенко О. В.** Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Павуки (Aranei) / О. В. Прокопенко, О. М. Кунах, О. В. Жуков, О. Є. Пахомов // Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту, 2010. – 340 с.
- Прокопенко О. В.** Структура населения павуків (Aranei) байрачної катени / О. В. Прокопенко, О. В. Жуков // Вісник Донецького національного університету. Серія А: Природничі науки. – 2011. – № 2. – С. 145–150.
- Прокопенко О. В.** Структура населения павуків (Aranei) степової цілини в урочищі Яцев Яр (Дніпропетровська область) / О. В. Прокопенко, О. В. Жуков // Проблемы экологии и охраны природи техногенного регіону. – Донецьк: ДонНУ, 2010. – Вып. 10, № 1. – С. 151–157.
- Сумароков А. М.** Показатель восстановления биотического потенциала агроэкосистем при уменьшении пестицидных нагрузок / А. М. Сумароков, А. В. Жуков // Біологічний вісник МДПУ ім. Б. Хмельницького. – 2013. – Т. 9, № 4. – С. 83–108.
- Сумароков А. М.** Обоснование восстановления экологического потенциала агробиоценозов при уменьшении пестицидных нагрузок в Украине / А. М. Сумароков, А. В. Жуков // Известия Харьковского энтомологического общества. – 2006 (2007). – Т. 14, вып. 1–2. – С. 145–154.
- Трифанова М. В.** Дослідження консортивних зв'язків у біогеоценозах та охорона природи / М. В. Трифанова, О. М. Кунах, О. В. Жуков. – Д.: ДНУ, 2015. – 111 с.
- Трифанова М.** Вплив колонії сірої чаплі (*Ardea cinerea* L.) на целюлозолітичну активність ґрунту / М. Трифанова, Г. Задорожна, Ю. Жукова // Вісник Львівського університету. Серія біологічна. – 2014. – Вып. 65. – С. 245–254
- Штирц А. Д.** Пространственная организация сообщества панцирных клещей (Acari: Oribatida) в почве сельскохозяйственного поля в условиях степной зоны Украины / А. Д. Штирц, Г. А. Задорожная, О. Н. Кунах, А. В. Жуков // Известия Харьковского энтомологического общества. – 2013. — Т. 31, вып. 1. – С. 49–60.
- Balashov I. A.** Contribution to the knowledge of terrestrial molluscs in southeastern Ukraine / I. A. Balashov, S. S. Kramarenko, A. V. Zhukov, A. N. Shklyaruk, A. A. Baidashnikov, A. V. Vasyliuk // Malacologica Bohemoslovaca, – 2013. – Vol. 12. – P. 62–69.

БІОГЕОЦЕНОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЛІСОВОЇ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ПОРУШЕНИХ ЗЕМЕЛЬ

В. М. Зверковський
доктор біологічних наук, професор

У багаторічних рекультознавчих дослідженнях нами проаналізовано основні чинники, масштаби і спрямованість процесів деструкції природного середовища під впливом промисловості основних гірничодобувних регіонів країни (Західний Донбас, Львівсько-Волинський басейн, Криворізька промислова агломерація, Олександрійський буровугільний басейн та ін.). Випробувано методи лісової рекультивациї техногенних ландшафтів, які виникають внаслідок осідання території, докорінних змін гідрологічного режиму, підтоплення і деградації лісових і сільськогосподарських угідь, деструкції ґрунтового та рослинного покриву, викидів засолених шахтних вод, інтенсивного утворення відвалів, високого рівня розбалансованості біогеоценотичних зв'язків в умовах техногенезу.

У першій половині 70-х років минулого сторіччя на території Західного Донбасу під керівництвом професора А. П. Травлєєва почалися дослідження методів освоєння порушених земель, які привели до створення фахової школи лісової рекультивациї, нині широко відомої в нашій країні та за кордоном. Розробки та теоретичні узагальнення цієї школи базувалися на вирішенні конкретних задач з відновлення земель, порушених промисловістю.

Із 1972 р. кафедра геоботаніки, ґрунтознавства та екології ДНУ була призначена науковою радою з проблем ґрунтознавства та агрохімії АН СРСР, науковою радою з проблем екології головною організацією з рекультивациї порушених земель та хімічного забруднення, а також куратором досліджень у галузі степового лісознавства. Координацією наукових робіт були охоплені всі 15 союзних республік.

Наукові розробки та узагальнення практичного досвіду лісової рекультивациї були використані в навчальних програмах підготовки спеціалістів у галузі освоєння порушених земель. Рекультознавство як навчальну дисципліну вивчають окремим курсом у Дніпропетровському національному університеті з 1988 р., а згодом його включили до навчальних планів ВНЗ, у яких є кафедри екологічного та природоохоронного спрямування.

Багаторічний досвід створення лісових насаджень у складних ґрунтово-гідрологічних умовах, пов'язаних із техногенним осіданням території, дозволив нам розробити біогеоценологічне обґрунтування методів лісової рекультивациї земель, порушених вугільною промисловістю в степовій зоні України. З цією метою нами виконано покомпонентне (клімат, ґрунти, фітоценоз, зооценоз та мікробіоценоз) дослідження лісових екосистем еталонних та рекультивованих територій (Травлєєв, 2005).

Теоретичною основою проведених досліджень стало вчення В.І. Вернадського про біосферу і про аміноценози О. Л. Бельгарда (Вернадський, 1960; Бельгард, 1971). Закладка і опис модельних пробних площ проводились відповідно до методичних вказівок В. М. Сукачова (1972), С. В. Зонна (1964), настанови «Програма і методика біогеоценологічних досліджень» (1974). Типи лісу виділялись згідно з типологічною схемою лісів південного сходу України О. Л. Бельгарда. При цьому використана концепція біологічної продуктивності лісу в розумінні Л. Є. Родіна, Н. І. Базилевич (1971).

У процесі комплексних стаціонарних біогеоценологічних досліджень вирішені такі завдання:

1. Діагностовано характер і спрямованість деструктивних змін факторів природного середовища на землях, порушених вугільною промисловістю; визначено рівень розбалансованості лісових біогеоценозів в умовах техногенезу в Західному Донбасі.

2. Обґрунтовано методи збереження, запобігання загибелі і відновлення лісових біогеоценозів в умовах впливу шахтних розробок і осідання долинних лісових територій.

3. Розроблено вимоги до технічного етапу рекультивациі шахтних відвалів, що забезпечують оптимальні умови для виконання біологічного етапу лісової рекультивациі.

4. Визначено фізичні, хімічні, екологічні властивості і лісорослинний ефект порід відвалів. Створено оптимальні варіанти штучних ґрунтів на технічному етапі лісової рекультивациі шахтних відвалів.

5. На біологічному етапі рекультивациі створено оптимальні конструкції лісових насаджень на основі розроблених принципів підбору деревних і чагарникових порід і методів формування на порушених землях стійких захисних і рекреаційних насаджень.

6. Обґрунтовано методи і прийоми підвищення стійкості і життєвості лісових насаджень, зменшення ступеня екологічної невідповідності лісової рослинності умовам існування, інтенсифікації біологічного кругообігу речовин у біогеоценозі.

7. Удосконалено агротехніку і технологію лісопосадкових і лісокультурних робіт відповідно до техніко-економічних умов, вимог ландшафтного будівництва і фітомеліорації порушених земель.

8. Розроблено типологію лісових культурбіогеоценозів для техногенних територій степової зони України (Травлев, 1989; Зверковський, 2006).

Об'єм вод, що організовано скидаються в р. Самару на території Західного Донбасу, становить близько 30 млн. м³/рік, з яких 7 млн м³ – господарсько-побутові стоки. Середня мінералізація їх 4,1 г/л. Шахти Центрального Донбасу скидають у р. Самару та її притоки (р. Бик і Вовча) 87 млн м³/рік шахтних вод з мінералізацією 2,0–6,0 г/л. Промислові скиди формують приблизно четверту частину середньорічного стоку р. Самари.

Шахтна вода, піднята на поверхню, надходить у відстійники шахтних вод для попереднього освітлення та знезараження рідким хлором. Моніторингові дослідження показали, що для хімічного складу шахтних вод Західного Донбасу характерним є підвищений вміст окремих елементів: середній вміст кальцію становить 344 мг/л (при нормативі 180 мг/л); магнію – 354 мг/л (ГДК – 40 мг/л); хлоридів 770 мг/л (ГДК – 300 мг/л); сульфатів – 657 мг/л (ГДК – 100 мг/л); заліза – 2,2 мг/л (ГДК – 0,1 мг/л). Не вирішується також питання постійного підвищення вмісту нафтопродуктів.

Отримані гідрохімічні показники характеризують якість ґрунтових вод, їх вплив на ріст і розвиток лісу. За результатами досліджень можна зробити висновок, що шахтні води непридатні для зрошення і погіршують стан поверхневих водотоків, зокрема річок Самара і Тернівка. Мінералізація води в р. Самарі в маловодні роки при витраті води 0,3–0,5 м³/с зростає на 1,5–1,6 г/л, а залпові випуски шахтних вод зі ставків-накопичувачів можуть викликати збільшення мінералізації річкових вод на 5,3 г/л. У воді р. Самари помітно високий вміст іонів натрію, калію, хлору і сульфатів. Сульфатно-хлоридне засолення ґрунтів долини ріки, забруднення її шахтними водами обумовлюють високу мінералізацію води в р. Самарі: у період літньої межени до 3,4–4,1 г/л, а в інші періоди – до 1,5–2,5 г/л. Ці ж причини зумовлюють і дуже високу жорсткість самарської води – 14–22 мг-екв./л.

Під впливом високомінералізованих вод техногенного походження хімічної деформації зазнали алювіальні заплавні лісові ґрунти, добре гумусовані, з високим лісорослинним ефектом. Різко погіршились їх водно-фізичні й агрохімічні властивості. Зруйнувалась структура, а в ґрунтовому вбиральному комплексі з'явився натрій. Сухий залишок становить 0,85–0,89 %, що значно перевищує оптимальні показники. Початкова деградація ґрунтового покриву в умовах центральної заплави спостерігається в зонах, де рівень ґрунтових вод унаслідок техногенного осідання

поверхні наближається до 2 м. У ґрунтовому профілі при цьому спостерігається незначне підвищення мінералізації на глибинах 170–180 см, що не знижує лісорослинних властивостей верхніх горизонтів. У таких зонах спостерігається зниження продуктивності насаджень на 20–25 %, а частка сухостійних насаджень зростає до 15 %.

Підйом рівня вод до 150–180 см зумовлює підвищення мінералізації нижніх горизонтів супіщаного ґрунту на рівні 80–100 см. Відмічено загальне зниження приросту насаджень та значне усихання деревостану. Лісовідновлювальні роботи після стабілізації рельєфу без рекультивації в таких умовах недоцільні. Верхній шар ґрунту (0–80 см) зберігає задовільні лісорослинні властивості і може використовуватися для перенесення на ділянки рекультивації.

Аналогічний режим підтоплення (близько 150 см від денної поверхні) у зонах поширення середньосуглинистих лісо-лучних алювіальних ґрунтів призводить до формування середнього ступеня засолення верхніх горизонтів ґрунту. Загальна мінералізація ґрунту зростає в 2,5–3 рази, що спричинює масове всихання насаджень. У таких умовах доцільне завчасне зняття верхнього шару ґрунту, щоб уникнути його надмірного засолення. Для лісовідновлювальних робіт необхідна докорінна меліорація ґрунту. Ця зона утворює межу сублетальних змін як рослинного, так і ґрунтового покриву.

У зонах, де рівень ґрунтових вод менше 1,5 м, формуються ділянки середнього засолення ґрунтових горизонтів. У ґрунтах з різним гранулометричним складом капілярне підняття солей спостерігається до глибин 20–100 см, що виключає можливість відновлення лісу. На таких територіях після осідання спостерігається масове всихання лісу. За цих умов поступово формуються слабо- і середньосолонцеві луки. Запобіжне (до осідання) зняття верхніх шарів ґрунту на глибину до 100 см тут обов'язкове.

У зонах гірничих розробок нами виконано кадастрову оцінку лісових насаджень і діагностику ґрунтових умов. У межах дрібноконтурних виділів лісу описано типи рослинних асоціацій, стан деревних рослин, характер суховерхшинності і всихання, особливості розповсюдження кореневої гнилі (*Fomes annosus* Che) (характерна ознака вимокання корневих систем дерев), формування водяних пагонів деревостану внаслідок надмірного зволоження ґрунту і освітлення намету лісу. Для визначення реакції деревних організмів на підтоплення і ефективності дренажу вивчалась динаміка сезонного приросту стовбурів по діаметру на 15 стаціонарних пробних площах за методикою Ф. М. Харитоновича (1995). Широкий моніторинг проведено за оцінкою радіального приросту деревостану (детермінація по ядрах, одержаних із модельних дерев) на фоні певних гідрологічних і кліматичних умов.

Підтоплення спричинює усихання лісу, на перших стадіях суховерхшинять дуб і берест (породи верхнього ярусу з глибокою кореневою системою), потім іде масове всихання підліску. Часто при цьому спостерігається інтенсивне відновлення бузини чорної як реакції на освітлення пологів і зволоження ґрунту. Після повного всихання деревостану формуються перелоги, угруповання з участю латука компасного, лопуха великого, бодяка акантовидного, а також лісових видів – розхідника звичайного, кропиви дводомної, кирказона звичайного та ін. При значному осіданні поверхні паралельно всиханню формується болотний комплекс: з'являються рогіз, осока, частуха та ін.

Біогеоценотичні дослідження дозволили встановити закономірності формування похідних фітоценозів під впливом осідання долинних лісових місцезростань. До підтоплення у 1978 р. в урочищі «Павлоградські піски» були описані на 8 крупних виділах корінні типи асоціацій – берестово-ясеневі діброви з дібровним широкотрав'ям. Уже через 10 років після проходження шахтних лав і осідання території такі рослинні асоціації повністю зникли. Замість описаних раніше 22 виділів берестово-чорнокленові діброви представлені лише в 6 асоціаціях. У той

же час кількість чорнокленових дібров, усихаючих із появою синантропних бур'янистих елементів, збільшилась з 0 до 32, а кількість лучних і болотних угруповань зросла з 12 до 18. У місцях, де осідання виражено в більшій мірі і ґрунтові води виходять на денну поверхню, рослинний покрив формується з водно-болотних і амфібіальних видів. Поступово сформувалися типові болотні фітоценози, оточені хащами з лугиги лежачої (*Atriplex prostrata* Boucher).

Експериментальні роботи в зоні підтоплення були спрямовані на виявлення ефективності штучного водозниження й визначення оптимального режиму дренажу. На стаціонарних пробних ділянках нами вивчалась життєвість та стан лісових культур у різних умовах ґрунтового зволоження, що, у свою чергу, визначалось ступенем осідання поверхні і дослідним режимом дренажу.

Важливим для успішного меліоративного захисту лісу є попереднє визначення і встановлення проектного постійного рівня ґрунтових вод (глибини від денної поверхні). Недостатній дренаж і відносно високий рівень ґрунтових вод не захищає ліс від підтоплення кореневих систем. Надмірний дренаж занадто знижує рівень ґрунтових вод. Це зберігає ліс від підтоплення, але водночас потребує додаткових затрат на облаштування дренажу (при цьому збільшується глибина штучних дрен і зростає потужність насосних станцій).

У результаті досліджень встановлено оптимальний рівень ґрунтових вод (1,4–2,0 м) залежно від едафічних умов та типологічної характеристики лісу. Він забезпечує нормальний розвиток лісових насаджень у підданих осіданню долинних місцезростаннях. Використання дренажної системи в такому режимі рекомендовано і впроваджено у виробництво. Практичне застосування штучного дренажу на полях шахт «Павлоградська» і «Самарська» (лісові урочища «Самарський ліс» і «Богданівські піски») зумовило появу стійкого меліоративного ефекту. Впровадження розроблених принципів меліоративного захисту лісу дозволило в зонах впливу шахтних полів запобігти загибелі і зберегти лісові масиви Павлоградського держлісгоспу на площі близько 850 га (Зверковський, 2010).

Стрес-сукцесії лісових насаджень при просадках у зонах шахтних розробок детермінуються головним чином темпами опускання земної поверхні і фінальними глибинами поверхневих і ґрунтових вод. Перезволоження і засолення ґрунтів, зменшення ґрунтового населеного коренями шару внаслідок підтоплення є головними факторами деградації ґрунтового покриву і загибелі лісу.

На просілих територіях заплавної частини долини едафічні умови набувають різко виражених однобічних якостей, що виражається в підтопленні, перезволоженні, розвитку анаеробіозису, руйнуванні структури ґрунтів у замкнутих зниженнях, нагромадженні токсичних одновалентних катіонів, збільшенні концентрації закисних форм сполук заліза, поступовому оглеєнню. Згодом ґрунтові умови стають усе більше жорсткими, обмежуючи ріст і розвиток деревних рослин, і в таких позиціях зростає перевага чистих культур перед змішаними. Успіх лісорозведення при цьому залежить від уміння підібрати деревні породи, що типологічно відповідають цим однобічно вираженим ґрунтовим екологічним умовам.

Установлені нами фізико-хімічні, агрохімічні показники та катіонообмінна здатність ґрунтів на порушених землях є підставою для оцінки лісорослинних властивостей ґрунту і обґрунтованого підбору асортиментного складу лісових культур для біологічного освоєння промислово порушених ділянок. Основними солями, що виявлені в досліджених ґрунтах у фітотоксичних концентраціях, є хлорид натрію, сульфат натрію, карбонат натрію, бікарбонат натрію.

Західний Донбас – потужний вугледобувний регіон. Високі темпи його господарського освоєння спричиняють техногенну трансформацію природного середовища на площі понад 12 тис. га. Щорічно у відвали надходить понад 4 млн. м³ шахтних порід. У зв'язку з цим вирішуються проблеми використання шахтних порід для рекультивації просівших площ та будівництва захисних дамб.

На шахтних відвалах Західного Донбасу в техногенних негативних формах рельєфу створено експериментально-виробничі ділянки лісової рекультивації загальною площею 60 га, де протягом 40 років проводяться стаціонарні комплексні біогеоценологічні дослідження способів фітомеліорації порушених земель. Випробовуються оптимальні конструкції рекультиваційного шару, перспективні типи лісових культур і лісогосподарські заходи, спрямовані на підвищення стійкості і довговічності екосистем на післяпромислових землях (Зверковський, 2006, 2007, 2008).

Ділянка № 1 лісової рекультивації створена в 1975 р. у зоні шахтних полів шахти «Павлоградська», де спостерігається інтенсивна деформація верхніх шарів літосфери та опускання денної поверхні (величина просадки становить 7–9 м). Ділянка має прямокутну форму та площу 3,2 га. Основою ділянки служить потужний шар (8–10 м) шахтних порід, які зверху перешаровуються різними ґрунтосумішами. Усього тут створено 5 варіантів штучних едафотопів розмірами 157×40 м й різної потужності насипки поверх фундаменту з шахтних порід (рис. 1).

Випробовувалося 5 варіантів насипних едафотопів:

- варіант 1: чиста шахтна порода;
- варіант 2: 0,5 м – лес; 0,5 м – пісок; 2,0 м – шахтна порода;
- варіант 3: 0,5 м – чорнозем; 0,5 м – пісок; 1,0 м – шахтна порода;
- варіант 4: 0,5 м – чорнозем; 0,5 м – лес; 1,0 м – пісок;
- варіант 5: 0,5 м – чорнозем; 0,5 м – пісок; 1,0 м – лес.

Експериментальні лісові культури на дослідній ділянці № 1 створені навесні 1976 року. Висаджено смугами 16 деревних і чагарникових порід, які перетинають під прямим кутом 5 варіантів штучних насипних ґрунтів. Видовий склад рослин: тополя Болле, тополя чорна, біла акація, береза бородавчаста, ялівець віргінський, клен гостролистий, верба біла (висаджені 2–3-річними саджанцями), бирючина, скумпія, клен татарський, в'яз низький, карагана дерев'яниста, дуб звичайний, смородина золотиста, сосна кримська, маслинка вузьколиста (висаджені 1-річними сіянцями). Розмір міжрядь – 2,5 м. Відстань у ряду 0,75–1,5 м.

Для з'ясування біогеоценологічної ролі й функціонального значення в процесах відновлення порушених земель нами досліджено фізико-хімічні властивості шахтних порід і штучних ґрунтів рекультиваційного шару, їх зміни під впливом довготривалих рекультиваційних заходів.

Шахтні відвали представлені уламками порід нижньокам'яно-вугільної товщі. За походженням це породи мілководного моря. Без рекультиваційних заходів території, зайняті такими відвалами, протягом багатьох років будуть являти собою позбавлені рослинності ділянки, що служать джерелом хімічного забруднення навколишнього середовища. У сполученні зі специфічним рельєфом вони мають похмурий вигляд «індустріальних пустель». Досить мінливою за площею є літологічна будова товщі порід. В одних місцях переважають більш пластичні породи (глини, аргіліти), в інших – крихкі (пісковики, алевроліти).

У порушених гірських породах після винесення їх на денну поверхню інтенсивно проявляється динамічність фізико-хімічних та екологічних властивостей. Потрапляючи в абсолютно інший гідротермічний стан і умови атмосферного тиску, а також під дію біологічних чинників, гірські породи швидко вивітрюються з утворенням нових хімічних і біогенних продуктів. Ці процеси супроводжуються суттєвими змінами властивостей порід, що викликає розширення (зростання трофності й агрегованості, поліпшення фізичних властивостей) або звуження (самоущільнення порід, перерозподіл солей у ґрунтовому профілі, утворення сірчаної кислоти при вивітрюванні піриту й ін.) екологічного об'єму. У зв'язку з цим можливим є перехід спочатку сприятливих порід (у лісорослинному відношенні) у несприятливі й навпаки.

Шахтні породи різного походження, а також суглинки, супіски, піски й суглинисті чорнозем штучних едафотопів аналізувалися на гранулометричний склад.

Більшість зразків шахтних порід за класифікацією Н. А. Качинського (1958) відносяться до суглинків важких, глин легких та середніх; зразки піску відносяться до зв'язних, піщано-пилуватих; зразки суглинків – до суглинків легких та середніх, пилувато-піщаних; зразки чорнозему – до суглинків середніх і важких мулувато-пилуватих.

Шахтні породи відзначаються незадовільними фізико-механічними властивостями: надмірно великим числом пластичності, значною усадкою, високою липкістю, значною зв'язністю і малими показниками стирання. Значна варіація показників, що характерна для штучних ґрунтів рекультиваційного шару, указує на неоднорідність цих субстратів, строкатість властивостей, зумовлену часом і місцем їх добування, умовами зберігання та ін.

Супіски не мають агрономічно цінної структури. Але їх фізико-механічні властивості (низька зв'язність, велике стирання, незначна усадка) є досить сприятливими для розвитку рослин. Насипні суглинки і суглинисті чорноземи також мають задовільні показники фізико-механічних властивостей для росту й розвитку кореневих систем рослин.

Шахтні породи характеризуються негативними водно-фізичними властивостями. Відсутність у ґрунтовому вбиральному комплексі двовалентних катіонів зумовлює процеси коагуляції за типом «глею» з характерними явищами пептизації при зволоженні і цементзації – при підсиханні. У той же час шахтні породи мають велику питому й об'ємну масу, велику зв'язність. Однак у процесі інтенсивного окислення і вивітрювання шахтні породи покращують свої водно-фізичні властивості. Водопроникність шахтних порід становить від 1,06–1,04 до 1,24–1,03 мм/с, зменшуючись із глибиною, що пояснюється зростанням у нижніх горизонтах профілю кількості мулистих частинок. За І. С. Кауричевим (1975), показники 27×10^{-3} мм/с й вище свідчать про добру і найкращу, а менше ніж $1,06 \times 10^{-3}$ мм/с – про погану водопроникність. Відповідно до одержаних показників поверхня шахтних порід на ділянках рекультивації часто утворює водопідпор, що значно оптимізує лісорослинні умови на варіантах штучного едафотопу.

Аналіз вмісту сполук сірки в породах на ділянках рекультивації показав, що в досліджених зразках кількість піриту змінюється від 1,8 до 3,3 %. Верхні горизонти шахтної породи, що контактують з атмосферою, містять меншу кількість піриту порівняно з горизонтами породи під насипними ґрунтами.

Швидкість окисних процесів у породах залежить від ступеня дисперсності піритної сірки, фізичних властивостей порід, гідротермічного режиму території, біохімічної активності тіонових бактерій. Збільшення розмірів відвалів, особливо їх висоти й стрімкості схилів, підвищує інтенсивність окислення породи. На стрімких схилах внаслідок ерозії подрібнена порода постійно зносився, оголюючи невивітрену породу, що обумовлює значну тривалість стадії окислення. Збільшення дисперсності породи зумовлює підвищення інтенсивності окислення і зростання ємності вбирання, що сповільнює вимивання токсичних для рослин речовин. Високі воднево-іонні концентрації сприяють підвищеній розчинності і виносу із силікатних порід елементів заліза, алюмінію, марганцю, цинку, свинцю та ін., що є токсичними для рослин і тварин.

Кислотність шахтної породи (рН) коливається від 1,7 до 8,16. Свіжа порода є кислотою (рН 4,6–4,8). Низькі значення рН (від 1,7 до 3,5) спостерігаються в шарах, розташованих під насипними ґрунтами. Це пов'язано з незначною інтенсивністю окислення піриту в нижніх шарах, що триває в процесах природного вивітрювання. У верхніх шарах (0–10 см) на ділянках рекультивації рН близьке до нейтрального або слаболужного.

Породи центральної збагачувальної фабрики (ЦЗФ) концентрують найбільш важкі за гранулометричним складом фракції шахтних порід і тому характеризуються особливо негативними фізико-хімічними властивостями. Реакція середовища (рНводн.) близько 8,1, кількість іонів HCO_3^- та Cl^- є пригнічуючою дозою навіть для солестійких деревних рослин. Сухий залишок значно перевищує допустиму концентрацію мінералізованості.

| Варіант | Стратиграфія верхніх шарів | | Назва | Позначення | Потужність шару, м | Маслинка вужьколиста | Сосна кримська | Смородина золотиста | Дуб звичайний | Каратана дерев'яниста | В'яз низький | Клен татарський | Скупштя | Бирючина звичайна | Аронія чорноплідна | Верба вавільонська | Клен гостролистий | Лловець віртинський | Береза бородавчата | Акація біла | Тополя Болле | |
|---------|----------------------------|-------|-------|------------|--------------------|----------------------|----------------|---------------------|---------------|-----------------------|--------------|-----------------|---------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|---------------------|--------------------|-------------|--------------|--|
| | Суглинок | Пісок | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| I | Порода | | 2,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Суглинок | | 0,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| II | Пісок | | 0,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Порода | | 1,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| III | Чорнозем | | 0,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Пісок | | 0,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Порода | | 1,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Чорнозем | | 0,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IV | Пісок | | 1,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Суглинок | | 0,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| V | Чорнозем | | 0,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Пісок | | 0,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Суглинок | | 1,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

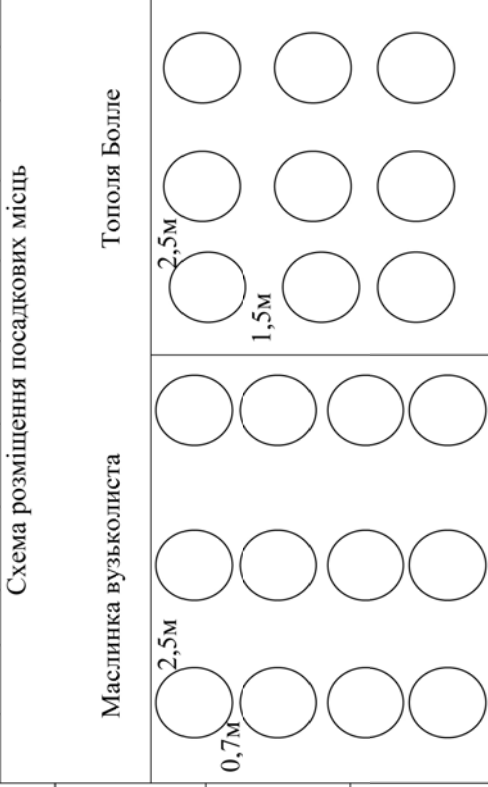


Схема досліді на ділянці лісової рекультивациі № 1

Кислотність водного розчину також значно змінюється ($pH = 2,45-6,75$). У цілому неперегорівші породи характеризуються більш високою кислотністю, що пояснюється вимиванням кислих сполук із перегорілих порід атмосферними опадами. У субстратах насипного шару кислотність близька до оптимальної для більшості лісових культур – $pH = 5,25-6,95$.

У насипних суглинках, супісках, гумусових горизонтах штучних ґрунтів на ділянках рекультивації, як правило, відсутні ознаки засолення. Порівняно з шахтними породами вони містять значно меншу кількість токсичних іонів Cl^- , SO_4^{2-} та ін. Лише окремі фрагменти перевищують поріг токсичності у зв'язку з використанням лучно-солончакових ґрунтів долини р. Самари.

Ємність вбирання шахтних порід змінюється від 8,2 до 75,9 мг-екв. на 100 г ґрунту. Увібрані основи характеризуються відносно рівним вмістом кальцію і магнію. Вміст обмінного кальцію становить 3,0–9,6 мг-екв/100 г, магнію – 3,02–11,6 мг-екв/100 г. Увібрані одновалентні катіони характеризуються нерівномірним вмістом обмінного калію і натрію. Вміст калію змінюється від 3,48 до 18,8 мг-екв, натрію – 3,07–38,1 мг-екв/100 г ґрунту залежно від гранулометричного складу. В окремих пробах шахтних порід фрагментарно вміст водню сягає значних величин – 4,3 % ємності вбирання.

Ємність вбирання чорноземних зразків змінюється по окремих варіантах від 26,1 до 34,6 мг-екв/100 г. Насиченість основами – 96,5 %. Лесовидні суглинки мають ємність вбирання від 10,6 до 21,9 мг-екв/100 г. У складі увібраних основ 89 % Ca^{2+} , 9,8 % – Mg^{2+} , 1,2 % – K^+ . Піщані субстрати характеризуються деякою зв'язністю, що пояснюється домішками глини (до 6 %); наявні сліди органічних сполук. Ємність вбирання 3,8–6,5 мг-екв/100 г.

Одержані показники характеризують рівень потенційної родючості штучних ґрунтів, що буде інтенсивно зростати на варіантах дослідів з високою здатністю до вбирання елементів живлення. Виявилось, що цим відзначаються суглинисті насипні субстрати. Значна кількість увібраних одновалентних катіонів (більше 5 %) характеризує ступінь солонцюватості ґрунту на окремих варіантах дослідів. Тут виникає потреба коригування видового складу деревостану (відповідно до типології О. Л. Бельгарда, 1971) для підвищення фітомеліоративного впливу на початково незадовільні лісорослинні умови.

Досліджені чорноземні зразки містять незначну кількість гумусу (до 4 %). Леси і піски характеризуються дуже низьким вмістом гумусових речовин (< 1 %). За характером профільного розподілу в метровій товщі кількість гумусу в суглинках різко зменшується з глибиною, а в чорноземах – зменшується в незначній мірі (навіть порівняно з профільним розподілом гумусу в непорушених горизонтах чорноземних ґрунтів). Для досліджених нами чорноземів характерним є гуматний тип обміну речовин; у складі гумусу переважають гумінові кислоти.

Досліджені піски містять мало гумусу (від сотих долей проценту до 0,4 %). Кількість органічних речовин у відвальних породах від 7 до 12,7 %, однак вони входять до складу денатурованих органічних сполук, недоступних для вільної мінералізації.

Вміст азоту залежить від кількості гумусу, тому вугільні породи бідні на азот. Вміст загального азоту в шахтних породах змінюється в інтервалі 0,07–0,12 %. Максимальна кількість азоту в породах ділянки лісової рекультивації № 1, мінімальна – в перегорілих породах, що пояснюється повною мінералізацією органічних речовин і виділенням зв'язаних форм азоту в атмосферу. У шахтних породах вміст легкогідролізованого азоту становить 7,21–12,4 мг на 1 кг ґрунту, а мінеральні форми азоту практично відсутні. Невелика різниця вмісту рухомого калію на ділянці лісової рекультивації № 1 – 24,48 мг/100 г та в породі ЦЗФ – 28,28 мг/100 г ґрунту, коливання вмісту фосфору становить 0,36–0,48 мг/100 г ґрунту.

Аналіз показав, що вугільні породи містять значну кількість калію – до 98,0 мг/100 г ґрунту. Ці породи (за Господаренком, 2010) відносяться до середньозабезпечених доступним калієм. Піски є бідними доступними формами калію, а суглинки і суглинисті чорноземи – середньо- і високозабезпечені доступним калієм. Часто спостерігається зменшення вмісту калію з глибиною ґрунтового профілю. Вміст фосфору в шахтних породах за шкалою Б. Г. Мачигіна свідчить про їх дуже низьку забезпеченість рухомим фосфором. Ґрунти рекультиваційного шару є мало- і середньозабезпеченими формами сполук фосфору (Господаренко, 2010).

Кількість нітратів у чорноземах сягає 4,44 мг/100 г, що свідчить про їх високу забезпеченість азотом. Середньою і часто недостатньою кількістю доступних форм азоту відрізняються суглинки і піски.

На основі комплексної оцінки властивостей порід відвалів і штучних ґрунтів виконується їх класифікація за показниками придатності (Горбунов, 1979). Шахтні породи відносяться до четвертої категорії придатності в лісовому господарстві, тобто придатні після докорінного поліпшення меліоративними заходами. Чорнозем відноситься до першої категорії (цілком придатний), лесові суглинки – до першої і другої категорій (придатні), третинні піски – до третьої і четвертої категорій (придатні після поліпшення).

Для визначення основних воднорезимних показників на експериментальних ділянках лісової рекультивації вивчався вміст і розподіл вологи в штучних ґрунтах. Із березня до жовтня проби відбирались щодаки на різних варіантах насипних ґрунтів через кожні 10 см на глибину ґрунтового профілю до шахтної породи. У роботі застосований термо-ваговий метод з використанням ґрунтового бура АМ–16 (Л. П. Травлев, 1976; Гушля, 1982).

Вивчення розподілу продуктивної вологи по горизонтах профілю показує, що кожному типу лісових культур і варіанту штучного ґрунту характерні свої особливості. Вологість штучних ґрунтів залежить від стратиграфічної будови насипних варіантів. Відмінності у видовому складі насаджень поки що не відіграють помітної ролі в розподілі ґрунтової вологи.

У посушливі роки, що трапляються в середньому з періодичністю 4–5 років, на ділянках рекультивації до середини літа формуються дефіцити вологи, коли фактична польова вологість стає меншою від вологості стійкого в'янення рослин. Значна частота і великі значення (до 8 мм) дефіциту вологи характерні для суглинистих ґрунтів з насадженнями білої акації і тополі чорної за умови, якщо потужність штучних ґрунтів не перевищує 1 м.

Водопідпорні властивості шахтної породи зумовлюють сезонне накопичення вологи в розташованих вище субстратах рекультиваційного шару. На початку і наприкінці весни на II–III варіантах у шарах, що безпосередньо межують із шахтною породою, вологи було відповідно на 66–68 і 26–29 % більше, ніж у вищерозташованих шарах. Пересихання нижніх горизонтів (порівняно із верхніми) можна спостерігати лише в другій половині літа, у тривалі посушливі періоди. Це відмічається в насадженнях II і IV варіантів штучного ґрунту.

На варіантах, де суглинистий чорнозем або лесовий суглинок підстиляється піском, у середній частині піщаного шару помітно зростає кількість продуктивної вологи. Це пояснюється низькими показниками недоступної вологи піщаних субстратів – 3–4,7 %, крім того, на межі різнорідних шарів капілярні сили завжди орієнтовані по градієнту зменшення товщини капілярних пор, тобто із піщаних шарів у суглинисті. У літній період швидше висихає верхній суглинистий шар, а його нижні горизонти підживлюються вологою піщаного шару; верхні горизонти піщаного шару при цьому втрачають більше вологи порівняно із середніми. Нижні горизонти піщаних шарів також інтенсивно віддають капілярну вологу підстиляючим суглинкам чи шахтним породам, які мають суглинистий або глинистий гранулометричний склад.

За багаторічними показниками на всіх варіантах штучного ґрунту запаси продуктивної вологи у верхньому шарі ґрунту потужністю 1 м досить значні – від 22,0 до 618,0 мм. У той же час у кінці вегетаційного періоду кількість продуктивної вологи значно менша, ніж на початку періоду. У більшості випадків це 3–4-кратне зменшення, але на деяких варіантах досліду кількість продуктивної вологи внаслідок споживання рослинами зменшується в 7–8 разів. Запаси вологи в метровому шарі ґрунту більші на варіантах із потужним рекультиваційним шаром (1,5–2,0 м) порівняно із варіантами потужністю 1 м. За багаторічними даними, від II до IV варіанта досліду кількість вологи на кожні 10 см шару вертикального профілю майже завжди зростає. Вочевидь, верхній метровий шар II і III варіантів інтенсивніше висушується внаслідок фізичного випаровування і десукції рослинами. У той же час на IV–V варіантах навіть у посушливі сезони в метровому шарі ґрунту вологи більше порівняно із II варіантом на 3,3–8,5 %.

Крім того, у штучних ґрунтах потужністю 120–180 см вологість менше піддається сезонним змінам і її режим більш оптимальний, ніж на малопотужних ґрунтах (шаром близько 1 м). Найгірші гідрологічні умови властиві вершинам шахтних відвалів зі стрімкими схилами із кутом нахилу більше 30°. Градації зволоження змінюються від 0 – дуже сухі до 0–1 – сухі (за О.Л. Бельгардом, 1971), локальний коефіцієнт зволоження (Травлєєв Л. П., 1976) коливається від 0,2 до 0,6. Більш задовільні умови складаються на спланованих платоподібних частинах відвалів з відкосами до 15° у межах північно-західної експозиції схилів. Градації зволоження відповідають сухуватим місцезростанням – 1, локальний коефіцієнт зволоження становить 0,6–0,8.

Таким чином, суглинисті ґрунти потужністю 120–200 см акумулюють більшу кількість доступної вологи, яка є достатньою для стійкого розвитку лісових культур, на відміну від варіантів малої потужності (80–100 см), для яких характерний дефіцит вологи. Враховуючи характер розвитку кореневих систем, для більш раціонального використання вологи, що накопичується в холодний період року в шарах, близьких до шахтної породи, доцільно зменшити загальну потужність штучних ґрунтів із 2 м до 1,3–1,6 м.

Особливості розвитку деревних і чагарникових рослин на експериментальних варіантах лісової рекультивації досліджуються на основі показників їх життєвості, багаторічної динаміки лінійного приросту і надземної фітомаси.

Уже в перші роки експерименту виявилася значна різниця в життєвості і темпах приросту рослин на шахтній породі і насипних ґрунтах. У наступні роки ця відмінність збільшилася. Життєвість деревних і чагарникових рослин на шахтній породі незадовільна. Рослини слабо розгалужені, мають погане облиствіння. Щорічний приріст у висоту в 5–30 разів нижчий, а середня ширина крони в 16–25 разів менша в порівнянні з іншими варіантами.

Модельне дерево верби білої 6-річного віку на чорноземному варіанті (0,5 м чорнозем + 0,5 м суглинок + 0,5 м пісок) нагромадило в надземній фітомасі 7 910 г органічної речовини, що в 65 разів перевищує фітомасу модельного дерева на шахтній породі. Вага живих гілок у 122 рази більша, ніж на суглинистому варіанті (0,5 м суглинок + 0,5 м пісок). Біомаса ауксисластів на шахтній породі становить 93 г, що в 21 раз менше, ніж на суглинку і в 212 разів менше в порівнянні з чорноземним варіантом.

Тополі Болле і чорний приживаються на шахтній породі на 93–97,5 %, однак в подальшому характеризуються сповільненим ростом, пригніченим станом і на 3–4-му році гинуть. При створенні ґрунтів за схемою: чорнозем 0,3 м + пісок 0,2 м у перші 4 роки тополі досягли висоти 550–620 см, однак у подальшому темпи приросту сповільнилися, життєвість погіршилась і з'явилась суховершинність, що пов'язано з періодичними дефіцитами продуктивної ґрунтової вологи на цьому варіанті досліду.

На шахтній породі в більшості деревних і чагарникових порід відзначено раніше набухання листових бруньок, ніж на штучних ґрунтах. Значне зміщення фенофаз спостерігається в процесах пожовтіння і опадання листя. Як правило, на шахтній породі ці явища проходять із випередженням до 40 діб. Скорочення тривалості вегетації на цьому варіанті досліду пояснюється незадовільними лісорослинними властивостями шахтної породи. За даними 40-річних спостережень, відносно стійкі на шахтній породі насадження сосни кримської і дуба звичайного. На шахтній породі вони збереглися на 10–15 % із задовільними показниками життєвості.

Кількісний аналіз фракцій фітомаси надземної частини модельних дерев дозволив порівняти продуктивність різних типів лісових культур залежно від особливостей штучних едафотопів на варіантах досліду і виявити найбільш перспективні конструкції штучних ґрунтів і типи лісових культур (Зверковський, 2006, 2007). В експериментальних культурах *Populus nigra* L., *Populus bolleana* Lauche, *Robinia pseudoacacia* L., *Betula verrucosa* Ehrh, *Juniperus virginiana* L., *Salix alba* L.f. *vitellina pendula* і гібридних сортів *Salix*, *Ulmus pumila* L., *Ribes aureum* Pursh, *Eleagnus angustifolia* L., *Hippophae rhamnoides* L. одержані задовільні показники продуктивності на безчорноземних варіантах штучних ґрунтів. Тому при створенні цих культур доцільно використовувати безчорноземні насипки або ж значно скоротити потужність гумусового шару (до 10–15 см).

Обліпиха крушинова на штучних ґрунтах має високу приживаність (91–99 %), значний щорічний приріст (54–103 см), невибаглива. У п'ятирічних культурах біологічний урожай ягід сягає 15,1 ц/га. Продуктивність рослин обліпихи на супіщаних ґрунтах значно перевищує показники, одержані на чорноземному варіанті (0,3 м чорнозем + 0,6 м супісок), де сильніший конкурентний вплив бур'янів. Надземна фітомаса модельного дерева обліпихи на супіску товщиною 1,2 м сягає 10 293 г, що в 3,47 рази більше, ніж на чорноземі.

В умовах, де потужність насипки становить 1,2–1,5 м і є шар гумусового ґрунту, більшість випробуваних рослин мають хороші показники приживаності і приросту. Середня висота рослин у культурах різних видів тополі, ялівця віргінського, акації білої, клена гостролистого сягає 9–11 м при середньому діаметрі 12,5–14 см.

Ступінь усушки фракцій фітомаси модельних дерев, як і співвідношення окремих фракцій, використана нами як діагностична ознака стійкості насаджень (Зверковський, 1998). У лісових культурах на шахтній породі нами встановлено значне зменшення долі фотосинтезуючого апарату в загальній біомасі надземної частини, що характерно для деревостанів у край несприятливих умовах росту. У насипних ґрунтах доля листя найвища в обліпихи крушинової, дещо нижча вона в акації білої, в'яза низького, клена гостролистого, а верба біла і тополя чорна поступаються за цими показниками решті порід, що свідчить про їх низьку життєвість.

Риси росту і розвитку насаджень на варіантах досліду значною мірою визначаються особливостями взаємодії корневих систем рослин з різними шарами штучних ґрунтів.

У супіску корені орієнтовані переважно вертикально, за градієнтами ґрунтової вологи. У суглинках корені діяльні, здорові і густо розгалужуються; у прошарках щільного озалізованого чи оглееного піску, безструктурних червоно-бурих глин спостерігаються їх пригнічення і обмеження росту. Там, де потужність штучних ґрунтів сягає 1,5 м і вище, корені практично не проникають у шахтну породу. На всіх випробуваних варіантах із загальної кількості коренів, що проникли в шахтну породу, понад 70 % мають летальний стан. За даними кількісного аналізу, для всіх деревних порід найбільш сприятливим субстратом є чорнозем. Йому дещо поступається лесовий суглинок, а найменш сприятливими є піщані прошарки.

З підвищенням оліготрофності штучних ґрунтів збільшується відносна маса підземних органів у загальній фітомасі деревних організмів. Як відомо, співвідношення підземної і надземної фітомаси при досягненні критичної межі може

привести до загибелі насаджень, що й спостерігалось нами на різних варіантах штучних ґрунтів у культурах верби білої і тополі чорної.

Показники надземної фітомаси експериментальних культур на ділянках рекультивациі близькі до продуктивності насаджень у непорушених умовах. Більш висока продуктивність у непорушених умовах досягається за рахунок густоти деревостану.

Нами досліджено динаміку росту і розвитку експериментальних культур, їх приживаність, процеси саморозрідження і відпаду деревних і чагарникових порід, їх насінневе і порістеве відновлення, а також процеси їх заміщення іншими культурами, які поширюються в межах ділянки внаслідок самовільної інвазії. При цьому враховувались стан і динаміка розвитку початково створених культур, поваріантна динаміка видового складу, а також міжваріантна спільність видів, чисельність і показники росту та життєвості нових деревних і чагарникових рослин, що поширюються в процесах спонтанного самозаростання дослідної ділянки. Це відкриває можливості біоекологічної оцінки ступеня придатності окремих видів деревних і чагарникових культур, їх конкурентної спроможності і стійкості та довгорічних перспектив розвитку в умовах ділянок лісової рекультивациі шахтних відвалів.

При створенні насаджень на відвалі шахти «Павлоградська» ділянка виглядала як рівні смуги мононасаджень, що перетинають варіанти штучного едафотопу. У багаторічному експерименті спостерігалось розселення лісових культур по всій ділянці. На цей час найпоширенішими із них є робінія звичайна, клен татарський, в'яз низький, бирючина звичайна, які зустрічаються практично у всіх інших культурах. При цьому чітко проявляється вплив топічного фактора. Чим далі від початкового місця, тим трапляння рослин менше. На ділянці зустрічаються також породи, які тут не висаджувалися. Плодові культури – вишня, черешня, абрикос, яблуня, груша розселилися завдяки сусідству дослідного плодового саду. Крім того, насінневим способом сюди потрапили: шипшина собача, ясен зелений, жостер проносний, жимолость татарська, клен польовий, шовковиця чорна, бузина чорна, бруслина європейська, горіх волоський, липа серцелиста, крушина ламка.

Клен гостролистий дає рясну 1–2-річну насінневу поросль, однак у зимові періоди вона вимерзає і не доходить до генеративної стадії, тому поновлення клена не відбувається. У той же час ялівець віргінський утворює невеликий відсоток 1–6-річної самосійної порості з добрими показниками життєвості в сусідніх культурах, де переважають умови напівосвітленої світлової культури. Береза бородавчаста розповсюджується із насіння на освітлених позиціях, переважно на безчорноземних варіантах досліду. При порівнянні видового різноманіття на одному варіанті штучних ґрунтів, але в різних варіантах початкового видового складу насаджень виявляється, що доволіно на варіанти рекультивациі вселяються від 7 до 11 видів деревних та чагарникових порід, при цьому біологічне різноманіття (індекс Шеннона) має максимальне значення на суглинному варіанті з основною породою – ялівцем віргінським, а мінімальне – на чорноземних варіантах з дубом звичайним.

Динаміка зміни життєвості в часі для кожної деревної і чагарникової породи індивідуальна. Виявлено цілий ряд культур, які показують високу стійкість і постійно високу життєвість і на сьогоднішній день. Найбільш високі показники життєвості мають: акація біла, ялівець віргінський, клен гостролистий, в'яз низький, дуб звичайний, бирючина, смородина золотиста, які рекомендуються нами для заліснення шахтних відвалів.

На суглинному варіанті ділянки рекультивациі № 1 верхній 5-см шар суглинка за 40-річний період майже не змінив мінералізацію – з 0,11 до 0,18, але вміст гумусу тут зріс з 0,95 до 2,73 %, що свідчить про значну інтенсивність процесів первинного ґрунтоутворення на безчорноземних варіантах штучних ґрунтів.

Застосування деревних порід, які є азотонакопичувачами і покращують ґрунти (обліпіха крушинова, акація біла, бузина чорна), а також розвиток інтенсивності

кругообігу речовин сприяють прогресивному накопиченню елементів родючості. На безчорноземних варіантах штучних ґрунтів вміст гумусу у верхніх (0–10 см) шарах ґрунту за 40-річний період зріс в середньому з 0,4 % до 1,35 %. Експериментальні лісові насадження на шахтних відвалах на цей час сформувалися у відкриті біогеоценотичні системи, що динамічно розвиваються. Дослідження їх своєрідності дозволяє виявити фізико-хімічні, екологічні властивості, часову та функціональну динаміку лісорослинного ефекту відвальних порід і штучних ґрунтів та особливості первинного ґрунтоутворення на післяпромислових землях.

На порушених землях ділянки лісової рекультивації мають формувати єдину зелену зону. Це буде сприяти позитивному середовищеперетворюючому впливу лісових екосистем, а також створить умови для здійснення механізованого комплексу лісокультурних заходів.

У лісовій рекультивації провідне значення має форма, конфігурація, стратиграфія промислових відвалів. Для створення меліоративних і рекреаційних лісових насаджень в умовах вугільних басейнів найбільш доцільне формування платоподібних (плоских) териконників площею понад 10 га правильної геометричної форми, наближеної до квадрата чи прямокутника.

У відвалах, що формуються, кути нахилу бокових схилів визначаються забезпеченням земельними ресурсами. Формування відвалів із пологими схилами збільшує площі земель, які відводяться під відвалоутворення. У той же час на відвалах з крутими схилами інтенсивно розвиваються ерозійні процеси. Крім того, значно ускладнюються умови застосування техніки, необхідної на біологічному етапі рекультивації для лісопосадкових робіт і догляду за насадженнями. Якщо кут схилу перевищує 11–13°, механізація всіх лісокультурних робіт стає неможливою, що значно знижує ефективність біологічного етапу рекультивації.

У зв'язку з конкретними вимогами ландшафтного будівництва можливе формування плоских відвалів, що мають складну конфігурацію, різні кути схилів по периметру (а відповідно і різну площу схилів), а також деякий схил плоскої поверхні. При цьому оптимальний кут нахилу плоскої частини – не більше 2–3°; збільшення схилів зумовлює значне пересихання рекультиваційного шару внаслідок дренажу вологи. При формуванні таких відвалів слід враховувати, що в умовах посушливого клімату степової зони більш придатними для заліснення будуть схили північної і західної експозиції, які меншою мірою прогриваються і висушуються вітром у літню пору. При цьому площа схилів, де буде формуватися той чи інший ступінь екологічної відповідності лісу до умов місцезростання, буде залежати від орієнтування відвалу в широтно-меридіональному напрямку.

Формування техногенних ландшафтів на порушених землях Західного Донбасу зумовлено інтенсивним утворенням породних відвалів. Для успішного здійснення їх лісомеліорації необхідна штучна регенерація ґрунтового покриву. Створення оптимально організованих і екологічно збалансованих ландшафтів при освоєнні порушених земель досягається вдалим поєднанням біоти зі штучним екотопом, оскільки основою життя біогеоценозу є єдність живих і косних компонентів. На технічному етапі рекультивації необхідно забезпечити оптимальний екологічний об'єм місцезростання. Тому раціональне формування відвалів є передумовою ефективності відновлення порушених земель. Для рекультивації земель, порушених вугільною промисловістю, найбільш ефективним і доцільним засобом покращення шахтних порід відвалів є землювання.

На площах, призначених під відвали, виконано детальне ґрунтово-геоботанічне дослідження агрохімічної і господарської цінності ґрунтів. Визначено доцільність завчасного зняття верхніх шарів ґрунтів і підстеляючих порід, потужність цих шарів як субстратів для наступного використання при рекультивації. Залежно від конкретних умов і напрямків рекультивації можливе формування різних варіантів штучних ґрунтів. Основними критеріями їх родючості слід уважати

гранулометричний склад, водно-фізичні властивості, показники ступеня засолення і кислотності, забезпечення гумусом і елементами живлення.

Основним завданням формування оптимальних конструкцій антропогенних ґрунтів на шахтних відвалах є створення таких стратиграфічних варіантів насипки, що відрізняються високим лісорослинним ефектом і економічною рентабельністю. За еталони слугують характеристики зональних високопродуктивних лісових едафотопів. Кожна конструкція штучних ґрунтів являє собою своєрідну модель, створену з урахуванням будови ґрунтового профілю природних лісових едафотопів, якісних характеристик насипних субстратів і конкретних можливостей (технічних умов) рекультивациі. У виробничих умовах випробовуються конструкції штучних ґрунтів на різних відвалах. При цьому загальна потужність насипки коливається від 0 (чиста шахтна порода) до 2 м. Штучні ґрунти створювались нашаруванням різної товщини піску, супіску, суглинку, гумусованих лучних ґрунтів засоленого ряду, а також чорнозему в різній послідовності. Застосування різних варіантів насипних субстратів веде до створення своєрідних за структурно-функціональними особливостями едафотопів. Сформовані шари різко відрізняються властивостями, природою, генезисом, утворюють чіткі межі між горизонтами, характеризуються випадковими, несформованими зв'язками. Це якісно відрізняє їх від генетичних горизонтів природних ґрунтів.

Суглинки, супіски, піски визначають потенційну родючість штучних едафотопів. Шар піску на поверхні шахтної породи виконує роль екрану, що запобігає капілярному підняттю вологи і адсорбції токсичних сполук шахтної породи розташованими зверху більш родючими шарами. Насипка чорнозему навіть незначної потужності покращує умови приживаності лісових культур і, завдяки комплексу специфічних мікроорганізмів, прискорює ґрунтоутворчі процеси. Супіски, нанесені поверх чорнозему, перешкоджають розвитку бур'янів і оптимізують режим зволоження насипного шару, полегшують обробіток ґрунту.

Лісорослинний ефект штучних ґрунтів визначається сукупністю всіх особливостей насипних шарів в їх взаємодії. Відсіпку штучних ґрунтів доцільно виконувати з мінімальним розривом у часі після формування промислових відвалів. При цьому в шахтних породах припиняються окисні процеси, що зумовлюють утворення фітотоксичних сполук. Конструювання оптимальних стратиграфічних варіантів трансплантованих шарів ґрунту стає можливим лише на основі аналізу результатів польових досліджень. Створені варіанти штучних ґрунтів мають значні якісні відмінності від природних еталонних ґрунтів, порушених деструктивних ґрунтів, а також один від одного. Більшість створених варіантів відрізняються від природних ґрунтів значною оліготрофністю. І лише на тих варіантах, де є 40–60 см чорнозему, іноді з ознаками засолення, умови трофності близькі до природних ґрунтів.

В умовах степової зони України створення насипних ґрунтів загальною потужністю менш 0,8 м недоцільно, тому що вони не мають достатнього ґрунтово-екологічного об'єму для накопичення вологи і елементів живлення. Оптимальні лісорослинні умови складаються при загальній потужності насипного шару 120–180 см, коли досягається необхідний ґрунтово-гідрологічний об'єм.

Установлено, що шахтні породи несприятливі як самостійний субстрат для вирощування деревних і чагарникових культур при лісовій рекультивациі порушених земель; на лісових суглинках сингенез і розвиток рослинності йде за типом штучних лісових насаджень на сильнозмитих ґрунтах степової зони; на варіантах насипного чорнозему формування штучного фітоценозу розвивається за типом штучних лісових насаджень на чорноземах звичайних у степовій зоні України.

На ділянках лісової рекультивациі розроблені й рекомендуються такі варіанти штучних ґрунтів з високим лісорослинним ефектом (стратиграфія зверху вниз):

- 1) чорнозем 0,2 м + лесовий суглинок 0,5 м + пісок 0,2 м;
- 2) супісок 0,2 м + чорнозем 0,2 м + лесовий суглинок 0,5 м + пісок 0,2 м;

- 3) лесовий суглинок 0,5 м + пісок 0,5 м;
- 4) чорнозем 0,1 м + лесовий суглинок 0,7 м + пісок 0,3–0,7 м;
- 5) пісок чи супісок 0,2 м + чорнозем 0,4 м + лесовий суглинок 0,4 м + пісок 0,3 м;
- 6) супісок 1,2–1,4 м;
- 7) супісок 0,3 м + лесовий суглинок 0,8 м + пісок 0,4 м.

При цьому забезпечується створення на шахтних відвалах стійких лісових біогеоценозів, що прогресивно розвиваються і мають протиерозійне, ґрунтозахисне і меліоративне значення.

Багаторічний моніторинг динаміки лісомеліоративного ефекту, який досягнуто в різних варіантах поєднання біоти зі штучним екотопом на експериментально-виробничих ділянках лісової рекультивациі, сформував біоекологічне обґрунтування і практичний досвід створення лісових захисних меліоративних і рекреаційних біогеоценозів на землях, порушених вугільною промисловістю. Безумовно, успішне здійснення рекультивациі таких складних об'єктів, як шахтні відвали, було б неможливо без науково-методичної основи Комплексної експедиції ДНУ, досягнень наукової школи класичної геоботаніки та степового лісознавства О. Л. Бельгарда, А. П. Травлеєва, розробок степового лісознавства з типології штучних лісів степової зони, взаємодії лісу та факторів середовища, лісового ґрунтознавства щодо ролі фізико-хімічних властивостей штучних ґрунтів у формуванні оптимальних лісорослинних умов на ділянках рекультивациі, екології та біогеоценології щодо функціональної структури лісової екосистеми у жорстких умовах.

У системі агропромислового освоєння порушених земель Західного Донбасу лісова рекультивациа є основою докорінного поліпшення техногенних ландшафтів, підвищення родючості і відновлення господарського потенціалу площ, які зайняті промисловими відвалами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Бельгард А. Л.** Степное лесоведение / А. Л. Бельгард. – М., 1971. – 335 с.
- Вернадский В. И.** Избранные сочинения / В. И. Вернадский. – М., 1960. – Т. 5. – С. 25–29.
- Воробьева Л. А.** Химический анализ почв / Л. А. Воробьева. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – 260 с.
- Горбунов Н. И.** Методические указания по рекультивации земель, нарушенных промышленностью / Н. И. Горбунов, А. П. Травлеев, А. П. Красавин и др. – Д.: ДГУ, 1979. – 51 с.
- Господаренко Г. М.** Агрохімія / Г. М. Господаренко. – К., 2010. – 399 с.
- Гушля А. В.** Водно-балансовые исследования / А. В. Гушля, А. С. Мезенцев. – К., 1982. – 229 с.
- Зверковський В. М.** Біоекологічне обґрунтування меліоративного захисту підтоплених територій у гірничодобувних районах / В. М. Зверковський, Ю. І. Грицан, О. В. Котович // Екологічний вісник. – К., травень-червень, 2007. – С. 14–16.
- Зверковський В. М.** Інвентаризація лісових культур на ділянках рекультивациі шахтних відвалів / В. М. Зверковський // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – 2007 – Вип. 11(36) – Д., 2007. – С. 261–268.
- Зверковський В. М.** Вплив меліорациі на ефективність освоєння порушених земель / В. М. Зверковський // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2010. – № 2. – С. 20–26.
- Зверковский В. Н.** Биозкологические и агротехнические особенности лесной рекультивации шахтных отвалов Западного Донбасса / В. Н. Зверковский, Н. О. Поляченко // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – Д., 2006. – Вип. 10. – С. 195–201.
- Зверковський В. М.** Хімічні властивості шахтних порід Західного Донбасу / В. М. Зверковський, Н. В. Романова, М. Є. Молдован // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – Д., 2008. – Вип. 12. – С. 6.
- Зонн С. В.** Почва как компонент лесного биогеоценоза / С. В. Зонн // Основы лесной биогеоценологии. – М.: Наука, 1964. – С. 372–454.
- Кауричев И. С.** Почвоведение / И. С. Кауричев. – М.: Колос, 1975. – 386 с.
- Качинский Н. А.** Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения / Н. А. Качинский. – М.: Изд. АН СССР, 1958. – 191 с.

Программа и методика биогеоценологических исследований / Под ред. Н. В. Дылиса. – М., 1974. – 402 с.

Родин Л. Е. Биологическая продуктивность и круговорот химических элементов в растительных сообществах / Л. Е. Родин, Н. И. Базилевич. – Л., 1971. – 114 с.

Сукачев В. Н. Основы лесной типологии и биогеоценологии / В. Н. Сукачев. – Л., 1972. – Т. 1. – 393 с.

Травлєєв А. П. Рекультивация лісова / А. П. Травлєєв, В. М. Зверковський // Екологічна енциклопедія. – К., 2008. – Т. 3. – С. 190–191.

Травлєєв А. П. Теоретичні основи лісової рекультивациі порушених земель у Західному Донбасі на Дніпропетровщині / А. П. Травлєєв, В. М. Зверковський, Н. А. Білова // Грунтознавство. – 2005. – Т. 6, № 1–2. – С. 19–30.

Травлєєв А. П. Новітні принципи відновлення порушених промисловістю екосистем у межах виконання кластерної інноваційної програми НАН України «Родючість ґрунтів» / А. П. Травлєєв, В. М. Зверковський, Н. А. Білова, О. В. Котович, В. М. Вернигора // Екологія та ноосферологія. – 2011. – Т. 22, № 3–4. – С. 28–34.

Травлєєв А. П. Биоэкологические особенности охраны лесных биогеоценозов и лесной рекультивации техногенных ландшафтов Западного Донбасса / А. П. Травлєєв, В. Н. Зверковский, Н. Н. Цветкова, М. А. Альбицкая // Проблемы охраны, рационального использования и рекультивации черноземов. – М.: Наука, 1989. – С. 175–207.

Травлєєв Л. П. О локальных коэффициентах увлажнения эдафотопов в лесных биогеоценозах степной зоны Украины. / Л. П. Травлєєв // Вопросы степного лесоведения и охраны природы. – Вып. 6. – Д.: ДГУ, 1976. – С. 37–43.

Харитонович Ф. Н. Сезонный прирост у древесных пород в насаждениях Велико-Анадоля / Ф. Н. Харитонович // Велико-Анадольский лес. – Х.: ХГУ, 1955. – С. 92–106.

НАСЕЛЕННЯ ОРИБАТИДНИХ КЛІЩІВ НА ДІЛЯНКАХ ЛІСОВОЇ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ НА ТЕРИТОРІЇ ЗАХІДНОГО ДОНБАСУ

Ю. Л. Кульбачко

доктор біологічних наук, доцент

А. Д. Штірц

кандидат біологічних наук, доцент

О. О. Дідур

кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник

О. Є. Пахомов

доктор біологічних наук, професор

На території високорозвинених промислових регіонів України структура ландшафтів піддається потужному антропогенному тиску. При цьому частка техногенних ландшафтів, поява яких зумовлена у більшості випадків діяльністю гірничодобувної промисловості, постійно збільшується (Стеревська, 1977; Рекультивация та фітомеліорація, 2006; Сметана, 2007; Кроїк, 2013). З промисловими ландшафтами тісно пов'язані ерозійні процеси, зміни гідрологічного режиму території та еколого-санітарного стану водойм, забруднення атмосфери пиловими викидами, продуктами горіння вугільних відвалів, забруднення ґрунту тощо (Узбек, 2007; Зверковський, 2010, 2012). Унаслідок такого інтенсивного промислового спустелювання території набула змін морфологія природних ландшафтів. Замість природних місць існування біоти виникли «промислові пустелі». Проблема спустелювання визнана світовою спільнотою як найсучасніша проблема всього людства (Конвенція Організації Об'єднаних Націй ..., 1994; Добровольский, 2008).

Спустелювання (і посуха) є проблемою, яка має глобальні масштаби, оскільки вона стосується майже всіх регіонів світу. Під поняттям «спустелювання» розуміють деградацію земель у посушливих, напівпосушливих і субгумідних районах у результаті дії різних чинників, включаючи зміну клімату і діяльність людини. Деградація земель – зниження або втрата «біологічної і економічної продуктивності ... орних земель або пасовищ, лісів і лісистих ділянок ... у результаті землекористування або дії ... процесів, у тому числі пов'язаних із діяльністю людини ..., таких, як вітрова і/або водна ерозія ґрунтів; погіршення фізичних, хімічних і біологічних або економічних властивостей ґрунтів; і довготермінова втрата природного рослинного покриву» (Конвенція Організації Об'єднаних Націй ..., 1994).

Світові втрати земельних ресурсів за рахунок їх відчуження, забруднення і деградації досягають 20 млн га на рік. Постійне погіршення в результаті техногенного впливу стану ґрунтів призвело до того, що в країнах ближнього зарубіжжя ця проблема набула загальнонаціонального характеру (Дриженко, 1985).

Для степової зони України характерна наявність великих площ порушених територій. Видобуток корисних копалин проводять в основному відкритим способом, і тільки залізна руда, кам'яне та буре вугілля – підземним. Слід зазначити, що видобуток вугілля – одна з найбільш землеємних галузей промисловості. Відвальні породи в ході видобутку кам'яного вугілля складують на земній поверхні, що призводить до утворення териконів, кожен з яких може займати площу господарсько-економічно цінних земель (Буевский, 1969). Терикони горять десятки років і забруднюють атмосферу, ґрунт, воду. З одного палаючого відвалу в середньому на добу виділяється в атмосферу 4–5 тонн діоксиду вуглецю, а також невелика кількість сірководню, оксиду азоту та інших продуктів горіння (Саранчук, 1978).

Під час видобутку корисних копалин відбувається руйнування і поховання ґрунтів розкривними породами (Методические указания по рекультивации земель..., 1979). Порушення ландшафтів обумовлено в основному деформацією поверхні, зокрема лісової, під впливом гірських порід і відходів у процесі видобутку корисних копалин (Зубова, 2008). Західний Донбас як складова частина Донецького басейну займає площу близько 12,5 тис. км² протяжністю близько 200 км і шириною 45–50 км. Пласти вугілля залягають під заплавою р. Самари та її притоками. Видобуток вугілля обсягом 10 млн т на рік призводить до негативного впливу на навколишнє середовище, який виявляється в осіданні території, що призводить до підтоплення заплавлених біогеоценозів р. Самари; скидання в неї сильномінералізованих шахтних вод сприяє накопиченню солей у водостоках, виведенню з природокористування сільськогосподарських і лісових земель у результаті складування на них шахтних порід (Полященко, 2006).

Вирішенню цієї проблеми може сприяти рекультивація земель, яку розглядають як комплекс робіт, спрямованих на відновлення продуктивності та господарської цінності порушених земель, а також на поліпшення умов навколишнього середовища відповідно до інтересів суспільства. Таке формулювання терміна «рекультивація» запропоновано в роботі «Концепція рекультивації земель, порушених за відкритого та підземного видобутку корисних копалин» (2012). Ця концепція відповідає програмам екологічного спрямування на державному рівні, серед яких можна відзначити такі: «Концепція екологічної безпеки України» (2002), «Концепція екологічного нормування допустимого антропогенного навантаження на ґрунтовий покрив» (2004), «Державна цільова екологічна програма проведення моніторингу навколишнього середовища» (2007), «Національна програма охорони родючості ґрунтів» (Концепція рекультивації земель..., 2012).

Отже, складовою загальною проблемою охорони навколишнього середовища та раціонального використання природних ресурсів є рекультивація земель (Бекаревич, 1988; Етеревская, 1992; Рекультивация нарушенных земель..., 2010). Її розглядають як комплекс заходів, спрямованих на відновлення продуктивності та господарської цінності порушених ґрунтів і оптимізацію ландшафтів, або як вторинне використання порушених промисловістю земель (Методические указания по рекультивации земель..., 1979). Як відомо, рекультивація включає технічний і біологічний етапи. Розглядаючи вимоги, що пред'являються до них, слід відзначити, що вирішальне значення в процесі вибору способів і засобів рекультивації мають обґрунтовані вимоги біологічного етапу до технічного, підвищуючи при цьому ефективність рекультивації. На думку В. Т. Топчія (1980), недостатня обґрунтованість таких вимог призводить або до завищення обсягів робіт і витрат на технічну рекультивацію, або до неможливості відновлення біологічно продуктивної ґрунтової сфери ландшафту.

На технічному етапі рекультивації, у процесі якого проводять коригування ландшафту і здійснюють нанесення родючого шару ґрунту, необхідне конструювання косних елементів майбутніх біогеоценозів з розрахунком на створення оптимальних умов для біологічного освоєння порушених земель (Биогеоценотический покров Западного Донбасса..., 1988).

Рекультивацію порушених земель залежно від їх подальшого використання можна проводити за такими основними напрямками: сільськогосподарський (створення на порушених землях пасік, садів, пасовищ) (Узбек, 2001; Шемавньов, 2006); лісгосподарський (посадка ґрунтозахисних і промислових насаджень) (Шанда, 2006); озеленувальний і санітарно-гігієнічний (створення зон відпочинку, паркових споруд) (Дриженко, 1985).

Широко відома діяльність українських науковців щодо вирішення проблем рекультивації і повернення народному господарству земель, порушених гірничодобувною промисловістю. Вивченням проблем сільськогосподарської рекультивації техногенних ландшафтів степової зони України, заснованої на

використанні різних рослин, зокрема таких, як люцерна, горох, чина, займається кафедра землеробства, ґрунтознавства та екології Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету з 1962 року дотепер. Предметом цих досліджень є едафотоп, створений розкритими, пухкими гірськими породами, винесеними на денну поверхню в процесі видобутку корисних копалин. Екстремальні умови існування на таких техногенних утвореннях змушують рослинні організми виявляти всі свої біологічні та генетичні можливості для виживання (Узбек, 2010).

Одним із напрямків рекультивації земель, порушених гірничодобувною промисловістю, є створення лісових масивів на шахтних відвалах. При цьому вирішують питання утилізації шахтних порід шляхом заповнення ними заглиблень, що виникають під час просідання ґрунту, відтворюють лісові екосистеми, які мають захисні та рекреаційні властивості (Питання оптимізації техногенних..., 1980). У підсумку ділянки лісової рекультивації утворюють перспективну зелену зону з позитивним середовищеперетворювальним впливом в жорстких умовах степу.

Загально визнана провідна роль у проведенні лісової рекультивації порушених земель степової зони України кафедри геоботаніки, ґрунтознавства та екології Дніпропетровського національного університету ім. Олеся Гончара під керівництвом професора А. П. Травлєєва. Спільно із співробітниками Комплексної експедиції Дніпропетровського державного університету з дослідження природних і штучних лісів степової зони України в 1971 році на прохання Міністерства вугільної промисловості СРСР у програму експедиційних досліджень були включені питання проведення лісової рекультивації порушених земель. Успіхи в проведенні рекультиваційних заходів відзначені на міжнародному рівні. На 14-й Науково-координаційній нараді по лінії ЮНЕСКО представниками від України були Л. В. Єстеревська, А. П. Травлєєв, Н. А. Білова, Б. С. Носко. У даний час в Україні Дніпропетровський національний університет знову є головною організацією з питань лісового ґрунтознавства, лісової рекультивації, мікроморфології ґрунтів (Травлєєв, 2006).

Дослідниками Дніпропетровського національного університету – А. П. Травлєєвим, В. М. Зверковським, Н. М. Цветковою та ін. (Биогеоценотический покров Западного Донбасса..., 1988) показано, що накопичені шахтні породи – аргіліти і алеврити, вуглисті сланці характеризуються негативними фізико-хімічними властивостями. Їх висока щільність у поєднанні з сильною мінералізацією водних витяжок обумовлюють надзвичайно низьку лісопридатність шахтних порід. Високий уміст у шахтних породах заліза, свинцю, цинку та інших хімічних елементів може справляти токсичний вплив на ріст і розвиток рослин (Зверковский, 1997 та ін.).

Для проведення успішної фітомеліорації породних відвалів необхідна штучна регенерація ґрунтового покриву. На технічному етапі рекультивації необхідно забезпечити оптимальний екологічний об'єм місцезростання. Одним із засобів окультурення відвалів є землевання. При цьому ефективно використовувати різні варіанти насипання штучних ґрунтів. В умовах степової зони України створення штучних ґрунтів загальною потужністю менше 0,8 м недоцільно, оскільки вони не мають достатнього ґрунтового гідрологічного об'єму для накопичення вологи та елементів живлення. Оптимальні лісорослинні умови складаються при загальній потужності насипного шару 120–180 см, коли досягається необхідний ґрунтово-екологічний об'єм. Зважаючи на дефіцит чорнозему як субстрату для насипання, доцільно використовувати нечорноземні варіанти або зменшити потужність гумусованого шару до 10–15 см (Вопросы оптимизации техногенных ландшафтов..., 1980; Зверковский, 1999, 2006а, 2006б).

Створення оптимально організованих та екологічно збалансованих ландшафтів у процесі освоєння порушених земель досягається вдалим поєднанням штучного екоотопу та біоти (Биогеоценотический покров Западного Донбасса..., 1988; Травлєєв, 2000; Травлєєв, 2005). В. М. Зверковский (2006а, 2006б) указує, що на ділянках

лісової рекультивациі необхідно форсувати формування і змикання деревного полог, що створить умови для розвитку біологічного кругообігу речовин, властивого лісовим екосистемам, і протистояння агресивності бур'янових степових рослин. Створена лісова екосистема повинна бути довговічною, стійкою і мати потужний середовищеворний ефект на навколишнє середовище.

Рішення завдань лісової рекультивациі в зоні Степу неможливо без урахування дослідження взаємодії лісу і середовища. У становленні лісознавства як наукової дисципліни значну роль зіграли класичні роботи В. В. Докучаєва (1949), Г. М. Висоцького (1962), В. М. Сукачова (1972). Степове лісознавство є невід'ємною частиною загального лісознавства. Його теорію і практику в складі загонів Комплексної експедиції ДНУ (експериментальної геоботаніки та геоботанічного картографування; ґрунтознавства та мікроморфології ґрунтів; лісової гідрології та пертинентної біогеоценології; біогідроценології; лісової рекультивациі земель та мікробіоценозу ґрунтів) розвинули такі вчені Дніпропетровського національного університету ім. Олеса Гончара: О. Л. Бельгард (1971), А. П. Травлєєв (1972), М. А. Сидельник (1960), А. Г. Линдя (1978), М. О. Альбицька (1960), Н. М. Цветкова (1992), Л. П. Мицик (1997), А. О. Дубина (1972), Л. П. Травлєєв (1977), Ю. І. Грицан (2000), Н. А. Білова (2001), В. М. Яковенко (2001), О. К. Балалаєв (2005), А. Ф. Кулік (2005), В. В. Тарасов (2005), С. В. Чернишенко (2005), Л. В. Шанда (2005), В. А. Горейко (2006), О. І. Лісовець (2008), М. С. Якуба (Цветкова, 2008), В. А. Горбань (2009), І. А. Іванько (2009), О. М. Масюк (2009), О. В. Котович (Травлєєв, 2011), О. В. Стрижак (Горбань, 2011) та ін.

Особливо велике значення мають типології природних і штучних лісів степової зони України, розроблені учнем і послідовником академіка Г. М. Висоцького, корифеєм степового лісознавства проф. О. Л. Бельгардом (1950, 1971). Типологія штучних лісів використовується в ході створення польової виробничої моделі конструкції лісів і штучних ґрунтів на території Західного Донбасу науковим колективом Комплексної експедиції і кафедри геоботаніки під керівництвом проф. А. П. Травлєєва за активної участі проф. В. М. Зверковського, проф. Н. А. Білової, співробітників НДІ біології ДНУ. Результати їх роботи відображені в цілому ряді публікацій (О развитии корневых систем..., 1980; Белова, 1997; Зверковский, 2006а, 2006б и др.).

Зоологічним загоном Комплексної експедиції, у якому займаються розробкою наукових основ рекультивациі земель, виявлені особливості формування населення тварин різних таксономічних груп на техногенних і експериментальних ділянках лісової рекультивациі та відображені в роботах Ю. П. Бобильова (1992), який вивчав формування комплексів хребетних тварин, зокрема представників герпетофауни техногенних біогеоценозів на території Західного Донбасу; В. Л. Булахова (2006), який розглядав угруповання тварин як біогеоценологічний чинник екологічної реабілітації порушених земель; О. Ф. Пилипенка (1979, 1997), який показав на наявність зв'язку між чисельністю ґрунтової мезофауни і станом едафотопів ділянок рекультивациі; А. М. Корабльова (1988), яким показано вплив антропогенних факторів на чисельність панцирних кліщів; Ю. Б. Смирнова (2002), який наводить ряд біохімічних характеристик безхребетних тварин на ділянках лісової рекультивациі; О. В. Жукова (1995), який використовував зоодіагностичний метод для діагностики ґрунтів рекультивованих ділянок; В. Я. Гассо (2012), який оцінив стан популяцій прудкої ящірки в умовах шахтних розробок; О. А. Рєви (2006), яка досліджувала трофічні зв'язки ссавців на рекультивованих територіях; О. Є. Пахомова (2003), який показав зв'язок рийної діяльності ссавців з розподілом ґрунтової мезофауни на рекультивованих ділянках; Г. С. Білоконь (1986), яка вивчала характер формування кронної ентомофауни на рекультивованих землях Західного Донбасу. Роботи Ю. Л. Кульбачка, О. О. Дідура, І. М. Лози (Environmental impact..., 2013; Кульбачко, 2014; Environmental aspects..., 2015) під керівництвом О. Є. Пахомова

присвячені вивченню трофо-метаболическої діяльності сапрофагів на ділянках лісової рекультивациі; в них доповнена і розвинута концепція В. Л. Булахова – О. Є. Пахомова щодо середовищеперетворювальної ролі тварин у природних і штучних екосистемах.

Незважаючи на різнобічний характер проведених досліджень, екологічна роль і значення ґрунтових сапрофагів у штучних лісових насадженнях на рекультивованих землях практично не вивчена.

Невід'ємним компонентом природних, порушених, відновлених наземних біогеоценозів (культурбіогеоценозів) є хребетні і безхребетні тварини (Иноземцев, 1978; Абатуров, 1984; Гиляров, 1985). До складу населення ґрунтових безхребетних входить така трофічна група, як сапрофаги (Гиляров, 1957; Стриганова, 1980). На участь сапрофагів у ґрунтоутворенні вказував відомий англійський натураліст Ч. Дарвін (1982). Він зазначив важливу роль дощових черв'яків у природних процесах. Продовженням цих досліджень стали роботи М. О. Дімо (1938) та інших учених. На сучасному етапі інтерес до ґрунтових безхребетних тварин збільшився ще більше (Earthworms..., 1995; Тиунов, 2000; Іванців, 2007 та ін.). Дослідниками показано особливості організації їх комплексів у різних умовах існування (Мезофауна слабонарушених..., 2005; Ярошенко, 1999, 2000; Богатиков, 2006 и др.), вплив на структурні та водно-фізичні властивості ґрунтів (Earthworms and their influence..., 1995; Lee, 1997; Schrader, 1997; Albrecht, 1998 та ін.).

Механізм впливу тварин на процеси ґрунтоутворення проявляється як результат трьох основних видів середовищетворної діяльності – споживчої, видільної, рийної (Пахомов, 1999; Булахов, 2011). Оцінюючи споживчу функцію ґрунтових безхребетних, В. Л. Булахов (2011) зазначає, що вони становлять 90–95 % від маси та кількості видів усього тваринного населення наземних екосистем. На частку сапрофагів припадає до 90–98 % від загальної маси тварин, у той час як фіто- і зоофаги становлять 2–10 %. Видільна діяльність сапрофагів не поступається зоо- і фітофагам. За підрахунками Дж. Курі (Curry, 1995), популяції двох видів черв'яків *Lumbricus terrestris*, *Aporrectodea caliginosa* з чисельністю до 120 екз./м² можуть продукувати в лісових екосистемах до 9 т/га сухої маси копролітів за 1 рік. Механічний вплив тварин на ґрунт пов'язаний із порушенням ґрунтового покриву, що може бути обумовлене рийною активністю тварин (Пахомов, 1999; Булахов, 2011). Серед безхребетних вона також притаманна представникам сапрофагів (Тиунов, 2003 та ін.).

У ґрунті як особливій трифазній системі створюються умови для існування величезної кількості представників безхребетних тварин, які відрізняються не тільки за таксономічним складом, але й за розмірами (нано-, мікро-, мезофауна в розумінні М. С. Гилярова), характером харчування, розподілом по ґрунтових шарах, фізико-хімічними властивостями ґрунту як середовища їх існування (Гиляров, 1968; Стриганова, 1980; Структурно-функціональна роль..., 2003 тощо). Сапрофаги в більшості випадків представлені мікрофауною (мікроартроподи) та мезофауною.

Орибати́дні кліщі́ серед представників мікроартропод є одними з найбільш чисельних із представників сапрофагів. Вони беруть безпосередню участь у трансформації органічного матеріалу в ґрунті і процесах ґрунтоутворення, прискорюють кругообіг речовин в екосистемах, регулюють мікробне та грибкове розкладання рослинного опаду (Стриганова, 1980; Anderson, 1983). Орибатиди під час харчування не запасують поживні речовини, тому вони не можуть довго голодувати. Харчуючись у підстильці та мінеральних шарах ґрунту, орибатиди збагачують ґрунт органічною речовиною (Стриганова, 1980). Дослідження Luxton свідчать стосовно здатності кліщів перетравлювати целюлозу та інші рослинні полісахариди, а Б. Р. Стриганова вказує на збільшення в екскрементах кліщів кількості гумінових кислот (Криволуцкий, 1976). У світовій фауні орибатидні кліщі представлені понад 10000 видами, які об'єднані в 1240 родів і 165 родин (Subias, 2012).

Харчування орибатид включає ряд харчових режимів, тому єдиної універсальної трофічної класифікації для них немає. Серед трофічних угруповань різні науковці виділяють споживачів вищих рослин, мікрофлори, форми «всеїдні», зі змішаним, вибірковим харчуванням, копрофагів. Найбільший інтерес з точки зору лісознавства викликають орибатиди, які перероблюють деревину та лісову підстилку. Крім того, орибатидам властиво міняти харчові режими (Криволуцкий, 1976). Вони можуть харчуватися конідіями грибів, бактеріями. Як зазначає Стриганова (1980), симбіотичні зв'язки кліщів з мікроорганізмами дозволяють деяким видам кліщів утилізувати покриви коренів, провідні тканини листяного опаду рослин.

Співробітники кафедри зоології Донецького національного університету Ярошенко М. М. і Штирц А. Д. дослідили структуру населення орибатид у зональних біогеоценозах степової зони України і на техногенно порушених територіях Центрального Донбасу (Штирц, 2003; Ярошенко, 1992, 1997, 2000, 2004 та ін.). М. М. Ярошенко у своїй монографії «Почвенные зооценозы промышленных экосистем Донбасса» (1999) наводить відомості щодо видового складу, структури домінування орибатидних кліщів.

Інформація відносно населення орибатидних кліщів у природних лісових біогеоценозах в умовах степу практично відсутня (Кульбачко, 2005, 2006). Поряд з цим недостатньо вивчена структурна організація населення орибатидних кліщів на ділянках лісової рекультивації в умовах північного Степового Придніпров'я. Її дослідження розширює уявлення щодо характеру формування угруповань орибатидних кліщів на ділянках лісової рекультивації з різними варіантами насипних ґрунтів, дозволяє оцінити потенційний внесок орибатид як представників функціональної групи «екосистемних інженерів» у формування стійких лісових насаджень на рекультивованих територіях.

У ході проведення рекультиваційних заходів використовують різні варіанти нанесення ґрунтових субстратів на поверхню порушених територій. Це в більшості випадків можуть бути шари субстратів, представлених лесоподібним суглинком, піском, чорноземом (багатокомпонентний стратиграфічний варіант). В окремих випадках це може бути окремо взятий субстрат, насипаний в один шар (однокомпонентний стратиграфічний варіант). Такі варіанти рекультивації реалізовані в процесі відновлення гірських териконів і кар'єрів.

Отже, структурна організація орибатидних кліщів досліджена в штучних насадженнях яловцю віргінського на ділянці лісової рекультивації № 1 на території Західного Донбасу (Дніпропетровська область, Павлоградський район).

Яловець віргінський – вічнозелена хвойна рослина родини Кипарисові, у природних умовах росте в Північній Америці, від Канади до Флориди. Зустрічається в різноманітних ландшафтних зонах: на схилах гір, на скелях, на океанському узбережжі і річкових терасах. У культурі яловець віргінський використовується більше трьохсот років. Це популярний матеріал для міського озеленення: парків, скверів та лісопарків. Цінується фахівцями за свою декоративність і витривалість у міських умовах. Виступає як вертикальний елемент у композиціях, живоплотах або одиночних посадках на газоні. Яловець віргінський добре поєднується з низькорослими хвойними і листяними чагарниками, кипарисовиками, сосною, модриною, туями, робінією і березою. Цей вид характеризується інтенсивним зростанням, тому на невеликих ділянках його доведеться формувати, тим більше що він досить добре переносить стрижку і навіть радикальну обрізку крони (<http://indasad.ru/derevya-i-kustarniki/2267-mozhzhevelnik-virginskiy-posadka-uchod-razmnozhenie>; Екофлора України, 2000).

Наводимо нижче опис досліджених варіантів деревних насаджень і насипних едафотопів ділянки рекультивації за літературними джерелами (Цветкова, 1992; Травлєєв, 2005) і за власним уточненням.

Варіант 2. Стратиграфічна будова едафотопу: лесоподібний суглинок – від денної поверхні до глибини 50 см; третинний пісок – від глибини 50 до 100 см; шахтна

порода – від 100 до 700 см. *Насадження яловця віргінського*. Тип світлової структури насадження – напівтіньовий. Тип деревостану – 10 Ял. вірг. Висота дерев – 8–10 м, діаметр стовбурів – 160–200 мм, зімкнутість крон – 0,8–0,9. Підстилка з хвої двошарова. На поверхні ґрунту під шаром свіжого опаду – сухий щільний торфоподібний шар потужністю 7 см. Нижче розташований трисантиметровий шар ґрунту попелястого кольору з великою кількістю напіврозкладених гілочок та хвоїнок. З глибини 10 см – безгумусовий лесоподібний суглинок. Травостій відсутній.

Варіант 3. Тип лісорослинних умов – СГ₀₋₁ (суглинок сухуватий). Товща насипних ґрунтів має таку стратиграфію: верхній гумусований шар чорнозему звичайного – від денної поверхні до глибини 50 см; лесоподібний суглинок – від 50 до 100 см; третинний пісок – від 100 до 150 см; шахтна порода – від 150 до 700 см. *Насадження яловця віргінського*. Тип світлової структури – напівтіньовий, тип деревостану – 10 Ял. вірг. Загальна зімкнутість крон – 0,7–0,8. Насадження має високу життєвість. Травостій майже відсутній, його проективне покриття – приблизно 1–2 %. Підстилка пухка, потужністю 5 см. Коріння, на відміну від попереднього варіанта з лесоподібним суглинком, розподілені рівномірно у гумусованій товщі насипного шару чорнозему.

Варіант 5. Насипний ґрунт має таку стратиграфію: верхній гумусований шар чорнозему звичайного – від денної поверхні до глибини 50 см, пісок – від 50 до 100 см, лесоподібний суглинок – від 100 до 200 см, шахтна порода – від 200 до 700 см. *Насадження яловця віргінського*. Тип світлової структури – напівтіньовий, тип деревостану – 10 Ял. вірг. Загальна зімкнутість крон – 0,6–0,7. Насадження характеризується високою життєвістю. Травостій відсутній. Підстилка пухка, потужністю 5 см. Зрідка зустрічається підріст яловця.

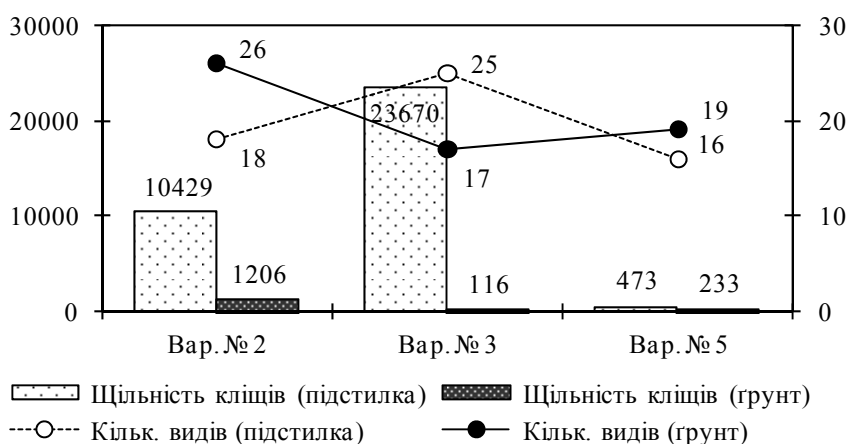
Розглянемо особливості розподілу життєвих форм орибатид у підстилці та верхньому шарі насипних ґрунтів у насадженнях яловця віргінського. У цих умовах в підстилці максимальна щільність (23 670 екз./м²) орибатид відмічена для третього чорноземного варіанта насипки, а мінімальна (473 екз./м²) – для п'ятого чорноземного варіанта насипки (*рисунок*). Установлено зниження середньої щільності орибатид у насипному чорноземі порівняно з насипним лесоподібним суглинком.

Основу комплексу життєвих форм панцирних кліщів – мешканців яловцевої підстилki – на всіх досліджених варіантах складають представники вторинно неспеціалізованих форм, мешканці дрібних ґрунтових свердловин і мешканці поверхні ґрунту. Частка представників вторинно неспеціалізованих форм кліщів (від числа видів) у підстилці зменшується в напрямку варіантів рекультивациі від лесоподібного суглинка (2-й варіант) до чорноземних насипок (варіанти 3 і 5) – 35,3 %, 25 %, 25 % відповідно. Така сама тенденція спостерігається для мешканців дрібних ґрунтових свердловин (відповідно 47,1 %; 45,8 %; 31,3 %). Для орибатидних кліщів підстилki, які належать до життєвої форми «мешканці поверхні ґрунту», характерне збільшення їх частки в ряду лесоподібний суглинок – чорноземні варіанти рекультивациі (відповідно до варіантів 17,6 %; 25 %; 43,8 %). Частка мешканців товщі підстилki в насадженні яловця віргінського мінімальна на чорноземному третьому варіанті (4,2 %), а на другому та п'ятому варіантах вони зовсім відсутні.

Серед життєвих форм орибатидних кліщів, що мешкають на насипних ґрунтах, переважають представники вторинно неспеціалізованих форм, мешканці дрібних ґрунтових свердловин і мешканці поверхні ґрунту. Їх частка в угрупованнях кліщів варіює від 18,8 % до 35 %. Як і в насадженні клена остролистоого, частка видів, що належать до життєвої форми «мешканці товщі підстилki» та «глибокоґрунтові форми», на всіх варіантах насипок мінімальна і становить 5,0–6,3 %.

Для оцінки середовищетворної ролі орибатидних кліщів, відмічених на ділянках лісової рекультивациі, проведено аналіз різноманіття їх харчових режимів на основі літературних даних щодо типів харчування орибатид (Криволуцкий, 1976; Стриганова, 1980). З'ясовано, що їх представники живляться лишайниками (*Oppiela*

nova, *Scheloribates laevigatus*), рештками вищих рослин і сапротрофної мікрофлори (роди *Belba*, *Oribatula*, *Scheloribates*, *Ceratozetes*, *Galumna*), руйнують відмерлі корені рослин (*Rhysotritia ardua affinis*) тощо.



Середня щільність населення та видове багатство панцирних кліщів варіантів лісової рекультивації в насадженні яловця віргінського:
всіх зліва – щільність, екз./м²; всіх справа – кількість видів

Отже, високе видове багатство, різноманіття життєвих форм, характер їх розподілу в насипних ґрунтах лісових насаджень, а також складність структурної організації орібатидних кліщів поряд із різноманіттям харчових режимів їх представників указують на екологічну важливість цієї трофічної групи ґрунтових мікроартропод у процесах середовищеперетворення на ділянках лісової рекультивації: трансформації органічної речовини, інтенсифікації біологічного кругообігу органічно-мінеральних речовин, що в підсумку може сприяти натуралізації штучних лісових екосистем на техногенно порушених територіях в умовах степу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Абатуров Б. Д.** Млекопитающие как компонент экосистемы / Б. Д. Абатуров. – М.: Наука, 1984. – 286 с.
- Альбицкая М. А.** Основные закономерности формирования травяного покрова в искусственных лесах степной зоны УССР / М. А. Альбицкая // Искусственные леса степной зоны Украины. – Х.: Изд-во Харьк. ун-та, 1960. – С. 155–208.
- Балалаев О. К.** Еколого-мікрорморфологічна оцінка едафотопів лісових екосистем Степового Придніпров'я (стан, охорона, прогноз): Автореф. дис. ... канд. біол. наук. – Д., 2005. – 21 с.
- Бекаревич Н. Е.** Сельскохозяйственная рекультивация в черноземной зоне Украины / Н. Е. Бекаревич, Н. Т. Масюк // Вестник с.-х. науки. – 1988. – № 6. – С. 102–110.
- Белова Н. А.** Опыт выявления деструктивных лесных сетей на основе микроморфологического тестирования эдафотопов / Н. А. Белова, А. П. Травлеев // Экология та ноосферология. – 2001. – Т. 10, № 1–2. – С. 31–40.
- Белова Н. А.** Экология, микроморфология, антропогенез лесных почв степной зоны Украины / Н. А. Белова. – Д.: ДГУ, 1997. – 264 с.
- Белоконь А. С.** Формирование кронной энтомофауны в условиях лесомелиоративной рекультивации земель Западного Донбасса / А. С. Белоконь, В. С. Солодовникова // Вопросы степного лесоведения и лесной рекультивации земель. – Д.: ДГУ, 1986. – С. 140–143.
- Бельгард А. Л.** Лесная растительность юго-востока Украины / А. Л. Бельгард. – К.: КГУ, 1950. – 264 с.
- Бельгард А. Л.** Степное лесоведение / А. Л. Бельгард. – М.: Лесн. пром-сть, 1971. – 336 с.
- Биогеоценотический покров Западного Донбасса, его техногенная динамика и оптимизация: Уч. пособие / А. П. Травлеев, В. А. Овчинников, В. Н. Зверковский, Н. Н. Цветкова, А. Г. Лындя. – Д.: ДГУ, 1988. – 72 с.

- Бобылев Ю. П.** Состояние герпетофауны техногенных биогеоценозов Западного Донбасса // Биомониторинг лесных экосистем степной зоны. – Д.: Изд-во ДГУ, 1992. – С. 184–189.
- Богатиков И. И.** Панцирные клещи двух рекультивационных терриконов г. Донецка / И. И. Богатиков, А. Д. Штирц // Экология и фауна юго-востока Украины: Сб. науч. тр. – Вып. 6. – Донецк: ДонНУ, 2006. – С. 15–19.
- Бувеский Н. М.** Рекультивация земель, нарушенных горными работами / Н. М. Бувеский, Л. Ф. Зорин. – Донецк: Донбасс, 1969. – 226 с.
- Булахов В. Л.** Зооценоз як біогеоценологічний чинник екологічної реабілітації відпрацьованих земель на марганцевогірничих розробках / В. Л. Булахов // Проблеми лісової рекультиватії порушених земель України: Тези доп. Міжнар. конф. Дніпропетровськ, 19–22 вересня 2006 р. – Д.: ДНУ, 2006. – С. 162–164.
- Булахов В. Л.** Функциональна зоология: Підручник / В. Л. Булахов, О. Є. Пахомов. – Д.: ДНУ, 2011. – 392 с.
- Вопросы оптимизации техногенных ландшафтов Западного Донбасса путем создания мелиоративных и рекреационных лесных насаждений / А. П. Травлеев, М. А. Альбицкая, А. Г. Лындя и др. // Биогеоценологические аспекты лесной рекультивации нарушенных земель Западного Донбасса. – Д.: ДГУ, 1980. – С. 21–38.
- Высоцкий Г. Н.** Избранные труды / Г. Н. Высоцкий. – М.: Сельхозгиз, 1962. – С. 151–241.
- Гассо В. Я.** Оценка негативного эффекта загрязнения биогеоценозов с использованием нейроспецифического цитоскелетного белка прыткой ящерицы / В. Я. Гассо, Е. Ю. Клименко, Е. В. Сухаренко, В. С. Недзвецкий // Экология та ноосферологія. – 2012. – Т. 23, № 1–2. – С. 58–66.
- Гиляров М. С.** Жизнь в почве / М. С. Гиляров, Д. А. Криволицкий. – М.: Молодая гвардия, 1985. – 192 с.
- Гиляров М. С.** Кивсяки (Juloidea) и их роль в почвообразовании / М. С. Гиляров // Почвоведение. – 1957. – № 6. – С. 74–80.
- Гиляров М. С.** Почвенный ярус биоценозов суши / М. С. Гиляров // Успехи современной биологии. – 1968. – Т. 66, вып. 1 (4). – С. 121–135.
- Горбань В. А.** Особливості мікрморфологічної будови еолово-грунтових відкладів та едафотопів лісових культурбіогеоценозів Приазов'я / В. А. Горбань, О. В. Стрижак // Грунтознавство. – 2011. – Т. 12, № 3–4. – С. 61–68.
- Горбань В. А.** Фізичні властивості лісових ґрунтів степової зони України: підсумки 60-річних досліджень Комплексної експедиції Дніпропетровського національного університету ім. О. Гончара / В. А. Горбань // Питання степового лісознавства та лісової рекультиватії земель. – Д.: РВВ ДНУ, 2009. – Вип. 13. – С. 95–99.
- Горейко В. А.** Исторический очерк развития науки о лесоаграрных комплексах в степи / В. А. Горейко // Питання степового лісознавства та лісової рекультиватії земель. – Д.: РВВ ДНУ, 2006. – С. 122–128.
- Грицан Ю. І.** Екологічні основи перетворюючого впливу лісової рослинності на степове середовище / Ю. І. Грицан. – Д.: Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 2000. – 300 с.
- Дарвин Ч.** Образование растительного слоя земли деятельностью дождевых червей и наблюдение над образом жизни последних / Ч. Дарвин [пер. М. А. Мензбира]. – М.: Изд-во Васильева, 1982. – 188 с.
- Димо Н. А.** Земляные черви в почвах Средней Азии / Н. А. Димо // Почвоведение. – 1938. – № 4. – С. 494–526.
- Добровольский Г. В.** Деградация почв – угроза глобального экологического кризиса / Г. В. Добровольский // Век глобализации – исследования современных глобальных процессов. – 2008. – № 2. – С. 54–66.
- Докучаев В. В.** Наши степи прежде и теперь / В. В. Докучаев // Избр. соч.: в 3 т. – М.; Ленинград: Сельхозгиз, 1949. – Т. 2. – С. 163–264.
- Дриженко А. Ю.** Восстановление земель при горных разработках / А. Ю. Дриженко. – М.: Недра, 1985. – 241 с.
- Дубина А. А.** Лесная подстилка как компонент естественных лесных биогеоценозов юго-востока Украины и гырнецовых лесов Молдавии: Автореф. дис. ... канд. биол. наук / А. А. Дубина. – Д., 1972. – 17 с.
- Екофлора України. Т. 1 / Я. П. Дідух, П. Г. Плюта, В. В. Протопопова та ін./ Відп. ред. Я. П. Дідух. – К.: Фітосоціоцентр, 2000. – 284 с.
- Етеревская Л. В.** К вопросу теоретических основ рекультивации почв / Л. В. Етеревская, Е. А. Головачев // Биомониторинг лесных экосистем степной зоны. – Д.: ДГУ, 1992. – С. 97–104.
- Єтеревська Л. В.** Рекультиватія земель / Л. В. Єтеревська. – К.: Урожай, 1977. – 128 с.

Жуков А. В. Диагностика почв лесной рекультивации Западного Донбасса зоологическим методом // Устойчивое развитие: загрязнение окружающей среды и экологическая безопасность: Тез. докл. 1 Междунар. науч.-практ. конф. Т. 1. – Д., 1995. – С. 118–119.

Зверковский В. Н. Биогеоэкологическое обоснование лесной рекультивации земель, нарушенных угольной промышленностью в степной зоне Украины: Дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.16 / В. Н. Зверковский; Днепропетровский гос. ун-т. – Д., 1999. – 566 с.

Зверковский В. Н. Биоэкологические и агротехнические особенности лесной рекультивации шахтных отвалов Западного Донбасса / В. Н. Зверковский, Н. А. Полященко // Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель. – Д.: РВВ ДНУ, 2006а. – С. 195–201.

Зверковский В. Н. Лесная рекультивация как эффективный способ освоения нарушенных земель / В. Н. Зверковский, Н. А. Полященко // Проблемы лісової рекультивації порушених земель України: Тези доп. Міжнар. конф. – Д.: РВВ ДНУ, 2006б. – С. 8–12.

Зверковский В. Н. Фитотоксичные соединения шахтных пород в процессах лесной рекультивации нарушенных земель / В. Н. Зверковский // Вісник Дніпропетр. ун-ту. Біологія. Екологія. – Вип. 3. – 1997. – С. 144–150.

Зверковский В. М. Влияние мелiorаций на эффективность освоения нарушенных земель / В. М. Зверковский // Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. – 2010. – № 2. – С. 20–25.

Зверковский В. М. Лісові екосистеми і методи їх відновлення в умовах техногенезу / В. М. Зверковский, І. Г. Довгалюк // Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. – 2012. – № 1. – С. 142–145.

Зубова Л. Г. Экологические и геохимические особенности антропогенных ландшафтов Донбасса: Учеб. пособие / Л. Г. Зубова, А. Р. Зубов. – Луганск: Изд-во ВГУ им. Даля, 2008. – 120 с.

Иноземцев А. А. Роль насекомоядных птиц в лесных биогеоценозах / А. А. Иноземцев. – Л.: ЛГУ, 1978. – 264 с.

Иванців В. В. Структурно-функціональна (консортивна) організація комплексів ґрунтових олігохет у біогеоценозах західного регіону України: Автореф. дис. ... д-ра біол. наук / В. В. Іванців. – Д., 2007. – 39 с.

Іванько І. А. Значення типу світлової структури при формуванні штучних лісових біогеоценозів у степу / І. А. Іванько // Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель. – Д.: РВВ ДНУ, 2009. – Вип. 13. – С. 59–64.

Конвенция Организации Объединенных Наций по борьбе с опустыниванием в тех странах, которые испытывают серьезную засуху и/или опустынивание, особенно в Африке, 1994 г.

Концепція рекультивації земель, порушених за відкритого та підземного видобутку корисних копалин / С. А. Балюк, Л. В. Єтеревська, А. П. Травлев та ін. – Х.: ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського», 2012. – 50 с.

Кораблев А. М. Влияние антропогенных факторов на численность панцирных клещей (Oribatei) в лесных биогеоценозах Западного Донбасса / А. М. Кораблев, А. Ф. Пилипенко // Мониторинговые исследования лесных экосистем степной зоны, их охрана и рациональное использование. – Д.: ДГУ, 1988. – С. 161–166.

Криволицкий Д. А. Роль панцирных клещей в биогеоценозах / Д. А. Криволицкий // Зоологический журнал. – 1976. – Т. LV, вып. 2. – С. 226–236.

Кроїк Г. А. Оцінка класу небезпеки відвальних шахтних порід Західного Донбасу / Г. А. Кроїк, Я. М. Колосок // Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету – 2013. – № 2. – С. 37–39.

Кулік А. Ф. Біоенергетичні показники ґрунтів, опадів і підстилки лісових біогеоценозів степової зони України / А. Ф. Кулік // Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель. – Д.: РВВ ДНУ, 2005. – Вип. 9. – С. 15–20.

Кульбачко Ю. Л. Особливості вертикального розподілу в панцирних кліщів у заплавах біогеоценозах ріки Самари / Ю. Л. Кульбачко, О. А. Худієнко, А. Д. Штірц // Наукові праці. – Миколаїв: Вид-во Миколаїв. держ. гуманітар. ун-ту, 2006. – Вип. 45. Серія «Екологія». – С. 19–22.

Кульбачко Ю. Л. Таксономічний склад орибатидних кліщів природних лісових БГЦ р. Самари / Ю. Л. Кульбачко, А. Д. Штірц // Науковий вісник Чернівецького університету. – Вип. 257. Біологія. – 2005. – С. 80–86.

Кульбачко Ю. Л. Трофо-метаболическая активность дождевых червей (Lumbricidae) как зоогенный фактор поддержания устойчивости рекультивированных почв к загрязнению медью /

Ю. Л. Кульбачко, О. А. Дидур, А. Е. Пахомов, И. М. Лоза // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2014. – Т. 22, № 2. – С. 99-104.

Лісовець О. І. Структурні особливості степового та лісового трав'яного покриву в Присамар'ї / О. І. Лісовець, Л. П. Мицик // Екологія та ноосферологія. – 2008. – Т. 19, № 3–4. – С. 25–30.

Лындя А. Г. К вопросу о взаимодействии лесной растительности с почвами в условиях степи / А. Г. Лындя // Биогеоценология, антропогенные изменения растительного покрова и их прогнозирование: Тезисы докл. 2-го Республ. совещ. – К.: Наук. думка, 1978. – С. 117–118.

Масюк А. Н. Особенности формирования корневой системы робинии лжеакация в разных лесорастительных условиях, созданных на рекультивированных землях / А. Н. Масюк // Грунтознавство. – 2009. – Т. 10, № 1–2. – С. 65–70.

Мезофауна слабонарушенных и искусственно созданных почв Петрозаводска / А. А. Рахлеева, А. С. Манько, Т. В. Прокофьева, С. В. Попков // IV (XIV) Всерос. совещ. по почвенной зоологии. – Тюмень, 2005. – С. 218-219.

Методические указания по рекультивации земель, нарушенных промышленностью / сост. А. П. Горбунов, А. П. Травлев и др. – Д.: ДГУ, 1979. – 51 с.

Мицик Л. П. Дерновый покров техногенных территорий / Л. П. Мицик, Ю. В. Лихолат. – Д.: Вид-во ДДУ, 1997. – 92 с.

Можжевельник виргинский: посадка, уход, размножение. <http://indasad.ru/derevya-i-kustarniki/2267-mozhzhevelnik-virginskiy-posadka-uchod-razmnozhenie>

О развитии корневых систем акации белой и ивы вавилонской на насыпных участках лесной рекультивации Западного Донбасса / В. Н. Зверковский, И. Е. Олег, Н. А. Белова, Н. П. Тупика // Биогеоценологические аспекты лесной рекультивации нарушенных земель Западного Донбасса. – Д.: ДГУ, 1980. – С. 77–95.

Пахомов А. Е. Использование средообразовательной деятельности в биологической рекультивации техногенных ландшафтов / А. Е. Пахомов, В. Л. Булахов, А. А. Рева, Н. Л. Губанова // Оптимізація агроландшафтів: раціональне використання, рекультивація, охорона: Матеріали Міжнар. наук.-прак. конф. 2–4 червня 2003 р. Дніпропетровськ – Орджонікідзе. – Д.: ДНАУ, 2003. – С. 134–136.

Пахомов А. Е. Классификация средообразующей деятельности млекопитающих в почвообразовательном процессе степных лесов / А. Е. Пахомов // Вопросы степного лесоведения и лесной рекультивации земель. – Д.: ДНУ, 1999. – С. 91–100.

Пилипенко А. Ф. Животное население эдафотопов экспериментального участка лесной рекультивации в Западном Донбассе / А. Ф. Пилипенко, А. В. Жуков, О. П. Киреева // Вопросы степного лесоведения и лесной рекультивации земель. – Д.: ДГУ, 1997. – С. 93–98.

Пилипенко А. Ф. Значение показателей биомассы почвенной мезофауны для индикации устойчивости и оптимальности биологического круговорота в лесных биогеоценозах / А. Ф. Пилипенко // Вопросы степного лесоведения, биогеоценологии и охраны природы. – Д.: ДГУ, 1979. – С. 75–79.

Полященко Н. А. Влияние сброса шахтных вод ОАО «Павлоградуголь» на состояние р. Самары / Н. А. Полященко // Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель. – Д.: РВВ ДНУ, 2006. – С. 201–206.

Рева А. А. Роль трофики млекопитающих в процессе лесной рекультивации шахтных отвалов Западного Донбасса // Проблеми лісової рекультивації порушених земель України: Тези доп. Міжнар. конф. – Д.: ДНУ, 2006. – С. 169–170.

Рекультивация нарушенных земель как устойчивое развитие сложных техноэкосистем: Моногр. / И. Х. Узбек, А. С. Кобец, П. В. Волох, В. И. Дырда, А. А. Демидов / под ред. И. Х. Узбека. – Д.: Пороги, 2010. – 263 с.

Рекультивация та фітомеліорація / В. П. Кучерявий, Я. В. Генік, А. П. Дида, М. М. Колодко. – Львів: ГАФСА, 2006. – 116 с.

Саранчук В. И. Борьба с горением породных отвалов / В. И. Саранчук. – К.: Наук. думка, 1978. – 167 с.

Сидельник Н. А. Краткая естественно-историческая характеристика степной зоны Украины в границах маршрута экспедиции / Н. А. Сидельник // Искусственные леса степной зоны Украины. – Х.: ХГУ, 1960. – С. 85–131.

Сметана О. М. Биогеоценологический покров ландшафтно-техногенных систем Кривбасу / О. М. Сметана, В. В. Перерва. – Кривий Ріг: Видавничий дім, 2007. – 247 с.

- Смирнов Ю. Б.** Некоторые зооэкологические и биохимические показатели почвенных беспозвоночных на участках рекультивации Западного Донбасса / Ю. Б. Смирнов // Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель. – Д.: РВВ ДНУ, 2002. – С. 140–149.
- Стриганова Б. Р.** Питание почвенных сапрофагов / Б. Р. Стриганова. – М.: Наука, 1980. – 244 с.
- Структурно-функциональная роль почв и почвенной биоты в биосфере / Г. В. Добровольский, И. П. Бабьева, Л. Г. Богатырев и др. / отв. ред. Г. В. Добровольский. – М.: Наука, 2003. – 364 с.
- Сукачев В. Н.** Избранные труды: в 3 т. Т. 1. Основы лесной типологии и биогеоценологии / под общ. ред. Е. М. Лавренко. – Ленинград: Наука, 1972. – 418 с.
- Тарасов В. В.** Флора Дніпропетровської та Запорізької областей. Судинні рослини. Біолого-екологічна характеристика видів: Монографія / В. В. Тарасов. – Д.: Вид-во ДНУ, 2005. – 276 с.
- Тиунов А. В.** Влияние нор дождевых червей *Lumbricus terrestris* на пространственное распределение и таксономическую структуру почвенных сообществ / А. В. Тиунов // Зоологический журнал. – 2003. – Т. 82, № 2. – С. 269–274.
- Тиунов А. В.** Средообразующая деятельность норных дождевых червей (*Lumbricus terrestris* L.) и пространственная организация почвенной биоты / А. В. Тиунов, Н. А. Кузнецова // Известия РАН. – 2000. – Серия «Биология». – № 5. – С. 594–599.
- Топчий В. Т.** Требования биологического этапа рекультивации к техническому. Технические условия рекультивационных работ / В. Т. Топчий, Е. П. Захарченко // Биогеоценологические аспекты лесной рекультивации нарушенных земель Западного Донбасса. – Д.: ДГУ, 1980. – С. 17–21.
- Травлеев А. П.** Деструктивные экологические сети и перспективы их оптимизации / А. П. Травлеев, Н. А. Белова // Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель. – Д.: ДНУ, 2000. – С. 5–17.
- Травлеев А. П.** Днепропетровский национальный университет – научный центр лесной рекультивации шахтных отвалов в Украине (итоги и перспективы) / А. П. Травлеев, Н. М. Дронь, Н. А. Белова // Проблеми лісової рекультивації порушених земель України: Матеріали Міжнар. конф. – Д.: ДНУ, 2006. – С. 3–7.
- Травлеев А. П.** Материалы к номенклатуре и классификации лесных почв подзоны настоящих степей / А. П. Травлеев // Вопросы степного лесоведения. – Д.: ДГУ, 1972. – Вып. 3. – С. 16–21.
- Травлеев Л. П.** Условия формирования, глубина залегания и химизм грунтовых вод Присамарья / Л. П. Травлеев // Вопросы степного лесоведения и охраны природы. – Д.: ДГУ, 1977. – С. 54–63.
- Травлєєв А. П.** Новітні принципи відновлення порушених промисловістю екосистем у межах виконання кластерної інноваційної програми НАН України «Родючість ґрунтів» / А. П. Травлєєв, В. М. Зверковський, Н. А. Білова та ін. // Екологія та ноосферологія. – 2011. – Т. 22, № 3–4. – С. 28–42.
- Травлєєв А. П.** Теоретичні основи лісової рекультивації порушених земель у Західному Донбасі на Дніпропетровщині / А. П. Травлєєв, Н. А. Білова, В. М. Зверковський // Ґрунтознавство. – 2005. – Т. 16, № 1–2. – С. 19–29.
- Узбек И. Х.** Рекультивация нарушенных земель как устойчивое развитие сложных техноэкосистем: Монография / И. Х. Узбек, А. С. Кобец, П. В. Волох, В. И. Дырда, А. А. Демидов / под ред. И. Х. Узбека. – Д.: Пороги, 2010. – 264 с.
- Узбек И. Х.** Средообразующие воздействия травянистых растений на эдафотопы техногенных ландшафтов / И. Х. Узбек, В. В. Калантаевский // Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель. – Д.: РВВ ДНУ, 2001. – С. 55–60.
- Узбек И. Х.** Техногенные ландшафты как объект исследования / И. Х. Узбек, В. И. Шемавнев, Т. И. Галаган, П. В. Волох // Ґрунтознавство. – 2007. – Т. 8, № 3–4. – С. 41–46.
- Цветкова Н. Н.** Особенности миграции органо-минеральных веществ и микроэлементов в лесных биогеоценозах степной Украины / Н. Н. Цветкова. – Д.: Изд-во ДГУ, 1992. – 238 с.
- Цветкова Н. М.** Біокругообіг речовин у біогеоценозах Присамар'я Дніпровського / Н. М. Цветкова, М. С. Якуба. – Д.: РВВ ДНУ, 2008. – 112 с.
- Чернышенко С. В.** Нелинейные методы анализа динамики лесных биогеоценозов / С. В. Чернышенко. – Д.: Изд-во ДНУ, 2005. – 512 с.

- Шанда Л. В.** Лісова рекультивация порушених земель і рекреаційне лісівництво / Л. В. Шанда, Н. В. Хлизіна // Проблеми лісової рекультивации порушених земель України: Матеріали Міжнар. конф. – Д.: ДНУ, 2006. – С. 32–34.
- Шанда Л. В.** Типологічні схеми та особливості парцел аренних соснових лісів / Л. В. Шанда // Типологія лісів степової зони, їх біорізноманіття та охорона: Матеріали Міжнар. конф. – Д.: ДНУ, 2005. – С. 23–24.
- Шемавньов В. І.** Техногенні території: раціональне використання у сільському господарстві / В. І. Шемавньов, І. П. Чабан, В. О. Забалуєв // Проблеми лісової рекультивации порушених земель України: Матеріали Міжнар. конф. – Д.: ДНУ, 2006. – С. 41–44.
- Штирц А. Д.** Структура и динамика населения панцирных клещей заповедных степей юго-востока Украины / А. Д. Штирц, Н. Н. Ярошенко. – Донецк: Норд, 2003. – 269 с.
- Яковенко В. Н.** Микроморфология структурных агрегатов лесных культурбиогеноценозов // Питання степового лісознавства та лісової рекультивации земель. – Д.: РВВ ДНУ, 2001. – Вип. 3. – С. 112–116.
- Ярошенко Н. Н.** Оribатидные клещи (Acariformes, Oribatei) естественных экосистем Украины / Н. Н. Ярошенко. – Донецк: ДонНУ, 2000. – 313 с.
- Ярошенко Н. Н.** Оribатидные клещи (Acariformes, Oribatei) промышленных экосистем Донбасса / Н. Н. Ярошенко, А. Д. Штирц // Вісник Донецького ун-ту. Серія А. Природничі науки. – 1997. – № 1. – С. 184–189.
- Ярошенко Н. Н.** Почвенные зооценозы промышленных экосистем Донбасса / Н. Н. Ярошенко. – Донецк: ДонГУ, 1999. – 294 с.
- Ярошенко Н. Н.** Экология оribатидных клещей (Acariformes, Oribatei) естественных и техногенных ландшафтов: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Н. Н. Ярошенко. – М., 1992. – 45 с.
- Albrecht A.** Soil aggregation, soil organic matter and soil biota interactions: implications for soil fertility recapitalization in the tropics / A. Albrecht, D. A. Angers, M. H. Beare, E. Blanchart // Cahiers Agricultures. – 1998. – Vol. 7, No. 5. – P. 357–363.
- Anderson J. M.** Interactions between soil arthropods and microorganisms in carbon, nitrogen and mineral element fluxes from decomposing leaf litter / J. M. Anderson, P. Ineson // Nitrogen as an ecological factor / J. A. Lee, S. Mc Neill, I. H. Robinson (Eds.). – Oxford: Blackwell Scientific Publ., 1983. – P. 413–432.
- Curry J. P.** The earthworm population of a winter cereal field and its effects on soil and nitrogen turnover / J. P. Curry, D. Byrne, K. E. Boyle // Biology and Fertility of Soils. – 1995. – Vol. 19, № 2–3. – P. 166–172.
- Earthworms and their influence on soil structure and infiltration // Earthworm ecology and biogeography in North America / A. D. Tomlin, M. J. Shipitalo, W. M. Edwards, R. Protz / P. F. Hendrix (Ed.). – Boca Raton: CRC Press, 1995. – P. 159–183.
- Earthworms and their influence on soil structure and infiltration // Earthworm ecology Lee, K. E. Earthworms: Their Ecology and relationships with soil and land use. – London: Academic Press, 1985. – 411 p.
- Environmental aspects of the effect of earthworm (Lumbricidae, Oligochaeta) tropho-metabolic activity on the pH buffering capacity of remediated soil (Steppe zone, Ukraine) / Y. L. Kul'bachko, O. O. Didur, I. M. Loza, O. E. Pakhomov, O. V. Bezrodnova // Biology Bulletin (Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk – Seriya Biologicheskaya). – 2015. – Vol. 42, No. 10. – P. 899–904.
- Environmental impact of Earthworm (Lumbricidae) excretory activity on pH-buffering capacity of remediated soil / O. Didur, I. Loza, Y. Kul'bachko, O. Pakhomov, A. Kryuchkova // Вісник Львівського університету. Серія біологічна. – 2013. – Вип. 62. – С. 140–145.
- Schrader S.** Earthworm casting: Stabilization or destabilization of soil structure? / S. Schrader, H. Zhang // Soil Biology and Biochemistry. – 1997. – Vol. 29, Is. 3–4. – P. 469–475.
- Subias L. S.** Listado sistemático, sinonímico y biogeográfico de los ácaros oribátidos (Acariformes: Oribatida) del mundo (excepto fosiles) (Actualizado en abril de 2012) / L. S. Subias. – 2012. – 564 p.

ПІДСУМКИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАВостою КОМПЛЕКСНОЮ ЕКСПЕДИЦІЄЮ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ імені ОЛЕСЯ ГОНЧАРА

Л. П. Мицик

доктор біологічних наук, професор

О. Л. Бельгард та його вчитель Г. М. Висоцький були переконані в тому, що опрацювання теоретичних основ створення лісових насаджень у степовій зоні та їх реалізація на практиці можливі лише за умов комплексності. Як згадував Олександр Люціанович, такі ідеї проходили «красной нитью» через усі наукові пошуки Висоцького, і ці принципи він прагнув прищепити своїм учням (Бельгард, 1980, с. 38). Таке передбачало вивчення у взаємозв'язку всіх компонентів конкретних біогеоценозів, у тому числі рослин трав'яної життєвої форми. Лише за таких умов можна розкрити наукову істину.

До такого висновку цих учених привели, напевно ж, попередні їхні дослідження. Г. М. Висоцький, наприклад, створив, крім іншого, одну з найавторитетніших класифікацій життєвих форм рослинного світу (Высоцкий, 1915). Наукові погляди цього вченого високо цінували, брали до уваги та цитували майже всі автори (В. Д. Александрова, В. В. Альохін, А. Г. Воронов, В. М. Голубев, М. В. Диліс, С. М. Зиман, А. Г. Ісаченко, І. М. Культіасов, С. М. Лавренко, Т. О. Работнов, Л. Г. Раменський, І. Г. Серебряков, В. Б. Сочава, В. М. Сукачов, Х. Х. Трасс, Ю. Р. Шеляг-Сосонко, П. Д. Ярошенко та ін.), що обговорювали проблему життєвих форм рослин та інші питання фітоценології, а також гідрології, ґрунтознавства, лісознавства, загальної екології, географії та ін.

Згадана вище класифікація розроблена Г. М. Висоцьким за результатами його досліджень у сухостеповій зоні. Очевидно, через це вона спиралась майже цілком на трав'яні рослини. Саме в цій публікації він запропонував розрізняти стрижнекореневі, мичкуватокореневі, дернові, повзучі (ті, що розростаються «латками-ковриками», Высоцкий, 1915, с. 258) та ін. Можливо, передбачаючи зауваження опонентів, цей учений писав: «Очевидно, что дернистыя растения в сущности суть корневищныя, но лишь с короткими корневищами» (с. 321). Напевно, для більшої ясності та переконливості, за вимогами того часу, деякі назви та фрази він подавав і французькою мовою. Наприклад, для своїх слів «часть дерновидной группы» тут-таки наводить переклад: «Une parti du groupe de gazon» (с. 256).

Зазначене вище ставлення до трав'яних рослин успадкував О. Л. Бельгард. Цьому, як видно, сприяло і те, що він, крім іншого, прагнув «заглянути в історичне минуле лісових оазисів на тлі безмежних степів», у тому числі за консультації академіка АН України Д. І. Яворницького (Шаповал, 1965, с. 274). У своїх працях, що стосувались вивчення рослинного покриву від крайнього сходу України, у її межах того часу (байрачні ліси «Мілеровського району... Донецької округи», тепер Ростовська область Російської Федерації) (Бельгард, 1938, с. 149), до Молдови (ліс на північний захід від міста Бендери) (Бельгард, 1970), цей учений досліджував не тільки деревні угруповання, а й надто уважно ставився до трав'яного покриву. Свідченням цьому є вже та обставина, що в процесі своїх екскурсій він зібрав 15000 гербарних листів (Бельгард, 1950, с. 6), більшість яких, певна річ, містила зразки рослин трав'яної життєвої форми. У подальшому учасники експедиції за порадами та під керівництвом О. Л. Бельгарда значно розширили діапазон досліджень, поглибивши відповідну теоретичну базу, та сприяли їх практичному втіленню. Огляду саме цих надбань і присвячено поданий нижче матеріал.

Щоб уникнути в подальшому термінологічних розбіжностей при використанні слів «травостій», «надґрунтовий покрив» та ін., необхідно мати на увазі таке

співвідношення понять у розумінні О. Л. Бельгарда (1971, с. 242). Він використовував словосполучення «живой напочвенный покров» лісу та пояснював, що це утворення складається з таких одиниць: чагарнички, трави, мохи, лишайники, гриби. Найчастіше, зазначає він, у степових лісах (особливо в штучних) ми натрапляємо на трави, які утворюють «так называемый травостой». До цього додамо, що слово «трава», за первинним значенням (за етимологією), – «те, що поїдається». Порівняймо, «страва» – «те, що їдять; їжа, харчі»; «потрава» – «знищення посівів, трав тваринами»; «травити» – старослов'янське «поїдати» (Великий тлумачний словник ..., 2004, с. 905, 1202; Етимологічний словник ..., 2006, с. 431, 613, 614).

Травостій для О. Л. Бельгарда – це передусім основний конкурент деревних та чагарникових рослин степового лісу. Таке підтверджується значним фактичним матеріалом, у тому числі демонстрацією, наприклад, ясеневого насадження в сухуватих умовах при суцільному задернінні (Бельгард, 1971, с. 166) та іншими подібними прикладами (с. 244, 290). У всіх своїх публікаціях, що стосувалися проблеми вирощування лісу в степових умовах, цей учений значну увагу приділяв взаєминам деревних та трав'яних рослин, аналізував їх стосунки та пропонував висновки, про які ще будемо згадувати нижче. Він зазначав, що одна з причин проникнення степових трав під крони лісу – висока адаптивність «задернителів» в умовах степової природи (Бельгард, 1971, с. 245). У зв'язку з цим М. О. Альбицька (1960а, с. 149) посилалась на образний, але влучний вислів Г. М. Висоцького, викладений ним ще в 1908 р. в енциклопедії лісового господарства, про те, що в умовах степу «густой (особенно злаковый) дерн есть главный враг леса».

Боротьба з цим «ворогом» – головна мета і турбота лісівників степової зони. Тут треба зазначити, що, як виявляється, вся історія степового лісорозведення та лісознавства – це сукупність знань про послідовні етапи створення насаджень у таких сполученнях різних видів деревних та чагарникових рослин, які можуть сформувати режим неприступності під їх крони для трав'яних, передусім степових, видів, здатних утворювати дерен. Особливо вразливими для проникнення трав'яних рослин є лісові деревні угруповання на перших етапах свого існування. Наприклад, у молодих насадженнях «нормального» типу, який, було, став обов'язковим з 1884 р., бур'янисті рослини досягали таких розмірів, що перед кінною очисткою (полоттям) у міжряддях спочатку доводилось косити та виносити траву (Крайнев, 1955, с. 16). Проте й зрілі деревні насадження при певних умовах інколи заростали «исполинским южным бурьяном» (Редько, 1994, с. 449).

Саме через такі обставини у складі експедиції давно започатковано вивчення бур'янистих рослин, характерних для степових лісових насаджень, та опрацювання методів боротьби з ними (Альбицкая, 1960б, 1972; Тарасов, 1977). Було показано, що в степових умовах травостій у штучному лісі проходить такі стадії (фази) розвитку: від роздільної бур'янистої (у молодому насадженні) до дифузної, плямистої, плямисто-роздільної, а при відмиранні деревних угруповань – до вторинної степової цілини, травостій якої складається з щільнодерновинних злаків та зі степового різнотрав'я (Альбицкая, 1960а). Поглибленим вивченням бур'янистих рослин стало виявлення їх радіоактивності (Тарасов, 1975). У цьому ж плані досліджується вплив освітлення підкоронового простору на живий покрив лісу (Иванько, 2008).

Проте за результатами обстежень, виконаних у Велико-Анадольському лісі, та з посиланням на Г. Ф. Морозова було показано, що трав'яна рослинність має двояке значення для самосіву рослин деревної життєвої форми (Акимова, 1955). На нього (на самосів), певна річ, тільки негативно впливають степові злаки, що створюють «сплошное задернение». Але коли живий покрив утворений бур'янисто-лучними та лісовими видами, особливо нітрофілами (кропивою дводомною, бугилою лісовою та ін.), то спостерігалось їх «некоторое положительное влияние» на самосів деревних рослин (Акимова, 1955, с. 123). Пояснюють це тим, що такі види захищають сходи від негативного впливу заморозків, опіку сонця, шкідливої дії вітру. Подібну захисну

функцію ми спостерігали, щоправда, тільки в холодний період року, у взаєминах високорослих та низькорослих видів багаторічних злаків навіть на перших етапах їх розвитку після висівання.

О. Л. Бельгард розглядав трав'яні види і як нормальний компонент лісового угруповання, що перебуває в умовах екологічної відповідності конкретному місцезростанню. У степовій зоні травостій не є конкурентом лише там, де існує безперервне забезпечення ґрунтовою водою. Іншими словами, на тих ділянках, де, за типологією О. Л. Бельгарда, є «вологуваті», «вологі» та «сирі» гігротопи. У таких умовах у лісі формується розріджений травостій у вигляді куртин, «латок», або він розсіяний окремими особинами із загальним проективним покриттям переважно від 5 % до 60 % (Белова, 1999). Тут трави – рівноправна ланка структурно-функціональної організації біогеоценозу. У зв'язку з цим О. Л. Бельгард (1971, с. 247) нагадував, що відомі діячі степового лісорозведення В. Є. Графф і Г. М. Висоцький у штучних насадженнях Велико-Анадольського лісу, а Ю. Леман – у Радинському лісі пробували навіть культивувати деякі лісові трави (конвалію, фіалку, купину та ін.).

Про різні нюанси стосунків деревних та трав'яних рослин у лісі О. Л. Бельгард (1953) повідомляв уже за результатами перших років досліджень Комплексної експедиції. Її співробітники в ті роки вивчали рослини різної, у тому числі трав'яної, життєвої форми у їх взаєминах, крім іншого, з чинниками ґрунтового комплексу. Було доведено, що «вдало створене лісове угруповання поліпшує свої лісорослинні умови» (Бельгард, 1953, с. 47). Проте тільки негативний вплив на родючість «лесоулучшенных черноземов» має вторгнення степових злаків під крони таких насаджень (Стадниченко, 1955, с. 57, 63). Показано «существенное влияние» трав'яних рослин, зокрема тонконогу та чистотілу, на хімізм лісової підстилки (Стадниченко, 1960, с. 80). Пізніше було засвідчено, що процес «сильватизации (натурализации)» (Белова, 1996, с. 52) у штучних насадженнях з домінуванням дуба та інших широколистяних деревних порід буває настільки потужним, що трав'яний покрив під їх кронами, принаймні в середині літа, може бути зовсім відсутнім, або майже відсутнім (лишаються тільки мертвопокровні парцели) (Белова, 1996, 1997, 1999; Іванько, 1999 та ін.). Явище, коли «травостой практически отсутствует», спостерігали також у насадженні сосни звичайної на супіщаному ґрунті біля ріки Самари (Мороз, 1972, с. 46).

Учасники експедиції досліджують мікроморфологічні (Травлеев, 1991; Ray, 1994; Белова, 1996, 1997; Стрижак, 2012) та макроструктурні (Яковенко, 2011) особливості ґрунтів у зв'язку з властивостями кореневих систем рослин трав'яної життєвої форми. Результати роботи в цьому напрямку найповніше сконцентровані у відповідній монографії (Белова, 1999). Цінність наведеної в ній інформації полягає в тому, що, на відміну від багатьох інших подібних праць, вона містить спряжені дані про трав'яні та деревні рослини конкретних пробних площ, а також деталізовані відомості про властивості їх ґрунту, підґрунтової породи, гідрологічний режим, у тому числі про рівень залягання ґрунтових вод. Матеріали цієї монографії дозволяють дізнатись, наприклад, про те, що на типовій ділянці різнотравно-типчакково-ковилового степу, розташованого на звичайному карбонатному чорноземі на околиці села Андріївки, формується «сплошной дерн», хоч ґрунтові води залягають на глибині понад 40 м (с. 193).

Саме цей осередок степу разом із пробними площами в лісі вивчався з точки зору мікробіологічної активності ґрунту. Як виявилось в одному із досліджень, кількість бактерій та актиноміцетів була значно більшою (різниця статистично вірогідна на найвищому рівні значимості) в усіх горизонтах ґрунту степової ділянки в порівнянні з ґрунтом пристінної (долинної позазаплавної) липово-ясеневої діброви (Кулик, 2000). Саме таке співвідношення показників було отримане в іншому дослідженні. В умовах піщаного степу навіть «на вершине дюнного всхолмления» кількість мікроорганізмів у горизонті 0–50 см була «в два раза выше», ніж у соснових

насадженнях на пісках (Постолиця, 1968, с. 41). Причина цьому, як здається, полягає в більшій насиченості коренями ґрунту в умовах степу (Белова, 1999, с. 193; Кузнецова, 2011), а отже, і їх виділеннями. Цей висновок базується також на результатах відповідного польового експерименту. У ґрунті в горизонті 0–15 см на ділянках зі швидкорослою (за показниками надземної та підземної сфер) пажитницею багаторічною (*Lolium perenne* L.) загальна кількість мікроорганізмів була більше в 1,6 разу (при $P \leq 0,001$) проти варіанта з одночасно висіяною відносно повільно рослою кострицею червоною (*Festuca rubra* L.). Крім того, було доведено, що регулярне «газонне» викошування травостою обох видів сприяє більшому насиченню ґрунту мікроскопічними грибами – загалом в 1,9 разу ($P \leq 0,001$) (Мыщук, 1984).

У дослідженнях з міграції органо-мінеральних речовин та мікроелементів у лісових масивах та лісосмугах зазначена вище степова цілина використовується як контроль (Цветкова, 1992; Цветкова, 2011) та як певний «еталон» при вивченні лісових едафотопів (Белова, 1986, с. 57). Цей осередок степової рослинності та інші степові цілини слугували контролем і в інших дослідженнях експедиції та, напевно, будуть у подібній ролі доти, поки буде існувати науковий напрямок «степове лісознавство».

За ініціативи О. Л. Бельгарда в експедиції розпочалось вивчення аделопатичних взаємин трав'яних та деревних рослин. В Україні цей напрямок зародився з легкої руки А. М. Гродзинського при дослідженні саме трав'яних видів степових цілин. О. Л. Бельгард доручив таку роботу М. М. Матвееву (Матвеев, 1994), який у подальшому переніс отриманий досвід у Самарський державний університет Росії.

О. Л. Бельгард надавав значення трав'яним угрупованням і як надійному протиерозійному чиннику. За його дорученням цим питанням опікувалась М. О. Альбицька, а потім і О. Б. Мороз. Учасники експедиції не пропускали нагоду вивчити протиерозійні властивості трав'яного покриву, навіть якщо в конкретному дослідженні така мета не ставилась. Наприклад, М. О. Альбицька та В. В. Тарасов (1972), досліджуючи видовий склад та розвиток бур'янистих рослин у молодих культурах сосни, зазначали, що поряд з негативним впливом на деревостан бур'яни (гвоздика розчепірена, льоник солодкий, осока колхідська та ін.) все ж виконують тут і позитивну роль із закріплення пісків. М. А. Сидельник та А. П. Травлєєв (1972), вивчаючи взаємодію підземних органів деревних і трав'яних рослин у соснових та гледичієвих насадженнях, показали й чітку картину формування дерну (утворення, найстійкішого до ерозії) в горизонтах 5–15 см та 0–15 см відповідно. О. Б. Мороз (1975а), використовуючи типологічну схему лісорослинних умов О. Л. Бельгарда, за його порадою розробила відповідну типологію еродованих схилів Присамар'я. В її побудові кожен тип лісорослинних умов характеризується, крім інших чинників, присутністю певних трав'яних рослин.

Учасники експедиції дослідили закономірності, пов'язані із вмістом гумусу та мікроелементів у ґрунтах еродованих місцезростань у зв'язку з певними трав'яними угрупованнями (Мороз, 1975б). Вивчаючи такі об'єкти, вони дійшли висновку, крім іншого, про те, що «на сильнозмитих ґрунтах крутих схилів... садити ліс недоцільно», оскільки тут «протиерозійну роль добре виконує степова рослинність, особливо, де є бородач» (Альбицька, 1971, с. 639). Такої думки вони дотримувались і пізніше, стверджуючи «про доцільність збереження степових ділянок на сухих суглинистих схилах, де ліс росте погано, та, навпаки, створення соснових культур на легких ґрунтах еродованих схилів» (Альбицька, 1977, с. 238).

Трав'яні рослини О. Л. Бельгард широко використовував і як індикатори лісорослинних умов. На основі своїх «многочисленных экологических анализов» (Бельгард, 1971, с. 71) він дійшов висновку про те, що трави (як і мохи та лишайники) у першу чергу реагують на зміни умов зволоження, а угруповання деревних особин найчастіше визначає якість трофотопу. Таке підтверджували і результати подальших пошуків, які доводили, що в степових умовах для виявлення

особливостей водного режиму едафотопу «ведущее место занимает травостой» (Травлеев, 1977, с. 44). Такі висновки збігаються з результатами значного за обсягом дослідження, які за математичним обґрунтуванням показали, що чутливість до змін зволоження ґрунту збільшується від деревних рослин – до кущів, від кущів – до трав (Whittaker, 1960).

Пізніше було доведено, що рослини-індикатори гігротопів одночасно можуть бути й індикаторами освітленості під кронами. Існує така залежність: чим «ксерофільніше» рослини, що ростуть у межах конкретного осередку травостою, тим більше кількості світла отримує надґрунтовий покрив (Цветкова, 1983, с. 60).

Трав'яні рослини використані також як надійні показники змін зволоження ґрунту при його просіданні над шахтними пустотами. У такому місці, наприклад, у насаджених сосни, що почала суховершинити, з'явилися «тонконіг вузьколистий, куничник наземний, кропива дводомна, гравілат міський, буги́ла лісова та ін.» (Травлеев, 2011, с. 34), що свідчили про підтоплення ґрунту. Наукове обстеження травостою стало обов'язковим при дослідженнях з рекультивациі звалищ навколо видобувних підприємств (Зверковський, 1997; Масюк, 2007 та ін.). Тут рослини є додатковими, але об'єктивними свідками змін, що сталися під впливом певних чинників у різних варіантах досліджу. З такою ж метою трав'яні види враховуються при вивченні властивостей еолово-ґрунтових відкладів у лісових насадженнях (Горбань, 2012).

Головним надбанням вчення О. Л. Бельгарда (1950, 1971) є його типологія лісів та лісорослинних умов у степовій зоні, а отже, і відповідний багатоплановий метод. Кожний виділений та описаний ним тип лісорослинних умов характеризується, крім іншого, неповторним, тільки йому властивим угрупованням трав'яних рослин, яке має й індикаційне значення.

Використовуючи цей метод при дослідженні степової цілини, ми звернули увагу на таку обставину. Результати оцінки водного режиму цілинних ділянок за методами О. Л. Бельгарда (1971) та Л. Г. Раменського (1956) цілком збігались. За першим з них, наприклад, на площах рівниннопіднятого південного чорнозему діагностувались «сухі суглинки...СГ₀₋₁». Таку саме відповідь для цих місцезростань давав і метод Л. Г. Раменського: пробні ділянки визначались «сухостеповими». Проте така узгодженість не виявлялась на перелогах. Різниця до того ж була неоднаковою в залежності від стадії розвитку їх рослинності. На першій (бур'янистій) стадії «сухі суглинки...СГ₀₋₁» О. Л. Бельгарда визначались за методом Л. Г. Раменського переважно як лучно-степові або навіть сухолучні. На другій стадії (довгокореневищних злаків) пробні площі діагностувались, за методом останнього автора, як середньостепові та лучностепові, лише на третій (щільнокущових злаків) – як сухостепові, хоч інколи – як середньостепові.

Пояснення такої різниці є важливим для розуміння поведінки рослинних угруповань у степових умовах. Показані щойно закономірності підтверджуються відповідними свідченнями. Так, Й. К. Пачоський наголошував, що «правильно» оброблений степовий ґрунт краще накопичує й зберігає вологу, ніж ґрунт цілини (цит. за: Комаров, 1951, с. 262). До такого висновку прийшов і В. М. Голубев (1962, с. 116) за результатами польового експерименту у лісостеповій зоні (заповідник близько міста Курська). Суттєвим підтвердженням зазначеного положення є 10-річне порівняльне дослідження водного режиму степової цілини, дубової лісосмуги та сільськогосподарських угідь у найпосушливішій (сухостеповій) частині степової зони (Титова, 1977). Виявилось, що найменше вологи в ґрунті та в підґрунтових прошарках глибиною до 1,5 м у всі роки було якраз на степовій цілині. В унісон з цими повідомленнями звучать і висловлювання про нормальний розвиток рослин в умовах, здавалося б, крайньої екологічної невідповідності. Зазначають, наприклад, що саме в степах «еумезофиты... обильно развиваются на залежах» (Лавренко, 1940, с. 38).

З викладеним збігаються наші спостереження в експедиціях, а також досвід вирощування багаторічних злаків у найпосушливіших степових умовах. У польових

експериментах на дослідних ділянках у рядках без поливання, але зі знищенням бур'янистих рослин успішно розвивались і щорічно давали нормальне або й високоякісне насіння не тільки ксерофіти, але також ксеромезофіти і навіть еумезофіти: *Dactylis glomerata* L., *Festuca orientalis* (Hack.) V. Krecz., *F. pratensis* Huds., *F. rubra* L., *Lolium multiflorum* Lam., *L. perenne* L. та ін.

Отже, методи О. Л. Бельгарда та Л. Г. Раменського не суперечать, а лише доповнюють один одного. Перший дає змогу оперативно оцінити гідрологічний режим місцезростання таким, яким він був би в природних умовах. Цей стан за аналогією з терміном «корінна цілина» називаємо корінним гігротопом (Мыщук, 1991). Другий метод деталізує відомості з урахуванням фактичного стану пробної площі – фактичного, похідного гігротопу. У зв'язку з цим індексацію О. Л. Бельгарда доповнюємо за рахунок останньої величини. Наприклад, плакорне місцезростання перелогу з домінуванням *Elytrigia repens* (L.) Nevski (друга фаза відновлення степової цілини) означаємо не $СГ_{0-1}$, а для більшої інформативності – $СГ^2_{0-1}$ або $СГ^{23}_{0-1}$. Нижні цифри говорять про корінний гігротоп, верхні – про фактичний (похідний). Оскільки на незайманій цілині корінний та фактичний показники збігаються, то збігаються і показники, а отже, плакорні суглинисті місцезростання означаються, певна річ, як $СГ_{0-1}$.

Викладене дозволяє зробити й практичні висновки. Для місцезростань степових умов, у тому числі для плакорів різнотравно-типчакково-ковилової смуги, характерна така закономірність. Чим більша різниця між корінним та фактичним зволоженням ґрунту в деревному насадженні, тим, отже, суттєвішим є вплив деревно-чагарникового угруповання на гідрологічну систему конкретного місцезростання і тим воно стійкіше при інших рівних умовах. За цим положенням штучне лісове насадження в умовах плакору степової зони з гідрологічним режимом, наприклад, $СГ_1^{23}$, життєздатніше та перспективніше, ніж $СГ_1$.

Ці методичні положення використані при моніторингових дослідженнях трав'яних фітоценозів на пробних площах розмірами 10×10 м, розташованих ланцюжком, орієнтованим перпендикулярно до русла Самари. Цей профіль охоплює місцезростання від степових ділянок через лісові угруповання схилу – до берега ріки (Лісовець, 2008а). Отримані в такий спосіб відомості є, крім іншого, контролем при дослідженні трав'яних фітоценозів, присутніх у лісових насадженнях (Лісовець, 2008б).

Використовуючи метод фітоіндикації, необхідно пам'ятати про те, що обговорюваний метод не може дати точні відомості з фактичного стану екологічного режиму місцезростання, якщо на ньому нещодавно різко змінились фізичні умови. Наприклад, при швидкій зміні зволоження ґрунту швидко змінюється й водний режим живої системи на рівні клітини, але дещо запізнюється реагування на рівні тканини, органу, ще більше – організму, але найбільше запізнення – на рівні фітоценозу. Так, П. Д. Ярошенко (1953, с. 218) свідчив, що в результаті поливання навіть у пустелі типові для неї рослини врешті поступались місцем лучним угрупованням, але таке перетворення відбувалося лише «за 5–6 лет». Інше відомлення – з берегів Київського водосховища. На дослідних ділянках внаслідок підтоплення після побудови відповідної греблі на Дніпрі рівень залягання ґрунтової води піднявся з 5 м до 0,5–0,7 м (у середньому за вегетаційний період). Проте склад травостою суттєво не змінився і через 4 роки (Давиденко, 1974). Значні запізнення ми спостерігали у формуванні прибережної рослинності штучних степових водоймищ, а також після раптового збільшення освітлення травостою в результаті вирубування деревних рослин, після початку регулярного внесення добрив, викошування, або навпаки, припинення регулярного косіння та ін. Викладена послідовність реагування рослинності на зміну зовнішніх фізичних чинників має універсальне біологічне значення і тому набуває статусу екологічного закону (Мыщук, 1998; Мицик, 2008). Він говорить про те, що жива система після зміни сили впливу на неї екологічного чинника перебудовує процеси гомеостазу з інерційним запізненням у підсистемах всіх рівнів при збільшенні цієї затримки по мірі підвищення рівня організації живого.

Для запобігання невірним висновкам цей закон слід обов'язково враховувати при застосуванні методів фітоіндикації.

Трав'яна рослинність ураховується при вивченні учасниками експедиції розповсюдження мікроелементів у різних типах насаджень (Альбицкая, 1976; Цветкова, 1992, 2010; Якуба, 2005). За результатами дослідження різнотравно-бородачево-ковилового степу було зроблено висновок про те, що «в качестве индикаторов на свинец» можна використати *Marrubium praecox* Jacq., *Botriochloa ischaetum* L., *Medicago romanica* Prod., у яких виявили високий коефіцієнт біологічного поглинання (Альбицкая, 1976, с. 24). Цей напрямок за дорученням О. Л. Бельгарда довелося опрацьовувати й автору цієї статті у 1965–1966 рр. У тих дослідженнях ставилось на меті з'ясувати перелік рослин, які могли б бути індикаторами залягання покладів 13 «рідкісних та розсіяних» елементів. Як виявилось, серед досліджених трав'яних рослин (аналізувались і деревні особини) найактивнішим концентратором (у порядку зменшення), а отже, й індикатором нікелю є *Cichorium intybus* L., *Medicago romanica* Prod., міді – *Achillea nobilis* L., *Lactuca serriola* Torner, *Xanthium strumarium* L., свинцю – *Setaria glauca* (L.) Bauv., *Artemisia austriaca* Jacq., *Polygonum aviculare* L., барію – *Artemisia austriaca* Jacq., *Melilotus albus* Medik., *Artemisia absinthium* L. та ін. Було також доведено, що сумарна кількість досліджених мікроелементів (Ba, Be, Cu, Cr, Ga, J, Mo, Ni, Pb, Sn, Ti, V, Zr) у «загальному укосі» травостою в балках найбільше зосереджена на їх дні (у тальвегах), дещо менше – на схилі південної експозиції та зовсім мало – на схилі північної експозиції (тут присутні переважно Pl, V, Zr). О. Л. Бельгард зауважував, що в цьому дослідженні введено «новое понятие «коэффициент индикаторной способности растений» та що рецензована ним праця «имеет значительный теоретический и практический интерес» (цит. за рукописним оригіналом тексту рецензії, що зберігається на кафедрі геоботаніки, ґрунтознавства та екології ДНУ).

Проте О. Л. Бельгард використовував фітоіндикаційний метод і для ретроспективних та експертних висновків. Наприклад, якраз трав'яні (та «мохуваті») рослини допомогли йому зробити припущення принципового значення про природне походження у Дібрівському лісі (Покровський район Дніпропетровської області) сосни, берези та осики. Один з доказів цього – наявність у «соснових борочках» видів (за автором, «форм»), «які, безсумнівно, пов'язані з бореальними типами рослинності, як, наприклад, *Alectorolophus major* Half, *Hieracium pilosella*, *Melampyrum cristatum* L., *Euphasia stricta*... та деякі борові гриби» (Висоцький, 1938, с. 171). У цьому вросіщі й зараз присутні трав'яні рослини, характерні північнішим типам рослинності (Горейко, 2010). У Гербовецькому лісі, обстеживши одну з ділянок 6-го кварталу, де в деревостані «чистый» ясен, одинично клен польовий і берест, а в травостої – тонконіг дібровний, медунка «неясная», зірочник гайовий, фіалка дивна та ін., О. Л. Бельгард дійшов такого висновку: «Судя по травяному покрову», ділянка з пануванням ясена – це похідне берестово-ясеневої діброви, яку рубали у віці, коли дуб втратив свою відновлювальну здатність, а ясен виріс і зайняв панівне становище у деревному ярусі (Бельгард, 1970, с. 47).

Інший напрямок вивчення трав'яних рослин в експедиції – флористичний. Йому передували великі за обсягом та різноманітні за змістом польові дослідження О. Л. Бельгарда, у тому числі знахідка цим ученим ще в довоєнні роки велетенського хвоща (потужних заростей «двухметровой высоты») в одній із балок Присамар'я (Бельгард, 1971, с. 114). Учасники експедиції досліджують флористичне різноманіття цієї ж території (Барановський, 2008), знаходять нові для України або для області види рослин: *Ambrosia trifida* L., *Artemisia tournefortiana* Reichb., *Desmodium canadensis* L., *Gypsophila acutifolia* Fisch., *Salvia reflexa* Hornem. (Тарасов, 1979) та ін. Останній з цитованих авторів знайшов також (вперше для Дніпропетровщини) *Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. Et Gray, *Hordeum jubatum* L., *Impatiens parviflora* DC. Нами знайдено *Cynanchum acutum* L., *Euphorbia chamaesyce* L., *Panicum capillare* L.,

види рослин, які за «Определителем...» (1987) на Дніпропетровщині відсутні. *Barkhausia rhoeadifolia* Vieb. у цьому довіднику зазначена тільки для правобережжя степової зони, але вона трапляється подекуди і на лівобережжі, у тому числі є в околицях села Андріївки Новомосковського району. *Impatiens parviflora* DC., *Stenactis annua* Nees та *Poa annua* L., за цим посібником, немає у всій степовій зоні України. Проте перші два види широко розповсюдилися в Дніпропетровську та на його околицях, а *Poa annua* – звичайна рослина, що присутня на берегах водоймищ, на узбіччі доріг та стежок, у найрізноманітніших місцях населених пунктів області. *Thladiantha dubia* Bunge – вид, відносно новий для флори України. У згаданому вище визначнику він показаний лише для Києва, Ужгорода та міста Остер (Чернігівська область), проте в Дніпропетровську є декілька локалітетів цієї рослини, що рясно квітує та утворює плоди (опрацьовано разом з Б. О. Барановським). *Synodon dactylon* (L.) Pers. у цьому визначнику числиться, крім Закарпаття та Криму, лише на «крайнем юге степи» (с. 465). Проте цей вид має чимале розповсюдження у вигляді стійких угруповань у населених пунктах Степового Придніпров'я південніше уявної лінії Донецьк – Дніпропетровськ – Кіровоград, особливо на супіщаних місцезростаннях. Як заносний він є в Андріївці близько берега ріки Самари.

Знайдені нові місцезростання цих та інших видів. Наприклад, в «Определителе...» (1987) та в інших відомих нам публікаціях говориться, що цинанхум гострий (*Synanchem acutum*) трапляється лише на кам'янистих, піщаних та солонцюватих місцях суходолу. Проте свідчимо про значну чисельність рослин цього виду на приморських озерах по березі Азовського моря в межах Запорізької області (принаймні місто Приморськ), на місцях з глибиною дна до 15 см (з високою життєвістю!), часто серед густих заростей *Phragmites australis* (Cav.) Trin. Ex Steud., які цинанхум використовує як опору. Ця рослина трапляється, крім того, на суходільних суглинистих місцезростаннях без ознак засолення у Дніпропетровській, Донецькій, Запорізькій областях.

Виявлені також нові місцезнаходження (деякі – разом з О. С. Тарасовою, 2012) *Adoxa moschatellina* L., *Adonis vernalis* L., *A. wolgensis* Stev., *Anemone sylvestris* L., *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm., *Bellis perennis* L., *Campsis radicans* (L.) Seem., *Clematis integrifolia* L., *Echinocystis lobata*, *Festuca rubra* L., *Glechoma hederacea* L., *Grindelia squarrosa* (Pursh) Dun., *Humulus lupulus* L., *Hyacinthella leucophaea* (C. Koch) Schur, *Iris halophila* Pall., *I. pumila* L., *Oxybaphus nyctagineus* (Michx.) Sweet, *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch., *Portulaca oleracea* L., *Pulsatilla nigricans* Stork., *Solanum dulcamara* L., *S. nigrum* L. та ін.

Наприклад, в «Определителе...» (1987) про *Parthenocissus quinquefolia* сказано, що в Україні цю рослину лише «широко культивують» як декоративну (с. 241). Проте трапляється вона в різних лісових насадженнях, на схилах залізничних насипів, на пустирях та ін., при відсутності опори утворюючи покрив, подібний до килима. Про *Portulaca oleracea* там-таки зазначено, що присутній він тільки в садах та на городах. Нам цей вид траплявся, крім того, на декоративних газонах, у травостой другорядних стадіонів, між залізничними коліями на піщаному та ущільненому щебеністому баласті (сипкий матеріал, що підсипають під шпали), у містах навіть у розщелинах твердого, у тому числі бетонного, покриття та ін. Тут на слабовитоптуваних місцях він формує навіть невеликі килимки, що квітуть. Про *Glechoma hederacea* в «Определителе...» (1987) сказано, що, крім природних угруповань, він присутній лише на городах. Проте цей вид можна побачити на газонах різних типів, принаймні від Дніпропетровська – до міст Криму, а також на узбіччі доріг, у лісосмугах та ін.

Інформація про флористичні знахідки чи нові місцезростання будь-яких видів стане вагомішою, якщо враховувати фітоценотичні, а особливо екологічні властивості конкретного екоотопу (місця знахідки). Такі відомості можуть дати «локально-супровідні» види рослин. Цей термін використовуємо за аналогією з

назвою Л. П. Травлеєва (Травлеєв, 1976) запропонованого ним локального коефіцієнта зволоження ґрунту. Чим чисельніші супровідні види та чим ближче вони розташовані до рослини, що характеризується, тим вони важливіші як фітоіндикатори. Саме тому реєструємо всі види, що перебувають у межах 1 м² разом із досліджуваною особою та враховуємо значення їх участі в травостої.

Проте найоригінальнішим місцезростанням для деяких трав'яних видів вищих рослин є дупла, розгалуження великих гілок та кора рослин деревної життєвої форми. Цей феномен називаємо неспеціалізованим вимушеним фітокоменсалізмом, а точніше, фітосиноїкією. Зазначені рослини використовують своїх носіїв тільки для поселення і, отже, є топінчними консортами першого порядку. Це явище стає виразнішим та масштабнішим у напрямку Крим – Степове Придніпров'я – Київ – Карпати. Серед трав'яних поселенців (у цій ролі є й деревні рослини) найчастіше нам траплялись особини *Chelidonium majus* L. (42,3 % від усіх знайдених трав'яних таксонів), менше – *Ambrosia artemisiifolia* L. (11,2 %), *Torilis japonica* (Houtt.) DC. (10,2 %), *Chenopodium* L. (9,7 %), *Xanthoxalis corniculata* (L.) Small (4,1 %), *Galium aparine* L. (3,6%), *Lactuca tatarica* (L.) C.A. Mey. (2,6 %), *Taraxacum officinale* Webb. ex Wigg. (2,0 %). Інших видів рослин відмічено лише по 1–3 особини. Деякі з них квітували (наприклад, *Chelidonium majus*, *Sonchus oleraceus* L.), а *Setaria viridis* (L.) Beauv. утворював навіть життєздатне (!) насіння. Субстрат для поселенців – ущільнені рештки рослин у суміші з пилом. У широких розгалуженнях та рідше в дуплах відбувається своєрідна мікросукцесія з утворенням вресіт в різній мірі задернованого вмістилища для наступної групи рослин. В умовах Карпат у згаданих оселищах беруть участь і виразні утворювачі дерну: *Agrostis stolonifera* L., *Festuca rubra* L., *Lolium perenne* L., *Poa pratensis* L. У селищі Східниця Львівської області довелось бачити й таке рідкісне явище. На широкому плоскому розгалуженні старої особини *Salix alba* L. на стовбурі діаметром близько 70 см, на висоті 1,5–1,6 м, сформувався кущ агрусу (*Grossularia reclinata* (L.) Mill.), що навіть почав вегетативно розмножуватися! Один пагін, який лежав на поверхні незадерненої частини субстрату, укорінився як відсадок (хоч і не був пригорнутим) і дав початок дочірньому кущу, поки що не відділеному від материнської особини.

Узагальнені результати досліджень експедиції флористичного спрямування опубліковані (Алексеев, 1986; Тарасов, 2005, 2012 та ін.), у тому числі в фундаментальній монографії, присвяченій видам, занесеним до Червоної книги (Червона книга..., 2010), та у визначнику лісових рослин України за редактуванням О. Л. Бельгарда (Определитель..., 1984), де наведені відомості не тільки з упізнавання рослин, а й з їх екологічних властивостей та значення як фітоіндикаторів лісорослинних умов місцезростання. Більшість рослин, наведених у цих публікаціях, – представники трав'яної життєвої форми.

О. Л. Бельгард розглядав ліс також як один з важливих чинників фітомеліорації в широкому розумінні. Ліс, підкреслював він, створює для людини сприятливу зону комфорту за рахунок регуляції руху повітря, його температури й вологості, впливу на навколишнє середовище водорозчинних та летких виділень, насамперед фітонцидів та ін. Ліси в сполученні з відкритими просторами є декоративними та мають «определённое эстетическое значение» (Бельгард, 1971, с. 310). Найбільшу чарівність, на думку Олександра Люціановича, являють лісові угруповання в поєднанні з фрагментами степів, які є особливо мальовничими під час квітання ковили, шавлії, люцерна, вероніки та інших трав. Аромат таких сполучень – результат тонкого змішування запахів лісу з пряним букетом степових трав. Саме такі композиції, чисте повітря, мальовничі пейзажі благотворно впливають на нервову систему людини і тому є чинниками своєрідної ландшафтотерапії, писав він.

Біогеоценологічні напрацювання експедиції та конкретні ідеї О. Л. Бельгарда використовували при вивченні травостоїв газонного типу (декоративного, протієрозійного, спортивного та інших призначень) у Дніпропетровському (Н. К. Коваленко),

Донецькому (В. І. Берестеннікова) ботанічних садах та в Степовому відділенні Нікітського ботанічного саду (Л. П. Мицик).

Опрацьовуючи еколого-біологічні основи створення дернового, у тому числі газонного, покриття у степовій зоні, виходимо з положення О. Л. Бельгарда про те, що стійкі рослинні угруповання можливі лише в умовах екологічної відповідності своєму місцезростанню. У зв'язку з цим розроблена типологія об'єктів задерніння (їх місцезростань), в основу якої покладені ідеї цього вченого в узгодженні з локальними коефіцієнтами зволоження Л. П. Травлеєва (Травлеєв, 1976) та гідрологічною шкалою Л. Г. Раменського (Раменский, 1956). Для кожного типу, за термінологією О. Л. Бельгарда (1971, с. 134, 137), від СГ₀₋₁ («очень сухое») до СГ₄ («сырое»), а також для деяких супіщаних та слабозасолених місцезростань визначено відповідний асортимент газонних рослин. Загалом охарактеризовано 69 багаторічних видів, у тому числі дводольних (придатних для влаштування газонів), які стали називати «грунтопокривними» рослинами. Наприклад, як показали дослідження, виконані О. В. Кузнецовою (2005), на більшості газонних ділянок міст Дніпропетровська та Дніпродзержинська сформувався режим від СГ₂ до СГ₃. Для таких та інших типів місцезростання нами опрацьовано рекомендації щодо стійкого та високодекоративного видового складу створюваних газонів. Для СГ₂ та СГ₂₋₃ рекомендовано місцеві зразки тонконога вузьколистого (*Poa angustifolia* L.) як найстійкішого, із цілорічним зеленінням, такого, що забезпечує високу якість газону декілька десятиліть без перевлаштування. Для ділянок СП₃ придатна довгокореневищна форма костриці червоної (*Festuca rubra* L.), для СГ₃ – тонконіг лучний (*Poa pratensis* L.). Останній вид, до речі, утворює високоякісні газони навіть у пустелі, але при наявності достатнього зволоження (Schery, 1978). Необхідна подальша робота з пошуку перспективних видів та екотипів з бажаними властивостями, у тому числі вузьколистих форм *Festuca orientalis*, а *Cynodon dactylon*, крім того, з подовженим вегетаційним періодом.

Оригінальним способом улаштування газонів є використання «рулонного дерну». Застосовують його в Німеччині (Weber, 1976), Канаді (Boeker, 1981), Франції (Guyonnet, 1982), Сполучених Штатах Америки (Turgeon, 2008) та в інших країнах. Використовуючи загальні ідеї щойно цитованих авторів, все ж вкрай необхідно було пристосовуватись до місцевих можливостей та умов. За їх урахуванням на околицях Дніпропетровська створено дерновий розсадник, де за нашими рекомендаціями стали вирощувати дерен певної кондиції. При досягненні необхідної еластичності та міцності дерну механізм (комбайн) його зрізує, скручує в рулони, а потім їх переносять на постійне місце. У такий спосіб закладено газони в Дніпрі на частині проспектів Д. Яворницького, Ю. Гагаріна, набережної Дніпра, на інших ділянках цього міста та в різних населених пунктах степової України. Серед відомих позитивних результатів цього заходу важливою є успішна боротьба з одним з найрозповсюдженіших у місті, у тому числі й на газонних ділянках, та небезпечним для здоров'я людини бур'яном, амброзією полинолистою (*Ambrosia artemisiifolia* L.). На «рулонних» газонах ця рослина відсутня зовсім (за вкрай незначним виключенням на деяких інтенсивно витопуваних місцях), хоч закладені вони 8–10 років тому.

Запропоновано класифікацію дернових покриттів та життєвих форм багаторічних дерноутворюючих злаків. За нею розрізняємо не тільки традиційні щільнодерновинні (наприклад, *Festuca valesiaca* Gaud.) та нещільнодерновинні (пухкодерновинні) (*Festuca pratensis* Huds.) рослини, а й куртинодерновинні (наприклад, *Poa angustifolia* L.), напівдерновинні (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.), недерновинні (*Elytrigia repens* (L.) Nevski) багаторічні злаки. Ця класифікація розкриває таку закономірність. Існує просторова фітогенна нерівномірність потоку речовини та енергії, що долає межу принципово різних сфер – надземної та підземної, або, за Ю. Одумом (1986, с. 30), «автотрофного» та «гетеротрофного» (переважно) середовища суходільних екосистем. Цей потік має найменшу

інтенсивність на ділянках ґрунту, позбавленого вищих рослин. Таке явище може бути в степах на міждерновинних прогалинах, на «кальваціях», за термінологією Г. М. Висоцького (Бельгард, 1971, с. 35), у лісі при цілковитому затіненні (мертвопокровні парцели), на поверхні чорного ґрунту, на абсолютному збої рослин (наприклад, на тирлі) та ін. Проте цей потік послідовно збільшується на тих місцях, де розташувались особини наступного ряду життєвих форм (за інших рівних умов): недерновинні, напівдерновинні, куртиннодерновинні, нещільнодерновинні (пухкодерновинні), щільнодерновинні. У такій самій послідовності збільшується питомий вплив на середовище (у розрахунку на одиницю поверхні ґрунту, освоєного особоною): від недерновинних – до щільнодерновинних. У зазначеному ряду найменша кількість пагонів, що перетинає певну одиницю поверхні ґрунту – у недерновинних рослин, найбільша – у щільнодерновинних. Саме через це в такому напрямку збільшується й фітоценотична замкненість рослинного угруповання, а точніше, неприступність для інших видів простору, освоєного конкретною особоною. Показана закономірність має й практичне значення, по-перше, при створенні довготривалого дернового покриву різного призначення, по-друге, при розробці методів руйнування дерну, або, краще, запобігання його утворення в степових лісових культурах та в інших випадках. Поглибленому розумінню зазначених вище положень сприяло детальне дослідження самого поняття «дерен» (Мыцьк, 1987) та структурних особливостей його підземної сфери, що формується в різних типах місцезростань (Кузнецова, 2011).

О. Л. Бельгард закликав зберігати природні трав'яні цілинки і як самостійну цінність, де, крім іншого, можуть бути рідкісні, лікарські або інші види, важливі для господарського вживання. Відомо, що в Україні до цього часу збереглися тільки «залишки» степу, які становлять менше 1 % від його первинної площі (Вакаренко, 2003, с. 177). Проте нами разом з О. В. Тарасовою (2012) та студентами-дипломантами О. В. Мартиненко, М. С. Шеремет, М. О. Дуженко на Дніпропетровщині знайдено 5 степових цілин, невідомих досі науковому загалу: Мар'їнська (розмірами 0,4×4,5 км, Синельниківський район), Надеждівська (0,8×2,2 км, Новомосковський район, знайдена за порадою Ю. І. Бобильова), Олександрівська (1,0×1,1 км, Магдалинівський район), Чаплинська (1,5×2,5 км, Юр'ївський район), Червоноіванівська (1,8×3,5 км, Криничанський район). Ценоморфний аналіз рослинності цих масивів за О. Л. Бельгардом (1950, 1971) показав, що, незважаючи на деяку відмінність, їх об'єднує головне: вони мають чітко виражений степовий характер з переважанням у своєму складі степантів. Зважаючи на вкрай незначну площу таких ділянок в Україні, існує необхідність їх відтворення (відповідна методика нами опрацьована) та надання їм статусу заповідників (Мицьк, 2002).

Подвійне значення мають трав'яні осередки, будучи розташованими біля музеїв природничого, краєзнавчого та історичного профілю. Прикладом такого співіснування є (принаймні був на час нашого відвідування) рослинний покрив біля Музею запорізького козацтва на острові Хортиця. Уявлення про його видову структуру дає перелік видів, зареєстрованих нами з В. В. Тарасовим 15 липня 1993 р.: *Festuca pseudovina* Hack. ex Wiesb. (проективне покриття – понад 20 %), *Crinitaria villosa* (L.) Grossh. (близько 20 %), *Medicago romanica* Prod. (10 %), з меншою участю присутні *Koeleria cristata* (L.) Pers., *Stipa capillata* L., *Bromopsis riparia* (Rehm.) Holub, *Melica transsilvanica* Schur, *Poa angustifolia* L., *Cleistogenes bulgarica* (Bornm.) Keng, *Salvia nutans* L. та ін.

Значення такого сусідства стане зрозумілим, коли навести цитату з книги І. М. Шаповала (1965, с. 250, 251) про Д. І. Яворницького (професора Дніпропетровського державного університету, одночасно директора Дніпропетровського історичного музею у 20–30-х роках минулого століття): «Щоб відвідувачі музею мали уявлення, яким був степ, Яворницький «переніс» частину Дикого поля часів Запорізької Січі на територію музею... Дивіться, – показував екскурсантам Дмитро Іванович, отакий

дикий та неосяжний степ був колись на Україні. Ви його не бачили. Так гляньте на цей клапоть землі з пирієм та кам'яними бабами і уявіть собі дикі простори степової України... Тут не вистачає тільки козака в поході. Заїде запорожець у таку гушавину, тільки голова виглядає звідти. Ото була трава!...»

Отже, одним з основних напрямків наукових пошуків Комплексної експедиції Дніпропетровського національного університету імені О. Гончара було і є дослідження взаємин деревної та чагарникової рослинності з трав'яним покривом, особливо з тим, що здатен утворювати дерен і є головним, найпотужнішим конкурентом лісового насадження в степових умовах.

Дерен – це своєрідний біогеоценотичний горизонт, що включає в себе як приземну частину травостою, так і верхній шар ґрунту, скріплений надзвичайно великою кількістю рослинних органів (коренями, кореневищами), що зберігає цілісність ізольованого (вирізаного з постійного місця) пласту. Газон – біогеоценоз, що має властивості рослинного зеленого килима, найестетичніший варіант живого трав'яного, у тому числі дернового, покриття.

Дослідження структурно-функціональної організації трав'яних фітоценозів показало наявність корінних та похідних типів зволоження місцезростання. На похідних типах зволоження в степових умовах у травостой газонної структури (при відсутності конкурентів, які мають більшу десукцію) та в надземному живому покриві лісу при частковому затіненні можуть надто довго зростати не тільки ксерофіти, а й мезоксерофіти та ксеромезофіти. При абсолютному затіненні їх чисельність різко зменшується, а в крайньому випадку вони можуть зникати зовсім, залишаючи лише мертвий надґрунтовий покрив. При вирощуванні багаторічних злаків у рядках, особливо широкорядних (насіньєвих і т. ін.), у степових умовах значна тривалість життя властива навіть мезофітам.

Трав'яні види – відмінні фітоіндикатори умов місцезростання, особливо при застосуванні ценоморфного аналізу за методом О. Л. Бельгарда (крім тих місць, де нещодавно різко змінилися екологічні умови).

Суцільний трав'яний покрив, особливо дернового типу, – найсуттєвіший протиерозійний чинник навіть на схилах найбільшої природної крутості.

Крім «щільнодерновинних» (наприклад, *Stipa lessingiana*) та «нещільнодерновинних» (*Lolium perenne*) багаторічних злаків, слід розрізняти «куртиннодерновинні» (*Poa pratensis*), «напівдерновинні» (*Cynodon dactylon*), «недерновинні» (*Elytrigia repens*). Найпридатнішими для створення дернового покриття газонного типу є куртиннодерновинні види. Запропоновано перспективний асортимент рослин для формування високоякісних газонів. Опрацьовано методи їх улаштування в степових умовах, у тому числі способом «рулонного дерну».

Подальші дослідження необхідно зосередити на таких напрямках:

- динамічні процеси трав'яних фітоценозів, що перебувають під впливом деревних і чагарникових насаджень та на відкритому просторі;
- міжвидові взаємини компонентів трав'яних угруповань;
- закономірності впливу на трав'яні фітоценози антропогенних чинників;
- удосконалення технології розмноження бажаних рослин та вирощування «рулонного» дерну в умовах степу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Акимов Н. П. К вопросу о естественном семенном возобновлении в Велико-Анадолі / Н. П. Акимов, В. Е. Тараненко // Велико-Анадольский лес. – Х.: ХГУ, 1955. – С. 121–128.
- Алексеев Ю. Е. Растительный и почвенный покров Присамарья Днепровского / Ю. Е. Алексеев, А. Л. Бельгард, И. А. Губанов и др. – Д.: ДГУ, 1986. – 63 с.
- Альбицкая М. А. Основные закономерности формирования травяного покрова в искусственных лесах степной зоны УССР / М. А. Альбицкая // Искусственные леса степной зоны Украины. – Х.: ХГУ, 1960а. – С. 149–208.

Альбицкая М. А. О химической прополке лесных культур в степных лесничествах УССР / М. А. Альбицкая, М. П. Розенко // Искусственные леса степной зоны Украины. – Х.: ХГУ, 1960б. – С. 209.

Альбицкая М. А. Сорная растительность молодых лесонасаждений Днепропетровщины и меры борьбы с ней / М. А. Альбицкая, В. В. Тарасов // Вопросы степного лесоведения и охраны природы: Труды Комплексной экспедиции ДГУ. – Д.: ДГУ, 1972. – Вып. 2. – С. 107–111.

Альбицкая М. А. Микроэлементный состав почвогрунтов и господствующих видов разнотравно-бородачево-ковыльной степи Присамарья / М. А. Альбицкая, О. Б. Мороз, Н. Н. Цветкова // Вопросы степного лесоведения и охраны природы: Труды Комплексной экспедиции ДГУ. – Д.: ДГУ, 1976. – Вып. 6. – С. 20–24.

Альбицкая М. О. Про структуру та продуктивність травостою білоакацієвого насадження і вихідного різнотравно-бородачево-ковилового степу (Дніпропетровщина) / М. О. Альбицкая, О. Б. Мороз // Укр. ботан. журн. – 1971. – Т. 28, № 5. – С. 631–640.

Альбицкая М. О. Фітомаса штучних насаджень еродованих схилів Присамар'я та їх вихідних місцезнаходжень / М. О. Альбицкая, О. Б. Мороз, М. О. Сидельник // 6-й з'їзд Українського ботан. тов-ва. – К.: Наук. думка, 1977. – С. 238.

Барановський Б. О. Аналіз флористичного різноманіття річкових долин Присамар'я на сучасному етапі досліджень / Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – Д.: ДНУ, 2008. – Вип. 37. – С. 91–94.

Белова Н. А. Биологические и микроморфологические особенности лесных эдафотопов Присамарья / Н. А. Белова // Вопросы степного лесоведения и лесной рекультивации земель. – Д.: ДГУ, 1986. – С. 56–64.

Белова Н. А. Экологическая роль живого покрова в микростроении почв дубовых насаждений Комиссаровского лесного массива на Днепропетровщине / Н. А. Белова // Вопросы степного лесоведения и лесной рекультивации земель. – Д.: ДГУ, 1996. – С. 43–53.

Белова Н. А. Экология, микроморфология, антропогенез лесных почв степной зоны Украины / Н. А. Белова. – Д.: ДГУ, 1997. – 263 с.

Белова Н. А. Естественные леса и степные почвы / Н. А. Белова, А. П. Травлев. – Д.: ДГУ, 1999. – 344 с.

Бельгард А. Л. Лесная растительность юго-востока УССР / А. Л. Бельгард. – К.: КГУ, 1950. – 264 с.

Бельгард А. Л. К типологии лесных сообществ Гербовецкого леса / А. Л. Бельгард // Гербовецкий лес. – Кишинев: Карта молдовеняскэ, 1970. – С. 39–48.

Бельгард А. Л. Степное лесоведение / А. Л. Бельгард. – М.: Лесн. пром-сть, 1971. – 336 с.

Бельгард А. Л. Методические указания к изучению курса «Введение в специальность» (у истоков Днепропетровского государственного университета) / А. Л. Бельгард. – Д.: ДГУ, 1980. – 53 с.

Бельгард О. Л. До рослинності байрачних лісів Мілеровського району / О. Л. Бельгард // Зб. робіт біологічного факультету Дніпропетровського держ. ун-ту. – 1938. – Т. 1, вип. 1. – С. 149–153.

Бельгард О. Л. Комплексне дослідження штучних лісів степової зони Української РСР / О. Л. Бельгард // Ботан. журн. АН УРСР. – 1953. – Т. 10, № 4. – С. 43–50.

Вакаренко Л. П. Відновлення степів України: проблеми, інституційні можливості та потреби / Л. П. Вакаренко // Збереження і невиснажене використання біорізноманіття України: Стан та перспективи. – К.: Хімджест, 2003. – С. 177–187.

Великий тлумачний словник сучасної української мови / Уклад. і гол. ред. В. Т. Бусел. – К.; Ірпінь: ВТФ «Перун», 2004. – 1440 с.

Висоцький Ю. М. Дібрівський ліс / Ю. М. Висоцький, О. Л. Бельгард // Зб. робіт біологічного факультету Дніпропетровського держ. ун-ту. – 1938. – Т. 1, вип. 1. – С. 155–173.

Висоцький Г. Н. Ергеня. Культурно-фітологічний очерк / Г. Н. Висоцький // Труды бюро по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1915. – Т. 8, № 10–11. – С. 1113–1443 (1–331).

Голубев В. Н. Основы биоморфологии травянистых растений Центральной Лесостепи / В. Н. Голубев. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1962. – 311 с.

Горбань В. А. Фізико-хімічні властивості еолово-грунтових відкладів лісових культурбіогеоенотів Присамар'я Дніпровського / В. А. Горбань // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – Д.: ДНУ, 2012. – Вип. 41. – С. 38–43.

Горейко В. А. Искусственные лесные насаждения в степи / В. А. Горейко // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – 2010. – Вип. 39. – С. 7–19.

Давиденко І. О. Вплив підтоплення і тимчасового затоплення на надґрунтовий рослинний покрив у лісових фітоценозах / І. О. Давиденко // Укр. ботан. журн. – 1974. – Т. 31, № 5. – С. 610–616.

Етимологічний словник української мови / Уклад. Р. В. Болдирев, В. Т. Коломієць, Т. Б. Лукінова та ін. – К.: Наук. думка, 2006. – Т. 5. – 704 с.

Зверковский В. Н. Тотально-катастрофические сукцессии лесной растительности долины реки Самары в районе Западного Донбасса / В. Н. Зверковский // Вопросы степного лесоведения и лесной рекультивации земель. – Д.: ДГУ, 1997. – С. 65–70.

Иванько И. А. Роль световой структуры лесных сообществ в степи в формировании и продуктивности травяного покрова / И. А. Иванько // Екологія та ноосферологія. – 1999. – Т. 6, № 1–2. – С. 84–90.

Иванько И. А. Эффект меланизации искусственных насаждений как фактор их устойчивости в степной зоне / И. А. Иванько // Екологія та ноосферологія. – 2008. – Т. 19, № 3–4. – С. 181–184.

Комаров Н. Ф. Этапы и факторы эволюции растительного покрова черноземных степей / Н. Ф. Комаров. – М.: Географгиз, 1951. – 328 с.

Крайнев Д. К. Краткий исторический очерк Велико-Анадольского леса / Д. К. Крайнев // Велико-Анадольский лес. – Х.: ХГУ, 1955. – С. 11–22.

Кузнецова О. В. Еколого-фітоценотична характеристика газонних угруповань Дніпропетровська / О. В. Кузнецова // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – Д.: ДНУ, 2005. – Вип. 9(34). – С. 59–65.

Кузнецова О. В. Коренева насиченість злаково-різнотравних фітоценозів степової зони Придніпров'я / О. В. Кузнецова // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – Д.: ДНУ, 2011. – Вип. 40. – С. 88–92.

Кулик А. Ф. Микрофлора почв лесных биogeоценозов Присамарья Днепроvского / А. Ф. Кулик // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – Д.: ДНУ, 2000. – Вип. 4. – С. 29–35.

Лавренко Е. М. Степи СССР / Е. М. Лавренко // Растительность СССР. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1940. – Т. 2. – С. 1–265.

Лісовець О. І. Структурні особливості степового та лісового трав'янистого покриву в Присамар'ї / О. І. Лісовець, Л. П. Мицик // Екологія та ноосферологія. – 2008а. – Т. 19, № 3–4. – С. 25–30.

Лісовець О. І. Фітоценотична активність видів моніторингових пробних площ правобережного Присамар'я / О. І. Лісовець, Л. П. Мицик // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – 2008б. – Вип. 37. – С. 37–42.

Масюк А. Н. Эколого-биологическая характеристика насаждений лоха узколистного на рекультивированных землях Днепровского буроугольного бассейна / А. Н. Масюк, Е. В. Попова // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – 2007. – Вип. 11 (36). – С. 163–174.

Матвеев Н. М. Аллелопатия как фактор экологической среды / Н. М. Матвеев. – Самара: Кн. изд-во, 1994. – 205 с.

Мицик Л. П. Заповідання, вивчення, можливі перспективи степових екосистем в Україні / Л. П. Мицик // Збереження степів України. – К.: Академперіодика, Ін-т ботаніки ім. М. Г. Холодного, 2002. – С. 26–38.

Мицик Л. П. Реактивність екологічна / Л. П. Мицик // Екологічна енциклопедія. – К.: ТОВ «Центр екол. освіти та інформ.», 2008. – Т. 3. – С. 179.

Мороз О. Б. Материалы к характеристике противэрозийных насаждений в условиях Присамарья / О. Б. Мороз // Вопросы степного лесоведения. – Д.: ДГУ, 1972. – Вып. 2. – С. 44–47.

Мороз О. Б. К типологии лесорастительных условий эродированных склонов Присамарья / О. Б. Мороз // Вопросы степного лесоведения и охраны природы. – Д.: ДГУ, 1975а. – Вып. 4. – С. 23–24.

Мороз О. Б. Содержание гумуса и распределение микроэлементов в почвах эродированных склонов Присамарья / О. Б. Мороз, Н. П. Тупика, Н. Н. Цветкова // Вопросы степного лесоведения и охраны природы. – Д.: ДГУ, 1975б. – Вып. 5. – С. 25–31.

Мыщык Л. П. О численности почвенных микроорганизмов газонного травостоя / Л. П. Мыщык, З. А. Стусь // Микробиологический журн. – 1984. – Т. 46, № 1. – С. 13–17.

Мыщык Л. П. О термине и понятии «дёрн» / Л. П. Мыщык // Ботан. журн. – 1987. – Т. 72, № 12. – С. 1649–1656.

- Мыщык Л. П.** Понятие о коренном и фактическом типах увлажнения местообитания / Л. П. Мыщык // Кадастровые исследования степных биогеоценозов Присамарья Днепропетровского, их антропогенная динамика и охрана. – Д.: ДГУ, 1991. – С. 74–79.
- Мыщык Л. П.** Закон экологической реактивности / Л. П. Мыщык // *Екологія та ноосферологія*. – 1998. – Т. 4, № 1–2. – С. 58–65.
- Одум Ю.** *Экология* / Ю. Одум. – М.: Мир, 1981. – Т. 1. – 328 с.
- Определитель высших растений Украины** / Отв. ред. Ю. Н. Прокудин. – К.: Наук. думка, 1987. – 546 с.
- Определитель растений лесов УССР** / Под ред. А. Л. Бельгарда. – К.: Вища шк., 1984. – 343 с.
- Постолица Л. Г.** К вопросу о некоторых закономерностях распределения микроорганизмов в почвах лесных биогеоценозов долины среднего течения р. Орели / Л. Г. Постолица, А. П. Травлеев // *Вопросы степного лесоведения*. – Д.: ДГУ, 1968. – Вып. 1. – С. 35–43.
- Раменский Л. Г.** Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову / Л. Г. Раменский, И. А. Цаценкин, О. Н. Чижиков. – М.: Гос. изд-во с.-х. лит., 1956. – 472 с.
- Редько Г. И.** *Полковник корпуса лесничих* / Г. И. Редько. – К.: Мин-во лесного хоз-ва Украины, 1994. – 502 с.
- Сидельник Н. А.** К взаимодействию подземных органов древесных и травянистых растений в степных лесонасаждениях / Н. А. Сидельник, А. П. Травлеев // *Вопросы степного лесоведения*. – Д.: ДГУ, 1972. – Вып. 2. – С. 32–39.
- Стадниченко В. Г.** Почвы Велико-Анадольского леса / В. Г. Стадниченко // *Велико-Анадольский лес*. – Х.: ХГУ, 1955. – С. 53–64.
- Стадниченко В. Г.** Почвы искусственных лесов степной зоны УССР / В. Г. Стадниченко // *Искусственные леса степной зоны Украины*. – Х.: ХГУ, 1960. – С. 75–84.
- Стрижак О. В.** Мікроморфологічні особливості ґрунтів степових біогеоценозів / О. В. Стрижак // *Ґрунтознавство*. – 2012. – Т. 13, № 3–4. – С. 20–32.
- Тарасов В. В.** О естественной β -радиоактивности сорных растений молодых лесокультур и некоторых типов почв Днепропетровщины / В. В. Тарасов // *Вопросы степного лесоведения и охраны природы*. – Д.: ДГУ, 1975. – Вып. 5. – С. 113–122.
- Тарасов В. В.** Сорная растительность молодых лесокультур в степях Украины и меры борьбы с ней / В. В. Тарасов, М. А. Альбицкая // *Вопросы степного лесоведения и охраны природы*. – Д.: ДГУ, 1977. – С. 86–95.
- Тарасов В. В.** Адвентивные растения как структурный элемент биогеоценозов Днепропетровщины / В. В. Тарасов, А. Г. Лындя // *Вопросы степного лесоведения, биогеоценологии и охраны природы*. – Д.: ДГУ, 1979. – Вып. 9. – С. 53–61.
- Тарасов В. В.** Флора Дніпропетровської та Запорізької областей / В. В. Тарасов. – Д.: Вид-во ДНУ, 2005. – 275 с.
- Тарасов В. В.** Флора Дніпропетровської та Запорізької областей. Видання друге / В. В. Тарасов. – Д.: Вид-во ДНУ та ЛІРА, 2012. – 294 с.
- Тарасова О. С.** Ценоморфний аналіз Олександрівської степової цілини (Дніпропетровська область) / О. С. Тарасова, Л. П. Мищик, М. С. Шеремет // *Проблеми відтворення та охорони біорізноманіття*. – Полтава: Нац. пед. ун-т, 2012. – С. 48–50.
- Титова В. Г.** Водный режим южных черноземов в Крыму / В. Г. Титова // *Почвоведение*. – 1977. – № 8. – С. 86–92.
- Травлеев А. П.** Водные и микроморфологические свойства почв степных биогеоценозов Присамарского мониторинга / А. П. Травлеев, Н. А. Белова, Л. П. Травлеев // *Кадастровые исследования степных биогеоценозов Присамарья Днепропетровского, их антропогенная динамика и охрана*. – Д.: ДГУ, 1991. – С. 4–20.
- Травлєєв А. П.** Новітні принципи відновлення порушених промисловістю екосистем у межах виконання кластерної інноваційної програми НАН України «Родючість ґрунтів» / А. П. Травлєєв, В. М. Зверковський, Н. А. Білова та ін. // *Екологія та ноосферологія*. – 2011. – Т. 22, № 3–4. – С. 28–42.
- Травлеев Л. П.** О локальных коэффициентах увлажнения эдафотопов в лесных биогеоценозах степной Украины / Л. П. Травлеев // *Вопросы степного лесоведения и охраны природы*. – Д.: ДГУ, 1976. – Вып. 6. – С. 37–43.
- Травлєєв Л. П.** Влияние растительности и рельефа на увлажнение почвогрунтов второй террасы Присамарья / Л. П. Травлєєв, В. Н. Дигурко, В. В. Плотников // *Вопросы степного лесоведения и охраны природы*. – Д.: ДГУ, 1977. – Вып. 7. – С. 41–54.

- Цветкова Н. Н.** Микроэлементы в растениях-индикаторах аренных лесов Присамарья и их взаимосвязь с влажностью почво-грунтов и освещенностью под пологом леса / Н. Н. Цветкова // Исчезающие и редкие растения, животные и ландшафты Днепропетровщины. – Д.: ДГУ, 1983. – С. 46–61.
- Цветкова Н. Н.** Особенности миграции органо-минеральных веществ и микроэлементов в лесных биогеоценозах степной Украины / Н. Н. Цветкова. – Д.: ДГУ, 1992. – 236 с.
- Цветкова Н. М.** Екологічна оцінка природних едафотопів Присамар'я Дніпровського за вмістом нікелю / Н. М. Цветкова, М. С. Якуба // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя: Дике поле, 2010. – Вип. 15 (№ 2). – С. 145–152.
- Цветкова Н. М.** Особливості міграції речовин у лісосмугах Присамар'я Дніпровського / Н. М. Цветкова, А. О. Дубина // Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель. – Д.: ДНУ, 2011. – Вип. 40. – С. 15–19.
- Червона книга Дніпропетровської області (Рослинний світ) / Під ред. А. П. Травлеєва. Автори-укладачі: Б. О. Барановський, В. В. Тарасов. – Д.: ВКК «Баланс-Клуб», 2010. – 500 с.
- Шаповал І. В.** В пошуках скарбів / І. В. Шаповал. – К.: Дніпро, 1965. – 327 с.
- Яковенко В. Н.** Характеристика макроструктурного состояния черноземов Присамарья / В. М. Яковенко, О. В. Стрижак // Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель. – Д.: ДНУ, 2011. – Вип. 40. – С. 59–65.
- Якуба М. С.** Розподіл марганцю та свинцю в білоакацієвих насадженнях Присамар'я Дніпровського / М. С. Якуба // Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель. – Д.: ДНУ, 2005. – Вип. 9 (34). – С. 76–85.
- Ярошенко П. Д.** Основы учения о растительном покрове / П. Д. Ярошенко. – М.: Географгиз, 1953. – 351 с.
- Boeker P.** Die Fertigrasenerzeugung in Kanada / P. Boeker // Rasen. – 1981. – Jg 12, N. 3. – S. 70–72.
- Guyonnet J.-P.** Les gazons en plaques, vous connaissez? / J.-P. Guyonnet // Semences Progr. – 1982. – № 34. – P. 24–27.
- Ray J. G.** Ultramorphological peculiarities of the root-soil interphase of some perennial grasses and the ecological implications / J. G. Ray, A. P. Travleev, N. A. Belova, S. A. Shoba // Укр. ботан. журн. – 1994. – Т. 51, № 1. – С. 11–17.
- Schery R. W.** Lawn keeping / R. W. Schery. – Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1978. – 232 p.
- Turgeon A. J.** Turfgrass Management / A. J. Turgeon. – New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2008. – 436 с.
- Weber H.** Fertingrasen in der Produktion: Zu Beruch bei der Norddeutschen Rasenschule / H. Weber // Rasen. – 1976. – Jg 7, N. 2. – S. 15–17.
- Whittaker R. H.** Vegetation of the Siskyou mountains, Oregon and California / R. H. Whittaker // Ecol. Monogr. – 1960. – Vol. 30, № 3. – P. 279–338.

ВАЖКІ МЕТАЛИ (МІКРОЕЛЕМЕНТИ) У ҐРУНТАХ І РОСЛИНАХ БІОГЕОЦЕНОЗІВ ПІВДЕННОГО СХОДУ СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

Н. М. Цветкова

доктор біологічних наук, професор

Ученими світу доведено, що важкі метали відіграють істотну роль у житті живого організму і є обов'язковою його складовою (Алексеев, 2008; Виноградов, 1952; Власюк, 1972; Войнар, 1960; Ильин, 2001; Каталымов, 1966; Фишер, 1955; Школьник, 1974; Wood, 1974; Adriano, 1992; Вернадский, 1922; Hill, 1936; Кабата-Пендиас, 1989; Alloway, 1995; Жовинский, 2002; Peter, 2010; Цветкова, 1992, 2011; Якушевская, 1973; Панасин, 2000; Обухов, 1989; Ковда, 1959; Зырин, 1985; Волобуев, 1966; Аржанова, 1988 та ін.).

Важкі метали мають здатність змінювати фізико-хімічний режим ґрунту. Манган, наприклад, підвищує електрокінетичний потенціал ґрунту, а це сприяє швидкій дисоціації поживних речовин на йони. Манган і цинк значно збільшують вміст розчинного гумусу і активного коагулятора ґрунтових колоїдів – кальцію, що сприяє поліпшенню структури ґрунту. Манган зменшує дисперсність ґрунту. Отже, важкі метали є одним з факторів, що підвищують родючість ґрунту.

У природних умовах життя рослин залежить не тільки від наявності в ґрунтах певних кількостей макроелементів: азоту, фосфору, калію, кальцію, магнію, сірки, заліза та інших, але й від достатньої забезпеченості рослин мікроелементами і співвідношення макро- і мікроелементів. Слід пам'ятати, що необхідність будь-якого конкретно визначеного важкого металу (мікроелемента) для рослин залежить від кількісної наявності інших мінеральних елементів в середовищі. Існує природна узгодженість у вмісті хімічних елементів у ґрунті як закономірний результат дії ґрунтоутворного процесу, тобто існує певна асоціація мікроелементів і макроелементів у ґрунті, геохімічна впорядкованість їх, яка може порушуватися за рахунок техногенного навантаження.

Практика і теорія постійно зацікавлені в необхідності досліджень із проблем хімічних елементів.

Дослідження мікроелементного складу ґрунтів лісових екосистем степової зони України співробітниками Комплексної експедиції Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара (КЕДУ) вперше було проведено в 1965 р. з метою використання його для розробки рекомендацій з підбору деревних порід до відповідних лісорослинних умов при створенні штучних лісових насаджень у степу.

Першими об'єктами дослідження були лісові біогеоценози байрака Військового. Професор А. П. Травлеєв з групою співробітників, до якої входили Н. М. Цветкова, А. О. Дубина, С. В. Твердохлебова, Л. А. Нечта, О. Г. Мірош, блискуче розкрив концентрацію і закономірності розподілу металів: Ti, Mn, Ni, Cr, V, Mo і Pb у ґрунтах байрака у валовій та рухомій формах.

1966 рік – Комплексна експедиція обстежує лісові масиви Молдови, відвідує Гербовецкий ліс, де найбільш типово представлені гирнецеві діброви. Тут слід зазначити ґрунтові дослідження А. П. Травлеєва, який спільно з Н. М. Цветковою, Л. А. Нечтою і Л. Г. Мірош успішно застосували спектральний і радіометричний методи для характеристики мікроелементного складу та природної радіоактивності ґрунтів і рослинності лісових біогеоценозів. Матеріали з мікроелементного складу ґрунтів Молдови представлені в опублікованій монографії «Гербовецкий лес» (1970).

У 1967 році експедиція працює в лісових біогеоценозах на берегах Орелі. Досліджуються ґрунти лісових біогеоценозів долини річки Орелі.

У 1968 році в умовах Присамар'я на Дніпропетровщині були започатковані стаціонарні дослідження важких металів (мікроелементів) у лісових екосистемах. На правому березі Самари переважає привододільно-балковий ландшафт із штучними протиерозійними насадженнями з дуба, білої акації, сосни тощо і природні байрачні

діброви; на лівому березі формується долинно-терасовий ландшафт, де трапляються липово-ясеневі діброви з лісовими травами. При переході заплави в арену формуються високобонітетні вільшаники з папоротями. На арені розташований бір, у якому локалізуються природні сосняки і березняки з рядом північних видів трав'янистих рослин (іван-чай, орляк, сфагнум тощо) (Бельгард, 1971).

У Присамар'ї досліджуються концентрація і міграція важких металів у системі «грунт – рослина» лісових біогеоценозів привододільно-балкового і долинно-терасового ландшафтів.

За період багаторічних стаціонарних досліджень отримані такі результати.

Важкі метали (мікроелементи) у ґрунтах біогеоценозів долинно-терасового ландшафту степової зони України. Розкрито вміст важких металів у валовій та рухомій формах у кореневмісному горизонті ґрунтів долинно-терасового ландшафту: 1) заплавно-лісових малогумусових сильновилужених супіщаних слаборозвинених на алювіальних відкладах, поширених у прируслової заплаві річок Дніпропетровщини; 2) заплавних лучно-лісових чорноземоподібних і болотно-лісових, приурочених до центральних заплав і притерася степових річок; 3) дерново-борових малогумусових сильновилужених піщаних, характерних для других піщаних терас річок (табл. 1). Установлено, що найбільш інтенсивно акумуляція важких металів відбувається в заплавних лучно-лісових незасолених і болотно-лісових ґрунтах центральної і притерасної заплав, найменше – у прируслових заплавно-лісових алювіальних ґрунтах. Порівняна бідність важкими металами прируслових ґрунтів пов'язана з тим, що їх алювіальні відклади легкі за механічним складом і характеризуються відносно низьким кількісним вмістом важких металів. У центральній частині заплави переважають лучно-лісові ґрунти важкого механічного складу, багатого мікроелементами. У заплавних лучно-лісових ґрунтах центральної заплави в порівнянні із заплавно-лісовими прирусловими ґрунтами значно накопичується манган, титан, хром і нікель. У притерасі важливими є делювіальні процеси з терас та вододілів і вихід ґрунтових вод, збагачених продуктами вивітрювання, внаслідок чого ґрунти відрізняються підвищеним вмістом важких металів. У дерново-борових піщаних ґрунтах арени, які не заливаються водою навіть під час великих паводків, міститься мінімальна кількість усіх мікроелементів. Лучно-лісові суглинисті солонцево-солончакові ґрунти центральної заплави характеризуються значним збільшенням кількості міді.

Розподіл досліджених елементів за ґрунтовим профілем заплавних ґрунтів залежить від поєднання і вираженості в основному механічної, гідрогенної і біогенної акумуляції елементів і відрізняється великою різноманітністю. При просторовому збігу механічної, гідрогенної і біогенної акумуляції відбувається інтенсивна концентрація важких металів у верхній частині ґрунтового профілю. Це явище спостерігається в лучно-лісових чорноземоподібних ґрунтах центральної заплави р. Самари, у лучно-лісових солонцево-солончакових ґрунтах р. Орелі. Найбільша кількість деяких елементів, наприклад міді, приурочена до сольових горизонтів.

Кількість рухомих форм важких металів у ґрунті не є постійною і може змінюватися в залежності від діяльності мікроорганізмів, за рахунок руйнування мінералів і багатьох інших причин. Середньостатистичні дані про кількісний вміст рухомих форм елементів (табл. 2) у ґрунтовому шарі 0–50 см лісових біогеоценозів долинно-терасового ландшафту показують, що найбільш висока рухомість мангану, титану, хрому, нікелю, молібдену і ванадію виявлена в дерново-борових ґрунтах. За величиною рухомості мікроелементи в конкретних ґрунтах становлять низхідний ряд $(Mo, Cu) > (V, Mn, Ni) > (Ti, Cr)$, елементи в дужках можуть мінятися місцями залежно від типу досліджених ґрунтів. Перше місце в ряду рухомості займає найчастіше молібден, друге – мідь, найбільш інертними виявилися хром і титан.

Установлено кореляційний зв'язок між валовими і рухомими формами мікроелементів. Коефіцієнти кореляції (r) для молібдену і хрому становлять 0,6 і 0,8 відповідно. Для мангану і міді $r = 0,9$ і 0,8. Складено рівняння регресії.

Таблиця 1

Концентрація мікроелементів у ґрунтах (0–50 см) лісових біогеоценозів долинно-терасового ландшафту

| Біогеоценоз | Тип лісо-рослинних умов (Бельгард, 1971) | ґрунт, місцезнаходження біогеоценозу | n | Показники | Мікроелементи, мг/кг | | | | | | | |
|---------------------------|--|--|----|-------------------|----------------------|----|----|-----|------|----|-----|-----|
| | | | | | Ti | Cr | Ni | Mo | Mn | Cu | Pb | V |
| Берестово-ясенева діброва | СП ₂ | Заплавно-лісовий малогумусовий сильновилужений на алювіальних відкладах (прируслова заплава р. Самари) | 16 | \bar{x} V, % | 9,4·10 ³ | 40 | 26 | 2,8 | 182 | 23 | 2,5 | 250 |
| Липово-ясенева діброва | СГ ₂ | Заплавний лучно-лісовий малогумусовий сильновилужений на алювіальних відкладах (центральна заплава) | 19 | \bar{x} V, % | 13,5·10 ³ | 78 | 34 | 2,8 | 891 | 31 | 3,2 | 302 |
| Берестова діброва | СГ ₂ ³ | Лучно-лісовий солонцево-солончаковий хлоридосульфатний середньогумусовий на алювіальних відкладах (центральна заплава) | 18 | \bar{x} V, % | 19,9·10 ³ | 78 | 32 | 3,6 | 610 | 93 | – | – |
| Галофітоїдна діброва | СГ ₃ ³ | Солончак лучно-лісовий середньогумусовий хлоридосульфатний середньосуглинистий на алювіальних відкладах (центральна заплава) | 14 | \bar{x} V, % | 26,5·10 ³ | 85 | 29 | 1,9 | 697 | 64 | 3,2 | – |
| Вільшаник | СГ ₄ | Заплавно-лісоболотний малогумусовий суглинистий на алювіальних відкладах (притерасся) | 11 | \bar{x} V, % | 12·10 ³ | 45 | 31 | 3,6 | 1189 | 28 | 3,1 | 276 |
| Сухуватий бір | П ₁ | Дерново-боровий малогумусовий вилужений піщаний на давньоалувіальних відкладах (арена) | 19 | \bar{x} | 1,8·10 ³ | 24 | 22 | 1,9 | 102 | 14 | 1,7 | 49 |

Примітка. n – обсяг вибірки; \bar{x} – середній вміст мікроелементів, мг/кг ґрунту; V – коефіцієнт варіації, %; P = 0,05.

Таблиця 2

Середньостатистичні дані про рухомі форми мікроелементів у ґрунтах лісових біогеоценозів долинно-терасового ландшафту (горизонт 0–50 см)

| Ґрунт (місцезнаходження біогеоценозу) | Мікроелементи, мг/кг | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|------|
| | Mn | | Ti | | Cr | | Ni | | Mo | | V | | Cu | |
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Заплавний лучно-лісовий (центральна заплава) | 23,0 | 3,2 | 172 | 0,5 | 1,4 | 2,1 | 5,7 | 15 | 0,4 | 38 | 2,3 | 10 | 6,0 | 29,0 |
| Дерново-боровий (арена) | 3,5 | 1,2 | 219 | 3,8 | 0,8 | 4,0 | 5,4 | 23 | 0,8 | 46 | 0,2 | 25 | 3,8 | 32,0 |
| Солончак лучно-лісовий (центральна заплава) | 18,0 | 3,0 | 202 | 0,7 | 2,8 | 3,6 | 2,0 | 7 | 0,5 | 28 | 7,0 | 17 | 5,2 | 8,3 |

Примітка. 1 – вміст елемента в мг/кг; 2 – вміст елемента в процентах від валової форми.

Серед вивчених ґрунтів, різних за механічним складом, походженням, фізичними і хімічними властивостями, слід виділити солончак лучно-лісовий з відносно низькою рухомістю міді (8,3 %) і нікелю (7 %). Найбільш висока рухомість важких металів властива дерново-боровим ґрунтам арени (Цветкова, 1992, 2013).

Важкі метали (мікроелементи) у ґрунтах біогеоценозів привододільно-балкового ландшафту справжніх степів України. Ґрунти під лісовою рослинністю в байраках дуже різноманітні. На плакорі в міжбайрачних просторах формуються чорноземи звичайні, у верхній частині схилів – змиті чорноземи лісові, у нижній – делювіальні ґрунти тальвегу, переважно лугового типу ґрунтоутворення, а ґрунти гирла байраків – лугового і болотного типу (Бельгард, 1950).

Під штучними насадженнями різного типу утворюються чорноземи звичайні лісопокрашені (Стадниченко, 1960). До байрачних лісів О. Л. Бельгард відносить також діброви, що покривають річкові схили корінного берега, пристін. У байраках формуються чорноземи лісові.

Важкі метали визначені в ґрунтах південних байрачних лісів південного сходу України, розташованих на території Нікольського лісництва (колишня порогова частина Дніпра); у ґрунтах північних байрачних лісів лівобережжя Дніпра – байраках Присамар'я в межах Відрадненського і Червоноліського лісництв Дніпропетровської області, у ґрунтах штучних лісових масивів на еродованих схилах та плакорі. Як еталонні ґрунти досліджені чорноземи звичайні.

Просторовий розподіл важких металів (мікроелементів) у зазначених ґрунтах і ґрунтоутворюючих породах свідчить про те, що ґрунтоутворюючі породи (табл. 3) байрачних лісів північного і південного варіантів близькі за вмістом усіх досліджених елементів, за винятком нікелю. Вміст нікелю приблизно в два рази вищий у ґрунтоутворюючих породах північних байрачних дібров у порівнянні з його вмістом у підґрунті байрачних дібров південного географічного варіанта.

Таблиця 3

Середньостатистичний інтервал варіювання мікроелементів у ґрунтоутворюючих породах привододільно-балкового ландшафту України

| Район дослідження | Порода | n | Мікроелементи, мг/кг | | | | | | |
|---|-----------------------------|----|----------------------|-------------------------|---------|-------|---------|--------|-------|
| | | | Mn | Ti | Cr | Ni | Mo | V | Cu |
| Байраки північного географічного варіанта | Леси і лесоподібні суглинки | 54 | 580–780 | (13–14)·10 ³ | 110–135 | 37–46 | 1,1–1,7 | 39–80 | 9–13 |
| Байраки південного географічного варіанта | Леси і лесоподібні суглинки | 66 | 540–670 | (10–14)·10 ³ | 91–100 | 15–20 | 1,2–1,6 | 40–110 | 11–14 |

Середньостатистичні дані про варіювання кількісного вмісту важких металів у ґрунтах природних і штучних біогеоценозів привододільно-балкового ландшафту степової зони України (табл. 4) показують, що в чорноземах звичайних України

Таблиця 4

Варіаційно-статистичні показники вмісту мікроелементів у корененасиченому горизонті ґрунтів лісових біогеоценозів приводолісно-байкового ландшафту (n = 34, p = 0,95)

| Район | Біогеоценоз | Група ґрунтів (Зонн, 1961) | Ґрунт, місцезнаходження | Показники | Мікроелементи, мг/кг | | | | | | | | | |
|--|---|----------------------------|---|-------------------|----------------------|----------------------|----|-----|----|-----|------|---|--|--|
| | | | | | Cu | Ti · 10 ³ | V | Cr | Ni | Mo | Mn | | | |
| Байраки південного варіанта (Нікольський) | Степова цілина на плакорі | Елювіальна | Чорнозем звичайний слабозмитий, плакор | \bar{x} V, % | 7 | 12 | 41 | 72 | 32 | 1,1 | 605 | | | |
| | Природна па кленова діброва зі сниттю | Транзитна | Чорнозем лісовий, схили байрака північної експозиції, середня третина | \bar{x} V, % | 37 | 6 | 45 | 26 | 50 | 36 | 40 | | | |
| | Природна па кленова діброва з широколистяв'ям | Наводно-підводна | Лучно-лісовий, тальвег байрака | \bar{x} V, % | 11 | 13 | 63 | 92 | 11 | 1,3 | 1008 | | | |
| | Степова цілина на плакорі | Елювіальна | Чорнозем звичайний, плакор | \bar{x} V, % | 42 | 32 | 27 | 17 | 20 | 38 | 31 | | | |
| | Штучне дубове насадження | Елювіальна | Чорнозем звичайний, плакор | \bar{x} V, % | 15 | 10 | 66 | 90 | 30 | 1,1 | 1045 | | | |
| | Природна липово-ясенева діброва | Транзитна | Чорнозем лісовий, схили байрака північно-західної експозиції | \bar{x} V, % | 7 | 21 | 6 | 10 | 60 | 16 | 6 | | | |
| Байраки північного варіанта (Капітанівський, Довгий Попаянський, Вандурка) | Степова цілина на плакорі | Елювіальна | Лучно-лісовий, тальвег байрака | \bar{x} V, % | 7 | 9 | 39 | 136 | 49 | 1,7 | 457 | | | |
| | Штучне дубове насадження | Елювіальна | Чорнозем звичайний, плакор | \bar{x} V, % | 40 | 20 | 22 | 23 | 20 | 5 | 52 | | | |
| | Природна липово-ясенева діброва | Транзитна | Чорнозем лісовий, схили байрака північно-західної експозиції | \bar{x} V, % | 10 | 16 | 43 | 135 | 58 | 1,2 | 763 | | | |
| | Природна в'язово-ясенева діброва | Наводно-підводна | Лучно-лісовий, тальвег байрака | \bar{x} V, % | 36 | 15 | 21 | 11 | 45 | 55 | 33 | | | |
| | Діброва на засолених ґрунтах | Наводно-підводна | Лучно-лісовий солонцевий хлоридосульфатний, гирло тальвегу байрака | \bar{x} V, % | 11 | 14 | 44 | 124 | 46 | 1,6 | 834 | | | |
| | | | | | \bar{x} V, % | 41 | 21 | 22 | 19 | 17 | 31 | 7 | | |
| | | | | \bar{x} V, % | 8 | 15 | 61 | 104 | 33 | 1,4 | 730 | | | |
| | | | | \bar{x} V, % | 22 | 21 | 23 | 19 | 62 | 21 | 12 | | | |
| | | | | \bar{x} V, % | 26 | 16 | 84 | 114 | 44 | 1,3 | 1031 | | | |
| | | | | \bar{x} V, % | 76 | 30 | 34 | 29 | 31 | 25 | 12 | | | |

міститься (в мг/кг): 7,0 міді; $(9-12) \cdot 10^3$ титану; 39–41 ванадію; 72–136 хрому; 32–49 нікелю; 1,1–1,7 молібдену і 457–605 мангану.

У чорноземі лісовому міститься (в мг/кг): 11 міді; $(13-14) \cdot 10^3$ титану; 44–63 ванадію; 92–124 хрому; 11–46 нікелю; 1,3–1,6 молібдену; 834–1008 мг/кг мангану.

В лучно-лісових ґрунтах – від 8 до 15 міді; $(10-15) \cdot 10^3$ титану; 61–66 ванадію; 90–104 хрому; 30–33 нікелю; 1,1–1,4 молібдену; 730–1045 мг мангану на 1 кг ґрунту.

У лучно-лісових засоленних ґрунтах підвищений вміст міді (26 мг/кг) і ванадію (84 мг/кг).

Численні дослідження мікроелементного складу ґрунтів вітчизняними та зарубіжними вченими (Пейве, 1964; Лукашов, 1966; Вернадський, 1922; Виноградов, 1957; Ковда, 1959, 1973; Полюнов, 1956; Перельман, 1975; Кабата-Пендіас, 1989; Жовинський, 2002; Wood, 1974; Alloway, 1995; Hooda, 2010) показали, що в процесі ґрунтоутворення відбувається перерозподіл мікроелементів за генетичними горизонтами ґрунтового профілю. Ступінь міграції елементів уздовж профілю визначається властивостями самого елементу, характером його з'єднань і умовами середовища, нарешті, важкі метали інтенсивно поглинаються живими організмами, своєрідно упорядковуються й одночасно перерозподіляються по компонентах біогеоценозу. В. І. Вернадський (1922) писав, що «на земній поверхні немає хімічної сили, більш постійно діючої, а тому й більш могутньої за своїми кінцевими наслідками, ніж живі організми, взяті в цілому».

Розподіл мікроелементів за профілем ґрунтів біогеоценозів привододільно-балкового ландшафту степової зони України відносно різноманітний, спостерігаються своєрідні коливання в кількісному рівні важких металів (мікроелементів) у різних генетичних горизонтах у межах типу і підтипу ґрунтів. У чорноземі звичайному (табл. 5) виявлене рівномірне зменшення вмісту мікроелементів за профілем із максимумом у гумусованому горизонті – горизонті Н (А), винятком є молібден.

Таблиця 5

Середній відносний вміст мікроелементів у чорноземі звичайному малогумусовому слабовилуженому середньосуглинному на лесоподібному суглинку

| Горизонт, см | | Мікроелементи | | | | |
|-------------------|---------|---------------|------|------|------|-------|
| | | Mn | Cr | Ni | Mo | Zn |
| H | 0–39 | 1,25 | 1,37 | 1,33 | 0,94 | 11,00 |
| Hp | 39–80 | 1,31 | 1,36 | 1,40 | 0,88 | 4,70 |
| Ph | 80–140 | 0,80 | 1,53 | 1,26 | 0,94 | 1,00 |
| P _{carb} | 140–200 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

У чорноземі звичайному лісопокрашеному (табл. 6) вміст мангану ($K_{СПП} = 2,1$) і ванадію ($K_{СПП} = 4,4$) значно збільшений, у порівнянні з чорноземом звичайним ($K_{СПП} = 1,25; 2,4$), що свідчить про їх інтенсивну біогенну акумуляцію рослинами лісових насаджень в умовах плакорного степу. Чорнозем лісовий (табл. 7) пакленової діброви містить у верхньому горизонті менше титану, хрому, ванадію, ніж ґрунтоутворюючі породи. Стосовно мангану, у формуванні його складу зазначених ґрунтів провідне місце належить біогенному фактору, за рахунок якого вміст даного мікроелементу в гумусованих горизонтах значно перевершує його вміст у нижніх горизонтах. Аналогічно акумулюються важкі метали в лучно-лісовому ґрунті тальвегу байрака (табл. 8).

У будь-якому байраку, який є елементом привододільно-балкового ландшафту, зосереджена велика різноманітність екотопів, відмінних від зональних степових. Схили байраку мають велике різноманіття середовищ існування в залежності від терасоутворення, крутості схилів та їх експозиції.

Таблиця 6

Середній відносний вміст мікроелементів у чорноземі звичайному лісопокрашеному на лесоподібному суглинку (лісосмуга)

| Горизонт, см | | Мікроелементи | | | | | | | | |
|-------------------|--------|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | Mn | Pb | Ti | Cr | Ni | Mo | V | Cu | Zn |
| H ₁ | 1–22 | 2,1 | 1,8 | 0,9 | 1,6 | 0,8 | 4,4 | 4,4 | 5,1 | 2,1 |
| H ₂ | 22–54 | 1,4 | 1,3 | 0,9 | 1,6 | 0,8 | 3,4 | 1,6 | 7,3 | 1,4 |
| Ph | 54–93 | 1,1 | 1,3 | 0,6 | 1,7 | 1,0 | 3,5 | 2,6 | 1,7 | 1,1 |
| P _{carb} | 93–300 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |

Байраки північного географічного варіанта – це в основному байраки правобережжя Самари, яке належить до північної частини Дніпропетровщини та характеризується більш вологим кліматом у порівнянні з іншою частиною області. Середня річна кількість опадів тут становить 450–480 мм. У цих умовах на схилах північної експозиції зростають липово-ясеневі діброви. На схилах південної експозиції з огляду на дефіцит вологи липово-ясеневі діброви замінюються берестово-ясеневими, які чергуються зі степовими цілинами. У тальвезі формуються в'язово-ясеневі діброви.

Таблиця 7

Середній відносний вміст мікроелементів у чорноземі лісовому вилуженому слаболесивованому середньосуглинному на делювіальних відкладеннях (середня третина схилу північної експозиції байраків південного варіанта, пакленова діброва зі сниттю)

| Горизонт, см | | Мікроелементи | | | | |
|-------------------|---------|---------------|-----|-----|-----|-----|
| | | Mn | Ti | Cr | V | Cu |
| H ₁ | 0–25 | 1,2 | 0,9 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| H ₂ | 25–80 | 1,2 | 0,9 | 0,8 | 0,8 | 1,0 |
| hP | 80–100 | 1,1 | 0,8 | 0,7 | 0,5 | 0,9 |
| P _{carb} | 140–200 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |

На прикладі байрака Довгий Попаснянський (північний варіант) показано зміну мікроелементного складу ґрунтів уздовж екологічного профілю, що перетинає байрак у середній частині з північного заходу на південний схід і являє собою сукупність пов'язаних місцезростань, різних за зволоженням і мінералізованістю ґрунтового розчину та за механічним складом ґрунтів.

Таблиця 8

Середній відносний вміст мікроелементів в лучно-лісових ґрунтах (байрак південного географічного варіанта, тальвег)

| Горизонт, см | | Мікроелементи | | | | |
|----------------|--------|---------------|------|------|------|------|
| | | Mn | Ti | Cr | V | Cu |
| H ₀ | 0–12 | 1,34 | 0,70 | 0,60 | 0,80 | 1,00 |
| H ₁ | 12–54 | 1,28 | 0,70 | 0,60 | 0,89 | 1,10 |
| Ph | 54–140 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

Свіжа липово-ясенєва діброва байрака розташована в середній третині схилу північно-західної експозиції. Ґрунт – чорнозем лісовий сильновилужений слаболесивований середньогумусовий середньосуглинний на делювіальних лесоподібних відкладеннях.

Вологувата в'язово-ясенєва діброва розташована в тальвезі байрака. Ґрунт – лугово-лісовий сильновилужений середньосуглинний на алювіально-делювіальних відкладеннях.

Наведемо кількісний вміст мангану в ґрунтах байрака Довгий Попаснянський, середній відносний вміст і розподіл за профілем ґрунтів (табл. 9). Як видно, вміст мангану в гумусованому горизонті свіжої липово-ясеневій діброві визначається біогенним накопиченням, у вологій в'язово-ясеневій діброві – вилугуванням і біогенною акумуляцією, причому провідним фактором у накопиченні мангану в ґрунтах даного типу є процес вилугування, що призводить до збіднення марганцем горизонтів акумуляції гумусових речовин.

Таблиця 9

Середньостатистичний абсолютний вміст мангану в ґрунтах байрака Довгий Попаснянський

| Місцезнаходження біогеоценозу | Біогеоценоз, тип лісорослинних умов | Горизонт, см | \bar{C} , мг/кг | $K_{СПП}$ |
|--|---|--------------|-------------------|-----------|
| Середня третина схилу північно-західної експозиції | Свіжа липово-ясенєва діброва, СГ ₂ | 0–20 | 890 | 1,21 |
| | | 30–40 | 714 | 0,98 |
| | | 55–65 | 846 | 1,15 |
| | | 85–95 | 780 | 1,06 |
| | | 190–200 | 733 | 1,00 |
| Тальвег байрака | Вологувата в'язово-ясенєва діброва, СГ ₂₋₃ | 0–10 | 860 | 0,53 |
| | | 20–30 | 846 | 0,53 |
| | | 75–85 | 862 | 0,53 |
| | | 130–140 | 819 | 0,51 |
| | | 150–160 | 1034 | 0,64 |
| | | 170–180 | 1000 | 1,00 |

Байрачні ліси південного географічного варіанта, прикладом яких може слугувати байрак Військовий, розташовані у більш посушливій частині області (420–450 мм опадів на рік), що зумовило випадіння з деревостану таких деревних видів, як ясен, клен гостролистий. Лісові біогеоценози тут представлені пакленовими (середня, нижня третина схилів і тальвег) і чорнокленовими (верхня третина схилу) дібровами.

Особливості поширення важких металів у ґрунтах досліджені в цьому байраку також у пов'язаних типах біогеоценозів екологічного ряду за гігротопом і трофотопом.

У байраках південного географічного варіанта на південних схилах, інтенсивно еродованих, часто знаходять притулок степові цілинки. Ґрунт степових цілинок південних схилів байраків багаторазово аналізувався паралельно з ґрунтами дібров цих же схилів з метою з'ясування впливу лісу на ґрунти в умовах еродованих схилів степової України. Одна з таких характерних цілинок розташована на схилі 15° південної експозиції. Тип лісорослинних умов – суглинок сухий (СГ₀₋₁) (раніше в аналогічних умовах розглядалася чорнокленова діброва).

Трав'янистий покрив добре розвинений. Домінуючими видами є: типчак Беккера, ковила Лессінга, вейник наземний, пупавка російська, шавлія поникла та ін. Загальне покриття – 75 %. Ґрунт – чорнозем звичайний середньозмитий слабокарбонатний малогумусовий середньосуглинний на лесоподібних суглинках. Підстилка представлена одним горизонтом із сухого калдану і нанесеного листя дуба.

Абсолютний валовий вміст важких металів (мікроелементів) у ґрунтах біогеоценозів байрака Військовий представлений у табл. 10.

Кореляційний зв'язок важких металів (мікроелементів) з фізико-хімічними властивостями ґрунтів байраків. У ґрунтах лісових біогеоценозів байраків паралельно з визначенням кількісного вмісту важких металів досліджувався механічний склад ґрунтів, кількість і склад гумусу, ємність поглинання і гідролітична кислотність ґрунтового розчину.

Таблиця 10

Середньостатистичний абсолютний вміст мікроелементів у ґрунтах біоценозів байрака Військовий

| Місцезнаходження біоценозу | Біоценоз, тип лісорослинних умов | Ґрунт | Ґрунтовий горизонт | Мікроелементи | | | | | |
|------------------------------|--|--|--------------------|---------------|--------------------|-----|-----|----|--|
| | | | | Mn | Ti·10 ³ | Cr | V | Cu | |
| Верхня третина схилу півн/з | Чорнокленова діброва з грятницею, СГ ₁₋₂ | Чорнозем лісовий сильновилужений сильнолесивований середньогумусовий | 0-20 | 1460 | 20 | 107 | 100 | 18 | |
| | | | 45-55 | 1610 | 18 | 113 | 93 | 20 | |
| | | | 110-120 | 1170 | 21 | 97 | 96 | 20 | |
| | | | 180-200 | 1000 | 21 | 90 | 96 | 9 | |
| Середня третина схилу півн/з | Пакленова діброва зі сниттю, СГ ₂ | Чорнозем лісовий вилужений слаболесивований середньогумусовий | 0-25 | 1000 | 9,1 | 78 | 61 | 17 | |
| | | | 70-80 | 1020 | 9,5 | 80 | 64 | 20 | |
| | | | 130-140 | 970 | 7,8 | 70 | 46 | 18 | |
| | | | 200-210 | 840 | 10 | 98 | 77 | 20 | |
| Нижня третина схилу півн/з | Пакленова діброва зі сниттю, СГ ₂ | Чорнозем лісовий слабовилужений середньогумусовий | 0-25 | 1150 | 9,2 | 75 | 75 | 16 | |
| | | | 60-65 | 690 | 9,4 | 91 | 70 | 16 | |
| | | | 60-90 | 753 | 9,7 | 84 | 70 | 16 | |
| | | | 140-150 | 640 | 10 | 84 | 70 | 14 | |
| Тальвег | Пакленова діброва з широколистяв'ям, СГ ₂ | Лучно-лісовий середньогумусовий суглинистий | 0-10 | 1040 | 9,7 | 92 | 66 | 14 | |
| | | | 45-55 | 1000 | 9,7 | 90 | 71 | 15 | |
| | | | 120-130 | 780 | 14 | 137 | 80 | 14 | |
| | | | 0-25 | 880 | 9,1 | 100 | 76 | 13 | |
| Нижня третина схилу півн/з | Пакленова діброва, СГ ₁ | Чорнозем лісовий слабовилужений малогуmusовий | 45-55 | 930 | 11,9 | 98 | 75 | 15 | |
| | | | 0-25 | 1100 | 26 | 115 | 190 | 16 | |
| Середня третина схилу півн/з | Чорнокленова діброва, СГ ₁ | Чорнозем лісовий карбонатний середньогумусовий | 70-80 | 840 | 21 | 127 | 190 | 17 | |
| | | | 150-160 | 850 | 22 | 117 | 191 | 17 | |
| Середня третина схилу півд/з | Степова цілина С ₀₋₁ | Чорнозем звичайний середньозмитий карбонатний | 0-20 | 800 | 19,5 | 109 | 156 | 18 | |
| | | | 150-160 | 700 | 20 | 140 | 180 | 19 | |
| Верхня третина схилу півд/з | Чорнокленова діброва, С ₀₋₁ | Чорнозем лісовий карбонатний середньогумусовий середньосуглинистий | 0-20 | 620 | 11,5 | 81 | 104 | 15 | |
| | | | 40-50 | 500 | 11,7 | 102 | 113 | 13 | |
| | | | 140-150 | 530 | 12 | 130 | 190 | 19 | |
| Верхня третина схилу півд/з | Степова цілина, С ₀₋₁ | Чорнозем звичайний середньозмитий | 0-15 | 670 | 13 | 84 | 106 | 15 | |
| | | | 40-50 | 360 | 13 | 120 | 190 | 14 | |
| | | | 140-150 | 460 | 8 | 70 | 74 | 12 | |

Статистична обробка експериментальних даних фізико-хімічного аналізу байрачних ґрунтів показала відсутність зв'язків титану з гумусом, тісний кореляційний зв'язок з мулистою фракцією ($r = 0,8$; $n = 39$) і слабкий – з сумою поглинених основ ($r = 0,54$; $n = 39$); виявила наявність достовірного зв'язку вмісту мангану в ґрунті зі вмістом його в породі ($r = 0,84$), слабкого – з активною реакцією середовища ($r = 0,22$), тісного – з гумусом ґрунту ($r = 0,67$) при $n = 28$. Отже, основними чинниками, що визначають вміст мангану в ґрунтах, слід уважати його кількість у материнській породі і наявність гумусу в ґрунті.

Кореляція міді в байрачних ґрунтах з фракцією фізичної глини ($r = 0,76$), з її вмістом у ґрунтоутворюючій породі ($r = 0,81$) і гумусом ($r = 0,50$) при $n = 47$ дуже тісна. Отримані дані про зв'язок міді з фракцією фізичної глини узгоджуються з результатами досліджень ряду авторів (Орлова, 1965; Дубиковский, 1965; Шведас, 1966; Кабата-Пендиас, 1989; Жовинский, 2002 тощо).

Статистичні розрахунки кореляції ванадію з такими показниками ґрунту, як фракція фізичної глини, активна реакція ґрунтового розчину, сума поглинених основ і гумус, показали, що вони мало впливають на вміст даного слідового елемента в ґрунті, відповідні коефіцієнти кореляції недостатньо і малі.

Рухомі форми важких металів у ґрунтах і ґрунтоутворюючих породах лісових біогеоценозів привододільно-балкового ландшафту південного сходу степової зони України. Кількість рухомих форм мікроелементів у ґрунті широко варіює не тільки в просторі, але і в часі. Варіювання в просторі пов'язане зі вмістом валових форм мікроелементів, кількістю гумусу, карбонатів, мулистою фракцією тощо. Найбільша кореляція зазвичай простежується між вмістом рухомих і валових форм важких металів.

У ґрунтах привододільно-балкового ландшафту міститься 4–60 мг рухомого мангану; 180–210 титану; 0,1–1,0 хрому; 0,8–5,7 нікелю; 0,1–0,7 молібдену; 4–8 ванадію і 1,5–7,5 мг міді на 1 кг сухого ґрунту.

За величиною рухомості в ґрунтах лісових біогеоценозів степової зони України мікроелементи розташовуються у відносно стабільний ряд, де перше місце займає молібден (12–35 %), друге – мідь (8–45 %), найменш рухомими з усіх вивчених елементів виявилися хром (0,08–1,6 %) і титан (1,2–2,5 %).

За розподілом рухомих форм елементів уздовж профілю досліджені ґрунти поділяються аналогічно розподілу за валовими формами на ґрунти з підвищеним вмістом мікроелементів у гумусно-аккумулятивному горизонті (чорноземи лісові) або в ілювіальному горизонті (лучно-лісові).

Вміст і динаміка важких металів (мікроелементів) в основних деревних породах природних біогеоценозів південного сходу степової зони України. У рослинах степових і лісових біогеоценозів південного сходу степової України встановлені межі варіювання мангану – 9–44 мг/кг абсолютно-сухої речовини; плумбуму – 0,4–6,7; титану – 3–230; хрому – 3–26; нікелю – 1–24; молібдену – 0,7–4,5; ванадію – 0,2–22,0 і міді – 2,5–68,0 мг/кг. Значні коливання вмісту важких металів (мікроелементів) у деревних і трав'янистих рослинах лісових біогеоценозів у степу пояснюються індивідуальними особливостями рослин, а також запасами рухомих форм сполук мікроелементів та окисно-відновними процесами в ґрунті.

Степова зона України, де велика увага приділяється збереженню та створенню високопродуктивних і стійких лісових насаджень, за правом вважається колискою степового лісорозведення. Тут близько 40 % всієї лісової площі припадає на дїброви.

Практичні рекомендації, що застосовуються для заліснення, стосуються, як правило, дуба звичайного і його типових супутників: ясеня звичайного, клена польового, клена гостролистого, липи дрібнолистої (тут і далі назви рослин наведені згідно з номенклатурою С. К. Черепанова). Крім цих порід, для посадок використовується сосна, акація біла та інші породи. Досліджено мікроелементний

склад основних деревних порід штучних насаджень і природних лісових біогеоценозів степу.

Мікроелементи визначені в одновікових (50–60 років) деревних породах природних байрачних, пристінних і заплавних дібров Присамар'я (табл. 11), а також в деревних породах притерасних вільшаників і аренних лісів (табл. 12).

Таблиця 11

Середньостатистичні границі ($\bar{C} \pm \sigma$) варіювання важких металів у листі провідних деревних порід природних дібров степу

| Мікроелемент | Вміст елемента в деревних породах, мг/кг | | | | |
|--------------|--|---------------|-------------------|-----------------|-----------|
| | Дуб звичайний | Клен польовий | Клен гостролистий | Ясень звичайний | Бересклет |
| Плюмбум | 1,6±0,6 | 2,2±0,5 | 1,9±0,6 | 1,5±0,5 | 2,2±0,9 |
| Манган | 317±108,0 | 531±281,0 | 397±274,0 | 30,4±12,5 | 132±63,0 |
| Титан | 34±9,0 | 19±6,0 | 37±21,0 | 32,4±8,6 | 152±11,0 |
| Хром | 7,5±1,9 | 9,7±1,8 | 10,4±1,9 | 6,2±1,4 | 11±2,0 |
| Нікель | 5,3±1,0 | 4,9±1,6 | 5,3±1,0 | 4,2±1,0 | 6,7±1,6 |
| Молібден | 1,9±0,3 | 2,3±0,5 | 2,7±1,2 | 1,6±0,7 | 4,3±0,5 |
| Мідь | 14,0±4,0 | 29±7,0 | 13,0±6,7 | 8,3±4,8 | 17,2±1,5 |

Примітка. \bar{C} – середньоарифметичний вміст елемента; σ – межі коливань середнього арифметичного при довірчій вірогідності 0,95.

Ступінь акумуляції мікроелементів відрізняється для різних деревних порід. У найбільшій кількості в листі дуба звичайного, клена польового, клена гостролистого, вільхи клейкої, сосни звичайної накопичується манган – життєво необхідний біогенний елемент; у листі ясеня зеленого і береста – титан; у мінімальній кількості всі досліджені рослини містять плюмбум. За абсолютним вмістом у листі деревних рослин природних насаджень південного сходу України мікроелементи утворюють такий спадний ряд: (манган, титан, мідь), хром, ванадій, нікель, молібден, плюмбум. Елементи в дужках можуть мінятися місцями.

Таблиця 12

Середньостатистичні границі ($\bar{C} \pm \sigma$) варіювання важких металів у листі (хвої) деревних порід вільшаника (притерасся) і аренних лісів

| Мікроелемент | Вміст елемента, мг/кг | | |
|--------------|-----------------------|---------------------|----------------|
| | Вільха клейка | Береза бородавчаста | Сосна звичайна |
| Плюмбум | 1,4±0,4 | 1,8±0,6 | 2,3±0,8 |
| Манган | 100±68 | 493±179 | 338±113 |
| Титан | 37,1±13,3 | 33,1±17,6 | 16,3±5,7 |
| Хром | 7,7±1,3 | 10,6±4,1 | 7,7±2,1 |
| Нікель | 4,2±1,4 | 6,6±2,1 | 3,2±0,8 |
| Молібден | 1,3±0,4 | 1,3±0,4 | 0,9±0,8 |
| Ванадій | 4,5±0,8 | 2,2±0,6 | 5,6±1,9 |
| Мідь | 15,8±2,6 | 11,1±3,4 | 8,5±2,5 |

Окремі частини рослин дуже суттєво відрізняються за вмістом важких металів. Як правило, вміст важких металів у листі деревних порід у багато разів перевершує їх кількісний вміст у деревині (табл. 13). Це узгоджується з роботами ряду авторів (Долобовская, 1968; Виноградов, 1952 тощо). За вмістом важких металів надземні органи дуба звичайного складають такий висхідний ряд: деревина – гілки – кора – листя; сосни звичайної: деревина – кора – гілки – хвоя.

У хвої сосни більше мангану і менше титану, нікелю, молібдену і міді, ніж у листі дуба звичайного. Вміст плюмбуму і хрому в обох породах рівнозначний.

Вміст мікроелементів в органах деревних порід Присамар'я

| Деревна порода, біогеоценоз | Мікроелемент | Вміст мікроелементів, мг/кг | | | | |
|---|--------------|-----------------------------|-------|-------|----------|-------|
| | | Листя (хвоя) | Гілки | Кора | Деревина | Корні |
| Дуб звичайний, липово-ясенева діброва центральної заплави | Плюмбум | 1,6 | 0,6 | 1,5 | 0,1 | 3,3 |
| | Манган | 279,0 | 129,0 | 260,0 | 7,0 | 326,0 |
| | Титан | 23,5 | 15,4 | 19,0 | 1,4 | 162,0 |
| | Хром | 6,7 | 4,9 | 5,7 | 0,4 | 7,2 |
| | Нікель | 5,3 | 2,8 | 3,2 | 1,0 | 3,9 |
| | Молибден | 3,0 | 0,7 | 1,0 | 0,1 | 2,0 |
| | Мідь | 16,0 | 8,2 | 4,0 | 1,8 | 9,6 |
| | Ванадій | 5,0 | 9,2 | 10,6 | 1,1 | 30,6 |
| Сосна звичайна, сухуватий бор на арені | Плюмбум | 1,8 | 0,6 | 0,3 | 0,15 | 3,2 |
| | Манган | 365,0 | 165,0 | 142,0 | 16,0 | 405,0 |
| | Титан | 14,5 | 9,0 | 4,2 | 1,5 | 51,4 |
| | Хром | 6,1 | 3,8 | 2,6 | 0,4 | 8,8 |
| | Нікель | 3,1 | 1,5 | 1,3 | 0,2 | 5,9 |
| | Молибден | 1,1 | 0,7 | 0,6 | 0,1 | 0,5 |
| | Мідь | 6,9 | 5,4 | 2,2 | 0,3 | 10,6 |
| | Ванадій | 5,6 | 6,7 | 3,3 | 0,6 | 8,9 |

Дуже цікаво, що для забезпечення життєвих функцій менш вимоглива до ґрунтових умов сосна повинна підтримувати в своєму асимілюючому апараті вищу, ніж дуб звичайний, концентрацію мангану, кількість якого в 7–8 разів менша в ґрунтах сухуватого бору в порівнянні з ґрунтами центральнозаплавної липово-ясенєвої діброви.

Відомо, що манган відіграє велику роль в азотному обміні (Школьник, 1974). Інтенсивне поглинання сосною мангану, вірогідно, компенсує недостатнє постачання її азотом, що є головною причиною зниження продуктивності соснових лісів.

З метою вивчення впливу умов на мікроелементний склад дуба звичайного, встановлення діапазону оптимуму елементів у листі досліджено вміст мікроелементів у листі одновікових особин дуба звичайного, який зростає в жорстких засолених лісорослинних умовах (галофітоїдна діброва на ґрунтах лучно-лісових солонцевих заплави річок Самари та Орелі) та оптимальних (липово-ясенєва діброва на лучно-лісових ґрунтах центральної заплави) (табл. 14).

У жорстких умовах існування, де дуб погано росте, в його листі при відносно рівному вмісті титану, хрому, нікелю і молибдену міститься в 1,4 разу більше міді і в 1,5 разу менше мангану.

Звідси виходить таке: 1) в умовах посушливого клімату південного сходу України долинно-терасового ландшафту для розвитку дуба звичайного, основної лісоутворюючої породи, необхідно: вміст мангану в інтервалі 260–420 мг/кг сухого листя, міді – 7,7–10,8 мг/кг, титану – 66–69 мг/кг, хрому – 9,6–9,9 мг/кг, нікелю – 5–6 мг/кг і молибдену – 1,3–1,7 мг/кг; 2) при погіршенні ґрунтових умов, наприклад при переході від лучно-лісових ґрунтів до лучно-лісових засолених, вміст мангану в листі дуба звичайного падає; 3) низькі величини вмісту мангану в листі дуба відповідають незадовільному його вмісту в ґрунті, що викликає різке пригнічення росту дуба. Посилене живлення сприяє посиленню ростових процесів і одночасно підвищує концентрацію мангану і знижує концентрацію міді в листі.

Відомо, що після досягнення оптимальної концентрації подальше постачання рослини елементом може викликати збільшення його концентрації в листі, але не позначається на ростових процесах чи навіть гальмує зростання.

Дуже важливо знайти оптимальну величину елемента в листі (хвої), що сприяє максимальному зростанню рослини. Однак оптимальна концентрація не є строго

визначеною величиною, вона змінюється в широких межах залежно від ряду умов, наприклад від забезпеченості рослини іншими елементами.

Таблиця 14

Динаміка вмісту мікроелементів у листі дуба звичайного в залежності від лісорослинних умов (мінералізованості едафотопу)

| Деревна порода, біогеоценоз | Тип лісорослинних умов | Вміст мікроелементів у листі, мг/кг | | | | | |
|---|---|-------------------------------------|-------|---------|-------|---------|----------|
| | | Mn | Ti | Cr | Ni | Mo | Cu |
| Дуб звичайний, липово-ясенєва діброва (заплава) | Суглинок свіжий, СГ ₂ | 420±47 | 66±12 | 9,9±1,8 | 5±2,0 | 1,3±0,6 | 7,7±1,2 |
| Дуб звичайний, галофітоїдна діброва (заплава) | Суглинок свіжий, солоний, СГ ₂ 3 | 260±31 | 60±14 | 9,6±1,8 | 6±1,9 | 1,7±0,3 | 10,8±1,6 |

Оптимальну концентрацію елементів виявляють у листі (хвої) деревних насаджень двома способами: шляхом дослідів, де поступово збільшуються дози добрив, або порівнянням даних, отриманих на ряді ділянок природних лісів або культур різної продуктивності (другий спосіб був використаний у КЕДУ). Передбачається, що в деревостанах, зростання яких обмежено нестачею будь-якого елемента, даний елемент буде менше міститися перш за все в листі (хвої), і йому можна приписати основну роль у погіршенні росту деревної породи. Хоча в природних умовах з'ясуванню цього зв'язку може заважати ряд причин.

Потреби рослин у мікроелементах обумовлюються зовнішніми чинниками, а також залежать від віку і стадії розвитку рослини.

Взаємозв'язок мікроелементного складу рослин з їх віком добре прослідковується при аналізі листя деревних порід Присамар'я різних вікових ступенів (табл. 15).

Отримані результати аналізу рослин лісових біогеоценозів свідчать про те, що в старіючих рослинах зменшується кількість плюмбуму (дуб звичайний 20-річний містить 3,1 мг плюмбуму на 1 кг повітряно-сухого листя, 120-річний – тільки 1,8 мг; сосна звичайна 5-річна – 2,8 мг, а 40–60-річна – 1,8 мг плюмбуму), мангану, хрому, нікелю, міді та зростає кількість ванадію і титану.

Таблиця 15

Динаміка вмісту важких металів у листі деревних порід залежно від їх віку

| Деревна порода | Вік, роки | Вміст мікроелементів, мг/кг | | | | | | |
|-------------------|-----------|-----------------------------|-----|------|------|-----|------|------|
| | | Pb | Mn | Ti | Cr | Ni | V | Cu |
| Дуб звичайний | 10–20 | 3,1 | 590 | 20,9 | 9,7 | 7,3 | 2,4 | 52,7 |
| | 100–120 | 1,8 | 455 | 33,8 | 6,9 | 4,7 | 15,8 | 14,4 |
| Клен польовий | 10–20 | 2,6 | 451 | 17,1 | 10 | 5,4 | 0,3 | 43,7 |
| | 50–60 | 2,3 | 419 | 19,5 | 9,9 | 4,2 | 0,6 | 19,4 |
| Клен гостролистий | 10–20 | 2 | 348 | 17 | 10,7 | 6 | 1,1 | 17,8 |
| | 50–60 | 1,9 | 200 | 35,5 | 10,1 | 4,8 | 2 | 9,4 |
| Сосна звичайна | 5–9 | 2,8 | 469 | 6 | 4,2 | 6,3 | 0,7 | 23,1 |
| | 13–19 | 2,4 | 410 | 10,1 | 5,4 | 2,9 | 5,7 | 5,6 |
| | 50–60 | 1,8 | 211 | 24 | 7,5 | 2,6 | 6,3 | 6,3 |

Міграція речовин та металів у лісових біоценозах Присамар'я. З 1975 року в КЕДУ інтенсивно досліджується міграція (кругообіг) речовин і конкретних металів у системі «грунт – рослина» природних і штучних лісових біогеоценозів та різнотравно-кострицево-ковилового степу. Установлено два типи кругообігу речовин: інтенсивний – у межах різнотравно-кострицево-ковилового степу, загальмований і сильнозагальмований – у байрачних, пристінних, прируслівих, центральнозаплавних дібровах, свіжих суборях і сухих борах.

На фоні інтенсивного кругообігу речовин різнотравно-кострицево-ковилового степу формується загальмований кругообіг мангану, плюмбуму, міді, інтенсивний – нікелю, хрому, сильнозагальмований – титану.

У природних байрачних, заплавних, пристінних і аренних лісах, де рослинні умови фітоценозу відрізняються від степової цілини, створюються абсолютно нові типи кругообігів мікроелементів – металів і речовин: тип кругообігу речовин і багатьох мікроелементів тут загальмований і сильнозагальмований. Час розкладання мертвих рослинних залишків варіюється від 2,1 до 6,3 року. Мінімальна швидкість розкладання мертвих рослинних залишків спостерігається в сосновому борі (індекс інтенсивності – 6,3), потім швидкість розкладання зростає в напрямку: субір (індекс 5,9), прирусліві і центральнозаплавні діброви (індекс 3,6–3,9), пристінні, байрачні біогеоценози (індекс 2,1–2,3).

Мінімальна інтенсивність кругообігу в досліджених природних біогеоценозах характерна для титану, максимальна – для мангану.

У штучних лісових насадженнях степової зони України в процесі формування кругообігу речовин велику роль відіграють властивості едафотопу і світлова структура насадження. Наприклад, при однакових умовах зволоження (плакор) біологічний кругообіг речовин у штучному дубовому насадженні тіньової структури більш загальмований (індекс 4,3; бал VI), ніж у штучному гледичієвому насадженні освітленої структури (індекс 2,2; бал VI).

Установлено взаємозв'язок показників біокругообігу речовин і окремих мікроелементів у лісових біогеоценозах справжніх степів із парцелярною структурою біогеоценозу, вологістю ґрунтів і світловою структурою насадження.

Створюючи перспективні штучні насадження в степу, слід не лише ретельно підбирати деревні породи, а й досліджувати гідрорежим вихідних лісорослинних умов у степу.

Складено математичні вирази (рівняння регресії), що дозволяють визначити в різнотравно-злакових парцелях сухуватого бору величину опаду і підстилки при певному рівні ґрунтових вод (Цветкова, 2013).

В акацієвих штучних насадженнях, ідентичних за типом деревостану і віку, які перебувають у різних лісорослинних умовах (Бельгард, 1971), визначено залежність запасів листового опаду і підстилки від характеру світлового режиму під пологом лісу і світлового стану насадження.

Метали в ґрунтах великих міст. Співробітниками КЕДУ проведено аналіз деяких ґрунтів мегаполісів Києва і Дніпропетровська у зв'язку із забрудненням їх важкими металами – мікроелементами.

У 70-х роках ХХ століття досліджувалися зелені насадження, які відіграють істотну роль в очищенні повітряного басейну цих міст від шкідливих речовин, що містяться у викидах автотранспорту і виступають природним бар'єром на шляху вихлопних газів автомашин.

У місті Дніпропетровську ретельно визначається вміст металів у ґрунтах центральних магістралей, рекреаційних, сельбищних і промислових зон.

У перші десятиліття ХХІ століття досліджуються біоекологічні особливості поширення важких металів в урбосистемах промислового Дніпродзержинська (Клименко, 2007) і Кременчука (Сараненко, 2007).

Виконано моніторингові дослідження мікроелементів у компонентах природних і штучних лісових і степових біогеоценозів і міських урбосистем південного сходу степової зони України (Якуба, 2006; Цветкова, 2013; Гунько, 2010 року; Тагунова, 2012) з метою виявлення змін, що відбулися в мікроелементному складі ґрунтів у результаті техногенезу (посадка штучних лісонасаджень, викиди металургійних, машинобудівних, хімічних та інших підприємств, побутові відходи, автотранспорт та ін.). Дано узагальнену інформацію про ґрунти Дніпропетровської області за вмістом металів – мікроелементів.

За 65 років творчого існування КЕДУ визначено вміст мікроелементів у рослинах, опаді, лісовій підстилці, ґрунтах різних типів лісу справжніх степів України, розраховано показники біологічного кругообігу (інтенсивність і ємність) мангану, титану, хрому, нікелю, міді, плюмбуму в системі «рослина – опад – лісова підстилка – ґрунт» у природних і штучних біогеоценозах степової зони: різнотравно-кострицево-ковиловому степу, природних пристінних, байрачних та заплачних дібровах, борах і суборах, штучних дубових, білоакацієвих, гледичієвих насаджень плакору і пристіну, а також у насадженнях на ділянці лісової рекультиваци Західного Донбасу.

Визначено кореляційний зв'язок показників біологічного кругообігу речовин і мікроелементів зі структурою біогеоценозу і вихідними лісорослинними умовами.

Установлено, що валовий вміст мангану в ґрунтах лісових біогеоценозів зони справжніх степів України варіює від 723 до 1045 мг на 1 кг абсолютно сухого ґрунту; титану – $(9,8-16,0) \cdot 10^3$; хрому – 72–135; нікелю – 22–58; молібдену – 1,2–1,6 і міді – 10–25 мг/кг.

У деревних і трав'янистих рослинах лісових і степових біогеоценозів зони справжніх степів України вміст мангану варіює в інтервалі 9–994 мг на 1 кг абсолютно сухої речовини; титану – 3–230; міді – 2,5–66,0; хрому – 2–26; нікелю 1–24; ванадію – 0,2–22; плюмбуму – 0,4–6,7 і молібдену – 0,7–4,5 мг/кг.

За величиною коефіцієнта біологічного поглинання мангану і ванадію деревні породи розташовуються в такий низхідний ряд: сосна звичайна, береза повисла, клен польовий, дуб звичайний, липа дрібнолиста, клен гостролистий, вільха клейка, ясен звичайний.

У всіх дослідях із дослідження важких металів (мікроелементів) у деревних породах манган і мідь виступають антагоністами: зростає вміст мангану в рослинах – падає вміст міді. Аналогічна закономірність характерна для коефіцієнта біологічного поглинання мангану і міді деревними породами.

Середовищеперетворювальний вплив штучного дубового лісу тіньової структури в сухуватих позиціях значно перевершує вплив штучного акацієвого насадження сухуватого типу напівосвітленої структури на степове середовище. У свіжуватих умовах акація біла може конкурувати з дубом у сухуватих позиціях за середовищеперетворювальним впливом на степовий стан, за запасами загальної фітомаси і мікроелементів: міді, хрому, мангану, нікелю і плюмбуму.

В акацієвому насадженні сухуватого типу загальна фітомаса деревостану – 4,1 т/га, у насадженні білої акації свіжуватого типу – 31,8 т/га, у дубовому насадженні сухуватого типу – 30,8 т/га. Запаси міді, хрому, мангану, нікелю, плюмбуму (г/кг) в акацієвому насадженні сухуватого типу відповідно 45, 20, 153, 61, 41; в акацієвому насадженні свіжуватого типу – 504, 220, 1966, 193, 99; у дубовому насадженні сухуватого типу – 248, 62, 3473, 75, 127.

Насипні ґрунти ділянки лісової рекультиваци достовірно відрізняються за вмістом мікроелементів: мангану, титану, хрому, нікелю і міді. Середньозважений вміст мангану становить 129, титану – 6237, хрому – 3,2, нікелю – 69,1 міді – 42,1 мг на 1 кг насипних ґрунтів із шахтної породи та 446, 7200, 0,88, 52,8, 316,9 відповідно в насипних ґрунтах із шахтної породи, чорнозему та піску.

Зростання деревних, чагарникових порід і акумуляція мікроелементів рослинами на ділянці лісової рекультиваци кореляційно пов'язані з вмістом

мікроелементів у насипних едафотобах. Найбільш інтенсивно манган акумулюється рослинами на шахтній породі. Зі збільшенням вмісту мангану в насипних ґрунтах коефіцієнт його біологічного поглинання деревними породами падає.

У природних біоценозах підзони справжніх степів України спостерігаються два типи біологічних кругообігів органо-мінеральних речовин: інтенсивний – у межах різнотравно-ковилового степу (середній індекс 0,4) та в різному ступені загальмований – у байрачних, пристінних, приуслівих, центральнозаплавних дібровах, свіжих суборах і сухих борах (індекс 2,1–6,9).

Кругообіг окремих мікроелементів (мангану, титану, хрому, нікелю, міді та свинцю) у лісових біогеоценозах зміщується в бік гальмування по відношенню до біокругообігу речовин у цілому, у ряді лісових біогеоценозів належить до сильно загальмованого і навіть застійного типу.

Згідно з опадо-підстилковим коефіцієнтом найшвидша деструкція підстилок відбувається в степових біогеоценозах. У штучних дубових, акацієвих і гледичієвих насадженнях речовини затримуються на поверхні ґрунту підстилкою на 2–3 роки, у природних дібровах пристіну і заплави – на 3–4 роки, а в сухих борах і свіжих суборах – до 6 і більше років. Мінеральна частина підстилки і мікроелементи, що входять до неї, консервуються на більш тривалі терміни – від 9 і більше років. Час перебування мікроелементів у підстилці визначається їх хімічними властивостями, типом біогеоценозу та екологічними умовами.

У штучних лісових біогеоценозах підзони справжніх степів у формуванні біологічного кругообігу речовин і окремих мікроелементів велика роль належить світловій структурі насадження. У насадженнях напівосвітленої структури (насадження акації білої) у порівнянні з тінговою (дубові) кругообіг речовин і окремих мікроелементів зсувається в бік інтенсифікації, тобто в бік кругообігу степових цілин.

У штучних лісових біогеоценозах кругообіг окремих мікроелементів аналогічний кругообігу органо-мінеральних речовин, але завжди зміщений так само, як і в природних, у бік гальмування.

На ділянці лісової рекультиваци Західного Донбасу ступінь гальмування кругообігу пов'язана з багатством насипного ґрунту. У насадженнях одного типу і віку величина індексу інтенсивності зростає на більш багатих насипних ґрунтах і швидкість вивільнення мікроелементів падає.

У хвойних штучних і природних насадженнях степу біологічний кругообіг речовин і окремих мікроелементів зміщується в бік гальмування в порівнянні з листяними біогеоценозами.

При проектуванні стійких насаджень у степу на аренах степових річок необхідно враховувати, поряд зі структурою, екологією і біологією деревних насаджень, також відмінності аренних місцезростань щодо рівня ґрунтових вод. При організації вертикального дренажу в якості заходів, спрямованих на підвищення продуктивності та збереження природних аренних лісів, рекомендується утримувати рівень ґрунтових вод на глибині 1,1–1,2 м. Змінюючи рівень ґрунтових вод у лісовому біогеоценозі арени, можна змінювати біологічний кругообіг речовин у бік загальмованого, властивого природному лісовому біогеоценозу.

Сприяючи розвитку різнотравно-злакових парцел у соснових екосистемах і змінюючи рівень ґрунтових вод, можна змістити кругообіг у бік інтенсифікації та наблизити його до типового інтенсивного кругообігу речовин степової цілини.

Розрахункові показники загального біокругообігу речовин і окремих мікроелементів можуть бути використані як показники ступеня адаптації лісу до степових умов.

Досліджено ґрунти ряду міст України (Київ, Дніпропетровськ, Кривий Ріг, Дніпродзержинськ, Кременчук) і показано ступінь забруднення їх мікроелементами – важкими металами, розраховано кореляційні зв'язки мікроелементів з фізико-

хімічними властивостями ґрунтів в умовах антропогенезу і показано їх відмінність від зв'язків, що виникли в умовах природного ґрунтоутворення.

Проведені дослідження в КЕДУ на основі типологічних принципів, розроблених О. Л. Бельгардом для штучних і природних лісів степової зони, певною мірою заповнюють прогалину в знаннях про особливості біологічного кругообігу речовин і окремих елементів у степовому лісі; відкривають нові можливості для більш обґрунтованих рекомендацій зі створення перспективних і стійких лісів в умовах семиаридного клімату.

Матеріали досліджень можуть бути використані при підбиранні деревних порід для лісової рекультиваци в районах видобутку корисних копалин, а також для створення штучних лісових насаджень у степу і містах України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Алексеев Ю. В. Тяжелые металлы в агроландшафте / Ю. В. Алексеев. – СПб.: Изд-во ПИЯФ РАН, 2008. – 142 с.

Аржанова В. С. Миграция и аккумуляция тяжелых металлов в гумидных природных экосистемах / В. С. Аржанова, П. В. Елпатьевский // Тяжелые металлы в окружающей среде и охрана природы: Материалы 2-й Всесоюз. конф. – М., 1988. – С. 87–92.

Бельгард А. Л. Лесная растительность юго-востока УССР / А. Л. Бельгард. – К., 1950. – 264 с.

Бельгард А. Л. Степное лесоведение / А. Л. Бельгард. – М., 1971. – 336 с.

Вернадский В. И. Химический состав живого вещества в связи с химией земной коры / В. И. Вернадский. – Петербург, 1922. – 268 с.

Виноградов А. П. Основные закономерности в распределении микроэлементов между растениями и средой / А. П. Виноградов // Микроэлементы в жизни растений и животных. – М., 1952. – С. 21–30.

Власюк П. А. Микроэлементы в обмене веществ и продуктивности растений / П. А. Власюк // Физиология и биохимия культурных растений. – К., 1972. – Вып. 10, № 4. – С. 45–54.

Войнар А. Н. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека / А. Н. Войнар. – М., 1960. – 416 с.

Волобуев В. Р. Содержание элементов в золе растений / В. Р. Волобуев // Изв. АН СССР. Серия «Биология». – 1966. – № 5. – С. 165–170.

Гулько С. О. Морфологічні особливості ґрунтів міста Дніпродзержинська / С. О. Гулько // Вісник Дніпропетровського університету. Серія «Біологія. Екологія». – Д., 2010. – С. 62–67.

Долобовская А. С. Определение содержания микроэлементов в золе растений спектральным методом / А. С. Долобовская, В. Ф. Ерко // Вопросы лесоводства и агролесомелиорации. – К., 1968. – С. 37–45.

Жовинский Э. Я. Геохимия тяжелых металлов в Украине / Э. Я. Жовинский, И. В. Кураева. – К., 2002. – 164 с.

Зырин Н. Г. Научные основы разработки предельно допустимых количеств тяжелых металлов в почвах / Н. Г. Зырин // Тез. докл. 7-го делегат. съезда Всесоюз. о-ва почвоведов, 9–13 сент. 1985 г. – Ташкент, 1985. – Т. 3. – С. 79–82.

Ильин В. Б. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области / В. Б. Ильин, А. И. Сысо. – Новосибирск, 2001. – 156 с.

Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – М., 1989. – 439 с.

Клименко Т. К. Біоекологічні особливості розподілу важких металів в урбосистемах промислового Дніпродзержинська / Т. К. Клименко // Автореф. дис. ... канд. біол. наук. – Д., 2007. – 16 с.

Ковда В. А. Микроэлементы в почвах Советского Союза / В. А. Ковда, И. В. Якушевская, А. Н. Тюриканов. – М., 1959. – 156 с.

Лукашев К. М. Микроэлементы в почвах Белорусского Полесья / К. М. Лукашев, Н. Н. Петухова // Тез. докл. Всесоюз. совещ. по проблеме «Микроэлементы в сельском хозяйстве». – Улан-Удэ, 1966. – С. 74–76.

Обухов А. И. Биогеохимия тяжелых металлов в городской среде / А. И. Обухов, О. М. Лепнева // Почвоведение. – 1989. – № 15. – С. 38–45.

- Орлова Л. П.** Содержание микроэлементов в дерново-подзолистых глеевых супесчаных почвах Старого Петергофа / Л. П. Орлова // Тез. докл. IV межвуз. совещ. по микроэлементам. – Петрозаводск, 1965. – С. 87.
- Панасин В. И.** Микроэлементы и урожай / В. И. Панасин. – Калининград, 2000. – 268 с.
- Пейве Я. В.** Об основных закономерностях распределения валовых запасов и подвижных форм микроэлементов в почвах СССР / Я. В. Пейве // Физика, химия, биология и минералогия почв СССР: Доклад к 8-му Междунар. конгрессу почвоведов. – М., 1964. – С. 31–34.
- Перельман А. И.** Геохимия ландшафта / А. И. Перельман. – М., 1975. – 342 с.
- Полюнов Б. Б.** Избранные труды / Б. Б. Полюнов. – М., 1956. – 324 с.
- Сараненко І. І.** Вміст важких металів у корененасиченому шарі ґрунтів лісових культур-біогеоценозів м. Кременчук / І. І. Сараненко // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – Д., 2007. – Вип. 36. – С. 115–121.
- Тагунова Є. О.** Використання багатфакторного кореляційного аналізу в дослідженні мікроелементного складу ґрунтів лісових культурбіогеоценозів / Є. О. Тагунова, Н. М. Цветкова // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – Д., 2012. – Вип. 41. – С. 43–50.
- Травлеев А. П.** Содержание микроэлементов в почвах и подстилке насаждений Гербовецкого леса / А. П. Травлеев, И. А. Цикора, Н. Н. Цветкова, А. А. Дубина, Л. А. Нечта // Гербовецкий лес. – Кишинев, 1970. – С. 89–97.
- Фишер О. А.** Влияние микроэлементов на рост и развитие декоративных, цветочных растений / О. А. Фишер // Тр. Ботан. ин-та АН СССР. Сер. 6. – 1955. – Вып. 4. – С. 74–83.
- Цветкова Н. Н.** Микроэлементы в растениях-индикаторах аренных лесов Присамарья и их взаимосвязь с влажностью почвогрунтов и освещенностью под пологом леса / Н. Н. Цветкова, О. В. Попкова // Исчезающие и редкие растения, животные и ландшафты Днепропетровщины. – Д., 1983. – С. 46–61.
- Цветкова Н. Н.** Особенности миграции органо-минеральных веществ и микроэлементов в лесных биогеоценозах степной зоны Украины / Н. Н. Цветкова. – Д., 1992. – 236 с.
- Цветкова Н. Н.** Особенности миграции органо-минеральных веществ и микроэлементов в лесных биогеоценозах степной зоны Украины / Н. Н. Цветкова. – 2-е изд. – Д., 2013. – 236 с.
- Цветкова Н. Н.** Содержание и распределение в почвенном покрове Ботанического сада ДНУ подвижных форм микроэлементов / Н. Н. Цветкова, А. Н. Кабар // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – Д., 2001. – Вип. 29. – С. 104–111.
- Шведас А. И.** Изучение факторов, определяющих содержание и подвижность меди в почвах Литовской ССР / А. С. Шведас // Микроэлементы в сельском хозяйстве и медицине. – К., 1966. – С. 17–26.
- Школьник М. Я.** Микроэлементы в жизни растений / М. Я. Школьник. – М., 1974. – 324 с.
- Якуба М. С.** Моніторингові дослідження розподілу важких металів у лісових біогеоценозах Присамар'я Дніпровського / М. С. Якуба // Автореф. дис. ... канд. біол. наук. – Д., 2006. – 16 с.
- Якушевская И. В.** Микроэлементы в природных ландшафтах / И. В. Якушевская. – М., 1973. – 142 с.
- Adriano E. D. C.** Biogeochemistry of trace metals / E. D. C. Adriano. – London, Tokyo: Lewis Publishers, Boca Raton, Ann Arbor, 1992. – 513 p.
- Alloway B. J.** Soil processes and the behavior of metals / B. J. Alloway // Heavy metals in soil. – London, 1995. – P. 11–37.
- Trace elements in soils / Edited by Peter S. Hooda. – Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 2010. – 616 p.
- Wood I. M.** Biological cycles for toxic elements in the environment / J. M. Wood // Science. – Vol. 183 – 1974. – P. 1049–1052.

ФЛОРОЦЕНОТИЧНИЙ АНАЛІЗ ВОДНО-БОЛОТНИХ ЕКОСИСТЕМ БАСЕЙНУ Р. САМАРИ

Б. О. Барановський

кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник

У степовій зоні України, за винятком приморських районів, поверхневі води представлені в основному річками, невеликою кількістю озер річкових долин і штучними водоймами (водосховищами та ставками), утвореними на базі річок (Физико-географическое районирование, 1968; Физическая география Днепропетровской области, 1988). Степ України відрізняється несприятливими умовами формування річкового стоку і надмірною експлуатацією водних ресурсів. Середньобагаторічна величина місцевого стоку на території Дніпропетровської області – 0,87 км³, а річний обсяг використання водних ресурсів на потреби виробництва, комунальних господарств та інших галузей економіки досягає 2 км³.

Особливістю річок Степу України є постійний антропогенний вплив на їх гідрологічний, гідрохімічний режими та гідробіологічний стан. Основним його результатом є занесення, замулення, заростання водойм та їх поступове заболочування. Це, так зване вторинне, або біологічне, забруднення доповнюється постійним промислово-побутовим забрудненням і в результаті викликає погіршення якості води. На забруднених ділянках у порівнянні з умовно чистими знижується видове та ценотичне різноманіття (Baranovsky, 2013; Барановський, 2002). Їх порівняльний аналіз достатньо достовірно показує ступінь антропогенної трансформації водойм.

На території басейну р. Самари можна виділити такі типи водойм: русла річок, озера та болота заплави, ари та третьої (солончакової) тераси, ставки та водосховища, просядочні водойми, відстійники. Гідрохімія водойм Присамар'я характеризується значною різноманітністю (Варенко, 1992; Барановський, 2002).

Багаторічні дослідження (Бельгард, 1938, 1950; Альбицкая, 1949; Кириченко, 1949; Сидельник, 1949; Тарасов, 2003, 2005; Барановський, 1998, 1998, 2002, 2004, 2005, 2006, 2008, 2009, 2011; Барановский, 2005, 2006, 2007; Волошина, 2014) дозволяють провести флороценотичний аналіз водно-болотних екосистем долинно-терасових ландшафтів басейну р. Самари.

В основу методологічного підходу до еколого-флороценотичних досліджень покладені вчення Л. Г. Раменського (1971) та О. Л. Бельгарда (1950).

Флороценотичні дослідження проводилися за такими методиками, визначниками та «флорами»: Визначник рослин України, 1965; Определитель высших растений Украины, 1987; Флора УССР (1935–1965); Екофлора України (2000–2010), Раменский, 1971; Катанская, 1981 із використанням мікроскопів «Citoval» та МБС-9. Назви видів наведені за українським номенклатурним виданням (Mosyakin, 1999). Ценоморфічний і екоморфічний аналізи рослинного покриву проведено за О. Л. Бельгардом (1950).

Базуючись на принципах екологічного аналізу фітоценозів за О. Л. Бельгардом (1950), були складені біоekomорфічні характеристики флористичного складу рослинності водойм. Біоморфічна та екоморфічна належність рослин визначалась відповідно до рекомендацій О. Л. Бельгарда (1950), В. В. Тарасова (2005) та викладеними у виданні «Екофлора України» (2000–2010). Система екоморф О. Л. Бельгарда дозволяє у стислій табличній формі представити флороценотичну характеристику фітобіоти водойм за такими параметрами: біоморфи (одно-, дво-, багаторічники); геліоморфи (відносно до світла); гігморфи (відносно до водного середовища); реоморфи (відносно течії – для типово водних видів); галоморфи (відносно до мінералізації); трофоморфи (відносно трофності водойм); ценоморфи (зростання в певних фітоценозах); флороценотичний статус (наявність виду,

домінантність, ценозоутворення – едифікаторність), приуроченість до типу водойм (табл. 1). Назви біоморф та екоморф подані за латинськими словниками (Дворецкий, 1976; Забинкова, 1977)

У табл. 1 представлено біоекологічну та флороценологічну характеристику різних типів водойм: русел річок (Р), озер заплави (З), арени (А) та третьої (солончакової) тераси (С), боліт (Б), ставків, водосховищ та просадочних водойм (Ст), відстійників. Причому флороценологічні характеристики боліт різних терас подібні і об'єднані під літерою Б, а ставків, малих водосховищ і відстійників – під літерами Ст.

Список видів судинних рослин водойм включає 114 видів, які відносяться до 41 родини (табл. 1).

Найбільшою чисельністю видів відзначаються родини Сурегасеае – 12, Роасеае – 12, Ротамогетонасеае – 8.

Через велике різноманіття екоотопів у межах району дослідження (Травлеєв, 1972; Грицан, 2002; Дем'янов, 2010; Барановський, 2005; Барановський, 2006) флора включає значну кількість родин, хоча багато з них представлені одним – двома видами.

На основі принципів виділення життєвих форм, з використанням системи екоморф О. Л. Бельгарда (1950) проведений біолого-екологічний аналіз флори водойм показує таке.

Деякі види займають проміжне положення, тобто зустрічаються в ценозах різних типів рослинності. У табл. 2 вони віднесені до двох біоморф і позначені, наприклад, так: PrPal – пратопалюдант.

Біоекологічний аналіз флори показує, що за кількістю видів серед різних екоморф домінують:

- серед гігоморф – гігрофіти;
- ценоморф – акванти та палюданти;
- біоморф – багаторічні трави;
- геліоморф – геліофіти;
- реоморф – лемніди;
- трофоморф – мегатрофи.

За розповсюдженням – пльорирегіональний, голарктичний та євразійський ареал.

У складі флори налічується 21 рідкісний та зникаючий вид різного охоронного статусу. Серед них 1 вид (кушир донський – *Cerathophyllum tanaiticum*) включено до Європейського Червоного списку), 2 види (альдрованда пухирчаста – *Aldrovanda vesiculosa* та сальвінія плаваюча – *Salvinia natans*) – до Червоної книги України (2009) та 21 вид – до Червоного списку Дніпропетровської області – (Червоний список видів рослин і тварин Дніпропетровської області, 2011). Ценози латаття білого (*Nymphaea alba*) та глечиків жовтих (*Nupharetta lutei*) занесені до Зеленої книги України (Зеленая книга Украинской ССР, 1987).

Різноманіття флористичного та ценологічного складу водойм відображає як природні умови (залежно від типу водойм та особливостей їх гідрології та гідрохімії), так і рівень їх антропогенної трансформації (табл. 2).

Серед усіх водних об'єктів найбільше видове та ценологічне різноманіття характерне для заплавних та аренних озер як водойм з незначним антропогенним впливом та малим ступенем трансформації.

Середній рівень різноманіття притаманний руслу р. Самари. Мінімальний рівень різноманіття характерний для ставків.

Розподіл угруповань рослинності водойм також різноманітний.

На мілководдях ставків на глибинах до 1 м сформувались асоціації повітряно-водних рослин: очерету південного; рогозу вузьколистого, рогозу широколистого.

До складу асоціацій звичайно входять: мітлиця (польовиця) повзуча, омег водяний, сусак зонтичний, частуха подорожникова, вовконіг європейський, плетуха звичайна.

Таблиця 1

Біоекологічна та флороценологічна характеристика судинних рослин вологим басейну р. Самари

| № | Види в межах родин | Біо-морфи | Геліо-морфи | Гігро-морфи | Рео-морфи | Трофо-морфи | Цено-морфи | Тип ареалу | Флороценологічний статус | Приуроченість до типу вологим |
|-----|---|-----------|-------------|-------------|-----------|-------------|------------|---------------|--------------------------|-------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| | Alismataceae | | | | | | | | | |
| 1. | <i>Alisma gramineum</i> Ley. – частуха злаковидна | Per | He | HgHel | RL | MgTr | Aq | Євраз. др.ср. | A | РЗА |
| 2. | <i>Alisma lanceolatum</i> With. – частуха ланцетна | Per | He | HgHel | RL | MgTr | Aq | Євраз. | A | РЗА |
| 3. | <i>Alisma plantago-aquatica</i> L. – частуха подорожникова | Per | He | Hel | RL | MgTr | Aq | Голар. др.ср. | Д | РЗАССтБ |
| 4. | <i>Sagittaria sagittifolia</i> L. – стрілолист стрілолистий | Per | He | Hel | R | OgMgTr | Aq | Європ. | ДЦ | РЗАБ |
| | Ariaceae | | | | | | | | | |
| 5. | <i>Oenanthe aquatica</i> (L.) Poit. – омег водяний | Per | He | Hg | L | MgTr | Pal | Євраз. | ДЦ | РЗАССтБ |
| 6. | Siella erecta (Huds.) M.Pimen. – сісла пряма | | He | Hg | L | MsTr | Pal | Європ. | Р | З |
| 7. | <i>Sium latifolium</i> L. – поручейник широколистий | Per | HeSc | Hg | RL | MsTr | Pal | Євросиб. | A | РЗАССтБ |
| 8. | <i>Sium sisaroides</i> DC. – поручейник сизаровидний | Per | HeSc | Hg | RL | MgTr | Pal | Євраз. | A | ЗС |
| | Araceae | | | | | | | | | |
| 9. | <i>Acorus calamus</i> L. – айр (лепеха) звичайний | Per | He | Hel | LR | MgTr | Aq | Пд.східноаз. | ДЦ | РЗАБ |
| 10. | Asteraceae | | | | | | | | | |
| 11. | <i>Bidens tripartita</i> L. – череда трироздільна | Ann | He | Hg | – | MsTr | PalPr | Плорирег. | АД | РЗАССтБ |
| 12. | <i>Cirsium rivulare</i> (Jacq.) All. – осот прибережний | Bien | He | MsHg | – | MsTr | PrPal | Європ. | АД | РЗАССтБ |
| 13. | <i>Sonchus palustris</i> L. – жовтий осот болотний | Per | He | Hg | – | MgTr | Pal | Євраз. | АД | РЗАБ |
| | Betulaceae | | | | | | | | | |
| 14. | Alnus glutinosa (L.) Gaerthn. – вільха клейка | Arb | He | Hg | L | MgMsTr | Sil | Євраз. | ЗД | ЗАБ |
| | Boraginaceae | | | | | | | | | |
| 15. | <i>Myosotis laxa</i> Lehm. – незабудка дерниста | Per | Sc | Hg | L | MgTr | PalPr | Євраз. | Р | ЗА |
| 16. | <i>Myosotis scorpioides</i> L. – незабудка болотна | Per | Sc | Hg | L | MgTr | PrPal | Циркумпол. | A | РЗАБ |
| | Brassicaceae | | | | | | | | | |
| 17. | <i>Cardamine amara</i> L. – жеруха гірка | Per | He | Hg | – | MgTr | Sil | Західноаз. | A | ЗАБ |
| 18. | <i>Rorippa amphibia</i> (L.) Bess. – водяний хрін земноводний | Per | HeSc | Hg | L | MgTr | Pal | Євраз. | АД | РЗАБ |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|-----|---|-----|------|------|----|---------|-------|-------------------------|----|----------|
| | Butomaceae | | | | | | | | | |
| 19. | <i>Butomus umbellatus</i> L. – сусяк зонтичний | Per | He | He | R | MgTr | Aq | Євраз. | АД | РЗАССтБ |
| | Callitricheae | | | | | | | | | |
| 20. | <i>Callitriche palustris</i> L. – болотник весняний | Ann | HeSc | Hug | L | MgTr | Aq | Плорирег. | З | ЗА |
| | Cerathophyllaceae | | | | | | | | | |
| 21. | <i>Cerathophyllum demersum</i> L. – кушир занурений | Per | Sc | Huer | R | MgTr | Aq | Косм. | Ц | РЗАССт |
| 22. | <i>Cerathophyllum submersum</i> L. – кушир підводний | Per | HeSc | Huer | L | MsTr | Aq | Євраз. | ДЦ | РЗА |
| 23. | <i>Cerathophyllum pentasanthum</i> Hainald – кушир п'ятиносний | Per | HeSc | Huer | L | MsTr | Aq | Європ. | Р | ЗА |
| 24. | <i>Cerathophyllum tanaiticum</i> Sapieg. – кушир доносський | Per | HeSc | Huer | L | MgTr | Aq | Пд.східно-європ. релікт | Р | ЗА |
| | Chenopodiaceae | | | | | | | | | |
| 25. | <i>Atriplex sagittata</i> L. – лутига стріловодна | Ann | ScHe | MsHg | – | MsTr | Ru | Центр.аз. | АД | РЗССТБ |
| | Convolvulaceae | | | | | | | | | |
| 26. | <i>Calystegia serium</i> (L.)R.Br. – плегуха звичайна | Per | HeSc | Hg | – | MgTr | PrPal | Плорирег. | А | РЗАССтБ |
| 27. | <i>Borbochoenus maritimus</i> (L.)Palla – бульбокомиш морський | Per | He | HeHg | RL | MsAlkTr | AqPal | Голар. | ДЦ | РЗАССтБВ |
| 28. | <i>Carex acuta</i> L. – осока гостра | Per | He | HeHg | RL | MgTr | AqPal | Євросиб. | ДЦ | РЗАССтБ |
| 29. | <i>Carex acutiformis</i> Ehrh. – осока гостровидна | Per | HeSc | Hg | L | MsMgTr | SiPal | Євраз. | А | РЗАБ |
| 30. | <i>Carex pseudocyperus</i> L. – осока несправжньоцимикавеца | Per | Sc | Hg | L | OgMgTr | Pal | Голар. | А | ЗА |
| 31. | <i>Carex girgata</i> Curt. – осока побережна | Per | HeSc | Hg | L | MsMgTr | Pal | Євраз. | ДЦ | РЗАССтБ |
| 32. | <i>Carex vesicaria</i> L. – осока пухирчаста | Per | HeSc | Hg | L | MsTr | Pal | Євраз. | А | ЗАБ |
| 33. | <i>Carex vulpina</i> L. – осока лисяча | Per | He | Hg | – | MgTr | Pr | Єврозахаз. | А | ЗСССтБ |
| 34. | <i>Cyperus fuscus</i> L. – смикавець бурий | Per | He | Hg | – | MsTr | PsPr | Євраз.пн.афр. | А | Р |
| 35. | <i>Eleocharis palustris</i> (L.)Roem.et Schult. – ситняг болотний | Per | He | Hg | RL | MgTr | PrPal | Голар. | ДЦ | РЗАСБ |
| 36. | <i>Scirpus lacustris</i> L. – куга озерна | Per | He | HeI | RL | MsMgTr | Aq | Голар. | ДЦ | РЗАССтБ |
| 37. | <i>Scirpus sylvaticus</i> L. – комиш лісовий | Per | HeSc | Hg | – | MgTr | SiPal | Єврозахаз. | А | ЗАБ |
| 38. | <i>Scirpus tabernaemontani</i> C.C.Gmel. – куга Табернемонтана | Per | He | He | RL | MsMgTr | Aq | Євраз. | ДЦ | ЗАССтБ |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|-----|--|-----|------|------|----|--------|-------|--------------|----|---------|
| | Droseraceae | | | | | | | | | |
| 39. | <i>Aldrovanda vesiculosa</i> L. – альдрованда пухирчаста Equisetaceae | Per | HeSc | Huer | L | MgTr | Aq | Косм. | РД | А |
| 40. | <i>Equisetum fluviatile</i> L. – хвощ річковий Euphorbiaceae | Per | He | Hg | – | MsTr | Pr | Голар. | Д | РЗАБ |
| 41. | <i>Euphorbia palustris</i> L. – молочай болотний Najaceae | Per | He | Hg | – | MgTr | PrPal | Євраз. | А | Б |
| 42. | <i>Mugwortyllum spicatum</i> L. – водопериця колосиста | Per | HeSc | Hug | RL | MgTr | Aq | Голар. | ДЦ | РЗСт |
| 43. | <i>Mugwortyllum verticillatum</i> L. – водопериця кільчаста Hydrocharitaceae | Per | HeSc | Hug | LR | MgTr | Aq | Косм. | Р | Р |
| 44. | <i>Elodea canadensis</i> Michx. – елодея канадська | Per | HeSc | Hug | LR | MgTr | Aq | Косм. | АД | Р |
| 45. | <i>Hydrocharis morsus-tanae</i> L. – жабурник звичайний | Per | HeSc | Pler | RL | MgTr | Aq | Євросиб. | АД | РЗАССт |
| 46. | Stratiotes aloides L. – водяний різак алоевидний Iridaceae | Per | He | Hug | RL | MgTr | Aq | Євразхснб. | ДЦ | ЗА |
| 47. | <i>Iris pseudacorus</i> Schur. – півники болотні Juncaceae | Per | He | Hg | L | MsTr | Pal | Євразахаз. | АД | Б |
| 48. | <i>Juncus effusus</i> L. – ситник розлогий | Per | He | Hg | – | MgTr | PrPal | Євразахаз. | А | ЗССтБ |
| 49. | <i>Juncus inflexus</i> L. – ситник пониклий Lamiaceae | Per | He | Hg | – | MgMsTr | PsPr | Європ. | А | ЗСтБ |
| 50. | <i>Lycopus eugoraeus</i> L. – вовконіг європейський | Per | HeSc | Hg | – | MsTr | PrPal | Євраз. | АД | РЗАССтБ |
| 51. | <i>Lycopus exaltatus</i> L.fil. – вовконіг високий | Per | HeSc | Hg | – | MgTr | PrPal | Євроцентраз. | АД | С |
| 52. | <i>Mentha aquatica</i> L. – м'ята водяна | Per | Sc | Hg | LR | MgTr | Aq | Євразахаз. | ДЦ | РЗАССтБ |
| 53. | <i>Scutellaria galericulata</i> L. – шоломниця звичайна | Per | Sc | MsHg | – | MgTr | Pr | Євраз. | А | ЗА |
| 54. | <i>Stachys palustris</i> L. – чистець болотний Lemnaceae | Per | He | HgMs | – | MgTr | PalPr | Циркумпол. | А | РЗАСБ |
| 55. | <i>Lemna gibba</i> L. – ряска горбата | Per | HeSc | Pler | L | MsMgTr | Aq | Плорирег. | А | РЗА |
| 56. | <i>Lemna minor</i> L. – ряска мала | Per | HeSc | Pler | L | MsMgTr | Aq | Плорирег. | ДЦ | РЗАССт |
| 57. | <i>Lemna trisulca</i> L. – ряска триборозенчаста | Per | HeSc | Huer | RL | MgMsTr | Aq | Євраз. | ДЦ | РЗАССтБ |
| 58. | <i>Spirodela polirrhiza</i> (L.)Schleid. – спіродела багатокоренева | Per | He | Pler | L | MgTr | Aq | Плорирег. | АД | РЗА |
| 59. | Wolffia arrhiza (L.)Horkel ex Wimm. – воляфія безкоренева | Per | He | Pler | L | MgTr | Aq | Плорирег. | Р | ЗА |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|-----|---|-----|------|------|----|---------|-------|--------------------|-----|----------|
| | Lentibulariaceae | | | | | | | | | |
| 60. | <i>Utricularia vulgaris</i> L. – пухирник звичайний | Per | Sc | HuCr | L | OgMgTr | Aq | Циркумпол. | РДЦ | ЗА |
| | Lythraceae | | | | | | | | | |
| 61. | <i>Lythrum salicaria</i> L. – плакун верболистий | Per | He | Hg | L | MgTr | Pal | Плорирег. | А | ЗАССтБ |
| 62. | <i>Lythrum virgatum</i> L. – плакун прутевидний | Per | HeSc | Hg | L | MsTr | Pal | Євраз. | А | ЗАССтБ |
| | Najadaceae | | | | | | | | | |
| 63. | <i>Sagittaria minor</i> L. – каулінія мала | Ann | HeSc | HuCr | RL | MsTr | Aq | Плорирег. | Р | РЗА |
| 64. | <i>Najas marina</i> L. – ризуха морська | Ann | HeSc | HuCr | RL | MsTr | Aq | Євраз. | Д | РЗА |
| | Nymphaeaceae | | | | | | | | | |
| 65. | <i>Nymphaea lutea</i> (L.) Smith – глецики жовті | Per | He | PlGr | LR | MsTr | Aq | Євросерз.пн. амер. | ДЦ | РЗА |
| 66. | <i>Nymphaea alba</i> L. – латаття біле | Per | He | PlGr | RL | MgTr | Aq | Єврокавк. | ДЦ | РЗА |
| | Onagraceae | | | | | | | | | |
| 67. | <i>Eriobium hirsutum</i> L. – зніг шореткий | Per | He | Hg | – | MsTr | PrPal | Голар. | АД | РЗАССтБ |
| 68. | <i>Eriobium palustre</i> L. – зніг болотний | Per | HeSc | Hg | – | MgTr | Pal | Голар. | Р | ЗАБ |
| 69. | <i>Eriobium roseum</i> Schreb. – зніг рожевий | Per | HeSc | Hg | – | MgTr | Pal | Єврозахсіб. | А | ЗАБ |
| | Rosaceae | | | | | | | | | |
| 70. | <i>Agrostis stolonifera</i> L. – польовиця повзуча | Per | ScHe | Hg | LR | MsMgTr | Pal | Євраз.пн.афр. | ДЦ | РЗАССтБ |
| 71. | <i>Catabrosa aquatica</i> (L.) Beauv. – катаброза водяна | Per | He | Hg | – | MsTr | Pal | Єврозахз.пн. амер. | Р | РЗАБ |
| 72. | <i>Gluceria agudinacea</i> Kunth – лепешняк тростиновий | Per | He | HeI | L | OgMgTr | Aq | Пд.східно-європ. | АД | РЗАБ |
| 73. | <i>Gluceria fluitans</i> (L.) R.Br. – лепешняк плаваючий | Per | He | HeI | L | OgMgTr | Aq | Європн.афр. | АД | РЗАБ |
| 74. | <i>Gluceria maxima</i> (C.Hartm.) Holub. – лепешняк великий | Per | HeSc | HeI | RL | MsMgTr | Aq | Євросиб. мал.аз. | ДЦ | РЗАССтБ |
| 75. | <i>Leersia orisoides</i> (L.) Sw. – леєрсія рисовидна | Per | HeSc | MsHg | – | MgTr | PrPal | Євраз. | Р | ЗА |
| 76. | <i>Phalaroides agudinacea</i> (L.) Rauschert – очеретянка звичайна | Per | HeSc | Hg | – | MgTr | PalPr | Євраз.пн. амер. | АД | РЗССтБ |
| 77. | <i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud. – очерет південний | Per | HeSc | He | RL | MsAlKTr | Aq | Косм. | Ц | РЗАССтБВ |
| 78. | <i>Poa palustris</i> L. – тонконіг болотний | Per | HeSc | Hg | – | MsTr | PrPal | Голар. | А | РЗАБ |

Продовження табл. 1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|-----|---|-----|------|------|----|--------|-------|---------------------|-----|---------|
| | Polygonaceae | | | | | | | | | |
| 79. | <i>Persicaria amphibia</i> (L.) Delarbre – гірчак земноводний | Per | He | Plr | L | MsOgTr | Aq | Голар. | АДЦ | РЗАСГБ |
| 80. | <i>Persicaria hydroperer</i> (L.) Delarbre – гірчак перцевий | Ann | HeSc | MsHg | – | MgTr | SilPr | Голар. | АД | ЗАБ |
| 81. | <i>Rumex aquatilis</i> L. – шавель водяний | Per | He | Hg | L | MsTr | Pr | Євраз. | Р | ЗБ |
| 82. | <i>Rumex hydrolatratum</i> Huds. – шавель прибережний | Per | HeSc | Hg | L | MgTr | PalPr | Європ. пн.афр. | А | ЗАБ |
| | Rotamogetonaceae | | | | | | | | | |
| 83. | <i>Rotamogeton berchtoldii</i> Fieb. – рдесник Берхгольда | Per | HeSc | Нуг | LR | MsMgTr | Aq | Голар. | ДЦ | РЗА |
| 84. | <i>Rotamogeton compressus</i> L. – рдесник стиснутий | Per | HeSc | Нуг | RL | MsMgTr | Aq | Голар. | Д | РЗА |
| 85. | <i>Rotamogeton crispus</i> L. – рдесник кучерявий | Per | HeSc | Нуг | RL | MsMgTr | Aq | Плорирег. | ДЦ | РЗАССт |
| 86. | <i>Rotamogeton lucens</i> L. – рдесник блискучий | Per | He | Нуг | L | MsMgTr | Aq | Плорирег. | ДЦ | ЗА |
| 87. | Rotamogeton natans L. – рдесник плаваючий | Per | HeSc | Plr | L | MsMgTr | Aq | Голар. | ДЦ | ЗА |
| 88. | <i>Rotamogeton rectinatus</i> L. – рдесник гребінчастий | Per | He | Нуг | RL | OgMgTr | Aq | Плорирег. | ДЦ | РЗАССт |
| 89. | <i>Rotamogeton perfoliatus</i> L. – рдесник пронизанолістий | Per | He | Нуг | LR | MsMgTr | Aq | Косм. | ДЦ | РЗАССт |
| 90. | Rotamogeton sarmaticus Masnets. – рдесник сарматський | Per | He | Нуг | L | MgTr | Aq | Зах.сиб. | Р | ЗА |
| | Primulaceae | | | | | | | | | |
| 91. | Hottonia palustris L. – плавушник болотний | Per | HeSc | Ну | L | MgTr | Aq | Європ. | Д | ЗА |
| 92. | <i>Lysimachia nummularia</i> L. – вербозілля лучне | Per | HeSc | HgMs | L | MgTr | PrSil | Голар. | Д | РЗАБ |
| 93. | <i>Lysimachia vulgaris</i> L. – вербозілля звичайне | Per | HeSc | Hg | L | MsTr | PrPal | Голар. | А | РЗАСБ |
| | Ranunculaceae | | | | | | | | | |
| 94. | <i>Ranuncium cirsinatum</i> (Sibth.) Spach – водяний жовтець фенхелевидний | Per | HeSc | Нуг | LR | MsMgTr | Aq | Європ. з.др. єр. | АДЦ | РЗА |
| 95. | <i>Ranuncium trichophyllum</i> (Chaix) Bosch – водяний жовтець волосовидний | Per | HeSc | Нуг | RL | MgTr | Aq | Голар. | ДЦ | РЗССт |
| 96. | Caltha palustris L. – калюжниця болотна | Per | HeSc | Hg | L | MgTr | Pal | Голар. | АД | ЗАБ |
| 97. | <i>Ranunculus repens</i> L. – жовтець повзучий | Per | HeSc | MsHg | – | MsTr | Pr | Голар. | АД | РЗАССтБ |
| 98. | <i>Ranunculus sceleratus</i> L. – жовтець отруйний | Ann | He | Hg | – | MgTr | PrPal | Євраз. | А | РЗАССтБ |

Умовні позначення:

Біоморфи: Anp (Alnus) – однорічники; Bien (Biennis) – дворічники; Per (Perennis) – багатрїчники; Arb (Arbor) – дерева; Fr (Frutex) – куші.

Геліоморфи: He (Heliorhizon) – світлолюбні; Sc (Sciiorhizon) – тіньовитривалі.

Гігроморфи: X (Xerorhizon) – ксерофіти (засухостійкі); Ms (Mesorhizon) – мезофіти (рослини помірної зволоженості); Hg (Hygorhizon) – гігрофіти (вологолюбні); Hel (Heliorhizon) – гелофіти (повітряноводні); Pl (Plastorhizon) – плейстофіти (рослини з плаваючими листями); Ну (Нудаторhizon) – гідатофіти (занурені); г – вкорінені; ег – невкорінені.

Геоморфи: R (Reorhiz) – реофіли (рослини, що зростають на течії); L (Limporhiz) – лімнофіли (рослини, що зростають у стоячих водах).

Трофоморфи: OgTr (Oligotroph) – оліготрофи (рослини бідних ґрунтів або вод); MsTr (Mesotroph) – мезотрофи (рослини середніх за багатством ґрунтів або вод); MgTr (Megatroph) – мегатрофи (рослини багатих ґрунтів або вод); AlkTr (Alkotroph) – алкатрофи (рослини засолених ґрунтів або вод).

Ценоморфи: Aq (Aquat) – акванти (водні); Pal (Paludosus) – палюданти (болотні); Sil (Silvaticus) – сільванти (лісові); Pr (Pratensis) – пратанти (лучні); Rc (Rudetatus) – рудеранти (бур'янисті); Ps (Psammorhizon) – псамофіти (види піскових угруповань); Adv (Adventus) – занесені.

Типи ареалу: косм. – космополітний; голар. – голарктичний; циркумпол. – циркумполярний; плурирег. – плурирегіональний; ц.бор – центральноросальний; европ. – європейський; єврокавк. – єврокавказький; пд.східноевроп. – південно-східноевропейський; др.ср. – древньосередньоземноморський; євраз. – євразійський; євразхаз. – євразійсько-північноафриканський; євросераз.пн.амер. – євросередньозійсько-північноамериканський; євроцентраз. – євроцентроазійський; євраз.пн.афр. – євразійсько-північноафриканський; євразхазсіб. – євразхазідносибірський; мал.аз. – малоазійський; євросиб. – євросибірський; євразхаз. – євразхазідносійський; західноаз. – західноазійський; центрхаз. – євразхазідносійський; пд.східноазійський – південносхідноазійський; зах.сіб. – західносибірський; пн.афр. – північноафриканський; пал.тр. – палеотропічний; біпол. – біполярний.

Типи водойм: З – заплавні озера; А – аренні озера; С – озера солончакової тераси; Б – болота; Ст – ставки, водосховища, просадочні водойми; В – відстійники шахтних вод.

Флороценотичний статус: Р (раритетний) – рідкісний вид; А (асектатор) – звичайний, не домінуючий вид; Д (домінант) – вид, домінуючий у фітоценозах; Ц (ценозоутворювач, або едифікатор) – вид, що утворює фітоценоз.

У верхів'ях ставків зона повітряно-водних рослин розширюється у вигляді дельти і вище продовжується по водотоку.

На глибинах більше 1 м розповсюджені ценози зануреної рослинності: рдесника кучерявого, кушира зануреного, рдесника пронизанolistого, рдесника гребінчастого, ряски триборозенчастої, водяного жовтеця волосистого.

Таблиця 2

Біо- та екоморфічний аналіз флори (у змішаних екоморфах підрахування здійснювалося за переважаючою екоморфою)

| Назва екоморфи | Кількість видів |
|--|-----------------|
| Біоморфи | |
| Ann (Annuus) | 8 |
| Bien (Biennis) | 7 |
| Per (Perennis) | 96 |
| Arb (Arbor) | 1 |
| Fr (Frutex) | 3 |
| Геліоморфи | |
| He (Heliophiton) | 53 |
| Sc (Sciophiton) | 61 |
| Гігроморфи | |
| Hy (Hydatophiton) | 26 |
| Pl (Pleistophiton) | 11 |
| Hel (Helophiton) | 6 |
| Hg (Hygrophiton) | 69 |
| Ms (Mesophiton) | 2 |
| Реоморфи | |
| R (Reophil) | 14 |
| L (Limnophil) | 54 |
| Трофоморфи | |
| OgTr (Oligotroph) | 1 |
| MsTr (Mesotroph) | 26 |
| MgTr (Megatroph) | 83 |
| AlkTr (Alkootroph) | 4 |
| Ценоморфи | |
| Aq (Aqant) | 58 |
| Pal (Paludosus) | 43 |
| Pr (Pratensis) | 9 |
| Sil (Silvaticus) | 1 |
| Ru (Ruderatus) | 1 |
| Флороценотичний статус | |
| P (раритетний) | 18 |
| A (асектатор) | 53 |
| D (домінант) | 67 |
| Ц (ценозоутворювач) | 40 |
| Приуроченість видів до типу водойм | |
| P – русла річок | 72 |
| З – заплавні озера | 104 |
| A – аренні озера | 95 |
| С – озера солончакової тераси | 85 |
| Б – болота | 64 |
| Ст – ставки, водосховища, просадочні водойми | 44 |
| В – відстійники шахтних вод | 2 |

У табл. 2 наявно представлено співвідношення екоморф у водоймах, флороценотичний статус видів та приуроченість до типу водойм.

Водойми різних еколого-топографічних зон заплави відрізняються за складом рослинних угруповань та характером заростання.

У руслі р. Самари рослинність розподілена за зональним типом.

Зони від урізу води до глибини 1–1,5 м займають асоціації повітряно-водної рослинності з угруповань очерету південного, рогозу вузьколистого, комишу озерного, рогозу широколистого, больбокомишу морського з участю мітлиці (польовиці) повзучої, частухи подорожникової, їжачої голівки прямої, сусака зонтичного.

До їх складу також входять гідрофільні види: омег водяний, вех широколистий, м'ята водяна, плетуха звичайна, вовконіг європейський, паслін солодко-гіркий.

Рослинність річищ з глибинами від 1,5 до 2 м представлена асоціаціями зануреної рослинності: рдесника гребінчастого, кушира зануреного, рдесника кучерявого, рдесника пронизанolistого. В їх складі присутні водяний жовтець та ряска триборозенчаста.

Наводний ярус цих асоціацій складають ряска мала, жабурник звичайний.

Розподіл угруповань рослинності водойм також різноманітний.

У водоймах заплави рослинний покрив представлено зональним типом заростання. Основу складають угруповання рогоза вузьколистого або очерету шириною близько 5 м з куртинами латаття білого, які займають прибережні мілководдя на 70 % берегової смуги.

До них з глибини примикають угруповання кушира зануреного з участю ряски триборозенчастої з наводним ярусом жабурника звичайного та ряски малої з участю багатокорінника, вольфії безкореневої та ряски горбатої. Ряска горбата пропонується до включення в список рідкісних та зникаючих видів рослин Дніпропетровської області.

Тут знайдені рідкісні для Степового Придніпров'я угруповання рдесника плаваючого та плавушника болотного і зареєстровані також рідкісні види: реліктовий червонокнижний вид – кушир донський, який до створення Дніпровського (Запорізького) водосховища відмічений у гирлі Самари (Віленський, 1927), та представник печіночних мохів – річчюкарп плаваючий, який знаходиться на південній межі свого ареалу.

Водойми центральної заплави в більшості невеликі і мілкі.

Озера, які знаходяться під пологом лісу, на 80 % покриті ряскою малою з участю багатокорінника, вольфії безкореневої та ряски горбатої. Дуже малі озера іноді бувають покриті ряскою на 100 %.

Озера, які розташовані в рідколіссі, більше заросли повітряно-водною рослинністю або угрупованнями болотної рослинності: осоки берегової та пухирчастої, очерету з рогозом вузьколистим та широколистим з ярусом жабурника та ряски маленької, а також підводного ярусу кушира зануреного з ряскою триборозенчастою.

Ланцюгом уздовж арени простягнулись озера, а між ними розташовані очеретові болота з участю верби попелястої. Вони відрізняються більш різноманітною рослинністю із зональним заростанням прибережної смуги угрупованнями очерету південного, рогозу вузьколистого з куртинами комиша озерного або стрілолисту стрілолистого з їжачою голівкою прямою. Наводний ярус тут представлений жабурником звичайним з ряскою малою, а іноді спіроделою та сальвінією плаваючою. Іноді тут зустрічається реліктовий червонокнижний вид – кушир донський. Озера арени в основному подібні приусловим, але відрізняються більшою кількістю раритетних видів. У деяких озерах зрідка зустрічається червонокнижний вид альдрованди пухирчастої – дуже рідкісний для Степового Придніпров'я і всієї степової зони України. Іноді тут зустрічається пухирчатка мала – рідкісний для Степового Придніпров'я вид. У центральній частині водойм або на ділянках, які приєднуються до зони геліофітів з глибини, за типом розсіяно-

плямистого заростання розповсюджені фітоценози латаття білого та тілорізу алоєвидного. Тут ще залишилися невеликі болота зі сфагновими мохами, які знаходяться на південній межі свого ареалу на території України (Бельгард, 1950). Раніше вони були значно поширені і досягали пригирлової частини Самари.

Озера солончакової тераси в деяких рисах подібні заплавному, але відрізняються наявністю ряду галофільних видів. Тут в озері Булахівський лиман у 2005 році знайдено типово морський вид судинних рослин *Ruppia maritima* L. (відмічений також на території континентальної України лише у високомінералізованому озері в м. Слов'янську, який утворює великі за площею та біомасою ценози (Барановський, 2011).

Флора та рослинність ставків, малих водосховищ та просадочних водойм значно бідніша. На мілководдях ставків на глибинах до 1 м сформувались асоціації повітряно-водних рослин: очерету південного; рогозу вузьколистого, рогозу широколистого. До їх складу звичайно входять: омег водяний, сусак зонтичний, частуха подорожникова. У верхів'ях ставків зона повітряно-водних рослин розширюється у вигляді дельти і вище продовжується по водотоку. На глибинах більше 1 м розповсюджені ценози зануреної рослинності: рдесника кучерявого, кушира зануреного, рдесника гребінчастого, водяного жовтеця волосистого з участю ряски триборозенчастої (*Lemna trisulca* L).

Мілководні зони відстійників майже позбавлені водної рослинності, лише в деяких з них мають місце мікроасоціації повітряно-водної рослинності: очерету південного та бульбокомишу морського.

Флороценотичний аналіз дозволив виділити 6 типів антропогенної трансформації водойм: умовно нетрансформовані, малотрансформовані, середньотрансформовані, сильнотрансформовані, штучні, які розділяються на умовно чисті та забруднені.

Умовно нетрансформованими водоймами вважаються лише заплавні озера та озера на другій терасі Самари. Але вони розповсюджені лише в нижній течії Самари між селами Кочережки та Вільне на території, що зарезервована під створення національного парку «Самарський бір».

Малотрансформованими водойми можна вважати заплавні озера на третій (солончаковій) терасі Самари.

Середньотрансформованими водоймами є водосховища, ставки та просадочні водойми, які утворилися внаслідок шахтних підробок.

Надмірний рівень антропогенної трансформації мають штучні водойми високого рівня забрудненості: дренажні канали відстійників та відстійники шахтних вод гірничого комплексу Західного Донбасу.

Таким чином, найбільшу цінність з погляду збереження фіторізноманіття мають заплавні та аренні озера басейну р. Самари, які відрізняються великим різноманіттям видового та ценотичного складу рослинності та наявністю великої кількості рідкісних та зникаючих видів судинних рослин за рахунок мінімального антропогенного впливу і в першу чергу – збереження великого лісового масиву.

Їх можна вважати генофондом рідкісних та зникаючих видів рослин водойм Степового Придніпров'я.

З метою збереження цих найцінніших ландшафтів, наземних та водних екосистем у 2012 році колективом біолого-екологічного факультету та НДІ біології Дніпропетровського національного університету ім. Олеса Гончара підготовлено наукове обґрунтування до створення загальнодержавного заказника «Самарський бір» як першого етапу у створенні однойменного національного парку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Александрова А. А. Сравнительный анализ гигрофильной флоры эколого-топографических зон поймы реки Самара / А. А. Александрова // Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель. – 2009. – Вип. 13. – С. 64–72.

- Альбицкая М. А.** Опыт флористического анализа Присамарских арен / М. А. Альбицкая // Научные записки. Сборник работ биологического факультета. – 1949. – Т. 32. – С. 27–40.
- Барановский Б. А.** Современная находка *Aldrovanda vesiculosa* L. в Присамарье / Б. А. Барановский, Л. В. Бондаренко // Проблемы фундаментальной экологии: Мат. II Всеукр. конф. – Кривий Ріг, 1998. – С. 39–42.
- Барановский Б. А.** Флора водоемов бассейна р. Самары / Б. А. Барановский // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – Д.: ДНУ, 2002. – С. 90–103.
- Барановский Б. А.** Состав макрофитной растительности пойменных водоемов Присамарья в зависимости от гидрохимического режима / Б. А. Барановский, И. М. Лоза, Т. А. Мурзина, О. М. Делия // Проблемы экологии та екологічної освіти: Мат. I Міжнарод. наук. конф. – Кривий Ріг: Видавництво «І.В.І.», 2002. – С. 145–150.
- Барановский Б. А.** Многолетняя динамика фиторазнообразия водоемов нижнего течения Самары Днепроvской / Б. А. Барановский // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – 2004. – Вип. 8. – С. 104–114.
- Барановский Б. А.** Фиторазнообразии основных экотопов поймы р. Самары / Б. А. Барановский, А. А. Александрова // Экологія та ноосферологія. – 2005. – Т. 16, № 3–4. – С. 135–144.
- Барановский Б. А.** Растительность пойменных водоемов Присамарья Днепроvского / Б. А. Барановский // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – 2005. – Вип. 9. – С. 90–93.
- Барановский Б. А.** Характеристика ценозов макрофитов пойменного озера степной зоны Украины в зависимости от различных режимов освещенности / Б. А. Барановский, И. А. Иванько // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. Серія «Біологія». Спеціальний випуск «Гідроекологія». – 2005. – № 3 (26). – С. 31–33.
- Барановський Б. О.** Особливості заростання малих лучних озер Присамар'я залежно від рівня ґрунтових вод / Б. О. Барановський, О. В. Котович // Міжнародна конференція «Проблеми лісової рекультивациі порушених земель України». – Д., 2006. – С. 78–80.
- Барановський Б. А.** Распространение видов рода *Ceratophyllum* в водоемах разной степени антропогенной трансформации: Тези доповідей міжнародної конференції «Проблеми лісової рекультивациі порушених земель України» / Б.О. Барановський, А. О. Александрова. – Д., 2006. – С. 75–78.
- Барановский Б. А.** Биоразнообразии гидробионтов антропогенно трансформированных водоемов поймы Самары / Б. А. Барановский, Н. И. Загубиженко, Т. В. Миколайчук // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – 2007. – Вип. 11. – С. 21–32.
- Барановський Б. О.** Аналіз флористичного різноманіття річкових долин Присамар'я на сучасному етапі досліджень / Б. О. Барановський // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – 2008. – Вип. 12. – С. 91–94.
- Барановський Б. О.** Фітоіндикаційна оцінка екологічного стану водойм басейну р. Самари / Б. О. Барановський // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – 2009. – Вип. 13. – С. 52–58.
- Барановський Б. О.** Знахідка *Ruppia maritima* L. (Ruppiaceae) у континентальних водоймах України / Б. О. Барановський // Укр. ботан. журн. – К., 2011. – Т. 68, № 2. – С. 208–211.
- Бельгард О. Л.** Геоботанічний нарис Новомосковського бору / О. Л. Бельгард // Наукові записки. Збірник робіт біологічного факультету ДДУ. – 1938. – Т. 1, вип. 1. – С. 107–132.
- Бельгард А. Л.** Осинový колос в долине реки Самары Днепроvской / А. Л. Бельгард // Научные записки. Сборник работ биологического факультета. – 1949. – Т. 32. – С. 23–26.
- Бельгард А. Л.** Лесная растительность юго-востока УССР / А. Л. Бельгард. – К.: Изд-во КГУ, 1950. – 263 с.
- Волошина Н. О.** Порівняльний аналіз флори озер долини Самари в районі Присамарського біосферного стаціонару / Н. О. Волошина // Вісник Харківського національного університету ім. Каразіна. – № 1100. – Х., 2014. – С. 235–241.
- Віленський Д.** Про нову знахідку на Україні *Ceratophyllum tanaiticum* Sareg. / Д. Віленський // Тр. сільгосп. ботаніки. – Харків, 1927. – Т. 1, вип. 3. – С. 83–87.
- Грицан Ю. І.** Особливості метеорологічних процесів заплави (на прикладі Самарського бору) / Ю. І. Грицан, О. Г. Карась, Б. О. Барановський // Вісник Криворізького технічного університету. Біологічні науки. – Вип. 10. – Кривий Ріг, 2005. – С. 222–227.
- Дем'янов В. В.** Гідрологічна характеристика басейну р. Самари / В. В. Дем'янов // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – Д.: ДНУ, 2010. – С. 67–79.

- Дворецкий И. Х.** Латинско-русский словарь / И. Х. Дворецкий. – М.: Русский язык, 1976. – 1096 с.
- Екофлора України. – К.: Вид-во українського фітосоціоцентру. – 2000–2010. – Т. 1–6.
- Еліашевич О.** Матеріали до флори долини р. Самари / О. Еліашевич // Тр. сільгосп. ботаніки. – Х., 1927. – Т. I, вип. 3. – С. 78–82.
- Зеленая книга Украинской ССР. Редкие, исчезающие и типичные, нуждающиеся в охране растительные сообщества. – К.: Наук.думка, 1987. – 216 с.
- Катанская В. М.** Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Методы изучения / В. М. Катанская. – Л.: Наука, 1981. – 185 с.
- Кириченко Т. Ф.** Луга среднего течения р. Самары / Т. Ф. Кириченко // Научные записки. Сборник работ биологического факультета. – 1949. – Т. 32. – С. 41–56.
- Кирпичников М. Э.** Русско-латинский словарь для ботаников / М. Э. Кирпичников, Н. Н. Забинкова. – М.; Л.: Наука, 1977. – 854 с.
- Определитель высших растений Украины. – К.: Наук. думка, 1987. – 540 с.
- Раменский Л. Г.** Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель / Л. Г. Раменский – М.: Сельхозгиз, 1938. – 620 с.
- Сидельник Н. А.** Типы водоёмов района бывшего порожистого Днепра и Самары Днепропетровской в ботаническом освещении / Н. А. Сидельник // Научные записки. Сборник работ биологического факультета. – 1949. – Т. 32. – С. 65–72.
- Сидоров В.** Материалы для изучения Екатеринославской флоры. (Beitrag zur Kenntniss der Flora des Jekaterinoslawischen Gouvernements) / В. Сидоров // Ботанические записки (Scripta botan.). – Спб., 1897. – Вып. 14. – С. 1–124.
- Тарасов В. В.** Флора Дніпропетровської і Запорізької областей. Судинні рослини. Біолого-екологічна характеристика видів / В. В. Тарасов. – Д.: ДНУ, 2005. – 276 с.
- Тарасов В. В.** Дополнение к флоре Присамарья / В. В. Тарасов, Б. А. Барановский // Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель. – 2003. – Вип. 7. – С. 82–92.
- Травлев А. П.** Вопросы генезиса и свойств почв лесных биогеоценозов Присамарья / А. П. Травлев // Вопросы степного лесоведения. – 1972. – Вып. 2. – С. 8–12.
- Физико-географическое районирование Украинской ССР / Под ред. В. П. Попова и др. – К.: Из-во КГУ, 1968. – 684 с.
- Физическая география Днепропетровской области. – Д.: ДГУ, 1988. – 76 с.
- Флора УССР. – К.: Вид-во АН УРСР. – 1935–1965. – Т. 1–12.
- Червона книга України. Рослинний світ. – К.: Глобалконсалтинг, 2009. – 900 с.
- Червоний список видів рослин і тварин Дніпропетровської області. Затверджений рішенням облради депутатів 27.12.11 р., № 219-10/VI. – 27 с.
- Baranovsky V.** Multifunctional management and biodiversity conservation of Ukrainian floodplain landscapes / V. Baranovsky, V. Gasso, S. Schindler // Управління земельними ресурсами в контексті сталого розвитку територій: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. – Х.: ТОВ «Друкарня Мадрид», 2013. – С. 14–16.
- Mosyakin S. L.** Vascular plants of Ukraine (a nomenclatural checklist) / S. L. Mosyakin, M. M. Fedoronchuk. – Kiev, 1999. – 345 p.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА БІОРИЗНОМАНІТТЯ ЛУСКОКРИЛИХ (LEPIDOPTERA) СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

К. К. Голобородько

кандидат біологічних наук, доцент

Перші друковані відомості (Vöber, 1793) про фауну лускокрилих території сучасної Дніпропетровської області з'явилися у праці полковника, начальника Кадетського корпусу в Санкт-Петербурзі, статського радника, зоолога та ботаніка Йоганна де Бебера (1746–1820), який у квітні – липні 1793 р. відбув у наукову подорож за маршрутом Катеринослав (Дніпропетровськ) – Крим (Голобородько, 2010).

У першій половині XIX ст. дослідження лускокрилих набувають постійного та цілеспрямованого характеру. За цей період відбулося значне накопичення матеріалу, що стало передумовою для узагальнення фауністичних відомостей до каталогу лускокрилих Російської Імперії (Ершов, 1870). До цього видання включено 693 види совок, у тому числі для Півдня Імперії (території Катеринославської, Таврійської та Ставропольської губерній) указано 87 видів совок (однак без уточнення місць знахідок).

Дослідження лускокрилих Лівобережної України розпочинаються з роботи професора Харківського університету, засновника та першого голови Харківського товариства дослідників природи Олександра Вікентійовича Черная (1821–1898). Переїхавши 1845 р. до Харкова із Санкт-Петербурга, де він працював у Зоологічному музеї Академії наук, Черная розгорнув активну роботу з вивчення Харківської та прилеглих губерній (Некрутенко, 2005). Результат цих досліджень викладений у праці Czernau (1854), яка стала першим фауністичним зведенням по Харківській, Полтавській і Катеринославській губерніях.

Справа Черная була продовжена співробітником Харківського університету Василем Олексійовичем Ярошевським (1841–1904), який у своїй роботі (Ярошевський, 1880), присвяченій фауні лускокрилих Харкова та його околиць (Харківська, Курська, Полтавська, Херсонська та Катеринославська губернії), наводить дані про знахідки лускокрилих на території Катеринославської губернії в с. Новоселівка Павлоградського повіту.

Наприкінці XIX ст. у Катеринославі в класичній гімназії вчителем працює випускник фізико-математичного факультету Київського університету Костянтин Людвігович Брамсон (1842–1906). Відомий ентомолог, кореспондент Департаменту землеробства в ентомологічній частині, член-кореспондент Імператорського Московського товариства дослідників природи, член Російського ентомологічного товариства (Санкт-Петербург), дійсний член ентомологічного товариства в Парижі тощо. Підсумком багаторічної праці в галузі сільськогосподарської та лісової ентомології можна вважати видання двотомника, присвяченого масовим шкідникам культурних рослин та засобам боротьби з ними (Брамсон, 1881, 1883). До першого тому видання увійшли види, що завдавали шкоди рільництву, луківництву та городництву (серед комах-шкідників К. Л. Брамсон подає відомості про 23 види совок). Другий том було присвячено шкідникам лісового та садового господарств, у переліку видів автор наводить 33 види вищих різновусих лускокрилих. Про популярність видання свідчить той факт, що майже через 10 років К. Л. Брамсон випускає друге, доповнене та оновлене, видання (1894, 1896). У цей час з'являється й оглядова публікація В. М. Дуніна-Боровського (1894), присвячена основним видам-шкідникам зернових культур губернії. У ній уперше наводяться відомості про спалахи чисельності стеблової совки (*Oria musculosa* (Hübner, 1808)).

Майже в цей час виходять праці І. Я. Шевирєва (1892, 1893), присвячені кохам-шкідникам степових лісництв і засобам боротьби з ними. У публікаціях того періоду також можна знайти фауністичні дані по Катеринославській губернії (Блеккер,

Кавригін, 1898), де автори наводять перелік видів із Маріупольського повіту (Велико-Анадольська ділянка).

На початку ХХ ст. у Катеринославі (Дніпропетровську) при Губернській земській управі проводились щорічні наради агрономів, де серед кола питань обговорювались доповіді, присвячені захисту рослин у губернії (Труды областного съезда..., 1910; Труды 6-го совещания..., 1911; Борьба с вредителями..., 1914). У 1911 р. було утворено «Тимчасову ентомологічну організацію» при Катеринославській губернській земській управі (Витковский, 1915), де головним ентомологом працює К. К. Міллер. До функцій організації входило дослідження комах, що спричиняли збитки сільському господарству. Уже у 1914 р. при Агрономічному відділі губернської управи було організовано постійний ентомологічний підвідділ під керівництвом М. М. Вітківського. Саме у цей час з'являються перші публікації, присвячені регіональним біологічним особливостям лускокрилих, життєдіяльність яких завдавала збитків тодішньому сільському господарству (Міллер, 1914; Витковский, 1915).

Подальші дослідження регіональної фауни були сконцентровані в Дніпропетровському університеті, заснованому у 1918 р. Водночас із заснуванням університету організовано кафедру зоології, на базі якої у 1926 р. відкрито кафедру зоології безхребетних під керівництвом професора М. П. Акімова. Саме з цього часу починається планомірне дослідження регіональної фауни безхребетних, включно з комплексом лускокрилих, що тоді досліджувались головним чином як шкідники сільського господарства (Стрельцов, 1928).

Наступні два десятиріччя ознаменувались виходом праці О. Г. Розанова (1930), присвяченої фауні лускокрилих Артемівщини (Катеринославська губернія), а в 1941-му виходить перший том праць Зоологічного музею Київського державного університету ім. Т. Г. Шевченка, у якому Л. А. Шелюжко (1941) опублікував матеріали про вищих різновусих лускокрилих Київщини (але по суті це був перший і дотепер єдиний фауністичний аналіз вищих різновусих майже всієї сучасної території України). У цій публікації для Катеринославщини автор наводить: Lasiocampidae – 9; Saturniidae – 3; Sphingidae – 12; Notodontidae – 5; Lymantriidae – 7; Arctiidae – 17; Syntomidae – 3.

У період Другої світової війни, у 1941–1943 рр., збори лускокрилих, спочатку на Правобережжі, а згодом у Донбасі (уздовж лінії руху німецьких військ: Володимир-Волинський – Луцьк – Рівне – Житомир – Кіровоград – Дніпропетровськ – Донбас), проводили Б. Альберті, Й. Соффнер та інші. Підсумкова публікація цих збирань з'явилась майже через 20 років (Alberty, Soffner, 1962), у ній автори наводять у тому числі 7 видів (Saturniidae, Sphingidae, Notodontidae) з досліджуваного нами регіону. В окупованому Дніпропетровську університет не припиняв своєї роботи. За цей час на біологічному факультеті працювала кафедра зоології безхребетних (завідувач доц. А. В. Бондарев), співробітники якої підготували збірник статей «Комахи Південно-Східної України» (Рева, 1998). Але надрукувати її не судилося, а рукописи не збереглися.

На жаль, у повоєнні роки спеціальних фауністичних досліджень на території області не проводилося, натомість колектив кафедри зоології безхребетних тварин Дніпропетровського університету активно брав участь у дослідженні природних і штучних лісів степової зони України і Молдавії. За 15 років були проведені експедиції:

1949 р. – Комісарівський, Грушеватський та П'ятихатський масиви (Дніпропетровський лісгосп);

1950 р. – Старо-Бердянський, Алтагірський, Радіонівський, Каменський масиви (Мелітопольський лісгосп);

1951 р. – Велико-Анадольський та Шайтанський масиви (Велико-Анадольський лісгосп);

1952 р. – Рацинський масив і урочище «Лабіринт» (Вознесенський лісгосп);

1953 р. – Березовський масив (Одеський лісгосп);

1954 р. – Велико-Михайлівський масив (Дніпропетровський лісгосп).

Результатом цих експедицій стала низка робіт М. П. Акімова (Акімов, 1948, 1950, 1953, 1955; Акімов, Топчиев, 1960), присвячена кронним ентомокомплексам, у якій серед інших фітофагів наводяться матеріали по Notodontidae, Lymantriidae. Співробітник кафедри зоології безхребетних О. Г. Топчиев у своїх публікаціях (Топчиев, 1950, 1955; Акімов, Топчиев, 1960) розглядає питання формування ентомофауни штучних лісів і лісосмуг степової зони України включно з територією Дніпропетровщини.

У цих працях подано матеріал про знаходження та частково про екологію Lasiocampidae, Notodontidae, Lymantriidae, у тому числі в праці (Акімов, Топчиев, 1960) знаходимо цікаві дані про знахідки дуже рідкісного виду – *Eudia spini* ([Dennis et Schiffermüller], 1775). А асистент кафедри Г. В. Харакоз займалась дослідженням ентомокомплексів травостою, в її публікації (1955) є дані про лускокрилих. У цей же період подібні дослідження відбуваються й на Криворіжжі (Боченко, 1952, 1954, 1955). Також слід згадати видатного ентомолога ХХ ст. С. І. Медведева, серія його праць (1950, 1953, 1953а, 1954) присвячена дослідженням ентомокомплексів степової зони України. Виняткової цінності вони набули на початку ХХІ ст., через те що більшість екосистем, обстежених ученим, уже остаточно втрачена, наприклад території району будівництва Каховської ГЕС (Медведев, 1953). У 1964 р. із метою концентрації зоологічних досліджень у регіоні кафедри зоології безхребетних і зоології хребетних були об'єднані в спільну кафедру зоології ДДУ (Кафедра зоології ..., 2003). Цей етап ознаменувався початком екологізації зоологічних досліджень і розвитком зооекологічного напрямку. Основні дослідження були спрямовані на вивчення фауністичних комплексів як структурних компонентів наземних і водно-болотних екосистем. На основі отриманих даних були розроблені та впроваджені у практику зооекологічні основи створення штучних лісових насаджень у степу (Апостолов, 1961) й техногенних ландшафтах.

Не припиняються дослідження особливостей видового складу й екології комплексу кронних фітофагів. У цей період Л. Г. Апостолов (1968, 1968а) публікує матеріал про структуру ентомокомплексів байрачних лісів Південно-Східної України. Ціла низка його публікацій присвячена комплексу небезпечних для лісового господарства видів (Апостолов, 1960, 1961, 1962, 1963, 1976; Апостолов, Дабкевич, 1961; Апостолов, Барсов, 1977).

Саме в цей час починає наукову роботу відомий дніпропетровський лепідоптеролог Віктор Олександрович Барсов, засновник сучасних ентомологічних фондів ДНУ ім. Олеса Гончара (Голобородько та ін., 2007). Перша його праця (Барсов, 1968) присвячена фауні лускокрилих колишньої порожистої частини р. Дніпра. У ній він повідомляє про знахідки 350 видів, серед яких *Marumba quercus* ([Denis et Schiffermüller], 1775), *Teia dubia* (Tauscher, 1806) та *Epatolmis caesarea* (Goeze, 1781). У 1973 р. Віктор Олександрович захищає кандидатську дисертацію, присвячену проблемам екології золотогузки *Euproctis chrysorrhoea* (Linnaeus, 1758) (Барсов, 1973), яка по суті стала першою роботою, спрямованою на дослідження аутоекологічних особливостей небезпечного для лісового господарства степової зони України фітофага. Через декілька років виходить його публікація (Барсов, 1975), присвячена питанням фауністики степового комплексу лускокрилих, у якій він наводить 167 видів лускокрилих (без урахування Geometridae і Noctuidae) та їх біотопічний розподіл. Дещо пізніше (Барсов, 1977) вийшла перша публікація, що висвітлює фенологічні особливості весняного комплексу лускокрилих, у якій автор наводить 50 видів.

Початок 1980-х років ознаменувався виходом праці, що підсумувала дослідження кронних комах-фітофагів степової зони за 1956–1977 роки (Апостолов, 1981). Ця монографія до цього часу була фактично єдиною спробою узагальнити фауністичні матеріали про ентомокомплекс степових лісів України. Автор за час своїх досліджень на території області обстежив усі великі масиви природних (у долині р. Самара, Оріль, Дніпро) та штучних (Комісарівський, Грушеватський, Великомихайлівський) лісів. У книзі подано матеріали про знахідки 161 виду Lepidoptera.

Подальший розвиток регіональних лепідоптерологічних досліджень пов'язаний із розробкою заходів охорони та збереження рідкісних і зникаючих видів (Барсов, 1983). Вперше на регіональному рівні було здійснено спробу аналізу стану 75 видів рідкісних лускокрилих (Методические ..., 1984). Саме в цей час у Західному Донбасі розпочинаються роботи з дослідження та моніторингу стану деревних і чагарникових насаджень ділянок лісової рекультиваци порушених земель. За результатами цих досліджень (Белоконь, 1984, 1986, 1988) було з'ясовано роль та особливості заселення штучних насаджень чотирма небезпечними для лісового господарства видами комплексу вищих різновусих лускокрилих.

Наступного десятиліття виходять праці зі спробою сформулювати основи кадастрової характеристики місцевої ентомофауни (Барсов, 1991, 1997; Кадастровая ..., 1996). Наприкінці цього десятиріччя розпочинаються дослідження території Дніпровсько-Орільського природного заповідника (Антонец, 1998, 2000), результатом яких є встановлення попереднього видового списку видів, що необхідно охороняти.

На початку 2000-х рр. було розпочато велику роботу з дослідження екологічних особливостей комплексу запилювачів у степових цілинних екосистемах (Голобородько, 2003, 2005). Основну увагу було приділено булавовусим лускокрилим (Lepidoptera: Hesperioidea, Papilionoidea), у першу чергу синявцям (Lycaenidae) (Голобородько, 2004a, 2004b, 2005a, 2005b).

В останні десять років лускокрилі на Дніпропетровщині досліджуються в рамках проекту, спрямованого на вивчення біорізноманіття області. Постійним моніторингом охоплені основні за площею та ступенем збереження екосистеми, в результаті чого була опублікована серія із трьох томів (Голобородько, 2007, 2010; Ключко, 2011), присвячена аналізу поширення лускокрилих Дніпропетровської області. Багато уваги приділяється питанням охорони глобально рідкісних видів (Goloborodko, 2013; Голобородько, 2015a, 2015b).

На 2016 рік на території області було зафіксовано 119 видів булавовусих лускокрилих, що становить 60 % від установлених для України 200 видів. А подальшим, більш поглибленим вивченням очікуються знахідки ще 15 видів, які зареєстровано в сусідніх областях. Таким чином, кількість булавовусих лускокрилих області, імовірно, сягне 132 видів, що, на наш погляд, відповідатиме в повній мірі екологічним умовам, які історично склалися на території Дніпропетровської області.

На території області станом на 2016 р. зареєстровано перебування 135 видів комплексу вищих різновусих лускокрилих з надродин Lasiocampoidea, Bombycoidea та частини Noctuoidea, яка не належить власне до родини Noctuidae Latreille, 1809. Комплекс складає 80 % (Голобородько, 2010) від установлених для території України 168 видів. Найбільша кількість видів, як і в цілому у Палеарктиці, належить до родини Arctiidae (табл. 1).

Спеціальні дослідження комплексу різновусих лускокрилих на території області ведуться вже понад 50 років. Причому постійним моніторингом протягом цього періоду охоплено найбільший резерват природної лісової рослинності – Самарський бір, на території якого розташовано дві біологічні бази ДНУ ім. Олесь Гончара. Щорічно відбуваються експедиції, якими на поточний момент охоплено майже всю територію Дніпропетровської області. Але, незважаючи на такий обсяг виконаних робіт і відносно невелику територію регіону, ще залишається досить багато невирішених питань. Так, знаходження трьох видів (*Drymonia velitaris* Hufnagel, 1766, *Furcula interrupta* (Christoph, 1867), *Phalera bucephaloides* Ochsenheimer, 1810) відоме тільки за літературними даними (Апостолов, 1981), адже колекційний матеріал відсутній. Але завдяки наявності цих видів у деяких регіонах України факт їх існування й у Дніпропетровській області можливий.

Сім видів (*Malacosoma franconicum* (Denis et Schiffermüller, 1775), *Gastropacha populifolia* (Esper, 1784), *Endromis versicolora* (Linnaeus, 1758), *Agria tau* (Linnaeus, 1758), *Lemonia taraxaci* (Denis et Schiffermüller, 1775), *Thaumetopoea processionea*

Linnaeus, 1758, *Furcula aeruginosa* (Christoph, 1873)) з Дніпропетровської області відомі лише за єдиним екземпляром. Безумовно, наявність їх у межах регіону не викликає великих сумнівів, але, звісно, бажано підтвердити ці факти новими знахідками, тим більше що 3 із них внесено до Червоної книги України (2009).

Таблиця 1

Кількість видів комплексу вищих різновусих лускокрилих фауни Дніпропетровської області

| Таксон | Кількість видів |
|---------------------------|-----------------|
| РОДИНА Lasiocampidae | 17 |
| Підродина Poesilocampinae | 2 |
| Підродина Malacosominae | 3 |
| Підродина Lasiocampinae | 5 |
| Підродина Pinarinae | 7 |
| РОДИНА ENDROMIDIDAE | 1 |
| Підродина Endromidinae | 1 |
| РОДИНА SATURNIIDAE | 4 |
| Підродина Aglinae | 1 |
| Підродина Saturniinae | 3 |
| РОДИНА LEMONIIDAE | 2 |
| РОДИНА SPHINGIDAE | 19 |
| Підродина Sphinginae | 4 |
| Підродина Smerinthinae | 4 |
| Підродина Macroglossinae | 11 |
| РОДИНА NOTODONTIDAE | 36 |
| Підродина Thaumetopoeidae | 1 |
| Підродина Pygaerinae | 4 |
| Підродина Notodontinae | 25 |
| Підродина Phalerinae | 3 |
| Підродина Heterocampinae | 3 |
| РОДИНА LYMANTRIIDAE | 13 |
| Підродина Orgyinae | 9 |
| Підродина Lymantriinae | 4 |
| РОДИНА ARCTIIDAE | 39 |
| Підродина Arctiinae | 21 |
| Підродина Lithosiinae | 18 |
| РОДИНА SYNTOMIDAE | 4 |

Для відображення реальної ситуації сучасного поширення видів пропонуємо розглядати особливості їх поширення в хронологічному порядку. Після аналізу всіх колекційних фондів кафедри зоології та екології ДНУ ім. Олесь Гончара маємо змогу виділити три таких періоди – до 1970 р.; з 1970 по 1995 р.; сучасні знахідки.

Із установленого фауністичного комплексу 10 видів після 1970 р. на території області більше не траплялись. Серед них *Gastropacha populifolia* (Esper, 1784), *Diacrisia sannio* (Linnaeus, 1758) та *Rhyparia purpurata* (Linnaeus, 1758) мають всеукраїнське поширення. Зробити висновки про сучасний стан їх популяцій неможливо, але слід зауважити, що екосистеми, де були зроблені знахідки, з тих часів збереглись майже в непорушеному стані.

Eriogaster neogena (Fisher von Waldheim, 1824), *Lemonia taraxaci* (Denis et Schiffermüller, 1775), *Furcula aeruginosa* (Christoph, 1873), *Teia dubia* (Tauscher, 1806) і *Parasemia plantaginis* (Linnaeus, 1758) перебувають на межі своїх ареалів, імовірно через що й реєструвались у край рідкісно. На території України *L. taraxaci* та *P. plantaginis*, вочевидь, мають на Дніпропетровщині південну межу свого поширення, *E. neogena* й *T. dubia* – північну (Holoborodko, Plyusch, 2014). Особливо цікавою є

знахідка популяції *E. neogena* в байрачних екосистемах колишньої порожистої частини р. Дніпра. Це перша й поки що єдина знахідка цього коконопряда в межах України (Голобородько, 2010). На жаль, окрім серії з 5 (1 ♂ та 4 ♀♀) екземплярів, зібраних В. О. Барсовим у 1961 р., більше матеріалів немає. Пізніше також вид не реєструвався.

Постає питання про знахідки на території області *T. processionea*. Адже із степової зони для другої половини ХХ ст. цей вид відомий, за найближчими знахідками, тільки з території Молдови (Гербовецький ліс). На Дніпропетровщині він реєструвався тільки у серпні 1966 р. З літературних джерел (Шелюжко, 1941) відомо, що *T. processionea* у першій половині ХХ ст. реєструвалась ще й у Харківській та навіть Херсонській областях. Вочевидь, наявних дубових ценозів у заплавах середніх річок степової зони та в долині р. Дніпра вистачає для утворення мікропопуляцій. Але через відсутність сучасного матеріалу припустимо, що все ж таки такі мікропопуляції відносно тимчасові.

Вісім видів не реєструвались на території області після 1995 р. А саме – *Trichiura crataegi* (Linnaeus, 1758), *Eriogaster lanestris* (Linnaeus, 1758), *Endromis versicolora* (Linnaeus, 1758), *Agria tau* (Linnaeus, 1758), *Lemonia dumi* (Linnaeus, 1761), *Clostera anastomosis* (Linnaeus, 1758), *Chelis maculosa* (Gerning, 1780), *Dysauxes punctata* (Fabricius, 1781). Особливе занепокоєння викликає відсутність сучасних знахідок степових видів *T. crataegi* та *C. maculosa*. Адже екосистемами, де було зрублено останні знахідки, розташовані поряд із населеними пунктами й відчують постійний антропогенний тиск – випасання худоби, рекреаційне навантаження, в окремих випадках навіть засвоєння під будівництво.

Станом на середину 2016 р. на території області зафіксовано 395 видів совок (із 194 родів та 29 підродин), що становить 59 % від установлених для території України 683 видів. Найбільша кількість видів, як і в цілому в Палеарктиці, належить до підродина родини *Xyleninae* (табл. 2). При порівнянні фауни совок Дніпропетровщини із сусідніми регіонами видно, що за кількістю видів область цілком відображає умови існування таксона в степовій зоні України.

Таблиця 2

Кількість видів у підродинах совок фауни Дніпропетровської області

| Підродина | Кількість видів | Підродина | Кількість видів |
|---------------|-----------------|----------------|-----------------|
| Nolinae | 4 | Acontiinae | 5 |
| Chloephorinae | 4 | Pantheinae | 1 |
| Eriadinae | 2 | Dilobinae | 1 |
| Rivulinae | 1 | Acronictinae | 16 |
| Boletobiinae | 1 | Metoponiinae | 4 |
| Eublemminae | 6 | Cuculliinae | 23 |
| Herminiinae | 7 | Oncocnemidinae | 5 |
| Hypeninae | 2 | Amphipyridae | 5 |
| Phytometrinae | 2 | Psaphidinae | 4 |
| Aventiinae | 1 | Heliothinae | 12 |
| Calpinae | 2 | Bryophilinae | 4 |
| Catocalinae | 27 | Xyleninae | 117 |
| Euteliinae | 1 | Hadeninae | 66 |
| Plusiinae | 16 | Noctuidae | 51 |
| Eustrotiinae | 5 | | |

Значний внесок у вивчення совок фауни Дніпропетровської області зробив Віктор Олександрович Барсов. Левова частка опублікованих праць, присвячених совкам фауни Дніпропетровщини, й, звісно, колекційний матеріал (за попередніми оцінками – понад 2 000 екз.) є результатом його багаторічної праці. Опублікований уже після смерті В. О. Барсова список видів метеликів Дніпровсько-Орільського заповідника, зібраних тут у 1991–1997 рр., включає 221 вид совок (Барсов та ін., 2007). У згаданому

списку лускокрилих Дніпровсько-Орільського заповідника наведено кілька видів: *Hypena obesalis* Treitschke, 1828, *Bryophila ravula* (Hübner, [1813]), *Coenophila subrosea* (Stephens, 1829), *Xestia castanea* (Esper, [1798]) та ін., наявність яких на цих теренах викликає певні сумніви (Ключко, 2011). На жаль, відповідні матеріали відсутні у фондовій колекції лускокрилих Дніпропетровського національного університету ім. Олеся Гончара, тому точність визначення перевірити неможливо.

При подальшому посиленні антропогенного пресу на фоні встановленого нами тривалого збіднення видового складу лускокрилих і скорочення чисельності багатьох видів відбувається вульгаризація комплексу фауни області. Однак певні види проявляють себе зростанням чисельності, що в окремих випадках може призвести до значних економічних збитків у сільському, лісовому та садово-парковому господарствах. Така ситуація, безумовно, потребує посиленого моніторингу комплексу лускокрилих у Дніпропетровській області. Метою таких заходів є недопущення спалахів чисельності небезпечних видів для господарства, з одного боку, а з іншого – розробка реальних і ефективних засобів охорони всіх представників *Lepidoptera* як невід’ємного компонента біорізноманіття Дніпропетровщини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Акимов М. П.** Основные закономерности распространения животного населения / М. П. Акимов // Растительный и животный мир юго-востока УССР. – Ч. 2. Животный мир. – Д.: ДГУ, 1948. – Вып. 4. – С. 3–8.
- Акимов М. П.** Главнейшие насекомые – вредители лесонасаждений Старо-Бердянской и Алтагирской лесных дач / М. П. Акимов // Научные записки Днепропетр. гос. ун-та. Т. 37. Сб. работ биол. ф-та. Материалы исследования искусственных лесов в районе р. Молочной и Молочного лимана. – К.: Изд-во КГУ им. Т. Г. Шевченко, 1953. – С. 73–76.
- Акимов М. П.** К зооэкологической характеристике насаждений Велико-Анадольского массива / М. П. Акимов, Т. А. Диомидова // Велико-Анадольский лес. – Х.: Изд-во ХГУ им. А. М. Горького, 1955. – С. 141–150.
- Акимов М. П.** Некоторые данные о вредной энтомофауне кроны основных древесных пород искусственных лесов степной зоны Украины / М. П. Акимов, А. Г. Топчиев // Искусственные леса степной зоны Украины. – Х.: Изд-во ХГУ им. А. М. Горького, 1960. – С. 259–296.
- Антонец Н. В.** Лесопатологическое обследование насаждений Днепро-Орельского заповедника / Н. В. Антонец, В. А. Барсов // Заповідна справа в Україні. – 1998. – Т. 4, вип. 2. – С. 56–64.
- Антонец Н. В.** Краснокнижные виды насекомых Днепро-Орельского природного заповедника / Н. В. Антонец, В. А. Барсов // Вестник зоологии. – 2000. – Т. 34, № 1–2. – С. 84.
- Апостолов Л. Г.** Медведица кая в степных лесонасаждениях / Л. Г. Апостолов // Защита леса от вредителей и болезней. – 1960. – № 7. – С. 15.
- Апостолов Л. Г.** Состав вредной энтомофауны листвы дуба в лесонасаждениях юго-восточной Украины и ее зависимость от лесотипологических факторов / Л. Г. Апостолов // Материалы к научно-итоговой конференции Днепропетр. гос. ун-та. – Д., 1961. – С. 45–49.
- Апостолов Л. Г.** Влияние корма на развитие златогузки / Л. Г. Апостолов, В. Ф. Дабкевич // Материалы к научно-итоговой конференции Днепропетр. гос. ун-та. – Д., 1961. – С. 7–9.
- Апостолов Л. Г.** Условия образования очагов размножения листогрызущих вредителей дуба в лесах юго-восточной Украины / Л. Г. Апостолов // Науч. докл. высш. шк. – 1962. – Вып. 1. – С. 18–20.
- Апостолов Л. Г.** Златогузка в лесах юго-восточной Украины и ее естественные враги / Л. Г. Апостолов // Вопросы лесозащиты: Матер. 2-й межвуз. конф. по защите леса. – М., 1963. – С. 7–10.
- Апостолов Л. Г.** Некоторые вопросы структуры энтомокомплексов лесных биогеоценозов в условиях степи юго-восточной Украины / Л. Г. Апостолов // Вопросы степного лесоведения. – Д.: ДГУ, 1968. – Вып. 1. – С. 110–122.
- Апостолов Л. Г.** Эколого-зоогеографические особенности вредной дендрофильной энтомофауны лесных биогеоценозов юго-восточной Украины / Л. Г. Апостолов // Вопросы степного лесоведения. – Д.: ДГУ, 1968. – Вып. 1. – С. 123–130.

- Апостолов Л. Г.** Роль вредных насекомых в степных лесах и перспективы их дальнейшего изучения // Бюл. ВАСХНИЛ. – 1976. – Вып. 12. – С. 15–21.
- Апостолов Л. Г.** Редкие виды насекомых юго-восточной Украины и пути их охраны / Л. Г. Апостолов, В. А. Барсов // Об охране насекомых: Тез. докл. III совещ. – Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1976. – С. 11–14.
- Апостолов Л. Г.** Насекомые вредители кроны лесов Присамарья и меры борьбы с ними / Л. Г. Апостолов, В. А. Барсов // Вопросы степного лесоведения. – Д.: ДГУ, 1977. – Вып. 8. – С. 108–115.
- Апостолов Л. Г.** Влияние хозяйственной деятельности человека на энтомофауну лесных биогеоценозов степной зоны Украины / Л. Г. Апостолов, В. А. Барсов, А. Ф. Пилипенко // VII Междунар. симпоз. по энтомофауне Средней Европы. Ленинград, 19–24 сентября 1977 г. Тез. докл. – Л.: Наука, 1977. – С. 9–10.
- Апостолов Л. Г.** Вредная энтомофауна лесных биогеоценозов Центрального Приднепровья / Л. Г. Апостолов. – К.: Вища школа, 1981. – 232 с.
- Барсов В. А.** Некоторые данные о фауне чешуекрылых байрачных лесов порожистой части Днепра / В. А. Барсов // Вопросы степного лесоведения. – Д.: ДГУ, 1968. – Вып. 1. – С. 174–176.
- Барсов В. А.** Биоэкология и питание златогузки (*Euproctis chrysorrhoea* L.: Lep., Lirariidae) в условиях юго-восточной Украины / В. А. Барсов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Д.: ДГУ, 1973. – 16 с.
- Барсов В. А.** К фауне чешуекрылых степей юго-востока Украины / В. А. Барсов // Вопросы степного лесоведения. – Д.: ДГУ, 1975. – Вып. 5. – С. 205–211.
- Барсов В. А.** К фенологии комплексов весенних чешуекрылых в лесных биогеоценозах юго-восточной Украины / В. А. Барсов // Вопросы степного лесоведения. – Д.: ДГУ, 1977. – Вып. 7. – С. 102–108.
- Барсов В. А.** Использование байрачных лесов степной зоны Украины для комплексной охраны редких растений и животных / В. А. Барсов, Л. Л. Выщипан // Охрана, воспроизводство и рациональное использование почвенно-растительных и охотничьих ресурсов Украинской ССР. – К.: Изд-во Укр. НИИ НТИ. – 1977. – Вып. 1. – С. 70–71.
- Барсов В. А.** Редкие насекомые-ксилофаги юго-восточной Украины и пути их охраны / В. А. Барсов, Л. Л. Выщипан // Охрана природы и рациональное использование природных ресурсов юга Украины. – Симферополь: Изд-во обл.НТО, 1977. – С. 156.
- Барсов В. А.** Некоторые вопросы формирования фауны кронных беспозвоночных в посадке вяза мелколистного на рекультивированных землях Западного Донбасса / В. А. Барсов, А. С. Белоконь // Биогеоэкологические аспекты лесной рекультивации нарушенных земель Западного Донбасса. – Д.: ДГУ, 1980. – С. 138–154.
- Барсов В. А.** Охрана открытых ландшафтов, их растительности и энтомофауны в условиях степного Приднепровья / В. А. Барсов // Исчезающие и редкие растения, животные и ландшафты Днепровщины. – Д.: ДГУ, 1983. – С. 103–110.
- Барсов В. А.** Материалы к кадастровой характеристике наземной энтомофауны степных участков Присамарья / В. А. Барсов // Кадастровые исследования степных биогеоценозов Присамарья Днепровского, их антропогенная динамика и охрана. – Д.: ДГУ, 1991. – С. 86–97.
- Барсов В. А.** Состояние генофонда энтомофауны Днепровской области / В. А. Барсов // Франція та Україна, наук.-практ. досвід у контексті діалогу нац. культур: Тези доп. IV Міжнар. конф. – Д.: Поліграфіст, 1997. – Т. 2, ч. 2. – С. 5–6.
- Барсов В. А.** Проблемы охраны энтомофауны ландшафтов Днепровщины, находящихся под угрозой исчезновения / В. А. Барсов, Т. И. Кисенко, Ю. Л. Кульбачко, А. В. Жуков // Франція та Україна, наук.-практ. досвід у контексті діалогу нац. культур: Тези доп. IV Міжнар. конф. – Д.: Поліграфіст, 1997. – Т. 2, ч. 2. – С. 6–7.
- Барсов В. А.** Материалы к инвентаризации чешуекрылых (Lepidoptera) Днепровско-Орельского природного заповедника (Днепропетровская обл., Украина) / В. А. Барсов, Н. В. Антонец, П. Н. Шушурак // Збірник наукових праць викладачів природничо-географічного факультету. – Ніжин, 2007. – Вып. 2. – С. 134–151.
- Белоконь А. С.** К вопросу формирования кронной энтомофауны на участке лесной рекультивации в условиях Западного Донбасса / А. С. Белоконь // Тез. докл. 9-го съезда Всесоюз. энтомолог. о-ва. – К., 1984. – Ч. 1. – С. 50.
- Белоконь А. С.** Формирование кронной энтомофауны в условиях лесомелиоративной рекультивации земель Западного Донбасса (1976–1985) / А. С. Белоконь, В. С. Солодовникова // Вопросы степного лесоведения и лесной рекультивации земель. – Д.: ДГУ, 1986 – С. 136–140.

Белоконь А. С. Эколого-фаунистическая характеристика пауков и насекомых в лесных насаждениях на рекультивируемых землях Западного Донбасса / А. С. Белоконь: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Д.: ДГУ, 1988. – 17 с.

Блеккер Г. Lepidoptera / Г. Блеккер, В. Кавригин // Зоологические исследования лесного департамента: Труды Экспедиции лесного департамента, научный отдел, 1898. – Т. 5, вып. 2, прилож.: 30–38.

Борьба с вредителями // Отчет Екатеринославской уездной земской управы за 1913 г. по агрономическому отделу. – Екатеринослав: Типография К. А. Андрущенко, 1914. – С. 111–116.

Боченко В. Е. Формирование энтомофауны вредителей кроны дуба в искусственных лесопосадках Криворожья / В. Е. Боченко. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Х., 1952. – 7 с.

Боченко В. Е. Пути возникновения очагов вредителей древесно-кустарниковой растительности г. Кривого Рога / В. Е. Боченко // Тез. докл. III Всесоюз. эколог. конф. – 1954. – Т. 4. – С. 55.

Боченко В. Е. Экологический анализ видового состава энтомовредителей дуба Криворожья / В. Е. Боченко // Зоологический журнал. – 1955. – Т. 34, вып. 3. – С. 542–544.

Брамсон К. Л. Вредные насекомые и меры борьбы с ними. Часть 1. Насекомые, вредные для большей части культурных растений. Насекомые, вредные для полеводства, луговодства и огородничества / К. Л. Брамсон – Екатеринослав: Типография Я. М. Чауссака, 1881. – 177 с.

Брамсон К. Л. Вредные насекомые и меры борьбы с ними. Часть 2 / К. Л. Брамсон. – Екатеринослав: Типография Я. М. Чауссака, 1883. – 360 с.

Брамсон К. Л. Вредные насекомые и меры борьбы с ними. Часть 1. Насекомые, вредные для большей части культурных растений. Насекомые, вредные для полеводства, луговодства и огородничества. – 2-е изд. / К. Л. Брамсон. – Екатеринослав: Типо-литография Я. М. Чауссака, 1894. – 263 с.

Брамсон К. Л. Вредные насекомые и меры борьбы с ними. Часть 2., отдел 3. Насекомые, вредные для лесоводства, садоводства и виноградарства. 2-е изд. / К. Л. Брамсон. – Екатеринослав: Печатня С. П. Яковлева, 1896. – 360 с.

Витковский Н. Обзор вредителей сельского хозяйства, наблюдавшихся в 1914 г. / Н. Витковский. – Екатеринослав: Тип. губ. земства, 1915. – 68 с.

Голобородько К. К. Ландшафтно-біотопічний аналіз фауни денних лускокрилих (Lepidoptera: Hesperioidea, Papilionoidea) Дніпропетровської області / К. К. Голобородько // Вісник ДНУ. Серія біологія, екологія. Вип. 11, т. 1. – Д.: ДНУ, 2003. – С. 85–96.

Голобородько К. К. Популяційна структура Lycaenidae (Lepidoptera) у зональних степових біогеоценозах України / К. К. Голобородько // Вісник ДНУ. Серія «Біологія, екологія». – Вип. 12, т. 2. – Д.: ДНУ, 2004. – С. 28–32.

Голобородько К. К. Фенологічна структура Lycaenidae (Lepidoptera) степової зони України / К. К. Голобородько // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя: ЗДУ, 2004. – Вип. 9, № 2. – С. 182–190.

Голобородько К. К. Місце синявців (Lycaenidae) в структурі ентомофауни зональних степових екосистем України на прикладі індивідуальних консорцій *Salvia nutans* L. / К. К. Голобородько, О. Є. Пахомов // Вісник Чернівецького національного ун-ту. Біологія. – 2004. – Вип. 223. – С. 272–281.

Голобородько К. К. Вплив морфологічних характеристик імаго Lycaenidae (Lepidoptera) на процес живлення в умовах зональних степових біогеоценозів України / К. К. Голобородько, О. Є. Пахомов // Вісник ДНУ. Серія «Біологія, екологія». – Вип. 13, т. 1. – Д.: ДНУ, 2005. – С. 27–31.

Голобородько К. К. Біорізноманіття та еколого-фауністичний огляд синявців (Lepidoptera, Lycaenidae) Дніпропетровської області / К. К. Голобородько, О. Є. Пахомов // Екологія та ноосферологія. – 2005. – Т. 16, № 1–2. – С. 68–73.

Голобородько К. К. Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Булавовусі лускокрилі (Lepidoptera: Hesperioidea, Papilionoidea) / К. К. Голобородько, О. Є. Пахомов / за заг. ред. проф. О. Є. Пахомова. – Д.: Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 2007. – 302 с.

Голобородько К. К. Біорізноманіття України. Дніпропетровська область. Вищі різновусі лускокрилі. Частина 1 (Lepidoptera: Lasiosampoidea, Bomboidea, Noctuoidea (частина)) / К. К. Голобородько, І. Г. Плющ, О. Є. Пахомов / за заг. ред. проф. О. Є. Пахомова. – Д.: Вид-во ДНУ, 2010. – 296 с.

Голобородько К. К. Новые находки редких и малоизвестных Lasiosampidae (Lepidoptera) на Украине / К. К. Голобородько, І. Г. Плющ // Вестник зоологии. – 2010. – Т. 44, № 5. – С. 466.

Голобородько К. К. Аналіз охорони лускокрилих (Lepidoptera) у сучасних об'єктах природно-заповідного фонду Дніпропетровської області / К. К. Голобородько, О. Є. Пахомов // Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. Біологічні науки. – 2015. – № 2 (36). – С. 36–39.

Голобородько К. К. Глобально рідкісні види лускокрилих (Lepidoptera) долини р. Оріль / К. К. Голобородько, О. Є. Пахомов, В. О. Махіна // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Біологія». – 2015. – Вип. 25. – С. 172–179.

Дунин-Боровский В. М. Некоторые вредные насекомые в Екатеринославской губернии в 1894 году / В. М. Дунин-Боровский // Отчет Екатеринославской губернской земской управы за 1894 год. Часть. 2. – Екатеринослав: Типо-литография губернского правления, 1895. – С. 74–87.

Ершов В. Каталог чешуекрылых Российской империи / В. Ершов, А. Фильд // Труды Русского энтомологического общества. – СПб, 1870. – Т. 1, № 1–2. – С. 130–204.

Кафедра зоології та екології: минуле та сьогодення (до 85-річчя з дня заснування Дніпропетровського національного університету) / В. Л. Булахов, О. С. Пахомов, В. В. Бригадиренко, В. Я. Гассо. – Д.: ДНУ, 2003. – 32 с.

Ключко З. Ф. Біорізноманіття України. Дніпропетровська область. Вищі різновусі лускокрилі. Частина 2. Совки (Lepidoptera: Noctuidae) / З. Ф. Ключко, К. К. Голобородько, О. Є. Пахомов, В. О. Афанасьєва / наук. ред. канд. біол. наук І. Г. Плющ / за заг. ред. проф. О. Є. Пахомова. – Д.: ДНУ, 2011. – 504 с.

Медведев С. И. Материалы к экологическому анализу фауны насекомых искусственных насаждений Велико-Анадольского леса / С. И. Медведев // Учен. зап. ХГУ. – Т. 14–15. – Тр. НИИ биол. Харьк. гос. ун-та им. А. М. Горького, 1950. – С. 33–45.

Медведев С. И. К вопросу о происхождении энтомофауны парков Аскании-Нова / С. И. Медведев // Учен. зап. ХГУ. – Т. 14–15. – Тр. НИИ биол. Харьк. гос. ун-та им. А. М. Горького, 1950. – С. 67–88.

Медведев С. И. О происхождении и формировании энтомофауны ползающих насекомых в степной зоне УССР / С. И. Медведев, М. П. Божко, Д. С. Шапиро // Зоологический журнал. – 1951. – Т. 30, № 4. – С. 306–318.

Медведев С. И. О влиянии орошения на энтомофауну в районе строительства Каховской ГЭС и Южно-украинского канала / С. И. Медведев, М. П. Божко, Д. С. Шапиро // Зоологический журнал. – 1952. – Т. 31, № 3. – С. 347–368.

Медведев С. И. Некоторые черты фауны насекомых искусственных насаждений в степях Восточной Украины / С. И. Медведев // Учен. зап. ХГУ. – Т. 18. – Тр. НИИ биологии Харьк. гос. ун-та им. А. М. Горького, 1953. – С. 63–112.

Медведев С. И. Основные черты энтомофауны района строительства Каховской ГЭС / С. И. Медведев // Зоологический журнал. – 1953. – Т. 32, № 6. – С. 1126–1140.

Медведев С. И. Особенности распространения некоторых экологических форм насекомых в различных ландшафтно-географических зонах Украины / С. И. Медведев // Зоологический журнал. – 1954. – Т. 33, № 6. – С. 1245–1263.

Методические указания к изучению темы «Редкие и исчезающие беспозвоночные Приднепровья» / Состав. В. А. Барсов и др. – Д.: ДГУ, 1984. – 43 с.

Миллер К. Стеблевая совка (*Tapinostola musculosa* Hbn.) в Екатеринославской губернии в 1911–1913 гг. / К. Миллер // Защита растений от вредителей. – 1914. – № 2 (20). – С. 12–14.

Некрутенко Ю. Денні метелики України / Ю. Некрутенко, В. Чеколовець. – К.: Вид-во Раєвського, 2005. – 232 с.

Рева А. Д. История биолого-экологического факультета Днепропетровского государственного университета / А. Д. Рева. – Д.: Изд-во Днепропетр. ун-та, 1998. – 166 с.

Розанов А. Г. До лепідоптерофауни Артемівшини / А. Г. Розанов // Зап. Миколаїв. ін-ту народної освіти. Кн. 2. – Рік 1928–1929. – Миколаїв, 1930. – С. 99–104.

Стрельцов И. И. Главнейшие вредители сельскохозяйственных растений в 1927 г. / И. И. Стрельцов // Материалы по изучению вредных насекомых восточно-степной области Украины (результ. работ отд. за 1927 год). Восточно-степная областная сельскохозяйственная опытная станция им. И. Е. Клименко, отделение сельскохозяйственной энтомологии. – Д., 1928. – № 44. – С. 6–9.

Топчиев А. Г. Некоторые данные по распространению беспозвоночных животных в мертвом покрове Велико-Анадольского леса / А. Г. Топчиев // Велико-Анадольский лес. – Х.: Изд-во ХГУ им. А. М. Горького, 1955. – С. 169–175.

Труды областного съезда представителей земств и сельских хозяев Юга России. Т. 4. Доклады / под ред. В. Брунста. – Екатеринослав: Типогр. торг. дома «Нейте и Мясоедов», 1910. – С. 1048–1050.

Труды 6-го совещания агрономов при Екатеринославской губернской земской управе. – Екатеринослав: Типогр. губерн. земства, 1911. – С. 157–168.

Харакоз А. В. Энтомофауна травянистого покрова Велико-Анадольского леса / А. В. Харакоз // Велико-Анадольский лес. – Х.: Изд-во ХГУ им. А. М. Горького, 1955. – С. 151–164.

Шевырев И. Вредные лесные насекомые южной России: наблюдения 1891 г. Вып. 2. Гусеницы, листогрызы и листоеды степных лесов / И. Шевырев. – СПб.: Типография В. Демакова, 892. – 98 с.

Шевырев И. Я. Описание вредных насекомых степных лесничеств и способы борьбы с ними / И. Я. Шевырев. – СПб., 1893. – 147 с.

Шелюшко Л. А. Матеріали до лепідоптерофауни Київщини, Bombyces i Sphinges / Л. А. Шелюшко // Тр. зоол. музею. – Т. 1. – К.: Вид. Київ. держ. ун-ту ім. Т. Г. Шевченка, 1941. – С. 1–101.

Ярошевский В. А. К сведениям о фауне чешуекрылых насекомых (Lepidoptera) Харькова и его окрестностей / В. А. Ярошевский // Тр. о-ва испыт. прир. при Имп. Харьк. ун-те. – 1879 (1880). – Т. 13. – С. 69–88.

Alberty B. Zur Kenntnis der Lepidopteren-Fauna Süd- und Südostruslands / B. Alberty, J. Soffner // Mitteilungen der Münchener Entomologischen Gesellschaft. – 1962. – S. 154–190.

Böber R. Ueber einige entomologische Merkwürdigkeiten von Taurien / R. Böber // Magazine des Thierreichs, 1793. – 1: 135–140.

Czernay A. Verzeichniss der Lepidopteren des Charkowschen, Poltawschen und Ekaterinoslawischen Gouvernements / A. Czernay // Bull. Soc. Natur. Moscou. – 1854. – Vol. 27. – S. 212–225.

Goloborodko K. K. Rare and endangered butterflies (Lepidoptera: Hesperioidea, Papilionoidea) the former rapids part of Dnepr / K.K. Goloborodko // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя: ЗНУ, 2013. – Вип. 19, № 2. – С. 135–145.

Holoborodko K. K. New records of rare species of Tussock moths (Lepidoptera, Lymantriidae) – *Teia dubia* (Tauscher, 1806) in Ukraine / K. K. Holoborodko, I. G. Plyusch // Vestnik zoologii, 2014. – 48(6). – P. 570.

ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТІВ ТА ПІДСТИЛОК ЛІСОВИХ БІОГЕОЦЕНОЗІВ СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

В. А. Горбань

кандидат біологічних наук, доцент

У 1949 р. у Дніпропетровському державному університеті (нині – Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара) під керівництвом професора О. Л. Бельгарда було створено Комплексну експедицію з дослідження лісів степової зони України та Молдови (КЕДУ).

З року створення до цього часу в дослідженнях фізичних властивостей ґрунтів та лісових підстилок лісових біогеоценозів степової зони України співробітниками Комплексної експедиції можна виділити 3 напрямки: 1) дослідження фізичних властивостей ґрунтів; 2) дослідження фізичних властивостей лісових підстилок; 3) дослідження радіоактивності ґрунтів та лісових підстилок.

Дослідження фізичних властивостей ґрунтів. У першій колективній монографії КЕДУ «Велико-Анадольський лес» (1955) наведено підсумки комплексних робіт, присвячених дослідженню проблем степового лісорозведення. Аналізу ґрунтів Велико-Анадольського лісу присвячена робота ґрунтознавця В. Г. Стадніченка (1955), у якій автор наводить шкалу вилугованості ґрунтів з огляду на особливості степового середовища. При дослідженні впливу лісових насаджень на степові ґрунти В. Г. Стадніченком виявлено формування лісопокрощених чорноземів зі збільшеним умістом гумусу та наявністю різних ступенів вилугованості порівняно з вихідним типом ґрунтів степової зони. Учений приділяє значну увагу особливостям розподілу гранулометричних фракцій, які відображають особливості ґрунтоутворного процесу в степових ґрунтах під лісовими насадженнями.

Механічний (гранулометричний) склад використовувався О. Л. Бельгардом (1955, 1960, 1971) при розробленні типологічних принципів степових лісів як один із найважливіших показників типу лісорослинних умов. М. А. Сидельник (1955, 1960, 1977) використовує механічний склад ґрунтів для характеристики їх лісопридатності в степових умовах.

Робота А. Г. Линді (1973) присвячена дослідженням впливу лісової рослинності на фізичні властивості ґрунтів, зокрема водоміцність агрегатів та твердість. У результаті виконаних досліджень встановлено, що чорноземи лісові в степу мають сприятливі фізичні властивості. Це свідчить про покращуючий вплив лісової рослинності на ґрунти в умовах степу.

Дослідження А. Г. Линді (1976) присвячені порівнянню властивостей зональних чорноземів звичайних та чорноземів лісових, що сформувалися під природною байрачною рослинністю. Установлено, що досліджені ґрунти відносяться до важких та середніх суглинків. Під лісовою рослинністю спостерігається збільшення на 10 % кількості мікроагрегатів порівняно з цілинним степом. Виявлено зростання водоміцності агрегатів байрачних ґрунтів майже на 20 % порівняно із зональними степовими ґрунтами. Отримані А. Г. Линдею результати свідчать про специфічні особливості ґрунтоутворного процесу під лісовою рослинністю в степу. До них відносяться: диференціація ґрунтового профілю на ілювіальний та елювіальний горизонти внаслідок процесу лесиважу, агрономічна корисна мікроструктуреність гумусового горизонту, висока водоміцність ґрунтових агрегатів.

У роботі Л. П. Травлєєва (1976) на основі дослідження фізичних властивостей ґрунтів та підстилок, встановлення водного режиму основних типів біогеоценозів степової зони України введено поняття «локальний коефіцієнт зволоження» (ЛКЗ), який відображає особливості водного забезпечення едафотопів.

А. П. Травлєєвим (1977) детально розглянуто зміни механічного складу ґрунтів в результаті впливу лісового культурбіогеоценозу. У середньо- та важкосуглинкових

грунтах відбувається міграція мулистої фракції, яка є найбільш рухомою. Для зональних степових ґрунтів є характерною кількість мулу вглиб розрізу. Після створення лісових культур необхідний тривалий час, щоб відбувся перерозподіл механічних фракцій, у першу чергу мулистої та колоїдної. При наявності повного насичення поглинаючого комплексу кальцієм можна уявити, що дрібні фракції незворотно скоагульовані, внаслідок чого їх пересування переважно неможливе. Однак слід урахувати ряд додаткових обставин, які виникають у результаті впливу на висхідні умови лісової рослинності. По-перше, лісова підстилка хоча й відноситься до гуматної групи, однак разом із гуміновими кислотами в наявності присутні також фульвокислоти, які здатні певний час впливати на верхній горизонт ґрунту. По-друге, рН лісової підстилки на перших етапах розкладу має слабкокисло реакцію. Навіть невелика кількість вільного водню сприяє порушенню незворотно скоагульованих колоїдів, збільшуючи їх рухомість. По-третє, не можна не враховувати, що лісова підстилка повністю перетворює горизонтальний стік води на глибинний, а фактор зволоження в процесі лесиважу відіграє вирішальну роль. І, нарешті, четвертим аргументом на користь пересування дрібнодисперсної фракції є наявність порожнин, ходів у результаті діяльності коренів та ґрунтової фауни. Ходи, що залишилися, слугують тунелями, якими під впливом потоків води може механічним шляхом пересуватися фракція мулу, що пептизується водою (Горбунов, 1978), зверху вниз. Розміри цього перерозподілу майже непомітні в порівняно молодих, 30–40 років, штучних насадженнях, а більш помітні в насадженнях 100-річного віку та більше. При цьому іноді верхні шари ґрунту відрізняються різко збільшеним вмістом мулу, що пояснюється дією чорних бур, які сприяють накопиченню в лісових насадженнях мулу та колоїдів. Другі горизонти ґрунту можуть мати, порівняно з першими, відносно меншу кількість мулу, однак тут його набагато більше, ніж у вихідній ґрунтоутвірній породі. Як відзначає А. П. Травлєєв, виникнення деяких ознак полегшення механічного складу верхніх шарів ґрунту покращує лісорослинні умови. У вмітому горизонті, що зароджується, виникають додаткові можливості покращення структури (коефіцієнт оструктурення зростає).

Подальший розвиток досліджень фізичних властивостей ґрунтів пов'язаний із роботами А. П. Травлєєва та Л. П. Травлєєва (1979, 1988), які є авторами навчальних посібників, присвячених дослідженню степових ґрунтів. Зокрема, у «Супутнику геоботаніка з ґрунтознавства та гідрології» (1979) наведено детальні методики практичного визначення фізичних та водних властивостей ґрунтів: питомої ваги, об'ємної ваги, пористості, питомої поверхні ґрунтів, вологості, вологоємності, водопроникності та ін.

Л. П. Травлєєв (1981) висвітлює результати детальних досліджень водно-фізичних властивостей ґрунтів та підстиляючої породи пристінних лісових біогеоценозів Присамар'я.

У роботі «Ліс та ґрунт в умовах степу» (1988) наведено історичний огляд формування поглядів щодо впливу лісової рослинності на степові ґрунти, також виділено окремі розділи, присвячені дослідженням особливостей мінеральної частини ґрунту, фізичним властивостям, хімічному складу, фізико-хімії, біохімії ґрунтів та ін. У розділі, присвяченому фізичним властивостям ґрунтів, детально розглянуто гранулометричний склад ґрунтів, структуру, питому та об'ємну масу ґрунтів, пористість, аерацію, водно-фізичні властивості, механічні та теплові властивості ґрунтів.

А. П. Травлєєв, Н. А. Білова, Л. П. Травлєєв (1991) наводять результати моніторингових досліджень водних та мікроморфологічних властивостей степових біогеоценозів Присамарського моніторингу. Ученими встановлено, що чорнозем звичайний малогумусовий середньосуглинковий характеризується сприятливими водно-фізичними властивостями. Єдиним джерелом поповнення запасів вологи в плакорному степу є атмосферні опади. Аридускулярні позиції рельєфу визначають категорію зволоженості як атмосферно-транзитне зволоження відточне. Відповідно

до величин ґрунтової вологи за роками ступінь зволоження (гігротоп) за типологічною схемою О. Л. Бельгарда (1950) відповідає сухим місцезростанням СГ₀₋₁. Вологозабезпеченість ґрунту визначається запасами продуктивної вологи на початку вегетаційного періоду (квітень) та залежить від погодних умов. У посушливі роки запаси вологи у верхньому ґрунтовому шарі (20–30 см) повністю використовуються на випаровування та транспірацію. Зона активного вологообміну визначалася в профілі до глибини 1,5 м. Особливо підвищений вологообмін – у першому 0,5-метровому шарі, де добре виражена мікроморфологічна організація ґрунтової маси. Саме тут акумулюється найбільша кількість вологи. Також цей шар має найбільшу величину витрати вологи (34 % від весняних запасів). Гідрологічний профіль характеризується помірними запасами продуктивної вологи (50–80 % від величини найменшої вологоємності) і лише в роки з найбільшою весняною вологозабезпеченістю у верхньому 1-метровому шарі запаси вологи дещо перевищують величину найменшої вологоємності. Запаси вологи вниз за профілем зменшуються, а в інтервалі 1,5–3 м їх внутрішньорічні коливання досягають мінімальних значень. Діапазон активної вологи змінюється від 50–60 % величини найменшої вологоємності у верхній 1,5-метровій товщі до 40–45 % – в інтервалі 1,5–3 м. Доступність вологи різко знижується вниз за профілем у зв'язку зі зростанням водоутримуючих властивостей ґрунту. В інтервалі 1,8–3 м вона близька до вологості в'янення або менша за неї.

Дослідженнями Н. М. Цветкової (1992) показано залежність зв'язування важких металів та мікроелементів від фізичних властивостей ґрунтів, зокрема їх гранулометричного складу.

Значний вклад у розвиток досліджень фізичних властивостей ґрунтів зробив І. Є. Олег (1996), дисертаційна робота якого присвячена встановленню екологічної ролі фізичних властивостей лісових ґрунтів степового Придніпров'я. Нижче наводяться основні результати виконаної роботи.

Учений відмічає, що плакорний степ півдня України характеризується ґрунтами, які зазвичай за своїми фізичними та мікроморфологічними властивостями є лісопридатними. Головним лімітуючим фактором для лісорозведення є недостатня вологозабезпеченість деревинних рослин. Установлено, що поліпшення фізичних та мікроморфологічних особливостей ґрунтів відбувається завдяки сільватизуючому серцевищеперетворюючому впливу лісової рослинності. Це проявляється в покращенні структури, зростанні рихлості, пористості, зменшенні механічної протидії, збільшенні діапазону доступної вологи.

Фізичні властивості в цих взаємовідносинах не є пасивним фактором, а відіграють провідну екологічну роль у житті ґрунтової флори і фауни, сприяючи чи перешкоджаючи розвиненню кореневих систем, покращуючи чи погіршуючи водний та повітряний режими, умови живлення тощо. Для оцінки лісорослинних та лісовідновлюючих властивостей едафотопів в умовах степового Придніпров'я автором встановлено деякі оптимальні показники фізичних параметрів ґрунтів: гранулометричний склад – середньо- та легкосуглинковий; пористість – 40–55 %; співвідношення капілярної пористості та пор аерації – 2:1; найменша вологоємність – 28–30 %; доступна волога – 18–20 % (60 % від найменшої вологоємності); водопідйомна здатність – 3–5 см/год.; водопроникність – 0,05–0,09 см/хв.; зв'язність – 40–60 кг/см²; липкість – 250–300 г/см²; твердість – 5–10 кг/см²; структура – зерниста або зернисто-горіхувата, рихлого чи рихлуватого складення (Олег, 2000).

Ученим зроблено спробу застосувати як додаткове розшифрування лісорослинних умов у лісотипологічних формулах О. Л. Бельгарда інтегральний показник фізичних властивостей ґрунту (ІПФВ). За наведеними вище даними цей показник має вищий бал – 5. Також до формул О. Л. Бельгарда вводиться показник лісовідновлюючих властивостей ґрунту (ЛВВ), до якого входять також умови зволоження ґрунтів. Виявлені екологічні особливості фізичних властивостей лісових

ґрунтів є важливими критеріями, які лісоводи повинні враховувати та керуватися ними при створенні штучних лісів.

Дослідженнями І. Є. Олега (1996) підтверджується екологічне значення фізичних властивостей ґрунтів щодо лісозростання, особливо в степових умовах, коли ці властивості, як правило, відіграють вирішальну роль, інтерферуючи і видозмінюючи вплив факторів степового середовища, взаємодіючи з лісовою рослинністю, зумовлюючи успіх або невдачу лісорозведення та лісовідновлення. Екологічна роль фізичних (гранулометричний склад, об'ємна, питома маси, пористість, структурність, щільність, найменша вологемкість, діапазон активної вологи, зв'язність, липкість, твердість, водопідйомна здатність, водопроникність та ін.) властивостей лісових ґрунтів степового Придніпров'я зумовлена взаємопроникненням цих факторів ґрунтоутворення крізь ґрунтовий субстрат, який є процесійним блоком, де проходять синтез, аналіз і процеси трансформації факторів середовища. Контролюючим блоком цих процесів є кліматичні особливості степової зони України, які зумовлюють не біогенний вплив деревинних рослин на лісові ґрунти, а біокліматогенний (за С. В. Зонном), забезпечуючи чорноземоутворення під пологом лісової рослинності в плакорному степу.

Н. А. Білова (1997) наводить результати досліджень екології, мікроморфології, антропогенезу лісових ґрунтів степової зони України. Значну увагу автор приділяє встановленню залежності між фізичними властивостями ґрунтів (гранулометричного складу, щільності скелету та твердої фази, твердості) та їх мікроморфологічною організацією. Наводиться схема розробленого пристосування для відбору ґрунту в не порушеному стані з ризосфери рослин.

Н. А. Білова та А. П. Травлєєв (1999) при дослідженні ґрунтів лісових біогеоценозів степової зони приділяють велику увагу особливостям їх гранулометричного складу, справедливо вважаючи цей показник одним із найважливіших генетичних ознак. Також автори наводять результати досліджень деяких фізичних властивостей лісових ґрунтів в умовах степу.

У результаті дослідження екологічної зумовленості фізико-механічних властивостей чорноземів Присамар'я (Горбань, 2007а) встановлено, що найбільше на фізико-механічні властивості ґрунтів впливають вміст гумусу та гранулометричний склад. Чорноземи звичайні та лісопокрашені, на відміну від чорноземів лісових, характеризуються підвищеними величинами липкості. Чорноземи звичайні порівняно з чорноземами лісопокрашеними та лісовими мають підвищену зв'язність. Чорноземи звичайні та лісопокрашені відрізняються від чорноземів лісових підвищеними величинами опірності здавлюванню. За фізико-механічними властивостями найбільш сприятливими для нормального розвитку рослинності характеризуються чорноземи лісові, менш сприятливими – чорноземи звичайні; чорноземи лісопокрашені займають проміжне положення.

Дослідженнями водопроникності та фізичних властивостей ґрунтів лісових угруповань Присамар'я (Горбань, 2007б) встановлено, що найменші значення водопроникності, коефіцієнта фільтрації, водопіднімальної здатності ґрунту та щільності твердої фази з усіх досліджуваних ґрунтів зареєстровано в горизонті H_1 свіжої липово-ясеневі дїброви, яка розташована в заплаві р. Самари. Найбільшу водопроникність та водопіднімальну здатність ґрунту виявлено в горизонті Ph заплавної дїброви. У горизонті H_1 сухуватої в'язово-ясеневі дїброви є мінімальна щільність скелету та максимальні значення загальної пористості й коефіцієнта фільтрації.

Дослідженнями (Горбань, 2008) встановлено, що привнесення значних обсягів ґрунтового еолового дрібнозему до лісових культурбіогеоценозів в умовах степової зони України призводить до полегшення гранулометричного складу їх місцезростань, а також до зміни типу лісорослинних умов. Відкладення еолового матеріалу в лісових культурбіогеоценозах та залучення його до біологічного кругообігу речовин та енергії сприяє збільшенню вмісту загального гумусу лісопокрашених ґрунтів порівняно з

грунтами лісових культурбіогеоценозів без привнесення еолового матеріалу. Також ґрунтові еолові відклади викликають збільшення водного дефіциту штучних лісових насаджень у степу, що негативно відображається на їх загальному стані.

У результаті досліджень темно-каштанових лісопокращених ґрунтів лісових культурбіогеоценозів буферної зони Біосферного заповідника «Асканія-Нова» (Горбань, 2009) виявлено, що вони належать до ґрунтів суглинистого гранулометричного складу. Еоловий матеріал, який відклався на цих ґрунтах, характеризується супіщаним гранулометричним складом, що зумовлює формування оптимальних загальних фізичних властивостей (загальна пористість дорівнює 56,55 %). Еоловим відкладам, порівняно з темно-каштановими ґрунтами, притаманні підвищені величини липкості та зв'язності. Установлено, що шар еолових відкладів та темно-каштанові ґрунти характеризуються сприятливими водно-фізичними властивостями (діапазон активної вологи становить 69–75 % від найменшої вологоємності, водопроникність верхніх горизонтів – близько 5 мм/хв.). Еолові відклади відрізняються від темно-каштанових ґрунтів зменшеними величинами теплофізичних властивостей, що зумовлено особливостями їхнього гранулометричного складу. Виявлено, що горизонт еолових відкладів характеризується значною електроопірністю порівняно з темно-каштановими ґрунтами. Дослідженнями встановлено, що привнесення еолового дрібнозему, який характеризується специфічними фізичними властивостями, на темно-каштанові ґрунти лісових культурбіогеоценозів під час пилових бур зумовлює зміни їх фізичного стану і відіграє важливу екологічну роль.

В. А. Горбанем та А. А. Горбанем (2010) виконано дослідження теплофізичних властивостей еолово-ґрунтових відкладів, похованих лісопокращених та зональних ґрунтів степової зони України. Установлено, що чорнозем звичайний лісопокращений з наявними еолово-ґрунтовими відкладами характеризується меншими величинами теплофізичних властивостей порівняно з чорноземом звичайним, що може свідчити про полегшення гранулометричного складу лісопокращеного чорнозему під впливом еолово-ґрунтових відкладів. Чорнозем приазовський лісопокращений з наявним еолово-ґрунтовим відкладом характеризується більшими величинами теплофізичних властивостей порівняно з чорноземом приазовським, що свідчить про більше накопичення органічної речовини в ґрунті під лісосмугою порівняно з відкритим полем. Темно-каштановий ґрунт лісопокращений з наявними еолово-ґрунтовими відкладами майже не відрізняється за величинами теплофізичних властивостей порівняно з темно-каштановим ґрунтом, що свідчить про зменшення впливу штучного лісу на ґрунти зі збільшенням екстремальності степового середовища, із просуванням з півночі на південь.

Дослідження екологічної зумовленості фізичних властивостей еолово-ґрунтових відкладів, які утворилися внаслідок пилової бурі 2007 р. у полезахисних лісосмугах Асканії-Нова (Горбань, 2010), виявили залежність фізичних властивостей еолово-ґрунтового матеріалу від особливостей природи його утворення, особливо гранулометричного складу та вмісту органічних речовин. Установлено відмінність еолово-ґрунтових відкладів від похованого ґрунту за величинами вмісту фізичної глини, липкості, опірності до здавлювання, найменшої вологоємності, діапазону активної вологи, водопідйомної здатності та теплоємності. У цілому лісопокращеним ґрунтам з наявними еолово-ґрунтовими відкладами притаманні більш оптимальні фізичні та лісорослинні властивості порівняно із зональними темно-каштановими ґрунтами.

Дослідження еколого-фізичних властивостей імпульверизаційно-ґрунтового матеріалу лісових культурбіогеоценозів Присамар'я Дніпровського (Горбань, 2013) виявили, що відклади імпульверизаційного матеріалу і поховані чорноземи звичайні лісопокращені відрізняються супіщаним та легкосуглинистим гранулометричним складом (вміст фізичної глини 15–32 %), що свідчить про їх позитивні лісорослинні

умови, оскільки саме від гранулометричного складу в значній мірі залежать всі інші фізичні властивості. Імппульверизаційно-грунтовий матеріал характеризується мінімальними величинами щільності ($1,03 \text{ г/см}^3$) і максимальними величинами пористості (55,3 %) порівняно з похованими ґрунтами (табл. 1), що забезпечує формування сприятливих умов для розвитку аеробних ґрунтових мікроорганізмів. Ґрунтові відклади характеризуються меншими величинами щільності твердої фази відносно похованих ґрунтів.

Таблиця 1

**Гранулометричний склад та загальні фізичні властивості
імппульверизаційно-грунтового матеріалу
та похованих чорноземів звичайних лісового культурбіогеоценозу**

| Генетичний горизонт | Вміст фізичної глини, % | Назва ґрунту за гранулометричним складом (за Н. А. Качинським, 1965) | Щільність скелету, г/см^3 | Щільність твердої фази, г/см^3 | Загальна пористість, % |
|----------------------|-------------------------|--|------------------------------------|---|------------------------|
| Пробна площа № 203–С | | | | | |
| H ₁ eol | 14,79 | Супісок | 1,03 | 2,30 | 55,3 |
| H ₂ eol | 31,37 | Суглинок середній | 1,17 | 2,17 | 46,0 |
| [H] | 15,46 | Супісок | 1,36 | 2,35 | 42,2 |
| [Hp] | 32,01 | Суглинок середній | 1,53 | 2,44 | 37,2 |
| [Ph] | 30,20 | Суглинок середній | 1,55 | 2,30 | 32,6 |
| Пробна площа № 203–Ц | | | | | |
| H ₁ eol | 21,63 | Суглинок легкий | 1,16 | 2,22 | 47,9 |
| H ₂ eol | 17,61 | Супісок | 1,26 | 2,39 | 47,4 |
| [H] | 15,11 | Супісок | 1,31 | 2,27 | 42,4 |
| [Hp] | 30,29 | Суглинок середній | 1,36 | 2,27 | 40,0 |
| [Ph] | 31,92 | Суглинок середній | 1,30 | 2,25 | 42,3 |
| Пробна площа № 203–З | | | | | |
| Neol | 16,15 | Супісок | 1,14 | 2,17 | 47,6 |
| [H ₁] | 15,69 | Супісок | 1,24 | 2,22 | 44,3 |
| [H ₂] | 23,99 | Суглинок легкий | 1,30 | 2,22 | 41,4 |
| [Hp] | 24,36 | Суглинок легкий | 1,44 | 2,41 | 40,4 |
| [Ph] | 24,75 | Суглинок легкий | 1,48 | 2,27 | 34,9 |
| [Pk] | 25,91 | Суглинок легкий | 1,43 | 2,20 | 35,0 |

Ґрунтовий матеріал відрізняється більш сприятливими фізико-механічними властивостями в порівнянні з похованими ґрунтами, що проявляється в менших величинах липкості, зв'язності і опірності до здавлювання (табл. 2). Це створює сприятливі умови для формування кореневої системи вищої рослинності (фітоценозу).

Імппульверизаційні відклади характеризуються підвищеними величинами максимальної гігроскопічної вологості (7,3 %) і вологості в'янення (11 %) порівняно з похованими ґрунтами (табл. 3). У той же час ґрунтовий матеріал відрізняється високими значеннями польової вологоємності (50,5 %) і діапазону активної вологості (39,8 %), що забезпечує формування значних запасів продуктивної, доступної для рослин, вологості. Цьому сприяють також підвищені значення водопроникності, у результаті чого поверхневий стік переводиться в глибинний.

Для імппульверизаційно-грунтового матеріалу властиві підвищені величини температуропровідності ($2,699 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$) і теплопровідності ($0,342 \text{ Дж}/(\text{м} \cdot \text{с} \cdot \text{К})$), а також знижені значення теплоємності ($1,073 \text{ МДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{К})$) порівняно з похованими ґрунтами (табл. 4), що пояснюється відмінностями в їх гранулометричному складі та особливостями розподілу органічної речовини за профілем степових ґрунтів.

Таблиця 2

**Фізико-механічні властивості імпัลверизаційно-грунтового матеріалу
та похованих чорноземів звичайних лісового культурбіогеоценозу**

| Генетичний горизонт | Липкість, г/см ² | Зв'язність, Н/см ² | Опірність до здавлювання, г/см ² |
|----------------------|-----------------------------|----------------------------------|--|
| Пробна площа № 203–С | | | |
| H ₁ eol | 455 | 13,3 | 653 |
| H ₂ eol | 487 | 18,7 | 793 |
| [H] | 455 | 15,9 | 684 |
| [Hp] | 493 | 19,3 | 768 |
| [Ph] | 425 | 14,1 | 770 |
| Пробна площа № 203–Ц | | | |
| H ₁ eol | 400 | 19,8 | 743 |
| H ₂ eol | 355 | 13,2 | 658 |
| [H] | 365 | 14,9 | 705 |
| [Hp] | 495 | 19,1 | 793 |
| [Ph] | 390 | 13,2 | 720 |
| Пробна площа № 203–З | | | |
| Neol | 330 | 14,6 | 602 |
| [H ₁] | 398 | 15,2 | 654 |
| [H ₂] | 425 | 16,9 | 643 |
| [Hp] | 405 | 17,2 | 670 |
| [Ph] | 415 | 16,4 | 695 |
| [Pk] | 463 | 19,2 | 705 |

Таблиця 3

**Водно-фізичні властивості імпัลверизаційно-грунтового матеріалу
та похованих чорноземів звичайних лісового культурбіогеоценозу**

| Генетичний горизонт | Максимальна гігроскопічна вологість, % | Вологість в'янення, % | Польова вологоємність, % | Діапазон активної вологи, % | Водопроникність, мм/хв. | Водопідйомна здатність, мм/хв. |
|----------------------|--|-----------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| Пробна площа № 203–С | | | | | | |
| H ₁ eol | 6,77 | 10,16 | 46,4 | 36,2 | 1,52 | 1,93 |
| H ₂ eol | 7,29 | 10,94 | 50,5 | 39,8 | 1,78 | 2,07 |
| [H] | 7,22 | 10,82 | 39,3 | 28,5 | 1,04 | 1,68 |
| [Hp] | 6,19 | 9,28 | 40,5 | 31,2 | 0,91 | 1,68 |
| [Ph] | 5,70 | 8,55 | 33,8 | 25,2 | 0,95 | 1,72 |
| Пробна площа № 203–Ц | | | | | | |
| H ₁ eol | 6,84 | 10,26 | 42,8 | 32,5 | 0,78 | 1,23 |
| H ₂ eol | 6,19 | 9,28 | 34,2 | 24,9 | 0,76 | 1,07 |
| [H] | 7,29 | 10,94 | 40,2 | 29,3 | 0,73 | 1,12 |
| [Hp] | 6,25 | 9,38 | 38,6 | 29,3 | 0,89 | 1,10 |
| [Ph] | 5,70 | 8,55 | 33,3 | 24,7 | 1,01 | 1,35 |
| Пробна площа № 203–З | | | | | | |
| Neol | 7,14 | 10,71 | 43,4 | 32,7 | 0,90 | 1,85 |
| [H ₁] | 6,81 | 10,21 | 39,4 | 29,2 | 1,08 | 1,78 |
| [H ₂] | 6,74 | 10,10 | 43,4 | 33,3 | 0,91 | 1,18 |
| [Hp] | 6,81 | 10,21 | 39,6 | 29,4 | 0,82 | 1,50 |
| [Ph] | 6,00 | 9,00 | 40,0 | 31,0 | 0,97 | 1,65 |
| [Pk] | 5,70 | 8,55 | 37,3 | 28,7 | 1,02 | 1,56 |

Імпульверизаційно-грунтовий матеріал характеризується більш сприятливими еколого-фізичними властивостями порівняно з похованими ґрунтами лісових культурбіогеоценозів.

Таблиця 4

Теплофізичні властивості імпульверизаційно-грунтового матеріалу та похованих чорноземів звичайних лісового культурбіогеоценозу

| Генетичний горизонт | Температуропровідність, $10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$ | Теплоємність, МДж/($\text{м}^3 \cdot \text{К}$) | Теплопровідність, Дж/($\text{м} \cdot \text{с} \cdot \text{К}$) |
|----------------------|--|---|---|
| Пробна площа № 203–С | | | |
| H ₁ eol | 2,249 | 1,141 | 0,257 |
| H ₂ eol | 2,298 | 1,169 | 0,269 |
| [H] | 2,070 | 1,163 | 0,241 |
| [Hp] | 2,699 | 1,269 | 0,342 |
| [Ph] | 2,635 | 1,200 | 0,316 |
| Пробна площа № 203–Ц | | | |
| H ₁ eol | 2,388 | 1,163 | 0,278 |
| H ₂ eol | 2,514 | 1,175 | 0,295 |
| [H] | 2,475 | 1,216 | 0,301 |
| [Hp] | 2,303 | 1,203 | 0,277 |
| [Ph] | 2,370 | 1,143 | 0,271 |
| Пробна площа № 203–З | | | |
| Neol | 2,222 | 1,073 | 0,239 |
| [H ₁] | 2,121 | 1,083 | 0,230 |
| [H ₂] | 2,022 | 1,120 | 0,226 |
| [Hp] | 2,203 | 1,159 | 0,255 |
| [Ph] | 2,202 | 1,202 | 0,265 |
| [Pk] | 2,246 | 1,225 | 0,275 |

Дослідженнями фізичних властивостей еолово-грунтових відкладів та похованих чорноземів приазовських лісових культурбіогеоценозів Приазов'я, які виконані В. А. Горбанем та О. О. Михайліченком (2013), встановлено, що еолово-грунтові відклади характеризуються більш легким гранулометричним складом порівняно з похованими чорноземами приазовськими. В еоловому матеріалі та похованих ґрунтах з глибиною спостерігається збільшення величин щільності та щільності твердої фази. Загальна пористість з глибиною поступово зменшується. Еолово-грунтові відклади порівняно з похованими чорноземами приазовськими відрізняються зменшеними величинами липкості та збільшеними величинами зв'язності та опірності до здавлювання. Еоловий матеріал містить менші запаси польової вологи порівняно з похованими ґрунтами. Еолово-грунтовим відкладам та похованим чорноземам приазовським властиві сприятливі водно-фізичні властивості. Еолові відклади відрізняються збільшеними величинами температуропровідності і теплопровідності та зменшеними величинами теплоємності порівняно з похованими чорноземами приазовськими.

Дослідження фізичних властивостей лісових підстилок. У роботі А. П. Травлева (1960) наводяться результати досліджень термоізоляційної ролі лісової підстилки з використанням модифікованих методів дослідження фізичних властивостей ґрунтів.

О. Г. Мирош та Н. М. Цветкова (1975) наводять методику дослідження температуропровідності органічного опаду та підстилок деревних порід, в основі якої лежить метод тонкої пластини Чудновського, що використовується при визначенні теплових властивостей ґрунтів.

Л. П. Травлеєв (1976) у своїй роботі наводить результати досліджень водно-фізичних властивостей (загальна вологоємність, водопроникність, випаровування вологи, капілярні властивості, гігроскопічна вологість) лісових підстилок Присамар'я, при цьому автор пристосовує та використовує методики досліджень фізичних властивостей ґрунтів. Л. П. Травлеєвим встановлено, що загальна вологоємність підстилки коливається в межах 153,6–482,9 %. Водопроникність досягає 87 %. Лісова підстилка має дуже незначну капілярність та гігроскопічність. За рахунок поверхневого випаровування втрачається лише 8–14 % води від початкової ваги.

Дослідження радіоактивності ґрунтів та лісових підстилок. Дослідження А. П. Травлеєва, Т. М. Антоненко, А. Г. Лінді (1975) присвячені вивченню природної радіоактивності лісових біогеоценозів південного сходу України. Найбільш низька радіоактивність характерна для піщаних малогумусових ґрунтів. Встановлено, що з переходом від легких за гранулометричним складом ґрунтів до важких активність ґрунтів зростає. Це чітко корелюється з ємністю поглинання та кількістю дрібних фракцій ґрунту. Значним акумулятором радіоактивних ізотопів є трухоподібний горизонт підстилки, у якому питома бета-активність досягає найвищих показників. Збільшеною активністю характеризуються гумусові горизонти: чим більше гумусу, тим вища радіоактивність ґрунтів. Підвищений вміст радіоактивних ізотопів обумовлений також наявністю ілювіальних горизонтів. Чим багатший горизонт на мулову та колоїдну фракції, тим вища його радіоактивність.

Дослідженнями А. Ф. Кулік (1992) встановлено, що насипні ґрунти ділянки лісової рекультивациі Західного Донбасу відрізняються підвищеними рівнями бета-радіоактивності порівняно з насадженнями на зональних чорноземах. Найбільші значення бета- та гамма-радіоактивності виявлено в шахтній породі.

А. Ф. Кулік та І. В. Рева (1995) при виконанні дослідження радіоактивності ґрунтів та рослин природних і штучних біогеоценозів в умовах степової зони виявили, що максимальна величина бета-радіоактивності характерна для ґрунтів, особливо їх верхнього гумусового горизонту, що пояснюється його високою сорбційною здатністю порівняно з іншими горизонтами. Також встановлено, що найбільша величина бета-радіоактивності пов'язана з ґрунтами заплавної липово-ясеневої діброви, а найменша – з ґрунтами штучного насадження акації білої свіжуватого типу.

У результаті досліджень А. Ф. Кулік (1997) у ґрунтах заплавної лісової зони виявлено такі радіонукліди: калій-40, торій-228, радій-226, рутеній-103 та 106, цезій-137. Найбільший внесок у радіоактивність ґрунтів робить калій-40. Активність цезію-137 та стронцію-90 у досліджених ґрунтах була в межах норми.

Дослідження особливостей природної бета-радіоактивності еолово-ґрунтових відкладів породахисних лісосмуг степової зони України (Горбань, 2010) виявили, що 40-річні еолово-ґрунтові відклади на чорноземах звичайних лісопокращених характеризуються певною спорідненістю з похованим гумусовим горизонтом (табл. 5).

З часом (30–40 років і більше) спостерігається формування певної спорідненості еолово-ґрунтових відкладів з гумусовим горизонтом похованих під ними ґрунтів. Чорноземні та темно-каштанові лісопокращені ґрунти характеризуються меншими величинами бета-активності порівняно із зональними ґрунтами.

Бета-активність свіжих (3–5-річних) еолово-ґрунтових відкладів, які утворилися на чорноземах приазовських лісопокращених та темно-каштанових лісопокращених ґрунтах, та похованих під ними ґрунтів свідчить про їх генетичну відмінність, гетерогенність та відносну екологічну несумісність із зональними ґрунтами (табл. 6 та 7).

У результаті досліджень природної радіоактивності лісопокращених едафотопів Присамар'я Дніпровського В. А. Горбанем та А. О. Беркар (2013) встановлено, що максимальна величина бета-радіоактивності ґрунту білоакацієвого насадження на плакорі пов'язана з верхніми горизонтами, з глибиною її величина зменшується. Це пояснюється збільшенням накопиченням органічної речовини, яка характеризується

значною сорбційною здатністю, на поверхні ґрунту і дуже незначним його проникненням вглиб у результаті значного дефіциту вологи в даних місцезростаннях. Величина бета-радіоактивності ґрунту білоакацієвого насадження пристіну з глибиною поступово збільшується, при цьому максимальна величина пов'язана з верхнім горизонтом, для якого притаманний максимальний вміст органічної речовини. Подібний характер розподілу величин природної радіоактивності за профілем властивий також для дубового насадження на плакорі. Збільшення величини бета-радіоактивності з глибиною в досліджених ґрунтах може бути зумовлене активною міграцією мулистих часток під дією глибинних потоків вологи, збільшена кількість якої пов'язана з активною середовищеперетворюючою роллю лісових насаджень у степових умовах (Высоцкий, 1960; Бельгард, 1971; Грицан, 2000; Иванько, 2008). Також у цьому процесі важливу роль відіграє лісова підстилка (Травлев, 1976).

Таблиця 5

**Бета-активність еолово-ґрунтових відкладів полезахисних лісосмуг
Присамар'я Дніпровського**

| Генетичний горизонт | Коефіцієнт озонення | Питома β -активність ґрунту, 10^{-10} кюрі/кг |
|---------------------|---------------------|---|
| ПП № 203 | | |
| H ₁ eol | 0,885 | 99,9 |
| H ₂ eol | 0,894 | 101,5 |
| [H] | 0,896 | 98,4 |
| [Hp] | 0,906 | 109,4 |
| [Ph] | 0,920 | 110,0 |
| ПП № 202 | | |
| Hor | 0,902 | 106,1 |
| H | 0,924 | 111,3 |
| HP | 0,940 | 103,2 |
| Pk | 0,950 | 120,0 |

Таблиця 6

Бета-активність еолово-ґрунтових відкладів полезахисних лісосмуг Приазов'я

| Генетичний горизонт | Коефіцієнт озонення | Питома β -активність ґрунту, 10^{-10} кюрі/кг |
|---------------------|---------------------|---|
| ПП ЧП-В1 | | |
| Neol | 0,852 | 102,6 |
| [H] | 0,896 | 92,0 |
| [Hp] | 0,879 | 99,6 |
| [Ph] | 0,913 | 112,8 |
| ПП ЧП-В2 | | |
| Hor | 0,899 | 110,8 |
| H | 0,895 | 97,8 |
| Ph | 0,923 | 98,4 |
| Pk | 0,928 | 103,9 |

При дослідженні комплексу фізичних властивостей ґрунтів співробітниками КЕДУ використовуються загальноприйняті класичні методики, розроблені та узагальнені Н. А. Качинським (1965, 1970), А. Д. Вороніним (1986), А. Ф. Вадюніною та З. О. Корчагіною (1986), С. В. Нерпіним та О. Ф. Чудновським (1967), Є. В. Шеїним та Л. О. Карпачевським (2007) та ін. Співробітниками КЕДУ розроблено та впроваджено методики досліджень липкості та зв'язності ґрунтів з використанням приладів KPGi-2295 та ZE-400 (Олег, 1996, 1997), методику дослідження опірності ґрунтів до здавлювання з використанням приладу PPGi-2292 (Горбань, 2007в), модифіковано методику дослідження теплофізичних властивостей ґрунтів на основі методу імпульсного нагрівання (Созин, 1990; Горбань, 2007), що дозволило значно інтенсифікувати дослідження цих властивостей.

Бета-активність еолово-грунтових відкладів полезахисних лісосмуг Асканії-Нова

| Генетичний горизонт | Коефіцієнт озолення | Питома β -активність ґрунту, 10^{-10} кюрі/кг |
|---------------------|---------------------|---|
| ПП АН–В1 | | |
| Neol | 0,892 | 97,4 |
| [H(e)] | 0,916 | 108,9 |
| [Hpk(i)] | 0,928 | 108,3 |
| [Pk] | 0,936 | 113,0 |
| ПП АН–В2 | | |
| Нор | 0,921 | 137,4 |
| Нр | 0,921 | 109,7 |
| Phk | 0,930 | 115,8 |
| Pks | 0,931 | 93,4 |

У найближчій перспективі перед співробітниками КЕДУ в галузі дослідження фізичних властивостей ґрунтів лісових біогеоценозів степової зони України стають такі завдання:

- 1) активізувати дослідження фізичних властивостей ґрунтів природних та штучних біогеоценозів степової зони України;
- 2) установити особливості сільватизаційного впливу лісових насаджень на фізичні властивості степових ґрунтів;
- 3) дослідити взаємозв'язок між фізичними властивостями ґрунтів та їх структурою, мікроморфологічною будовою, гумусовим станом, фізико-хімічними властивостями;
- 4) активізувати типолого-генетичні дослідження структурно-агрегатного складу ґрунтів із залученням мікроморфологічних методів дослідження;
- 5) розробити та впровадити в дослідницьку роботу нові методики дослідження фізичних властивостей ґрунтів з максимальним використанням зразків у природному не порушеному стані.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Белова Н. А.** Естественные леса и степные почвы (экология, микроморфология, генезис) / Н. А. Белова, А. П. Травлев. – Д.: ДГУ, 1999. – 348 с.
- Белова Н. А.** Экология, микроморфология, антропогенез лесных почв степной зоны Украины / Н. А. Белова. – Д.: ДГУ, 1997. – 264 с.
- Бельгард А. Л.** Введение в типологию искусственных лесов степной зоны // Искусственные леса степной зоны Украины / А. Л. Бельгард. – Х.: ХНУ, 1960. – С. 33–55.
- Бельгард А. Л.** Основные принципы типологии искусственных лесов степной зоны / А. Л. Бельгард // Велико-Анадольский лес. – Х.: ХНУ, 1955. – С. 23–38.
- Бельгард А. Л.** Степное лесоведение / А. Л. Бельгард. – М.: Лесн. пром-сть, 1971. – 336 с.
- Вадюнина А. Ф.** Методы исследования физических свойств почвы / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
- Воронин А. Д.** Основы физики почв / А. Д. Воронин. – М.: МГУ, 1986. – 240 с.
- Высоцкий Г. Н.** Избранные труды / Г. Н. Высоцкий. – М.: Сельхозгиз, 1960. – 435 с.
- Горбань В. А.** Екологічна зумовленість фізико-механічних властивостей чорноземних ґрунтів Присамарського біосферного стаціонару / В. А. Горбань // Екологія та ноосферологія. – 2007а. – Т. 18, № 1–2. – С. 64–67.
- Горбань В. А.** Екологічна зумовленість фізичних властивостей еолово-грунтових відкладів полезахисних лісосмуг Асканії-Нова / В. А. Горбань // Вісті Біосферного заповідника «Асканія-Нова». – 2010. – Т. 12. – С. 89–95.
- Горбань В. А.** Екологічна роль фізичних властивостей однорічних еолових відкладів лісових культурбіогеоценозів Асканії-Нова / В. А. Горбань // Вісті Біосферного заповідника «Асканія-Нова». – 2009. – Т. 11. – С. 104–111.
- Горбань В. А.** Еколого-фізичні властивості імпульверизаційно-грунтового матеріалу лісових культурбіогеоценозів Присамар'я Дніпровського / В. А. Горбань // Екологія та

ноосферологія. – 2013. – Т. 24, № 1–2. – С. 49–59.

Горбань В. А. Зв'язок водопроникності ґрунтів з іншими їхніми фізичними властивостями у лісових угрупованнях Присамар'я / В. А. Горбань // Вісник Львів. ун-ту. Серія біологічна. – 2007б. – Вип. 43. – С. 161–165.

Горбань В. А. Исследование теплофизических свойств почвы методом импульсного нагрева / В. А. Горбань, А. А. Горбань // Грунтознавство. – 2007. – Т. 8, № 3–4. – С. 95–99.

Горбань В. А. Опірність здавлюванню ґрунтів: методика дослідження та екологічне значення / В. А. Горбань // Грунтознавство. – 2007в. – Т. 8, № 1–2. – С. 101–104.

Горбань В. А. Особливості впливу еолових відкладів на лісорослинні умови степової зони України / В. А. Горбань // Екологія та ноосферологія. – 2008. – Т. 19, № 3–4. – С. 83–87.

Горбань В. А. Природна бета-активність еолово-ґрунтових відкладів полежахисних лісосмуг степової зони України / В. А. Горбань // Грунтознавство. – 2010. – Т. 11, № 3–4. – С. 67–73.

Горбань В. А. Природна радіоактивність лісополіпшених едафтопів Присамар'я Дніпровського / В. А. Горбань, А. О. Беркар // Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель. – 2013. – Вип. 42. – С. 77–82.

Горбань В. А. Теплофізичні властивості еолово-ґрунтових відкладів полежахисних лісосмуг степової зони України / В. А. Горбань, А. А. Горбань // Грунтознавство. – 2010. – Т. 11, № 1–2. – С. 53–60.

Горбань В. А. Фізичні властивості еолово-ґрунтових відкладів та похованих чорноземів приазовських лісових культурбіогеоценозів Приазов'я / В. А. Горбань, О. О. Михайліченко // Грунтознавство. – 2012. – Т. 13, № 1–2. – С. 31–37.

Горбунов Н. И. Минералогия и физическая химия почв / Н. И. Горбунов. – М.: Наука, 1978. – 296 с.

Грицан Ю. І. Екологічні основи перетворюючого впливу лісової рослинності на степове середовище / Ю. І. Грицан. – Д.: ДДУ, 2000. – 296 с.

Иванько И. А. Эффект меланизации искусственных насаждений как фактор их устойчивости в степной зоне / И. А. Иванько // Екологія та ноосферологія. – 2008. – Т. 19, № 3–4. – С. 181–184.

Качинский Н. А. Физика почвы / Н. А. Качинский. – М.: Высш. шк., 1965. – 322 с.

Качинский Н. А. Физика почвы / Н. А. Качинский. – М.: Высш. шк., 1970. – 357 с.

Кулик А. Ф. Динамика естественной радиоактивности почвогрунтов участков лесной рекультивации Западного Донбасса / А. Ф. Кулик // Биомониторинг лесных экосистем степной зоны. – Д.: ДГУ, 1992. – С. 62–66.

Кулик А. Ф. Радиоактивность почв и растений природных и искусственных биогеоценозов Присамарского мониторинга / А. Ф. Кулик, И. В. Рева // Мониторинговые исследования биогеоценологических катен степной зоны. – Д.: ДГУ, 1995. – С. 82–90.

Кулик А. Ф. Содержание и закономерности распространения радионуклидов в почвах пойменных лесов Присамарского мониторинга / А. Ф. Кулик // Вопросы степного лесоведения и лесной рекультивации земель. – Д.: ДГУ, 1997. – С. 37–40.

Лындя А. Г. Материалы к исследованию физико-химических свойств почв Присамарского стационара / А. Г. Лындя // Вопросы степного лесоведения и охраны природы. – Д.: ДГУ, 1976. – Вип. 6. – С. 25–31.

Лындя А. Г. О положительном влиянии лесной растительности на некоторые физические свойства почв / А. Г. Лындя // Вопросы степного лесоведения. – Д.: ДГУ, 1973. – Вип. 4. – С. 30–33.

Мирош О. Г. Об изучении температуропроводности органического опада и подстилки некоторых древесных пород / О. Г. Мирош, Н. Н. Цветкова // Вопросы степного лесоведения и охраны природы. – Д.: ДГУ, 1975. – Вип. 5. – С. 47–50.

Нерпин С. В. Физика почвы / С. В. Нерпин, А. Ф. Чудновский. – М.: Наука, 1967. – 580 с.

Олег И. Е. Интегральные критерии лесопригодности и лесовозобновительной способности почв в степной зоне / И. Е. Олег // Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель. – Д.: ДДУ, 2000. – Вип. 4. – С. 44–47.

Олег И. Е. К итогам исследования связности и липкости лесных почв Присамарского биосферного стационара / И. Е. Олег // Вопросы степного лесоведения и лесной рекультивации земель. – Д.: ДГУ, 1997. – Вип. 1. – С. 98–105.

Олег І. Є. Екологічна роль фізичних властивостей лісових ґрунтів степового Придніпров'я (лісорослинні умови, генезис, типологія): Автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук / І. Є. Олег. – Д.: ДДУ, 1996. – 18 с.

Сидельник Н. А. О взаимоотношении древесных пород в насаждениях Велико-Анадоля на фоне конкретных лесорастительных условий / Н. А. Сидельник // Велико-Анадольский лес. – Х.: ХНУ, 1955. – С. 65–92.

Сидельник Н. А. Основные принципы создания лесных культур в условиях степи / Н. А. Сидельник // Вопросы степного лесоведения и охраны природы. – Д.: ДГУ, 1977. – Вып. 8. – С. 69–74.

Сидельник Н. А. Некоторые вопросы массивного лесоразведения в степи и перспективные типы культур для степной зоны УССР / Н. А. Сидельник // Искусственные леса степной зоны Украины. – Х.: ХНУ, 1960. – С. 85–131.

Созин Ю. А. Определение теплофизических свойств почвы методом импульсного нагрева / Ю. А. Созин // Антропогенные воздействия на лесные экосистемы степной зоны. – Д.: ДГУ, 1990. – Вып. 20. – С. 95–101.

Стадниченко В. Г. Почвы Велико-Анадольского леса / В. Г. Стадниченко // Велико-Анадольский лес. – Х.: ХНУ, 1955. – С. 53–63.

Теории и методы физики почв / Под ред. Е. В. Шеина и Л. О. Карпачевского. – М.: Гриф и К, 2007. – 616 с.

Травлеев А. П. Водные и микроморфологические свойства почв степных биогеоценозов Присамарского мониторинга / А. П. Травлеев, Н. А. Белова, Л. П. Травлеев // Кадастровые исследования степных биогеоценозов Присамарья Днепропетровского, их антропогенная динамика и охрана. – Д.: ДГУ, 1991. – С. 4–20.

Травлеев А. П. Вопросы генезиса и свойств почв лесных биогеоценозов Присамарья // Вопросы степного лесоведения. – Д.: ДГУ, 1972. – Вып. 2. – С. 8–12.

Травлеев А. П. Лес и почва в условиях степи (спутник полевых исследований геоботаника) / А. П. Травлеев, Л. П. Травлеев. – Д.: ДГУ, 1998. – 85 с.

Травлеев А. П. О термоизоляционной роли лесной подстилки / А. П. Травлеев // Почвоведение. – 1960. – № 10. – С. 92–95.

Травлеев А. П. Характеристика почв лесных культурбиогеоценозов настоящих степей УССР // Вопросы степного лесоведения и охраны природы. – Д.: ДГУ, 1977. – Вып. 7. – С. 8–21.

Травлеев А. П. Изучение естественной радиоактивности лесных биогеоценозов юго-востока УССР / А. П. Травлеев, Т. М. Антоненко, А. Г. Лындя // Вопросы степного лесоведения и охраны природы. – Д.: ДГУ, 1975. – Вып. 5. – С. 13–19.

Травлеев Л. П. Водно-физические свойства и водный режим почво-грунтов пристенных лесных биогеоценозов Присамарья / Л. П. Травлеев // Биогеоценологические особенности лесов Присамарья и их охрана. – Д.: ДГУ, 1981. – Вып. 12. – С. 82–103.

Травлеев Л. П. Водно-физические свойства лесных подстилок Присамарья / Л. П. Травлеев // Вопросы степного лесоведения и охраны природы. – Д.: ДГУ, 1976. – Вып. 6. – С. 50–59.

Травлеев Л. П. О локальных коэффициентах увлажнения эдафотопов в лесных биогеоценозах степной Украины / Л. П. Травлеев // Вопросы степного лесоведения и охраны природы. – Д.: ДГУ, 1976. – Вып. 6. – С. 37–43.

Травлеев Л. П. Спутник геоботаника по почвоведению и гидрологии / Л. П. Травлеев, А. П. Травлеев. – Д.: ДГУ, 1979. – 87 с.

Цветкова Н. Н. Особенности миграции органо-минеральных веществ и микроэлементов в лесных биогеоценозах степной Украины / Н. Н. Цветкова. – Д.: ДГУ, 1992. – 236 с.

ЕКОЛОГІЧНА РОЛЬ СВІТЛОВОЇ СТРУКТУРИ У ФОРМУВАННІ ШТУЧНИХ ЛІСОВИХ НАСАДЖЕНЬ У СТЕПОВІЙ ЗОНІ УКРАЇНИ

І. А. Іванько

кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник

Проблема лісорозведення в посушливих районах України в даний час набуває дуже важливе значення у зв'язку з незадовільним станом насаджень на великих площах, що зумовлено як природними причинами (віковий кризовий стан), так і антропогенним впливом. Створення, відновлення і подальше управління штучними лісовими насадженнями в степовій зоні України повинні базуватися на науково обґрунтованих принципах і методах, які неможливі без використання типологій штучних лісів, які розроблені до специфічних умов степової зони. Саме такою типологією є типологія штучних лісів степової зони України корифея степового лісознавства О. Л. Бельгарда (1955, 1960). Ця типологія є першою і єдиною в світі типологією штучних лісів, яка заснована на використанні екологічних принципів взаємного впливу штучних лісових фітоценозів і абіотичних факторів середовища існування. Застосування цієї типології дає можливість успішного створення стійких і довговічних лісонасаджень в умовах степу.

Зростання і стійкість штучних лісових фітоценозів в умовах плакорного степу, де лісова рослинність знаходиться не тільки в географічній, але й в явній або відносній екологічній невідповідності, базується на подоланні ними чужинної для них степової обстановки, що проявляється через процес середовищеперетворення (Высоцкий, 1950; Бельгард, 1971). Ранні спроби створення типологічних принципів для штучних лісових насаджень у степу базувалися насамперед на аналізі вихідних лісорослинних умов і використанні складу насаджень замість типів (Зонн, 1951; Лавриненко, 1951; Высоцкий, 1960). Професор О. Л. Бельгард відзначав, що «типологическая проблема решается для необлесенных территорий, а в связи с этим создаваемые лесные насаждения характеризуются только со стороны исходных почвенно-грунтовых условий без учета масштаба и направленности средообразующего влияния леса (в первую очередь на почвенно-грунтовые условия)» (Бельгард, 1971, с. 129). Радикально новим підходом було введення О. Л. Бельгардом у типологію штучних лісів степової зони України, поряд з типом лісорослинних умов і типом деревостану, такої важливої типологічної одиниці, як тип екологічної структури (Бельгард, 1955, 1960, 1971). У цьому понятті відбивається середовищеперетворююча роль самого лісового угруповання – «... в пределах типа лесорастительных условий возникают новые варианты жизненной обстановки, которые в единстве с комплексом растительных организмов образуют тип экологической структуры леса» (Бельгард, 1971, с. 155). Виходячи з цього визначення, на нашу думку, екологічна структура є синтезом усіх виникаючих екологічних відносин між компонентами лісового культурбіогеоценозу: фітоценозом (деревостан, чагарники, надґрунтовий покрив, лісова підстилка), зооценозом, мікробоценозом, лісовим едафотопом і кліматопом, які розвиваються взаємозалежно.

Тип екологічної структури за О. Л. Бельгардом визначається типом світлової структури насадження і тривалістю його середовищеперетворюючого впливу (віком насадження) на вихідний екотоп. У становленні екологічної структури штучних лісових біогеоценозів з двох визначальних чинників – типу світлової структури і віку насадження – перший обумовлює спрямованість, потенційну середовищеперетворюючу здатність впливу штучного лісового угруповання на вихідний екотоп; вік насадження є тимчасовою функцією і відображає наростання, становлення і ослаблення впливу світлової структури, а також накопичення і закріплення змін у

структурних компонентах лісового біогеоценозу. Найбільший вплив світлової структури проявляється в стадії максимального змикання крон (II вікова стадія), коли під пологом насадження формується найбільш можлива для нього тіньова обстановка.

Тип світлової структури за О. Л. Бельгардом є константою, яка задана від початку при садінні насадження (якісна ознака), та визначається кількісним співвідношенням деревних порід з різним ступенем ажурності крон (архітектонікою крон), які входять до складу насадження. Так, залежно від частки участі у складі насадження деревних видів з різним ступенем ажурності крон виділяють освітлений, напівосвітлений, напівтіньовий і тіньовий типи світлової структури насаджень. Усі вони розрізняються за спрямованістю та інтенсивністю впливу на вихідні ґрунтові, кліматичні та гідрологічні умови.

Реалізація типу світлової структури в конкретних умовах відбувається через формування певного режиму світлоклімату, що відображається в понятті світлового стану насадження (кількісна ознака). Відхилення світлового стану в бік посилення або ослаблення призводять до формування ґрунтово-кліматичних умов під пологом насадження, у деякому відношенні подібних до умов у прикордонних типах світлових структур. Причинами відхилення від нормального розвитку деревного пологу та, як наслідок, посилення або ослаблення освітленості в підпологовому просторі є кліматогенні, фітогенні, зоогенні, ценотичні та антропогенні фактори (Бельгард, 1971).

Виділення типу екологічної структури як центральної типологічної одиниці базується на пертинентних (середовищеперетворюючих) властивостях штучних лісових угруповань, які позитивно видозмінюють (сильватизують) жорсткі степові умови існування в бік лісового мезофітного типу обміну речовиною й енергією. Екологічна роль типу світлової структури визначається перш за все тим, що архітектоніка крон і ажурність пологу відіграють першорядну роль у перерозподілі променевої енергії сонця. Зміна якісних і кількісних характеристик сонячної радіації в підпологовому просторі насадження тягне за собою зміну інших фітокліматичних показників (температури і вологості повітря, верхніх ґрунтових горизонтів), що відбивається на формуванні видового різноманіття травостою, його цено- й екоморфичної структури, компонентів зооценозу і мікробоценозу, спрямованості й особливостей ґрунтоутворного процесу і, як наслідок, на розвитку лісового культурбіогеоценозу як цілісної екосистеми.

Вивченню ролі світлопроникності пологу в інтенсивності середовищеперетворюючого впливу лісу і формуванні специфічного фітоклімату приділялася величезна увага корифеями геоботанічної науки – Г. Ф. Морозовим (1970), Г. М. Висоцьким (1950) та ін. Так, у роботах класика вітчизняної науки про ліс Г. Ф. Морозова лісові фітоценози прирівнюються за своєю екологічною значимістю до діяльності рельєфу: «Как рельеф земной поверхности, во-первых, увеличивает ее размеры, ее протяженность и разнообразит сами условия жизни, так и лес увеличивает эту поверхность, на которой может развиваться жизнь, но он же и усложняет и разнообразит сами условия жизни» (Морозов, 1970).

Проектуючи накопичений досвід вивчення природних лісів на вирішення основного завдання степового лісорозведення – створення стійких натуралізованих насаджень, О. Л. Бельгард зазначає, що «естественные леса, слагающиеся из эдификаторов со значительной плотностью кроны, обладают большой средообразующей силой и с точки зрения своей ценотической структуры являются моноценозами. Совсем другую картину представляют собой насаждения, сложенные ажурнокронными эдификаторами: тут катастрофически падает их средообразующее влияние, светоклимат немногим отличается от светоклимата окружающих открытых пространств, и здесь, как правило, развиваются амфиценозы, где наблюдается сосуществование, кроме лесной, и других типов растительности» (Бельгард, 1953).

Безсумнівну роль у формуванні поглядів О. Л. Бельгарда на роль світлової структури насаджень зіграли роботи його вчителя – Г. М. Висоцького. Класифікуючи деревні і чагарникові породи, які придатні для степового лісорозведення, Г. М. Висоцький виділяє в числі їх головних особливостей, крім швидкості росту і якості деревини, особливості олиствіння та світлопроникності крон (Висоцький, 1960). Отже, за Г. М. Висоцьким, деревостани штучних насаджень можуть бути представлені:

1) швидко зростаючими світловими породами, що розвивають порівняно мало листя, утворюють більш світлу крону і виробляють найбільше деревини (гледичія, біла акація, ільм, берест, сосна та ін.);

2) помірно швидко зростаючими напівсвітловими твердими породами, що розвивають більш густе листя (дуб, клен татарський, скумпія та ін.);

3) повільно зростаючими породами другого ярусу або підліску, які утворюють рясне листя і дають густу тінь (граб, каркас, липи, клен гостролистий та польовий, акація жовта та ін.).

Світловим породам, які мають менш густе олиствіння і швидке зростання, учений відводив тимчасову роль у формуванні насаджень – підгін і раннє проміжне користування. Головними ж породами при залісенні степів, на думку Висоцького, повинні бути тіньові породи, які дають значне олиствіння і затінення ґрунту, серед яких основною породою є дуб звичайний. Величезне значення в затіненні ґрунтового покриву для боротьби зі світлолюбною степовою і бур'янистою рослинністю Висоцький приділяв «ґрунтозахисному підліску» з тіньових чагарникових видів. Він вважав, що чим більше світлолюбна і світлопроникнена головна порода у складі насаджень, тим більше необхідний під нею тіньової нижній ярус або підлісок, особливо під гледичією, білою акацією, ясенем. Ці ідеї знайшли своє застосування в розробленому ним деревно-чагарниковому типі посадки, який добре зарекомендував себе в лісівницькій практиці. Необхідно відзначити, що даний спосіб був вперше запропонований у 1877 р. Христофором Полянським, який здійснив вдалий експеримент із вирощування дубового деревостану в змішуванні в першому випадку – з акацією жовтою, в іншому – з кленом татарським (Доброхвалов, 1950). Деревно-чагарниковий тип посадки відрізняється тим, що основну роль у формуванні тіньової обстановки приґрунтового ярусу було покладено на широколисті чагарники, які займали понад 1/3 насаджень. Штучні лісонасадження даного типу відрізняються значною стійкістю, розвиненою підстилкою, майже повною відсутністю трав'яного покриву з геліофітних, ксерофітних видів.

Накопичення практичного і теоретичного досвіду з питань боротьби з бур'янистою і степовою трав'янистою рослинністю, яка конкурує за вологу і поживні речовини з деревними породами, методом зниження освітленості під пологом насаджень, привело до створення нового типу посадки, запропонованого І. Д. Дахновим у 1884 р., деревно-тіньового (Доброхвалов, 1950). Однією з новачій даного типу посадки був вибір дуба як головної породи, причому всі агротехнічні прийоми догляду та методи садіння були спрямовані на забезпечення його нормального росту і розвитку.

Увесь шлях удосконалення степового лісорозведення був спрямований в основному на розробку прийомів боротьби з бур'янистою трав'яною рослинністю – головним антагоністом лісу в степовій зоні, що було визначено ще першими піонерами – лісівниками: Скаржинським, Данилевським, Граффом, Барком, Тихановим та ін. (Доброхвалов, 1950). Найбільшим успіхом у реалізації даного підходу, як уже зазначалося вище, є деревно-тіньовий і деревно-чагарниковий типи посадки.

Таким чином, єдино виправданим методом боротьби з задернінням ґрунту, якщо виключити економічно не вигідні постійні прополки, є створення під пологом насаджень тіньової обстановки, яку можна досягти шляхом якнайшвидшого змикання крон деревного ярусу з шільнокронних порід і створення «другої лінії оборони» з чагарникового підліска (Бельгард, 1960).

Саме принцип екологічної ролі деревного пологу в перерозподілі і зниженні інтенсивності сонячної радіації в підпологовому просторі покладений в основу розробки О. Л. Бельгардом типів світлових структур насаджень.

Еволюціонування ідей про світлові структури йшло в напрямку зростання уявлень про роль деревного пологу у формуванні специфічної життєвої обстановки, що включає в себе цілий комплекс супідрядних структур: фіто-кліматичних особливостей, структури трав'яного покриву, наземної і ґрунтової фауни, мікроорганізмів, особливостей накопичення і розкладання лісової підстилки, спрямованості ґрунтотворного процесу та ін.

У більш ранніх роботах О. Л. Бельгарда питання про виділення типу світлової структури вирішується в основному з точки зору створення тіні під пологом насаджень, що обумовлює хід міжвидової боротьби трав'янистої і деревно-чагарникової рослинності (Альбицкая, 1950). Тому тип світлової структури насаджень визначався також наявністю чагарникового підліска.

Досліджуючи насадження П'ятихатського лісництва, О. Л. Бельгард за характером світлової екології розділяє їх на кілька груп:

1. Тіньові – представлені щільнокронними породами з густим чагарниковим підліском та без нього (дубові насадження).

2. Напівтіньові – є поєднанням щільнокронних і напіважурнокронних порід з чагарниковим підліском; до цієї групи як особливого підтипу відносяться насадження з напіважурнокронних і ажурнокронних порід з густим чагарниковим підліском, оскільки останній створює затінення в нижньому ярусі і перешкоджає розвитку травостою.

3. Напівосвітлені – деревостани з пануванням напіважурнокронних і ажурнокронних порід з пануванням щільнокронних порід без чагарникового підліска; головним чином представлені дубово-ясеневими насадженнями.

4. Освітлені насадження – складаються з напіважурнокронних і ажурнокронних порід без чагарникового підліска (насадження з білої акації, ясеня і гледичії без чагарникового підліска).

Як ми бачимо, у типізації насаджень постійно присутній фактор наявності чагарникового підліска, оскільки останній затінює ґрунт і протистоїть вторгненню геліофітної трав'янистої рослинності. У більш пізніх редакціях кожен тип світлової структури (освітлений, напівосвітлений, напівтіньовий і тіньовий) є більш чітко обмеженим поняттям і визначається деревними породами з різним ступенем ажурності крон, які входять до складу насадження (Бельгард, 1960, 1971). Представлені світлові структури можуть бути в двох варіантах: з чагарниковим підліском і без нього. Розвиток уявлень про типи світлових структур ішов в напрямку визнання едифікуючої ролі деревного полога, який задає загальний тон інтенсивності і спрямованості середовищеперетворюючого впливу штучного насадження. Ні в якому разі не принижуючи роль чагарникового підліска, О. Л. Бельгард виділяє його в «другу лінію оборони».

Концепція типів світлових структур насаджень та їх впливу на компоненти штучних лісових біогеоценозів знайшли своє підтвердження і розвиток у роботах співробітників і учасників Комплексної експедиції з вивчення лісів степової зони Дніпропетровського національного університету, яка була заснована професором О. Л. Бельгардом ще в 1949 році.

Безпосередньому вивченню ролі світлових структур у формуванні світло- і фітоклімату штучних насаджень у степу присвячені роботи Н. С. Чугай (1955, 1960), Л. Д. Воловик (1975, 1977), О. Г. Мирош (1975, 1976), Ю. І. Грицана (1995, 2000), І. А. Іванько (2001, 2007, 2009). Авторами доведено, що в межах одних лісорослинних умов насадження різних типів світлових структур характеризуються специфічними, властивими тільки їм, якісними і кількісними характеристиками актинометричних і фітокліматичних показників. За даними Л. Д. Воловик (1977), при

переході від освітленого типу світлової структури до тіньового температура повітря під кронами деревних порід знижується на 2–5 °С. Професором Ю. І. Грицаном (2000) запропоновано показник коефіцієнта пертиненції (КП), який базується на експериментально встановлених значеннях екокліматичних відмінностей гідротермічних характеристик біотопів, для визначення ступеня середовищеперетворюючого впливу різних типів лісових екосистем на вихідні кліматичні умови. У роботах І. А. Іванько визначені параметри освітленості і фітокліматичні показники в насадженнях різних типів світлових структур, а також уперше деталізовані і кількісно визначені градації світлових станів штучних насаджень у степу (Іванько, 2001, 2006, 2007, 2009).

Вивченню середовищеперетворюючого впливу степових лісонасаджень різних типів світлових структур на вихідний тип чорноземних ґрунтів присвячена плеяда наукових робіт співробітників Комплексної експедиції (Зонн, 1951; Стадниченко, 1960, 1965; Травлеєв, 1976, 1977; Белова, 1987, 1997, 1999; Іванько, 1999, 2002, 2006, 2010; Новосад, 2001; Яковенко, 2000, 2001; Іванько, 2006). Так, за даними В. Г. Стадниченка (1960, 1965), К. Б. Новосада (2001), І. А. Іванько (1999, 2006, 2010), І. А. Іванько та О. К. Балалаєва (2002), у межах насаджень тіньового та напівтіньового типів світлової структури, які характеризуються високим ступенем трансформації сонячної радіації, що надходить, формуються чорноземні лісопокращені, які відрізняються збільшенням кількості гумусу і потужності гумусового горизонту, агрегованості ґрунтів та водостійкості структурних агрегатів, зниженням лінії скипання. У роботах Н. А. Білової (1987, 1997), В. М. Яковенка (2000, 2001) проаналізовано вплив штучних насаджень у степу на мікроморфологічну організацію ґрунтів і виявлено високий рівень мікроморфологічної організації едафотопів у насадженнях тіньового типу світлової структури.

Вплив типу світлової структури дуже яскраво проявляється на такому чутливому індикаторі сформованих під пологом насадження ґрунтово-кліматичних умов, як травостій. Широкомасштабні дослідження впливу типу світлової структури на розвиток трав'яного покриву під пологом насаджень були проведені М. О. Альбицькою (1960, 1955), М. О. Альбицькою та О. Л. Бельгардом (1950). Автори зазначають, що на другій стадії розвитку насадження (стадії максимального змикання крон), коли найбільш повно проявляються можливості того чи іншого типу світлової структури, відбувається формування природного трав'яного покриву, який відображає особливості життєвої обстановки. При цьому найбільш стійкими проти вторгнення агресивної геліофітної трав'янистої рослинності, що є конкурентом деревних порід у боротьбі за вологу, виявляються насадження тіньової структури з щільнокронних деревних порід. У роботах І. А. Іванько встановлено зв'язок освітленості підпологового простору з фітокліматичними показниками та розвитком трав'яного покриву лісових культурбіогеоценозів у степу (Іванько, 2001, 2004; Іванько, 1999, 2003, 2007). Установлено, що частка участі травостою у формуванні підземної фітомаси штучних насаджень і, як наслідок, напруженість кореневої конкуренції між деревною і трав'янистою рослинністю наростає при переході від насаджень тіньового типу світлової структури до насаджень освітленого типу.

Світлова структура штучних лісових біогеоценозів нерозривно пов'язана з функціонуванням комплексу компонентів зооценозу і мікробоценозу, які знаходяться в консортивних зв'язках з фітоценозом і здійснюють потужний середовищеперетворюючий вплив на лісовий едафотоп. Екологічна роль світлової структури в розвитку зооценозу і мікробоценозу проявляється не тільки через формування нових умов існування (світло-, фітокліматичних, ґрунтових характеристик підпологового простору), а й через трансформацію середовища існування і кормової бази мешканців нижніх біогеогоризонтів – внаслідок зміни складу і структури підстилки і трав'яного покриву. Так, аналіз ентомофауни штучних лісів степової зони України показує взаємозв'язок між типом світлової структури

насаджень і співвідношенням світлолюбних (степових) і тіньюлюбних (лісових) видів, збільшення ґрунтових і фітошкідників серед комах при посиленні освітленості в насадженнях різних типів світлових структур і світлових станів (Акимов, 1960; Апостолов, 1960; Топчиев, 1960). Видовий склад ссавців також пов'язаний з типом світлової структури: у насадженнях освітленого і напівосвітленого типів переважають степові види, зменшення освітленості і зміна кормової бази в насадженнях тінювого і напівтінювого типів зумовлює збільшення долі участі лісових видів (Писарева, 1960). За даними М. Н. Цецур (1960), яка порівнювала вплив насаджень різних типів світлових структур на формування мікрофлори в умовах Комісарівського штучного лісу, кількість мікроорганізмів у підстильці напівосвітлених насаджень значно вища, ніж у тінювих. У розподілі мікроорганізмів за ґрунтовими горизонтами простежується закономірність у переважанні сапрофітних бактерій у тінювих насадженнях; у насадженнях напівосвітленої структури різко зростає кількість актиноміцетів і грибів. У роботі О. В. Михеева підкреслюється необхідність використання типологічних принципів О. Л. Бельгарда для оцінки біогеоценотичних умов природних степових лісів і штучних насаджень при проведенні сучасних системних досліджень поведінкових (інформаційно-комунікативних) процесів популяцій і угруповань ссавців (Михеев, 2008).

Розробляючи концепцію деревного культурбіогеоценозу, Р. Г. Синельщиков приділяє величезну увагу архітектоніці крони як типоутворюючому фактору (Синельщиков, 1991, 1992). При цьому він спирається на вчення О. Л. Бельгарда про світлові структури, але розширює це поняття обов'язковим урахуванням габітусу (форми) крони і зімкнутості. Р. Г. Синельщиков пише: «З одного боку, наприклад, ясно, що група дерев тополі чорної пірамідальної форми характеризується зовсім іншою світловою структурою, ніж група з такою самою кількістю дерев тополі чорної регулярної форми крони. З іншого боку, зімкнуте насадження різко відрізняється за своїм світловим режимом від розімкнутого такого ж віку і складу». Розглядаючи дане твердження, можна відзначити, що урахування габітусу крони є важливим і обґрунтованим доповненням при виділенні світлової структури, оскільки габітус впливає на світлопроникність полога, що в кінцевому підсумку позначиться на особливостях життєвої обстановки в підкрановому просторі. Натомість, введення зімкнутості крон до типізації деревних культурбіогеоценозів є декілька зайвим, оскільки дана величина має динамічний характер і змінюється протягом життя лісового угруповання під дією внутрішніх і зовнішніх факторів.

Незважаючи на значний накопичений науковий матеріал, що стосується штучних насаджень різних типів світлових структур, вивчення екологічної ролі світлової структури насаджень не втрачає своєї актуальності і в даний час. Основними екологічними і лісівницькими завданнями в степовій зоні України, крім підвищення рівня лісистості території, є нарощування ресурсного та екологічного потенціалу лісів, підвищення стійкості лісових екосистем і ефективності управління лісовим господарством. Це передбачає детальне вивчення існуючих штучних лісових біогеоценозів, оцінку їх життєвості, стійкості і розробку методичних принципів зі створення нових довговічних насаджень, що мають позитивні пертинентні властивості.

У даній роботі представлені узагальнені матеріали багаторічних комплексних досліджень плакорних насаджень різних типів світлових структур і світлових станів, проведених у складі Комплексної експедиції з вивчення лісів степової зони України Дніпропетровського національного університету на базі Присамарського науково-навчального біогеоценологічного стаціонару ім. О. Л. Бельгарда.

Нами були вивчені найбільш типові для степового Придніпров'я штучні насадження, які відносяться до всіх типів світлових структур: тінювий тип світлової структури представлений монодомінантними насадженнями з дуба звичайного (*Quercus robur* L.), клена гостролистого (*Acer platanoides* L.), напівтінювий – дубово-ясеневими насадженнями (*Quercus robur* L., *Fraxinus excelsior* L., *Fraxinus lanceolata*

Borkh.), напівосвітлений – акацієвими (*Robinia pseudacacia* L.), ясеневими і акацієво-ясеневими (*Robinia pseudacacia* L., *Fraxinus excelsior* L., *Fraxinus lanceolata* Borkh.), освітлений – насадженнями з гледичії звичайної (*Gleditzia triacanthos* L.). Насадження напівосвітленого типу світлової структури були представлені варіантами з нормальним, гіперпосиленим і меланізованим світловими станами. Для отримання коректних порівнянних даних насадження відносились до однієї вікової стадії – стадії максимального змикання крон, зростали в подібних ґрунтово-гідрологічних умовах – плакорні місцезростання в околицях с. Андріївки Новомосковського району Дніпропетровської області.

У насадженнях з нормальним світловим станом, але з різним типом світлової структури загальною тенденцією є наростання середовищеперетворюючих можливостей у процесі трансформації сонячної радіації при переході від освітленого типу до тіньового. Середня освітленість при радіаційному типі погоди близько полудня (12.00–14.00) літнього періоду (кінець червня – початок липня) у лісових культурбіогеоценозах освітленого типу світлової структури по відношенню до відкритих територій становить 14,2 %, напівосвітленого – 8,4 %, напівтіньового – 5,4 %, тіньового – 2,4 %.

Аналіз частоти трапляння різних значень освітленості показує, що в межах насаджень тіньового і напівтіньового типів світлової структури з нормальним світловим станом світлове поле характеризується однорідністю з переважанням тіньових ділянок з освітленістю менше 5 % від відкритих територій (100–80 % випадків) (рис. 1). У лісонасадженнях напівосвітленого типу на частку затінених ділянок (1–5 %) припадає лише 12–20 % світлового поля, домінує освітленість 5–10 % (60–68 % випадків) від незаліснених ділянок. В освітлених структурах, представлених гледичієвими насадженнями, домінує освітленість в інтервалі 5–10 % (40–60 % випадків), при цьому практично відсутні ділянки з інтенсивним зниженням освітленості (<5 %) та виростає доля участі площ інтенсивно освітлених. При цьому світлове поле відрізняється значною строкатістю і неоднорідністю.

Наявність чагарникового підліска відіграє велику роль у формуванні екологічної обстановки під пологом штучних лісових угруповань у плакорних умовах степу. Розвиток високого чагарникового підліску із зімкнутістю 0,8 з таких видів, як *Acer tataricum*, *Euonymus europaea*, *Cotinus coggigria*, у міжряддях тіньових насаджень забезпечує додаткове зниження освітленості на 13,5 % і сприяє формуванню однорідності світлового поля з переважанням тіньових ділянок, що забезпечує захист насаджень від вторгнення геліофітної рудеральної, степової і лучної трав'янистої рослинності.

Ефект посилення або ослаблення освітленості по відношенню до нормального в межах одного типу світлової структури (при порушенні зімкнутості полога або архітектоніки крон) сприяє зміні інтенсивності середовищеперетворюючого впливу насаджень на вихідні ґрунтово-кліматичні умови і формуванню під пологом лісу екологічних умов, що наближаються до інших типів світлових структур. Це призводить до необхідності деталізації характеристики світлових станів лісових культурбіогеоценозів. Поряд із запропонованими О. Л. Бельгардом характеристиками світлових станів (нормальний, посилений, послаблений) нами рекомендується введення додаткових градацій: меланізований (від грец. «melas»), при зниженні освітленості до значень, не характерних для даного та прикордонних типів світлових структур, з переважанням тіньових ділянок (освітленість <5 % від незаліснених територій); гіперпосилене – при домінуючій освітленості, близькій за значеннями до відкритих територій (>50 %) (Іванько, 2006; Іванько, 2006). Наростання середовищеперетворюючих можливостей насаджень у межах одного типу світлової структури відбувається в ряду таких змін характеру світлового стану: гіперпосилене → посилене → нормальне → послаблене → меланізоване. На характер світлового стану основний вплив має величина зімкнутості полога, тому що великі міжкронні просвіти

забезпечують пропускання прямих сонячних променів, що сильно впливає на середні значення освітленості і неоднорідність світлового поля.

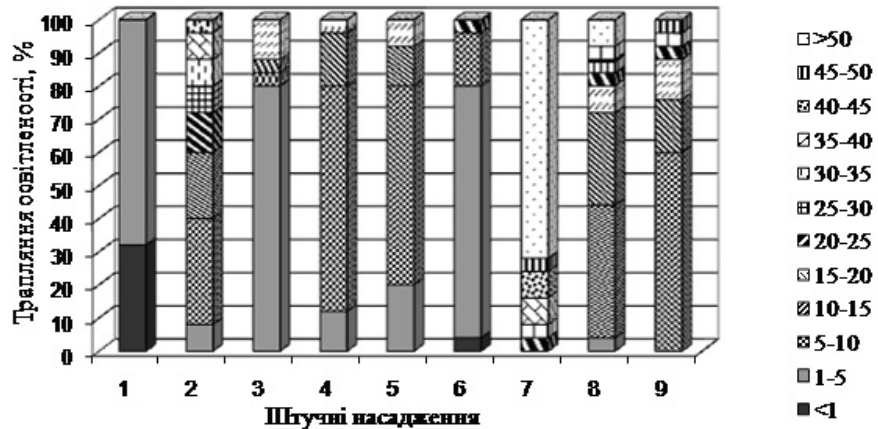


Рис. 1. Частота трапляння різних значень освітленості під пологом лісових культурбіогеоцензів різних типів світлових структур та світлових станів (сонячна погода), $h = 60-65^\circ$:

1 – насадження тінювого типу. Світловий стан нормальний (ПП № 224Д-І; ПП № 224Кл-І); 2 – насадження тінювого типу. Світловий стан посилений (ПП № 224Д-І-2); 3 – насадження напівтінювого типу. Світловий стан нормальний (ПП № 224ДЯс-І); 4–5 – насадження напівосвітленого типу. Світловий стан нормальний (ПП № 224АЯс-І-2; ПП № 224АЯс-І-3); 6 – насадження напівосвітленого типу. Світловий стан меланізований (ПП № 224АЯс-І-1); 7 – насадження напівосвітленого типу. Світловий стан гіперпосилений (ПП № 224Яс-І); 8–9 – насадження освітленого типу. Світловий стан нормальний (ПП № 224Гл-І-1; ПП № 224Гл-І-2)

У прямій залежності від кількості сонячної радіації, яка пройшла під полог насадження, знаходяться фітокліматичні параметри підпологового простору насаджень. Загальною тенденцією в штучних лісонасадженнях з нормальним світловим станом є наростання середовищеперетворюючого впливу від освітленого і напівосвітленого типів до напівтінювого і тінювого, що виражається в оптимізації температурних і гідрологічних режимів повітря і ґрунту (рис. 2). У насадженнях тінювого і напівтінювого типів зниження температур підкоронового повітряного шару в світлий період доби по відношенню до відкритих територій становить 2–1,2 °С відповідно, поверхні ґрунту – 7,8–7,7 °С, верхнього ґрунтового шару (0–20 см) – 4,6–4,4 °С, відносна вологість повітря збільшується на 8–3,5 %; у напівосвітлених і освітлених типах насаджень температура повітря знижується на 0,8–1 °С, поверхні ґрунту – на 3,2–3,7 °С, верхніх ґрунтових горизонтів – на 3,1–3,6 °С, відносна вологість повітря зростає на 1,5–3 %.

Відхилення освітленості від нормальної (зміна характеру світлового стану) сприяє формуванню екологічної обстановки, не властивої для насаджень того чи іншого типу світлової структури. У межах насаджень напівосвітленого типу зниження освітленості до 3,8 % (меланізований світловий стан) впливає на характер фітоклімату, який наближається до тінювих і напівтінювих насаджень. Напроти, зростання освітленості до 60,7 % (гіперпосилений світловий стан) сприяє формуванню фітокліматичних умов, близьких до незаліснених територій.

Створення під пологом тінювих, мезофільних умов зі значним зниженням температур є показником значної сильватизації тінювих і напівтінювих насаджень, фітоклімат яких наближається до такого в природних лісових угрупованнях.

У безпосередній залежності від світло- і фітокліматичних параметрів підпологового простору, обумовлених типом світлової структури і характером світлового стану насаджень, знаходиться розвиток трав'яного покриву, який є

важливим структурним компонентом лісових культурбіогеоценозів. Дослідження дозволили встановити тісну кореляцію між ступенем освітленості підпологого простору і середніми значеннями надземної фітомаси трав'яного покриву лісових культурбіогеоценозів ($K = 0,94$).

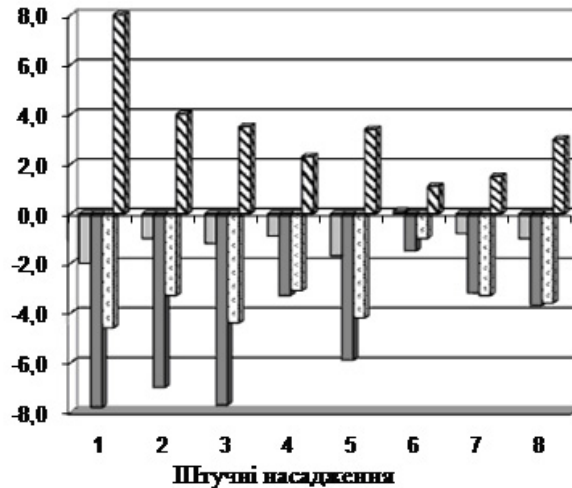


Рис. 2. Ступінь трансформації клімату незаліснених територій під пологом лісових культурбіогеоценозів різних типів світлових структур та світлових станів:

1 – насадження тіньового типу. Світловий стан нормальний (ПП № 224Д-1; ПП № 224Кл-1); 2 – насадження тіньового типу. Світловий стан посилений (ПП № 224Д-1-2); 3 – насадження напівтіньового типу. Світловий стан нормальний (ПП № 224ДЯс-1); 4 – насадження напівосвітленого типу. Світловий стан нормальний (ПП № 224АЯс-1-2; ПП № 224АЯс-1-3); 5 – насадження напівосвітленого типу. Світловий стан меланізований (ПП № 224аяс-1-1); 6 – насадження напівосвітленого типу. Світловий стан гіперпосилений (ПП № 224Яс-1); 7–8 – насадження освітленого типу. Світловий стан нормальний (ПП № 224Гл-1-1; ПП № 224Гл-1-2)

Рівняння регресії має вигляд

$$y = 27,58 + 6,41x,$$

де x – надземна фітомаса травостою ($\text{г}/\text{м}^2$); y – ступінь освітленості під пологом насадження по відношенню до відкритих територій (%) (червень – липень, $h = 60\text{--}65^\circ$, радіаційні погодні умови).

Ступінь сільватизації штучних насаджень надійно діагностується цено- і екоморфічною структурою травостою. Значна натуралізація, що проявляється в домінуванні лісових і бур'янисто-лісових видів, відзначена для насаджень зі зниженням освітленості від 2,4 до 5,4 %: тіньових з нормальним світловим станом (за участю в травостої сільвантів – 50 %, рудерантів-сільвантів – 15 %), напівтіньових з нормальним світловим станом (28,6 і 14,3 % відповідно), а також напівосвітленого акацієво-ясеневого насадження з меланізованим світловим станом (35,7 і 28,6 %). Необхідно підкреслити, що ефект сільватизації акацієво-ясеневого насадження є тимчасовим і нетривалим в силу недовговічності насаджень із швидкозростаючих порід, тоді як процес натуралізації насаджень із дуба звичайного і клена гостролистого є пролонгованим і стійким.

У насадженнях напівосвітленого і освітленого типів з нормальним світловим станом у силу слабого зниження освітленості і незначної оптимізації гідротермічних параметрів підпологого простору відбувається часткове витіснення ксерофітної

степової рослинності більш мезофільними лучно-степовими, узлісними, рудерально-луговими і рудерально-степовими видами, ефект сільватизації відсутній.

У лісових культурбіогеоценозах травостій вступає в конкурентні відносини з деревами та чагарниками в боротьбі за перерозподіл вологи і поживних речовин у жорстких ксерофітних умовах плакорного середовища існування, знижуючи стійкість насаджень і негативно впливаючи на розвиток підросту. Основну роль в цьому процесі відіграє коренева конкуренція. Внаслідок цього показником напруженості конкурентних відносин може служити доля участі корневих систем трав'янистих видів у загальній корененасиченості ґрунту. Більш виправданим з біологічної точки зору буде використання показника площі поверхні діяльних всмоктуючих коренів (<1 мм), що дає уявлення про активність видів в освоєнні ґрунтового простору і поглинанні вологи і мінеральних речовин.

Найбільш сприятливі умови для розвитку деревної і чагарникової рослинності формуються в насадженнях з інтенсивним зниженням освітленості – тіньових, напівтіньових і, як нехарактерний випадок, у напівосвітленому з меланізованим світловим станом, де конкурентні відносини трав'янистої і деревно-чагарникової рослинності практично відсутні. У тіньових насадженнях у верхньому, найбільш корененасиченому ґрунтовому горизонті (0–10 см), доля участі трав'янистих коренів у сукупній всмоктуючій поверхні становить лише 0,9 %, напівтіньових – 9,4 %, напівосвітленому меланізованому – 4,8 % (рис. 3). Навпаки, у силу значної освітленості підпологового простору насаджень напівосвітленого і освітленого типів з нормальним і гіперпосиленим світловим станом конкурентні відносини між деревною і трав'янистою рослинністю вирішуються на користь останніх, що негативно відображається на стійкості лісових культурбіогеоценозів. Геліофітна трав'яниста рослинність, яка в основному представлена довгокореневищними злаками з розгалуженою китицекореневою системою, забезпечує в напівосвітлених насадженнях із нормальним світловим станом 72,8 % сумарної всмоктуючої поверхні, з гіперпосиленим – 78,1 %, в освітлених із нормальним світловим станом – 72,4 %. Таким чином, управління напруженістю кореневої конкуренції між деревними і трав'янистими видами в штучних плакорних насадженнях степової зони можливе за допомогою створення насаджень напівтіньового і тіньового типів світлової структури і регулювання їх світлового стану введенням чагарникового підліску, який надає додатковий отінюючий вплив.

З іншого боку, кореневі системи трав'янистих видів впливають на фізико-хімічні властивості ґрунтів, беруть участь у процесах структуроутворення і забезпечують додаткове надходження органічного матеріалу у верхні горизонти ґрунту. У насадженнях зі зниженою освітленістю при роздільно-плямистій структурі травостою з домінуванням лісових та рудерально-лісових видів та переважанням мертвопокровних ділянок потенційне надходження підземної фітомаси трав'янистих видів у гумусовий горизонт 0–50 см (середня глибина проникнення корневих систем) у перерахунку на гектар штучного лісу з урахуванням середнього проективного покриття видів незначне: у тіньовому типі – 107,8 кг/га, напівтіньовому – 519 кг/га, напівосвітленому меланізованому – 188,3 кг/га. Але на локальних ділянках куртин в залежності від трав'янистого виду ці значення зростають до 468–6632 кг/га в тіньовому насадженні, 760 кг/га – в напівтіньовому і 617–2973 кг/га – в напівосвітленому меланізованому, що відображається на неоднорідності ґрунтового покриття. У насадженнях освітлених і напівосвітлених типів світлових структур із дифузно-заросльовим типом структури травостою надходження підземної трав'янистої фітомаси зростає та становить: у напівосвітлених з нормальним світловим станом – 1322 кг/га, з гіперпосиленим – 12373 кг/га, освітлених з нормальним світловим станом – 5008 кг/га, що визначає значну роль підземних органів травостою у формуванні ґрунтового покриття даних насаджень. У насадженнях всіх типів світлових структур загальною тенденцією в розміщенні

підземних органів трав'янистих видів є їх основна локалізація у верхньому горизонті ґрунту (0–10 см) – 42,3–87,9 % підземної фітомаси, що свідчить про найбільш інтенсивні процеси фітогенного впливу у верхніх ґрунтових шарах.

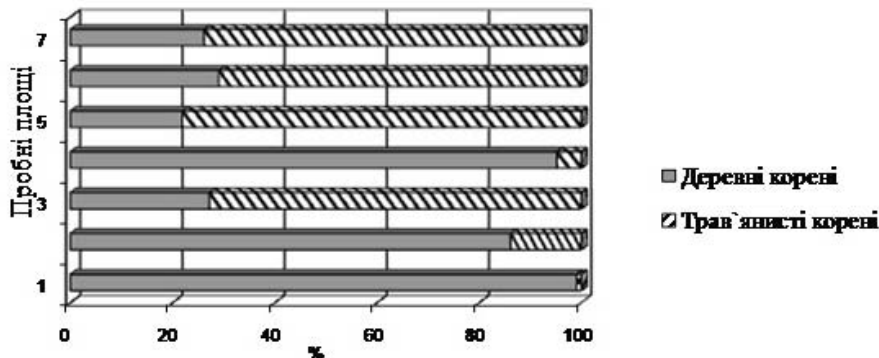


Рис. 3. Співвідношення діючих (<1 мм) коренів деревних та трав'янистих видів у сукупній всмоктувальній поверхні в ґрунтовому горизонті 0–10 см в насадженнях різних типів світлової структури та світлового стану:

- 1 – насадження тінювого типу. Світловий стан нормальний (ПП № 224Д-І; ПП № 224Кл-І);
- 2 – насадження напівтінювого типу. Світловий стан нормальний (ПП № 224ДЯс-І);
- 3 – насадження напівосвітленого типу. Світловий стан нормальний (ПП № 224АЯс-І-2; ПП № 224АЯс-І-3);
- 4 – насадження напівосвітленого типу. Світловий стан меланізований (ПП № 224АЯс-І-1);
- 5 – насадження напівосвітленого типу. Світловий стан гіперпосилений (ПП № 224Яс-І);
- 6–7 – насадження освітленого типу. Світловий стан нормальний (ПП № 224Гл-І-1; ПП № 224Гл-І-2)

Зміна умов освітленості, гідротермічних режимів повітря і ґрунту підпологового простору, характеру надходження і розподілу органічного матеріалу (накопичення лісової підстилки, кореневих систем деревних і трав'янистих видів), розвиток специфічної ґрунтової біоти в межах лісових культурбіогеоценозів у плакорних місцезростаннях сприяє покращенню фізико-хімічних властивостей вихідних степових чорноземних ґрунтів. На основі отриманих даних відзначається покращення гумусового і структурного стану ґрунтів під штучними насадженнями всіх типів світлових структур, але найбільш масштабним впливом відрізняються насадження тінювого і напівтінювого типів, процеси сільватизації яких глибоко впливають на розвиток усіх компонентів лісового культурбіогеоценозу.

Порівняно з контрольними ділянками степових цілинних ґрунтів у верхньому біогенному ґрунтовому горизонті (0–10 см) у тінювих насадженнях вміст гумусу зростає в середньому на 0,8 %, у напівтінювих – на 0,4 %, у полезахисних насадженнях напівосвітленого і освітленого типів – на 0,2–0,3 %. Визначено поглиблення гумусового горизонту під штучною ліською рослинністю, що пов'язане із впливом кореневих систем деревних видів.

Найбільшу агрегованість ґрунтової маси зі стійкими показниками коефіцієнта структурності (К) за профілем і високими значеннями водоміцності структурних ґрунтових агрегатів виявлено для насаджень тінювого і напівтінювого типів світлової структури, при більш високих значеннях – у насадженні з дуба звичайного (ПП № 224Д-І; ПП № 224Д-І-2) (рис. 4). Відзначено, що порівняно зі степовими ґрунтами в насадженнях тінювого і напівтінювого типів найбільше зростає водотривкість тонких фракцій структурних агрегатів (1–0,5 і 0,5–0,25 мм).

У зв'язку з оптимізацією фізико-хімічних властивостей ґрунту насаджень тінювого та напівтінювого типів світлової структури можна віднести до лісопокращених.

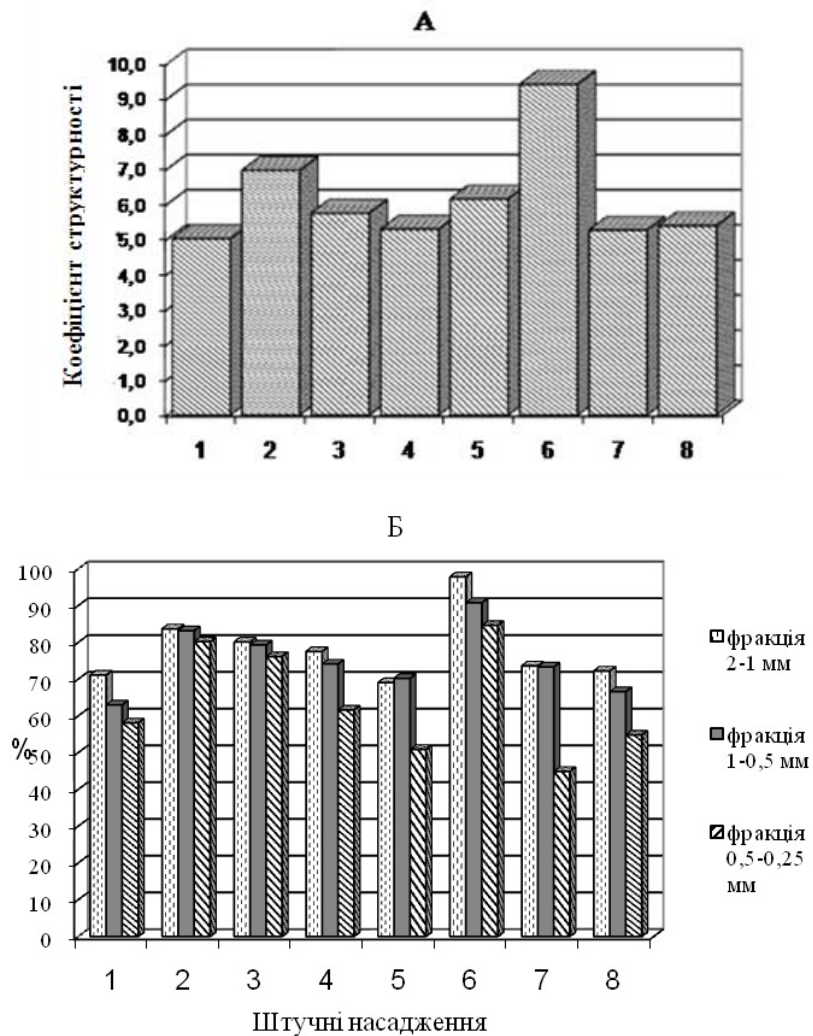


Рис. 4. Середовищеперетворюючий вплив насаджень різних типів світлових структур на формування едафотопів (горизонт 0–10 см):

А – агрегованість ґрунтової маси (коефіцієнт структурності – К);

Б – вміст водотривких агрегатів агрономічно цінних фракцій, %

1 – контрольна ділянка степової цілини (ПП № 201-1); 2 – насадженья тіньового типу. Світловий стан нормальний (ПП № 224Д-1; ПП № 224Кл-1); 3 – насадженья напівтіньового типу. Світловий стан нормальний (ПП № 224ДЯс-1); 4 – насадженья напівосвітленого типу. Світловий стан нормальний (ПП № 224АЯс-1-2; ПП № 224АЯс-1-3); 5 – насадженья напівосвітленого типу. Світловий стан меланізований (ПП № 224АЯс-1-1); 6 – насадженья напівосвітленого типу. Світловий стан гіперпосилений (ПП № 224Яс-1); 7–8 – насадженья освітленого типу. Світловий стан нормальний (ПП № 224Гл-1-1; ПП № 224Гл-1-2)

Ця закономірність не простежується в напівосвітлених і освітлених типах насаджень, де агрегованість ґрунтової маси і водотривкість структурних агрегатів агрономічно цінних фракцій незначно відрізняються від степової цілини. Також спостерігається тенденція зниження водотривкості тонкої фракції (0,5–0,25 мм). Дещо особіно стоїть деструктивне ясеневе насадженья з гіперпосиленим світловим станом, високі показники вмісту гумусу, значна агрегованість і водотривкість ґрунтової маси якого пов'язані з позитивним впливом лучно-степової трав'янистої

рослинності, яка має високі значення вмісту підземних органів у верхніх ґрунтових горизонтах, що ні в якій мірі не є показником позитивного сільватизуючого впливу цього деревного культурбіогеоценозу.

Провідна роль типу світлової структури насаджень у перетворенні фізико-хімічних властивостей лісових едафотопів в степу підтверджується результатами трифакторного дисперсійного аналізу, результати якого детально наведені в нашій науковій роботі (Иванько, 2002). Аналіз коефіцієнтів Фішера (F) показує найбільше значення, відповідне впливу типу світлової структури насаджень на всі змінні, крім тонкої фракції водотривких ґрунтових агрегатів (0,5–0,25 мм). Причому вплив першого фактора (тип світлової структури) настільки сильне, що в комбінації з другим (наявність кореневих систем трав'янистих видів) дає достовірно значимі значення. Другим по значущості чинником є наявність трав'янистих кореневих систем, крім випадку з розподілом гумусу (Gu), де більш значимий фактор – глибина залягання горизонту. Це явище можна пояснити активним біогенним накопиченням гумусу у верхніх ґрунтових горизонтах і закономірним зменшенням його кількості вниз за профілем. У даному процесі велику роль відіграють накопичення і трансформація лісової підстилки, кореневі системи деревних видів, що не враховуються в даному аналізі. Складніше пояснити відмінності в значеннях коефіцієнта Фішера в мінливості кількості тонкої фракції водотривких агрегатів (0,5–0,25 мм) у порівнянні з більш великими фракціями. Можливо, механізми формування дрібних і великих фракцій мають різну природу. Більш ніж з іншими факторами розподіл тонкої фракції водотривких агрегатів пов'язаний з наявністю кореневих систем трав'янистих видів. Відсутність впливу вищевказаних факторів на мінливість вмісту обмінного Ca^{++} пояснюється сильним відхиленням від нормального розподілу вибірки.

Розвиток куртинного травостою з лісових, рудерально-лісових і узлісних видів у межах насаджень зі зниженою освітленістю (тіньових і напівосвітленому меланізованому) забезпечує додатковий позитивний вплив на фізико-хімічні властивості лісових ґрунтів. Аналіз даних виявляє збільшення вмісту гумусу, агрегованості і водотривкості структурних агрегатів в області ризосфери травостою по відношенню до мертвопокровних ділянок. Найбільші відмінності визначені для верхнього горизонту ґрунту (0–10 см), де зосереджена основна маса трав'янистих підземних органів. Вміст гумусу у верхньому ґрунтовому горизонті під куртинами трав'янистих видів по відношенню до мертвопокровних ділянок зростає в насадженнях тіньового типу на 0,3–1,4 % залежно від трав'янистого виду, напівосвітленому меланізованому – на 0,3–1,1 %. Коефіцієнт структурності, як показник агрегованості ґрунтової маси, збільшується на 0,1–1,8 і 0,7–2,4 відповідно. У межах ризосфери трав'янистих видів кількість водотривких агрегатів зростає в тіньових насадженнях на 1,4–4,7 % (фракція 2–1 мм), 3,6–21,7 % (фракція 1–0,5 мм) і 0,9–9,4 % (фракція 0,5–0,25 мм); у напівосвітленому меланізованому – на 5,1–15,5 %, 1,9–7,7 %, 9,4–25,2 % відповідно. Найбільша структуроутворююча здатність у насадженнях тіньового типу світлової структури характерна для кореневих систем *Brachypodium sylvaticum*, *Viola hirta*, у напівосвітленому меланізованому – *Viola hirta* та *Physalis alkekengi*, що відносяться до китицекореневого ряду. Тим часом визначається зниження водотривкості структурних агрегатів під куртинами *Chelidonium majus*, що може бути пов'язане зі специфікою кореневих виділень. У покращенні гумусового і структурного стану ґрунтів під куртинами трав'янистих видів більше значення відіграє не видова належність трав'янистих рослин, а насиченість ґрунтів кореневими системами і специфіка початкових ґрунтових умов. Взаємозв'язок між наявністю кореневих систем трав'янистих видів і фізико-хімічними параметрами ґрунтів підтверджений трифакторним дисперсійним і канонічним кореляційним аналізами (Иванько, 2002).

Тип світлової структури має важливе значення для формування, розвитку і стійкості не тільки плакорних штучних насаджень, а й природних лісових

біогеоценозів. Значимість учення О. Л. Бельгарда про типи екологічних і світлових структур підтверджується результатами дослідження впливу архітекtonіки деревного полога природної деревної рослинності на освітленість прибережних зон водойм і, як наслідок, на продуктивність основних компонентів макрофітних біогідроценозів, ступінь заростання водойм. Нами проведено дослідження в межах природної заплавної водойми – озера Княгиня, яке розташоване у заплаві Самарського лісу Новомосковського району Дніпропетровської області. За даними аналізу, найбільш значною трансформацією сонячної радіації, що надходить, і формуванням тінювих умов прибережної зони озера відрізняються групи вільхи чорної (*Alnus glutinosa*), яка за типом архітекtonіки крон відноситься до щільнокронних порід, а за типом світлової структури – до тінювого типу. За даними аналізу актинометричних показників, освітленість мілководдя біля берега південної експозиції о. Княгиня під пологом вільхи у літній період протягом світлого періоду доби становить лише від 4,3 % (близько полудня) до 10,7 % (ранкові години) від відкритих ділянок. За даними співробітників Комплексної експедиції ДНУ, у зоні затінення деревостанів вільхи відсутнє заростання водойми очеретом південним (*Phragmites australis*), який на освітлених ділянках формує ценози із середньою фітомасою 7400 г/м² (Барановський, 2005). У зоні затінення переважають угруповання гідрофітів низької та середньої щільності, а також реєструється збільшення видової різноманітності макрофітної рослинності. Це підтверджує значущість світлової структури у формуванні та розвитку природних та штучних деревно-чагарникових фітоценозів.

Ураховуючи вищесказане, можна стверджувати, що спрямованість і масштаби середовищеперетворюючого впливу і сільватизації лісових культурбіогеоценозів, які зростають в умовах явної географічної і відносної екологічної невідповідності (ГН/ ВГН) – місцезростаннях плакорного степу, визначаються типом їх світлової структури, яка разом із тривалістю середовищеперетворюючого впливу визначає тип екологічної структури – всю сукупність просторово-функціональних зв'язків лісового біогеоценозу.

При цьому провідним фактором середовищеперетворюючого впливу штучного лісу на вихідні степові місцезростання та їх перетворення в напрямку лісового типу обміну речовиною та енергією є здатність лісового угруповання трансформувати сонячну радіацію, що надходить. Ступінь і масштаби середовищеперетворюючого впливу штучних лісових біогеоценозів лімітуються світловим станом.

Установлено, що найбільш пріоритетними в степовому лісорозведенні в плакорних умовах є насадження тінювого і напівтінювого типів світлової структури з домінуванням щільнокронних порід, які відрізняються стійкістю, сільватизуючим ефектом і потужним позитивним середовищеперетворюючим впливом на вихідні ґрунтово-кліматичні умови плакорного степу, що дає додатковий економічний ефект при створенні штучних лісонасаджень у степовій зоні України.

Значна екологічна роль світлової структури у формуванні як штучних, так і природних лісових біогеоценозів передбачає необхідність використання даної типологічної одиниці також при типізації та оцінці біогеоценотичних умов природних степових лісів.

Таким чином, типологія штучних лісів степової зони України О. Л. Бельгарда є теоретичною основою управління штучними лісовими екосистемами степової зони України, її застосування дає можливість успішного створення стійких і довговічних лісонасаджень в умовах плакорного степу, а також регулювання їх життєвості і середовищеперетворюючого впливу перш за все методом формування типів їх світлової структури і світлових станів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Акимов М. П. Некоторые данные о вредной энтомофауне кроны основных древесных пород искусственных лесов степной зоны Украины / М. П. Акимов, А. Г. Топчиев // Искусственные леса степной зоны Украины. – Х.: ХГУ, 1960. – С. 259–296.

- Альбицкая М. А.** О взаимоотношениях древесно-кустарниковой и травянистой растительности в искусственных лесах Днепропетровщины / М. А. Альбицкая, А. Л. Бельгард // Ботанический журнал. – 1950. – Т. 35, № 3. – С. 226–232.
- Альбицкая М. А.** Основные закономерности формирования травяного покрова в искусственных лесах степной зоны / М. А. Альбицкая // Искусственные леса степной зоны Украины. – Х.: ХГУ, 1960. – С. 155–205.
- Альбицкая М. А.** Травянистая растительность Велико-Анадольского леса / М. А. Альбицкая // Велико-Анадольский лес. – Х.: ХГУ, 1955. – С. 105–120.
- Апостолов Л. Г.** Некоторые данные о закономерностях распределения минирующих и галлообразующих насекомых в Комиссаровском лесном массиве / Л. Г. Апостолов // Искусственные леса степной зоны Украины. – Х.: ХГУ, 1960. – С. 297–304.
- Барановский Б. А.** Влияние режима освещенности прибрежной зоны озера Княгиня на состав макрофитных биогеоценозов / Б. А. Барановский, Н. И. Загубиженко, И. А. Иванько // Вісник Дніпропетровського університету. – Серія «Біологія. Екологія». – Д., 2005. – № 3/2. – С. 3–7.
- Белова Н. А.** Естественные леса и степные почвы. / Н. А. Белова, А.П. Травлев – Д.: ДГУ, 1999. – 343 с.
- Белова Н. А.** Экология, микроморфология, антропогенез лесных почв степной зоны Украины / Н. А. Белова. – Д.: ДГУ, 1997. – 262 с.
- Белова Н. А.** Эколого-биологические и микроморфологические особенности эдафотопов лесных насаждений настоящих стезей / Н. А. Белова // Охрана и рациональное использование защитных лесов степной зоны. – Д.: ДГУ. – 1987. – С. 79–87.
- Бельгард А. Л.** Введение в типологию искусственных лесов степной зоны // Искусственные леса степной зоны Украины / А. Л. Бельгард. – Х.: ХГУ, 1960. – С. 33–57.
- Бельгард А. Л.** Лесорастительные условия и типологическая характеристика Старо-Бердянской, Алтагирской и Родионовской лесных дач / А. Л. Бельгард // Сборник работ биологического факультета. – К., 1953. – Т. 38. – С. 27–36.
- Бельгард А. Л.** Основные принципы типологии искусственных лесов степной зоны / А. Л. Бельгард // Велико-Анадольский лес. – Х.: ХГУ, 1955. – С. 23–39.
- Бельгард А. Л.** Степное лесоведение / А. Л. Бельгард. – М.: Лесн. пром-сть, 1971. – 336 с.
- Воловик Л. Д.** Очередные задачи изучения микро- и фитолимата в лесах Присамарья / Л. Д. Воловик // Вопросы степного лесоведения и охраны природы. – Д.: ДГУ, 1975. – Вып. 5. – С. 62–64.
- Воловик Л. Д.** Роль лесной растительности в формировании микроклимата в степи / Л. Д. Воловик // Вопросы степного лесоведения и охраны природы, – Д.: ДГУ, 1977. – С. 96–98.
- Высоцкий Г. Н.** Избранные труды / Г. Н. Высоцкий. – М.: Гос. изд-во сельхоз. лит., 1960. – 435 с.
- Высоцкий Г. Н.** Учение о влиянии леса на изменение среды его произрастания и на окружающее пространство (учение о лесной пертиненции) / Г. Н. Высоцкий. – М.: Гослесбумиздат, 1950. – 102 с.
- Грицан Ю. А.** Микроклиматические особенности условий существования лесных экосистем Правобережного Приднепровья / Ю. А. Грицан // Мониторинговые исследования БГЦ катен степной зоны. – Д.: ДГУ, 1995. – С. 34–60.
- Грицан Ю. І.** Екологічні основи перетворюючого впливу лісової рослинності на степове середовище / Ю. І. Грицан. – Д.: ДДУ, 2000. – 295 с.
- Доброхвалов В. П.** Очерк истории степного лесоразведения / В. П. Доброхвалов. – М., 1950. – 206 с.
- Зонн С. В.** Лесорастительные свойства почв и взаимодействие лесных насаждений с почвами при степном лесоразведении / С. В. Зонн, В. Н. Мина // Научные вопросы полезащитного лесоразведения. – М.: АН СССР, 1951. – С. 38–83.
- Иванько И. А.** Анализ влияния световых структур фитоценозов на физико-химические свойства лесных эдафотопов с использованием многомерных статистических методов / И. А. Иванько, А. К. Балалаев // Екологія та ноосферологія. – 2002. – Т. 12, № 3–4. – С. 72–79.
- Иванько И. А.** Влияние световой структуры искусственных насаждений на формирование эдафотопов / И. А. Иванько // Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Агрохімія і ґрунтознавство». Спецвипуск до VIII з'їзду УГТА. – Х., 2010. – Т. 2. – С. 192–193.
- Иванько И. А.** Влияние типа световой структуры лесных культурбиоценозов на напряженность корневой конкуренции древесных и травянистых видов / И. А. Иванько //

Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – Д.: ДНУ, 2004. – Вип. 8 (33). – С. 120–128.

Іванько І. А. Влияние типа световой структуры на формирование водопрочности в пределах ризосферы доминирующих видов травостоя / И. А. Иванько // *Екологія та ноосферологія*. – 1999. – Т. 7, № 3. – С. 57–65.

Іванько І. А. Меланизация светового состояния в лесонасаждениях полуосветленного типа световой структуры / И. А. Иванько // *Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель*. – Д.: ДНУ, 2006. – Вип. 10 (35). – С. 116–121.

Іванько І. А. Роль световой структуры лесных сообществ в степи в формировании и продуктивности травяного покрова / И. А. Иванько // *Екологія та ноосферологія*. – 1999. – Т. 6, № 1–2. – С. 84–90.

Іванько І. А. Фитоклиматическая и биоэкологическая характеристика степных насаждений различных типов световых структур / И. А. Иванько // *Вісник Дніпропетровського університету. Серія «Біологія. Екологія»*. – Д.: ДНУ, 2001. – Вип. 9. – Т. 2. – С. 221–227.

Іванько І. А. Вплив насаджень тіньового типу світлової структури на мікрморфологічні особливості чорноземів звичайних / І. А. Іванько, В. М. Яковенко, О. В. Стрижак // *Сучасний стан ґрунтового покриву України та шляхи забезпечення його сталого розвитку на початку 21-го століття: Тези доп. Міжнар. наук.-практ. конф.* – Х., 2006. – С. 45.

Іванько І. А. Деталізація градацій світлових станів штучних лісових насаджень / І. А. Іванько // *Проблеми лісової рекультивациі порушених земель України: Тези доп. міжнар. конф.* – Д., 2006. – С. 139.

Іванько І. А. Значення типу світлової структури при формуванні штучних лісових біогеоценозів у степу / І. А. Іванько // *Питання лісового степознавства та лісової рекультивациі земель*. – Д.: ДНУ, 2009. – Вип. 38. – С. 59–64.

Іванько І. А. Особливості деструктивних змін насаджень напівосвітленого типу світлової структури у степу / І. А. Іванько // *Екологія та ноосферологія*. – 2006. – Т. 17, № 1–2. – С. 41–45.

Іванько І. А. Середовищеперетворюючий вплив на лісові ґрунти штучних лісонасаджень напівтіньового типу світлової структури в умовах плакорного степу / І. А. Іванько // *Ґрунтознавство*. – 2006. – Т. 7, № 1–2. – С. 37–42.

Іванько І. А. Характеристика напруженості кореневої конкуренції в штучних насадженнях освітленого типу світлової структури / І. А. Іванько // *Структурно-функціональна організація біогеоценозів України: Мат. Всеукр. наук.-практ. конф.* – Д., 2003. – С. 6–7.

Іванько І. А. Характеристика світлоклімату та фітоклімату насаджень напівосвітленого типу світлової структури в умовах плакорного степу / І. А. Іванько // *Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель*. – Д.: ДНУ, 2007. – Вип. 12 (37). – С. 52–56

Лавриненко Д. Д. Значение типов леса в лесном хозяйстве / Д. Д. Лавриненко // *Труды совещания по лесной типологии*. – М.: АН СССР, 1951. – С. 56–66.

Мирош О. Г. К вопросу о радиационном режиме под пологом искусственных гледичиевых и белоакациевых насаждений / О. Г. Мирош // *Вопросы степного лесоведения и охраны природы*. – Д.: ДГУ, 1976. – Вип. 6. – С. 60–62.

Мирош О. Г. Материалы к исследованию радиационного режима лесных биогеоценозов Присамарья / О. Г. Мирош // *Вопросы степного лесоведения и охраны природы*. – Д.: ДГУ, 1975. – Вип. 5. – С. 65–66.

Михеев А. В. Типология степных лесов А. Л. Бельгарда и вопросы поведенческой экологии млекопитающих / А. В. Михеев // *Екологія та ноосферологія*. – 2008. – Т. 19, № 3–4. – С. 59–66.

Морозов Г. Ф. Избранные труды: В 2 т. / Г. Ф. Морозов. – М.: Лесн. пром-сть, 1970. – Т. 1. – 257 с.

Новосад К. Б. Еволюція чорноземів під лісовими фітоценозами / К. Б. Новосад // *Ґрунтознавство*. – 2001. – Т. 1, № 1–2. – С. 62–74.

Писарева М. Е. О млекопитающих искусственных лесов степной зоны Украины / М. Е. Писарева // *Искусственные леса степной зоны Украины*. – Х.: ХГУ, 1960. – С. 383–400.

Синельщиков Р. Г. Архитектоника, морфометрия и моделирование крон деревьев в культурценозах степной зоны / Р. Г. Синельщиков // *Биомониторинг лесных экосистем степной зоны*. – Д.: ДГУ, 1992. – С. 52–61.

Синельщиков Р. Г. Сильватизация в условиях степи и её градиенты / Р. Г. Синельщиков // *Кадастровые исследования степных биогеоценозов Присамарья Днепропетровского, их антропогенная динамика и охрана*. – Д.: ДГУ, 1991. – С. 25–30.

Стадниченко В. Г. Почвы Велико-Анадольского леса / В. Г. Стадниченко // Велико-Анадольский лес. – 1955. – С. 55-63.

Стадниченко В. Г. Почвы искусственных лесов степной зоны УССР / В. Г. Стадниченко // Искусственные леса степной зоны Украины. – Х.: ХГУ, 1960. – С. 112–125.

Топчиев А. Г. Животное население мертвого покрова в искусственных лесах степной зоны Украины / А. Г. Топчиев // Искусственные леса степной зоны Украины. – Х.: ХГУ, 1960. – С. 341–368.

Травлеев А. П. Взаимоотношения растительности с почвами в лесных биогеоценозах степной зоны Украины / А. П. Травлеев // Лесоведение. – 1976. – № 6. – С. 21-26.

Травлеев А. П. Характеристика почв лесных культурбиогеоценозов настоящих степей УССР / А. П. Травлеев // Вопросы степного лесоведения и охраны природы. – Д.: ДГУ, 1977. – Вып. 7. – С. 8–21.

Цецур М. Н. К характеристике почвенной микрофлоры искусственных лесов в степи / М. Н. Цецур // Искусственные леса степной зоны Украины. – Х.: ХГУ, 1960. – С. 243–250.

Чугай Н. С. К микроклимату Велико-Анадольского массива / Н. С. Чугай // Велико-Анадольский лес. – Х.: ХГУ, 1955. – С. 45–53.

Чугай Н. С. Фитоклиматические особенности искусственных лесов степной зоны Украины / Н. С. Чугай // Искусственные леса степной зоны Украины. – Х.: ХГУ, 1960. – С. 57–75.

Яковенко В. Н. Микроморфология структурных агрегатов почв лесных культурбиогеоценозов / В. Н. Яковенко // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – Д.: ДНУ, 2001. – Вип. 5. – С. 112–116.

Яковенко В. Н. Микроструктура и микроморфология черноземов лесоулучшенных Присамарья Днепроовского / В. Н. Яковенко // Экология и ноосферология. – 2000. – Т. 9, № 1–2. – С. 98–106.

ВОДНИЙ РЕЖИМ ЛІСОВИХ ТА СТЕПОВИХ БІОГЕОЦЕНОЗІВ ПРИСАМАР'Я

О. В. Котович

кандидат біологічних наук

Як відомо, степова зона України характеризується жорсткими кліматичними умовами, які сприяють формуванню тут специфічних степових біогеоценозів із притаманними їм автоморфними ґрунтами і певними видами трав'яної рослинності. Сукупний вплив кліматичних показників проявляється перш за все в дефіциті вологи, вітрової та водної ерозії та супроводжується багатьма іншими негативними явищами, що впливають на агровиробничий потенціал країни.

Для зменшення негативного впливу кліматичних умов на агровиробництво з кінця позаминулого сторіччя в посушливих регіонах України застосовують практику лісорозведення, завдяки чому вдається частково компенсувати дефіцит зволоження й уникнути дефляції верхнього, найбільш цінного шару ґрунту. Разом з цим заходи зі створення штучних лісових насаджень ускладнюються низьким рівнем вологозабезпечення, тому цей показник є одним із найбільш значущих факторів, що лімітують розвиток деревних порід у степу. У зв'язку з цим всебічні дослідження природних лісів у степу, їх середовищеперетворюючого впливу та умов їхнього виростання повинні лежати в основі степового лісознавства, що неодноразово в своїх працях підкреслював один із засновників степового лісознавства – О. Л. Бельгард (1971).

Допомогти в розв'язанні багатьох проблем, пов'язаних зі створенням у степу штучних лісових насаджень, можуть лісогідрологічні дослідження, які надають відповідь на питання мінімального та оптимального вологозабезпечення штучних лісів, характеру їх зв'язку з підґрунтовими водами та ін.

На Присамар'ї стаціонарні лісогідрологічні дослідження були започатковані в кінці 60-х років минулого сторіччя Леонідом Павловичем Травлеєвим. Завдяки його старанням було створено моніторингову мережу зі спостережних свердловин загальною кількістю 28 шт. Свердловини розташовані у створі двох моніторингових профілів, що мають загальну протяжність близько 30 км. Завдяки цьому фахівці Комплексної експедиції ДНУ мають змогу вже протягом майже півстоліття вести моніторингові спостереження за воднорежимними показниками підґрунтових вод і на основі цього проводити воднобалансові розрахунки.

Початковий етап лісогідрологічних досліджень, проведений Л. П. Травлеєвим на Присамар'ї, на наш погляд, був найбільш плідним та цікавим з практичної точки зору. Так, у процесі закладення спостережних свердловин було визначено стратиграфію четвертинних покладів Присамар'я, їх генезис, дано характеристику фільтраційних властивостей водовмісних порід, визначено умови формування підґрунтових вод і глибину їхнього залягання. Під час наступного етапу наукових досліджень протягом п'яти років було встановлено рівневу динаміку підґрунтових вод – річну та сезонну. Зв'язок підґрунтових вод із рослинністю в межах заплави було визначено за добовими коливаннями їхнього рівня. Визначено гідрохімічні властивості (Травлеєв Л. П., 1972, 1973, 1975). Одночасно з дослідженням підґрунтових вод протягом п'яти років (1970–1974) проводились дослідження водного режиму ґрунтів зони аерації, завдяки чому вдалось встановити витрату води з триметрового шару ґрунту протягом вегетаційного періоду в різних типах лісу в залежності від геоморфологічних умов. У цілому проведені дослідження дозволили отримати базову інформацію стосовно режимних показників підґрунтових вод Присамар'я і були використані нами при аналізі багаторічної динаміки рівня.

У кінці сімдесятих років минулого століття лісогідрологічні дослідження на Присамар'ї проводились студентами біолого-екологічного факультету ДНУ ім. О. Гончара та обмежувались спостереженням за рівневим і гідрохімічним режимом підґрунтових

вод. Більш детальні лісогідрологічні дослідження, включно з моніторингом водного режиму ґрунтів зони аерації, були відновлені нами на початку дев'яностих років і продовжуються дотепер. На основі отриманих даних щодо режиму підґрунтових і ґрунтових вод вдалось розрахувати основні воднобалансові показники в природних біогеоценозах Присамар'я.

У цій роботі наводиться характеристика умов зволоження степових та лісових біогеоценозів, яку можна використовувати при оцінці існуючого потенціалу та перспектив розвитку створюваних тут нових та існуючих штучних і природних лісових насаджень. При цьому дослідження гідрологічного режиму вододільних ділянок степової цілини базуються на тому, що гідрологічні умови, які тут панують, найповніше відображають риси зонального зволоження.

Стаціонарні еколого-гідрологічні дослідження проводилися в межах пробних площ, що входять до моніторингової екологічної мережі Присамарського стаціонару. Об'єктами досліджень були гіротопи степових та лісових біогеоценозів. Рівневий режим підґрунтових вод досліджували у 28 спостережних свердловинах, які розташовані в створі генеральних геоморфологічних профілів. Усі свердловини обладнані обсадними металевими трубами діаметром 63 мм і фільтрами з латунної сітки. Фільтри змонтовані у водовмісному шарі до водоупору. Усі геоморфологічні профілі розташовані перпендикулярно до русла р. Самари і знаходяться у створі таких населених пунктів: с. Карабінівка – с. Кочережки – перший геоморфологічний профіль; с. Попасне – с. Знаменівка – другий геоморфологічний профіль; с. Сосновка – шахта «Павлоградська» – третій геоморфологічний профіль.

У створі першого генерального геоморфологічного профілю дослідження проводились на 7 стаціонарних пробних площах: пробна площа № 223 знаходиться в лісосмузі на схилі лівого корінного берега р. Самари (за межами долини ріки); пробні площі № 222 і 220 – у межах давньої глинистої тераси (солонцово-солончаковий комплекс); пробні площі № 217, 216 розташовані на території піщаної тераси р. Самари (арени); пробні площі № 215, 214 – у заплавної частині долини ріки. Усі пробні площі першого генерального геоморфологічного профілю розташовані на лівому березі р. Самари.

У створі другого генерального геоморфологічного профілю дослідження проводились на 8 пробних площах, з яких 4 знаходяться на правому березі р. Самари та 4 – у долині ріки, на її лівому березі: пробна площа № 201а знаходиться на ділянці степового плакору, поблизу с. Андріївки; пробна площа № 204 – на південному схилі північної експозиції байраку Капітанівський (яружно-балкова зона); пробні площі № 206 і 207 розташовані на південному схилі правого берегу р. Самари (пристін); пробні площі № 208 і 209 – знаходяться в заплаві ріки (лівий берег); пробні площі № 211 і 212 – у межах першої надзаплавної тераси р. Самари (арена). Прив'язка пробних площ до певних елементів рельєфу обумовлена визначальним впливом геоморфологічних особливостей території на режимні характеристики зволоження місцевості, зокрема на глибину залягання підґрунтових вод та їх рівневу динаміку.

Режим зволоження плакорних ділянок у степовій зоні формується під впливом природних, режимоутворюючих чинників, головним чином атмосферних опадів, температурних показників, підґрунтових вод (за умовою їхньої доступності). Серед указаних чинників суттєвий вплив на коригування режиму зволоження вносять підґрунтові води, оскільки в умовах дефіциту вологи слугують додатковим джерелом зволоження і часто мають вирішальний вплив на формування видового складу та продуктивність фітоценозів. Тому ми ставили за мету визначити їхні основні режимні характеристики та їх потенційно можливу участь у водному балансі ділянок степового плакору.

Режим підґрунтових вод в умовах степового плакору нами контролюється у спостережній свердловині № 201а (за нумерацією Комплексної експедиції ДНУ). Стаціонарні спостереження започатковані Л. П. Травлєєвим у 1972 році, продовжені

співробітниками Комплексної експедиції ДНУ і студентами факультету біології, екології та медицини ДНУ. Із 2000 року і до цього часу спостереження за рівневим і гідрохімічним режимом підґрунтових вод ведуться автором.

Гідрологічний рік проходить між датами початку підйому та кінцем спаду рівня підґрунтових вод і в цілому відповідає тривалості календарного року (Высоцкий, 1962). Проте тривалість завершеного циклу в окремі роки може суттєво відрізнятись. Так, починаючи з 1972-го і до 2008 року цей показник змінювався від 10 до 15 місяців. При цьому в середньому цей період тривав 12,5 місяця. Найменш тривалим – 8 місяців – гідрологічний рік був у 1992–1993 рр. Сезонні зміни в режимі підґрунтових вод, що приурочені до умов степового плакору, можна поділити на чотири періоди, а саме: весняно-літній підйом – *a*; високе літньо-осіннє положення – *b*; осінній інтенсивний спад – *c*; зимове низьке положення рівня – *d* (рис. 1).

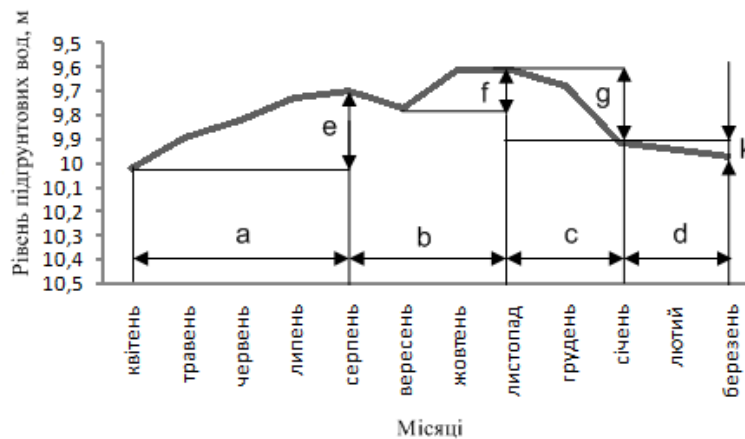


Рис. 1. Схема визначення показників рівневого режиму підґрунтових вод у межах пробної площі № 201а

Періоди: *a* – весняно-літнього підйому; *b* – високого літньо-осіннього положення; *c* – осіннього інтенсивного спаду; *d* – зимового низького положення рівня.

Амплітуди: *e* – весняно-літнього підйому; *f* – літньо-осінніх змін; *g* – осіннього спаду; *k* – зимового положення рівня.

Відсутність прямого зв'язку між підґрунтовими водами і корененасиченою зоною плакорних ділянок, при формуванні їхнього водного балансу, відводить на провідне місце фактор атмосферного зволоження і перерозподілу вологи за рахунок геоморфологічних відмінностей. Зволоження степових едафотопів є частиною загальногідрологічної характеристики району. В умовах Присамар'я Дніпровського над цим питанням у різні часи працювали Л. П. Травлєєв (1977), Ю. І. Грицан (1988) та інші дослідники.

З гідрологічної точки зору однією з головних типологічних ознак даного району є наявність сприятливих умов для поверхневого стоку. Цьому сприяють розчленованість рельєфу і слабка водопроникність ґрунтів. Поповнення вологозапасів у ґрунтовій товщі тут відбувається в холодну пору року – з кінця жовтня по кінець квітня. Вегетаційний період характеризується спрацюванням запасів вологи.

В осінній період (з кінця періоду вегетації) у Присамар'ї випадає достатня кількість опадів, які на фоні зниженої випаровуваності викликають збільшення зволоження верхніх шарів ґрунтової товщі. Накопиченню вологи в ґрунтах, крім зниження випаровування, сприяють обложні дощі при їх малій інтенсивності. Разом з тим інфільтрація ґрунтової вологи у більш глибокі шари ґрунту на рівнинних підвищених ділянках неможлива, що підтверджується відсутністю вільної гравітаційної вологи, а також зоною міграції карбонатного шару ґрунту.

Аналіз змін запасів вологи у півтораметровій товщі під час вегетаційного періоду (весна – осінь) показав, що активний водообмін відбувається в інтервалі від 0 до 80 см. При цьому запаси польової вологи в цьому шарі зменшуються від 240 до 95 мм і мають середню амплітуду зміни – 145 мм. В інтервалі від 80 до 150 см амплітуда сезонних змін вологозапасів менша і в середньому становить 72 мм. Більш динамічні зміни зволоження в шарі ґрунту 0–80 см легко пояснюються впливом рослинності і метеорологічних показників. У середньому кількість вологи, яка вилучається з півтораметрового шару ґрунту в процесі вологообігу, під час вегетаційного періоду становить 97 мм. Сумарне зволоження за цей час коливалось у межах від 407 до 598 мм (табл. 1) і в середньому становить 490 мм. Випаровуваність у відповідний період змінювалась у межах 912–641 мм.

У результаті такого співвідношення прибуткової та витратної частин водного балансу в середині вегетаційного періоду щорічно утворюється водний дефіцит – у середньому 426 мм, унаслідок цього складаються жорсткі умови, при цьому в рослинному покриві залишаються лише стійкі ксерофіти, такі як *Festuca sulcata* (Hack.) Nym. Auct. ft. Ucr., *Thymus Marschallianus* Willd., *Salvia nemorosa* L. та ін.

Таблиця 1

Вологообіг на ділянці степового плакору

| Рік досліджень | Запас вологи в 1,5-метровому шарі ґрунту, мм | | Витрата вологи з 1,5-метрового шару ґрунту, мм | Опади за відповідний період, мм | Сумарне зволоження, мм |
|----------------|--|---------|--|---------------------------------|------------------------|
| | квітень | жовтень | | | |
| 2002 | 279,9 | 221,5 | 58,4 | 434,7 | 493,1 |
| 2003 | 336,6 | 213,6 | 123,0 | 338,8 | 461,8 |
| 2004 | 438,5 | 311,6 | 126,8 | 540,3 | 667,1 |
| 2005 | 361,2 | 264,0 | 97,2 | 309,9 | 407,1 |
| 2006 | 265,1 | 184,3 | 80,8 | 335,2 | 416,0 |

У вологі роки (2004 р.), навпаки, інтенсивні літні опади на фоні підвищеної весняної вологозарядки в ґрунтовій товщі сприяють появі у трав'яному покриві ксеромезофітів і навіть мезофітів – *Trifolium alpestre* L., *Potentilla argentea* L., *Phlomis tuberosa* L., *Achillea millefolium* L. p.p, *Poa bulbosa* L. та ін.

Аналіз вологообігу в степовому біогеоценозі показав, що сумарне ґрунтове та атмосферне зволоження у вегетаційний період становить у середньому 490 мм, з яких 20 % вологи забезпечується ґрунтовою вологою і 80 % вологою атмосферних опадів. У той же час випаровування за відповідний період у середньому становило 826 мм. При цьому в цей період щорічно створюється водний дефіцит, або, якщо перевести цей показник у відносні значення, існуючі реальні потреби у воді (сумарне фізичне та фізіологічне випаровування) задовольняються лише на 59 %. Дефіцитний водний баланс, що тут утворюється, крім негативного відношення прибуткової і витратної частини, обумовлений низькою здатністю ґрунтів до акумуляції опадів холодного періоду року. Так, за деякими даними (Грицан 1988), цей показник дорівнює 0,07. Низькому значенню сприяє промерзання ґрунту в холодну пору року. Теплий період характеризується ще меншими значеннями цього показника – 0,02, чому сприяє поверхневий стік. Водний дефіцит, який тут панує, безумовно, деякою мірою покращується за рахунок вологи з ґрунтових горизонтів, розташованих нижче 1,5 м. Але стійке домінування в рослинному покриві ксерофітної рослинності свідчить про те, що в цілому в багаторічному розрізі співвідношення прибуткової і витратної частин водного балансу залишається незмінним.

Визначаючи умови зволоження степового плакору за показником коефіцієнта зволоження (*KЗ*), можна відмітити, що цей показник упродовж року щомісяця змінюється в широких межах – від 0,1 до 7,4. Для вегетаційного періоду цей показник у середньому становить 0,61, коливаючись у межах 0,01–2,9.

Середньорічний показник K_3 більш об'єктивний при оцінці умов зволоження, оскільки нівелює літні посушливі та зимові вологі умови. Під час досліджень середньорічний коефіцієнт зволоження змінювався від 0,56 до 1,06, при цьому слід зазначити, що максимальний показник під час досліджень був зафіксований в екстремальний за кількістю опадів рік – 2003–2004 рр. У середньому середньорічний K_3 становить 0,59, що, за шкалою О. А. Роде (1963), відповідає умовам степової зони, але нижні позначки, за тією ж шкалою, є цілком характерними для пустельних умов.

У байрачних лісах Присамар'я на формування водного балансу впливають підґрунтові води. Правобережні береги Самари в районі досліджень характеризуються стрімкими – 10–15° – схилами з різним ступенем змитості та еродованості. Еколого-гідрологічні умови байрачних лісових біогеоценозів не є однорідними і залежно від розташування вздовж схилу мають певні відмінності умов зволоження. Це стосується насамперед глибини залягання підґрунтових вод і перерозподілу атмосферної вологи внаслідок ґрунтового відтоку.

У цих умовах формуються природні свіжуваті липово-ясеневі діброви. Тип лісу – *Dc* (свіжувата липово-ясенєва діброва). Тип лісорослинних умов – $СГ_2$ (суглинок сухуватий). Тип екологічної структури – напівтіньовий, третього вікового ступеня. Висота деревостану 22–26 м. Деревостан: дуб звичайний (*Quercus robur* L.); ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.). Тип деревостану – 5Д.ч.4Яс.зв.1Л.

Ґрунтовий покрив представлений чорноземами лісовими середньогумусовими середньосуглинковими на делювіальних лесових суглинках. Ґрунтові води приурочені до опіщаних глин міоцену. Водонесний горизонт підстеляється покладами Харківського ярусу палеоцену (Травлев Л. П., 1972). Режим підґрунтових вод контролюється в спостережній свердловині № 207 (за нумерацією Комплексної експедиції).

Водний баланс байрачних дібров формується під впливом атмосферних опадів, транзитної ґрунтової вологи при потенційній участі підґрунтових вод. При цьому доступність підґрунтових вод може кардинально впливати як на видовий склад, так і на продуктивність байрачних дібров, тому дослідження рівневого режиму підґрунтових вод, на наш погляд, повинно стояти в основі воднобалансових досліджень природних біогеоценозів.

Гідрологічний рік, що проходить між датами початку підйому та кінцем спаду рівня підґрунтових вод, тут у середньому триває 11,5 місяця. Найчастіше проходить між січнем – груднем суміжних гідрологічних років. Рівень підґрунтових вод коливається в межах 7,65–10,08 м, середнє значення під час досліджень становило 8,98 м. Амплітуда міжсезонних коливань знаходиться в межах 0,57–1,59 м.

Деталізуючи гідрологічний рік за середньобагаторічними показниками рівневого режиму, можна виділити такі цикли, або періоди: зимово-весняного підйому, весняно-осіннього спаду та осіннього підйому (рис. 2).

У ході річних змін рівневої динаміка демонструє кореляційний зв'язок з атмосферними опадами ($r = 0,5$).

Сезонні коливання рівня підґрунтових вод мають поступовий характер, але протягом сезону відбуваються корективні зміни рівня у бік як підвищення, так і зниження. Така особливість, на наш погляд, обумовлена впливом кліматичних (режимоутворюючих) чинників на підґрунтові води. Мінімальних позначок рівень підґрунтових вод досягає у вересні – листопаді. Після тижневого нейтрального положення починається повільний водопідйом. Весняний максимум рівня збігається з початком вегетаційного періоду, що зумовлює збільшення витратних статей водного балансу в зоні аерації ґрунту. Протягом вегетаційного періоду відбувається падіння рівня, що продовжується до кінця жовтня – початку листопада.

За положенням зимового мінімуму встановлено підсумкові показники рівня. У період з 2002 р. по кінець 2007 р. амплітуда рівня становила 202 см. Відмінності проявлялися в основному в бік підвищення рівня. Відхилення ж графіка в бік зниження або підвищення рівня пов'язане з відхиленням кількості опадів від норми в

бік підвищення або зниження. Це положення підтверджується позитивним кореляційним зв'язком при $P = 0,01$.

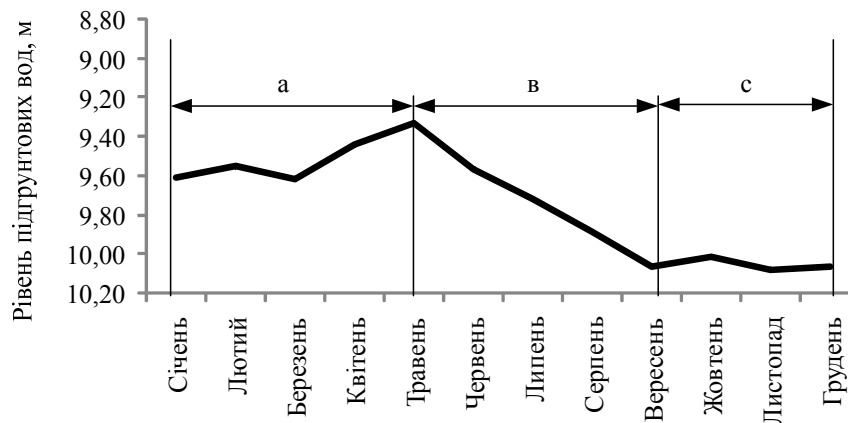


Рис. 2. Схема внутрішньорічної динаміки рівневого режиму підґрунтових вод: а – зимова-весняного підйому; в – весняно-осіннього спаду; с – осіннього підйому

Зв'язок підґрунтових вод з біогеоценотичним покривом раніше тут був встановлений за наявності внутрішньодобової пульсації рівня під час вегетаційного періоду (Травлев Л. П., 1977). При цьому чіткої часової прив'язки у внутрішньодобовій динаміці рівня не спостерігалось. Тоді це явище можна було пояснити тим, що десукція деревних насаджень проходила не безпосередньо з підґрунтових вод, а через верхню частину капілярної кайми, максимальна висота якої, як визначає ряд дослідників, у суглинках становить 3 м (Роде, 1969; Качинский, 1970). У даному випадку зона капілярного насичення ґрунтів над дзеркалом підґрунтових вод слугувала своєрідним буфером, через який відбувалась взаємодія рослинності з підґрунтовими водами, тому процеси рівневої динаміки мали нечіткий характер.

При існуючому на початку сімдесятих років минулого століття рівні – у середньому 8,0 м – механізм живлення рослинності підґрунтовими водами був цілком можливий. На сучасний період середньорічне положення рівня знизилось більш ніж на один метр (рис. 6) і під час вегетаційного періоду становило $\approx 9,5$ –10 м. При цьому знизився на відповідну величину рівень капілярної кайми підґрунтових вод. Це робить неможливим споживання деревними породами підґрунтових вод, що знаходить підтвердження в характері внутрішньодобової ритміки, яка проявляється лише в стабільному спаді під час вегетаційного періоду (рис. 3).

Таким чином, можна зробити висновок, що взаємовплив підґрунтових вод і лісової рослинності тут проявляється насамперед у впливі останніх на рівневий режим шляхом перехвату вологи атмосферних опадів у корененасиченій зоні під час вегетаційного періоду. Загальне зниження дзеркала підґрунтових вод, на наш погляд, відбулося внаслідок зниження місцевого базису ерозії і змін умов дренажу водонесних горизонтів.

Відсутність доступних підґрунтових вод викреслює їх як складову частину в загальному водному балансі конкретного лісового біогеоценозу. У цьому випадку розраховувати водний баланс можна виходячи з того, що основним джерелом водного живлення є атмосферні опади. За даними метеостанції «Губиніха», середньобогаторічна норма атмосферних опадів становить 505 мм. При цьому, як було показано раніше (Кулик, 1979), в аридних умовах лісові насадження можуть використовувати лише половину атмосферних опадів, інша половина витрачається на фізичне випаровування. Виходячи з цього, візьмемо половину від зазначеної кількості, отримаємо ≈ 253 мм, що є переважно опадами холодного, міжвегетаційного періоду.

Така кількість вологи може забезпечити «існування» рідкостовбурного, низькорослого лісу. У реальності деревостан, що тут сформований, має I–II клас бонітету. Це справжня діброва з переважанням дерев I класу бонітету.

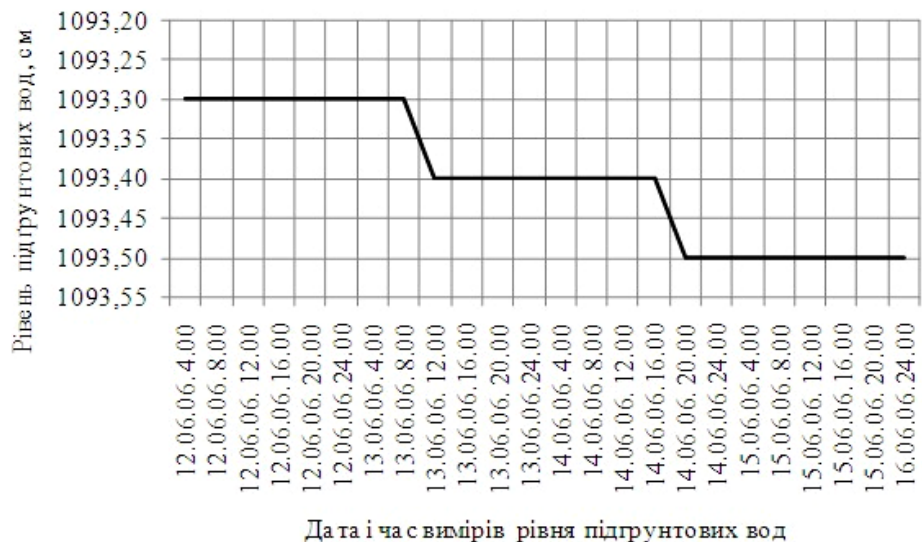


Рис. 3. Внутрішньодобова динаміка рівня підґрунтових вод з 12 по 16 червня 2006 р. у межах пробної площі № 207

Вочевидь, що подібний підхід до воднобалансових розрахунків не вирішує питання визначення всіх складових і кількісних показників прибуткової частини воднобалансового рівняння. Це, на наш погляд, краще зробити з урахуванням суми доступної вологи в ґрунтовій товщі, що акумулювалася там під час міжвегетаційного періоду, і вологи атмосферних опадів вегетаційного періоду за мінусом вологи, що була затримана кронами дерев і лісовою підстилкою і фактично витратилася на непродуктивне, фізичне випаровування.

Оцінку кількості опадів затриманих кронами дерев, на наш погляд, краще робити за допомогою методу визначення літнього фізичного випаровування в межах локальних ділянок, запропонованого М. Ф. Куликом (1979), де враховуються сума опадів, що дорівнює 3 мм і менше, кількість днів з опадами більше 3 мм і кількість днів без опадів.

Розрахунок показав, що сума опадів відповідного періоду, без опадів затриманих кронами дерев, змінювалася від 277 до 498 мм і в середньому становила 356 мм. Таку кількість опадів, безумовно, можна вважати завищеною за рахунок екстремальної кількості опадів 2004 року, але без урахування показників цього року маємо 320 мм. Віднімемо від цього показника 28 мм вологи, яку затримує лісова підстилка (встановлено експериментальним шляхом), маємо 292 мм, що потенційно можна вважати прибутковою частиною водного балансу цього біогеоценозу.

Інша складова прибуткової частини – ґрунтова волога, що акумулюється в ґрунтовій товщі під час міжвегетаційного періоду, може суттєво відрізнитись від аналогічних показників на ділянках степового плакору, розташованого всього в декілька кілометрів. Зволоження ґрунтів байрачних лісових біогеоценозів нами досліджувалося протягом п'яти гідрологічних років. Проби ґрунту на визначення польової вологи відбиралися на початку і наприкінці гідрологічного року (кінець жовтня – початок листопада) у верхньому півтораметровому шарі ґрунту з 2002 по 2006 р.

Згідно з класифікацією Г. М. Висоцького (1962), виходячи з глибини залягання підґрунтових вод водний режим ґрунтів тут можна віднести до імпермацідного (непримивного) типу. З гідрологічної точки зору головною типологічною ознакою

цього біогеоценозу є глибоке залягання рівня підґрунтових вод і розчленованість рельєфу густою яружною мережею з великими (до 40⁰) кутами схилів. Але, на відміну від схилових ділянок степової цілини, поверхневий стік відсутній, чому сприяють добра водопроникність ґрунтів і наявність міцного (до 5 см) шару підстилки (Травлев Л. П., 1976). Завдяки цьому всі опади, що потрапили під полог лісового покриву, акумулюються в ґрунтовій товщі, за винятком транзитної гравітаційної вологи, що «вислизнула» від дії корневих систем деревинної рослинності. Акумуляція вологи в ґрунтовій товщі відбувається в міжвегетаційний період, який характеризується спрацьовуванням запасів ґрунтової вологи.

З отриманих нами даних видно, що найбільш динамічно зміни вологості в досліджуваному шарі ґрунту відбуваються переважно у верхньому метровому шарі (табл. 2).

При цьому більш мінливим вміст вологи був у верхніх п'ятидесяти сантиметрах. Під час міжвегетаційного періоду на початку квітня у півтораметровому шарі акумулюється в середньому до 260 мм доступної вологи, що становить 78 % від кількості атмосферних опадів відповідного періоду. У той же час для степових едафотопів характерним є акумуляція лише 21 % опадів холодного періоду, що зумовлено глибиною промерзання ґрунту і, як наслідок, більш інтенсивним поверхневим стоком під час зимових відлиг і навесні.

Середньорічний показник витрат доступної вологи з півтораметрової товщі під час вегетаційного періоду в цілому збігається з прибутком і становить 250 мм. Певну розбіжність між прибутковою і витратною частинами водного балансу ґрунтів можна пояснити наявністю даних нетривалого періоду спостережень. Дефіцит доступної вологи в ґрунтовій товщі наприкінці вегетаційного періоду відмічався в чотирьох випадках із п'яти. Протягом двох років це явище було характерним майже для всього півтораметрового профілю і двічі – для нижніх 30–50 см ґрунтової товщі, що досліджувалась. Загальний негативний водний баланс з урахуванням доступної вологи в кінці вегетаційного періоду спостерігався лише двічі.

Визначаючи кількісні показники прибуткової частини водного балансу байрачної діброви, за умови відсутності доступних підґрунтових вод, можна припустити, що сумарна величина атмосферних опадів і доступної ґрунтової вологи на початок вегетаційного періоду у середньому становила 542 мм. Таким чином, аналіз вологообігу в байрачних лісових біогеоценозах показав, що додатковим джерелом водного живлення може бути ґрунтова волога, яка акумулюється в ґрунтовій товщі переважно в міжвегетаційний період, 46 % від загального водного балансу, решта – 54 % – волога атмосферних опадів вегетаційного періоду.

У заплаві р. Самари гідрологічні умови відрізняються від умов, що панують у байрачних лісах. Дослідження відповідних показників нами проводилось за умов середньої заплави, при глибині залягання підґрунтових вод до 5 м. Ширина заплави в цій частині течії р. Самари коливається від 550 до 1100 м і перевищується над рівнем ріки на 4–5 м. Поверхня заплави не однорідна і поділяється на три зони: приуслову, центральну та притерасну. У межах відмічених частин заплави формуються своєрідні екологічні зони (Шенников, 1964). Приусловий вал перевищується над Самарою на 6,5–8 м. У цілому заплава має рівний рельєф, у межах якого існують багаточисельні зниження (западини), що заповнені водою і являють собою озера старичного типу. Більшість озерних западин має витягнуту вздовж русла Самари форму. Глибина їх коливається від 1,5 до 6,5 м відносно поверхні. Водний баланс цих озер формується в основному з підземного та поверхневого стоку, озерні западини слугують природними дренами для ґрунтових вод. Самі ж озера дреноються яружною мережею в русло р. Самари.

Водовмісними породами тут є піски четвертинного алювію (сучасний та верхній відділ). У нижній частині алювіальних покладів залягають середньозернисті, більш водорясні піски, вище – дрібнозернисті, інколи з прошарками опіщаних і

Таблиця 2
Динаміка вмісту доступної вологи або її дефіциту в ґрунтах байрачної ліново-ясеневої діброви на початку і в кінці вегетаційного періоду, мм*

| Глибина горизонту, см | 2002 | | | 2003 | | | 2004 | | | 2005 | | | 2006 | | |
|-----------------------------|-------|------|--------------|-------|-------|--------------|-------|------|--------------|-------|------|--------------|-------|-------|--------------|
| | IV | X | витрата | IV | X | витрата | IV | X | витрата | IV | X | витрата | IV | X | витрата |
| 0-10 | 21,8 | 11,9 | 9,9 | 17,1 | -1,1 | 18,2 | 39,4 | 10,6 | 28,8 | 37,2 | 6,0 | 31,2 | 36,0 | 1,7 | 37,8 |
| 10-20 | 23,5 | 9,5 | 14,0 | 15,7 | -1,6 | 17,3 | 39,0 | 8,2 | 30,8 | 22,2 | 5,8 | 16,4 | 34,5 | -0,4 | 34,9 |
| 20-30 | 26,0 | 8,9 | 17,1 | 18,1 | -1,0 | 19,1 | 35,7 | 8,7 | 27,0 | 18,0 | 3,8 | 14,2 | 29,4 | 0,8 | 30,2 |
| 30-40 | 24,4 | 9,4 | 15,1 | 13,5 | -0,8 | 14,3 | 33,2 | 6,2 | 27,0 | 18,8 | 2,6 | 16,2 | 24,5 | 1,1 | 25,6 |
| 40-50 | 21,7 | 5,7 | 16,0 | 11,9 | -2,1 | 14,0 | 23,7 | 5,5 | 18,2 | 16,4 | 0,5 | 15,9 | 11,9 | -0,7 | 12,6 |
| 50-60 | 21,1 | 6,2 | 15,0 | 9,2 | -3,8 | 13,0 | 22,2 | 0,9 | 21,3 | 19,7 | -0,1 | 19,8 | 14,6 | -1,2 | 15,8 |
| 60-70 | 20,5 | 6,6 | 13,9 | 11,7 | -3,1 | 14,8 | 24,6 | 4,4 | 20,2 | 21,8 | 2,6 | 19,2 | 13,8 | -0,9 | 14,7 |
| 70-80 | 18,9 | 5,0 | 13,9 | 10,2 | -5,3 | 15,5 | 20,0 | 4,1 | 15,9 | 20,6 | -0,3 | 20,9 | 14,4 | -0,9 | 15,3 |
| 80-90 | 17,6 | 2,7 | 14,9 | 10,7 | -4,8 | 15,5 | 20,8 | 3,6 | 17,2 | 18,2 | 2,8 | 15,4 | 14,6 | -2,6 | 17,2 |
| 90-100 | 8,3 | 0,8 | 7,5 | 11,0 | -4,4 | 15,4 | 20,9 | 4,7 | 16,2 | 21,6 | 3,9 | 17,7 | 9,9 | -3,1 | 13,0 |
| 100-110 | 8,2 | 0,8 | 7,5 | 7,6 | -4,6 | 12,2 | 19,9 | -0,4 | 20,3 | 22,7 | 2,0 | 20,7 | 8,9 | -2,3 | 11,2 |
| 110-120 | 8,2 | 0,8 | 7,5 | 6,9 | -5,0 | 11,9 | 12,1 | -0,1 | 12,2 | 17,4 | 2,5 | 14,9 | 11,0 | -2,1 | 13,1 |
| 120-130 | 7,2 | -0,2 | 7,4 | 7,9 | -4,3 | 12,2 | 16,0 | -1,4 | 17,4 | 17,8 | 2,7 | 15,1 | 9,9 | -3,7 | 13,6 |
| 130-140 | 7,2 | -1,3 | 8,5 | 7,5 | -5,5 | 13,0 | 19,0 | -0,2 | 19,2 | 17,1 | 0,9 | 16,2 | 11,0 | -3,5 | 14,5 |
| 140-150 | 7,2 | -1,5 | 8,6 | 5,9 | -6,0 | 11,8 | 19,0 | -1,0 | 19,9 | 20,5 | 0,6 | 19,8 | 11,4 | -2,0 | 13,3 |
| Баланс | 241,7 | 65,3 | 176,5 | 164,8 | -53,4 | 218,2 | 365,4 | 53,8 | 311,6 | 309,9 | 36,2 | 273,6 | 255,7 | -22,8 | 282,7 |

* Ця позначка означає дефіцит доступної вологи.

оглеєних сірих глин і суглинків, які підстеляються глинистими покладами харківського ярусу палеогену (Травлев Л. П., 1972).

Режим підґрунтових вод у прирусловій частині заплави нами досліджувався в межах заказника «Комарівщина», у районі с. Андріївки на стаціонарній пробній площі № 208, що розташована в створі другого генерального геоморфологічного профілю. Гідрологічний рік у межах прируслової частини заплави в багаторічному плані не є постійним і в різні роки може тривати від 11 до 13 місяців. Середня глибина залягання підґрунтових вод під час досліджень становила 5,7 м.

Рівнева динаміка підґрунтових вод тут підпорядкована аналогічним процесам води в р. Самарі, при цьому інтенсивність підйому рівня ґрунтових вод проходить більш повільно, ніж ріст рівня води в р. Самарі. Так, коли швидкість підйому води в р. Самарі становила 13,3 мм/добу, швидкість росту рівня ґрунтових вод відповідала 4,52 мм/добу (вересень 2005 – березень 2006 р.), це пояснюється тим, що якщо ріст рівня води в р. Самарі відображає загальні гідрологічні процеси всієї водозбірної площі, то рівневий режим підґрунтових вод є наслідком гідрологічних процесів у межах конкретної водозбірної ділянки, тому не завжди відповідає кількісним характеристикам, властивим для рівневого режиму в р. Самарі. При цьому направленість рівневих процесів у р. Самарі та в підґрунтових водах прибережної зони завжди однотипова, що дозволяє характеризувати режим підґрунтових вод прибережної зони саме як прибережний.

Ділянки центральної заплави за показниками режиму підґрунтових вод деякою мірою відрізняються від прибережної частини. Основний тип лісових біогеоценозів, що тут формуються, – свіжі липово-ясеневі діброви (D'ac). Верхня частина ґрунтового профілю тут складена суглинистими за механічним складом та алювіальними за генезою відкладами. Поверхневий стік відсутній, але більш щільний склад верхньої частини ґрунтового профілю обумовлює більш повільну інфільтрацію атмосферних опадів до підґрунтових вод, ніж та, що властива ґрунтам прируслової частини заплави.

Підґрунтові води центральної заплави залягають на глибині від 2 до 4 м, тому надають безпосередній вплив на зволоження корененасиченої зони. Рівневий режим підґрунтових вод тут контролюється в спостережній свердловині № 209, яка знаходиться в паралельному до свердловини № 208 створі та в перпендикулярному створі до русла ріки.

Гідрологічний рік у межах центральної частини заплави в багаторічному розрізі не є постійним і триває від 11 до 13 місяців. Середня глибина залягання підґрунтових вод – 3,25 м. Річна амплітуда коливання рівня змінюється від 0,44 до 1,68 м. Річна динаміка рівня має компенсаційний характер і впродовж року змінюється в інтервалі від 3,5 до 4,5 м (рис. 4).

Структура рівневого режиму підґрунтових вод центральної частини заплави за аналогією із ґрунтовими водами прируслов'я характеризується наявністю трьох періодів – зимово-весняного підйому, весняно-осіннього спаду, осіннього підйому. Різниця полягає у відсутності платоподібної прямої під час весняного максимуму та осіннього мінімуму.

Сезонна динаміка рівня тут обумовлена ходом температур, що підтверджується позитивним кореляційним зв'язком при $P_{0,01}$, а також атмосферними опадами. Тип режиму підґрунтових вод характеризується як інфільтраційно-десукційно-корективний. Аналіз кількісних величин основних складових балансу підґрунтових вод також підтверджує цей висновок, при цьому основними факторами, що визначають прибуток підґрунтових вод, є атмосферні опади, а їхню витрату – фізичне і фізіологічне випаровування.

Близькість стояння дзеркала підґрунтових вод від денної поверхні в цій частині заплави обумовлює їх доступність для споживання лісовими біогеоценозами. Початок десукції з капілярної кайми підґрунтових вод фіксується за наявністю внутрішньодобової пульсації їх рівня (Воронков, 1973; Сапанов, 2000; Китредж, 1951

та ін.). У середньому цей період настає з кінця травня – середини червня. Причому залежність строків початку використання підґрунтових вод деревною рослинністю пов'язують із сумою температур повітря попередніх двох місяців (Сапанов, 2000, 2002). Загальне ж падіння рівня відбувається внаслідок того, що падіння рівня вдень більше, ніж його підйом уночі. При цьому щодоби з'являється дефіцит водного шару.

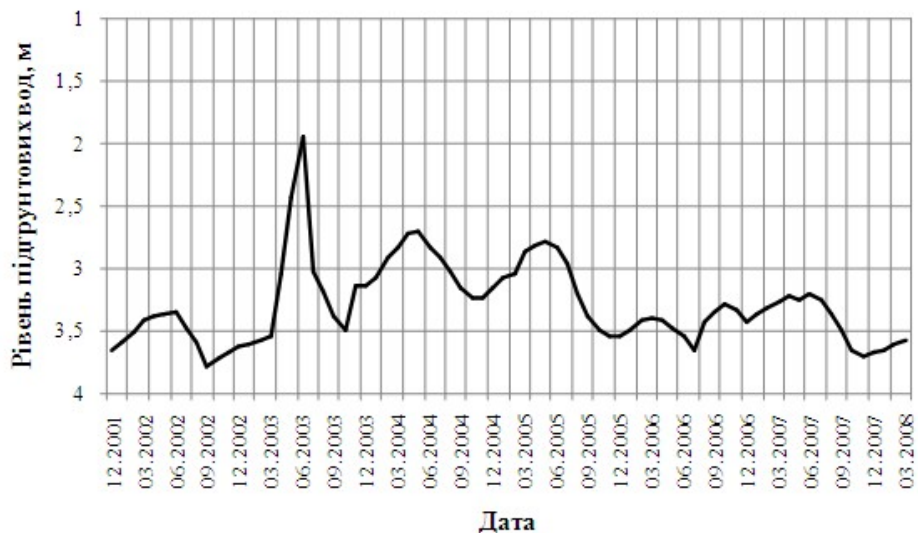


Рис. 4. Річна динаміка рівня підґрунтових вод у межах пробної площі № 209

Значення основних складових балансу підґрунтових вод (табл. 3) показують, що основне їх поповнення проходить під час зимово-весняного періоду, у той час як витратна частина балансу формується переважно у вегетаційний період. Прибуткова частина балансу не є постійною і змінюється від 38 до 567 мм, у середньому за сезон становить 182 мм. В основному поповнення, як уже згадувалось, визначається атмосферними опадами. У відсотковому відношенні можна сказати, що лише 32 % від загальної частини атмосферних опадів досягає підґрунтових вод і йде на їхнє поповнення.

Зменшення запасів підґрунтових вод на 80 % відбувається в період із червня по вересень – жовтень, тобто цей період укладається в часові рамки вегетаційного періоду. Значення зменшення запасів підґрунтових вод під час досліджень коливались від 122 до 430 мм. Таким чином, без урахування значення за згаданий період середньомісячні показники зменшення підґрунтових вод у вегетаційний період тут становлять 162 мм.

Кількість десуктивної витрати підґрунтових вод цим фітоценозом рік від року суттєво відрізняється, при цьому їхнє споживання коливається від 61 до 190 мм за сезон. Середній показник споживання підґрунтових вод під час досліджень становив 110 мм. Максимальна величина споживання підґрунтових вод припадає на роки, коли середньорічні показники температури повітря були найбільшими під час проведення досліджень, – 2002, 2005 рр. Найменше споживання припадає на роки із вищою за норму кількістю опадів, що підтверджує висновки, отримані при аналізі даних режиму підґрунтових вод за відповідний період. Усього за весь період досліджень витратна частина в загальному балансі підґрунтових вод становила 1245 мм, з яких 662 мм було витрачено на десукцію біогеоценозом. Порівнюючи витрати підґрунтових вод за вегетаційний період із загальнорічною витратою, слід відмітити, що витрати підґрунтових вод на десукцію за сезон протягом досліджуваного періоду змінювались від 42,4 до 72,1 %. У середньому цей показник за відповідний період становив 56 % від

загальнорічних втрат. Залишкова частина витрат тут формується під впливом фізичного випаровування на фоні відносної рівноваги припливу та відпливу.

Таблиця 3

Основні балансові складові («+» – інфільтраційне живлення, «-» – сумарне фізичне і фізіологічне випаровування, мм) ґрунтових вод у межах пробної площі № 209

| Місяці | Гідрологічний рік | | | | | |
|---------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 2002 | 2002–2003 | 2003–2005 | 2005–2006 | 2006–2007 | 2007–2008 |
| Грудень | +16,68 | +5,56 | +16,68 | – | – | – |
| Січень | +25,02 | +8,34 | +44,48 | +11,12 | – | +13,9 |
| Лютий | +25,02 | +11,12 | +25,02 | +47,26 | +2,78 | +11,12 |
| Березень | +8,34 | +136,22 | +30,58 | +13,9 | -5,56 | +13,9 |
| Квітень | +5,56 | +172,36 | +2,78 | +8,34 | -16,68 | -8,34 |
| Травень | +5,56 | +133,44 | -33,36 | -13,9 | -19,46 | +11,12 |
| Червень | -36,14 | -300,24 | -22,24 | -36,14 | -27,8 | -11,12 |
| Липень | -30,58 | -44,48 | -33,36 | -66,72 | -61,16 | -33,36 |
| Серпень | -55,6 | -52,82 | -36,14 | -47,26 | -22,24 | -33,36 |
| Вересень | +19,46 | -33,36 | -19,46 | -30,58 | +16,68 | -44,48 |
| Жовтень | +11,12 | +100,08 | 0 | -16,68 | -13,9 | -13,9 |
| Листопад | +13,9 | 0 | +22,24 | 0 | -25,02 | +8,34 |
| Грудень | – | – | +19,46 | +13,9 | +19,46 | +5,56 |
| Січень | – | – | – | +25,02 | – | +11,12 |
| Прибуло | +130,66 | +567,12 | +161,24 | +119,54 | +38,92 | +75,06 |
| Витрачено | -122,32 | -430,9 | -144,56 | -211,28 | -191,82 | -144,56 |
| Річний баланс | +8,34 | +136,22 | +16,68 | -91,74 | +33,36 | -69,5 |

Формування водного балансу соснових біогеоценозів відбувається при участі підґрунтових вод за умов їх залягання не більше 6 метрів. Вивченню водного режиму соснових фітоценозів присвячено багато робіт. Фундаментальні дослідження в цьому напрямі викладені в роботах О. О. Молчанова (1952, 1970), М. О. Воронкова (1963, 1973), у яких авторами на підставі великого експериментального матеріалу дано оцінку гідрологічної ролі соснових лісів на піщаних ґрунтах. Впливу соснових насаджень на вміст ґрунтової вологи присвячені дослідження С. В. Зонна (1959), О. Г. Гаєля (1952), М. Ф. Кулика (1960), В. В. Ільїнського (1966), Є. Г. Петрова (1983). Окремі роботи проводились щодо дослідження впливу глибини залягання підґрунтових вод на продуктивність соснових фітоценозів. П. В. Литвак (1968), досліджуючи особливості зростання сосни в різних гідротопах українського Полісся, прийшов до висновку, що сосна використовує підґрунтові води в тому випадку, коли вони розташовані на порівняно невеликій глибині – 1,2–3,0 м. В умовах Присамар'я Дніпровського елементу водного режиму в соснових біогеоценозах досліджувались Л. П. Травлєєвим (1977).

Разом з тим до цього часу залишилася низка невирішених питань, які пов'язані з даною проблемою і які потребують свого вирішення. Так, у Самарському борі соснові насадження нормально ростуть і розвиваються при глибині залягання підґрунтових вод від 1,5 до 8,0 м, тому питання оптимальної глибини залягання підґрунтових вод у даних кліматичних і геоморфологічних умовах залишається відкритим. Науковий і практичний інтерес являє собою також кількісне споживання підґрунтових вод сосновими біогеоценозами в умовах Присамар'я. До окремого питання можна віднести рівень залягання підґрунтових вод у зв'язку з пірогенними явищами, які мали місце в Самарському борі літом 2010 р., оскільки саме глибина розташування дзеркала підґрунтових вод визначає гідрологічний режим піщаних терас і гальмуючий вплив лісорослинних умов на інтенсивність лісових пожеж. Нарешті, існує необхідність розрахунку стоку підґрунтових вод з території Самарського бору, а також його часткової участі в загальному річковому стоку.

Режим та баланс підґрунтових вод, що залягають в умовах різнотравно-сухуватого бору, тип лісу АВ₀₋₁, досліджували в межах стаціонарної пробної площі № 212. Сезонна рівнева динаміка підґрунтових вод тут найчіткіше виявляється в зимово-весняних підйомах, весняно-осінніх спадах та осінніх підйомах при відносно стабільному зимовому положенні під час промерзання верхніх ґрунтових горизонтів. Указані періоди розташовані між датами першого зимового мінімуму, весняного максимуму, осіннього мінімуму і другого зимового мінімуму.

Річна амплітуда коливання рівня тут під час досліджень знаходилась у межах 0,45–0,67 м. Річна динаміка рівня має компенсаційний характер і впродовж року змінюється в інтервалі від 3,32 до 4,27 м (рис. 5).

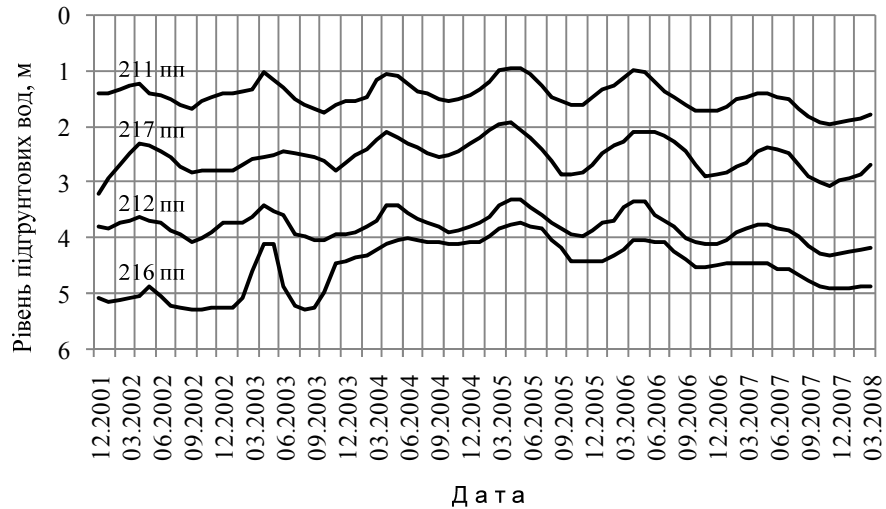


Рис. 5. Річна динаміка рівня підґрунтових вод у межах соснових біогеоценозів

Динаміка підґрунтових вод в сухувато-різнотравному борі, визначається позитивними температурами холодного періоду року, атмосферними опадами, а також високими літніми температурами. Відносна близькість до денної поверхні рівня підґрунтових вод обумовлює їхню участь у загальному водному балансі даних місцезростань, а також доступність для споживання лісовими біогеоценозами. Тому доцільно розглянути основні балансові складові підґрунтових вод у межах цієї пробної площі.

Прибуткова частина балансу підґрунтових вод тут формується за рахунок інфільтрації атмосферних опадів і частково з нижчерозташованих напірних водоносних горизонтів (Травлеєв Л. П., 1977; Погребной, 1998). Легкий однорідний механічний склад, високі інфільтраційні властивості та мала водотривка здатність піщаних ґрунтів сприяють проникненню атмосферної вологи до підґрунтових вод, поповнення їх запасів відбувається в міжвегетаційний період (98 %) і починається з моменту зниження і затухання процесів випаровування і десукційної діяльності рослинного покриву. У середньому прибуткова частина річного балансу становить 93,6 мм, змінюючись від 68 до 124 мм. За весь період спостережень у підґрунтові води надійшло 561 мм вологи, або 13,5 % від кількості опадів, що випали за цей період. Незважаючи на сприятливі фільтраційні властивості піщаних ґрунтів, цей показник майже в 2,5 рази нижчий, ніж у заплавних дібровах, що пов'язано із більшими водотривкими властивостями крон *Pinus silvestris*, а також підстилки.

Витратна частина лише на 76 % формується під час вегетаційного періоду, остання частина (24 %) припадає на міжвегетаційний період і пов'язана зі швидкістю акумуляції гравітаційної вологи у водовмісній товщі після вегетаційного періоду. Максимальна величина вироблення підґрунтових вод (136 мм) спостерігалась у

2006–2007 гідрологічному році. За строками це збігається з періодом найнижчого забезпечення опадами літніх місяців під час описуваного періоду. Мінімальні показники зменшення запасів підґрунтових вод становили 86 мм у 2003–2005 гідрологічному році, це також було пов'язане з літніми атмосферними опадами. Так, під час досліджень зі всіх гідрологічних років за три літніх місяці у цьому році випала рекордна кількість опадів – 304 мм. Це дозволяє зробити висновок, що інтенсивність падіння рівня в літній період, крім температурних показників, пов'язана з опадами відповідного періоду. Однак слід зазначити, що забезпеченість опадами в літній період лише призупиняє процес падіння рівня, і прибуткова частина балансу лишається з негативною динамікою. У середньому за рік витратна частина балансу становила 106,5 мм.

Кількість витрат підґрунтових вод внаслідок десукції біогеоценозом за вегетаційний період тут коливається в межах 112,6–66,9 мм і в середньому становить 88 мм. Більша частина витрат під час вегетаційного періоду припадає на липень (табл. 4), що пов'язане з максимальними середньомісячними температурними показниками цього місяця.

Таблиця 4

Витрата підґрунтових вод (мм) у сухуватому борі (пробна площа № 212)

| Місяць | Гідрологічний рік | | | | | |
|----------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 2002 | 2002–2003 | 2003–2005 | 2005–2006 | 2006–2007 | 2007–2008 |
| Червень | 7,9 | 14,08 | 24,64 | 21,12 | 40,48 | 12,32 |
| Липень | 25,7 | 56,32 | 21,12 | 28,16 | 22,88 | 8,8 |
| Серпень | 17,8 | 10,56 | 12,32 | 21,12 | 15,84 | 15,84 |
| Вересень | 25,7 | 8,8 | 10,56 | 21,12 | 33,44 | 29,92 |
| За сезон | 77,2 | 89,8 | 68,6 | 91,5 | 112,6 | 66,9 |
| % від Σ | 87,55 | 81,75 | 79,44 | 78,22 | 82,34 | 66,35 |

Режим підґрунтових вод, що залягають у більш сухих умовах, досліджувався на стаціонарній пробній площі № 216 – сухий бор. Відмітки поверхні відносно ріки сягають + 12,5 м. Глибина свердловини – 9,0 м. Рівень підґрунтових вод – із глибини 4,7 м. Товща ґрунтів представлена дрібнозернистими, кварцовими пісками. Тип лісу за типологією природних лісів О. Л. Бельгарда – АВ₀ (сухий бір).

Тривалість гідрологічного року тут триває в середньому 12 місяців. Сезонна динаміка рівня підґрунтових вод у межах описуваної пробної площі характеризується наявністю трьох суміжних періодів: період зимово-весняного підйому, період весняно-осіннього спаду, період осіннього підйому при відносно стабільному низькому осінньо-зимовому положенні рівня.

Річна амплітуда коливання рівня тут під час досліджень знаходилась у межах 0,26–1,25 м. Річна динаміка рівня не відповідає компенсаційному типу, про що свідчить невідповідність амплітуди підйомів та спадів (рис. 10). Однак при цьому зміни рівня, як показала статистична обробка даних, не пов'язані із рівневими процесами в р. Самарі.

Аналіз основних балансових складових підґрунтових вод показав, що поповнення їх запасів у загальнорічному балансі відбувається з листопада по квітень. Інфільтраційне живлення тут зі всіх досліджуваних пробних площ має найнижчі показники і коливається в межах 13–76 мм за сезон і в середньому становить 52 мм. Решта опадів іде на поповнення дефіциту вологи в зоні аерації ґрунту. Літом відбувається інтенсивне вироблення підґрунтових вод, яке перевищує інфільтрацію майже в 40 разів. Ріст рівня починається з моменту затухання випаровування і десукційної діяльності рослинного покриву.

Згідно з нашими дослідженнями атмосферне живлення восени в середньому становило 8,7 мм, змінюючись від 29 мм до нульових відміток. Усього за період спостережень у підґрунтові води надійшло 316 мм вологи, або 10 % від опадів, що випали за відповідний період. Загальна витрата – 445 мм. У результаті цього рівень підґрунтових вод знизився на 83 см по відношенню до його положення на початковий період спостережень.

Із загальних витрат підґрунтових вод на транспірацію рослинним покривом під час вегетаційного періоду доводиться в середньому 40 мм вологи (табл. 5). Найменша частина витрат підґрунтових вод під час вегетаційного періоду припадає на роки з максимальною кількістю опадів теплого періоду року, як це було в 2003–2005 гідрологічному році. При цьому частка витрат підґрунтових вод біогеоценотичним покривом тоді становила майже дві третини від загальнорічних витрат. Решта частини потреб у водозабезпеченні тут задовольняється вологою із зони аерації ґрунту. Це свідчить про зниження процесів фізичного випаровування із підґрунтових вод у роки з підвищеною від норми кількістю опадів.

Таблиця 5

Витрата підґрунтових вод у сухому борі (пробна площа № 216)

| Місяць | Гідрологічний рік | | | | | |
|----------|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 2002 | 2002–2003 | 2003–2005 | 2005–2006 | 2006–2007 | 2007–2008 |
| Червень | 2,72 | 16,32 | 2,72 | 9,52 | 1,36 | 12,24 |
| Липень | 19,04 | 1,36 | 4,08 | 6,8 | 2,72 | 1,36 |
| Серпень | 5,44 | 8,16 | 2,72 | 25,84 | 21,76 | 14,96 |
| Вересень | 8,16 | 12,24 | 2,72 | 21,76 | 21,76 | 16,32 |
| За сезон | 35,36 | 38,08 | 12,24 | 63,92 | 47,6 | 44,88 |
| % від Σ | 56,2 | 46,7 | 72,0 | 53,0 | 59,6 | 53,9 |

Таким чином, баланс підґрунтових вод у сухому борі визначається декількома факторами і в першу чергу кількістю атмосферних опадів як за роками, так і за сезонами. Основне джерело поповнення підґрунтових вод і підйому їхнього рівня – інфільтраційне живлення. Зменшення запасів підґрунтових вод відбувається за рахунок фізичного і фізіологічного випаровування в середньому 57 % від загальнорічних витрат. Решта приходиться на витрати внаслідок бокового відтоку і діяльності водозабору.

Узагальнюючи показники споживання підґрунтових вод сосновими біогеоценозами Самарського бору, слід зазначити, що найбільша їх кількість споживається рослинністю пробної площі № 211, де дзеркало підґрунтових вод розташоване найближче від денної поверхні. У середньому тут внаслідок десукційної діяльності втрачається близько 81 % від загальнорічних витрат підґрунтових вод. Найнижчі показники втрат належать місцезростанням із найбільшою глибиною залягання дзеркала підґрунтових вод – пробної площі № 216, у середньому 57 %. При цьому залишкова частина витрат у першому випадку формується під впливом фізичного випаровування, у всіх інших випадках внаслідок бокового відтоку без паралельного надходження інфільтраційної вологи. Цей висновок узгоджується з результатами, що були отримані іншими дослідниками. Так, за даними ряду дослідників (Молчанов, 1952; Островский, 1979), випаровування підґрунтових вод на піщаних ґрунтах припиняється з глибини більше 1,5 м.

Зв'язок первинної біологічної продуктивності з об'ємом підґрунтових вод, що залучаються сосновими біогеоценозами, демонструє нелінійність залежності продуктивності від споживання підґрунтових вод (рис. 6). У даному випадку пряма залежність спостерігається там, де дзеркало підґрунтових вод розташоване нижче 5 м (сухий бір). При рівні підґрунтових вод від 1,5 до 4 м (свіжа суббір, свіжуватий бір,

сухуватий бір) їх споживання меншою мірою залежить від продуктивності. Так, у першому випадку коефіцієнт кореляції становив +0,91, а в другому лише +0,64, що відповідає середній кореляційній залежності. Тому можна припустити, що на первинну біологічну продуктивність крім додаткової вологи підґрунтових вод впливають інші фактори родючості – ступінь гумусовості ґрунтів, їх фізико-хімічні властивості.

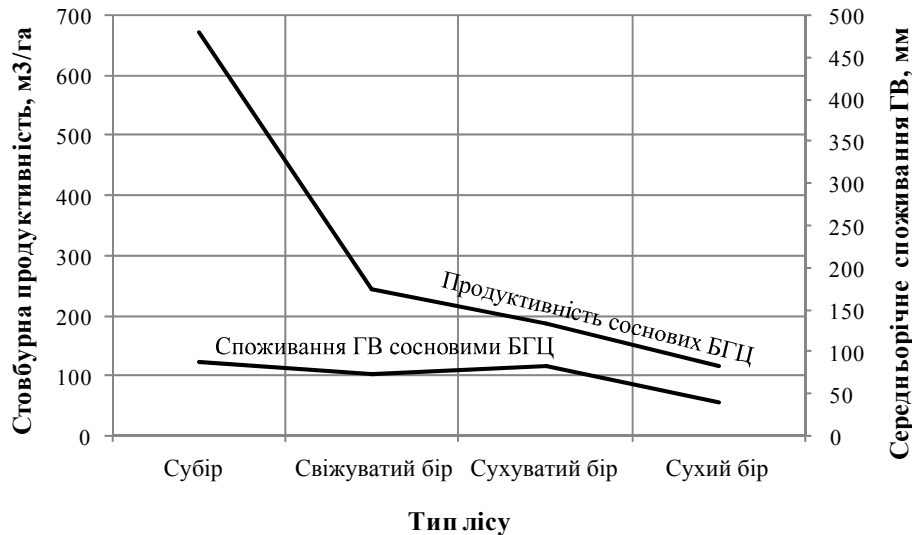


Рис. 6. Витрата підґрунтових вод сосновими біогеоценозами та їхня первинна біологічна продуктивність

Аналізуючи показники стоку підґрунтових вод на території Самарського бору, слід зазначити, що ця величина в середньому становить $0,17 \pm 0,01$ мм/добу, а аналогічний показник, характерний для водозбору р. Самари у цілому, – $0,06 \pm 0,01$ мм/добу. Порівнюючи ці показники, необхідно відмітити, що лісистість Самарського басейну становить 1,27 %, а лісистість території Самарського бору – 58,2 %. Збільшення лісистості позначається в поліпшенні водно-фізичних властивостей ґрунтів, що стосується і заплавних ділянок з важким механічним складом ґрунтів зони аерації. Відмічені зміни перш за все відносяться до фільтраційних властивостей ґрунтової товщі, завдяки чому поверхневий стік переводиться в найбільш цінний – підземний.

Отримані нами дані в цілому перекликаються з даними, отриманими в умовах водозборів р. Сіверський Донець (Ткач, 2008), який при порівняльному аналізі водозбірних площ різної лісистості показав, що збільшення лісистості дає збільшення ґрунтового стоку від 260 до 370 %. У нашому випадку ґрунтовий стік з території, що вкрита Самарським бором, перевищує середній показник річкового басейну на 283 % (40,1 мм/рік). Зміни в об'ємі ґрунтового стоку можна пов'язати з різницею у співвідношенні поверхневого і ґрунтового стоку на користь останнього, а також більш рівномірним розподілом стоку ґрунтових вод у часі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Бельгард А. Л. Лесная растительность юго-востока УССР / А. Л. Бельгард – К.: Наук. думка, 1950. – 263 с.
- Бельгард А. Л. Степное лесоведение / А. Л. Бельгард – М.: Лесн. пром-сть, 1971. – 336 с.
- Воронков Н. А. Влагооборот и влагообеспеченность сосновых насаждений / Н. А. Воронков. – М.: Лесн. пром-сть, 1973. – 184 с.
- Воронков Н. А. Пульсация грунтовых вод и расход влаги из них в Арчединско-Донских песках / Н. А. Воронков // Вестн. МГУ. Сер. 6. Биология, почвоведение. – 1963. – № 2. – С. 43–52.
- Высоцкий Г. Н. Избранные сочинения / Г. Н. Высоцкий – Т. 2. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 245 с.

- Гаель А. Г.** Облесение бугристых песков засушливых областей / А. Г. Гаель – М.: Географгиз, 1952. – 218 с.
- Грицан Ю. И.** Микроклиматические особенности пристенных и байрачных лесов степной зоны Украины: Автореф. дис. ... канд. биол. наук / Ю. И. Грицан. – Д.: ДГУ, 1988. – 21 с.
- Зонн С. В.** Почвенная влага и лесные насаждения / С. В. Зонн – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 198 с.
- Ильинский В. В.** Влияние водного режима на корневые системы сосны / В. В. Ильинский // Лесное хозяйство. – 1966. – № 9. – С. 24.
- Качинский Н. А.** Физика почвы. Водно-физические свойства и режимы почв / Н. А. Качинский. – М.: Высш. шк., 1970. – 358 с.
- Китредж Дж.** Влияние леса на климат, почвы и водный режим / Дж. Китредж – М.: Изд-во иностр. лит., 1951. – 456 с.
- Кулик Н. Ф.** Водный режим песков аридной зоны / Н. Ф. Кулик – Л.: Гидрометеоиздат, 1979. – 276 с.
- Кулик Н. Ф.** Гидрологические особенности Терско-Кумских песков / Н. Ф. Кулик // Освоение песков. – М.: Изд-во Минсельхоза СССР, 1960. – С. 126–133.
- Литвак П. В.** Особенности роста сосны обыкновенной в различных гидротопях Полесья УССР / П. В. Литвак // Лесоводство и агролесомелиорация. – 1968. – № 15. – С. 104–110.
- Молчанов А. А.** Гидрологическая роль леса в различных природных зонах СССР / А. А. Молчанов // Гидрологические исследования в лесу – М.: Наука, 1970. – С. 18–24.
- Молчанов А. А.** Гидрологическая роль сосновых лесов на песчаных почвах / А. А. Молчанов. – М.: АН СССР, 1952. – С. 383–467.
- Островский В. Н.** К методике расчета испарения грунтовых вод / В. Н. Островский // Водные ресурсы. – 1979. – № 3. – С. 77–82.
- Петров Е. Г.** Водный режим и продуктивность лесных фитоценозов на почвах атмосферного увлажнения / Е. Г. Петров. – Минск: Наука и техника, 1983. – 213 с.
- Погребной Ю. П.** Взаимосвязь обводненной многослойной системы с поверхностными водами в Западном Донбассе / Ю. П. Погребной // Вісник Дніпропетровського національного університету. Геологія та географія. – 1998. – Вип. 1. – С. 39–42.
- Роде А. А.** Водный режим и баланс целинных почв полупустынного комплекса / А. А. Роде // Водный режим почв полупустыни. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – С. 5–83.
- Роде А. А.** Основы учения о почвенной влаге / А. А. Роде. – Л.: Гидрометеоиздат, 1969. – Т. 2. – 288 с.
- Сапанов М. К.** Оценка десукции лесных культур на разных типах почв Северного Прикаспия / М. К. Сапанов // Почвоведение. – 2000. – № 11. – С. 1318–1327.
- Сапанов М. К.** Функциональная значимость осадков и грунтовых вод в развитии культур дуба в Северном Прикаспии / М. К. Сапанов // Поволжский экологический журнал. – 2002. – № 3. – С. 257–267.
- Ткач В. П.** Оптимальна водоохоронна лісистість водозборів середньої течії річки Сіверський Донець. Лісівництво і агролісомеліорація / В. П. Ткач, В. В. Горошко, Н. П. Купріна. – Х.: УкрНДЛГА, 2008. – Вип. 114. – С. 21–27.
- Травлеев А. П.** Характеристика почв лесных культурбиогеноценозов настоящих степей УССР / А. П. Травлеев // Вопросы степного лесоведения и охраны природы. – Д.: ДГУ, 1977. – Вып. 7. – С. 8–21.
- Травлеев Л. П.** Водно-физические свойства лесных подстилок Присамарья / Л. П. Травлеев // Вопросы степного лесоведения и охраны природы. – Д.: ДГУ, 1976. – Вып. 6. – С. 50–59.
- Травлеев Л. П.** К стратиграфии четвертичных отложений правобережья Присамарского стационара / Л. П. Травлеев // Вопросы степного лесоведения и охраны природы. – Д.: ДГУ, 1972. – Вып. 3. – С. 51–60.
- Травлеев Л. П.** Материалы по изучению режима грунтовых вод Присамарья / Л. П. Травлеев // Вопросы степного лесоведения и охраны природы. – Д.: ДГУ, 1975. – Вып. 5. – С. 51–61.
- Травлеев Л. П.** О минерализации и химическом составе грунтовых вод лесных биогеноценозов верхнего и среднего течения р. Самары / Л. П. Травлеев // Вопросы степного лесоведения и охраны природы. – Д.: ДГУ, 1973. – С. 54–63.
- Травлеев Л. П.** Условия формирования, глубина залегания и химизм грунтовых вод Присамарья / Л. П. Травлеев // Вопросы степного лесоведения и охраны природы. – Д.: ДГУ, 1977. – С. 54–63.
- Шенников А. П.** Введение в геоботанику / А. П. Шенников. – Л.: ЛГУ, 1964. – 420 с.

АМФІБІЇ ТА РЕПТИЛІЇ ЯК КОМПОНЕНТ ЛІСОВИХ БІОГЕОЦЕНОЗІВ СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

В. Л. Булахов

кандидат біологічних наук, професор

В. Я. Гассо

кандидат біологічних наук, доцент

Ю. П. Бобильов

кандидат біологічних наук, доцент

Перші відомості про земноводних і плазунів Присамар'я знаходимо в загальних працях про фауну України. Перш за все це класичні роботи К. Кесслера (1850), де зазначався видовий склад земноводних губерній Київського навчального округу і суміжних територій, куди входила колишня Катеринославська губернія, частину якої складала сучасна Дніпропетровська область. А оскільки на її території найбільшим лісовим масивом був Самарський ліс, то про нього здебільшого згадували різні дослідники. Інформація про склад земноводних і плазунів регіону з посиланням у тому числі і на Самарський ліс, наведена в ряді праць А. М. Нікольського, безпосередньо присвячених земноводним і плазунам (1905, 1907, 1915, 1916, 1918), та А. А. Браунера (1906), у яких вже вказується Катеринославська губернія та Дніпровський уїзд. У подальшому дані щодо фауни земноводних і плазунів ми знаходимо в різних виданнях, де наводяться місця їх розповсюдження в Україні (Платонов, 1916; Пашенко, 1955; Таращук, 1959).

З утворенням Дніпропетровського університету розпочалися регулярні дослідження фауни регіону, у підсумках яких знаходяться деякі вказівки про земноводних і плазунів у лісах в долинах річок Дніпро, Оріль, Самара (Стаховський, 1929, 1948; Акімов, 1930). Ліси у степовій зоні знаходяться в умовах географічної та, в умовах сухих та засолених біотопів, екологічної невідповідності своєму місцю існування. Тільки у свіжуватих, сирих, свіжих та вологих позиціях (Бельгард, 1971, 1980) ліс знаходиться у місцях певної екологічної відповідності. Тому більшість степових лісів приурочені до долин річок та балок. У свою чергу, ліси справляють значний вплив на ґрунти, мікроклімат і кормову базу для тварин та створюють, таким чином, найсприятливіші умови для існування земноводних та плазунів у степовій зоні (Высоцкий, 1950; Травлев, 1976; Воловик, 1977; Белова, 1987, 1999; Грицан, 1995, 2000).

З організацією у 1949 р. професором О. Л. Бельгардом Комплексної експедиції Дніпропетровського університету з вивчення лісових екосистем степової зони розпочалися систематичні біогеоценотичні дослідження і організовано науковий стаціонар. Робота експедиції продовжується й дотепер. Саме завдяки цим дослідженням з'явилися перші детальні відомості про біологію земноводних і плазунів степових лісів (Гончарова, 1955, 1961) і продовжується їх вивчення.

Крім вивчення різноманіття земноводних і плазунів, розпочалися дослідження їх розповсюдження, біотопічного розподілу, екології їх угруповань та ролі у біогеоценозах. Перші герпетологічні дослідження були присвячені детальному аналізу видового складу земноводних і плазунів Присамар'я (Константинова, 1972, 1973, 1985; Булахов, 1977; Бобылев, 1980, 1985, 1989).

Разом з тим вивчали цілу низку питань щодо морфологічних особливостей плазунів у різних типах лісових екосистем (Булахов, 1972, 1975), розмноження та розвитку тварин (Константинова, 1970; Бобылев, 1980а, 1981, 1985а; Булахов, 1976; Аврамова, 1976, 1977, 1977а; Бобильов, 1975; Єрмоленко, 2016), їх живлення (Константинова, 1972а, 1978), структури популяції (Константинова, 1973а; Гассо, 2005), добової активності (Булахов, 1971), паразитофауни земноводних (Булахов,

1978; Гельминтофауна ..., 1976) та адаптації земноводних до посушливих умов існування (Булахов, 1987). Виявлено особливості біогеоценотичного розподілу земноводних і плазунів (Булахов, 1973, 1975, 1977, 2000, 2001, 2004; Константинова, 1972, 1973, 1978а; Бобылев, 1978, 2015, 2015а; Гассо, 2009).

Комплексні дослідження дозволили визначити функціональну роль амфібій та рептилій в екосистемах та їх середовищеву діяльність. Уперше дані щодо середовищеву діяльності земноводних отримані саме на Присамарському стаціонарі (Булахов, 1973, 1975, 1977а, 1980, 1988, 2001а; Аврамова, 1977б; Константинова, 1977, 1980; Гассо, 2014; Gasso, 2016).

Визначено вплив земноводних і плазунів на ґрунтоутворні процеси та біологічну активність ґрунтів (Булахов, 1978, 1985, 2003; Бобылев, 1980), у захисті ними автотрофів і продуктивності екосистем (Булахов, 1972, 1973, 1980, 1981, 1999; Гассо, 2013, 2014), у формуванні консортивних, біоценотичних і міжбіогеоценотичних зв'язків (Константинова, 1972а; Булахов, 1977, 1978, 1986, 1987а), у трансформації і потоці біотичної енергії в екосистемах (Булахов, 1977а, 1978, 1981; Энергетическая ..., 1977), у біологічному очищенні забруднених стічних вод промислових підприємств (Способ ..., 1986), використанні герпетофауни у реабілітації техногенних ландшафтів (Булахов, 2007). Дослідження популяцій амфібій та рептилій дозволило оцінити стан їх популяцій, розробити питання їх охорони та практичного значення в складних екологічних умовах степової зони (Константинова, 1981; Бобылев, 1983, 1985; Булахов, 2005; Гассо, 2015; Gasso, 2015). Зниження чисельності та скорочення місць мешкання земноводних та плазунів призвело до того, що переважна більшість видів потрапила до Червоної книги Дніпропетровської області (2011).

Розвиток промисловості та сільського господарства в регіоні визначив важливий напрямок досліджень – вплив антропогенних чинників на земноводних і плазунів та їх адаптацію на різних рівнях організації (від молекулярного до популяційно-біогеоценотичного). Екосистеми Присамар'я залишилися еталонними для регіону і дозволили виявити негативні зміни в популяціях земноводних і плазунів на різних рівнях організації у біогеоценозах, що піддалися значній антропогенній трансформації (Константинова, 1975, 1985; Гассо, 1989, 1997, 1997а, 1998, 1999, 2000, 2003, 2005, 2010, 2015, 2016; Марченковская, 1999, 2005, 2005а; Мисюра, 2005, 2005а, 2006; Гагут, 2015; Єрмоленко, 2015; Gasso, 2015).

Основні досягнення досліджень амфібій та рептилій степових лісів. Тривалі дослідження земноводних і плазунів степових лісів на Присамарському міжнародному біосферному стаціонарі дозволили отримати цілу низку важливих фундаментальних та прикладних наукових результатів, деякі з яких не мають світових аналогів:

1. Установлено загальні закономірності формування герпетологічних і батрахологічних угруповань у лісових екосистемах степової зони.
2. Розроблено теорію структури батрахо- та герпетокомплексів степових лісів.
3. Визначено роль земноводних і плазунів у формуванні та збереженні первинної і вторинної біологічної продукції екосистем.
4. Оцінено роль амфібій та рептилій в енергетичному балансі і трансформуванні біотичної енергії в лісових і водно-болотних екосистемах.
5. Визначено новий вид консортивних зв'язків і участь у них земноводних і плазунів – трансбіотичні консортивні зв'язки.
6. Показано роль земноводних і плазунів у формуванні консортивних, біогеоценотичних та міжекосистемних зв'язків. Установлено види та кількісні характеристики їх консортивних зв'язків у різних типах біогеоценозів степових лісів.
7. Визначено роль амфібій та рептилій в утворенні елементів гомеостазу в лісових екосистемах в умовах впливу безхребетних-фітофагів.
8. Розроблено класифікацію середовищеву діяльності земноводних і плазунів у лісових і водно-болотних екосистемах.

9. Установлено закономірність середовищеворного впливу земноводних на стабілізацію лісорослинних умов і на загальний характер ґрунтотворних процесів.

10. Дано якісну та кількісну оцінку середовищеворної ролі амфібій та рептилій у становленні аерогідротермічного режиму ґрунтів, їх фізико-хімічних властивостей і біологічної активності (мікробіологічні мікрозоологічні характеристики, процеси дихання ґрунтів).

11. Запропоновано науково обґрунтовані заходи щодо збереження біорізноманіття земноводних і плазунів в умовах антропогенного, у тому числі техногенного, пресу.

12. Виявлено механізми популяційної та фізіолого-біохімічної адаптації земноводних і плазунів до забруднення екосистем.

13. Опрацьовано прийоми використання амфібій та рептилій у реабілітації техногенно трансформованих екосистем.

14. Розроблено рекомендації щодо біологічного очищення стічних вод промислових підприємств за допомогою личинок земноводних.

15. Уведено використання земноводних і плазунів як діючих елементів ґрунтотворних процесів та захисників первинної продукції автотрофів у зооекологічні основи степового лісорозведення та лісової рекультивації шахтних відвалів.

Одержані результати довготривалих комплексних досліджень земноводних і плазунів увійшли в перший в світі підручник з функціональної зоології (Булахов, 2010) та в підручник «Екологія» (2014) для вищих навчальних закладів.

Екологічна ніша амфібій та рептилій. В умовах степової зони земноводні та плазуни досягають найбільшого видового розмаїття саме в лісових екосистемах. За виключенням декількох видів полозів та, можливо, зеленої ропухи, які уникають великих лісових масивів, усі інші види можна зустріти саме в степових лісах.

Забезпечує їх існування наявність відповідних екологічних ніш, які здатні надати необхідні ресурси середовища. Нами розроблено схему екологічної ніші безхвостих амфібій (рис. 1).

Як міру вимірювання ніші в екології використовують також поняття ширини ніші. Реалізована ширина ніші, на відміну від фундаментальної ширини, може розглядатися як реальна для визначеного виду в конкретних умовах існування.

Однією зі складових екологічної ніші є трофічна ніша. Живлення є не тільки передумовою самого існування тварин, воно визначає систему екологічних пірамід та трофічних сіток в екосистемах, роль того чи іншого виду (а точніше, його популяції). Живлення фітофагів призводить до вилучення первинної продукції з екосистем, у той час як зоофаги зазвичай зберігають її. Важливе місце серед зоофагів в екосистемах степових лісів посідають земноводні та плазуни.

На специфічну трофічну роль земноводних указували вже в першій половині минулого століття (Кузнецов, 1926; Красавцев, 1935, 1936, 1938, 1939; Озоль, 1941; Шварц, 1948; Белова, 1955; Кушнирук, 1971; Бочарникова, 1970; Гаранин, 1970, 1971, 1977). Специфіка живлення земноводних полягає в тому, що вони споживають майже всі доступні об'єкти без будь-якої вибірковості, у тому числі й отруйні та неприємні на смак, яких уникають птахи та ссавці.

Живлення земноводних і плазунів в умовах області вивчалось з 1955 року. Першим було встановлення особливостей живлення ящірки піщаної (Гончарова, 1955). Детальніші вивчення трофічних зв'язків стали можливими завдяки організації стаціонарних досліджень на Присамарському стаціонарі (Константинова, 1972, 1977, 1978; Булахов, 1977, 2005; Турло, 1998).

Реалізацію трофічної ніші не слід ототожнювати зі ступенем споживання тваринами потенціалу кормової бази місць існування. Між ними, звичайно, є визначений зв'язок, однак вони не еквівалентні, тому що перше відображає фактичне споживання кормів, а інше – використання популяцією ресурсів середовища існування.

Наявність різних видів земноводних і плазунів обумовлює природну конкуренцію в разі перекривання екологічних ніш. Ми оцінили таке перекривання на прикладі озерної (*Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771)) та гостромордої (*Rana arvalis* Nilsson, 1842) жаб.

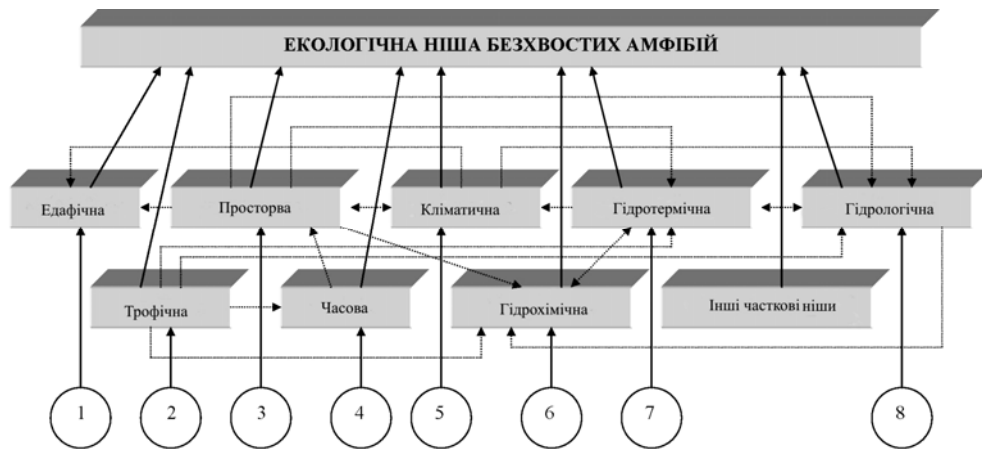


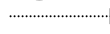


Рис. 1. Структура екологічної ніші безхвостих амфібій:

 – часткові ніші, складові екологічної ніші;

 – фактори, або осі, часткових ніш;

 – зв'язки часткових ніш.

- 1 – структура, кислотність, вологість, експозиція, хімічний склад ґрунту та ін.;
- 2 – склад кормів, розмір здобичі, спожита біомаса;
- 3 – щільність, радіус активності, зайняті біотопи, індивідуальні ділянки, місця розмноження, зимівлі;
- 4 – добова та сезонна активність;
- 5 – температура і вологість повітря, кількість опадів, тиск, напрямок та сила вітру;
- 6 – концентрація різних газів та солей;
- 7 – температура води;
- 8 – глибина, вертикальні та горизонтальні переміщення води, швидкість течії та ін.

Під час дослідження в травні 2007 р. виявили, що *R. arvalis* у заплавних екосистемах Присамар'я споживає представників як мінімум дев'яти систематичних груп: *Mollusca* (1 %), *Aranei* (3 %), *Coleoptera* (29 %), *Rhaphidioptera* (7 %), *Hymenoptera* (4 %), *Mecoptera* (3 %), *Lepidoptera* (1 %), *Diptera* (50 %) та *Orthoptera* (2 %).

За нашими дослідженнями в різних заплавних екосистемах за зменшенням кількості груп безхребетних, що споживаються гостромордою жабою, їх можна розташувати таким чином:

- Прируськова заплава, р. Самара: *Diptera* – 24, *Coleoptera* – 17, *Rhaphidioptera* – 5, *Aranei* – 3, *Hymenoptera* – 3, *Mollusca* – 1, *Mecoptera* – 1, *Lepidoptera* – 1.
- Центральна заплава, оз. Княгиня: *Diptera* – 40, *Coleoptera* – 30, *Aranei* – 8, *Rhaphidioptera* – 7, *Orthoptera* – 6, *Hymenoptera* – 5, *Mecoptera* – 2, *Lepidoptera* – 1.
- Притерасся, судіброва, оз. Сорокособаче: *Coleoptera* – 44, *Diptera* – 22, *Mecoptera* – 5, *Hymenoptera* – 3, *Orthoptera* – 1, *Rhaphidioptera* – 1.

Для озерної жаби отримали такі результати:

- Прируслова заплава р. Самари: *Diptera* – 8, *Coleoptera* – 5, *Odonata* – 1, *Aranei* – 1.
- Центральна заплава, оз. Княгиня: *Coleoptera* – 12, *Diptera* – 3, *Aranei* – 1, *Mollusca* – 1.
- Притерася, судіброва, оз. Сорокособаче: *Coleoptera* – 26, *Diptera* – 8, *Mollusca* – 1.

Для оцінки величини перекривання трофічних ніш ми використали інформаційну міру подібності C_{ih} , яка відповідає індексам, що запропонували Horn (1966) та Colwell and Futuyma (1971):

$$C_{ih} = \frac{1}{2} \sum \left[(P_{ij} + P_{hj}) \left(\frac{P_{ij}}{P_{ij} + P_{hj}} \times \log \frac{P_{ij}}{P_{ij} + P_{hj}} + \frac{P_{hj}}{P_{ij} + P_{hj}} \times \log \frac{P_{hj}}{P_{ij} + P_{hj}} \right) \right],$$

де P_{ij} – відношення кількості особин виду i , яка споживає кормовий ресурс j , до загальної кількості особин виду; P_{hj} – таке саме відношення для виду-конкурента h .

За нашими підрахунками перекривання трофічної ніші між *R. arvalis* та *P. ridibundus* становить лише 0,25. Це відповідає уявленню про віднесення цих двох видів до різних екологічних груп. *R. arvalis*, яка знаходиться у водоймах тільки під час розмноження і використовує дещо іншу кормову базу, ніж *P. ridibundus*, яка постійно знаходиться у водоймі.

Трофічна роль земноводних у біогеоценозах. Для визначення трофічної ролі земноводних були встановлені їх добові раціони (табл. 1) із застосуванням методів прижиттєвого дослідження живлення земноводних (Булахов, 1976а). Раціони ящірок та звичайного вужа визначали спостереженнями, за допомогою розтину, мідянки та степової гадюки – промиванням шлунку.

В умовах степових лісів земноводні споживають понад 200 різних видів кормових об'єктів, в основному безхребетних, серед яких багато личинок та імаго фітофагів: листоїдів, довгоносиків, турунів, хрущів, листовійок, совок, клопів, дротяників та інших.

Таблиця 1

Споживання біомаси земноводними та плазунами в умовах степових лісів

| Види | Кількість споживаних видів | Середньодобове споживання, г/ос. (M±m) | Річне споживання*, г/ос. (M±m) |
|------------------------------|----------------------------|--|--------------------------------|
| Amphibia | | | |
| <i>Bombina bombina</i> | 99 | 0,202±0,013 | 47,5±2,11 |
| <i>Pelobates vespertinus</i> | 139 | 0,396±0,029 | 93,3±6,44 |
| <i>Bufo bufo</i> | 78 | 1,072±0,141 | 252±29,2 |
| <i>Hyla orientalis</i> | 47 | 0,199±0,021 | 46,7±4,47 |
| <i>Pelophylax ridibundus</i> | 195 | 1,043±0,173 | 244±34,9 |
| <i>Rana arvalis</i> | 77 | 0,572±0,078 | 135±16,3 |
| Reptilia | | | |
| <i>Lacerta agilis</i> | 199 | 1,312±0,101 | 247±18,5 |
| <i>Eremias arguta</i> | 66 | 0,328±0,044 | 59,3±6,28 |
| <i>Natrix natrix</i> | 21 | 3,93±0,476 | 813±71,3 |
| <i>Coronella austriaca</i> | 21 | 2,82±0,203 | 493±30,4 |
| <i>Vipera renardi</i> | 26 | 3,81±0,255 | 836±41,8 |

* Річне споживання розраховували на максимально можливий період активності за найсприятливіших погодних умов від 180 (плазуни) до 235 (земноводні) діб залежно від виду.

У травостої та підстилці в умовах степових лісів Присамар'я земноводні знищують за активний період року від 2 до 155 кг/га різних шкідників рослин.

Максимум вилученої біомаси фітофагів припадає на широкодолинні заплавні діброви та вільшаники – до 155 кг/га, у той час як у лісосмугах та штучних соснових насадженнях – лише 2,1–4,5 кг/га (рис. 2, *a*).

У літній сезон в усіх лісових екосистемах споживається найбільша частка біомаси фітофагів відносно всього періоду активності земноводних (рис. 2, *b*). В абсолютних значеннях для вільшаників і широкодолинних заплавних дібров обсяги вилучення фітофагів становлять 103 та 102 кг/га відповідно, що є найбільшими показниками для всіх екосистем, що досліджувалися.

Середні, відносно всіх екосистем, обсяги вилучаються у вузькодолинних заплавних дібровах, судібровах, арених борах і байрачних дібровах (24,7–59,4 кг/га). Значно менше вилучення біомаси фітофагів спостерігається в плакорних насадженнях (13,2 кг/га) і зовсім мало земноводні споживають у соснових насадженнях і лісосмугах (3 та 1,4 кг/га відповідно). У весняний і осінній періоди активності ці обсяги значно менші, ніж улітку. У весняний період – на порядок, а в осінній – в 1,5–2,5 разу (рис. 2, *b*).

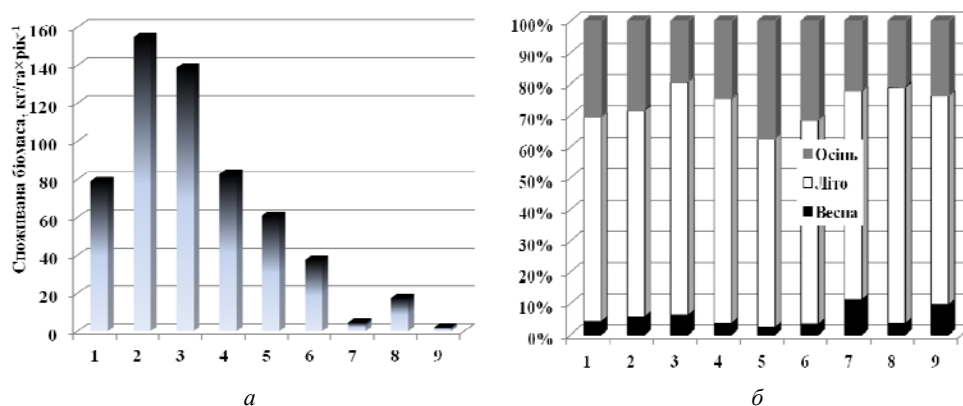


Рис. 2. Споживання безхребетних-фітофагів земноводними в лісових екосистемах: *a* – загальний обсяг споживання; *b* – сезонна динаміка споживання.

1 – вузькодолинні заплавні діброви; 2 – широкодолинні заплавні діброви; 3 – вільшаники; 4 – судіброви; 5 – аренні бори; 6 – байрачні діброви; 7 – штучні соснові насадження; 8 – штучні широколистяні насадження на плакорі; 9 – лісосмуги

У заплавних дібровах більше за все вилучається лускокрилих (37,0–63,2 кг/га), на другому місці за споживанням земноводними знаходяться жуки (19–48 кг/га) і клопи (12,0–32,2). У середніх обсягах вилучаються молюски та прямокрилі. Решта фітофагів (рівнокрилі, перетинчастокрилі) за обсягом їх вилучення займають незначне місце (0,8–1,1 та 0,1–0,2 кг/га відповідно). У вільшаниках на першому місці серед фітофагів, яких поїдають амфібії, знаходяться жуки (56,9 кг/га), на другому – лускокрилі (42,1 кг/га), а на третьому – клопи (24,8 кг/га) (табл. 2).

При порушенні лісових екосистем в умовах зменшення видового різноманіття та чисельності потенціальних об'єктів живлення, зміни структури домінування в угрупованнях безхребетних підстилки і травостою спектр живлення жаби озерної може різко змінюватися. У звичайних умовах середня маса споживаних гризунів у її живленні, як правило, не перевищує 0,1 % від усієї споживаної біомаси корму за рік. У нетрансформованих екосистемах заплавних дібров жаба озерна може зменшувати загальну біомасу гризунів на 0,7 %. Там, де екосистеми порушуються (у місцях шахтних розробок Західного Донбасу), частка гризунів у раціоні зростає в 6–10 разів і становить 4,6–7,1 % (Булахов, 1976).

Таблиця 2

Вилучення основних груп фітофагів земноводними за активний період року в лісових екосистемах степового Присамар'я (кг/га)

| Групи фітофагів | Природні ліси | | | | | | Штучні насадження | | | |
|-----------------|--------------------------------|--------------------------------|------------|-----------|-------------|------------------|-------------------|---------|-----------------|-----------|
| | вузькодолинні заплавні діброви | широкодолинні заплавні діброви | вільшаники | судіброви | аренні бори | байрачні діброви | долинні заплавні | соснові | плакорні масиви | лісосмуги |
| Mollusca | 9,1 | 5,9 | 12,5 | 0,3 | 0,1 | 0,03 | 0,5 | – | 0,7 | 0,05 |
| Orthoptera | 3,6 | 8,0 | 13,9 | 12,0 | 6,1 | 11,1 | 4,1 | 0,9 | 1,3 | 0,1 |
| Homoptera | 0,8 | 1,1 | 2,8 | 2,2 | 0,8 | 0,3 | 1,2 | 0,1 | 0,4 | 0,02 |
| Hemiptera | 12,0 | 2,2 | 24,8 | 15,3 | 11,1 | 0,8 | 7,4 | 0,6 | 1,7 | 0,2 |
| Coleoptera | 19,0 | 48,2 | 56,9 | 27,9 | 25,6 | 18,3 | 12,2 | 1,4 | 6,1 | 0,7 |
| Lepidoptera | 37,0 | 63,2 | 42,1 | 19,0 | 6,2 | 12,2 | 15,1 | 0,4 | 7,3 | 1,0 |
| Hymenoptera | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,8 | 1,8 | – | – | 1,2 | – | – |

Трофічна роль плазунів в екосистемах. Плазуни за своєю чисельністю в лісових екосистемах відіграють меншу трофічну роль, ніж земноводні, але чинять певний додатковий тиск на фітофагів в екосистемах, як безхребетних, так і хребетних (гризуни). На відміну від земноводних, які живляться переважно в сутінках та вночі, плазуни активно полюють удень. За характером живлення плазунів можна поділити на ентомофагів (ящірки) та хижаків (змій, черепаха болотна). У той же час молодь змій теж живиться переважно безхребетними.

За активний період року плазуни у вузькодолинних заплавних дібровах вилучають з 1 га площі 8,8 кг тваринних кормів (рис. 3), у широкодолинних заплавних лісах – 11,3 кг, у вільшаниках – 10,8 кг, судібровах – 8,2 кг. Трофічний тиск значно послаблюється в аренних борах (3,9 кг) і байрачних дібровах (2,4 кг). У штучних насадженнях найактивніша трофічна роль проявляється в лісосмугах (7,3 кг), у насадженнях на плакорі вона менша вдвічі (3,6 кг); найменше плазунами вилучається біомаси в штучних соснових насадженнях – 2,8 кг.

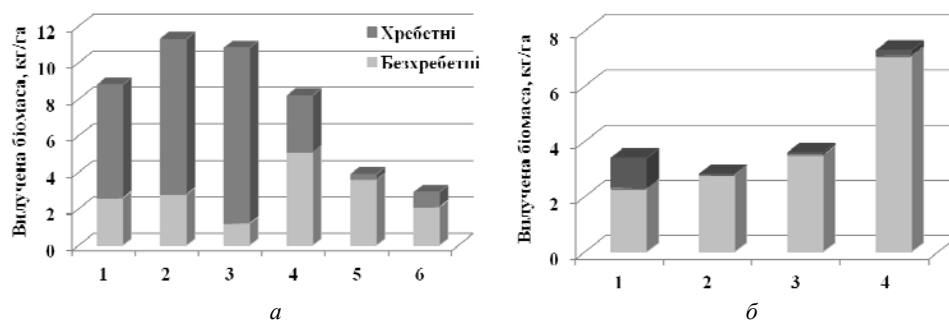


Рис. 3. Річне споживання кормів плазунами в степових лісах Придніпров'я:

а – природні ліси: 1 – вузькодолинні заплавні діброви; 2 – широкодолинні заплавні діброви; 3 – вільшаники; 4 – судіброви; 5 – аренні бори; 6 – байрачні діброви; *б* – штучні насадження: 1 – заплавні широколистяні; 2 – соснові; 3 – дубові на плакорі; 4 – лісосмуги

Вилучення біомаси хребетних значно переважає у вільшаниках (86,9 %) і в заплавних дібровах (75 %). До третини біомаси хребетних вилучається плазунами в судібровах (37,8 %), байрачних дібровах (38,2 %) і штучних насадженнях у долинах

річок (32,4 %). У решті екосистем хребетні вилучаються в незначних кількостях (0,1–0,3 кг/га), що становить всього 2,7–7,7 % від усієї споживчої біомаси. Переважання вилучення хребетних спостерігається в екосистемах, де в більш-менш значній кількості присутні змії. Більше вилучення безхребетних із екосистеми спостерігається за домінуванням ящірок в угрупованнях плазунів. Частка безхребетних у вилученій загальній біомасі досягає більше 90 % і спостерігається винятково в арених борах, штучних соснових, широколистяних і лісосмугових насадженнях (92,3–99,3 %). У судібровах, байрачних дібровах і долинних штучних лісових насадженнях вона становить уже до двох третин споживання плазунами (61,8–67,7 %).

Ступінь трофічного впливу плазунів на тваринне населення в лісових екосистемах порівняно із земноводними значно нижчий. Вони споживають усього 0,3–3,5 % від загальної тваринної біомаси. Причому максимальний вплив на зоомасу спостерігається у вільшаниках (за рахунок трофіки вужа звичайного) – і це всього тільки 3,5 %.

Серед спожитої плазунами зоомаси більша частина припадає на фітофагів. За весь активний період протягом року плазуни вилучають у різних степових лісах від 1,1 до 4,6 кг/га різних фітофагів. Максимум поїдання плазунами біомаси фітофагів спостерігається в лісосмугах (4,6 кг), де на долю фітофагів-безхребетних припадає 4,4 кг/га. На другому місці за обсягом вилучення – судіброви – 3,8 кг/га, у тому числі безхребетних фітофагів – 3,0 кг. Мінімум вилученої біомаси фітофагів відмічається в байрачних дібровах (1,5 кг/га, у тому числі безхребетних – 1 кг/га). Як правило, майже у всіх лісах серед спожитих фітофагів домінуюче місце займають безхребетні, а в штучних сосняках майже 100 %. Лише у вільшаниках серед вилученої загальної біомаси фітофагів (2,2 кг/га) хребетні становлять 1,5 кг/га. Вилучення з екологічної системи фітофагів у різні пори року відображено на рис. 4.

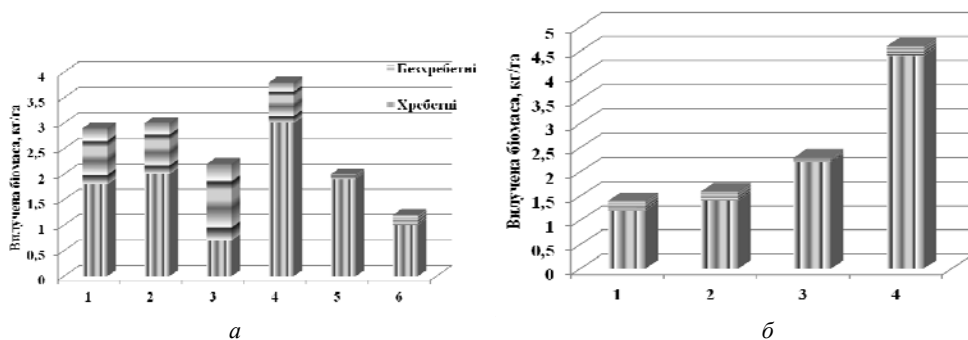


Рис. 4. Річне вилучення біомаси фітофагів плазунами у степових лісах Придніпров'я:
a – природні ліси: 1 – вузькодолинні заплавні діброви; 2 – широкодолинні заплавні діброви; 3 – вільшаники; 4 – судіброви; 5 – арени бори; 6 – байрачні діброви; *б* – штучні насадження:
 1 – заплавні широколистяні; 2 – соснові; 3 – дубові на плакорі; 4 – лісосмуги

Таким чином, трофічна діяльність земноводних і плазунів є впливовим екологічним чинником, що утворює комплекс механізмів саморегуляції біогеоценозів щодо впливу трофічного пресингу фітофагів-безхребетних у приземному біогеогоризонті екосистем. Якщо врахувати ті обставини, що на ґрунт потрапляють личинки фітофагів з крон дерев для подальшого розвитку, то й вони утворюють потенційний кормовий ресурс для амфібій та рептилій. Загальні обсяги трофічного впливу на фітофагів дозволяють припустити, що земноводні та плазуни виконують життєво важливу роль для сталого існування фітоценозу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Аврамова О. С.** Брачное поведение и «системы спаривания» у озерной и остромордой лягушки / О. С. Аврамова, В. Л. Булахов, Ю. П. Бобылев // Групповое поведение животных. – М.: Наука, 1977а. – С. 6–8.
- Аврамова О. С.** Влияние различных биохимических показателей организма на репродуктивные особенности амфибий / О. С. Аврамова, Ю. П. Бобылев, В. Л. Булахов // Вопросы герпетологии. – Л.: Наука, 1977. – С. 4–5.
- Аврамова О. С.** Значение бесхвостых амфибий степной зоны Украины и их охрана / О. С. Аврамова, В. Л. Булахов, Н. Ф. Константинова // Охрана природы и рациональное использование природных ресурсов юга Украины. – Симферополь, 1977б. – С. 154.
- Аврамова О. С.** Характеристика размножения бесхвостых амфибий в условиях Присамарья / О. С. Аврамова, В. Л. Булахов, Н. Ф. Константинова // Вопросы степного лесоведения. – Д.: ДГУ, 1976. – Вып. 6. – С.173–181.
- Акімов М.** Головні пам'ятки природи середньої Наддніпрянищини / М. Акімов // Охороняймо пам'ятки природи. – Д.: Крайова інспектура охорони пам'яток природи, 1930. – С. 21–41.
- Белова Н. А.** Естественные леса и степные почвы / Н. А. Белова, А. П. Травлев. – Д.: ДГУ, 1999. – 343 с.
- Белова Н. А.** Эколого-биологические и микроморфологические особенности эдафотопов лесных насаждений настоящих степей / Н. А. Белова // Охрана и рациональное использование защитных лесов степной зоны. – Д.: ДГУ, 1987. – С. 79–87.
- Бельгард А. Л.** К вопросу об экологическом анализе и структуре лесных фитоценозов в Степи / А. Л. Бельгард // Вопросы биологической диагностики лесных биогеоценозов Присамарья. – Д.: Изд-во ДГУ, 1980. – С. 12–43.
- Бельгард А. Л.** Степное лесоведение / А. Л. Бельгард. – М.: Лесн. пром-сть, 1971. – 336 с.
- Бобильов Ю. П.** Адапційні механізми, направлені на відтворення амфібій у стійких біогеоценозах / Ю. П. Бобильов, В. А. Березін // Біогеоценологічні дослідження на Україні. – Львів, 1975. – С. 4–5.
- Бобильов Ю. П.** Особенности популяционных группировок *Natrix natrix* L. и *Natrix tessellata* Laur. в разных типах ландшафтов / Ю. П. Бобылев // Современное общество, образование и наука. – Тамбов: ООО «Консалтинговая компания Юком», 2015. – Ч. 1. – С. 24–28.
- Бобильов Ю. П.** Оценка ландшафтной дифференциации популяций *Lacerta agilis* L. / Ю. П. Бобылев // Перспективы развития науки и образования. – Тамбов: ООО «Консалтинговая компания Юком», 2015а. – Ч. 1. – С. 21–25.
- Бобылев Ю. П.** Бесхвостые амфибии как объект информационного мониторинга центрального степного Приднепровья / Ю. П. Бобылев // Исчезающие и редкие растения, животные и ландшафты Днепропетровщины. – Д.: ДГУ, 1983. – С. 111–118.
- Бобылев Ю. П.** Изучение роли роющих бесхвостых амфибий в рекультивации шахтных отвалов Западного Донбасса / Ю. П. Бобылев // Биогеоценотические аспекты лесной рекультивации нарушенных земель Западного Донбасса. – Д.: ДГУ, 1980. – С. 132–138.
- Бобылев Ю. П.** Кадастровая характеристика герпетофауны центрального степного Приднепровья / Ю. П. Бобылев // Всесоюзное совещание по проблеме кадастра и учета животного мира. – Уфа, 1989. – С. 261–263.
- Бобылев Ю. П.** Охрана местообитаний и адаптивные особенности бесхвостых амфибий антропогенных ландшафтов Приднепровья / Ю. П. Бобылев // Вопросы степного лесоведения и научные основы лесной рекультивации земель. – Д.: ДГУ, 1985. – С. 124–130.
- Бобылев Ю. П.** Репродуктивные особенности бесхвостых амфибий техногенных ландшафтов / Ю. П. Бобылев // Вопросы герпетологии. – Л.: Наука, 1985а. – С. 30–31.
- Бобылев Ю. П.** Репродуктивные особенности фоновых видов бесхвостых амфибий биогеоценозов степной зоны юго-востока УССР: Автореф. дис. ... канд. биол. наук / Ю. П. Бобылев. – Д.: ДГУ, 1980а. – 28 с.
- Бобылев Ю. П.** Система репродуктивных адаптаций бесхвостых амфибий Приднепровья / Ю. П. Бобылев // Вопросы герпетологии. – Л.: Наука, 1981. – С. 18–19.
- Бобылев Ю. П.** Структура и форма взаимосвязей популяций амфибий со средой обитания / Ю. П. Бобылев, О. С. Аврамова // Структурно-функциональные особенности естественных и искусственных биогеоценозов. – Д.: ДГУ, 1978. – С. 8.

Бобылев Ю. П. Уточнение границ распространения амфибий и рептилий в Приднепровском регионе / Ю. П. Бобылев, Н. Ф. Константинова // Тез. докл. 8-й Всесоюз. зоогеограф. конф. – М.: МГУ, 1985. – С. 274–276.

Браунер А. А. Третье предварительное сообщение о пресмыкающихся и земноводных губерний Сувалковской, Минской, Подольской, Черниговской, Бессарабской, Херсонской, Екатеринославской и Днепропетровского уезда Таврической // Записки Новороссийского общества естествоиспытателей. – 1906. – № 28. – С. 202–217.

Булахов В. Л. Використання земноводних і плазунів в біологічній рекультивациі трансформованих екосистем / В. Л. Булахов, В. Я. Гаспо, В. Н. Романенко // Проблеми природокористування сталого розвитку та техногенної безпеки. – Д., 2007. – С. 120–121.

Булахов В. Л. Влияние биогеоценотических факторов на зараженность гельминтами амфибий лесных экосистем Приднепровья / В. Л. Булахов, Н. Ф. Константинова // Всесоюз. съезд паразитологов. – К.: Наук. думка, 1978. – Ч. 1. – С. 59–61.

Булахов В. Л. Влияние роющей деятельности амфибий на почвы и их роль в межбиогеоценотических обменных процессах в лесных биогеоценозах степной зоны Приднепровья / В. Л. Булахов // Проблемы почвенной зоологии. – Минск: Наука и техника, 1978. – С. 37–38.

Булахов В. Л. Влияние роющей деятельности обыкновенной чесночницы на выделение почвой CO₂ в долинных лесах степной зоны Украины / В. Л. Булахов // Вопросы герпетологии. – Л.: Наука, 1985. – С. 39.

Булахов В. Л. Выработка адаптивных приспособлений у наземных форм амфибий к преодолению засушливого периода в условиях лесных биогеоценозов степной зоны Украины / В. Л. Булахов // Механизмы адаптации растений и животных к экстремальным факторам среды. – Ростов-на-Дону, 1987. – С. 149–150.

Булахов В. Л. Закономерности биогеоценотического распределения пресмыкающихся в различных типах степных лесов центрального степного Приднепровья / В. Л. Булахов // Чтения памяти А. А. Браунера. – Одесса: Астропринт, 2000. – С. 183–188.

Булахов В. Л. Закономерности распределения позвоночных животных в лесных биогеоценозах днепровских водохранилищ степной зоны СССР / В. Л. Булахов, О. М. Мясоедова // Известия Днепропетр. отдела географ. о-ва Украины. – Д., 1973. – Вып. 3 – С. 39–53.

Булахов В. Л. Закономірності біогеоценотичного розподілу риучої форми земноводних – часникової жаби (*Pelobates fuscus*) в лісових біогеоценозах Присамар'я / В. Л. Булахов, Н. Л. Губанова // Сучасні проблеми зоологічної науки. – К.: КНУ, 2004. – С. 22–24.

Булахов В. Л. Земноводные и пресмыкающиеся и их роль в жизни степных лесов / В. Л. Булахов, Ю. П. Бобылев, Н. Ф. Константинова // Вопросы степного лесоведения. – Д.: ДГУ, 1977. – Вып. 8. – С. 124–130.

Булахов В. Л. Значение земноводных и пресмыкающихся в формировании биологической продуктивности в степных лесах Украины / В. Л. Булахов // Проблеми фундаментальної та прикладної екології. – Кривий Ріг, 1999. – Ч. 2. – С. 7–11.

Булахов В. Л. К морфобиологической характеристике *Lacerta agilis* L. в различных типах лесных биогеоценозов Присамарья / В. Л. Булахов, Н. Ф. Константинова // Вопросы степного лесоведения. – Д.: ДГУ, 1972. – Вып. 2. – С. 91–96.

Булахов В. Л. Масштабы роющей деятельности земноводных-почвороев в степных лесах Приднепровья / В. Л. Булахов, Н. Л. Губанова // Чтения памяти А. А. Браунера. – Одесса: Астропринт, 2003. – С. 160–161.

Булахов В. Л. Место позвоночных животных в лесных биогеоценозах / В. Л. Булахов // Мониторинговые исследования экосистем степной зоны, их охрана и рациональное использование. – Д.: ДГУ, 1988. – С. 145–151.

Булахов В. Л. Морфологическая характеристика и роль ящерицы разноцветной в биогеоценозах степной зоны СССР / В. Л. Булахов // Вопросы степного лесоведения и охраны природы. – Д.: ДГУ, 1975. – Вып. 5. – С. 217–228.

Булахов В. Л. О закономерностях распределения амфибий и рептилий лесов Приорелья / В. Л. Булахов, Н. Ф. Константинова // Вопросы степного лесоведения и охраны природы. – Д.: ДГУ, 1975. – Вып. 5. – С. 211–216.

Булахов В. Л. О роли позвоночных животных в формировании биомассы и биологической продуктивности в лесных биогеоценозах степной зоны юго-востока Украины / В. Л. Булахов // Вопросы степного лесоведения. – Д.: ДГУ, 1972. – Вып. 3. – С. 132–141.

Булахов В. Л. О суточной активности *Pelobates fuscus* в условиях центральной поймы лесов Присамарья / В.Л. Булахов, Н.Ф. Константинова // Некоторые актуальные вопросы современного естествознания. – Д.: ДГУ, 1971. – С. 133–135.

Булахов В. Л. Общие закономерности формирования и распределения населения земноводных в степных лесах Украины / В. Л. Булахов // Вопросы герпетологии. – Пушино–Москва, 2001. – С. 48–50.

Булахов В. Л. Позвоночные животные лесных биоценозов юго-востока Украины / В. Л. Булахов // Лесоведение. – 1977. – № 4. – С. 65–74.

Булахов В. Л. Роль амфибий в защите прибрежных лесных насаждений притоков Днепра от насекомых вредителей / В. Л. Булахов, Н. Ф. Константинова // Матер. коорд. комис. по пробл. Нижнего Днепра и Днепроовско-Бугского лимана. – Херсон, 1973. – Вып. 11. – С.54–55.

Булахов В. Л. Роль амфибий в энергетическо-материальном межбиогеоценотическом обмене в лесных озерах степной зоны УССР / В. Л. Булахов // Круговорот вещества и энергии в водоемах. – Лиственичное-на-Байкале, 1977а. – С. 286–290.

Булахов В. Л. Роль позвоночных животных в межбиогеоценотических связях в лесных биогеоценозах степной зоны Украины / В. Л. Булахов // Охрана и рациональное использование защитных лесов степной зоны Украины. – Д.: ДГУ, 1987а. – С. 87–92.

Булахов В. Л. Роль позвоночных животных в трансформации и потоке энергии в лесных биогеоценозах степной зоны УССР / В. Л. Булахов // Биогеоценологическая особенность лесов Присамарья и их охрана. – Д.: ДГУ, 1981. – Вып. 12. – С. 139–153.

Булахов В. Л. Состояние популяций амфибий и рептилий и меры по их охране в промышленных регионах центрально-степного Приднепровья / В. Л. Булахов // Мат. 1-ї конф. Укр. герпетол. т-ва. – К., 2005. – С. 27–32.

Булахов В. Л. Степень воздействия бесхвостых амфибий на фитофагов в степных лесах Украины / В. Л. Булахов, Т. В. Макарова // Вопросы герпетологии. – Л.: Наука, 1981. – С. 25.

Булахов В. Л. Трофическая роль пресмыкающихся лесных биогеоценозов степной зоны Украины / В. Л. Булахов // Вопросы степного лесоведения и лесной рекультивации земель. – Д.: ДГУ, 1986. – С. 127–136.

Булахов В. Л. Трофическая структура биомассы и продуктивность позвоночных животных как показатель биогеоценологической структуры степных лесов Приднепровья / В. Л. Булахов // Вопросы биологической диагностики лесных биогеоценозов Присамарья. – Д.: ДГУ, 1980. – С. 111–125.

Булахов В. Л. Функциональное значение земноводных в различных экосистемах степного Приднепровья / В. Л. Булахов // Структура та функціональна роль тваринного населення в природних та трансформованих екосистемах. – Д.: ДНУ, 2001а. – С. 117–119.

Булахов В. Л. Функціональна зоологія: підручник / В. Л. Булахов, О. Є. Пахомов. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту, 2010. – 392 с.

Булахов В. Л. Характеристика питания прыткой ящерицы в условиях степной зоны Украины / В. Л. Булахов, Н. Ф. Константинова // Вопросы степного лесоведения и охраны природы. – Д.: ДГУ, 1977. – Вып. 7. – С. 108–116.

Булахов В. Л. Характеристика плодовитости сухопутных бесхвостых амфибий в условиях степной зоны УССР / В. Л. Булахов, Н. Ф. Константинова, О. С. Аврамова // Современные проблемы экологии и совершенствование методики ее преподавания в вузе и школе. – Пермь, 1976. – С. 201–204.

Булахов В. Л. Энергетическая оценка процесса репродуктивности амфибий и его влияние на продуктивность биогеоценозов / В. Л. Булахов, Ю. П. Бобылев // Биогеоценология, антропогенные изменения растительного покрова и их прогнозирование. – К.: Наук. думка, 1978. – С.103–105.

Воловик Л. Д. Роль лесной растительности в формировании микроклимата в степи / Л. Д. Воловик // Вопросы степного лесоведения и охраны природы. – Д.: ДГУ, 1977. – С. 96–98.

Высоцкий Г. Н. Учение о влиянии леса на изменение среды его произрастания и на окружающее пространство (учение о лесной пертиненции) / Г. Н. Высоцкий. – М.: Гослесбумиздат, 1950. – 102 с.

Гагут А. М. До можливості використання показників стану цитоскелету астроцитів водяного вужа для цілей біомоніторингу / А. М. Гагут, В. Я. Гаспо, Т. В. Шило // Наукові основи збереження біотичної різноманітності. – Львів, 2015. – С. 165–167.

Гаспо В. Я. Биоаккумуляция тяжелых металлов в связанных с репродукцией тканях прыткой ящерицы в условиях химического загрязнения биогеоценозов / В. Я. Гаспо // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – Д.: ДДУ, 1998. – Вип. 4. – С. 68–72.

Гассо В. Я. Біогеоценологічні особливості розподілу плазунів в умовах степових лісів Присамар'я Дніпровського / В. Я. Гассо // Екологія та ноосферологія. – 2009. – Т. 20, № 3–4. – С. 102–109.

Гассо В. Я. Біохімічні показники крові звичайного вужа (*Natrix natrix*) з екосистем із різним ступенем антропогенного навантаження / В. Я. Гассо, А. Н. Гагут, С. В. Єрмоленко // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, медицина. – 2016. – Вип. 7(2). – С. 127–131.

Гассо В. Я. Воздействие техногенной трансформации экосистем на аккумуляцию тяжелых металлов, содержание белка и липидов в яйцах *Natrix natrix* (Reptilia, Squamata) / В. Я. Гассо // Вісник Дніпропетр. у-ту. Біологія. Екологія. – 2003. – Вип. 11. – Т. 1. – С. 73–76.

Гассо В. Я. До ролі плазунів у формуванні та збереженні первинної продукції в лісових екосистемах степового Придніпров'я / В. Я. Гассо // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – Д.: Вид-во ДНУ, 2014. – Вип. 43. – С. 128–132.

Гассо В. Я. До характеристики популяції болотної черепахи у Дніпровсько-Орільському природному заповіднику / В. Я. Гассо // Біорізноманіття та роль зооценозу в природних і антропогенних екосистемах. – Д.: Вид-во ДНУ, 2005. – С. 386–387.

Гассо В. Я. До характеристики популяції *Natrix natrix* в умовах екосистем із різним антропогенним навантаженням / В. Я. Гассо, А. Н. Гагут, С. В. Єрмоленко // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – Д.: Вид-во ДНУ, 2015. – Вип. 44. – С. 131–137.

Гассо В. Я. Значення новостворених природоохоронних територій для збереження біорізноманіття плазунів Дніпропетровської області / В. Я. Гассо, С. С. Пишнева // Вісник Дніпропетровського державного аграрного ун-ту. – 2015. – № 2 (36). – С. 90–92.

Гассо В. Я. Некоторые эколого-биохимические показатели состояния степной гадюки в Днепровско-Орельском заповеднике / В. Я. Гассо // Экология. Экологическое образование. Нелинейное мышление. – Воронеж, 1997. – С. 53–54.

Гассо В. Я. Особенности обмена белка и липидов в организме прыткой ящерицы (*Lacerta agilis*) в условиях антропогенной трансформации биogeоценозов / В. Я. Гассо // Вопросы степного лесоведения и лесной рекультивации земель. – Д.: ДДУ, 1997а. – С. 180–184.

Гассо В. Я. Прыткая ящерица как тест-объект в системе биомониторинга техногенного загрязнения среды обитания / В. Я. Гассо // Теория и практика экологического мониторинга в деятельности образовательных учреждений. – СПб: Крисмас+, 2000. – С. 52–54.

Гассо В. Я. Роль плазунів у створенні вторинної продукції в лісових екосистемах степового Придніпров'я / В. Я. Гассо // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – Д.: Вид-во ДНУ, 2013. – Вип. 42. – С. 129–133.

Гассо В. Я. Состояние цитоскелетных молекулярных компонентов мозга прыткой ящерицы как биомаркер нарушений, индуцированных промышленным загрязнением / В. Я. Гассо, О. Ю. Клименко, В. С. Недзвецкий // Екологія та ноосферологія. – 2010. – Т. 21, № 3–4. – С. 98–104.

Гассо В. Я. Сравнительная характеристика микроэлементного состава различных видов пресмыкающихся степного Приднепровья / В. Я. Гассо // Вопросы герпетологии. – К.: Наук. думка, 1989. – С. 55–56.

Гассо В. Я. Экологические особенности прыткой ящерицы (*Lacerta agilis* L.) в условиях антропогенной трансформации биogeоценозов / В. Я. Гассо // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – 1999. – Вип. 3. – С. 148–150.

Гельминтофауна некоторых бесхвостых амфибий долины р. Самары / Л. М. Анцышкіна, В. Л. Булахов, Г. Г. Палагіна, В. С. Магуза // Вестник зоологии. – 1976. – Вып. 2. – С. 82–84.

Гончарова В. П. Некоторые данные по биологии разноцветной ящерицы юго-востока УССР / В. П. Гончарова // Сборник работ биологического факультета ДГУ. – Д.: ДГУ, 1955. – Т. 51. – С. 34–35.

Гончарова В. П. Об амфибиях и рептилиях Самарского леса / В. П. Гончарова // Материалы к научной конференции ДГУ. – Д.: ДГУ, 1961. – С. 59.

Грицан Ю. И. Микроклиматические особенности условий существования лесных экосистем Правобережного Приднепровья / Ю. И. Грицан // Мониторинговые исследования БГЦ катен степной зоны. – Д.: ДГУ, 1995. – С. 34–60.

Грицан Ю. И. Екологічні основи перетворюючого впливу лісової рослинності на степове середовище / Ю. И. Грицан. – Д.: ДДУ, 2000. – С. 295 с.

Екологія: підручник / Ю. П. Бобильов, В. В. Бригадиренко, В. Л. Булахов та ін. – Х.: Фоліо, 2014. – 672 с.

Ермоленко С. В. Изменчивость морфометрических признаков водяного ужа *Natrix tessellata* (Reptilia, Colubridae) Центрального и Южного Приднепровья / С. В. Ермоленко, А. Н. Гаруг, В. Я. Гаско // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія. – 2016. – Вип. 24(2). – С. 526–530.

Ермоленко С. В. Герпетофауна антропогенних ландшафтів вугільнодобувних районів Західного Донбасу (на прикладі Петропавлівського району Дніпропетровської області / С. В. Ермоленко, В. Я. Гаско // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя: ЗНУ, 2015. – Вип. 20. – № 1. – С. 195–204.

Кесслер К. Ф. Животные губерний Киевского учебного округа. Зоология. Животные. Земноводные / К. Ф. Кесслер. – К.: Унив. типогр., 1850. – 94 с.

Константинова Н. Ф. Влияние биогеоценотических условий на характер питания амфибий в условиях лесов Присамарья / Н. Ф. Константинова // Тез. докл. респ. совещ. по биогеоценологии. – К.: Наук. думка, 1978. – С. 114.

Константинова Н. Ф. Влияние гидромелиорации на численный и видовой состав амфибий и рептилий в условиях степной зоны Украины / Н. Ф. Константинова // Животный мир Белорусского Полесья, охрана и рациональное использование. – Гомель: Гомел. ун-т, 1985. – С. 76.

Константинова Н. Ф. Влияние деятельности человека на распределение и численность амфибий и рептилий в условиях Приднепровья / Н. Ф. Константинова, В. Л. Булахов // Актуальные вопросы зоогеографии. – Кишинев: Штеница, 1975. – С. 117–118.

Константинова Н. Ф. Земноводные и пресмыкающиеся как структурный элемент лесных биогеоценозов степной зоны юго-востока Украины: Автореф. дис. ... канд. биол. наук / Н. Ф. Константинова. – Д.: ДГУ, 1980. – 25 с.

Константинова Н. Ф. Некоторые закономерности расселения роющих амфибий в лесных биогеоценозах юго-восточной Украины / Н. Ф. Константинова // Материалы 4-го Всесоюз. совещ. по проблемам почвенной зоологии. – Баку, 1972. – С. 62–63.

Константинова Н. Ф. О видовом составе и распределении амфибий в лесных биогеоценозах Присамарья / Н. Ф. Константинова // Вопросы степного лесоведения. – Д.: ДГУ, 1973. – Вып. 4. – С. 158–160.

Константинова Н. Ф. О влиянии типологических особенностей лесных биогеоценозов на пространственное размещение амфибий и рептилий Присамарья // Тез. докл. всесоюзного совещания по биогеоценологии. – Д.: ДГУ, 1978а. – С. 52–53.

Константинова Н. Ф. О редких и исчезающих видах амфибий и рептилий в условиях интенсивного воздействия антропогенных факторов в степном Приднепровье / Н. Ф. Константинова // Вопросы герпетологии. – Л.: Изд-во АН СССР, 1981. – С. 34–35.

Константинова Н. Ф. О роли обыкновенной чесночницы в лесных биогеоценозах степного Приднепровья / Н. Ф. Константинова // Вопросы герпетологии. – Л., 1977 – С. 113–114.

Константинова Н. Ф. Характеристика личиночного периода развития амфибий Присамарья / Н. Ф. Константинова // Мат. юбилейной конференции молодых ученых. – Черновцы, 1970. – С. 56–57.

Константинова Н. Ф. Характеристика питания амфибий Присамарья / Н. Ф. Константинова // Вопросы степного лесоведения. – Д.: ДГУ, 1972а. – Вып. 3. – С. 132–142.

Константинова Н. Ф. Характеристика структуры популяций *Pelobates fuscus* в условиях Присамарья / Н. Ф. Константинова // Вопросы степного лесоведения. – Д.: ДГУ, 1973а. – Вып. 4. – С. 151–158.

Константинова Н. Ф. Эколого-фаунистическая характеристика земноводных и пресмыкающихся степных лесов юго-востока Украины / Н. Ф. Константинова // Вопросы степного лесоведения и научные основы лесной рекультивации земель. – Д.: ДГУ, 1985а. – С. 161–164.

Марченковская А. А. Влияние урбанизации на видовое разнообразие и состояние популяций земноводных Приднепровья / А. А. Марченковская // Мат. 1-ї конф. Укр. герпетол. т-ва. – К.: Зоомузей НАН України, 2005. – С. 105–107.

Марченковская А. А. Герпетофауна в условиях урбанизации / А. А. Марченковская, А. Н. Мисюра, В. Я. Гаско // Людина та навколишнє середовище – проблеми безперервної екологічної освіти в вузах. – Одеса, 1999. – С. 41–43.

Марченковская А. А. Гидросооружения как фактор влияния на состояние популяций наземных видов бесхвостых амфибий Приднепровья / А. А. Марченковская // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2005а. – Вип. 13. – Т. 2. – С. 76–79.

- Мисюра А. Н.** Влияние ароматических углеводородных соединений на физиолого-биохимические показатели различных видов амфибий в модельных условиях / А. Н. Мисюра // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2005. – Вип. 13. – Т. 1. – С. 158–164.
- Мисюра А. Н.** Влияние горнодобывающей промышленности на экологические показатели земноводных в техногенных экосистемах / А. Н. Мисюра // Экология фундаментальная и прикладная: Проблемы урбанизации. – Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 2005а. – С. 228–230.
- Мисюра А. Н.** Характеристика содержания бензола в органах и тканях бесхвостых амфибий из различных по степени загрязнения мест обитания / А. Н. Мисюра // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2006. – Вип. 14. – Т. 1. – С. 125–129.
- Никольский А. М.** Земноводные фауны России и сопредельных стран / А. М. Никольский. – Петроград, 1918. – 310 с.
- Никольский А. М.** Определитель пресмыкающихся и земноводных Российской империи / А. М. Никольский. – Х.: Русская типография и литография, 1907. – 182 с.
- Никольский А. М.** Пресмыкающиеся (Reptilia). Т. 1. Chelonia, Sauria. Фауна Российской Империи и сопредельных стран / А. М. Никольский. – Петроград, 1915. – 532 с.
- Никольский А. М.** Пресмыкающиеся (Reptilia). Т. 2 Ophidia. Фауна России и сопредельных стран / А. М. Никольский. – Петроград: Имп. Акад. наук, 1916. – 534 с.
- Никольский А. М.** Пресмыкающиеся и земноводные Российской империи (Herpetologia Rossica) / А. М. Никольский. – СПб, 1905. – Серия 8. Т. 17, № 1. – 548 с.
- Пащенко Ю. И.** Визначник земноводних та плазунів УРСР / Ю. И. Пащенко. – К.: Рад. шк., 1955. – 148 с.
- Платонов К.** Короткий визначник амфібій та рептилій України / К. Платонов. – К.: Держ. вид-во України, 1926. – 37 с.
- Способ очистки воды от тяжелых металлов / А. Н. Мисюра, С. Н. Тарасенко, В. Л. Булахов и др. // Оpubл. бюл. – Авторское свидетельство № 1229185. – М., 1986.
- Стаховский В. В.** Некоторые данные о наземных позвоночных долины р. Орели (приток Днепра) / В. В. Стаховский, М. Е. Писарева // Научные записки: сб. автореф. – Д.: Ремесленное училище, 1948. – Т. 30. – С. 71–73.
- Стаховский В. В.** Фауна наземных позвоночных Днепропетровщины и перспективы ее обогащения: Автореф. дис. ... канд. биол. наук / В. В. Стаховский. – Д.: ДГУ, 1929. – 30 с.
- Тарашук В. И.** Фауна України. Т. 7. Земноводні і плазуни / В. И. Тарашук. – К.: Вид-во АН УРСР, 1959. – 246 с.
- Травлев А. П.** Взаимоотношения растительности с почвами в лесных биогеоценозах степной зоны Украины / А. П. Травлев // Лесоведение. – 1976. – № 6. – С. 21–26.
- Червона книга Дніпропетровської області (Тваринний світ) / За ред. О. Є. Пахомова. – Д.: Новий друк, 2011. – 488 с.
- Энергетическая оценка трофических связей бесхвостых амфибий в лесных биогеоценозах степного Приднепровья / Л. Г. Апостолов, Ю. П. Бобылев, В. Л. Булахов, Н. Ф. Константинова // Вопросы герпетологии. – Л.: Наука, 1977. – С. 15–16.
- Colwell R. K.** On the measurement of the breadth and overlap / R. K. Colwell, D. I. Futuyma // Ecology. – 1971. – Vol. 52. – P. 567–576.
- Gasso V.** Conservation of amphibians and reptiles in Ukraine (May 2015 to date) / V. Gasso // European Commission. Convention on the conservation of European wildlife and natural habitats. Standing Committee. – Strasbourg, 2015. – P. 87–92.
- Gasso V.** Cytoskeletal Molecular Biomarkers of chemical pollution impact in fish and snake brain / V. Gasso, V. Nedvezky, A. Gagut, I. Prischepa // The 9th Int. Congress of Comparative Physiology and Biochemistry. – Krakow, 2015. – P. 391.
- Gasso V. Y.** Some ecosystem services of amphibians and reptiles under anthropogenic pressure in the Steppe Zone of Ukraine / V. Y. Gasso // Issues of the ecosystem services provided by animals under anthropogenic pressure within Ukrainian steppe: monogr. / Ed. by O. Y. Pakhomov. – Vienna: «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH, 2016. – P. 132–161.
- Horn H. S.** Measurement of overlap in comparative ecological studies / H. S. Horn // Amer. Natur. – 1966. – Vol. 100. – P. 419–424.

ЗМІСТ

| | |
|--|-----|
| <i>Передмова</i> | 3 |
| <i>Білова Н. А., Яковенко В. М., Стрижак О. В.</i> Мікроморфологія лісових ґрунтів степової зони України | 5 |
| <i>Булахов В. Л., Пахомов О. Є., Рева О. А., Шульман М. В.</i> Ссавці як об'єкт досліджень у лісах степової зони України | 20 |
| <i>Жуков О. В., Кунах О. М., Коломбар Т. М.</i> Розвиток ґрунтово-зоологічних досліджень у Дніпропетровському національному університеті імені Олеся Гончара | 35 |
| <i>Зверковський В. М.</i> Біогеоценологічне обґрунтування лісової рекультиваци порушених земель | 54 |
| <i>Кульбачко Ю. Л., Штірц А. Д., Дідур О. О., Пахомов О. Є.</i> Населення орибатидних кліщів на ділянках лісової рекультиваци на території Західного Донбасу | 70 |
| <i>Мицик Л. П.</i> Підсумки дослідження травостою Комплексною експедицією Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара | 83 |
| <i>Цветкова Н. М.</i> Важкі метали (мікроелементи) у ґрунтах і рослинах біогеоценозів південного сходу степової зони України | 99 |
| <i>Барановський Б. О.</i> Флороценотичний аналіз водно-болотних екосистем басейну р. Самари | 117 |
| <i>Голобородько К. К.</i> Загальна характеристика біорізноманіття Лускокрилих (Lepidoptera) степової зони України | 131 |
| <i>Горбань В. А.</i> Фізичні властивості ґрунтів та підстилок лісових біогеоценозів степової зони України | 142 |
| <i>Іванько І. А.</i> Екологічна роль світлової структури у формуванні штучних лісових насаджень у степовій зоні України | 155 |
| <i>Котович О. В.</i> Водний режим лісових та степових біогеоценозів Присамар'я | 172 |
| <i>Булахов В. Л., Гассо В. Я., Бобильов Ю. П.</i> Амфібії та рептилії як компонент лісових біогеоценозів степової зони України | 189 |

Наукове видання

**Біогеоценотичні дослідження лісів
степової зони України**

За редакцією

А. П. Травлєєва

Відповідальний редактор В. А. Горбань

Літературне редагування та коректура В. М. Пластун

Макетування та комп'ютерна верстка В. А. Горбань

Підписано до друку 15.12.2016 р.

Формат 70×108 1/16. Ум. др. арк. – Обл.-вид. арк. –

Тираж – 300 прим.

