



Original researches

Soil Catena Complex of the River Dnipro Arena Within the “Dnieper-Orilsky” Natural Reserve

Received: 30 June 2018
 Revised: 06 July 2018
 Accepted: 09 July 2018

Oles Gonchar Dnipro National University,
 Gagarin av., 72, Dnipro, 49000, Ukraine

Dnipro State Agrarian and Economic
 University, Serhii Efremov Str., 25,
 Dnipro, 49600, Ukraine

Melitopol Institute of Ecology and Social
 Technologies of the Open International
 University of Human Development “Ukraine”,
 Interculturayna Str., 380, Melitopol,
 72316, Ukraine

Tel.: +38-098-507-96-82
 +38-099-529-48-83
 E-mail: zhukov_dnipro@ukr.net

Cite this article: Zhukov, O. V., Kunakh, O. M.,
 Kotsun, V. I., Dubinina, J. J., Novikova, V. A.,
 & Mudrenko, N. Y. (2018). Soil catena complex
 of the river Dnipro arena within the
 “Dnieper-Orilsky” natural reserve.
Agrology, 1(3), 261–272.
 doi: 10.32819/2617-6106.2018.13005

O. V. Zhukov¹, O. M. Kunakh¹, V. I. Kotsun², J. J. Dubinina³, V. A. Novikova¹, N. Y. Mudrenko¹

¹Oles Gonchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine

²Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

³Melitopol Institute of Ecology and Social Technologies

of the Open International University of Human Development “Ukraine”, Melitopol, Ukraine

Abstract. Investigated polygon laid in the northeastern part of the “Dnieper-Orilsky” natural reserve. Five test plots were laid within polygon. The most common moisture conditions within the explored catena meet meadow steppe regime. For most studied soil moistening the soil plays an essential role in the water regime. Groundwater was at a depth that exceeds the depth of the cut in chernozem-like pine-forest soil and in a sod-forest chernozem-like soil. In other soils, the water level was 155 cm in sod-forest chernozem-like soil, 98 cm in alluvial meadow soil and 83 cm or 135 cm in alluvial meadow marsh soils. The conditions of the salt regime can be attributed to the soils of the studied catena categorized as poor soils. The chernozem-like pine-forest soil has a wide range of variability salt regime, while the alluvial meadow marsh soil has a wide range of variability humidity conditions. The most favorable conditions for plants of the mesotrophic group formed in the meadow alluvial soil and in sod-forest chernozem-like soils and for semioligotrophic – in sod-forest chernozem-like gleic soil. Forest ecosystems within catena are characterized by similarity of water regime conditions. Sandy steppe ecotopes in the catena are characterized by the highest volatility of the moisture conditions. The most common acid regime within catena can be considered as characteristic for weak-acid soil / neutral soils. The acarboxonophiles are the most typical for catena studied. Plants of this ecological group are living in neutral ecotopes and kept the minor content of carbonates in the soil. The alluvial meadow marsh soil is characterized by smallest carbonates level, and the alluvial meadow solohchak soil is characterized by the largest carbonates level. In the chernozem-like pine-forest soil the effervescence from HCl treatment was not revealed. The depth of effervescence of processing 10% solution of HCl is 64 cm in sod-forest chernozem-like soil, 31 cm in alluvial meadow soil, 18 cm in alluvial meadow marsh soil or from the surface. The sod-forest chernozem-like soil boils on the surface. Sod-forest soil chernozem-like boils from the depth of 127 cm. The content of digestible forms of nitrogen is an important aspect of the edaphotope trophicity. Within catena the most typical is an ecotope where conditions are favorable for nitrifiers. The lowest level of nitrogen nutrition set was found in sandy steppe (chernozem-like pine-forest soil), and the highest – in the forest ecosystems (sod-forest chernozem-like soils). The subaerophiles are the most typical for catena studied. The marsh biogeocoenosis are characterized by significantly aggravated conditions of aeration. It generated conditions conducive to subaerophobes-aerophobes.

Keywords: catena, arena, soil profile, nature protection, diversity, morphology.

Катенарний комплекс ґрунтів ари р. Дніпро у межах природного заповідника “Дніпровсько-Орільський”

O. V. Zhukov¹, O. M. Kunakh¹, V. I. Kotsun², J. J. Dubinina³, V. A. Novikova¹, N. Y. Mudrenko¹

¹Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро, Україна

²Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Дніпро, Україна

³Мелітопольський інститут екології та соціальних технологій вищого навчального закладу
 “Відкритий міжнародний університет розвитку людини “Україна”, Мелітополь, Україна

Анотація. Досліджуваний полігон закладений у північно-східній частині природного заповідника “Дніпровсько-Орільський”. У межах полігону закладені п’ять пробних площ. Найбільш типові умови зволоження в межах дослідженої катени відповідають лучно-степовому режиму. Для більшості досліджених ґрунтів ґрунтове зволоження відіграє суттєву роль у водному режимі. Ґрунтові води знаходилися на глибині, яка перевищує глибину розрізу в чорноземоподібному боровому,

у дерново-лісових чорноземоподібних ґрунтах. В інших типах ґрунтів рівень води становив 155 см у дерново-лісовому чорноземоподібному ґрунті, 98 см – в алювіальному лучному та 83 або 135 см – в алювіальних лучно-болотних ґрунтах. Умови сольового режиму дозволяють віднести ґрунти досліджуваної катени до категорії небагатих ґрунтів. Для чорноземоподібного борового ґрунту характерний широкий діапазон мінливості сольового режиму, тоді як для алювіальних лучно-болотних ґрунтів – широкий діапазон мінливості умов вологості. Найбільш сприятливі умови для мезотрофної групи рослин формуються в алювіальному лучному ґрунті та в дерново-лісових чорноземоподібних ґрунтах, а для семіоліготрофної – у дерново-лісовому чорноземоподібному глибококарбонатному глеюватому ґрунті. Лісові біогеоценози в межах катени характеризуються подібністю умов водного режиму. Для екотопів піщаного степу в досліджуваній катені властива найвища мінливість умов зволоження. Найбільш типовий кислотний режим у межах катени можна оцінити як притаманний для слабкокислих ґрунтів / нейтральних ґрунтів. Найбільш типовими для вивченої катени є акарбонатофіли. Рослини цієї екологічної групи живуть у нейтральних екотопах і витримують незначний вміст карбонатів у ґрунті. Найнижчим рівнем карбонатів характеризується алювіальний лучно-болотний ґрунт, а найвищим – алювіальний лучний високосолончакуватий. У чорноземоподібному боровому ґрунті скипання від обробки HCl не встановлено. Глибина скипання від обробки 10%-вим розчином HCl становить 64 см в дерново-лісовому чорноземоподібному ґрунті, 31 см – в алювіальному лучному глибококарбонатному ґрунті, 18 см – в алювіальному лучно-болотному ґрунті або з поверхні. Із поверхні також скипає дерново-лісовий чорноземоподібний ґрунт. Дерново-лісовий чорноземоподібний ґрунт скипає з глибини 127 см. Важливим аспектом трофності едафотопу є вміст засвоюваних форм азоту. Найбільш типовими для катени є екотопи, у яких умови сприятливі для нітрофілів. Найнижчий рівень азотного живлення встановлений для піщаного степу (чорноземоподібний боровий ґрунт), а найвищий – для лісових біогеоценозів (дерново-лісові чорноземоподібні ґрунти). Найбільш типовими для вивченої катени є субаерофіли. Значно погіршеними умовами аерації відрізняється болотний біогеоценоз. У ньому формуються умови, сприятливі для субаерофобів-аерофобів.

Ключові слова: катена, арена, ґрунтовий профіль, охорона природи, різноманіття, морфологія.

Вступ

У межах ландшафту послідовність хорологічних одиниць від вершини вододілу до водотоку "сполучений по рельєфу ряд ґрунтів, відмінності між якими пов'язані з відмінностями висотного рівня та ухилу, що визначають дренаж", утворює сполучений комплекс, який відповідає катені (Milne, 1935; Zaigolnova, 2010). Катена є елементарною структурною одиницею ландшафту (Bahnov et al., 1988). Термін "катена" первісно запропонований для ґрунтового шару біогеоценотичного покриву і в такому вузькому розумінні традиційно використовується й дотепер (Milne, 1935; Urusevskaya, 1990). Такі катени рекомендовано називати "ґрунтова катена" або "педокатена" (Zaigolnova, 2010). Катена є елементарною ґрунтово-катенарною одиницею розробили Т. Башнелл (Bushnell, 1943), Ф. Хоул (Hole, 1953), Д. Яалон (Yaalon, 1971), А. Джеррард (Gerard, 1984). Катени поділяють за такими ознаками: а) їхня зонально-кліматична приналежність; б) склад компонентів ґрунтового покриву; в) залежність від генетичного типу рельєфу; г) головними факторами диференціації ґрунтів у катені: особливості літології, роль ерозійних процесів, рівень зволоження, характер перерозподілу поверхневих вод (Fridland, 1972; Karavaeva, 1982; Urusevskaya, 1990; Kozlovsky, 2003; Gennadiev & Kasimov, 2004).

Катена дозволяє повною мірою виразити природні просторові та часові властивості екосистем, які характеризують їх різноманіття та динаміку (Diduh, 2008). У рослинному покриві відповідні хорологічні одиниці називають "фітокатенами" (Katenin, 1988; Kholod, 1991; Zaigolnova, 2001). У лісознавстві аналогічний підхід представлений розглядом екологічних рядів лісових угруповань на різних типах ґрунтів (Romanovsky, 2002). А. С. Катенін (Katenin, 1988) припускає використання поняття катена тільки стосовно однорідних літологічних структур. Уявлення про монолітні та гетеролітні геокатени дозволяє використовувати поняття катена як до відносно гомогенних, так і гетерогенних територій (Gennadiev & Kasimov, 2004). Залежно від цього виявлені катени будуть більш простими за структурою або більш складними. Ускладнення структури фітокатени відбувається також у міру розгляду все більших водотоків у результаті збільшення площі території водозбору (Zaigolnova, 2010). Розроблена географо-геохімічна систематика катен, яка включає такі таксономічні одиниці, як група, підгрупа, розряд, тип, підтип, родина, клас, рід і вид (Gennadiev & Kasimov, 2004).

У практиці дослідження ґрунтових тварин найчастіше використовують катенний підхід (Mordkovich et al., 1985; Mordkovich, 1977; Mordkovich, 2013). Катена – геоморфологічний профіль, який проходить від найвищого місця певної території до найбільш низького. Цей профіль градується в розрізі рельєфу по окремих факторах (вологість, температура, засолення ґрунту та ін.) або сукупністю ландшафтних умов. Тому катена є зручною моделлю території, за допомогою якої можна оцінити екологічні преференції видів уздовж вибраного градієнта середовища (Kargus, 2011). Розроблені підходи для застосування катенарного методу вивчення різноманіття тваринного населення ґрунтів ареного ландшафту долини р. Дніпро (у межах природного заповідника "Дніпровсько-Орільський") за допомогою фітоіндикаційного оцінювання основних трендів мінливості екологічних умов, і на основі оцінок властивостей середовища за показниками рослинності верифіковані екоморфи ґрунтових тварин (Zhukov et al., 2016).

Із практичної точки зору, катеною вважають будь-яку довільно обрану частину ландшафтного схилу або весь схил, що являє собою сукупність місцеперебувань із закономірною зміною екологічних умов, що обумовлено рельєфом місцевості (Mordkovich et al., 1985). У верхній частині катени відсутнє привнесення речовини (крім опадів), у нижній – винос. Початковий елемент катени – елювіальний ландшафт, кінцевий – акумулятивний. Між ними розташовуються транзитні ландшафти. Стандартна катена складається з п'ятьох позицій: елювіальної, 1-й, 2-й, 3-й транзитних і акумулятивної. Компонентом, що чуйно реагує на зміну рельєфу, є ґрунт. Підвищення вниз по схилу сумарного зволоження ґрунтів, а також їх якості, визначає зміну рослинних угруповань та їх тваринного населення (Mazey & Embulaeva, 2015).

Елементи катени можуть бути об'єднані в комплекси більш високого ієрархічного рівня. Окремі ланки ланцюга (катени), які представлені окремими місцеперебуваннями або рослинними угрупованнями, поєднуються в мезокомбінації, а останні – у макрокомбінації. Мезокомбінації також інтерпретуються як екомери та можуть бути охарактеризовані за допомогою фітоіндикаційного підходу (Diduh et al., 2015).

Метою даної роботи є виявлення в межах заповідної території морфо-генетичних та екологічних особливостей ґрунтів арени р. Дніпро, які формують катенарний комплекс.

Матеріали та методи

Досліджуваний полігон закладений у північно-східній частині природного заповідника "Дніпровсько-Орільський" (рис. 1). Лівий нижній кут полігона має координати 48°30'34" п. ш. та 34°48'7" п. д. Ширина полігона становить 3260 м, висота – 2850 м, тобто, його загальна площа становить 930 га.

У межах полігону закладені п'ять пробних площ: пробна площа № 1 у притерасній заплаві р. Проточ на межі з нижньою частиною схилу арени у в'язо-осокирнику з розхідником звичайним; пробна площа № 2 – на схилі піщаної дюни на межі піщаного степу та чорнокленового чагарнику; № 3 – у заплаві р. Проточ в угрупованні в градієнті від болотного угруповання до луку (два розрізи – лука та болота); № 4 – у заболоченому притоку р. Проточ на межі болотного та лісового біогеоценозів (два розрізи – у болотному та лісовому ценозах); № 5 – на схилі північної експозиції в балці Орлова у чорнокленовій діброві з грятцею.

Морфологічне описання зроблено за рекомендаціями Б.Г. Розанова (Rozanov, 2004). Визначення ґрунтів виконано за методикою "Полевой определитель почв" (Polupan & Nosko, 1981) і "Номенклатура та діагностика ..." (Polupan & Velichko, 2014).

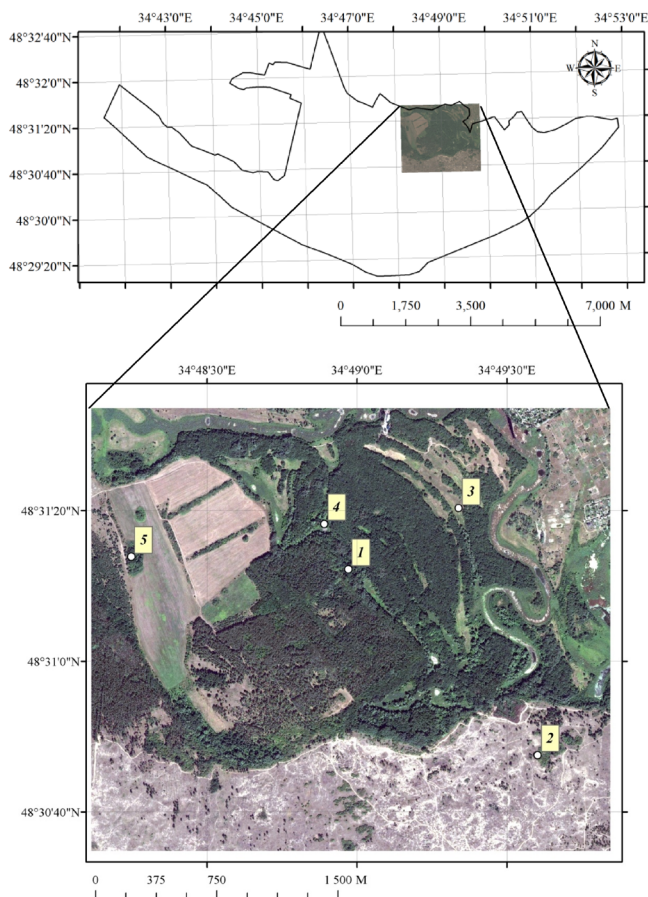


Рис. 1. Просторове розміщення пробних полігонів у межах природного заповідника "Дніпровсько-Орільський":
1 – в'язо-осокирник з розхідником звичайним (пробна площа № 1);
2 – піщаний степ (пробна площа № 2); 3 – лук;
4 – болото; 5 – чорнокленовий дубняк (б. Орлова)

Результати

Полігон № 1

Опис профілю виконано 10 жовтня 2017 р., природний заповідник "Дніпровсько-Орільський" (рис. 2). Розріз закладено на ділянці, що перебуває в зоні переходу арени р. Дніпро в притерасну заплаву р. Проточ. Рослинність представлена дубняком зі свіжим різотрав'ям S_2 і напівосвітленою світловою структурою.

Характер поверхні ґрунту – відносно рівний килимовий, є лісова підстилка з листя, що не розклаталося, потужністю 5–6 см, проективне покриття – 70–80%. Листкові пластинки опалого листя добре розкладені, нижній шар підстилки – труха. Травостій має проективне вкриття 15–20%. Ґрунтоутворювальна порода – еолові наноси піску. Розкритий рівень ґрунтових вод з 155 см. Великих позагоризонтних тріщин не спостерігається. Трапляються окремі сліди діяльності ґрунтових безхребетних, які на перемішування горизонтів істотно не впливають. Ознаки оглеєння встановлено тільки для ґрунтоутворювальної породи в місці її контакту з ґрунтовими водами. Видимих новоутворень, карбонатних уламків, скупчення солей немає. Складення ґрунту щільне. Генетичний тип профілю – гумусовий диференційований. Енергійне скипання з глибини 64 см.

H_0 (6–8 см) – лісова підстилка з проективним покриттям 70–80%.

H_d (0–7 см) – поверхневий гумусово-аккумулятивний, дерновий. Чорнувато-сірого кольору з вкрапленнями піщаних часток. Сухий. Супісок. Пухкого складення, інтенсивно переплетений кореневими системами трав'янистих рослин. Дуже слабоагрегований, зернисто-пилувата структура, превалують агрегати 0,5 мм. Намисто уздовж коренів трав'янистих рослин. Тріщин немає. Деяка переритість тваринами. Перехід різкий, за складенням та коренасиченістю горизонтальний.

H_1 (7–17 см) – перший гумусово-аккумулятивний. Темно-сірий з вкрапленнями піщаних часток. Сухуватий. Супісок. Щільний. Окремі корені кущів. Структура відсутня. Перехід різкий за складенням.

H_2 (17–64 см) – другий гумусово-аккумулятивний. Темно-сірий з вкрапленнями піщаних часток. Свіжий. Більш легкий супісок. Щільний до злитого складення. Структура відсутня. Корені кущів. Перехід за кольором поступовий.

$HP1_k$ (64–105 см) – перший перехідний карбонатний горизонт. Світло-сірий, світлішає з глибиною. Свіжий. Щільно злитий. Коренів немає. Супісок. Тріщин немає. Неструктурований. Перехід за кольором поступовий та нечіткий, шириною 2–3 см.

$HP2_k$ (105–120 см) – другий перехідний карбонатний горизонт. Ясно-сірий. Складення щільне, злите. Супісок. Свіжий. Перехід поступовий за кольором та механічним складом.

Ph_k (120–130 см) – нижній перехідний карбонатний горизонт. Сірий з буроватим відтінком. Більш легкий, з'являється великозернистий пісок. Вологий. Щільний. Перехід різкий за кольором та механічним складом.

P_{kg} (130–155 см) – материнська глеувата порода. Сизо-сірий пісок. Мокрий, пухкий. Вертикальні плями з гумусованим матеріалом, вірогідно сліди розкладених коренів рослин. Межує з підґрунтовими водами.

Робоче визначення ґрунту: дерново-лісовий чорноземоподібний глибокий глибококарбонатний глеуватий ґрунт.

Полігон № 2

Опис профілю виконано 19 вересня 2017 р (рис. 3). Ділянка псамофітного степу на арені р. Дніпро, природний заповідник "Дніпровсько-Орільський". Розріз знаходиться на вирівняній площадці між піщаних пагорбів. Рослинний покрив – псамофітний степ, окремі сосни та пагорб із заростями клена татарського. Характер поверхні ґрунту відносно рівний. Є калдан та лісова підстилка з хвої та листя чорнокленових кущів, що знаходяться поряд потужністю 4–5 см, проективне покриття

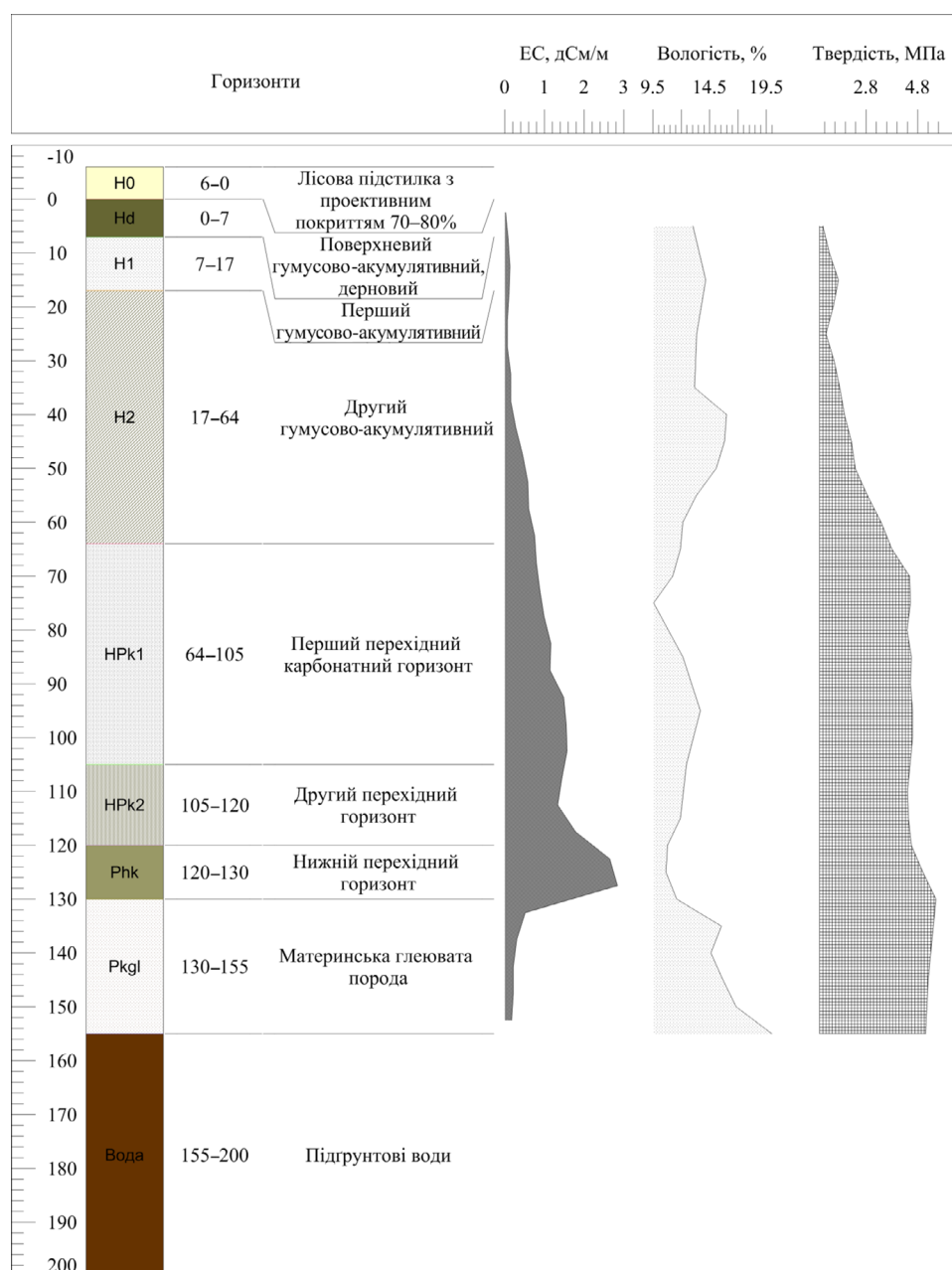


Рис. 2. Профіль дерново-лісового чорноземоподібного глибокого глибокарбонатного глеюватого ґрунту

– 100%. Листкові пластинки опалого листя добре розкладені, нижній шар підстилки – труха. Травостій має проективне вкриття 5–10%. Ґрунтоутворювальна порода – еолові наноси піску. Розкритий рівень ґрунтових вод невідновлений. Глибина коренів деревних порід – до 200 см. Тріщинуватість відсутня. Ознак до оглеювання не помічено. Видимих новоутворень, карбонатних уламків, скупчення солей немає. Складення ґрунту щільне. Генетичний тип профілю – гумусовий диференційований.

H₀ (5–0 см) – лісова підстилка та калдан з проективним покриттям 100%, суха, добре відокремлюється від ґрунту.

H_d (0–12 см) – поверхневий гумусово-аккумулятивний, дерновий. Світло-сірий. Сухий. Пісок. Пухкого складення, помірно- або слабопереплетений кореневими системами трав’янистих рослин. Неагрегований. Тріщин немає. Перехід поступовий за кольором.

H₁ (12–20 см) – поверхневий гумусово-аккумулятивний. Світло-сірий з палевим відтінком. Сухий. Пісок. Пухкий. Корененасиченість різко зменшується вниз по горизонту. Структура відсутня. Вертикальні підтікання гумусу. Перехід поступовий за кольором.

HP₁ (20–81 см) – верхній перехідний горизонт. Світло-палевий. Сухий. Пісок. Пухкий. Тільки корені сосни. Світло-сірі плями неправильної форми розміром 5–7 см. Гумусовані плями діаметром 15–20 см. Структура відсутня. Перехід різкий з появою псевдофібр.

Pf (81–100 см) – псевдофібровий горизонт. Складається з тонких бурих ущільнених прошарків (псевдофібрів) товщиною 0,5–0,7 см, що чергуються з прошарками світло-палевого піску. Свіжий. Перехід різкий по псевдофібрах.

Ph₁ (100–117 см) – перший нижній перехідний горизонт. Світло-палевий. Гумусовані плями, перехід поступовий за кольором.

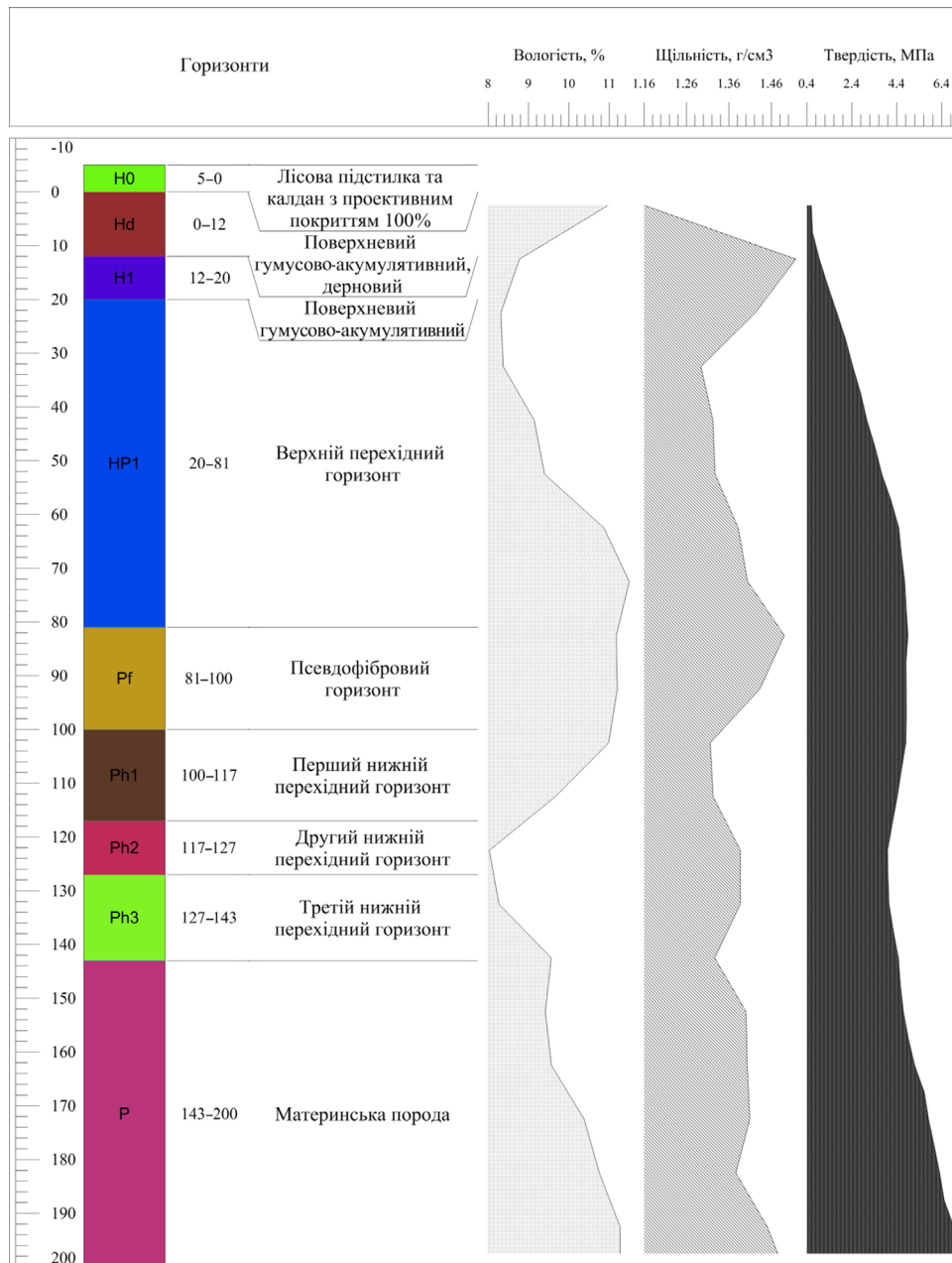


Рис. 3. Профіль чорноземоподібного борового середньоглибокого псевдофібрового ґрунту

Ph₂ (117–127 см) – другий нижній перехідний горизонт. Пісок. Сірий, палевого відтінку. Перехід за кольором, пальчастий. Свіжий. Перехід різкий за кольором.

Ph₃ (127–143 см) – третій нижній перехідний горизонт. Пісок. Світло-сірий. Рудуваті або сірі плями. Свіжий. Перехід різкий за кольором.

P (143–200 см) – ґрунтоутворювальна порода. Пісок вологий, палево-сірий, гумусові підтікання відсутні.

Робоче визначення ґрунту: чорноземоподібний боровий середньоглибокий псевдофібровий ґрунт.

Полігон № 3

Опис профілю № 3.1. Опис зроблено 18 червня 2017 р. (рис. 4). Заплава р. Проточ, природний заповідник "Дніпровсько-Орільський". Рослинний покрив – галофітний лук. Характер поверхні ґрунту відносно рівний килимовий, є калдан потужністю 3–4 см, проективне покриття – 90–100%. Ґрун-

тоутворювальна порода – алювіальний пісок. Розкритий рівень ґрунтових вод – 115 см. Трапляються окремі сліди діяльності ґрунтових безхребетних, які на перемішування горизонтів істотного впливу не чинять. Відзначено тенденцію до оглеювання у вигляді плям рудого кольору на глибини нижче 98 см. Видимих новоутворень, карбонатних уламків, скупчення солей немає. Складення ґрунту щільне або злите. Генетичний тип профілю – елювіально-ілювіальний. Скипання з глибини 31 см.

H₀ (4–0 см) – калдан з проективним покриттям 60–80%.

H_d (0–3 см) – поверхневий гумусово-аккумулятивний, дерновий. Сірий. Сухий. Важкий пісок. Пухкого складення, сильно переплетений кореневими системами трав'янистих рослин. Слабоагрегований, розсипчастий, деякі агрегатні окремість скріплені скупченнями коренів злаків, структура зернисто-пилувата. Тріщини відсутні. Перехід за кольором, структурою та корененасиченістю різкий, хвилястий.

He (3–18 см) – гумусово-елювіальний (надсолонцевий) карбонатний. Світло-сірий. Злитий. Сухий. Легкий суглинок. Кількість коренів незначна. Тріщини відсутні. Перехід різкий за складенням, механічним складом та тріщинуватістю, різкий.

Sl (18–31 см) – ілювіально-глинисто-гумусовий (солонцевий). Темно-сірий, злитий. Свіжий. Суглинок. Вертикальні тріщини шириною 0,5 см утворюють педи шириною 12–15 см. Поверхня горизонту – горбкувата. Кількість коренів незначна. Перехід за складенням та тріщинуватістю різкий, хвилястий.

Pslks (31–50 см) – підсолонцевий карбонатний засолений. Темно-сірий, вологий, пластичний, суглинистий, тріщин немає. Перехід за кольором поступовий.

Pslksgl (50–65 см) – підсолонцевий карбонатний засолений з плямами оглеєння. Світло-сірий, дещо мармуро-

вий від крапель ржавих або гумусованих плям. Суглинковий. Вологий. Перехід поступовий, хвилястий, нечіткий. На межі між наступним горизонтом – кротовина розміром 12–15 см.

Pksal1gl (65–98 см) – перший алювіальний карбонатний засолений з плямами оглеєння. Світло-сірий, світліший за попередній, мармуровий від крапель ржавих або гумусованих плям. Суглинковий. Тріщин немає. Сирий, неструктурований. Перехід плавний, хвилястий за кольором.

Pksal2gl (98–115 см) – другий алювіальний горизонт, глейовий. Холодно-сірий зі ржавими плямами. Мокрий. Супіщаний. Межує з підґрунтовими водами.

Робоче визначення ґрунту: алювіальний лучний високосолончакуватий сильнозасолений глибокарбонатний середній стовпчастий ґрунт.

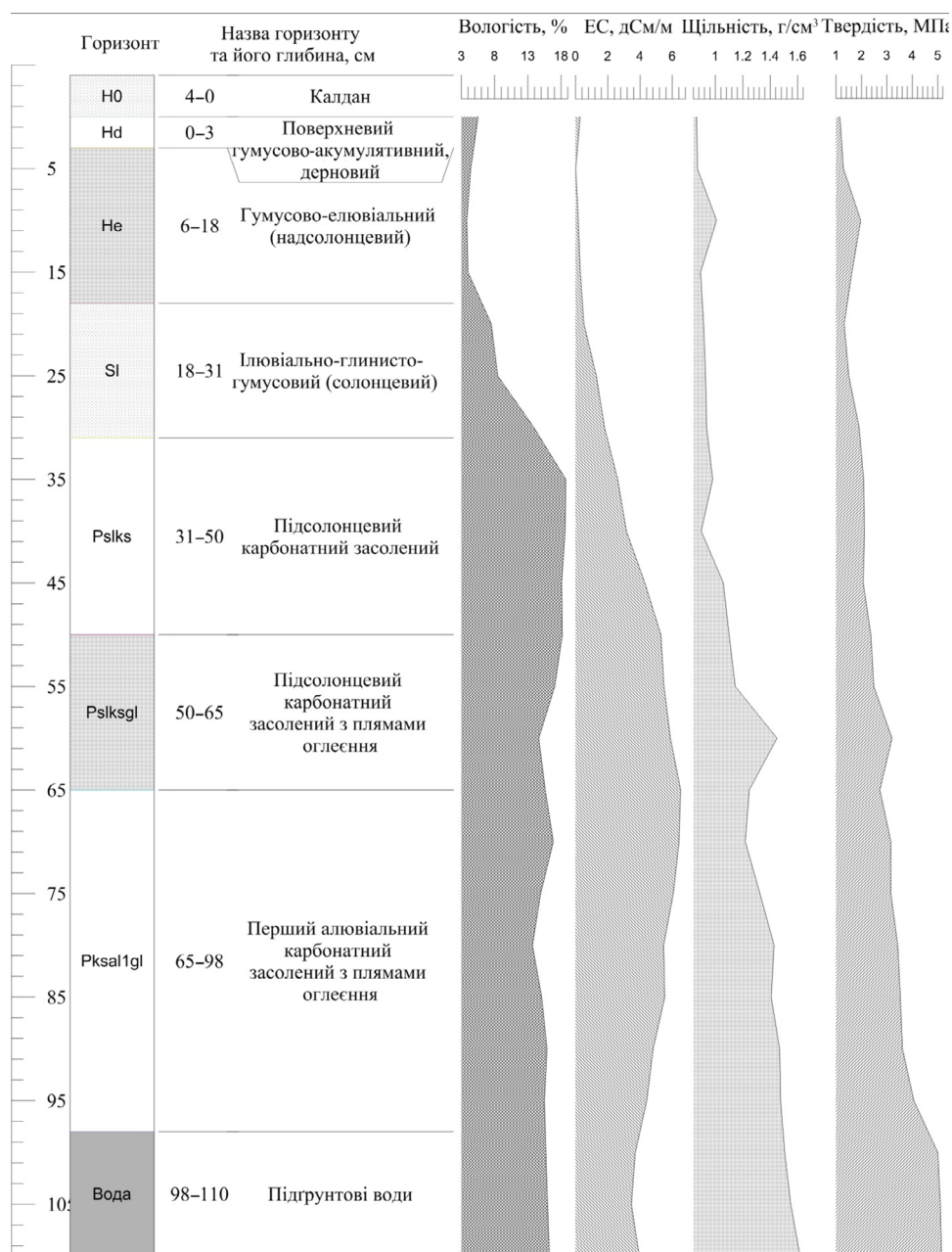


Рис. 4. Профіль алювіального лучного високосолончакуватого сильнозасоленого глибокарбонатного середнього стовпчастого ґрунту

Опис профілю № 3.2. Опис зроблено 18 червня 2017 р. (рис. 5). Заплава р. Проточ, природний заповідник "Дніпровсько-Орільський". Рослинний покрив – вологий лук. Характер поверхні ґрунту відносно рівний килимовий, є калдан та моховий покрив потужністю 2–3 см, проективне покриття – 100%. Ґрунтоутворювальна порода – алювіальний пісок. Розкритий рівень ґрунтових вод – 83 см. Трапляються окремі сліди діяльності ґрунтових безхребетних, які на перемішування горизонтів істотного впливу не виявляють. Відзначено тенденцію до оглеювання у вигляді плям рудого кольору на глибині нижче 68 см. Видимих новоутворень, карбонатних уламків, скупчення солей немає. Складення ґрунту пухке. Генетичний тип профілю – гумусовий диференційований. Скипання з глибини 18 см.

H₀ (4–0 см) – моховий покрив та калдан з проективним покриттям 100%.

Hdsl (0–10 см) – поверхневий перегнійно-дернинний осолонцьований. Чорний, щільно переплетений коренями рослин.

Вологий. Супіщаний. Пухкого складення. Агрегований, розсіпчастий, структура зерниста. Тріщини відсутні. Перехід за кольором, структурою та корененасиченістю поступовий, хвилястий.

Hsl1 (10–18 см) – перший перегнійно-гумусовий осолонцьований. Темно-сірий. Щільний, вологий. Супіщаний. Помірна насиченість коренями. Тріщини відсутні. Структура горіхувата, не підтримується у вологому стані. Перехід поступовий за кольором, складенням та агрегатною структурою.

Hslk2 (18–38 см) – другий перегнійно-гумусовий осолонцьований карбонатний. Темно-сірий до чорного, сирий, щільніший за попередній. Суглинок. Липкий. Структура менш виражена, зерниста. Перехід за кольором поступовий, хвилястий.

HPslkgl (38–68 см) – перехідний карбонатний глейовий. Темно-сірий, поступово світлішає з глибиною, сирий. Щільний, пластичний. Іржаві плями. Супіщаний, тріщин немає. Перехід за кольором поступовий.

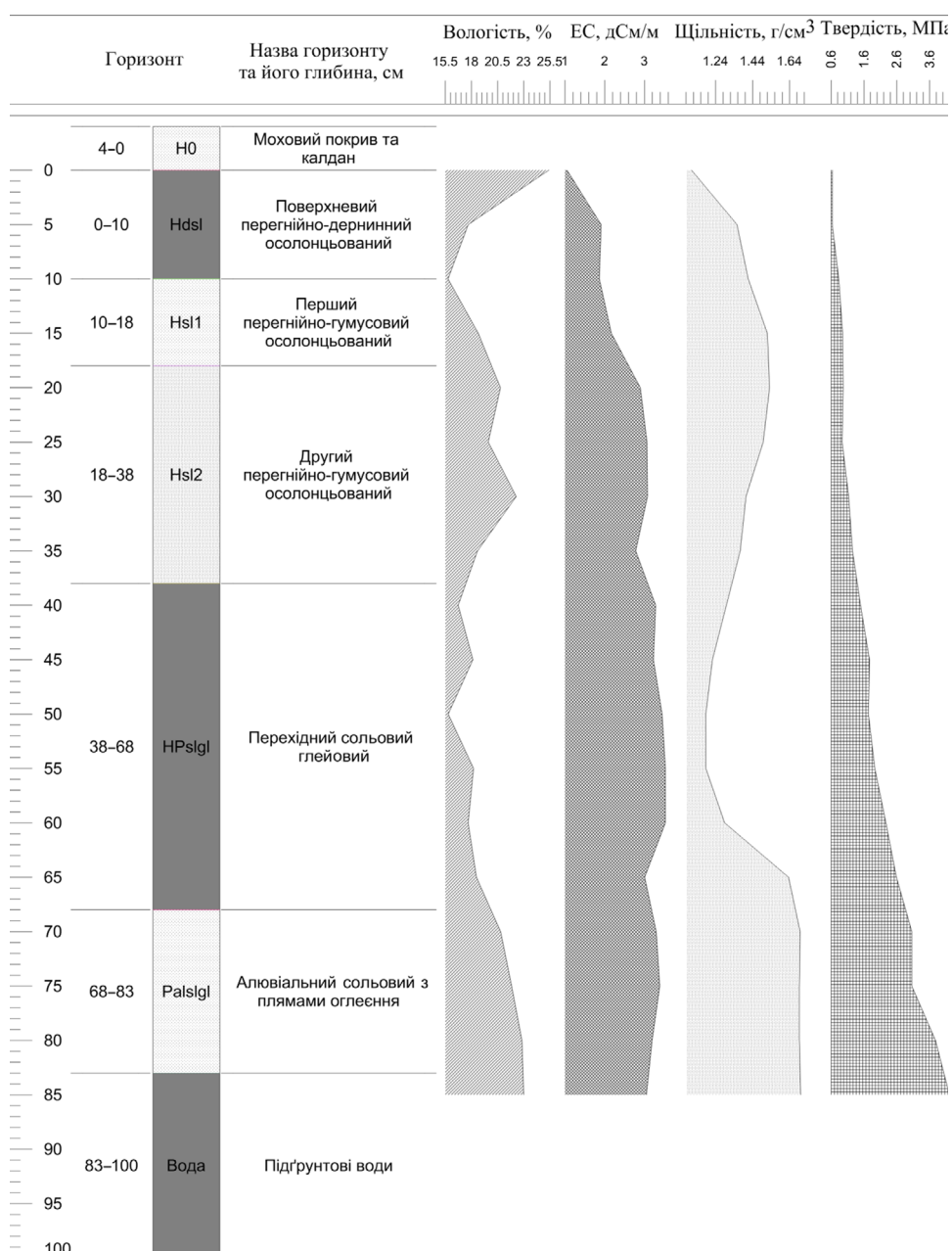


Рис. 5. Профіль алювіального лучно-болотного поверхнево-солонцьоватого ґрунту

Palslgl (68–83 см) – алювіальний солевий карбонатний з плямами оглеєння. Темно-сірий, з ржавими плямами. Суглинковий. Мокрий. Суглинковий. Межує з підґрунтовими водами.

Робоче визначення ґрунту: алювіальний лучно-болотний поверхнево-солонцюватий ґрунт.

Полігон № 4

Розріз 4.1. Опис профілю зроблено 10 жовтня 2017 р., біогеоценоз біля депресії рельєфу, яке упирається в заплаву р. Проточ, природний заповідник "Дніпровсько-Орільський" (рис. 6). Рослинний покрив – болотна рослинність, проективне покриття – 100 %. Характер поверхні ґрунту відносно рівний килимовий, на поверхні залишки мертвих рослин 0,5 см висотою, проективне покриття – 15–20%. Ґрунтоутворювальна порода – пісок борової тераси. Розкритий рівень ґрунтових вод – 140 см, які піднялися до рівня 135 см. Трапляються окремі сліди діяльності ґрунтових безхребетних, які на перемішування горизонтів істотного впливу не виявляють. Відзначено тенденцію до оглеювання у

виділі плям рудого кольору на глибині нижче 68 см. Видимих новоутворень, карбонатних уламків, скупчення солей немає. Складення ґрунту пухке або щільне до злитого. Генетичний тип профілю – гумусовий диференційований. Скипає з поверхні.

H₀ (0,5–0 см) – залишки мертвих рослин, проективне покриття – 15–20%.

Hdk (0–17 см) – поверхневий перегнійно-дернинний карбонатний. Чорний з вкрапленнями піщаних часток, щільно переплетений коренями рослин. Зустрічаються черепашки водних молюсків. Значно зоотрасформований. Свіжий. Супісок. Структура пилувато-зерниста, крихка, намисто по коренях рослин. Пухкого складення. Тріщини відсутні. Перехід за кольором, структурою та корененасиченістю чіткий, хвилястий.

Hslk (17–75 см) – перегнійно-гумусовий солевий карбонатний. Темно-сірий з вкрапленнями піщаних часток. Щільний, вологий. Суглинок. Корені куців. Тріщини відсутні. Безструктурний, у вологому стані – в'язкий. Перехід поступовий за кольором.

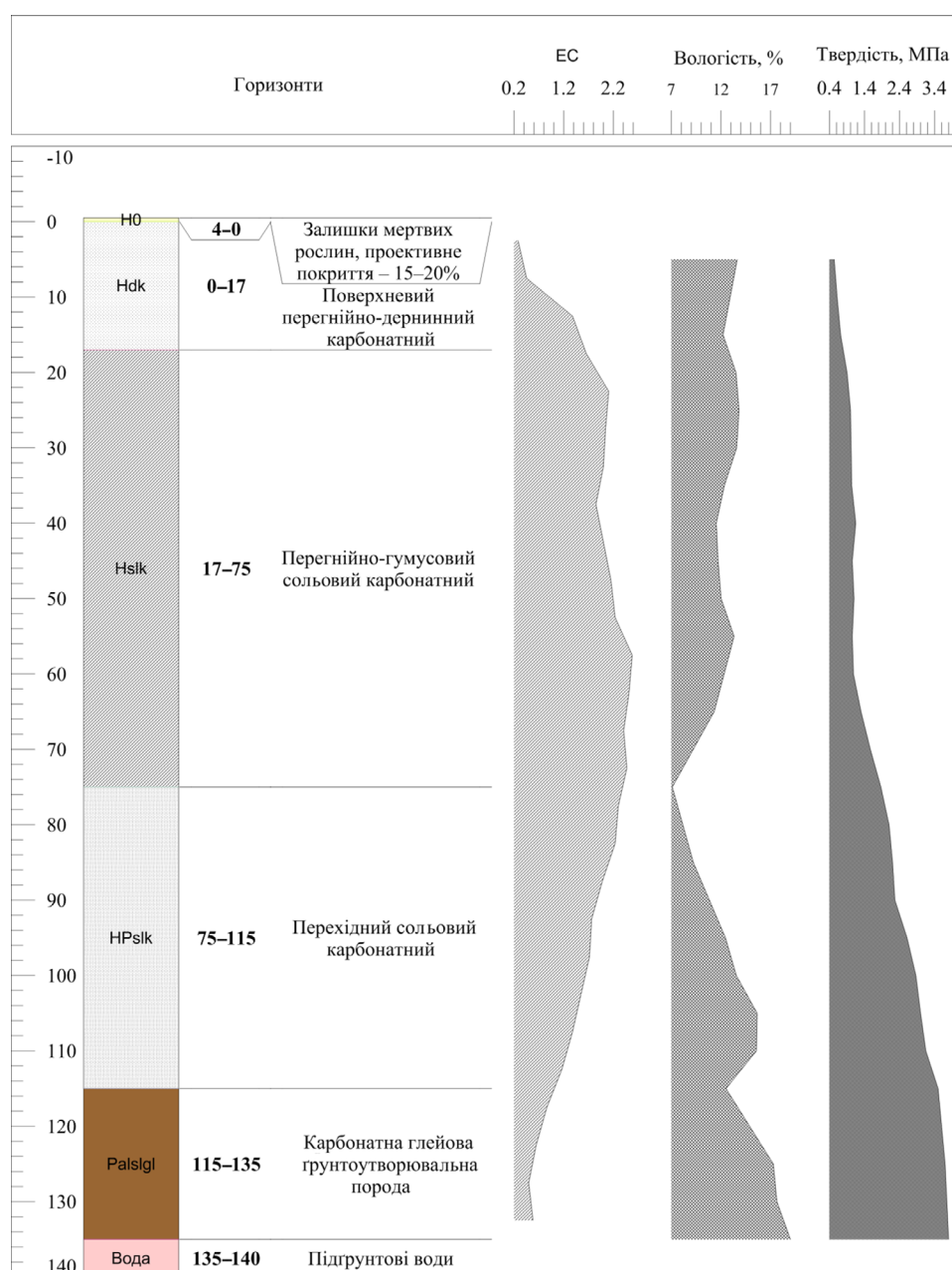


Рис. 6. Профіль алювіального лучно-болотного суглинного карбонатного ґрунту

HPsk (75–115 см) – перехідний сольовий карбонатний. Світло-сірий, поступово світлішає з глибиною, вологий. Щільний, пластичний. Супіщений, тріщин немає. Перехід за кольором та механічним складом поступовий. На межі з наступним горизонтом розташовані плями гумусованого матеріалу в діаметрі 13–14 см, вірогідно корені деревних рослин, що розклалися.

PkGI (115–135 см) – карбонатна глейова ґрунтоутворювальна порода. Сизий крупнозернистий зв'язний пісок з іржавими плямами. Вологий. Пухкий. Межує з підґрунтовими водами.

Робоче визначення ґрунту: алювіальний лучно-болотний суглинистий карбонатний ґрунт.

Розріз 4.2. Опис профілю зроблено 26 вересня 2017 р., біогеоценоз біля депресії рельєфу, яке упирається в заплаву р. Проточ, природний заповідник "Дніпровсько-Орільський" (рис. 7). Розріз знаходиться на відносному піднятті рельєфу поблизу болота. Рослинність – в'язова діброва. Характер поверхні

ґрунту відносно рівний килимовий, є лісова підстилка з листя, що не розклалося, потужністю 1–2 см, проективне покриття – 80–90%. Листкові пластинки опалого листя, яке добре розкладене, підстилка однорідна, добре відокремлюється від ґрунту. Травостій має проективне вкриття 20%, кропива, подекуди куртинки злаків. Ґрунтоутворювальна порода – еолові наноси піску. Розкритий рівень ґрунтових вод з глибини 200 см. Великих позагоризонтних тріщин не спостерігається. Зустрічаються окремі сліди діяльності ґрунтових безхребетних, які на перемішування горизонтів здійснюють вплив у дерновому горизонті. Ознаки оглеювання з глибини 121 см. Видимих новоутворень, карбонатних уламків, скупчення солей немає. Складення ґрунту варіює від пухкого до щільного. Генетичний тип профілю – гумусовий диференційований. Скипання з поверхні ґрунту.

H₀ (2–0 см) – лісова підстилка з проективним покриттям 80–90%.
H_{0k} (0–10 см) – поверхневий гумусово-аккумулятивний дерновий карбонатний горизонт. Темно-сірий. Сухий. Зв'язаний

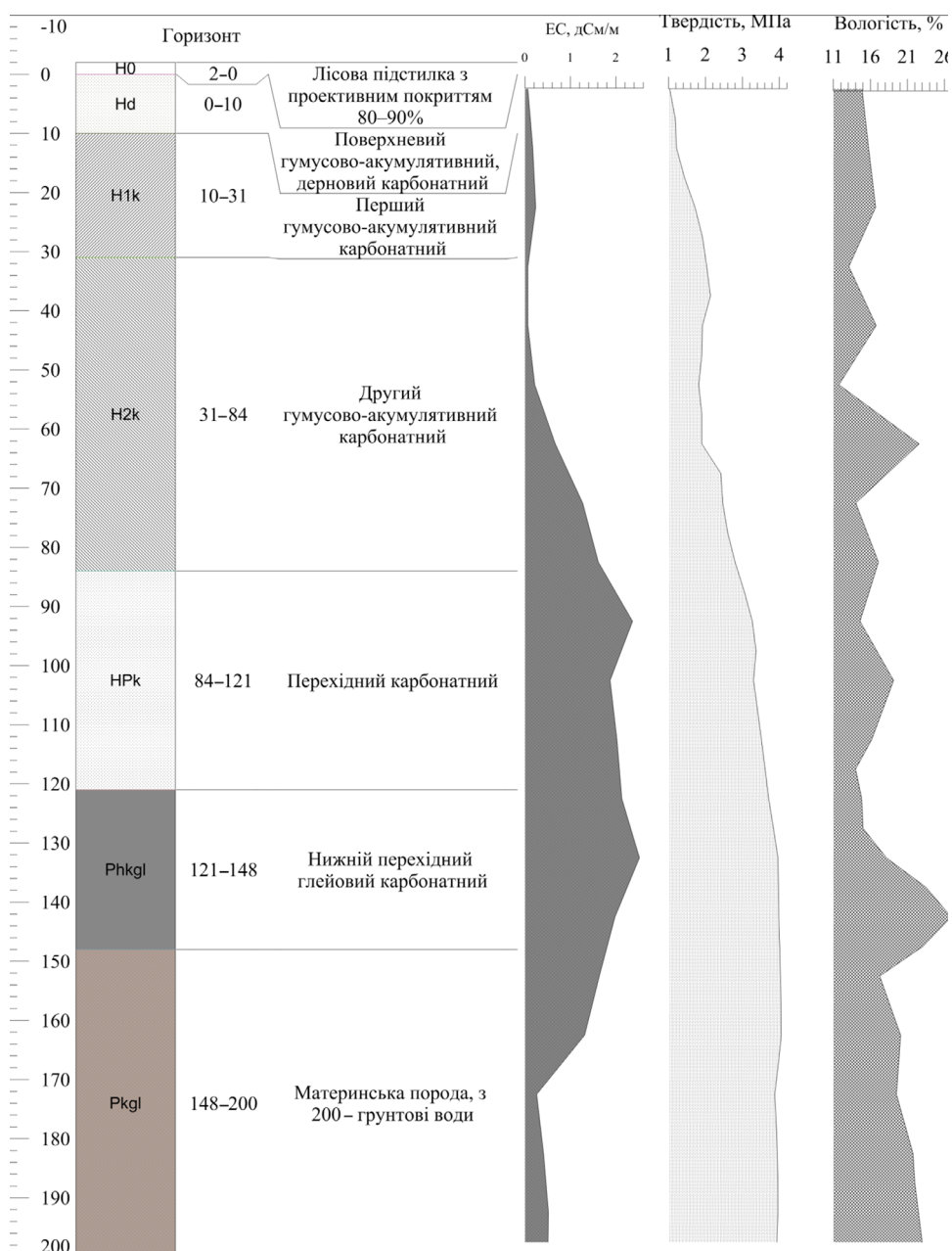


Рис. 7. Профіль дерново-лісового чорноземоподібного глибокого глибокоглейового карбонатного поверхнево-засоленого ґрунту

супісок. Пухкого складення, щільно переплетений кореневими системами трав'янистих рослин. Дуже слабоагрегований, пилувато-зерниста структура, агрегати нестійкі, розсипаються. Тріщин немає. Деяка переритість тваринами. Перехід різкий, за складенням та майже повним зникненням коренів трав'янистих рослин горизонтальний, горизонти легко відокремлюються.

H_{1k} (10–31 см) – перший гумусово-аккумулятивний карбонатний горизонт. Темно-сірий. Свіжий. Зв'язаний супісок. Розсипчастий. Окремі корені кущів. Структура відсутня. Перехід різкий за складенням.

H_{2k} (31–84 см) – другий гумусово-аккумулятивний карбонатний горизонт. Сірий. Свіжий. Зв'язаний супісок. Щільний до злитого складення. Структура відсутня. Корені деревних рослин. Вертикальні ходи дощових черв'яків. Перехід за кольором хвилястий.

HP_k (84–121 см) – перехідний карбонатний засолений горизонт. На сірому фоні темно-сірі та чорні плями неправильної форми від залишків коріння деревних рослин, що розклалися.

Зв'язаний пісок. Свіжий. Щільний. Коренів немає. Тріщин немає. Сирий. Перехід за кольором поступовий та нечіткий шириною 2–3 см.

Ph_{kg1} (121–148 см) – нижній перехідний глеюватий карбонатний засолений горизонт. Сірі тони зі сизим тоном, а також темно-сірі плями неправильної форми. Вологий. Щільний. Перехід різкий за кольором та механічним складом.

P_{kg1} (148–200 см) – материнська глейова порода. Інтенсивно сизий з рудими плямами, вогкий. Пухкий. Сирий. Вертикальні плями з гумусованим матеріалом, вірогідно сліди розкладених коренів рослин. Зі 200 см починаються ґрунтові води.

Робоче визначення ґрунту: дерново-лісовий чорноземоподібний глибокий глибоко-глеювий карбонатний поверхнево-засолений ґрунт.

Полігон № 5

Опис профілю зроблено 11 вересня 2017 р. Балка Орлова, природний заповідник "Дніпровсько-Орільський" (рис. 8). Ха-

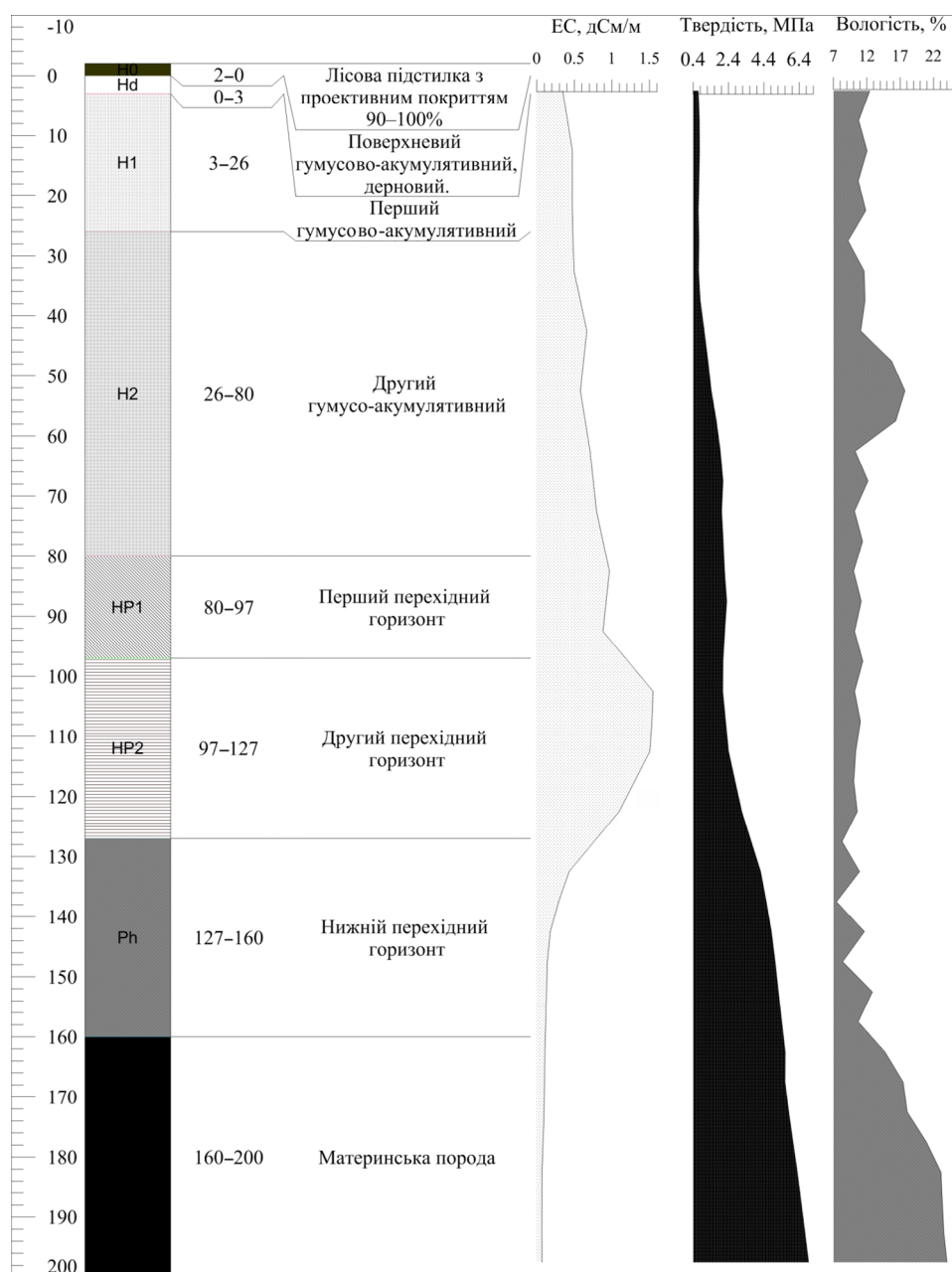


Рис. 8. Профіль дерново-лісового чорноземоподібного глибокого глибококарбонатного ґрунту

раक्टर поверхні ґрунту відносно рівний килимовий, є лісова підстилка з листя, що не розклалося, потужністю 2–3 см, проєктивне покриття – 90–100%. Листкові пластинки опалого листя добре розкладені, нижній шар підстилки – труха. Травостій має проєктивне вкриття 15–20 %, кропива, подекуди куртинки злаків. Ґрунтоутворююча порода – еолові наноси піску. Розкритий рівень ґрунтових вод не встановлений. Глибина коренів деревних порід і чагарників до 200 см. Великих позагоризонтних тріщин не спостерігається. Трапляються окремі сліди діяльності ґрунтових безхребетних, які на перемішування горизонтів істотно не впливають. Ознак до оглеювання не встановлено. Видимих новоутворень, карбонатних уламків, скупчення солей немає. Складення ґрунту щільне. Генетичний тип профілю – гумусовий диференційований. Енергійне скипання з глибини 127 см.

H₀ (2–0 см) – лісова підстилка з проєктивним покриттям 90–100%.

H_d (0–3 см) – поверхневий гумусово-акумулятивний, дерновий. Чорнувато-сірого кольору. Сухий. Важкий супісок. Пухкого складення, помірно- або слабопереплетений кореневими системами трав'янистих рослин. Дуже слабоагрегований, зернисто-пилувата структура, превалюють агрегати 0,5 мм. Тріщин немає. Деяка переритість тваринами. Перехід різкий, за складенням та кольором горизонтальний.

H₁ (3–26 см) – перший гумусово-акумулятивний. Темно-сірий. Свіжий. Важкий супісок. Щільний. Окремі корені кущів. Структура відсутня. Перехід різкий за складенням та кольором.

H₂ (26–80 см) – другий гумусово-акумулятивний. Світліший за попередній горизонт, з палевим відтінком, який збільшується з глибиною. Свіжий. Більш легкий супісок. Щільний до злитого складення. Структура відсутня. Корені кущів. Спостерігаються фрагментарні включення піску жовтого кольору. Перехід за кольором поступовий.

HP₁ (80–97 см) – перший перехідний горизонт. На сірому фоні жовтувато-палеві або темно-сірі плями овальної форми вертикально орієнтовані шириною 1–2 см та 7–12 см висотою. Свіжий. Щільно злитий. Коренів немає. Супісок. Тріщин немає. Свіжий, неструктурований. Перехід за кольором поступовий та нечіткий шириною 2–3 см.

HP₂ (97–127 см) – другий перехідний горизонт. Світло-палевий фон з вертикальними овальними плямами гумусованого матеріалу. Ширина 1 см, висота – 3–4. Також окремі плями округло-неправильної форми діаметром 7–8 см, вірогідно нори ґрунторийних ссавців, заповнені гумусованим матеріалом. Складення щільне, злите. Супісок. Свіжий. Перехід поступовий за кольором та механічним складом.

Ph_k (127–160 см) – нижній перехідний карбонатний горизонт. Світло-сірий з темними плямами гумусованого матеріалу. Білозірка на глибині 130–140 см. Більш легкий, з'являється великозернистий пісок. Свіжий. Щільний. Перехід різкий за кольором та механічним складом.

P_k (160–200 см) – материнська порода. Палево-сірий крупнозернистий пісок. Вологий, пухкий. Вертикальні плями з гумусованим матеріалом, вірогідно сліди розкладених коренів рослин. Шириною 1 см, висотою – 15–20 см, 2–3 плями на 10 см у горизонтальному напрямку.

Робоче визначення ґрунту: дерново-лісовий чорноземоподібний глибокий глибококарбонатний ґрунт.

Обговорення

Фітоіндикаційне оцінювання вказує на те, що найбільш типові умови зволоження в межах дослідженої катени відповідають лучно-степовому / сухолісолучному режиму. Умови зволоження варіюють від сухостепоного до болотно-лісолучного режимів (Zhukov et al., 2016). Для більшості досліджених ґрунтів ґрунтове зволоження відіграє суттєву роль у водному режимі. Ґрунтові води знаходилися на глибині, яка перевищує

глибину розрізу в чорноземоподібному боровому (ПП 2) та в дерново-лісових чорноземоподібних ґрунтах (4.2 та 5, відповідно). В інших типах ґрунтів рівень води становив: 155 см – у дерново-лісовому чорноземоподібному (ПП 1); 98 см – в алювіальному лучному (ПП 3.1); 83 см – в алювіальному лучно-болотному (ПП 3.2) та 135 см в алювіальному лучно-болотному ґрунті (ПП 4.1).

Умови сольового режиму дозволяють віднести ґрунти досліджуваної катени до категорії небагатих ґрунтів. Цей режим змінюється від бідних до багатих / слабозасолених ґрунтів (Zhukov et al., 2016). Для чорноземоподібного борового ґрунту характерний широкий діапазон мінливості сольового режиму, тоді як для алювіальних лучно-болотних ґрунтів – широкий діапазон мінливості умов вологості. Найбільш сприятливі умови для мезотрофної групи рослин формуються в алювіальному лучному ґрунті та в дерново-лісових чорноземоподібних ґрунтах, а для семіоліготрофної – у дерново-лісовому чорноземоподібному глибококарбонатному глеюватому ґрунті. Лісові біогеоценози в межах катени характеризуються подібністю умов водного режиму. В них сприятливі умови для субсерофітних-мезофітних видів рослин.

Екотопи піщаного ступу в досліджуваній катени характеризуються найвищою мінливістю умов зволоження. У межах даного біогеоценозу формуються умови, сприятливі для гідроконтрастофілів, характерні для сухих степових екотопів, які утворюються за умов надзвичайно нерівномірного зволоження кореневмісного шару ґрунту й дуже незначного його промочування опадами або талими водами. У протилежній ділянці градієнта умов мінливості зволоження знаходиться екотоп в'язо-осокірнику з розхідником. У цьому екотопі перевагу мають гідроконтрастофоби. Вони характерні для сирих або вологих лісолучних біогеоценозів з рівномірним стійким зволоженням.

Найбільш типовий кислотний режим у межах катени можна оцінити як характерний для слабокислих / нейтральних ґрунтів. Він варіює від кислих / слабокислих ґрунтів до слаболужних ґрунтів (рН = 7,2–8,0), але в 95% випадків знаходиться в межах від кислих / слабокислих ґрунтів до слабокислих / нейтральних ґрунтів.

За фітоіндикаційною оцінкою (Zhukov et al., 2016) уміст карбонатів у ґрунтах катени варіює від рівня, сприятливого для карбонатофобів, до рівня, сприятливого для гемікарбонатофілів. Найбільш типовими для вивченої катени є акарбонатофіли. Рослини цієї екологічної групи живуть у нейтральних екотопах і витримують незначний вміст карбонатів у ґрунті. Найнижчим рівнем карбонатів характеризується алювіальний лучно-болотний ґрунт, а найнижчим – алювіальний лучний високосолончакуватий. У чорноземоподібному боровому ґрунті скипання від обробки HCl не встановлено. Глибина скипання від обробки 10%-вим розчином HCl становить 64 см в дерново-лісовому чорноземоподібному ґрунті (ПП 1); 31 см – в алювіальному лучному глибококарбонатному ґрунті (ПП 3.1); 18 см – в алювіальному лучно-болотному ґрунті (ПП 3.2) або з поверхні (ПП 4.1). З поверхні також скипає дерново-лісовий чорноземоподібний ґрунт (ПП 4.2). У свою чергу дерново-лісовий чорноземоподібний глибококарбонатний ґрунт (ПП 5) скипає з глибини 127 см.

Важливим аспектом трофності едафотопу є вміст засвоюваних форм азоту. Найбільш типовими для катени є екотопи, в яких умови сприятливі для нітрофілів, які виростають на досить забезпечених мінеральним азотом ґрунтах. Умови азотного живлення варіюють від сприятливих для анітрофілів до сприятливих для гіпернітрофілів. Найнижчий рівень азотного живлення встановлений для піщаного ступу (чорноземоподібний боровий ґрунт), а найвищий – для лісових біогеоценозів (дерново-лісові чорноземоподібні ґрунти ПП1, ПП5).

Аерація – показник, який відбиває роль забезпечення ґрунту повітрям і роль цього фактора в протіканні хімічних процесів (окиснювання / відновлення), у формуванні складу та

розвитку ґрунтової мікрофлори й може лімітувати поширення багатьох видів рослин (Diduh, 2011). Найбільш типовими для вивченої катени є субаерофіли, які займають чимало аеровані ґрунти в умовах незначного або помірного промочування кореневмісного шару ґрунту опадами або талими водами. Умови аерації ґрунту в межах катени варіюють у межах від сприятливих для гіпераерофілів до сприятливих – для субаерофобів. Значно погіршеними умовами аерації відрізняється болотний біогеоценоз. У ньому формуються умови, сприятливі для субаерофобів-аерофобів. Так, аерофоби виростають на вологих оглеєних ґрунтах з максимальним капілярним зволоженням кореневмісного шару. Чорноземоподібний боровий ґрунт, алювіальний лучний ґрунт та дерново-лісовий чорноземоподібний ґрунт здебільшого сприятливі для субаерофілів. Дерново-лісові чорноземоподібні глибококарбонатні ґрунти в лісовому біогеоценозі балки Орлова займають проміжне положення між болотними та іншими біогеоценозами і сприятливі для геміаерофобів.

References

- Aitchison, J. (1986). The statistical analysis of compositional data. Chapman and Hall, London. doi: [10.1007/978-94-009-4109-0](https://doi.org/10.1007/978-94-009-4109-0).
- Ammer, S., Weber, K., Abs, C., Ammer, C., & Prietzel, J. (2006). Factors influencing the distribution and abundance of earthworm communities in pure and converted Scots pine stands. *Appl. Soil Ecol.*, 33(1), 10–21. doi: [10.1016/j.apsoil.2005.09.005](https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2005.09.005).
- Bahnov, V. K., Gamsikov, G. P., & Ilin, V. B. (1988). Methodological and methodic aspects of the pedology. Novosibirsk (in Russian).
- Belgard, A. L. (1950). Forest vegetation of South–East part of the USSR. Kiev State University, Kiev (in Russian).
- Belgard, A. L. (1971). Steppe Forestry. Forest Industry, Moscow (in Russian).
- Bushnell, T. M. (1943). Some aspects of the soil catena concept. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 7(C), 466–476. doi: [10.2136/sssaj1943.036159950007000c0079x](https://doi.org/10.2136/sssaj1943.036159950007000c0079x).
- Butler, A., Bierman, S., & Marion, G. (2005). Statistical methods for environmental risk assessment. Compositional data module. Biomathematics and Statistics Scotland, The University of Edinburgh, James Clerk Maxwell Building, The King's Buildings, Edinburgh EH9 3JZ. Retrieved from <http://www.bioss.ac.uk/staff.html>.
- Buzuk, G. N., & Sozinov, O. V. (2009). Regression analysis in the bioindication. *Botany. Pravo i ekonomika*, Minsk (in Russian).
- Diduh, Y. P. (2008). Etudes of the phytocology. Apistey, Kyiv (in Ukrainian).
- Diduh, Y. P. (2012). The principles of the bioindication. Naukova dumka, Kyiv (in Ukrainian).
- Diduh, Y. P. (2011). The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication. Phytosociocentre, Kyiv (in Ukrainian).
- Diduh, Y. P., Chusova, O. O., Olshevska, I. A., & Polishchuk, Y. V. (2015). River valleys as the object of ecological and geobotanical research. *Ukr. Bot. J.*, 72(5), 415–430. doi: [10.15407/ukrbotj72.05.415](https://doi.org/10.15407/ukrbotj72.05.415).
- Fridland, V. M. (1972). Structure of the soil cover. Misl, Moscow (in Russian).
- Gennadiev, A. N., & Kasimov, N. S. (2004). Lateral migration of the substances and soil and geochemical catenas. *Soil Science*, 12, 1447–1461 (in Russian).
- Gerard, A. G. (1984). Soils of forms of relief. Nedra, Leningrad (in Russian).
- Hole, F. D. (1953). Suggested terminology for describing soils as three-dimensional bodies. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 131–135. doi: [10.2136/sssaj1953.03615995001700020012x](https://doi.org/10.2136/sssaj1953.03615995001700020012x).
- Kaprus, I. Y. (2011). Comparative analysis of the Collembola faunas within Ukraine territory. *Studia Biologica*, 5(3), 135–154 (in Ukrainian).
- Karavaeva, N. A. (1982). Waterlogging and soil evolution. Nauka, Moscow (in Russian).
- Katenin, A. E. (1988). The classification of the uneven territory units of the plant cover as an example tundra vegetation. *Botanical Journal*, 73(2), 186–197.
- Kholod, S. S. (1991). Classification phytocatenas slopes. *Botanical Journal*, 76(9), 1239–1249.
- Konstantinov, A. P. (1968). Evaporation in the nature. Gidrometoeisdat, Leningrad (in Russian).
- Kozlovsky, F. I. (2003). Theory and methods of the soil cover investigation. GEOS, Moscow (in Russian).
- Legendre, P., & Gallagher, E. D. (2001). Ecologically meaningful transformations for ordination of species. *Oecologia*, 129(2), 271–280. doi: [10.1007/s004420100716](https://doi.org/10.1007/s004420100716).
- Marcon, E., & Herault, B. (2015). Entropart: An R Package to Measure and Partition Diversity. *Journal of Statistical Software*, 67(8), 1–26. doi: [10.18637/jss.v067.i08](https://doi.org/10.18637/jss.v067.i08).
- Mazey, Y. A., & Embulaeva, E. A. (2015). Soil testacea community changes along catenas in foreststeppe zone. University proceedings. Volga region. *Natural Science. Ecology*, 1(9), 98–114 (in Russian).
- Milne, G. (1935). Some suggested units for classification and mapping, particularly for East African soils. *Soil Research*, 183–198.
- Mordkovich, V. G. (1977). Zoological diagnostics of the soil in foreststeppe and steppe zones of the Siberia. Nauka, Novosibirsk (in Russian).
- Mordkovich, V. G. (2013). Zoological diagnostic of the soils: imperatives, function and place in the soil science and pedology. *Journal of General Biology*, 73, 6, 463–471 (in Russian).
- Mordkovich, V. G., Shatohina, N. G., & Titlanova, A. A. (1985). Steppe catenas. Nauka, Novosibirsk (in Russian).
- Polupan, M., I., & Velichko, V. A. (2014). Nomenklatura ta diahnozyka ekolo-henetychnoho statusu gruntiv Ukrainy dlia yikhnoho velukomasshtabnoho doslidzhennia [Nomenclature and diagnosis of ecological and genetic status of soils of Ukraine for their fine-scale investigation]. *Agricultural Science*, Kiev.
- Polupan, N. I., Nosko, B. S. (1981). Polevoy opredelitel pochv [Field identification of soils]. *Urozhay*, Kyiv (in Russian).
- Romanovsky, M. G. (2002). Productivity, stability and biological diversity of plateau forests of the European Russia. MGUL, Moscow (in Russian).
- Rozanov, B. G. (2004). Soil morphology. Academic Project, Moscow (in Russian).
- Urusevskaya, I. S. (1990). Soil catenas of the Non-Black Soil Zone of the RSFSR. *Soil Science*, 9, 12–26 (in Russian).
- Yaalon, D. H. (1971). Soil-Forming Processes in Time and Space. Paleopedology: Origin, Nature and Dating of Paleosols. Israel University Press, Jerusalem, Israel, 29–39.
- Zaugolnova, L. B. (2001). Characteristic of the forest phytocatenas in subzone of the coniferous-broadleaves forests. *Bulletin of Moscow Society of Naturalists*, 106(5), 43–51 (in Russian).
- Zaugolnova, L. B. (2010). Spatial structure of the biogeocoenotic soil cover. L. B. Zaugolnova, & T. J. Braslavskaja (Eds.), *Methodical approaches for ecological assessment of the forest cover in small river basin (10–19)*. KMK Scientific Press, Moscow (in Russian).
- Zhukov, A. V., Kunakh, O. N., Novikova, V. A., & Ganzha, D. S. (2016). Phytindication estimation of soil mesopedobionts communities catenas and their ecomorphic organization. *Biological Bulletin of Bogdan Chmelniyskiy Melitopol State Pedagogical University*, 6(3), 91–117 (in Russian). doi: [10.15421/201676](https://doi.org/10.15421/201676).