

ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ім. О. ГОНЧАРА

ТОВ «АГЕНТСТВО «ТЕЛЕПРЕСІНФОРМ»

ЗА ПІДТРИМКИ:
НАУКОВОЇ РАДИ З ПРОБЛЕМ ҐРУНТОЗНАВСТВА НАН УКРАЇНИ
КОРДОБСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ (ІСПАНІЯ)
НАУКОВО-НАВЧАЛЬНОГО ЦЕНТРУ ДНУ ім. О. ГОНЧАРА –
ПРИСАМАРСЬКОГО БІОСФЕРНОГО СТАЦІОНАРУ ім. О. Л. БЕЛЬГАРДА

ҐРУНТОЗНАВСТВО

SOIL SCIENCE

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

Том 13

№ 3–4 (21)

Науковий журнал
Заснований у 2001 році

веб-сторінка:
www.ussj.cv.ua

Київ – Дніпропетровськ
2012

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Чл.-кор. НАНУ, д-р біол. наук **А. П. Травлєєв** (голов. редактор); акад. УЕАН, д-р біол. наук **Jose Manuel Recio Espejo** (заст. голов. редактора, Іспанія); акад. НАНУ, д-р біол. наук **К. М. Ситник** (заст. голов. редактора); акад. НАНУ, д-р біол. наук **В. Г. Радченко** (заст. голов. редактора); д-р біол. наук **Л. О. Карпачевський** (наук. редактор, Росія); д-р біол. наук **А. В. Боговін** (наук. редактор); канд. іст. наук **В. М. Петренко** (наук. редактор); канд. біол. наук **В. А. Горбань** (відп. секретар); акад. НААНУ, д-р с.-г. наук **С. А. Балюк**; д-р біол. наук **Н. А. Білова**; д-р біол. наук **Ю. І. Грицан**; акад. НАНУ, д-р біол. наук **Д. М. Гродзинський**; д-р біол. наук **Гу Сіюй** (Китай); акад. РАН, д-р біол. наук **Г. В. Добровольський**; д-р біол. наук **О. В. Жуков**; чл.-кор. НАПНУ, д-р техн. наук **М. В. Загірняк**; д-р біол. наук **Н. В. Заїменко**; д-р біол. наук **В. М. Зверковський**; д-р с.-г. наук **В. І. Канівець**; канд. біол. наук **І. В. Ковда** (Росія); акад. УЕАН **П. І. Ломакін**; д-р біол. наук **І. А. Мальцева**; акад. НАНУ, д-р біол. наук **Д. О. Мельничук**; д-р біол. наук **О. В. Міхєєв**; д-р біол. наук **Л. П. Мицик**; акад. НАНУ, д-р біол. наук **В. В. Моргун**; канд. біол. наук **В. А. Нікорич**; д-р біол. наук **В. В. Никіфоров**; д-р біол. наук **М. Є. Опанасенко**; д-р біол. наук **В. І. Парпан**; д-р біол. наук **О. Є. Пахомов**; д-р геогр. наук **С. П. Позняк**; д-р фіз.-мат. наук **М. В. Поляков**; акад. УЕАН, д-р біол. наук **Д. Г. Рей** (Індія); канд. біол. наук **М. С. Розанова** (Росія); д-р техн. наук **О. В. Січевий**; д-р біол. наук **С. Скіба** (Польща); акад. НАНУ, акад. НААНУ, д-р с.-г. наук **О. О. Созінов**; канд. техн. наук **В. С. Стогній**; д-р с.-г. наук **Д. Г. Тихоненко**; д-р біол. наук **І. Х. Узбек**; д-р біол. наук **Н. М. Цвєткова**; канд. фіз.-мат. наук **В. С. Чернишенко**; д-р біол. наук **С. В. Чернишенко** (Німеччина); д-р геогр. наук **М. К. Чертко** (Білорусь); д-р с.-г. наук **С. Г. Чорний**; чл.-кор. НАНУ, д-р біол. наук **В. В. Швартау**; акад. НАНУ, д-р біол. наук **Ю. Р. Шеляг-Сосонко**; чл.-кор. РАН, д-р біол. наук **С. О. Шоба** (Росія); канд. біол. наук **М. В. Шпак**.

EDITORIAL BOARD:

S. A. Balyuk; N. A. Bilova; A. V. Bogovin (Associate Editor); S. V. Chernyshenko; V. S. Chernyshenko; M. K. Chartko; S. G. Chorny; V. A. Gorban (Managing Editor); Yu. I. Gritsan; D. M. Grodzinsky; G. V. Dobrovolsky; Jose Manuel Recio Espejo (Associate Editor); V. I. Kanivets; L. O. Karpachevsky (Associate Editor); I. V. Kovda; P. I. Lomakin; I. A. Mal'tseva; D. O. Mel'nychuk; A. V. Mikheyev; V. V. Morgun; L. P. Mytsyk; V. A. Nykorych; V. V. Nykyforov; M. J. Opanasenko; A. E. Pakhomov; V. I. Parpan; V. M. Petrenko; M. V. Polyakov; S. P. Poznyak; V. G. Radchenko; J. G. Ray; M. S. Rozanova; Yu. R. Shehyag-Sosonko; S. O. Shoba; M. V. Shpak; V. V. Shvartau; A. V. Sichevoy; Gu Siyu; S. Skiba; O. O. Sozynov; V. S. Stogniy; K. M. Sytnik (Associate Editor); D. G. Tikhonenko; A. P. Travleyev (Editor-in-Chief); N. N. Tsvetkova; I. Kh. Uzbek; M. V. Zagrynyak; N. V. Zaymenko; V. M. Zverkovsky; A. V. Zukov.

*Рекомендовано до друку Вченою радою
Дніпропетровського національного університету ім. О. Гончара*

Адреса редколлегии: Асоціація засобів масової інформації України, вул. Івана Кудрі, 26, м. Київ, Україна; Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара, просп. Гагаріна, 72, 49010, м. Дніпропетровськ, Україна. *Телефони:* (056) 792–78–82, (0562) 76–83–81. *Web-сторінка:* www.ussj.cv.ua. *E-mail:* ecologgrunt@yahoo.com

© Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара, 2012
© ТОВ «Агентство «Телепресінформ», 2012

З М І С Т

<i>Травлєєв А. П., Білова Н. А.</i> До 110 річниці народження Олександра Люціановича Бельгарда – автора нової науки «Степове лісознавство», засновника Комплексної експедиції з дослідження лісів степової зони та Присамарського біосферного біогеоценологічного стаціонару – науково-навчального центру Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара	5
<i>Боговин А. В.</i> Из воспоминаний учеников о профессоре А. Л. Бельгарде	18

КЛАСТЕРНА ПРОГРАМА «РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТІВ»

<i>Чорний С. Г., Видинівська О. В.</i> Трансформація макроструктури чорнозему південного при застосуванні No-till технології	23
<i>Горбань В. А.</i> Фізико-хімічні властивості еолових відкладів та едафотопів лісових культурбіогеоценозів Асканії-Нова	32

МІКРОМОРФОЛОГІЯ ҐРУНТІВ

<i>Nikorych V., Szymanski W., Skiba S., Kryzhanivskiy O.</i> Features of cutans complex in Albeluvisols of the Ukrainian Precarpathians	40
<i>Стрижак О. В.</i> Мікроморфологічні особливості ґрунтів степових біогеоценозів	52

ҐРУНТИ ТЕХНОГЕННИХ ЛАНДШАФТІВ

<i>Kostenko I. V., Opanasenko N. E., Novitsky M. L.</i> Applying of bioassay to the assessment of sulfide mine wastes, substrates and young minesoils toxicity evolution	65
--	----

ҐРУНТОВА ГІДРОЛОГІЯ

<i>Белік О. О., Гриньов В. М., Набівач В. М.</i> Дослідження вмісту неорганічних аніонів у підземних і поверхневих водах методом іоннообмінної хроматографії	78
<i>Котович О. В.</i> Вологообіг у степових біогеоценозах Присамар'я	87

ДИСКУСІЇ

<i>Шанда В. І., Шанда Л. В., Ворошилова Н. В.</i> Принцип невизначеності в біогеоценології	101
---	-----

РЕЦЕНЗІЇ

<i>Травлєєв А. П., Білова Н. А.</i> Цікавий підручник для природознавців	109
--	-----

НАШІ ВТРАТИ

<i>Травлєєв А. П., Белова Н. А., Балюк С. А., Ресіо Еспехо Х. М., Рей Д. Г.</i> <u>Лев Оскарович Карпачевский</u>	113
--	-----

ДО УВАГИ АВТОРІВ	117
-------------------------------	-----

TABLE OF CONTENTS

<i>Travleyev A. P., Bilova N. A.</i> To the 110th anniversary of the birth of Alexander Lyutsianovich Belgard – the author of a new science «Steppe Forestry», the founder of Complex expedition for forest steppe zone research and Prysamarya biospheric biogeocenological station – Research and Training Center of Oles Gonchar Dnipropetrovsk National University	5
<i>Bogovin A. V.</i> Memoirs of pupils about professor A. L. Belgard	18
THE CLUSTER PROGRAM «SOIL FERTILITY»	
<i>Chornyy S. G., Vydynivska O. V.</i> The transformation of chernozem southern macrostructure in the No-till technology implementation	23
<i>Gorban V. A.</i> Physicochemical properties of eolian deposits and forest artificial biogeocenosis edaphotopes of Askania-Nova	32
ECOLOGICAL SOIL MICROMORPHOLOGY	
<i>Nikorych V., Szymanski W., Skiba S., Kryzhanivskiy O.</i> Features of cutans complex in Albeluvisols of the Ukrainian Precarpathians	40
<i>Strizhak O. V.</i> Micromorphological characteristics of soils steppe biogeocenoses	52
SOILS OF ANTHROPOGENIC LANDSCAPES	
<i>Kostenko I. V., Opanasenko N. E., Novitsky M. L.</i> Applying of bioassay to the assessment of sulfide mine wastes, substrates and young minesols toxicity evolution	65
SOIL HYDROLOGY	
<i>Belik O. O., Grinev V. M., Nabivach V. M.</i> Investigation of inorganic anions concentration in underground and surface waters by ion-exchange chromatography	78
<i>Kotovich A. V.</i> Hydrological cycle in steppe biogeocenoses of Prysamarya	87
DISCUSSION	
<i>Shanda V. I., Shanda L. V., Voroshilova N. V.</i> Uncertainty principle in biogeocenology	101
РЕЦЕНЗІЇ	
<i>Travleyev A. P., Bilova N. A.</i> Interesting Textbook for Naturalists	109
OUR LOSS	
<i>Travleyev A. P., Bilova N. A., Baluk S. A., Recio Espejo J. M., Ray J. G.</i> <u>Lev Oskarovich Karpachevskiy</u>	113
TO THE AUTHORS' ATTENTION	118

**ДО 110 РІЧНИЦІ НАРОДЖЕННЯ
ОЛЕКСАНДРА ЛЮЦІАНОВИЧА БЕЛЬГАРДА –
АВТОРА НОВОЇ НАУКИ «СТЕПОВЕ ЛІСОЗНАВСТВО»,
ЗАСНОВНИКА КОМПЛЕКСНОЇ ЕКСПЕДИЦІЇ З ДОСЛІДЖЕННЯ
ЛІСІВ СТЕПОВОЇ ЗОНИ ТА ПРИСАМАРСЬКОГО БІОСФЕРНОГО
БІОГЕОЦЕНОЛОГІЧНОГО СТАЦІОНАРУ –
НАУКОВО-НАВЧАЛЬНОГО ЦЕНТРУ
ДНІПРОПЕТРОВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ІМЕНІ ОЛЕСЯ ГОНЧАРА**



Організатором колективу Комплексної експедиції був на протязі півстоліття незабутній вчитель і славетний докучаєвець Олександр Люціанович Бельгард – учень академіка Г. М. Висоцького, який разом з Докучаєвим працював на півдні України і був учасником докучаєвської експедиції з призначенням в Велико-Анадоль.

Олександр Люціанович Бельгард – рідкісний вчений-педагог, який володів безмірним організаторським талантом, рідкісною чарівливістю, душевною добротою, фундаментальними всебічними знаннями.

Наш вчитель народився 4 жовтня 1902 року в Литві в сім'ї робітника високої кваліфікації недалеко від Вільнюса в містечку Лантверіс.

В 1958 році один із учнів О. Л. Бельгарда (А. П. Травлєєв) мандрував по Литовських лісах і спеціально заїхав на рідну батьківщину свого вчителя О. Л. Бельгарда.

Красиві пейзажі недалеко від Трокаю. Прекрасні чаруючі озера, найкрасивіші ліси та історичні пам'ятки заворожують людину.

На місці оселі сім'ї Бельгардів залишилися лише фундаменти та лісові зарості. За проханням Олександра Люціановича та його сестри Анни Люціанівни (співробітника кафедри) з того місця, де залишилися фундаменти, був відібраний зразок ґрунту, щоб покласти його до майбутньої могили цих двох унікальних людей. Особливий інтерес викликало відвідування колишньої Вільнюсівської гімназії, де навчався Олександр Люціанович. В цій гімназії також навчався видатний актор Василь Іванович Качалов.

Високо кваліфіковане навчання заклало фундамент ораторського та вокального мистецтва, поставленого голосу як в декламації так і при виконанні Олександром Люціановичем арій з опер «Пікова дама», «Євгеній Онегін» та інші. У Олександра Люціановича був левітановський тембр голосу і залізна заворожуюча наукова логіка, при виступах на дискусіях, на лекціях, на конференціях.

Батько Олександра Люціановича рано помер. Сім'я Бельгардів після початку першої світової війни евакуювалася до Дніпропетровська і це місто на Дніпрі стало для вченого другою батьківщиною. До війни брат Олександра Люціановича – архітектор – будував у Дніпропетровську транспортний інститут, а в період блокадного Ленінграду він загинув від холоду, голоду, віддавши всі свої сили на оборону рідного міста.

Олександр Люціанович вільно володів багатьма мовами – англійською, німецькою, польською, французькою. Його старша сестра Ганна Люціанівна була викладачем в школі німецької, російської і англійської мов. Спочатку Олександр Люціанович навчався в Гірничому інституті, але мрія про лісову науку його не покидала. І він приймає рішення перевести на біологічний факультет Дніпропетровського державного університету.

У 1927 р. Олександр Люціанович знайомиться з 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. О. Л. Бельгард разом з Г. М. Висоцьким вибирають місце майбутнього Присамарського стаціонару та знайомиться з Георгієм Антоновичем Поплавським – садівником та лісоводом садиби Родзянко (колишнього голови Державної думи Росії) – та його дружиною Марією Миколаївною.

У 1980 році за ініціативою О. Л. Бельгарда було збудовано нове трьохповерхове приміщення Присамарського стаціонару площею 1400 м² з житловим комплексом, науковими лабораторіями, підсобними приміщеннями.

На території садиби Г. А. Поплавського був створений пункт спостереження, де співробітником, за призначенням Г. М. Висоцького, став О. Л. Бельгард. Так був створений зародок майбутнього біосферного біогеоценологічного стаціонару.

Згідно угоди, яка збереглася в архівах університету, своє житло і майже один гектар землі Г. А. Поплавський офіційно подарував на вічне користування Дніпропетровському державному університету.

Таким чином, все своє життя Г. А. Поплавський відпрацював лабораторією на ділянці і в лабораторії майбутнього Присамарського стаціонару – науково-навчального центру ДНУ.

Зберігся лист Г. М. Висоцького О. Л. Бельгарду, де він повідомляє про введення штатної одиниці «спостерігача» з призначенням на цю посаду О. Л. Бельгарда.

У 1932 р. була створена кафедра геоботаніки та систематики вищих рослин, а пізніше – геоботаніки, ґрунтознавства та екології, де беззмінним завідувачем кафедри був О. Л. Бельгард.

Всю творчу енергію, думку та наукові дослідження Олександр Люціанович присвятив лісовій справі в умовах степової зони всієї євразійської території.

Він створив могутню наукову школу нової науки «Степове лісознавство» – теоретичної основи степового лісорозведення, а кафедра геоботаніки, ґрунтознавства та екології була протягом півстоліття головною організацією від Академії наук СРСР і НАН України.

У відомій роботі В. В. Докучаєва «Наші степи в минулому і тепер» (1892), наведено аналіз причин періодичних засух і неврожаїв в чорноземній зоні і як невідвертий результат цих явищ – страшні голодовки. Прикладом може бути 1891 рік, коли голодом було охоплено 30 губерній Росії.

В. В. Докучаєвим вперше в історії природничої науки були запропоновані заходи боротьби з засухами шляхом будівництва водоймищ, перетинанням річок капітальними греблями для управління талими весняними водами, використанням рушійної сили води, зрошуванням відносно високих місць, а також запропоновані заходи боротьби з ерозією, ярами, засухами створенням лісових меліоративних насаджень.

Він вважав необхідним, щоб всі степові яри бути закріплені деревами, чагарниками, а також категорично заборонялася оранка ерозійно небезпечних територій.

Роботи В. В. Докучаєва дали можливість видатному мислителю, яким був Д. І. Менделєєв, висловити свій основний постулат в роботі по підвищенню урожаїв сільськогосподарських культур «... лісорозведення в степу для підвищення врожаїв має таке велике значення, що його можна порівняти тільки з обороною держави».

Але Україна вже до кінця 19 століття загубила в лісостеповій та степовій зонах понад 35 % природних лісів.

Нові штучні лісові масиви були створені в 40 роках 19 століття: Старо-Бердянська лісова дача, Велико-Анадольський ліс, Маріупольська лісодослідна станція, Володарський ліс, Комісарівський лісовий масив, Володимирівський лісовий масив, Велико-Михайлівський (Дібрівський) ліс, Алтагір, Грушоватка та багато інших.

Наряду з цим було відомо ще з робіт Докучаєва, Костичева, Ізмаїльського, Пачоського, Танфільєва, Келлера, Висоцького, що найбільший ефект в оптимізації клімату степів одержують від позитивного впливу ползахисних смуг, які по перевіреним даним збільшують урожай зернових культур від 17 до 87 %.

Лісові ползахисні насадження перетворюють поверхневий стік води в глибинний, утворюють своєрідні греблі, які заважають проявленню водної ерозії, зменшують негативну дію східних вітрів, стримують вітрові (чорні) бурі – головного ворога родючості чорноземів.

Відомо, що в процесі транспірації деревних і чагарникових порід поверхня листової маси охолоджується і відбувається конденсація вологи, яка вміщується в теплом повітрі. За рахунок конденсаційної вологи загальні додаткові запаси її в повітрі і ґрунті в лісосмугах досягають 15–20 %.

Лісові кореневі системи покращують рухливість важкорозчинюваних форм хімічних сполук, покращують процес промивання ґрунтової товщі.

Після 50–100-літнього використання лісових полезахисних смуг, лісосмуга викорчовується і новий лісовий пристрій утворюється через 200–300 м поруч. Лісопокращений ґрунт з підвищеною родючістю збільшує урожайність зернових культур на протязі десятків років. Такий меліоративний прийом Г. М. Висоцький назвав «мандрівними лісосмугами».

Доведено, що створення лісових насаджень збільшує кількість продуктової вологи в 1-метровій товщі ґрунту до 60 мм.

Відомо також, що кожні 10 мм збільшують урожай зернових на 2 центнера з гектару. Таким чином, 60 мм додаткової води відповідно підвищують урожай на 12 центнерів зерна з одного гектара.

Академік НАН України, Герой України В. В. Моргун в своїй статті («Урядовий кур'єр», № 153, від 22.08.09 р.) підкреслює, що навіть хороші сорти пшениці повинні вирощуватися в оптимізованих умовах навколишнього середовища, в першу чергу – в умовах боротьби з засухами і правильним внесенням добрив.

Відомо, що в 1946 р., після закінчення Великої Вітчизняної війни, степова зона в черговий раз зазнала катастрофічної дії засух та чорних бур. Уряд України та колишнього Союзу видають постанову про перетворення природи, створення ставків, водоймищ, полезахисних насаджень і штучних лісових масивів в лісостеповій і степовій зонах України.

Одним з наукових колективів (після експедиції АН СРСР, яка проіснувала один рік) за ініціативою і особистим науковим керівництвом Олександром Люціановичем Бельгардом з'явилася створена в 1949 році в Дніпропетровському університеті Комплексна експедиція з дослідження природних та штучних степових лісів від Дніпропетровщини, Азовського моря і до Молдавії. Створення типології природних лісів степової зони та типології штучних лісів стимулювала використання ідей О. Л. Бельгарда в Якутії, Оренбурзі, в Болгарії, Китаю, в Іспанії і в багатьох інших країнах, яким необхідно створювати оптимальну лісистість своїх територій.

До найважливіших підсумків цих праць необхідно віднести пізнання структури, екології, динаміки і типології лісових біогеоценозів. За останні роки ці наукові напрямки були інтенсифіковані стаціонарним моніторинговим рівнем на Присамарському міжнародному, біосферному біогеоценологічному стаціонарі імені О. Л. Бельгарда Комплексної експедиції з дослідження лісів степової зони – науково-навчального центру Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара.

Присамарський науково-навчальний центр окрім наукових досліджень є базою для проведення виробничої практики студентів Дніпропетровського, Харківського, Запорізького, Мелітопольського, Криворізького, Московського, Санкт-Петербурзького університетів, а до 1990 року – Тартуського університету.

Присамарський біосферний біогеоценологічний стаціонар має метеорологічну станцію і ряд лабораторій і кабінетів (ґрунтознавства, кліматології, лісової гідрології, екології, геоботаніки, ґрунтової зоології, зоології хребетних, зоології безхребетних тварин, укомплектовані сучасною польовою технікою, польову пересувну лабораторію, шість пересувних наукових лабораторій (геологічних вагончиків), які обслуговують філіали експедиції,

експериментальні виробничо-наукові ділянки лісових екосистем в техногенних умовах Західного Донбасу та в Комісарівському штучному лісовому масиві, а також створений музей степового лісознавства ім. О. Л. Бельгарда.

Спеціалізована бригада Комплексної експедиції ДНУ проводить роботи по дослідженню техногенного стану біогеоценозів та їх відновлення та збереження, а також створення нових перспективних лісових культур на шахтних відвалах Західного Донбасу.

На базі стаціонару було проведено з'їзд ботаніків України та з'їзд ґрунтознавців України, а також 25 координаційних конференцій та симпозіумів, присвячених проблемам рекультивації порушених земель та проблемам лісознавства, виконання Міжнародної програми «Людина і біосфера» по лінії ЮНЕСКО. Робота Комплексної експедиції (КЕДУ), її наукові плани і розробки включаються в державні Програми, виділяються спеціальні бюджетні кошти для придбання реактивів, приладів та випуску наукового міжвузівського збірника по степовому лісознавству та рекультивації порушених земель.

Стержневою ідейною метою професора О. Л. Бельгарда була комплексність в роботі, що притаманна структурі університетської освіти. Наукова робота КЕДУ і Присамарського стаціонару КЕДУ будується на залученні наукових сил багатьох факультетів університету і інших вузів України та закордонних фахівців.

В результаті комплексних всебічних досліджень О. Л. Бельгардом разом з членами загонів експедиції була створена оригінальна типологія природних та штучних лісових біогеоценозів степової зони.

Професор О. Л. Бельгард, працюючи з 1927 року під безпосереднім керівництвом свого вчителя Г. М. Висоцького створив типологію природних лісів степової зони, яка включає в свій склад: довго заплавні, середньо заплавні, коротко заплавні, аренні, байрачні ліси степової зони, а також поза заплавні ліси, та чагарникові ценози.

Типологія О. Л. Бельгарда відрізняється своєю конкретністю та одночасно охопленістю величезного біологічного різноманіття лісів степової зони.

Ордината трофності замінюється ординатою мінералізованості ґрунтового розчину, маючи на увазі, що від цього останнього залежить родючість (трофність), яка змінюється за правилами біологічної кривої – мінімум, оптимум, пессимум.

Так, наприклад, до індексу «Д» додається трофотоп Де, який являє собою перехід до слідуєчої градації мінералізованості – Е.

Тип лісу – Е формується на фізіологічно відносно бідних ґрунтах, які характеризуються в заплавах ознаками засолення, а в умовах ярів та балок – карбонатністю.

Ордината зволоження (ряди гігrogenного заміщення) складаються з восьми гігротопів.

В межах типу лісу розрізняють рослинні асоціації, які дають уяву про біорізноманіття рослинності, в першу чергу з флористичної точки зору.

Кількість трофотопів досягає 20 одиниць, кількість гігротопів – 8.

Це дає можливість виділяти, якщо є в наявності, понад 160 типів лісу та в декілька разів більше рослинних асоціацій – форм проявлення того чи іншого типу лісу.

Говорячи про типологію штучних лісів степової зони, необхідно мати на увазі зауваження Г. М. Висоцького: «У них немає типологічної відповідності, яка характерна природним лісам і допускає, до якоїсь міри, використання складу деревостану насадження замість типів лісу».

О. Л. Бельгард підкреслював (1971), що природні ліси мають свою багатовікову історію, тому склад і структура їх повністю віддзеркалює умови існування; в штучних лісах тільки бонітет і загальний стан насадження можуть служити в деякій мірі індикатором даного місця виростання.

В зв'язку з цим для створення типології штучних лісів (М. А. Сідельник, 1961) О. Л. Бельгард вводить зовсім інші принципи, порівняно з будовою типології природних лісів цієї ж степової зони. В цей же час типологи напрямку П. С. Погребняка «пролонгують» свою типологію природних лісів на безлісні території степової зони.

Прийнята Д. Д. Лавриненком типологічна основа – едафічна сітка – має 4 градації родючості і шість градацій зволоження, що комплектує 24 типи лісорослинних умов.

М. А. Сідельник (1961, стор. 96) відмічає: «Побудована на матеріалах лісової зони, ця типологія являється не повноцінною для зони степів, яка має великий набір інших типів лісорослинних умов, які не зустрічаються, або слабо проявляються в лісостеповій зоні, а тим більше в степовій».

О. Л. Бельгард будує свою типологію штучних лісів зовсім на іншій основі: на типі лісорослинних умов, типі екологічної (світової) структури та типі деревостану.

Механістичне перенесення едафічної мережі, яка народилась в Поліссі, на умови засушливого степу являється недопустимим.

У 1971 р. «Лісова промисловість» видає монографію «Степове лісознавство», у якій, слідом за «Вченням про ліс» Г. Ф. Морозова, присвяченого природним лісам, О. Л. Бельгард пропонує нову науку – «Степове лісознавство» – теоретичну основу степового лісорозведення – базу для створення штучних лісових біогеоценозів у степовій зоні України. Міністр лісового господарства Калданов у своїй рецензії кваліфікує «Степове лісознавство» як класичне наукове дослідження.

Таким чином, становим гвинтом роботи Комплексної експедиції з дослідження лісів степової зони являється нова типологія природних та штучних лісів степової зони. Всі наукові комплексні всебічні дослідження скоординовані на типологічному глибоко науковому підході.

Організаційна структура Присамарського науково-навчального центру та Комплексної експедиції згідно наказу ректора ДНУ складається з таких адміністративних одиниць: директор центру, його помічник, комендант та штатні співробітники.

Організаційна структура Комплексної експедиції (КЕДУ):

- Науковий керівник.
- Начальник Комплексної експедиції.
- Заступник начальника експедиції по організаційній роботі.
- Заступник начальника КЕДУ з учбової та виховної роботи.
- Заступник начальника КЕДУ по філіям стаціонару (Західний Донбас, Комісарівській ліс, Кривбас, Львівсько-Волинський басейн).

Комплексна експедиція сформувала наступні загони: ґрунтознавства, геоботаніки, дендрології, мікроморфології, інформатики, кліматології, біології ґрунтів, пертинентної біогеоценології, зоології наземних тварин, зоології ґрунтових тварин; зоології хребетних; зоології безхребетних.

З 1962 р. кафедра геоботаніки, ґрунтознавства та екології була призначена головною організацією в СРСР по проблемі рекультивації порушених земель та хімічного забруднення; по проблемі степового лісознавства. Координація наукових робіт охоплювала 15 республік колишнього Союзу.

Завдяки підтримці і допомозі голови Наукової Ради з проблем екології АН СРСР академіка М. С. Гілярова нам дозволили побудувати в середній течії р. Самари Дніпровської в 1980 р. нове приміщення стаціонару, науково-навчального біогеоценологічного центру Комплексної експедиції ДДУ, якому пізніше Вченою Радою ДНУ було присвоєно ім'я О. Л. Бельгарда.

В роботі стаціонару приймають участь учені Індії, Іспанії, Ізраїлю, Польщі, Росії, Литви, Естонії, Грузії, Азербайджана, Молдавії, представники держав СНД.

Безпосередньо в КЕДУ працювали проф. Л. В. Рейнгард, ак. К. М. Ситник, проф. С. В. Зонн, ак. В. А. Ковда, проф. А. П. Травлеєв, проф. Є. А. Дмитрієв, проф. Л. О. Карпачевський, проф. Л. Г. Апостолов, проф. В. В. Стаховський, проф. М. П. Акімов, проф. І. А. Добровольський, проф. В. І. Шанда, ак. Г. В. Добровольський, проф. Р. В. Ковалев, проф. І. А. Крупеников, проф. П. Г. Адерихін, проф. Ю. Г. Гельцер, проф. Д. Рей (Індія), проф. Х. М. Реціо Еспехо (Іспанія), ак. Е. Нево (Ізраїль), проф. Л. М. Носова, ак. М. А. Голубець, проф. Н. Г. Тарасашвили, ак. М. С. Гіляров, проф. М. В. Диліс, ак. І. О. Шилов, ак. Т. Урушадзе, проф. О. Ф. Михайлов, проф. Н. А. Білова, проф. К. А. Ярилова, проф. М. С. Перлін, проф. В. М. Зверковський, проф. Ю. І. Грицан, проф. І. А. Мальцева, проф. В. І. Домніч, проф. О. В. Мацюра, доц. О. В. Безроднова, доц. І. Г. Гамуля, к.б.н. Е. П. Мочалова, ак. С. О. Шоба, проф. Л. Є. Родін, проф. Н. І. Базілевич, проф. Л. П. Мицик, проф. В. М. Зверковський, проф. Н. М. Цветкова, доц. М. М. Цецур, доц. М. О. Альбіцька, доц. М. А. Сідельнік, к.б.н. Л. П. Травлеєв, доц. О. Г. Топчиев, доц. М. Ю. Писарева, с.н.с. О. В. Євдущенко, доц. О. Ф. Пилипенко, доц. А. А. Губкін, н.с. А. Л. Райк, н.с. Л. Б. Сідельник, н.с. М. П. Розетко, доц. Н. П. Акімова, проф. В. Л. Булахов, проф. О. Є. Пахомов, доц. В. О. Барсов, доц. М. О. Шимкіна, доц. І. К. Булік, доц. О. Д. Колеснік, доц. В. Г. Стадніченко, н.с. М. Н. Ступаченко, доц. О. С. Григоренко, доц. А. О. Дубина, н.с. Н. П. Тупіка, доц. О. М. Масюк, доц. О. І. Лисовець, доц. В. М. Яковенко, доц. М. С. Якуба, доц. О. В. Котович, доц. В. А. Горбань, н.с. О. В. Стрижак, н.с. Т. І. Косогутова, доц. В. В. Тарасов, проф. М. М. Матвєєв та багато ін.

З 1973 року Присамарський стаціонар та Комплексна експедиція з дослідження лісів степової зони Дніпропетровського університету підготували 109 кандидатів наук та 25 докторів наук.

Відзначаючи видатну дату теоретика біогеоценології, корифея і творця нової науки «Степове лісознавство», організатора створення Присамарського науково-навчального центру біосферного біогеоценологічного стаціонару ДНУ, організатора (в 1949 році) Комплексної експедиції по до-

слідженню лісів степової зони, колектив експедиції вносить свій вагомий внесок в проблему створення наукових основ лісової рекультивації, відновлення і створення захисних лісів на полях незалежної України.

Колектив Комплексної експедиції ДНУ виконує святу справу заповіту Д. І. Менделєєва, В. В. Докучаєва, Г. М. Висоцького, О. О. Ізмаїльського, та свого вчителя О. Л. Бельгарда, а саме: «якщо ми будемо продовжувати так безтурботно дивитися на прогресуючі зміни осушення поверхні наших степів, то ледве можна сумніватися, що в порівняно недалекому майбутньому, наші степи перетворяться в безплідну пустелю».

Тому необхідно підкреслити, що в лісостеповій та степовій зонах до 1941 р. було створено 450 тис. га полезахисних лісових насаджень, в післявоєнні роки – додатково ще 550 тис. га. Таким чином, вся степова зона була покрита захисними зеленими бастіонами – протиерозійними, водохоронними, меліоративними насадженнями.

За Постановою Кабінету Міністрів необхідно до 2020 р. створити в степах України 2,5 млн. га ґрунтово-захисних, водозберігаючих, снігорозподіляючих, загально-меліоративного напрямку штучних лісових насаджень. Ці почесні завдання колектив КЕДУ енергійно планує і реалізує в своїй подальшій роботі.

На честь безмірної вдячності своєму вчителю, наставнику та другу професору О. Л. Бельгарду колективи Комплексної експедиції, Присамарського стаціонару, кафедри геоботаніки, ґрунтознавства та екології виконують свій борг перед світлою пам'яттю незабутнього корифея степового лісознавства та лісової біогеоценології:

1. Ще при житті Олександра Люціановича Бельгарда за його бажанням та при підтримці Академії наук України було збудовано новий науково-навчальний корпус Присамарського стаціонару. В зв'язку з цим, ректорат Дніпропетровського національного університету присвоїв Присамарському стаціонару ім'я Олександра Люціановича Бельгарда.

2. На Присамарському стаціонарі встановлено пам'ятний знак будівникам та співробітникам Дніпропетровського університету, в якому одне з перших місць займає ім'я О. Л. Бельгарда.

3. Іменем О. Л. Бельгарда на Присамарському стаціонарі названо музей степового лісознавства, який було створено за проектом та під керівництвом вченого ще в 1980 році.

4. Особистий архів професора О. Л. Бельгарда зберігається в приміщенні наукового гербарію на кафедрі геоботаніки, ґрунтознавства та екології Дніпропетровського національного університету ім. О. Гончара та в музеї степового лісознавства на Присамарському стаціонарі.

5. Ім'я корифея степового лісознавства професора О. Л. Бельгарда присвоєно аудиторії № 611 кафедри геоботаніки, ґрунтознавства та екології (корпус № 17) ДНУ ім. О. Гончара, де відбуваються засідання спеціалізованої вченої ради для захисту дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора біологічних наук за спеціальністю 03.00.16 – екологія.

6. До 110 річниці дня народження великого вченого Олександра Люціановича Бельгарда 4 жовтня 2012 року на будівлі Присамарського стаціонару встановлено пам'ятну дошку на честь його засновника та наукового керівника.

7. На кафедрі геоботаніки, ґрунтознавства та екології ДНУ ім. О. Гончара створено організаційний комітет під керівництвом доцента О. В. Котовича для перевидання класичних монографій професора О. Л. Бельгарда «Лесная растительность юго-востока УССР» та «Степное лесоведение».



Науково-навчальний центр ДНУ ім. О. Гончара «Присамарський міжнародний біосферний біогеоценологічний стаціонар ім. О. Л. Бельгарда»



Пам'ятна дошка на будівлі Присамарського стаціонару на честь 110 річниця з дня народження О. Л. Бельгарда
автори — архітектор І. Ф. Власенко, проф. А. П. Травлєєв

Колектив Комплексної експедиції ДНУ з пошаною, з відповідальністю і вдячністю святкує 110 річницю свого незабутнього вчителя Олександра Люціановича Бельгарда, представника всесвітньо відомої наукової школи В. В. Докучаєва, Г. М. Висоцького, В. М. Сукачова.

А. П. Травлєєв,
член-кореспондент НАН України,
доктор біологічних наук, професор,
директор та науковий керівник
Науково-навчального центру ДНУ ім. О. Гончара
«Присамарський біосферний
БГЦ стаціонар ім. О. Л. Бельгарда»,
науковий керівник Комплексної експедиції
з дослідження лісів степової зони ДНУ ім. О. Гончара

Н. А. Білова,
доктор біологічних наук, професор,
голова комісії «Мікроморфологія ґрунтів»
Наукової Ради з проблем ґрунтознавства НАНУ,
науковий керівник лабораторії
«Мікроморфологія ґрунтів
та твердофазна маспектрометрія»,
керівник загону «Мікроморфологія ґрунтів»
Комплексної експедиції з дослідження
лісів степової зони ДНУ ім. О. Гончара

TO THE 110TH ANNIVERSARY OF THE BIRTH
OF ALEXANDER LYUTSIANOVICH BELGARD –
THE AUTHOR OF A NEW SCIENCE «STEPPE FORESTRY»,
THE FOUNDER OF COMPLEX EXPEDITION FOR FOREST STEPPE
ZONE RESEARCH AND PRYSAMARYA BIOSPHERIC
BIOGEOCENOLOGICAL STATION –
RESEARCH AND TRAINING CENTER OF OLES GONCHAR
DNIPROPETROVSK NATIONAL UNIVERSITY

The direct work of Complex expedition for forest steppe zone research is a new typology of natural and artificial forest steppe zone. All scientific complex comprehensive research is coordinated with deeply scientific typological approach.

Organizational structure of Prysamarya Research and Training Center and the Complex expedition according to the order of Rector of DNU consists of the following administrative units: the center's director, his assistant, the supervisor and the staff.

The organizational structure of the Complex Expedition (CEDU):
– Scientific adviser;

- Head of the Complex expedition;
- Deputy Head of the expedition for organizational work;
- Deputy Head of CEDU for academic and educational work;
- Deputy Head of CEDU for branches of the station (Western Donbass, Komissarovskiy forest, Kryvbass, Lviv-Volyn basin).

Complex expedition formed the following units: soil science, geobotany, dendrology, micromorphology, informatics, climatology, soil science biology, pertinent biogeocenology, zoology of terrestrial animals, zoology of soil animals, vertebrate zoology, invertebrate zoology.

Since 1962, the Department of geobotany, soil science and ecology had been assigned as a head organization in the Soviet Union on the issue of recultivation of disturbed soils and chemical pollution; on the issue of steppe forestry. The coordination of research covered 15 republics of the former Soviet Union.

Thanks to the support and assistance of the Chairman of the Scientific Council for Environmental Issues of AS of USSR Academician M. S. Gilyarov we were allowed to build in the middle part of the stream of Samara Dnieprovskaya River in 1980, a new building a station, research and educational biogeocenological center of Complex Expedition DSU, which later by the Academic Council of DNU was named after A. L. Belgard.

The scientists from India, Spain, Israel, Poland, Russia, Estonia, Georgia, Azerbaijan, Moldova, representatives of the CIS participate in the work of the station.

The following scientists worked directly in CEDU: Prof. L. V. Reinhard, Ac. K. M. Sytnik, Prof. S. V. Zonn, Ac. V. A. Kovda, Prof. A. P. Travleyev, Prof. E. A. Dmitriev, Prof. L. O. Karpachevsky, Prof. L.G. Apostolov, Prof. V. V. Stakhovsky, Prof. M. P. Akimov, Prof. I. A. Dobrovolsky, Prof. V. I. Shanda, Ac. G. V. Dobrovolsky, Prof. R. V. Kovalev, Prof. I. A. Krupenikov, Prof. P. G. Aderihin, Prof. Yu. G. Gelzer, Prof. J. Ray (India), Prof. J. M. Recio Espejo (Spain), Ac. E. Nevo (Israel), Prof. L. N. Nosova, Ac. M. A. Holubets, Prof. N. G. Tarashevich, Ac. M. S. Gilyarov, Prof. M. V. Dilys, Ac. I. A. Shylov, Ac. T. Urushadze, Prof. A. F. Mikhailov, Prof. N. A. Bilova, Prof. E. A. Yarylova, Prof. M. S. Perlin, Prof. I. A. Maltseva, Prof. V. I. Domnich, Prof. O. B. Matsyura, Doc. O. V. Bezrodnova, Doc. I. G. Gamulya, C. b. s. E. P. Mochalova, Ac. S. A. Shoba, Prof. L. E. Rodin, Prof. N. I. Bazilevich, Prof. L. P. Mytsyk, Prof. V. M. Zverkovsky, Prof. Yu. I. Grytsan, Prof. N. N. Tsvetkova, Doc. M. M. Tsetsur, Doc. M. A. Albitskaya, Doc. M. A. Sidelnyk, C. b. s. L. P. Travleyev, Doc. A. G. Topchiev, Doc. M. Yu Pisareva, s. r. w. O. V. Evdushenko, Doc. A. F. Pilipenko, Doc. A. A. Gubkin, r. w. A. L. Raik, r. w. L. B. Sidelnyk, r. w. M. P. Rozetko, Doc. N. P. Akimova, Prof. V. L. Bulakhov, Prof. A. E. Pakhomov, Doc. V. A. Barsov, Doc. M. A. Shimkina, Doc. I. K. Bulik, Doc. A. D. Kolesnik, Doc. V. G. Stadnichenko, r. w. M. N. Stupachenko, Doc. A. S. Grigorenko, Doc. A. A. Dubina, r. w. N. P. Tupika, Doc. A. N. Masuk, Doc. E. I. Lisovets, Doc. V. M. Yakovenko, Doc. M. S. Jacuba, Doc. A. V. Kotovich, Doc. V. A. Gorban, r. w. O. V. Strizhak, r. w. T. I. Kosogubova, Doc. V. V. Tarasov, Prof. M. M. Matveyev, etc.

Since 1973, the Prysmariya Station and Complex expedition for forest steppe zone research of Dnipropetrovsk University trained 109 candidates of sciences and 25 doctors of sciences.

Celebrating the date of the theoretician of biogeocenology, the founder of the new science of «steppe forestry», the organizer of Prysamarya Research and Training Center Biospheric Biogeocenological Station of DNU, the organizer of Complex expedition for forest steppe zone research (1949), the expedition team is making a valuable contribution to the issue of forest recultivation, rehabilitation and creation of forest shelter belts in the fields of independent Ukraine.

The Group of Complex expedition of DNU performs a sacred will of D. I. Mendeleyev, V. V. Dokuchaev, G. N. Vysotsky, A. Izmailsky, and its teacher A. L. Belgard, namely: «If we continue to look so carefree at progressive changes in the draining of the surface of our steppes, it can hardly be doubted that in the relatively near future, our steppes turned into barren desert».

Therefore it is necessary to emphasize that to 1941 in the forest-steppe and steppe zones, there were established 450 thousand hectares of forest shelter belts, in the postwar years – additional 550 thousand hectares. Thus, the entire steppe area was covered with green protective bastions - erosion-preventive, water protection, land reclamation planting.

According to the Decision of Cabinet of Ministers to 2020 it is necessary to establish 2.5 million hectares of soil protection, water conservation, snow allocation, general land reclamation artificial forest plantations in the steppes of Ukraine. These tasks of honor the CEDU group plans to implement vigorously in its future work.

In honor of great gratitude to the teacher, mentor and friend, Professor A. L. Belgard the teams of Complex expedition, Prysamarya Station, Department of geobotany, soil science and ecology make their duty to the memory of the unforgettable luminary of steppe forestry and forest biogeocenology:

1. During the life of Alexander Lyutsianovich Belgard at his request and with the support of the Academy of Sciences of Ukraine a new scientific and educational building of Prysamarya station was built. In this regard, the rector of Dnipropetrovsk National University conferred to Prysamarya station the name of Alexander Lyutsianovich Belgard.

2. At the Prysamarya station a memorial sign to the builders and collaborators of Dnipropetrovsk University was established. The name of A. L. Belgard occupies one of the first places.

3. The Museum of steppe forestry which is situated in the Prysamarya station was named after A. L. Belgard. It was made by the project and under the leadership of the scientist in 1980.

4. Personal archives of Professor A. L. Belgard are kept in a room of Science Herbarium at the Department of Geobotany, soil science and ecology of O. Honchar Dnipropetrovsk National University and in the Museum of steppe forestry in Prysamarya station.

5. The name of luminary of steppe forestry Prof. A. L. Belgard was given to audience № 611 of the Department of Geobotany, Soil Science and Ecology (building 17) of O. Honchar DNU, where the sitting of the Dissertation Council are held for a prize of doctoral thesis for the degree of doctor of biological sciences, specialty 03.00.16 – ecology.

6. To the 110th anniversary of the birth of the great scientist Alexander Lyutsianovich Belgard October 4, 2012 on the building of Prysamarya station a memorial plaque in honor of its founder and scientific director was installed.

7. At the Department of Geobotany, soil science and ecology of DNU the Organizing Committee was established headed by Doc. A. V. Kotovich for reprinting classic monographs of Professor A. L. Belgard «Forest vegetation of southeast of USSR» and «Steppe Forestry».

Complex expedition team of DNU with respect, with the responsibility and gratitude celebrates the 110th anniversary of its unforgettable teacher Alexander Lyutsianovich Belgard, a representative of the world-known school of V. V. Dokuchaev, G. N. Vysotsky, V. M. Sukachev.

A. P. Travleyev,
corresponding member of NAS of Ukraine,
Doctor of Biological Sciences, Professor,
Director and Research Supervisor
of Research and Training Center of O. Honchar DNU
«Prysamarya Biospheric
BGC station named after A. L. Belgard»,
Research Supervisor of Complex Expedition
for forest steppe zone research of O. Honchar DNU

N. A. Bilova,
Doctor of Biological Sciences, Professor,
Chairman of the Committee «Soil Micromorphology»
of Scientific Council on Soil Science Issues of NASU,
Research Supervisor of the laboratory
«Soil Micromorphology
and solid-state mass spectrometry»,
Leader of the group «Soil Micromorphology»
of Complex Expedition
for forest steppe zone research of O. Honchar DNU

ИЗ ВОСПОМИНАНИЙ УЧЕНИКОВ О ПРОФЕССОРЕ А. Л. БЕЛЬГАРДЕ

А. Л. Бельгард, развивая лучшие традиции в познании природных объектов как целостных систем В. В. Докучаева, своего непосредственного учителя Г. Н. Высоцкого и реализуя на практике биогеоценотические принципы познания и идеи В. Н. Сукачева, вместе со своими учениками и последователями его начинаний внес огромный вклад в комплексное изучение лесных экосистем юго-востока Украины.

Он разработал типологию естественных и искусственных лесов, систему жизненных форм (экоморф) растений, фундаментальные основы экологического анализа растительного покрова и много других основополагающих научных положений, которые ныне широко используются при исследовании лесных, степных, луговых, болотных и иных типов биогеоценозов.

Будучи незаурядным организатором науки и талантливым ученым, А. Л. Бельгард был блестящим лектором и замечательным педагогом, внимательным наставником. Он создал в 1949 г. Комплексную экспедицию Днепропетровского университета по исследованию лесов степной зоны Украины и Молдавии, которая функционирует и в настоящее время.

А. Л. Бельгард умело пользовался оценкой работы своих подопечных как могучим инструментом их воспитания, пробуждая в них живой интерес к изучаемому предмету, проблеме. Оценивая выполненные ими работы (реферат, курсовую, дипломную или опубликованную статью) он всегда находил в них индивидуальные проростки ценного, четко оконтуривал и развивал их, легко превращал в новое направление актуальных поисков и оригинальных решений. Одновременно, делясь новыми идеями и ценными соображениями по их выполнению, он предоставлял своим подопечным неограниченную свободу в реализации их, чем способствовал не только повышению личной заинтересованности и максимальной отдаче творческих сил, но и формированию независимого индивидуального мышления как важнейшего атрибута становления самостоятельной личности. Эту замечательную позицию Александра Люциановича как педагога я неоднократно испытывал на себе в студенческие годы, потом при опубликовании научных статей в годы аспирантуры в г. Киеве при Украинском НИИ земледелия (ныне ННЦ «Институт земледелия НААН»), позднее при составлении проспекта и подготовке диссертации на соискание ученой степени доктора наук, в процессе регулярной личной переписки, продолжающейся вплоть до ухода его из жизни в 1992 году.

Приезжая на научные конференции в Киев А. Л. Бельгард часто приглашал меня на них, и общаясь в перерывах между заседаниями с известными учеными – Е. М. Лавренком, Н. В. Дылисом, Т. А. Работновым, И. Г. Серебряковым, Е. М. Брадис, Г. И. Билыком и многими

другими, он не упускал случая представить меня им как своего ученика, в чем я видел его желание на фоне своего огромного авторитета расширить круг научных связей своего ученика и ввести его в мир большой науки.

А. Л. Бельгард был отзывчивым как человек и всегда был готов помочь и эффективно помогал в решении многих практических вопросов своих подопечных. Помнится, как после окончания в 1957 г. Днепропетровского государственного университета им. 300-летия воссоединения Украины с Россией (ныне О.Гончара) и получения на руки диплома, А. Л. Бельгард посоветовал мне отправиться в Киев и поработать там в почвенной экспедиции по крупномасштабному обследованию земельных угодий Украины, которые в то время по решению директивных органов были организованы в 1957 г. и продолжались до 1961 г. До этого я был определен лаборантом во Всесоюзный НИИ кукурузы (г. Днепропетровск) в распоряжение профессора Сергея Ивановича Чернобрывенка – известного специалиста по аллелопатии растений. «Мы с Сергеем Ивановичем решили, – сообщил Александр Люцианович, – что работа в Киеве для тебя будет более перспективной» и, выделив из своей зарплаты определенную сумму средств на проезд и первоначальное проживание, отправил меня под непосредственное руководство замечательного почвовед, одного из авторитетнейших организаторов и руководителей экспедиционных работ в республике Григория Никитовича Самбура – талантливого ученика выдающегося почвовед, создателя первой почвенной карты и генетического почвоведения в Украине Григория Григорьевича Махова. Совместная работа и повседневные глубоко взаимоуважительные личные и деловые контакты с этим необыкновенным по доброте, глубине, образу и масштабности мышления ученым оказалось для меня счастливой удачей, которая во многом определила дальнейшую мою судьбу в жизни и науке.

Верно говорят, что в университетах «учат стены». Ныне мне хочется сказать, что учат не стены, а деловые и творческие в них общения с талантливыми личностями, учеными – законодателями в науке, людьми большего интеллекта – наиценнейшего продукта любого государства, общества.

Сегодня нет в живых Александра Люциановича, как и Григория Никитовича Самбура. Но их идеи, методологические основы решения проблем, морально-этические и деловые принципы поведения в обществе являются золотым наследием для последующих поколений творческих людей, ученых, неоценимым подспорьем результативной их работы.

В заключение мне с большим удовольствием хочется отметить, что в Днепропетровском национальном университете им. О. Гончара продолжают жить и успешно развиваться лучшие традиции могучей научной школы «Д. И. Менделеева – В. В. Докучаева – Г. Н. Высоцкого – А. Л. Бельгарда» в области комплексного фундаментального изучения природных и искусственно созданных лесных экосистем. Данная школа в

лице новой талантливой генерации ученых – член-корреспондента НАН Украины А. П. Травлеева, профессоров Н. А. Беловой, Л. П. Мыцка, Н. Н. Цветковой, В. Н. Зверковского, Ю. И. Грицана, С. В. Чернышенка, кандидата биологических наук Л. П. Травлеева, доцентов О. И. Лисовец, А. А. Дубиной, В. Н. Яковенка, О. В. Котовича, В. А. Горбаня и многих других вносит огромный вклад не только в разработку теоретических основ лесной биогеоценологии юго-восточной части Украины, но и благотворно влияет на теоретико-методический уровень и результативность изучения иных типов фитобиотических комплексов – лесных, луговых, степных, болотных, и не только в нашей стране, но и далеко за ее пределами.

Таким образом, новая генерация представителей названной школы и непосредственно А. Л. Бельгарда является счастливым мгновением, связывающим предыдущие и ныне действующие поколения ученых, которые в условиях уже нового времени умножают научный интеллект и на крыльях обогащенного разума и оновленного багажа фундаментальных знаний достойно несут его в будущее для передачи новым талантам.

А. В. Боговин,
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор Национального научного центра
«Институт земледелия Национальной академии
аграрных наук Украины»

MEMOIRS OF PUPILS ABOUT PROFESSOR A. L. BELGARD

Developing the best traditions in the knowledge of natural objects as a whole system of V. V. Dokuchaev, an immediate teacher of G. N. Vysotskiy and implementing in practice biogeocoenotic principles of knowledge and ideas of V. N. Sukachev, along with his pupils and followers of his undertakings, A. L. Belgard made an enormous contribution to the comprehensive study of forest ecosystems of south-east Ukraine.

He set up a typology of natural and artificial forests, a system of living forms (ecomorphs) of plants, the fundamental basis for ecological analysis of vegetation cover and many other fundamental scientific principles, which are now widely used in the study of forest, steppe, meadow, swamp and other types of ecosystems.

Being an outstanding organizer of science and a gifted researcher, A. L. Belgard was a brilliant lecturer and a wonderful teacher, caring mentor. In 1949 he created Complex Expedition of Dnipropetrovsk University to study forest steppe zone of Ukraine and Moldova, which is still in operation today.

A. L. Belgard used skillfully the assessment of his pupils as a powerful tool for their education, awakening in them a keen interest to the subject, the problem. Evaluating the performance of work (essay, thesis or published

article), he always found them as valuable individual seedlings. He clearly delineated and developed them, easily turned into a new direction of current search and original solutions. At the same time, sharing new ideas and valuable insights to implement them, he gave his disciples unlimited freedom in their realization. This not only promoted personal interests and maximized the creative forces, but also formed an independent individual thinking as the most important attribute of the formation of individual identity. This great attitude of Alexander Lyutsianovich as a teacher I have repeatedly experienced being a student, then when publishing scientific articles during postgraduate course in Kyiv at Ukrainian Research Institute of Agriculture (now the NSC «Institute of Agriculture of NAASU»), and later when making a prospectus and preparing a dissertation on the degree of Doctor of Science, in the process of regular personal correspondence continued until his departure in 1992.

Arriving at scientific conferences in Kyiv A. L. Belgard often invited me to them. Communicating between meetings with well-known scientists – E. M. Lavrenko, N. V. Dylis, T. A. Rabotnov, I. D. Serebryakov, E. M. Bradis, G. I. Bilyk and many others, he never missed an opportunity to introduce me to them as his pupil. In this way I saw his wish to expand the circle of scientific relations of his pupil and enter him in the world of big science.

A. L. Belgard was a person of ready sympathy and was always willing to help and effectively helped to solve many practical problems of his pupils. I remember that after I had graduated from of Dnipropetrovsk State University named after 300th anniversary of the reunification of Ukraine with Russia (now O. Gonchar) in 1957 and had gotten a diploma, A. L. Belgard told me to go to Kiev to work there in the soil expedition on a large-scale survey of land of Ukraine, which at that time was organized in 1957 and continued until 1961. Before that, I had been determined in the laboratory of All-USSR Research Institute of maize (Dnipropetrovsk) at the disposal of Professor Sergey Ivanovich Chernobryvenko – a renowned expert in plant allelopathy. «We have decided together with Sergey Ivanovich – said Alexander Lyutsianovich – that the work in Kiev will be more promising for you», and selecting from his salary a certain amount of means for travel and initial accommodation, put me under the direct leadership of the remarkable soil scientist, one of the prestigious organizers and heads of field work in the Republic – Gregoriy Nikitovich Sambur – a talented student of outstanding soil scientist, creator of the first soil map and genetic soil science in Ukraine Grigoriy Grigorievich Makhov. Collaboration and mutually deep everyday personal and business contacts with this unusual for kindness, depth, and scale the image of scientists thought was a happy fortune for me, which largely determined the fate of my life and science.

They say that in universities «the walls are teaching». Now I want to say that the walls are not teaching, but business and creative communications in them with talented individuals, scientists – legislators in science, persons of great intelligence – the most valuable product of any state, society.

Today Alexander Lyutsianovich and Gregoriy Nikitovich Sambur are not alive. But their ideas, methodological foundations of problem solving, moral-

ethical and business principles of behavior in society are golden heritage to the next generation of creative people, scientists, an invaluable help for their work.

In conclusion, it should be noted that in O. Gonchar Dnipropetrovsk National University the best traditions of the powerful scientific school of «D. I. Mendeleyev – V. V. Dokuchaev – G. N. Vysotskiy – A. L. Belgard» in integrated fundamental study of natural and artificial forest ecosystems continue to live and successfully develop. The school in a new generation of talented scientists – corresponding member of NAS of Ukraine A. P. Travleyev, professors N. A. Belova, L. P. Mytsyk, N. N. Tsvetkova, V. N. Zverkovskiy, Yu. I. Gritsan, S. V. Chernyshenko, Candidate of Biological Science L. P. Travleyev, Docents O. I. Lisovets, A. A. Dubina, V. N. Yakovenko, O. V. Kotovich, V. A. Gorban and many others makes a great contribution not only to the development of the theoretical foundations of the forest biogeocenology of south-eastern part of Ukraine, but has a great influence on the theoretical and methodological level and effectiveness of other types of phytobiotic complexes studies – forest, meadow, steppe, wetland, and not only in our country but also far abroad.

Thus a new generation of members of the school of A. L. Belgard is a happy moment, linking past and current generations of scientists, who in modern times multiplies scientific intellect and on the wings of enriched intelligence and updated fundamental knowledge carries it with dignity to future for transfer to new talents.

A. V. Bogovin,
Doctor of Agricultural Sciences,
Professor at the National Research Centre
«Institute of Agriculture of National Academy of
Agrarian Sciences of Ukraine»

КЛАСТЕРНА ПРОГРАМА «РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТІВ»

УДК 631.434

С. Г. Чорний, О. В. Видинівська

ТРАНСФОРМАЦІЯ МАКРОСТРУКТУРИ ЧОРНОЗЕМУ ПІВДЕННОГО ПРИ ЗАСТОСУВАННІ NO-TILL ТЕХНОЛОГІЇ

Миколаївський національний аграрний університет

Розглянуті зміни макроструктури чорнозему південного при застосуванні технології No-Till. Визначено зростання вмісту агрономічно цінних та водостійких агрегатів, а також покращення вітростійкості ґрунту та його протиерозійної стійкості. Задекларовано, що поліпшення показників макроструктури пов'язано із створенням при впровадженні No-Till в верхньому, насиченому рослинними рештками, шарі чорнозему південного кращих умов для агрегації елементарних ґрунтових часток.

Ключові слова: структура ґрунту, No-Till, агрономічно цінні агрегати, вітростійкість ґрунту, протиерозійна стійкість ґрунту.

С. Г. Черный, О. В. Выдыниевская

Николаевский национальный аграрный университет

ТРАНСФОРМАЦИЯ МАКРОСТРУКТУРЫ ЧЕРНОЗЕМА ЮЖНОГО ПРИ ВНЕДРЕНИИ NO-TILL ТЕХНОЛОГИИ

Рассмотрено изменение макроструктуры чернозема южного при внедрении технологии No-Till. Определено увеличение содержания агрономически ценных и водостойких агрегатов, а также улучшение ветростойкости почвы и ее противозерозионной стойкости. Декларируется, что улучшение показателей макроструктуры связано с созданием при нулевой обработке в верхнем, насыщенном растительными остатками, слое чернозема южного лучших условий для агрегации элементарных почвенных частиц.

Ключевые слова: структура почвы, No-Till, агрономически ценные агрегаты, ветростойкость почвы, противозерозионная стойкость почвы.

S. G. Chorny, O. V. Vydynivska

Mikolayiv National Agrarian University

THE TRANSFORMATION OF CHERNOZEM SOUTHERN MACROSTRUCTURE IN THE NO-TILL TECHNOLOGY IMPLEMENTATION

The changes of chernozem southern macrostructure of the at No-Till practice introduction are considered. The increase in the contents agronomy important and water-stable aggregates, and also improvement of wind resistance and erosion-preventive resistance of soil are defined. It is declared that at No-Till practice an improvement of macrostructure indicators is connected with the creation in the top layer chernozem southern of best conditions for aggregation of primary soil particle.

Key words: soil structure, No-Till, agronomy important aggregates, soil wind resistance, soil erosion-preventive resistance.

Система нульового обробітку ґрунту (No-Till) – система землеробства, за якої ґрунт не ореться, а поверхня ґрунту поступово вкривається шаром спеціально подрібнених залишків рослин (мульчею), зараз поступово поширюється Україною. Причин впровадження нової системи землеробства кілька – це зменшення кількості операцій по обробітку ґрунту та економія витрат на виробничі ресурси (запчастини, паливно-мастильні матеріали, оплата праці), збереження вологості, що особливо актуально в посушливих районах Степу, зменшення непродуктивних втрат CO₂ з ґрунту тощо. Важливим аргументом на користь впровадження нової системи землеробства є її значний ґрунтозахисний ефект, який пов'язаний саме з мульчею, яка захищає поверхню ґрунту від дії екстремального поверхневого стоку та сильних вітрів та суттєво зменшує ерозійні втрати ґрунту, особливо при довготривалому використанні цієї технології (Гассен, 2004, Кирюшин, 2006; Косолап, 2011; Thorne, 2003; Чорний, 2012 та ін.).

Важливою характеристикою якості системи землеробства, як з агрономічної точки зору, так і з протиерозійної характеристики, є параметри структури ґрунту. Існує досить великий перелік публікацій щодо впливу No-Till на показники структури ґрунту. Зокрема констатується, що для молісолів штату Міссісіпі (США) впровадження No-Till призводить до часткового збільшення стабільності повітряно-сухих агрегатів, які на думку автора визначають вітростійкість ґрунту (Rhoton, 2000). Позитивний вплив No-Till на стабільність агрегатів в шарі 0–3 см та на протиерозійну стійкість ґрунту було визначено у Франції та середземноморських країнах (Медведев, 2010). Збереження структури при впровадженні No-Till спостерігається також на ґрунтах південної та середньої Англії (Медведев, 2010).

ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження щодо впливу нульового обробітку на структуру ґрунту були проведені на середньосуглинкових південних чорноземах Асканійської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту зрошуваного землеробства НААН України (Каховський район, Херсонська область) в рамках стаціонарного польового дослідження по вивченню впливу способів основного обробітку на урожайність сільськогосподарських культур та властивості ґрунтів (2 та 3 роки впровадження No-till), на землях державного підприємства «Дослідне господарство «Асканійське» (Каховський район, Херсонська область, 5 та 6 років впровадження No-till), на землях фермерського господарства «Росток» (Верхньорогачинський район, Херсонська область, 6 років впровадження No-till) та фермерського господарства «Весна» (Снігурівський район, Миколаївська область, 3 роки впровадження No-till, середньоеродовані ґрунти). Контролем були ґрунти із стандартним для Степу України основним обробітком – під просапні культури (горох, сорго, соняшник) оранка 20–22 см та 28–30 см глибиною, а під густопокривні (озима пшениця, ячмінь) – безпліцевий (дискування глибиною 12–14 см).

Дослідження проводилися в червні-липні 2010–2012 рр. Координати місць досліджень були визначені за *GPS*-навігатором «Garmin» і приведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Координати місць досліджень

№ п/п	Місце проведення досліджень	Координати	Варіант
1.	Херсонська обл., Каховський р-н, ДГ «Асканійське»	46°34'58,5" п. ш., 33°54'17,0" сх. д.	No-till, 5 років
		46°34'15,2" п. ш., 33°54'28,1" сх. д.	Традиційний обробіток
2.	Херсонська обл., Каховський р-н, Асканійська ДСГДС ІЗЗ НАНУ	46°34'14,9" п. ш., 33°54'32,9" сх. д.	No-till, 2 роки
		46°32'97,5" п. ш., 33°48'74,0" сх. д.	Традиційний обробіток
3.	Херсонська обл., Каховський р-н, ДГ «Асканійське»	46°34'58,5" п. ш., 33°54'17,0" сх. д.	No-till, 6 років
		46°34'15,2" п. ш., 33°54'28,1" сх. д.	Традиційний обробіток
4.	Херсонська обл., Каховський р-н, Асканійська ДСГДС ІЗЗ НАНУ	46°33'05,1" п. ш., 33°48'75,3" сх. д.	No-till, 3 роки
		46°33'05,1" п. ш., 33°48'74,6" сх. д.	Традиційний обробіток
5.	Херсонська обл., Верхньорогачинський р-н, Фермерське господарство «Росток»	47°14'40,6" п. ш., 34°16'53,8" сх. д.	No-till, 6 років
		47°14'43,3" п. ш., 34°16'55,5" сх. д.	Традиційний обробіток
6.	Миколаївська обл., Снігурівський р-н, Фермерське господарство «Весна»	46°49'27,1" п. ш., 32°45'21,4" сх. д.	No-till, 3 роки
		46°49'26,4" п. ш., 32°45'21,8" сх. д.	Традиційний обробіток

Структурно-агрегатний склад визначався ситовим методом за М. І. Савіновим в чотирьохкратній повторності для шарів ґрунту 0–5 см, 5–10 см та 10–30 (20) см. Для визначення суттєвості різниці між двома середньоарифметичними показниками використовувався критерій Ст'юдента.

РЕЗЕЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Агрономічна оцінка структури

Зі структурою ґрунту тісно пов'язані структура шпарин і розподіл шпарин за розмірами. В шпаринах здійснюються важливі фізичні, хімічні та біологічні процеси. Сприятливе співвідношення шпарин різного розміру забезпечує оптимальні умови водного і повітряного режимів ґрунтів, сприяє дифузії в ґрунт необхідної кількості кисню і видаленню з ґрунту вуглекислого газу. Структура впливає на механічні властивості ґрунтів, проростання насіння рослин, розташування в ґрунті коренів. Втрата ґрунтом агрегованості призводить до зменшення шпаруватості. Насамперед скорочується обсяг пор, за яким відбувається проникнення

води в ґрунт і здійснюється газообмін, тобто аерація ґрунту. А порушення аерації в ґрунті веде до інтенсифікації анаеробних процесів, що сприяє виникненню в ґрунті токсичних для рослин речовин.

Агрономічно цінною вважається така структура ґрунту, в якій механічно міцні, водостійкі та пористі агрегати представлені зернистими і мілко грудкуватими окремостями. Вважається, що розмір цих агрегатів коливається в межах від 10 мм до 0,25 мм (Воронин, 1996; Медведєв, 2008). Відношення вмісту агрегатів від 10 мм до 0,25 мм до суми вмісту пилу (< 0,25 мм) та брил (> 10 мм), так званий коефіцієнт структурності (K_C), є одним з критеріїв, який широко застосовується для агрономічної оцінки структури. Наші дослідження показали (табл. 2), що у всіх випадках для орного шару ґрунтів коефіцієнт структурності був більше 1,5, тобто структура може оцінюватися як добра (Медведєв, 2008). В той же час, існує певна різниця в значенні величин K_C між варіантами з No-till та звичайним обробітком ґрунту. В шарі 0–5 см у всіх випадках спостерігається збільшення коефіцієнта структурності на варіанті з нульовим обробітком. Причому в одному випадку ця різниця доводиться на рівні 1 % вірогідності, а в двох на рівні 0,1 % вірогідності (табл. 2). В шарі ґрунту 5–10 см має місце так ж тенденція, але різниця доводиться лише один раз на рівні 5 % вірогідності, а один раз на рівні 1 %. В двох інших випадках існує тенденція до збільшення K_C по варіанту з No-till, але статистично це не доводиться. В більш глибоких шарах ґрунту (10–30 (20) см) ситуація є більш строкатою – є випадки коли K_C більша по No-till, а є випадки, коли структура покращується по стандартному обробітку ґрунту.

Таблиця 2

Вплив технології No-till на коефіцієнт структурності чорнозему південного

Шар ґрунту, см	Обробіток ґрунту	ФГ «Весна» 3 роки No-till		ФГ «Росток» 6 років No-till		ДГ «Асканійське» 6 років No-till		АДСГДС ІЗЗ НААНУ 3 роки No-till	
		$X_{\text{сеп}}$	T_{st}	$X_{\text{сеп}}$	T_{st}	$X_{\text{сеп}}$	T_{st}	$X_{\text{сеп}}$	T_{st}
0–5	No-till	2,84	0,91	3,10	9,17	3,09	7,95	2,72	4,79
	Звичайний	2,38		2,11		2,51		2,32	
5–10	No-till	3,97	3,84	2,60	3,13	3,60	2,09	2,97	1,61
	Звичайний	1,99		2,51		3,28		3,05	
10–30	No-till	4,18*	0,97	2,92	14,71	4,08	13,7	4,05	7,55
	Звичайний	5,07*		5,90		3,17		5,32	

*10–20 см. $T_{\text{кр } 0,05} = 2,36$, $T_{\text{кр } 0,01} = 3,50$, $T_{\text{кр } 0,001} = 5,41$.

Збільшення K_C в верхніх шарах ґрунту при впровадженні No-till пов'язано, на наш погляд, з утворенням в ґрунті насиченого поверхневими органічними рештками (0–10 см, а особливо 0–5 см) більш «живого» середовища з наявністю різноманітних мікроорганізмів (грибів, бактерій, водоростей тощо). Ці істоти зв'язують елементарні ґрунтові частки (ЕГЧ) або в процесі своєї життєдіяльності та (або) в її результаті, утворюючи різноманітні субстрати (наприклад, поліцукри та полімери галактуронової кислоти), які мають велику здатність до склеювання ЕГЧ (Воронин, 1996;

Медведев, 2008). Іншим наслідком зосередження рослинних решток на поверхні ґрунту та (або) в його самому верхньому шарі (0–5 см) є утворення так званого «молодого» гумусу, до якого відносяться проміжні продукти трансформації рослинних решток і який має велику здатність до агрегації ЕГЧ та мікроагрегатів (Медведев, 2008).

У всякому разі, як показують данні таблиці 3, в більшості випадків вміст в ґрунті часток пилу <0,25 мм в верхніх шарах ґрунту значно менший по варіанту з нульовим обробітком. Тобто висока здатність до агрегації, яка спостерігається при застосуванні No-till, призвела до більш інтенсивного утворення з часток пилу зернистих, горіхуватих та дрібно грудкуватих педів.

Таблиця 3

**Вплив No-till на вміст в ґрунті часток пилу <0,25 мм
при структурно-агрегатному аналізі, %**

Шар ґрунту, см	ФГ «Весна» 3 роки No-till		ФГ «Росток» 6 років No-till		ДГ «Асканійське» 6 років No-till		АДСГДС ІЗЗ НААНУ 3 роки No-till	
	No-till	Звичайний обробіток	No-till	Звичайний обробіток	No-till	Звичайний обробіток	No-till	Звичайний обробіток
0–5	22,0	12,9	10,7	21,1	7,3	22,4	2,9	7,7
5–10	9,3	4,7	13,8	15,5	2,7	4,9	2,3	4,8
10–30 (20)	2,6	5,2	12,9	7,1	1,4	3,2	10,9	3,9

Важливим показником цінності структури з агрономічної точки зору є її водостійкість. Водостійкість є тестом на здатність структури до збереження оптимального співвідношення шпарин різного діаметру у часі під впливом погодних умов, зокрема, опадів та сільськогосподарського використання. Є кілька параметрів водостійкості, але найбільш популярними є вміст водостійких агрегатів за розміром більш ніж 0,25 мм. Дані таблиці 6 показують, що в трьох випадках з чотирьох застосування No-till призвело до суттєвого збільшення вмісту водостійких агрегатів особливо в шарі ґрунту 0–5 см, де різниця доведена статистичними параметрами. На середньородованих південних чорноземах (ФГ «Весна») збільшення водостійких агрегатів розміром більш ніж 0,25 мм не спостерігалось.

В той же час, слід відзначити, що не зважаючи на інколи статистично суттєву різницю середніх арифметичних значень вмісту водостійких агрегатів, у всіх випадках, згідно існуючих критеріїв (Шеин, 2001), можна класифікувати, як відмінну та надлишково відмінну водостійкість структури.

Вітростійкість макроструктури та дефляція ґрунтів

Дефляція ґрунтів є одним із головних процесів щодо деградації родючості в Степу України. Непоправну шкоду наносить дефляція властивостям ґрунтів, з якого видувається найродючіший верхній кількасантиметровий шар. Це зумовлює втрати гумусу та поживних речовин і призводить до значних змін в структурному та гранулометричному складі ґрунту. Важливим фактором дефляції є стійкість поверхні ґрунтів до руйнуючої дії сильних вітрів. Стійкість до видування поверхневого шару ґрунту залежить в першу чергу від вітростійкості (синонім – «протидефляційна стійкість») ґрунту, тобто його здатності протидіяти руйнуванню під дією пило-вітряного потоку.

Вітростійкість ґрунту визначається комплексом прямих та непрямих показників. До прямих відносяться методи прямого вимірювання здатності ґрунту протидіяти вітровому потоку в аеродинамічній установці (Чорний, 2008, 2011, 2012). До непрямих показників відносяться властивості ґрунтів, які, за думкою ряду авторів, визначають їх вітростійкість. Аналіз літературних даних та наші дослідження показують (табл. 4), що вітростійкість ґрунту найкраще визначається вмістом агрегатів більше 1 мм, так званою «грудкуватістю» (Чорний, 2008, 2011, 2012).

Таблиця 4

Значення коефіцієнтів кореляції між вітростійкістю (%) та властивостями ґрунтів (Чорний, 2008)

№ п/п	Показники	Коефіцієнт кореляції
1.	Вміст агрегатів > 1 мм, %	0,80
2.	Вміст агрегатів < 0,25 мм, %	-0,41
3.	Вміст ЕГЧ за методикою Булигіна та Комарової, %	-0,75
4.	Вміст часток < 0,001 при гранулометричному аналізі, %	0,58
5.	Вміст часток < 0,01 при гранулометричному аналізі, %	0,59
6.	Вміст CaCO ₃ , %	0,02
7.	Вміст гумусу, %	0,38

Аналіз, приведений в цитованих роботах показав, що зростання вітростійкості південних та звичайних чорноземних ґрунтів не супроводжується пропорційним зростанням грудкуватості – зв'язок між вітростійкістю ґрунту (VS , %) та грудкуватістю (G , %) апроксимується ступеневою залежністю:

$$VS = 0,0082 \cdot G^{2,0}. \quad (1)$$

Коефіцієнт детермінації (r^2) дорівнює 0,89, що показує на дуже тісний зв'язок між цими параметрами (Чорний, 2008, 2011). Була проведена класифікація ґрунтів щодо вітростійкості, яка показала, що при

грудкуватості більше 66 % ґрунт є «дуже стійким» до видування сильними вітрами, а більше 50 % – «стійкий».

Аналіз даних таблиці 5 показує, що в шарі ґрунту 0–5 см (шар ґрунту, який найбільш інтенсивно видувається вітром) в трьох випадках з чотирьох по No-till спостерігається абсолютне значення прибавки грудкуватості в порівнянні із звичайним обробітком ґрунту ($T_{st} > T_{кр\ 0,001}$). Така грудкуватість (79–92 %) показує на «дуже стійку» вітростійкість ґрунту. В той же час, на контролі, при звичайному обробітку ґрунту значення грудкуватості показують лише на «стійкі» та «не стійкі» протидефляційні властивості ґрунту. На еродованих південних чорноземах ФГ «Весна» ґрунтозахисного ефекту при впровадженні нульового обробітку ґрунту не спостерігається. В шарі ґрунту 5–10 см виявлені тенденції щодо впливу No-till на грудкуватість залишаються, але проявляються не так контрастно, як в шарі ґрунту 0–5 см.

Таблиця 5

Вплив технології No-till на грудкуватість ($\Sigma > 1$ мм) чорнозему південного, %

Шар ґрунту, см	Обробіток ґрунту	ФГ «Весна» 3 роки No-till		ФГ «Росток» 6 років No-till		ДГ «Асканійське» 6 років No-till		АДСГДС ІЗЗ НААНУ 3 роки No-till	
		$X_{сер}$	T_{st}	$X_{сер}$	T_{st}	$X_{сер}$	T_{st}	$X_{сер}$	T_{st}
0–5	No-till	50,83	2,76	79,37	15,35	79,11	19,04	91,84	13,59
	Звичайний	60,37		53,88		46,54		78,45	
5–10	No-till	73,62	2,59	72,73	8,18	87,39	1,63	92,82	4,55
	Звичайний	82,14		62,55		83,82		86,08	
10–30	No-till	90,37*	4,22	75,09	7,36	86,46	1,04	71,22	3,29
	Звичайний	74,79*		84,45		88,39		84,73	

*10–20 см. $T_{кр\ 0,05} = 2,36$, $T_{кр\ 0,01} = 3,50$, $T_{кр\ 0,001} = 5,41$.

Водостійкість агрегатів та протиерозійна стійкість ґрунту

Іншим інтенсивним процесом деградації ґрунтів є водна ерозія. Здатність ґрунту протидіяти падаючим краплям дощу та поверхневому потоку, його протиерозійна стійкість залежить від цілої низки ґрунтових властивостей (Лисецкий, 2012). Але параметри макроструктури можуть бути тим інтегральним показником, який найбільш повно охарактеризує протиерозійну стійкість. Зокрема, при визначенні «критичної швидкості» потоку води, тобто швидкості, при якій починається відрив часток ґрунту від поверхні та реалізація ерозійного процесу, фігурує середньозважений діаметр водотривких агрегатів. Зокрема, в розрахункових гідромеханічних моделях досить широко застосовується математичний вираз критичної («розмиваючої» ґрунт) швидкості водного потоку ($V_{\Delta P_w}$, м/с) (Кузнецов, 1996):

$$V_{\Delta P_w} = 1.55 \cdot \left[\frac{g}{\rho_o \cdot n} \cdot \left(1 - \frac{P}{100} \right) \cdot d_w \cdot (\rho - \rho_o) \right]^{0.5} \quad (2)$$

В (2) g – прискорення вільного падіння, м/с; ρ , ρ_o – відповідно, щільність твердої фази ґрунту та води, т/м³; P – шаруватість агрегатів, %; n – коефіцієнт, що характеризує пульсацію швидкостей в потоці води; d_w – середньозважений діаметр водотривких агрегатів, м.

Отже, згідно (2), критична швидкість водного потоку пропорційна середньозваженому діаметру водостійких агрегатів, а тому чим більший діаметр, тим більша швидкість, а, тому ґрунт має більшу стійкість до руйнації (більшу протиерозійну стійкість).

Аналіз даних таблиці 6 показує, що в більшості випадків діаметр водостійких агрегатів, тобто протиерозійна стійкість чорнозему південного при використанні технології No-till в шарі ґрунту 0–5 см зростає. Причому в одному випадку таке зростання має абсолютне значення, тобто доведено на рівні 0,1 % вірогідності, а в одному – лише на рівні 5 %. В еродованих південних чорноземах такого зростання не спостерігалось. Схожа тенденція спостерігається і в більш глибоких шарах ґрунту.

Таблиця 6

Вплив технології No-till на середньозважений діаметр водостійких агрегатів чорнозему південного, мм

Шар ґрунту, см	Обробіток ґрунту	ФГ «Весна» 3 роки No-till		ФГ «Росток» 6 років No-till		ДГ «Асканійське» 6 років No-till		АДСГДС ІЗЗ НААНУ 3 роки No-till	
		X_{cep}	T_{st}	X_{cep}	T_{st}	X_{cep}	T_{st}	X_{cep}	T_{st}
0–5	No-till	1,10	2,98	1,49	15,76	2,01	4,14	1,57	3,07
	Звичайний	1,38		0,72		0,79		1,00	
5–10	No-till	1,41	7,83	1,19	2,42	1,73	0,83	1,44	1,43
	Звичайний	2,45		0,98		1,50		1,07	
10–20	No-till	1,62	0,31	1,38	6,72	1,65	5,44	1,18	0,64
	Звичайний	1,65		1,14		2,45		1,08	
20–35	No-till	0,85	10,74	–	–	–	–	–	–
	Звичайний	1,51		–		–		–	

$T_{кр\ 0,05} = 2,36$, $T_{кр\ 0,01} = 3,50$, $T_{кр\ 0,001} = 5,41$.

Зростання середньозваженого діаметра водотривких агрегатів в верхніх шарах ґрунту при впровадженні No-till пов'язано, як згадувалось вище, з утворенням в ґрунті насиченого поверхневими органічними рештками середовища з наявністю різноманітних мікроорганізмів, генерацією цими істотами різних клеїв, які беруть участь в створенні водостійких агрегатів та утворення так званого «молодого» гумусу, який теж має велику здатність до агрегації (Воронин, 1996).

ВИСНОВКИ

Оцінка впливу нульового обробітку («No-till») на агрономічні показники макроструктури чорнозему південного показала на збільшення

в верхньому шарі ґрунту коефіцієнту структурності та певне зростання водостійкості макроагрегатів. Причому в більшості випадків таке зростання доведене статистичним аналізом. Виключенням є еродовані ґрунти, де цього ефекту не спостерігалось.

В верхньому шарі ґрунту при використанні No-till в порівнянні із звичайним обробітком ґрунту в трьох випадках з чотирьох спостерігається зростання грудкуватості ґрунту, що свідчить про збільшення вітростійкості ґрунту. Спостерігається також і зростання середньозваженого діаметра водостійких агрегатів, які визначають протиерозійну стійкість чорнозему південного.

Поліпшення при впровадженні No-till показників макроструктури, як з агрономічної точки зору, так і з ґрунтозахисної, пов'язано із створенням в верхньому, насиченому рослинними рештками, шарі чорнозему південного кращих умов для агрегації. Ці умови пов'язані з покращенням мікробіологічної діяльності та утворенням так званого «молодого» гумусу в самому верхньому шарі ґрунту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Воронин А. Д.** Основы физики почв / А. Д. Воронин. – М. : Изд-во МГУ, 1986. – 244 с.
- Гассен Д.** Прямой посев – дорога в будущее / Д. Гассен, Ф. Гассен. – Д. : Корпорация «Агросоюз», 2004. – 206 с.
- Кирюшин В. И.** Минимализация обработки почв: перспективы и противоречия / В. И. Кирюшин // Земледелие. – 2006. – № 5. – С. 12-14.
- Косолап М. П.** Система землеробства No-till / М. П. Косолап, О. П. Кротінов. – К. : Логос, 2011. – 352 с.
- Кузнецов М. С.** Эрозия и охрана почв / М. С. Кузнецов, Г. П. Глазунов. – М. : Изд-во МГУ, 1996. – 335 с.
- Лисецкий Ф. М.** Современные проблемы эрозиоведения / Ф. М. Лисецкий, А. А. Светличный, С. Г. Черный. – Белгород : Константа, 2012. – 456 с.
- Медведев В. В.** Нулевой обробіток ґрунту в європейських країнах / В. В. Медведев. – Харків : ТОВ «ЕДУНА», 2010. – 202 с.
- Медведев В. В.** Структура почвы (методы, генезис, классификация, эволюция, география, мониторинг, охрана) / В. В. Медведев. – Харьков : 13 типография, 2008. – 406 с.
- Чорний С. Г.** Кількісна оцінка протидефляційної ефективності технології No-till в умовах Південного Степу України / С. Г. Чорний, О. В. Видинівська, А. В. Волошенко // Ґрунтознавство. – 2012. – Т. 13, № 1-2. – С. 38-47.
- Чорний С. Г.** Про взаємозв'язок між різними параметрами протидефляційної стійкості ґрунтів степу України / С. Г. Чорний, О. В. Письменний // Екологія та ноосферологія. – 2011. – Т. 22, № 3-4. – С. 43-47.
- Чорний С. Г.** Вітростійкість ґрунтового покриву Степу України / С. Г. Чорний, О. В. Письменний // Вісник ХНАУ. – 2008. – № 2. – С. 147-150.
- Rhoton F. E.** Influence of Time on Soil Response to No-Till Practices // Soil Sci. Soc. Am. Journal. – 2000. – V. 64. – Pp. 700-710.
- Thorne M. E., Young F. L., Pan W. L., Bafus R., Alldredge J. R.** No-till spring cereal cropping system reduce wind erosion susceptibility in wheat/fallow region of the Pacific Northwest // Journal Soil and Water Conservation Society. – 2003. – № 58(5). – Pp. 250-257.

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕОЛОВИХ ВІДКЛАДІВ ТА ЕДАФОТОПІВ ЛІСОВИХ КУЛЬТУРБІОГЕОЦЕНОЗІВ АСКАНІЇ-НОВА

Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара

Наведено результати дослідження фізико-хімічних властивостей (ємність поглинання, гідролітична кислотність, ступінь насиченості, склад обмінних катіонів та їх сума) еолових відкладів та едафотопів лісових культурбіогеоценозів в умовах Асканії-Нова. Встановлено, що еолові відклади та едафотопи характеризуються значними величинами ємності поглинання (32,0–40,3 мг-екв.) та високим ступенем насиченості (91,9–96,4 %). Серед обмінних катіонів еолових відкладів та едафотопів домінують двовалентні катіони Ca^{2+} та Mg^{2+} , а одновалентні катіони K^{+} та Na^{+} містяться в незначній кількості. Еолові відклади та едафотопи характеризуються більшими величинами ємності поглинання, суми обмінних катіонів та ступеня насиченості порівняно з зональними темно-каштановими ґрунтами. В цілому еолові відклади та едафотопи лісових культурбіогеоценозів та зональні темно-каштанові ґрунти характеризуються сприятливими фізико-хімічними властивостями.

Ключові слова: ємність поглинання, гідролітична кислотність, ступінь насиченості, обмінні катіони, еолові відклади, зональні темно-каштанові ґрунти.

В. А. Горбань

Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭОЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ И ЭДАФОТОПОВ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУРБИОГЕОЦЕНОЗОВ АСКАНИИ-НОВА

Представлены результаты исследования физико-химических свойств (емкость поглощения, гидролитическая кислотность, степень насыщенности, состав обменных катионов и их сумма) эоловых отложений и эдафотопов лесных культурбиогенотопов в условиях Аскании-Нова. Установлено, что эоловые отложения и эдафотопы характеризуются значительными величинами емкости поглощения (32,0–40,3 мг-экв.) и высокой степенью насыщенности (91,9–96,4 %). Среди обменных катионов эоловых отложений и эдафотопов доминируют двухвалентные катионы Ca^{2+} и Mg^{2+} , а одновалентные катионы K^{+} и Na^{+} содержатся в незначительном количестве. Эоловые отложения и эдафотопы характеризуются большими величинами емкости поглощения, суммы обменных катионов и степени насыщенности по сравнению с зональными темно-каштановыми почвами. В целом эоловые отложения и эдафотопы лесных культурбиогенотопов, зональные темно-каштановые почвы характеризуются благоприятными физико-химическими свойствами.

Ключевые слова: емкость поглощения, гидролитическая кислотность, степень насыщенности, обменные катионы, эоловые отложения, зональные темно-каштановые почвы.

V. A. Gorban

O. Gonchar Dnipropetrovsk National University

PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF EOLIAN DEPOSITS AND FOREST ARTIFICIAL BIOGECENOSIS EDAPHOTOPES OF ASKANIA-NOVA

Physicochemical properties (adsorptive capacity, hydrolytic acidity, degree of saturation, exchangeable cation structure and sum) of eolian deposits and forest artificial biogeocenosis edaphotopes in Askania-Nova were examined. The research findings are presented in the paper. It is determined that eolian deposits and forest artificial biogeocenosis edaphotopes are characterized by considerable quantity of adsorptive capacity (32,0–40,3 mg eq.) and high degree of saturation (91,9–96,4 %). Among exchangeable cations of eolian deposits and edaphotopes bivalent cations Ca^{2+} and Mg^{2+} prevail, univalent cations K^{+} and Na^{+} appear insignificantly. Eolian deposits and edaphotopes are

characterized by considerable quantity of adsorptive capacity, sum of exchangeable cations and degree of saturation in comparison with zonal dark brown soils. In the large eolian deposits and forest artificial biogeocenosis edaphotopes, zonal dark brown soils are characterized by favourable physicochemical properties.

Key words: adsorptive capacity, hydrolytic acidity, degree of saturation, exchangeable cations, eolian deposits, zonal dark brown soils.

Як відомо, ерозія є найголовнішим фактором деградації ґрунтового покриву планети. При цьому на водну ерозію припадає 56 % загальної площі деградованих ґрунтів, а на вітрову ерозію (дефляцію) – 28 % (Белова, 1999; Деградация и охрана почв, 2002; Кузнецов, 2004; Лисецкий, 2012). Проблема дефляції ґрунтового покриву для степової зони України є особливо актуальною, де її згубного впливу зазнає територія 6 млн. гектарів, а в роки з катастрофічними пиловими бурями – 20 млн. гектарів (Концепція охорони ґрунтів..., 2008; Чорний, 2011).

В останні роки спостерігається інтенсифікація процесів дефляції степових ґрунтів. Пиловою бурею 2007 року було охоплено 125 тис. км² – половину загальної території степу України (Чорний, 2008; Травлев, 2008). У південних регіонах пилові бурі після 2007 року виникають майже кожного року, що свідчить про незадовільний стан системи полезахисних лісосмуг на цих територіях.

Пилові бурі супроводжуються руйнуванням найродючішого верхнього шару чорноземних ґрунтів, транспортуванням та наступним відкладанням еолово-ґрунтового матеріалу поблизу різноманітних перешкод. Особливої потужності (до 2 м та більше) еолові відклади досягають поблизу лісових захисних культурбіогеоценозів.

Метою роботи є дослідження фізико-хімічних властивостей еолово-ґрунтових відкладів та едафотопів лісових культурбіогеоценозів в умовах Асканії-Нова.

ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження виконували в буферній зоні Біосферного заповідника «Асканія-Нова» ім. Ф. Е. Фальц-Фейна НААН України, розташованого в Чаплинському р-ні Херсонської обл., де було закладено 4 ключові пробні площі та 12 додаткових з ґрунтовими розрізами, що дало можливість дослідити еолово-ґрунтові відклади різного віку.

Лісовий культурбіогеоценоз розташований на відстані 2 км на схід від с.м.т. Асканія-Нова Чаплинського р-ну Херсонської обл.

Лісотипологічна формула (за О. Л. Бельгардом, 1971): $\frac{СГ_{0-1}}{тін. - III} 10 \text{ Д. зв.}$

Тип лісорослинних умов – суглинок сухий (СГ₀₋₁).

Тип світлової структури – тіньовий, з підсиленням світловим станом.

Тип деревостану – 10 д. зв., III ступінь розвитку, віком 30–40 років, знаходиться у пригніченому стані, зімкненість 0,4, середня висота 3 м.

Чагарниковий підлісок відсутній.

У серпні 2007 р. трав'янистий покрив був представлений пирієм повзучим (*Elytrigia repens* (L.) Nevski), тонконогом вузьколистим (*Poa angustifolia* L.), підмаренником м'яким (*Galium mollugo* L.) (поодинокі). Загальне проективне покриття складає приблизно 60 %.

Макроморфологічна характеристика ґрунтового розрізу ПП АН-07

Neol	0–30 см	Еоловий відклад, темно-сірий, сухий, пилоподібного складення, супіщаний, шаруватий. Перехід чіткий за структурою та щільністю.
[Н(е)]	30–80 см	Гумусовий, темно-сірий, сухий, дрібногрудкуватої структури, суглинистий, значно насичений корінням, наявні ходи коренів та черв'яків. Перехід за забарвленням та структурою.
[Нрк(і)]	80–90 см	Сухий, сірий, грудкуватий, глинистий, зустрічається коріння дерев, суглинистий. Перехід за забарвленням та щільністю.
[Ph]	90–110 см	Сухий, сірий, грудкуватої структури, суглинистий, інколи зустрічається коріння дерев. Перехід за забарвленням. Скипання з глибини 110 см.

Ґрунт – темно-каштановий сильновилугований малогумусовий важкосуглинистий на лесоподібних суглинках з еоловими відкладами потужністю 30 см.

У листопаді 2008 р. шар еолового відкладу був майже суцільно покритий пирієм повзучим (*Elytrigia repens* L.), з проективним покриттям приблизно 85 %.

Макроморфологічна характеристика ґрунтового розрізу ПП АН-08

Neol	0–28 см	Еоловий відклад, сухий, темно-сірий, спостерігаються зачатки дрібногрудкуватої структури, суглинистий, дещо ущільнений, значна насиченість корінням трав'янистої рослинності. Перехід чіткий за щільністю.
[Н(е)]	28–50 см	Похований гумусовий горизонт, сухий, сірий, дрібногрудкуватої структури, суглинистий, щільний, значно насичений корінням. Перехід за забарвленням.
[Нрк(і)]	50–90 см	Сухий, світло-сірий, дрібногрудкуватий, суглинистий, щільний. Скипання з глибини 70 см.
[Рк]	90–150 см	Палевий, сухий, щільний, включення білоочки, материнська порода – лесоподібний суглинок.

Ґрунт – темно-каштановий слабковилугований малогумусовий суглинистий на лесоподібних суглинках із еоловими відкладами потужністю 28 см.

У вересні 2009 р. шар еолового відкладу був покритий пирієм повзучим (*Elytrigia repens* L.), з проективним покриттям приблизно 95 %.

Макроморфологічна характеристика ґрунтового розрізу ПП АН-09

Neol	0–8 см	Еоловий відклад, вологуватий, темно-сірий, дрібногрудкуватої структури, суглинистий, значна насиченість корінням трав'янистої рослинності. Перехід чіткий за щільністю та шаром мінералізованої трав'янистої рослинності.
[Н(е)]	8–46 см	Похований гумусовий горизонт, сухий, сірий, дрібногрудкуватої структури, суглинистий, щільний, значно насичений корінням. Перехід за щільністю та насиченню корінням.

[Hrk(i)]	46–70 см	Сухий, світло-сірий, дрібногрудкуватий, суглинистий, ущільнений. Перехід за забарвленням та щільністю. Скипання з глибини 60 см.
[Pk]	70–120 см	Палевий, сухий, щільний, включення білоочки, материнська порода – лесоподібний суглинок.

Ґрунт – темно-каштановий слабковилугований малогумусовий суглинистий на лесоподібних суглинках з еоловими відкладами потужністю 8 см.

Контрольну пробну площу АН–09к закладено на вільному полі на відстані 50 м на захід від лісосмуги.

Трав'янистий покрив представлений злинкою канадською (*Erigeron canadensis* L.) з проективним покриттям 70 % та пирієм повзучим (*Elytrigia repens* L.) з проективним покриттям 25 %.

Макроморфологічна характеристика ґрунтового розрізу ПП АН–09к

Нор	0–10 см	Орний горизонт, гумусовий, сухий, сірий, дрібногрудкуватої структури, суглинистий, пухкий, значна насиченість корінням трав'янистої рослинності. Перехід чіткий за щільністю та насиченістю корінням трав'янистої рослинності.
Нр	10–36 см	Гумусовий горизонт, сухий, сірий, дрібногрудкуватої структури, суглинистий, ущільнений, насичений корінням. Перехід за щільністю та забарвленням.
Phk	36–56 см	Сухий, світло-сірий, дрібногрудкуватий, суглинистий, ущільнений, суглинистий. Перехід за забарвленням та щільністю. Скипання з глибини 47 см.
Pks	56–120 см	Палевий, сухий, щільний, включення білоочки, материнська порода – лесоподібний суглинок.

Ґрунт – темно-каштановий карбонатний малогумусовий суглинистий на лесоподібних суглинках.

Дослідження фізико-хімічних властивостей еолово-ґрунтових відкладів та едафотопів виконували за загальноприйнятими методиками (Аринушкіна, 1970; Воробьева, 1998).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

При дослідженні однорічних еолових відкладів та едафотопів пробної площі АН–07 виявлено, що максимальна величина ємності поглинання (37,5 мг-екв.) характерна для перехідного ілювіального горизонту [Hrk(i)], що пояснюється значним вмістом фізичної глини в цьому горизонті (Горбань, 2010). Збільшені величини ємності поглинання в горизонтах Neol та [H(e)] (табл. 1) зумовлені підвищенням вмістом органічної речовини порівняно з нижнім горизонтом [Ph]. Еолові відклади відрізняються збільшеною величиною гідролітичної кислотності (2,62 мг-екв.) порівняно з іншими горизонтами. В цілому спостерігається зменшення величин гідролітичної кислотності з глибиною. Встановлено, що величина ступеня насиченості збільшується з глибиною, досягаючи максимальної величини (95,3 %) в нижньому горизонті [Ph]. Серед обмінних катіонів переважає Ca^{2+} , досягаючи максимального вмісту (26,9 мг-екв./100 г ґрунту) в горизонті [Hrk(i)] (табл. 2). Друге місце посідає Mg^{2+} , максимальний вміст якого (9,8 мг-екв./100 г ґрунту) виявлено в шарі еолових відкладів Neol. Одновалентні катіони K^{+} та Na^{+}

містяться в незначній кількості. Максимальна величина суми обмінних катіонів (35,8 мг-екв./100 г ґрунту), як і ємності поглинання, спостерігається в горизонті [Hpk(i)].

Таблиця 1

**Ємність поглинання, гідролітична кислотність та насиченість
еолово-ґрунтових відкладів та едафотопів лісового культурбіогеоценозу**

Генетичний горизонт	Ємність поглинання, мг-екв.	Гідролітична кислотність, мг-екв.	Ступінь насиченості, %
Пробна площа АН-07			
Neol	36,5	2,62	92,8
[H(e)]	36,7	1,99	94,6
[Hpk(i)]	37,5	1,66	95,6
[Ph]	32,0	1,49	95,3
Пробна площа АН-08			
Neol	32,5	2,62	91,9
[H(e)]	32,1	1,49	95,4
[Hpk(i)]	35,1	1,33	96,2
[Ph]	40,3	1,99	95,1
Пробна площа АН-09			
Neol	32,1	1,16	96,4
[H(e)]	36,5	1,66	95,4
[Hpk(i)]	40,3	1,66	95,9
[Ph]	38,4	2,66	93,1

Дослідження дворічних еолових відкладів та едафотопів пробної площі АН-08 показали, що величина ємності поглинання збільшується з глибиною (табл. 1). Максимальну величину ємності поглинання (40,3 мг-екв.) виявлено в нижньому горизонті [Ph]. З глибиною спостерігається зменшення величин гідролітичної кислотності. Максимальна ступінь насиченості (96,2 %) характерна для горизонту [Hpk(i)]. Серед обмінних катіонів переважають Ca^{2+} та Mg^{2+} , максимальний вміст яких (28,0 та 9,8 мг-екв./100 г ґрунту відповідно) виявлено в нижньому горизонті [Ph] (табл. 2). Обмінні K^{+} та Na^{+} містяться в незначній кількості. Максимальна величина ємності поглинання (38,2 мг-екв./100 г ґрунту) характерна для нижнього горизонту [Ph].

При дослідженні трирічних еолових відкладів та едафотопів пробної площі АН-09 виявлено, що величина ємності поглинання поступово збільшується з глибиною, досягаючи максимальної величини (40,3 мг-екв.) в горизонті [Hpk(i)] (табл. 1), який характеризується збільшеним вмістом фізичної глини. Величини гідролітичної кислотності збільшуються з глибиною. Максимальну величину (2,66 мг-екв.) виявлено в нижньому горизонті [Ph]. Величина ступеня насиченості зменшується з глибиною. Максимальна величина (96,4 %) характерна для шару еолових відкладів Neol. Дослідження обмінних катіонів показало, що максимальний вміст домінуючих обмінних Ca^{2+} та Mg^{2+} (28,4 та 9,8 мг-екв./100 г ґрунту відповідно) спостерігається в горизонті [Hpk(i)] (табл. 2). Одновалентні обмінні катіони містяться в незначній кількості.

Максимальна величина суми обмінних катіонів (38,6 мг-екв./100 г ґрунту) характерна для горизонту [Hpk(i)].

Таблиця 2

Катіонообмінна здатність еолово-ґрунтових відкладів та едафотопів лісового культурбіогеоценозу

Генетичний горизонт	Обмінні катіони, мг-екв./100 г ґрунту				Сума обмінних катіонів, мг-екв. / 100 г ґрунту
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	
Пробна площа АН-07					
Neol	23,6	9,8	0,24	0,19	33,8
[H(e)]	25,5	8,9	0,16	0,14	34,7
[Hpk(i)]	26,9	8,5	0,20	0,22	35,8
[Ph]	22,1	8,0	0,20	0,18	30,5
Пробна площа АН-08					
Neol	20,2	9,2	0,27	0,24	29,9
[H(e)]	21,7	8,6	0,21	0,12	30,6
[Hpk(i)]	24,8	8,4	0,26	0,29	33,8
[Ph]	28,0	9,8	0,24	0,22	38,2
Пробна площа АН-09					
Neol	22,1	8,4	0,22	0,2	30,9
[H(e)]	25,8	8,7	0,17	0,15	34,8
[Hpk(i)]	28,4	9,8	0,21	0,21	38,6
[Ph]	26,3	9,1	0,19	0,18	35,8

При порівнянні фізико-хімічних властивостей еолових відкладів різного віку встановлено, що однорічні відклади пробної площі АН-07 відрізняються збільшеними величинами ємності поглинання порівняно з дво- та трирічними (табл. 1). Г. О. Можейко (2000) пояснює підвищену ємність поглинання свіжих відкладів збільшеним вмістом мулу та пилу. Однорічні відклади характеризуються максимальною ємністю поглинання, мінімальною – трирічні, дворічні займають проміжне положення. На третій рік спостерігається зменшення гідролітичної кислотності еолових відкладів, що зумовлює максимальну ступінь насичення трирічних відкладів. Однорічні відклади відрізняються максимальною сумою обмінних катіонів, мінімальною – дворічні, трирічні займають проміжне положення.

Для контролю було досліджено фізико-хімічні властивості зональних темно-каштанових ґрунтів. З глибиною спостерігається збільшення величини ємності поглинання (табл. 3), що зумовлено зростанням вмісту фізичної глини. Темно-каштанові ґрунти характеризуються високим ступенем насиченості (92,3–95,1 %).

При дослідженні катіонообмінної здатності зональних темно-каштанових ґрунтів встановлено, що серед обмінних катіонів домінують Ca²⁺ та Mg²⁺, обмінні K⁺ та Na⁺ містяться в незначній кількості. (табл. 4).

Таблиця 3

**Ємність поглинання, гідролітична кислотність та насиченість
зональних темно-каштанових ґрунтів (ПП АН-09к)**

Генетичний горизонт	Ємність поглинання, мг-екв.	Гідролітична кислотність, мг-екв.	Ступінь насиченості, %
Нор	34,8	2,66	92,3
Нр	35,0	2,06	94,1
Phk	37,3	1,83	95,1
Pks	29,5	1,66	94,4

Таблиця 4

Катіонообмінна здатність зональних темно-каштанових ґрунтів (ПП АН-09к)

Генетичний горизонт	Обмінні катіони, мг-екв./100 г ґрунту				Сума обмінних катіонів, мг-екв. / 100 г ґрунту
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	
Нор	22,7	9,1	0,15	0,14	32,1
Нр	23,4	9,3	0,12	0,11	32,9
Phk	25,5	9,7	0,11	0,11	35,4
Pks	19,4	8,2	0,11	0,09	27,8

При порівнянні еолових відкладів та едафотопів (пробна площа АН-09) з зональними темно-каштановими ґрунтами (пробна площа АН-09к) за фізико-хімічними властивостями виявлено, що ґрунтам з відкладами характерні більші величини ємності поглинання. Також цим ґрунтам притаманні більші величини суми обмінних катіонів та менші величини гідролітичної кислотності, що зумовлює більші величини ступеня насиченості порівняно з зональними темно-каштановими ґрунтами.

ВИСНОВКИ

1. Досліджені еолові відклади та едафотопи лісових культурбіогеоценозів характеризуються значними величинами ємності поглинання (32,0–40,3 мг-екв.) та високим ступенем насиченості (91,9–96,4 %).

2. Серед обмінних катіонів еолових відкладів та едафотопів домінують двовалентні катіони Ca²⁺ та Mg²⁺, одновалентні катіони K⁺ та Na⁺ містяться в незначній кількості.

3. Еолові відклади та едафотопи лісових культурбіогеоценозів характеризуються більшими величинами ємності поглинання, суми обмінних катіонів та ступеня насиченості порівняно з зональними темно-каштановими ґрунтами.

4. Еолові відклади та едафотопи лісових культурбіогеоценозів, зональні темно-каштанові ґрунти характеризуються сприятливими фізико-хімічними властивостями.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Аринушкіна Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкіна. – М. : МГУ, 1970. – 478 с.

- Белова Н. А.** Естественные леса и степные почвы (экология, микроморфология, генезис) / Н. А. Белова, А. П. Травлеев. – Д. : ДГУ, 1999. – 348 с.
- Бельгард А. Л.** Степное лесоведение / А. Л. Бельгард. – М. : Лесн. пром-сть, 1971. – 335 с.
- Воробьева Л. А.** Химический анализ почв / Л. А. Воробьева. – М. : МГУ, 1998. – 217 с.
- Горбань В. А.** Екологічна зумовленість фізичних властивостей еолово-грунтових відкладів поєднаних лісосмуг Асканії-Нова // Вісті Біосферного заповідника Асканія-Нова. – 2010. – Т. 12. – С. 89-95.
- Деградація и охрانا почв** / Под общ. ред. Г. В. Добровольского. – М. : МГУ, 2002. – 654 с.
- Кузнецов М. С.** Эрозия и охрانا почв / М. С. Кузнецов, Г. П. Глазунов. – М. : МГУ, КолосС, 2004. – 352 с.
- Лисецкий Ф. Н.** Современные проблемы эрозиоведения / Ф. Н. Лисецкий, А. А. Светличный, С. Г. Чорный / Под ред. А. А. Светличного. – Белгород : Константа, 2012. – 456 с.
- Можейко Г. А.** Лесо-аграрные ландшафты Южной и Сухой Степи Украины / Г. А. Можейко. – Х. : Эней, 2000. – 312 с.
- Травлеев А. П.** Лес как фактор почвообразования / А. П. Травлеев, Н. А. Белова // Грунтознавство. – 2008. – Т. 9, № 3-4 (13). – С. 6-26.
- Чорний С. Г.** Пилова буря 23-24 березня 2007 року на Півдні України: поширення, метеорологічні та ґрунтові чинники, втрати ґрунту / С. Г. Чорний, О. М. Хотиненко, О. В. Письменний та ін. // Вісник аграрної науки. – 2008. – № 9. – С. 46-51.
- Чорний С. Г.** Про взаємозв'язок між різними параметрами протидефляційної стійкості ґрунтів степу України / С. Г. Чорний, О. В. Письменний // Екологія та ноосферологія. – 2011. – Т. 22, № 3-4. – С. 43-47.

Рекомендує до друку
А. П. Травлеев

Надійшла до редколегії 08.10.12

МІКРОМОРФОЛОГІЯ ҐРУНТІВ

UDK 631.42

V. Nikorych¹, W. Szymanski², S. Skiba², O. Kryzhanivskiy¹

FEATURES OF CUTANS COMPLEX IN ALBELUVISOLS OF THE UKRAINIAN PRECARPATHIANS

¹ Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University

² Jagiellonian University, Poland

Cutans occurring in Albeluvisols of the Precarpathians in the Ukraine were studied. The morphology of the cutans and their components were described. The obtained results show that the studied cutans are composed mainly of colloidal clay. Clay cutans in the studied soils are characterized by smooth surface, microlamination, and clear optical orientation of clay domains. It was found that the microlamination of the clay cutans is a result of cyclic material deposition due to translocation of colloids (i.e. eluviation-illuviation). Complex layered cutans containing layers of pure clay, microlaminated clay and silt were also found. It was shown that the colour of clay cutans depends on their composition. Domination of brown, dark brown and rusty-brown cutans indicates that clay minerals and Fe-oxides are main component of such microstructures. Several morphotypes of cutans were determined: sandy-silty, clay, humus-clay, humus-silty-clay, silty-clay, and iron-clay. Most of the identified morphotypes of cutans are a result of mobilization, translocation, and accumulation of colloids within the studied soil profiles. Based on the cutans complex it was concluded that the genesis of the studied soils is related to illimerization (lessivage) and gley-eluvial processes.

Keywords: cutans, gley-eluvial process, illimerization (lessivage), micromorphology, Albeluvisols, Precarpathians.

В. Нікорич¹, В. Шиманський², С. Скиба², О. Крижанівський¹

¹Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича

²Ягеллонський університет, Польща

ОСОБЛИВОСТІ КУТАННОГО КОМПЛЕКСУ АЛЬБЕЛЮВІСОЛЕЙ УКРАЇНСЬКОГО ПЕРЕДКАРПАТТЯ

Досліджено кутанний комплекс альбелювісолей Українського Передкарпаття та описано його морфологічну різноманітність. Виявлено, що домінуючим типом кутан є кутани, у складі яких переважає глиниста складова. Для глинистих кутан досліджуваних ґрунтів характерні гладка флюїдальна поверхня, шарувата мікробудова з оптичною орієнтацією шарів. Встановлено, що шарувата мікробудова глинистих кутан пов'язана із періодичністю відкладення тонкодисперсного матеріалу, головним чином внаслідок глеє-елювіального процесу. Діагностована наявність складношаруватих кутан, з прошарками чистої глини, мікроламінованої глини та мулу. Показано, що забарвлення глинистих кутан залежить від речовинного складу. Кольорова гама визначалася глинистими мінералами, оксидами Fe і Mn. Домінували бурі, темно-бурі, золотисті і жовто-золотисті відтінки. Діагностовані піщано-пилуваті; глинисті; гумусово-глинисті; гумусово-пилувато-глинисті; залізисто-глинисті морфотипи кутан. Встановлено, що більшість виявлених морфотипів кутан є результатом послідовної мобілізації, суспензійної міграції і ілювіальної акумуляції дисперсної частини ґрунту. На основі кутанного комплексу діагностовано протікання лесиважу та глеє-елювіального процесів ґрунтоутворення.

Ключові слова: кутани, глеє-елювіальний процес, мікроморфологія, лесиваж, альбелювісоли, Передкарпаття.

© Nikorych V., Szymanski W., Skiba S., Kryzhanivskiy O., 2012

В. Никорич¹, В. Шиманский², С. Скиба², О. Крыжановский¹

¹Черновицкий национальный университет им. Ю. Федьковича

²Ягеллонский университет, Польша

ОСОБЕННОСТИ КУТАННОГО КОМПЛЕКСА АЛЬБЕЛЮВИСОЛЕЙ УКРАИНСКОГО ПРЕДКАРПАТЯ

Исследован кутанный комплекс альбелювисолей Украинского Предкарпатья и описано его морфологическое разнообразие. Выявлено, что доминирующим типом кутан являются кутаны, в составе которых преобладает глинистая составляющая. Для глинистых кутан исследуемых почв характерна гладкая флюидальная поверхность, слоистое микростроение с оптической ориентацией слоев. Установлено, что слоистое микростроение глинистых кутан связано с периодичностью отложения тонкодисперсного материала, главным образом вследствие глее-элювиального процесса. Диагностировано наличие сложнослоистых кутан, с прослойками чистой глины, микроламинированной глины и ила. Показано, что окраска глинистых кутан зависит от вещественного состава. Цветовая гамма определялась глинистыми минералами, оксидами Fe и Mn. Доминировали бурые, темно-бурые, золотистые и желто-золотистые оттенки. Диагностированы песчано-пылеватые, глинистые, гумусово-глинистые, гумусово-пылевато-глинистые, железисто-глинистые морфотипы кутан. Установлено, что большинство выявленных морфотипов кутан являются результатом последовательной мобилизации, суспензионной миграции и иллювиальной аккумуляции дисперсной части почвы. На основе кутанного комплекса диагностировано протекание лессиважа и глее-элювиального процессов почвообразования.

Ключевые слова: кутаны, глее-элювиальный процесс, микроморфология, лессиваж, альбелювисоли, Предкарпатье.

In recent decades the concept of soil as a memory of environment (i.e. soil as a recording and memorizing system) was developed in soil science (Targulian, 2004). This concept is based on the assumption that soil is a natural-historical body resulting from factors and processes leading to its formation. It is related to specific mechanisms occurring in soil which are responsible for recording and memorizing information. This information is recorded in soils on solid surfaces, which form a complexity but are organized in hierarchical system of diagnostic features and soil properties from microscale like molecules and minerals to macroscale like the soil cover. In this sense it can be identified mineralogical memory, humus memory, soil structural memory, or the memory of soil neoformations, etc. One of the most significant components of soil, which can play a crucial role in paleoenvironment reconstruction as well as indicators of present processes occurring in soil are cutans (Bronnikova, 2005). Such structures occur within Albeluvisols of the Precarpathians in the Ukraine (Szymański, 2012a, 2012b). Such soils are called brownish-podzolic soils in the Ukrainian national classification system (Polchyna, 2008; Nikorych, 2012a) and show very complex mode of their formation. According to Nazarenko et al. (2005) the soils are result of 5–6 different soil forming processes including accumulation, eluviation, illuviation, and transformation. In effect, unambiguous determination of genesis of such soil is very difficult. In order to properly determine the genesis of the studied soil profiles, micromorphological observations and analyses of soil material were done. The present paper emphasises on complexity of cutans occurring in the soils of the Precarpathians.

There are still problems with the identification and quantitative determination of cutans at macro and micromorphological studies. Bronnikova

and Targulian (2002, 2005) pointed out a number of difficulties associated with the identification of cutans. Such problems occur especially in clayey soils containing high amount of swelling clay minerals as well as in soils showing initial stage of illuviation. In addition to genetic importance, cutans play a significant role in soil classification. In many national soil classification systems including Soil Taxonomy in the USA (Soil Survey Staff, 2006), Russian Soil Classification (Russian Soil Classification, 2004), Polish Soil Classification (Systematyka gleb Polski, 2008) and World Reference Base for Soil Resources (IUSS Working Group WRB, 2006) one of the diagnostic criteria for illuvial horizon is the presence of clay cutans. In the Ukrainian soil science this issue is still unresolved.

MATERIALS AND METHODS

The studies were carried out within the Precarpathians in the Ukraine. Ten representative soil profiles were excavated in the field and very carefully described. The studied Albeluvisols show sequence of genetic horizons as follows: Ho+He+Egl+Eigl+Igl+PiG1 (in WRB system: Stagnic Fragic Albeluvisol (Epidystric, Siltic) O+AEG+EG+Btx+Btg+BC). Table 1 shows the field description of morphology of the archetype of the studied soil profiles.

Table 1

Field description of morphology of the archetype of the studied soil profile

Index horizon		Colour (moist)	Structure	Consistence	Roots	Fe-Mn nodules	Clay coatings
UKR	WRB						
Ho	O	n.a.*	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
He	AEG	10YR 5/3	Subangular blocky	Soft	+	Few	Absence
Egl	Eg	10YR 5/4	Subangular blocky	Slightly hard	Few	+	+
Eigl	Btx	10YR 5/6; 10YR 6/2	Subangular blocky	Slightly hard	Absence	++	+++
Igl	Btg	10YR 5/6; 10YR 6/2	Prismatic	Slightly hard	Absence	+++	+++
PG1	BC	10YR 5/6; 10YR 8/1	Prismatic	Very hard	Absence	++	++

* Not analyzed

Micromorphological observations and analyses were used to describe of cutans complexity in the studied Albeluvisols. The thin sections were made according to Parfenova et al. (1977). The thin sections were described using terminology given by Stoops (2003). The thin sections were studied using polarizing microscope Nikon Eclipse E600Pol.

Macro- and micromorphological description of cutan complexity was made according to Bronnikova and Targulian (2005).

The studies were conducted in Department of Soil Science of Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University and in Department of Pedology and Soil Geography of the Jagiellonian University (Krakow, Poland). Thin sections were prepared in Oles Gonchar Dnepropetrovsk National University.

RESULTS AND DISCUSSION

Macromorphology of cutan complex.

Surface horizons: No cutans present.

Eluvial horizons: Surface of peds are coated with very thin grayish and brownish fragments of clay cutans. On the surface of clay cutans there are light brownish-white sandy-silty cutans. The surface of cutans is sporadically shattered by the polygonal network of cracks. Such aggregates consist of fragments of cutans, network of cracks and underlying microblock of intra-aggregate mass (IAM).

Illuvial and transition to parent material horizons. The most common are pale-brown, brown and glaucous light brown silty-clay cutans up to 1 mm thick. They cover almost all pores of intra-aggregate mass (IAM). Clay cutans are sometimes covered by fragments of light grayish-white sandy-silty cutans up to 1 mm thick. In addition, there are reddish-brown iron-clay cutans from 0.5 to 1 mm thick. On the surface of peds there are iron-manganese cutans, which often developed on the top of clay and iron-clay cutans. Cutans are underlain by strongly gleyed glaucous, bluish or olive-bluish layer of intra-aggregate mass (IAM) about 1-5 mm thick. Intensity of bleaching of cutans and thickness of gleyed zone of intra-aggregate mass (IAM) beneath them gradually increase down the horizon. Such complexity of colour of the studied cutans indicates the need of micromorphological studies (Fig.1).

Mesomorphology of cutan complex.

According to the recommendations given by Bronnikova and Targulian (2005), the walls of the largest cracks and surfaces of aggregates of second order (with differentiation of upper, lower and side surfaces) as well as aggregates of first order (i.e. the smallest units discernible in mesomorphological description) and intra-aggregate mass (IAM) of aggregates of first order in each horizon were described.

Surface horizons: No cutans present. The exception was the St-1 profile, which had a small amount of coatings probably connected with agroturbation (this is a crop soil).

Eluvial horizons. Usually no large cracks.



Fig. 1. Visualization of cutan complex on the mesomorphological level

Aggregates of II order. Colour of the surface of aggregates is rather homogeneous: the predominant colour is grayish-brown with a few dark brown spots.

Upper faces of aggregates. Covered by sandy-silty cutans up to 0.1 mm thick, which cover most of the pores. The surface of aggregates is rough, microrelief is somewhat smoothened by the coatings. There are areas where cutans on the surface form a striated image. On the walls of the root moves that come to the surface of aggregates, there are also observed sand and silt cutans.

Lower faces of aggregates. The surface is not uniform in colour, i.e. more brown spots. Many small pores and small cracks were not covered cutans.

The side faces of aggregates. On the surface visible ribs aggregates of lower orders. Straight flat interaggregate pores-cracks are apparent. Sandy-silt cutans are unevenly distributed. Interaggregate cracks are sometimes covered by sandy-silty cutans. The material forming cutans is loose. There are fragments of light brown iron-clay cutans that occupy small areas of surface of aggregates.

Aggregates of I order. Upper faces of aggregates. White and light grey sandy-silty cutans that cover the surface occur. The cutans are more compacted than the cutans occurring on the surfaces of aggregates of II order. There is often an expressed striated microrelief of the surface of cutans. In brown microareas the surface of aggregates is covered by thin translucent fragments of iron-clay, clay-humus and clay cutans showing brown, dark brown, or reddish-brown colour. *Lower faces of aggregates.* There is no significant difference between the upper and lower faces of aggregates. At the bottom of the aggregates the large area is occupied by iron-clay, humus-clay, and clay cutans. There are ferruginous nodules on the surface.

Intra-aggregate mass (IAM). IAM is compact. In aggregate pores there are yellow-brown translucent iron-clay cutans. In the tubular pores (root burrows) dominate brown, dark brown, and gray-brown clay and humus-clay cutans, especially in the forest soils.

Illuvial and transition to parent rock horizons (Fig. 1). Surfaces of main cracks. Almost all walls of cracks are covered by silty-clay, clay (reddish-gray color), iron-clay (bright brown), and along the root burrows humus-clay (dark brown) cutans. The thickness of cutans varies from 0.05 to 1 mm (especially in the area of distribution of root burrows). One-piece or silt fragmentary cutans, sometimes with sand fractions occur almost everywhere over the clay, silty-clay and humus-clay cutans. Along the root burrows cutans contain a lot of humus.

Aggregates of I and II order. Cutans show the best development on the surfaces of aggregates. Clay and silty-clay cutans prevail. Along the root burrows cutans that are coloured with humus occur. In some areas these cutans are solid, more often fragmented: in the form of spots or growths of colomorf clay. *Upper faces of aggregates.* Silt cutans are predominant. In places where the roots come out of IAM to the surface there are some fragments of clay cutans. *Lower faces of aggregates.* Clay, humus-clay, and iron-clay cutans are very thin (<0.05 mm). Cutans can be found mainly near the root burrows. Pores more than 0.1 mm thick are not covered by cutans. Edges of pores and uneven surfaces of microrelief are sharply outlined. There may be found some fragments of iron and manganese cutans. *The side faces of*

aggregates. Coated with one-piece silty-clay cutans with the inclusion of grains of sand fractions, layers of silt material, microareas of underlying IAM. Thickness of such cutans is from 0.05 to 0.3–0.4 mm. Surface of such cutans is rough and matt. Underneath the cutans there sometimes lies a slightly bleached layer of IAM up to 0.2 mm thick. On the surface, silty-clay cutans and fragmentary silty cutans up to 0.1 mm thick occur. There are also clay and iron-clay cutans with a glossy surface. There is pronounced aggregation of material forming cutan of underlying IAM layer: the surface of the aggregate is divided into polygons with side of 3–10 mm to a depth of about 0.5–1 mm. *Intra-aggregate pores*. The walls of most pores are coated with clay, iron-clay, iron-manganese cutans and less often sandy-silty cutans. The latter occur over cutans of other morphotypes. Ferruginous and manganese cutans often form a thin layer within clay and iron-clay cutans.

Micromorphology of studied soils and features of cutans complex at the microlevel. Averaged micromorphological description of the studied soils is given in Table 2.

Table 2

Generalized micromorphological description of studied soils

Microstructure and porosity	Groundmass			Organic matter	Pedofeatures
	Skeleton	Coarse material	Fine material		
Surface horizons: Subangular, angular blocky microstructure Eluvial horizons: Massive microstructure Illuvial and transients to P (C) horizons: Angular blocky microstructure Porosity: packing voids planes and channels	Lack	* Angular and subangular grains of quartz Micas Feldspars (<i>plagioclases, microcline</i>) Glauconite Zircon Weathered fragments of shale Most of the components belong to silty and fine sand fractions	Amorphous humus Colloidal clay Orientation of micromass: Porostriated b-fabric (max in I) and granostriated b-fabric (max in Pi) Colouring plasma in: - surface and eluvial horizons – gray-brownish; - illuvial and transients to P (C) horizons: from gold to brownish-gold	Surface horizons: Organ residues (many, varying degrees of decomposition) Eluvial horizons: Organic residues (few) Illuvial and transients to P (C) horizons: Lack	<i>Cutans: clay and Fe-clay coatings</i> (few in surface horizons, many in I and Pi horizons) I horizons: clay in situ Fe and Fe-Mn concretions (surface and eluvial horizons: in embryonic form, an I and Pi) Depletion zone Fragmented cutans (rare)

* A more detailed mineralogical description is given in Nikorych (2012, b).

Surface horizons of the studied soils are characterized by subangular blocky and channel microstructures, packing voids and channels. Coarse material of the groundmass is composed of subangular and angular grains of quartz, plagioclases, K-feldspars (mainly microcline), and micas (mainly muscovite). Additionally, weathered fragments of shales and subangular pellets of glauconite were present. Mineral grains and fragments of shales belong to coarse silt, very fine sand, and fine sand fractions. In some cases subangular pellets of glauconite were observed. Fine material of the groundmass (i.e. micromass) consists of amorphous humus. In the surface horizons organic residues, tissues, fragments of roots and in some cases iron nodules were observed.

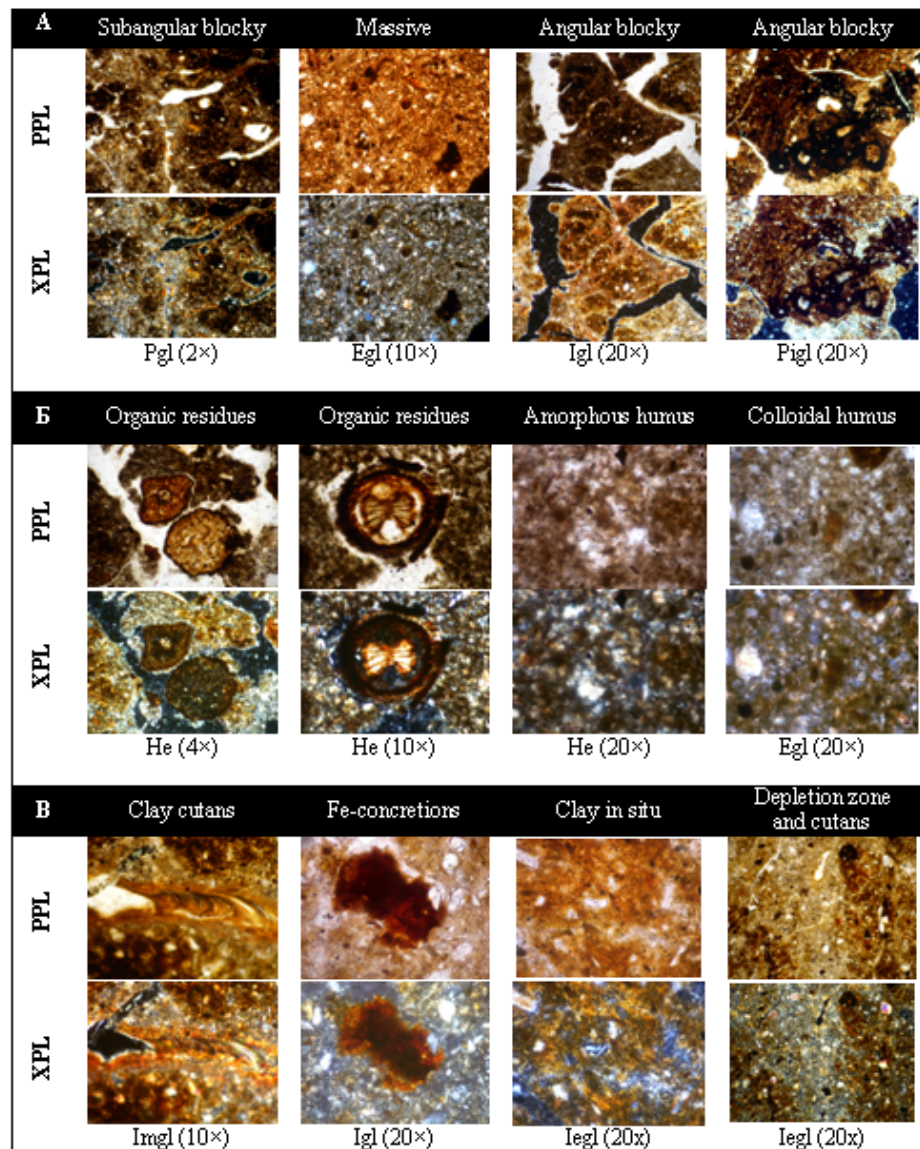


Fig. 2. **Micromorphological properties of studied soils:**
A – types of microstructures; B – organic remnants and amorphous and colloidal humus;
B – pedofeatures

Eluvial horizons exhibit channel, subangular blocky, platy, and massive microstructures. Angular and subangular grains of quartz, plagioclases, K-feldspars, micas and fragments of shales are main components of coarse material. Eluvial horizons are characterized by very small amount of micromass, which consists mainly of grey amorphous humus and rusty-brown iron oxides. Within eluvial horizon occur a lot of iron and iron-manganese nodules showing sharp or gradual external boundaries and undifferentiated internal fabric. In addition, depletion zones and impregnative pedofeatures occur. Few clay cutans were present in Eg horizons.

Illuvial horizons are characterized by channel, subangular, and angular blocky microstructures. Channels and vertical planes prevail. Coarse material of the groundmass is composed of angular and subangular grains of quartz, plagioclases, K-feldspars, micas, subangular pellets of glauconite, and weathered fragments of shales. Micromass consists of colloidal clay and iron oxides. Colloidal clay shows porostriated, granostriated, and speckled b-fabric. A lot of iron and iron-manganese nodules as well as depletion zones and impregnative pedofeatures were observed. This part of the soil profiles studied show the highest amount of clay, iron-clay, silty-clay, and humus-clay cutans.

Clay cutans in brownish-podzolic soils are characterized by the following features:

1. Smooth and glossy surface (Fig. 3);



Fig. 3. Surface of clay cutans

2. Sharp boundary (Fig. 4.);

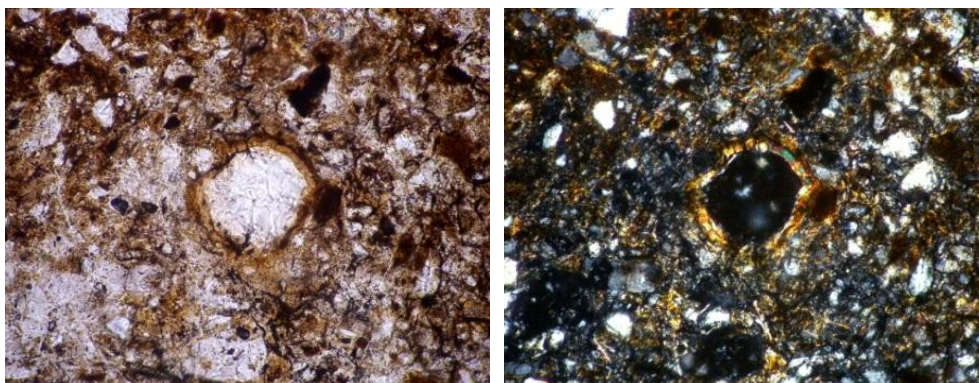


Fig. 4. Nature of boundaries of clay cutans

3. Microlamination microstructure with the orientation of layers, predominantly parallel to the walls of pores (Fig. 5);

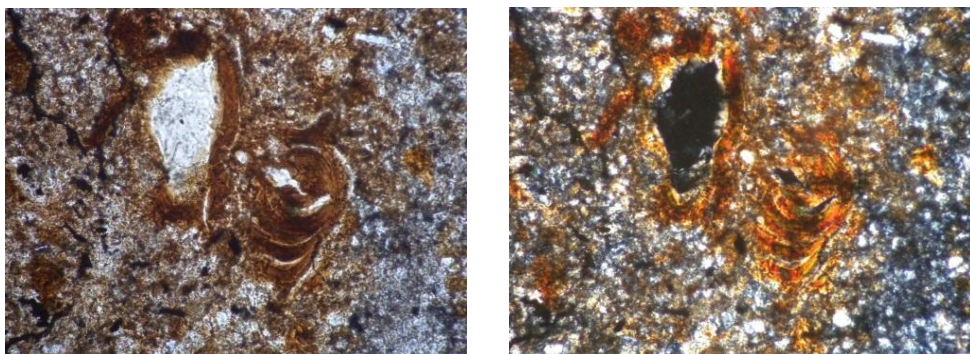


Fig. 5. Microlamination microstructure of clay illuviation cutans

4. Optical anisotropy and high birefringence (Pic. 6).

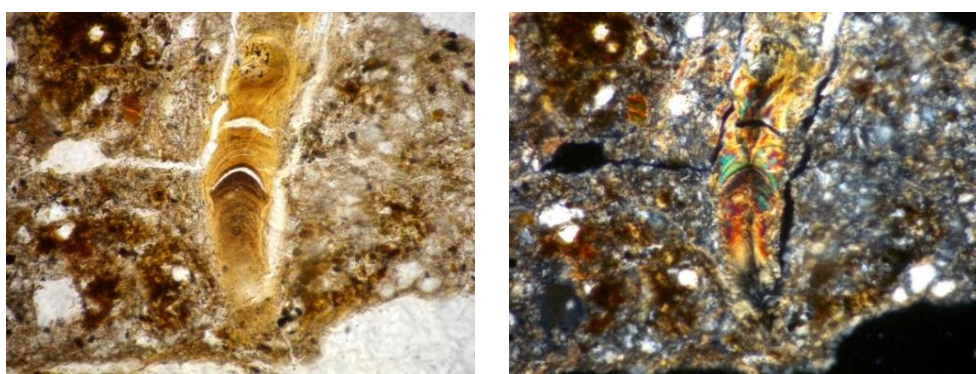


Fig. 6. Optical anisotropy of clay illuviation cutans

Microlamination of clay and silty-clay cutans is associated with the periodicity of material deposition. Layers of the cutans are usually arranged parallel to each other and to the original surface of the pores, peds, cracks, or at a certain angle to the surface.

Colour of clay cutans is connected with their composition. Brown, dark brown, and rusty-brown cutans prevail indicating that clay minerals, Fe- and Mn-oxides are main component of such structures. In some cases, the cutans show grey colour due to amorphous humus.

The following morphotypes of cutans in the studied soils were found (Fig. 7):

- 1) sandy-silty (with quartz and feldspars);
- 2) silty-clay;
- 3) clay (found mainly in metamorphosed horizons);
- 4) humus-clay (occurring mainly in the surface horizons);
- 5) iron-clay (occurring mainly in illuvial horizons, which contain, in addition to iron, probably manganese).

Most of the cutans are related to mobilization of colloids, their translocation down the soil profile, and accumulation in the lower soil horizons.

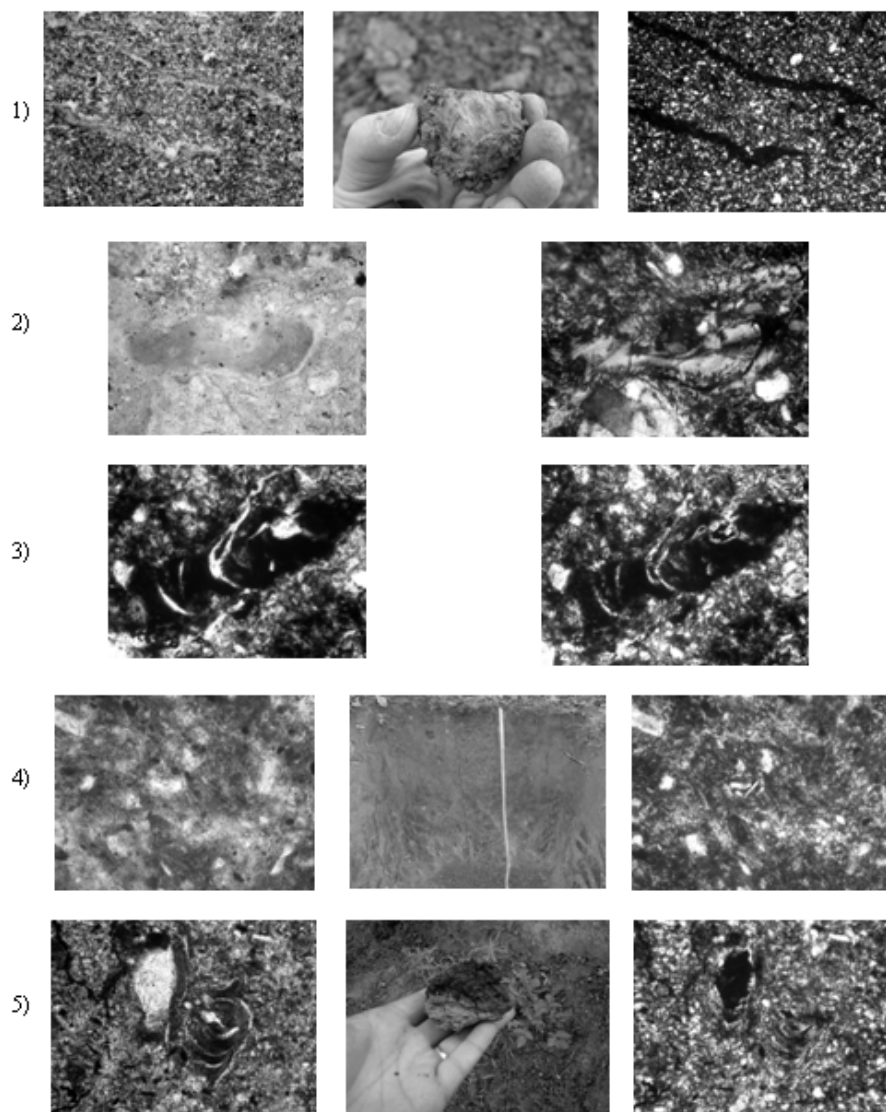


Fig. 7. Morphotypes of cutans of the studied soils:
1) sand-silty, 2) silty-clay, 3) clay 4) humus-clay, 5) iron-clay

The role of cutans in the functioning and biological productivity of Albeluvisols of the Ukrainian Precarpathians. Occurrence of cutans has a direct influence on the size and shape of voids and permeability of soil profiles. Clay cutans occurring on the surfaces of aggregates show different morphology, texture, and chemical composition in comparison with IAM. This is the reason of heterogeneity of soil material. Presence of cutans on the surface of aggregates limits penetration of soil solution and diffusion of solutes from pore space into the aggregates.

This increases the efficiency of mechanical absorption capacity of the soil and slows the filtration capabilities. In addition, clay cutans increase the cation exchange capacity and accumulation of biophylic elements.

Another feature of the cutan complex is constant presence of morphochromatic signs of gleyification. In our opinion, this fact creates difficulties in the field diagnostics and indexing of the genetic horizons.

CONCLUSIONS

1. Cutans occurring in Albeluvisols of the Ukrainian Precarpathians show clear morphological diversity. Clay cutans clearly prevail within the studied soils. Such cutans exhibit smooth and glossy surfaces, distinct boundaries, microlamination, and clear optical orientation of clay domains.

2. Microlamination of clay and silty-clay cutans is associated with intervals of material translocation.

3. Colour of clay cutans is related to their composition. Brown, dark brown, and rusty-brown cutans prevail indicating that clay minerals, Fe- and Mn-oxides are main component of such structures.

4. In Albeluvisols of the Precarpathians in the Ukraine occur sandy-silty, clay, humus-clay, humus-silty-clay, and iron-clay cutans. Most of the cutans are related to mobilization of colloids, their translocation down the soil profile, and accumulation in the lower soil horizons.

5. Based on the obtained results it is concluded that the genesis of the studied soils is related to illimerization (lessivage) and gley-eluvial processes.

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank Prof. Natalya Bilova for assistance and helpful suggestions during preparation of the thin sections.

REFERENCES

- Bronnikova M. A.** Cutan complex of texture-differentiated soil / M. A. Bronnikova, V. O. Tarhulyan. – M. : ICC «Akademkniha», 2005. – 197 p.
- Classification and diagnostics of soils in Russia** / Compiled by L. L. Shishov, V. D. Tonkonohov, I. I. Lebedeva, M. I. Herasimova. – Smolensk, 2004. – 342 p.
- IlluviaSols Clay eluviation/illuviation processes in soils** / E. Fernández, C. Dorronsoro-Fdez, J. Aguilar, B. Dorronsoro, G. Stoops, C. Dorronsoro Díaz –<http://edafologia.ugr.es/iluv/indexw.htm>
- Nazarenko I. I.** Problems of classification, nomenclature identity, diagnostics of elementary soil processes and ecological condition of background soils of Precarpathians / I. I. Nazarenko, I. S. Smaga, S. M. Pol'chyna, V. A. Nikorych, Yu. M. Dmytruk, M. A. Berbets, R. I. Bepalko // Scientific Bulletin of Chernivtsi University. – Chernivtsi : Ruta – 2005. – Vol. 251. Biology. – P. 3-26.
- Nikorych V.** Micromorphological diagnosis mineral composition brownish-podzolic gleyed soil station «Storozhynets» / V. Nikorych, O. Kryzhanivsky, M. Mykytyuk // Scientific Bulletin of Chernivtsi University. «Biological systems». – V.4, Issue 3. – Chernivtsi : Chernivtsi National University Press, 2012b. – S. 319-326
- Nikorych V.** Morphogenetic features of Albeluvisols Polish and Ukrainian Precarpathians / V. Nikorych, S. Polchyna, S. Skiba, W. Szymanski // Scientific Bulletin of Chernivtsi University. «Biological systems». – V.4, Issue 1. – Chernivtsi : Chernivtsi National University Press, 2012a. – P. 65-71
- Parfenova E. I.** Guide to micromorphological studies in soil science / E. I. Parfenova, E. A. Yarylova. – M., «Science». – 1977. – 198 p.
- Pol'chyna S. M.** Brownish-podzolic gleyed soils of Precarpathians in WRB system / S. M. Pol'chyna, I. V. Savitska, I. V. Dumih. – Agrochemistry and soil science. – Vol. 69. – Kharkiv, 2008. – P. 75-79.
- Soil Map of the World.** Revised legend. – Rome : FAO-UNESCO, 1985. – 116 p.
- Soil Taxonomy.** Abasic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. 2nd ed. Washington: Soil Survey Staff, US Government Printing Office, 1999.

Stoops G. Guidelines for Analysis and Description of Soil and Regolith Thin Sections / G. Stoops. – Madison, WI : Soil Science Society of America, 2003. – 184 p.

Systematyka gleb Polski. Wersja pierwsza wydania 5. – Wydawnictwo : Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, 2008. – 215 str.

Szymański W. Gleby płowe (Luvisols) pogórza i przedgórze karpackiego z obszaru Polski i Ukrainy / W. Szymański, S. Skiba, V. Nikorych, S. Polchyna // Roczniki Bieszczadzkie 2012 (20). – Str. 268-280.

Szymański W. Similarity of micromorphological properties of the fragipan horizon in Albelvisols of the Carpathian Foothills in Poland and the Precarpathian in the Ukraine / W. Szymański, V. Nikorych // Proceedings of the 14th International Working Meeting on Soil Micromorphology. Lleida 8-14 July 2012. – P. 18-21

Targulian V. O. Sequence of illuviation cutans' formation in Albeluvusols / V. O. Targulian, M. A. Bronnikova // 17th World Congress of Soil Science. 14-21 August 2002, Bangkok, Thailand. Transactions Papers. CD-ROM.

Targulian V. O. Soil memory: types of record, carriers, hierarchy and diversity / V. O. Targulian, S. V. Goryachkin // Revista Mexicana de Ciencias Geologicas. – 2004. – Vol. 21, N 1. – P. 1-8.

World reference base for soil resources 2006 – <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0510e/a0510e00.pdf>

Рекомендує до друку
Н. А. Білова

Надійшла до редколегії 18.10.12

МІКРОМОРФОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ҐРУНТІВ СТЕПОВИХ БІОГЕОЦЕНОЗІВ

Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара

Для ґрунтів степових біогеоценозів на прикладі еталонної степової цілини ПП 201 встановлені основні мікроморфологічні особливості. Для них характерна пилувато-плазмова мікроструктура, однорідна по всьому профілю. Плазма в верхніх двох горизонтах – гумусо-глиниста, з горизонтів Phk (31–48 см) та Phk (48–72 см) – карбонатно-гумусо-глиниста, а в горизонті Pk (72–101 см) вона змінюється на карбонатно-глинисту. Відмінність плазми у горизонтах спричинена різним впливом біотичних (степовою рослинністю, ґрунтовою фауною) та абіотичних факторів (кліматичними особливостями та материнською породою). Рослинні залишки представлені, в основному, свіжими зрізами коренів, найбільша їх кількість у верхніх горизонтах, в нижніх вони представлені одиничними екземплярами. Для всього профілю характерний тип гумусу – муль. Мікроскладення не однорідне по профілю. В верхньому горизонті переважає рихле і губчасте, в нижніх горизонтах основні типи мікроскладення – губчасте та порове. З глибиною площа порового простору зменшується. Для верхніх горизонтів Н₁ (0–7 см) та Н₂ (7–31 см) найбільш характерні міжагрегатні пустоти та широкі каналоподібні пори. Для горизонтів від Нрк (31–48 см) до Pk (70–102 см) найбільш характерні пори-камери, замкнуті пори складної форми, каналоподібні пори та тріщини. Розвинена система пор утворюється внаслідок активної пороутворюючої діяльності кореневих систем степової рослинності та ґрунтової фауни. Стінки пор верхніх горизонтів складені матеріалом основи, а починаючи з горизонту Нрк (31–48 см) в деяких порах з'являються вицвіти кальциту. З глибиною кількість пор з вицвітами кальциту та їх інтенсивність зростає. Кутани ґрунтового профілю класифіковані за Брюєром. Наданий індекс кутаного комплексу в залежності від локального коефіцієнта зволоження та вираження кутаного комплексу. Найбільш добре агрегований верхній горизонт Н₁ (0–7 см) складений копролітами та мікроагрегатами фітогенного походження, за розміром мікроагрегати різні, їх форма в основному округла та складна. З глибиною агрегованість падає. В нижніх горизонтах переважають блоки коагуляційного походження. Виявлено, що для ґрунтів еталонної степової цілини найбільша формотворна роль належить біотичним факторам.

Ключові слова: мікроморфологічні особливості, біотичні фактори, локальний коефіцієнт зволоження, індекс кутаного комплексу.

О. В. Стрижак

Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара

МИКРОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ СТЕПНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ

Для почв степных биогеноценозов на примере эталонной степной целины ПП 201 установлены основные микроморфологические особенности. Для них характерна пылевато-плазменная микроструктура, которая однородна по всему профилю. Плазма в верхних двух горизонтах гумусо-глинистая, а с горизонтов Phk (31–48 см) и Phk (48–72 см) – карбонатно-гумусо-глинистая, а в горизонте Pk (72–101 см) – карбонатно-глинистая. Различия плазмы по горизонтам обусловлено разным влиянием биотических (степной растительностью, почвенной фауной) и абиотических факторов (климатическими особенностями и материнской породой). Растительные остатки представлены, в основном, свежими срезами, наибольшее их количество в верхних горизонтах. Для всего профиля характерный тип гумуса – муль. Микросложение в верхних горизонтах рыхлое и губчатое, а в нижних – губчатое и поровое. С глубиной доля порового пространства уменьшается. В горизонтах Н₁ (0–7 см) и Н₂ (7–31 см) наиболее представлены межагрегатные пустоты и широкие каналовидные поры. В горизонтах от Нрк (31–48 см) до Pk (70–102 см) наиболее часто встречаются поры-камеры, замкнутые поры сложной формы, каналовидные и трещины. Развитая система пор образована вследствие деятельности корневых систем.

тем степної растительності і ґрунтової фауни. Стінки пор верхніх горизонтів складені матеріалом основи, а в нижніх горизонтах вистилаються вицвітами мелкозернистого кальцита. Представлена класифікація кутан по Брюєру. Введен індекс кутаного комплексу, який залежить від локального коефіцієнта зволоження і ступеня вираженості кутаного комплексу в ґрунтовому профілі. Найбільше агрегований верхній горизонт Н₁ (0–7 см) складені копролітами і мікроагрегатами фітогенного походження. Форма і розмір варіює, їх форма близька до округлої, або складної. Вглиб по профілю агрегування знижується. В нижніх горизонтах домінують блоки коагуляційного походження. Виявлено, що для ґрунтів степних еталонних біогеоценозів ПП 201 найбільша формообразуюча роль належить біотичним факторам.

Ключевые слова: мікоморфологічні особливості, біотичні фактори, локальний коефіцієнт зволоження, індекс кутаного комплексу.

O. V. Strizhak

Oles Gonchar Dnipropetrovsk National University

MICROMORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SOILS STEPPE BIOGEOCENOSSES

For soils of steppe biogeocenoses on the example of reference steppe virgin land PP 201 the basic micromorphological features were determined. They are characterized by pulverulent and plasma microstructure that is uniform throughout the profile. The plasma in the upper two horizons is humus-clay, and on the horizon Phk (31–48 cm) and Phk (48–72 cm) – carbonate-humus-clay, and the horizon Pk (72–101 cm) – carbonate-clay. The difference of plasma in different horizons is conditioned by the influence of biotic (steppe vegetation, soil fauna) and abiotic factors (climatic conditions and parent material). Plant residues are mostly fresh cut, the largest number of them is in the upper levels. For the entire profile a typical type of humus is mule. Microstructure in the upper layers is loose and spongy, and in the lower – spongy and porous. With the depth the percentage of pore space decreases. In the horizons H₁ (0–7 cm) and H₂ (7–31 cm) maximum of the inter-aggregate interstice and wide pores are presented. In the horizons from H_{pk} (31–48 cm) to Pk (70–102 cm), the pore-chamber, closed pore of complex shape are the most frequent. The developed system was formed as a result of the root systems of steppe vegetation and soil fauna. The pore walls of the upper horizons stacked from the base material, and the lower layers are filled with fine-grained calcite. The classification of cutans by Brewer is presented. The index of cutan complex is introduced. It depends on the local coefficient of moisture and degree of cutan complex in the soil profile. The most aggregate upper horizon H₁ (0–7 cm) is formed by coprolith and microaggregates of phytogenous origin. The shape and the size varies, their shape is close to rounded, or complicated. Deep into the profile aggregation is reduced. In the lower horizons the blocks of coagulation origin are dominated. It is revealed that for the soils of the steppe reference biogeocenoses PP 201 the greatest formative role belongs to biotic factors.

Keywords: micromorphological features, biotic factors, local moistening coefficient, index of cutan complex.

Для степів України, нажалі характерний високий процент їх розораності. Цілинні степи майже відсутні, їх невеликі ділянки залишились в природних заповідниках «Кам'яні могили», «Хомутівський степ» та представлені невеликими вкрапленнями по узліссям байрачних лісів, вздовж доріг, по схилах балок та річкових долин та ін. (Белова, 1999). Для запобігання таких негативних явищ, як пилові бурі, що можуть виникати при нераціональній інтенсивній сільськогосподарській діяльності, потрібно збільшити процент заліснення території шляхом створення штучних лісових смуг та масивів. Для створення стійких лісових культурбіогеоценозів потрібний комплексний підхід до вивчення степових біогеоценозів на макро-, мезо- та мікрорівнях. Екологічна мікоморфологія дає нам змогу розшифрувати процеси, які протікають на різних рівнях у ґрунтовому профілі.

ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження еколого-мікроморфологічних особливостей ґрунтів еталонної ПП 201 степової цілини виконували в лабораторії мікроморфології ґрунтів науково-дослідного інституту біології та кафедри геоботаніки, ґрунтознавства та екології Дніпропетровського національного університету ім. Олеся Гончара. Відбір ґрунтових монолітів проводився на пробній площі 201 Науково-навчального центру Дніпропетровського національного університету ім. Олеся Гончара «Присамарський біосферний стаціонар ім. О. Л. Бельгарда» (Новомосковський р-н, Дніпропетровська обл.) у складі Комплексної експедиції Дніпропетровського національного університету ім. Олеся Гончара.

Виготовлення шліфів виконувалось за загально прийнятим методом, розробленим Е. Ф. Мочаловою (1956). Розшифрування мікроморфологічної організації ґрунтів проводилося за загально прийнятою схемою О. І. Парфьонової та К. А. Ярилової (1977).

Спочатку опис ґрунтових сколів проводився за допомогою біокуляру. Запилення сколів проводилось вуглицем, попередній опис зроблено у РЕМ 100-У в лабораторії мікроморфології ґрунтів науково-дослідного інституту біології та кафедри геоботаніки, ґрунтознавства та екології Дніпропетровського національного університету ім. Олеся Гончара. Остаточний опис та мікроаналіз основних елементів рельєфу поверхні ґрунтових сколів проводився в електронному мікроскопі РЕММА-2 у режимі вторинних та відбитих електронів.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Пробна моніторингова площа степова цілина ПП 201 розташована на вододілі двох річок Самари і Сороковушки в межах с. Андріївка Новомосковського району Дніпропетровської області. Це мікроплато зі схилом від 4 до 5⁰ північно-східної експозиції. Режим зволоження відповідає за типологічною схемою О. Л. Бельгарда сухим місцезростанням СГ₀₋₁. Асоціація різнотравно-типчакково-кострицевий степ. Зволоження атмосферно-транзитне відточне. Локальний коефіцієнт зволоження (ЛКЗ) за Л. П. Травлєєвим (1980) дорівнює 0,6. Режим зволоження імпермацидний. Ґрунтові води з 40 м. Мікроморфологічні особливості вивчали Н. А. Білова (1997) та В. М. Яковенко (2004). Нами було доповнені їх наукові доробки та додатково систематизовані за Брюєром (1960) кутанні комплекси. Поняття кутаного комплексу введено в термінологію В. О. Таргуляном і М. А. Бронніковою (2005) та розглядається ними як сукупність ілювіальних кутан в профілі текстурно-диференційних ґрунтів і є одним з основних носіїв інформації про екологічні фактори та ґрунтотворні процеси. Автором на основі еколого-мікроморфологічних досліджень кутаних комплексів лісових біогеоценозів степу були розроблені індекси, де в залежності від числових показників локального коефіцієнта зволоження та інтенсивності вираження в ґрунтовому профілі кутан та ілювіальних горизонтів запропонована градація від 1 до 5. Для ґрунтів степової цілини

ПП 201 індекс кутаного комплексу прийняли за одиницю. Цей індекс надається у випадку коли $ЛКЗ <_{0,15}$, або $ЛКЗ_{0,15 - 0,25}$ та в ґрунтовому профілі відбувається перенос карбонатів у розчинах з наступним їх осадженням. Карбонатні новоутворення у верхніх горизонтах не виражені, з'являються у перехідних горизонтах у вигляді дрібнозернистого кальциту, який рівномірно насичує ґрунтовий матеріал. В деяких порах спостерігаються його вицвітами.

Макроморфологічна характеристика ґрунтового профілю

H_0 0–1 см Калдан із залишків степових трав. Розташований окремими фрагментами.

H_1 0–7 см Темно-сірий сухуватий суглинок, пилювато-дрібнозернистий, рихлий. Коріння утворює суцільний дерен. Перехід до іншого горизонту – за зменшенням кількості коріння і за збільшенням ущільнення.

H_2 7–31 см Темний, свіжий дрібнозернистий, менш корененасичений, середньосуглинистий. На структурних окремостях помічається наліт присипки SiO_2 . Перехід до іншого горизонту – за забарвленням.

H_{pk} 31–48 см Забарвлення – темно-сіре з бурим. Свіжий, ущільнений, дрібнозернистий. З глибини 46 см з'являються новоутворення у вигляді псевдоміцелію. Слабка корененасиченість. Скипає з 31 см.

H_{pk} 48–72 см Палево-бурий, свіжий, ущільнений. Структура – горіхувато-призматична. Укрупнення агрегатів. Пронизаний новоутвореннями (із $CaCO_3$) у вигляді білоочки.

H_k 72–101 см Палевий, ущільнений. Пронизаний новоутвореннями (із $CaCO_3$) у вигляді білоочки. Агрегати призматичної форми, крупноглибисті. Перехід до іншого горизонту – за вмістом карбонатів.

Горизонт скипання з 30–40 см. За шкалою Стадниченка ґрунти відносяться до карбонатних.

Таким чином, ґрунт еталонної степової ділянки – чорнозем звичайний карбонатний малогумусний середньосуглинний на лесах. Відмічаються процеси змиву ґрунтів по схилах досліджуваної території.

Мікроморфологічна характеристика горизонтів ґрунтового профілю еталонних степових біогеоценозів

H_1 0–7 см

Пухкий, добре структурований, рівномірно забарвлений в темний колір горизонт. Мікроструктура пилювато-плазмова. Скелет складений, в основному, зернами кварцу, польових шпатів, циркону, інші трапляються в одиничних екземплярах. Кількісно переважають зерна пилюватої фракції, також значну долю займають мінерали середньої за розмірами фракції. Переважає округла форма зерен або близькі до такої форми зерна, менше трапляються ізометричні та призматичні зерна. Деякі мінерали слабо корродовані, зі слідами вивітрювання. Розміщаються в ґрунтовій масі рівномірно, без сортування та орієнтації. Плазма гумусо-глиниста. Гумус

чорний і бурий, по типу муль. Чорний гумус представлений гумонами та вуглеподібними частками, розміщуються в ґрунтовій масі рівномірно. Бурий, аморфний гумус рівномірно промочує ґрунтову масу. Рослинні рештки – переважно свіжі зрізи. Глиниста частина плазми з двозаломленням, доволі часто маскується гумусом, неорієнтована. Значну долю площі шліфа займає поровий простір. Для цього горизонту характерно два типи мікроскладення: рихле та губчате (рис. 1, *a*). Поровий простір представлений в основному міжагрегатними пустотами. Добре агрегований горизонт, складений копролітами та мікроагрегатами фітогенного походження. За розміром мікроагрегати різні, їх форма в основному округла та складна.

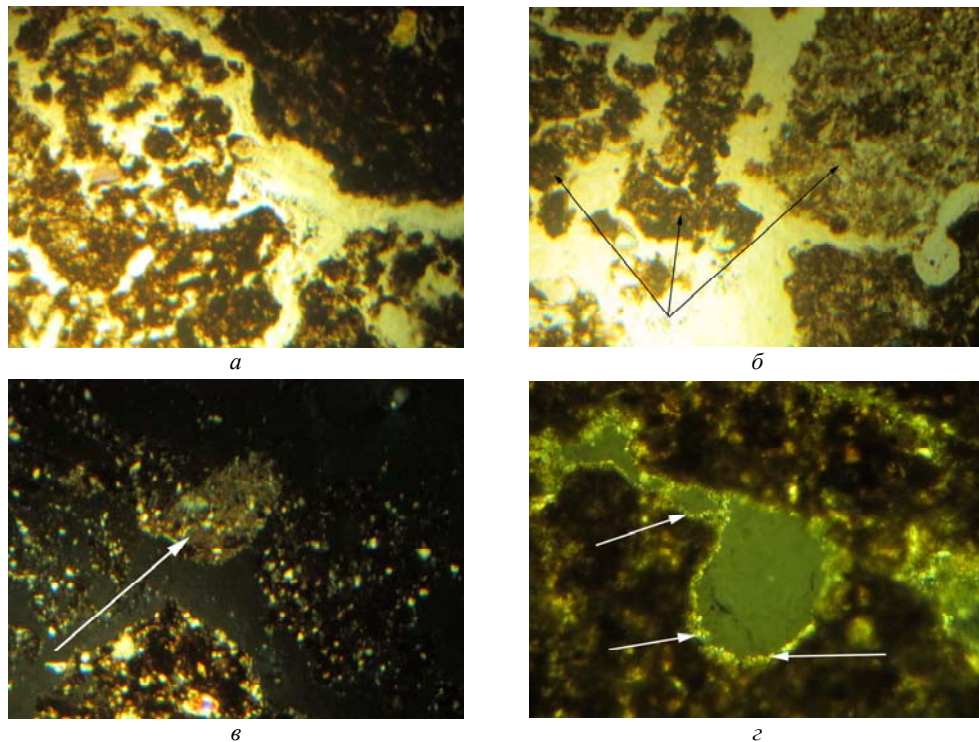


Рис. 1. Мікроморфологічні особливості ґрунтового профілю
еталонних степових біогеоценозів:

- a* – поровий простір X 60 нік ||;
б – мікроагрегати X 100 нік ||;
в – мікрозони насичені дрібнозернистим кальцитом X 60 нік +;
г – пора з інтенсивними вицвітами кальциту X 100 нік +

Н₂ 7–31 см

Темного кольору, дещо світліший за попередній горизонт, неоднорідно забарвлений, трапляються мікрозони з більш світлішим забарвленням. Щільніший за попередній, площа порового простору знижується. Агрегований, переважно складений крупними блоками та крупними за розміром агрегатами. Мікроструктура пилювато-плазмова. Скелет складений, в основному, зернами кварцу, польових шпатів, циркону, інші трапляються в

одиночних екземплярах. Кількісно переважають зерна пилюватої фракції, також значну долю займають мінерали середньої за розміром фракції. Переважають зерна округлої форми, менше трапляються ізометричні та призматичні зерна. Деякі мінерали слабо корродовані, зі слідами вивітрювання. Розміщуються в ґрунтовій масі рівномірно, без сортування та орієнтації. Плазма гумусо-глиниста. Гумус чорний і бурий, по типу муль. Чорний гумус представлений гумонами та вуглеподібними частками, які розміщуються в ґрунтовій масі рівномірно. Бурій, аморфний гумус рівномірно промочує ґрунтову масу. Рослинні рештки – переважно свіжі зрізи. Глиниста частина плазми з двозаломленням, доволі часто маскується гумусом, неорієнтована. В цьому горизонті можна виділити три типи мікроскладення: рихле (найменше за площею), губчасте і порове. В мікроронах з рихлим мікроскладенням поровий простір представлений міжагрегатними пустотами; для губчатого найбільш характерні широкі каналоподібні пори; в поровому типі – замкнуті округлі пори. Стінки пор складені матеріалом основи. Горизонт складений крупними блоками та середніми за розмірами мікроагрегатами. Деякі мікроагрегати можуть мати інший речовинний склад, вони відрізняються забарвленням, більш світліші, не так інтенсивно забарвлені гумусом і насичені кальцитом, що наводить на думку про їх походження з нижніх горизонтів завдяки риючій діяльності фауни (рис. 1, в).

Нрк 31–48 см

Більш світліший за попередні горизонти, рівномірно прокрашений гумусом. Щільніший за попередні горизонти, погано агрегований. Мікроструктура пилювато-плазмова. Скелет складений, в основному, зернами кварцу, польових шпатів, циркону, інші трапляються в одиночних екземплярах. Кількісно переважають зерна пилюватої фракції, також значну долю займають мінерали середньої за розмірами фракції. Переважають зерна округлої форми або близькі до такої форми зерна, менше трапляються ізометричні та призматичні зерна. Деякі мінерали слабо корродовані, зі слідами вивітрювання. Розміщуються в ґрунтовій масі рівномірно, без сортування та орієнтації. Плазма карбонатно-гумусо-глиниста. Гумус чорний і бурий, по типу муль. Карбонатна частина представлена дрібнозернистим кальцитом, який рівномірно насичує ґрунтову масу. Чорний гумус представлений гумонами та вуглеподібними частками, розміщуються в ґрунтовій масі рівномірно. Рослинні рештки свіжі та напіврозкладені, їх кількість порівняно з попередніми горизонтами значно нижча. Бурій, аморфний гумус рівномірно промочує ґрунтову масу. Переважають два типи мікроскладення – губчасте та порове, останнє займає значно більшу площу. Для цього горизонту характерні замкнуті і каналоподібні пори округлої та складної форми. Стінки пор складені матеріалом основи та в деяких порах-камерах – вицвітами кальциту. Новоутворення представлені дрібнозернистим кальцитом, який, в основному, рівномірно насичує ґрунтову масу і лише в деяких випадках утворює вицвіти в замкнутих порах.

Phk 48–72 см

Неоднорідний за забарвленням горизонт, гумус нерівномірно промочує матеріал основи. В зв'язку з цим за забарвленням можна виділити мікророзони темно-коричневого та світло-коричневого кольору. Мікроструктура пилювато-плазмова. Скелет складений, в основному, зернами кварцу, польових шпатів, циркону, інші трапляються в одиничних екземплярах. Кількісно переважають зерна пилюватої фракції, також значну долю займають мінерали середньої за розмірами фракції. Переважає округла форма зерен або близькі до такої форми зерна, менше трапляються ізометричні та призматичні зерна. Деякі мінерали слабо корродовані, зі слідами вивітрювання. Розміщаються в ґрунтовій масі рівномірно, без сортування та орієнтації. Плазма карбонатно-гумусо-глиниста. Гумус чорний і бурий, нерівномірно насичує матеріал основи. Чорний гумус представлений гумонами та вуглеподібними частками, їх кількість значно падає порівняно з попередніми горизонтами. Розташовуються в ґрунтовій масі нерівномірно. Бурій аморфний гумус нерівномірно насичує матеріал основи. В площі шліфа присутній одиничний зріз кореня. Карбонатна частина представлена дрібнозернистим кальцитом та його вицвітами по стінкам більшості пор. Глиниста частина з двозаломленням, орієнтована порово. Для даного горизонту найбільш характерне губчасте мікроскладення. Поровий простір складають пори-камери, замкнуті пори складної форми, каналоподібні пори та тріщини. Горизонт складений блоками розтріскування та мікроагрегатами коагуляційного походження. Новоутворення представлені дрібнозернистим кальцитом, який, в основному, рівномірно насичує ґрунтову масу і утворює вицвіти в порах.

Pk 72–101 см

Горизонт світло-коричневого кольору, щільний. Мікроструктура пилювато-плазмова. Скелет складений, в основному, зернами кварцу, польових шпатів, циркону, інші трапляються в одиничних екземплярах. Кількісно переважають зерна пилюватої фракції, також значну долю займають мінерали середньої за розмірами фракції. Переважає округла форма зерен або близькі до такої форми зерна, менше трапляються ізометричні та призматичні зерна. Деякі мінерали слабо корродовані, зі слідами вивітрювання. Розміщаються в ґрунтовій масі рівномірно, без сортування та орієнтації. Плазма карбонатно-глиниста. Карбонатна частина представлена дрібнозернистим кальцитом, який інтенсивно насичує матеріал основи. Його інтенсивні вицвіти спостерігаються по стінкам пор. Глиниста частина з двозаломленням, орієнтована порово. Для даного горизонту найбільш характерне губчасте мікроскладення. Поровий простір складають пори-камери, замкнуті пори складної форми, каналоподібні пори та тріщини. Горизонт складений блоками розтріскування та мікроагрегатами коагуляційного походження. Новоутворення представлені дрібнозернистим кальцитом, який, в основному, рівномірно насичує ґрунтову масу і утворює вицвіти в порах (рис. 1, з).

Характеристика кутан та новоутворень ґрунтів еталонної степової цілини

Найбільш характерним новоутворенням для цього профілю є дрібнозернистий кальцит, який насичує матеріал основи та його вицвіти в деяких порах. В горизонті Н_{рк} (31–48 см) дрібнозернистий кальцит, в основному, насичує матеріал основи і в деяких замкнених округлих порах утворює вицвіти, які вкривають пору не суцільно, а фрагментарно. В горизонтах, які розташовані глибше Phk (48–72 см) та Pk (72–101 см) дрібнозернистий кальцит інтенсивніше насичує матеріал основи. Також зростає кількість пор з його вицвітами, вони в замкнутих порах стають суцільними та збільшується їх товщина. Цей тип новоутворень хомогенного походження (табл. 1), які утворюються внаслідок міграційного переносу насичених карбонатами розчинів та їх швидким випаровуванням.

Таблиця 1

Класифікація кутан та новоутворень ґрунтів ПП 201 (за Брюєром)

Горизонт	Класифікаційні ознаки				
	Тип поверхні	Речовинний склад	Внутрішня будова	Генезис	Додаткова характеристика
H ₁ 0–7 см	–	–	–	–	–
H ₂ 7–31 см	–	–	–	–	–
H _{рк} 31–48 см	розташовані в матеріалі основи та по стінкам деяких пор, фрагментарно	дрібнозернистий кальцит	одношарові, не суцільні,	хемогенного походження	рівномірно насичують ґрунтовий матеріал
Phk 48–72 см	розташовані в матеріалі основи та по стінкам пор	дрібнозернистий кальцит та його вицвіти	повністю або частково вкривають пори	хемогенного походження	вицвіти чітко виражені, дрібнозернистий кальцит в схрещених ніколях підсвічує матеріал основи
Pk 72–101 см	розташовані в матеріалі основи та по стінкам пор	дрібнозернистий кальцит та його вицвіти	повністю або частково вкривають пори	хемогенного походження	вицвіти чітко виражені, дрібнозернистий кальцит в схрещених ніколях підсвічує матеріал основи

Окремо можна виділити риучу діяльність хребетних та безхребетних тварин. Завдяки їм відбувається перемішування ґрунтового матеріалу в межах одного горизонту, а також транзитний рух гумусованого матеріалу та мате-

ринської породи через декілька генетичних горизонтів. Таке переміщення матеріалу верхніх та материнських порід можна спостерігати на макро-, мезо- та мікроморфологічних рівнях. Перенос гумусового матеріалу та материнської породи проходить через ходи безхребетних або хребетних тварин. На мікроморфологічному рівні це діагностується темними гумусованими мікронами, які приурочені до пор, або наявністю в порах мікроагрегатів чи гумусованого матеріалу. Переміщення материнської породи у верхніх горизонтах діагностується в шліфах неоднорідним забарвленням – більш світлішим кольором деяких мікрон та наявністю в них дрібнозернистого кальциту.

Особливості поверхні та мікроаналіз сколів структурних відокремлень степової цілини

Рельєф поверхні складний утворений великими мікроагрегатами. В деяких випадках рельєфотвірну роль відіграють корені (рис. 2, а), утворюючи канавоподібні впадини. Можна виділити мікроагрегати, які вміщують, в основному, дрібні та середні за розмірами зерна мінералів, великих за розміром – незначна кількість. Зерна мінералів частково або майже повністю занурені у плазму. Для середніх за розміром зерен характерна табличчаста форма. Більшість зерен уламкового походження, грані згладжені. Стінки кореневих пор наче вимощені та з мінімальними перепадами висот. До поверхні кореня налипають зерна дрібних мінералів та плазмовий матеріал (рис. 2, б). На основі цього можливо припустити, що корені можуть переміщувати на деяку відстань плазмовий матеріал та зерна скелету. Ходи ґрунтових безхребетних близькі до округлої форми. Стінки пор вимощені з відносно невеликими перепадами висот та рівномірним рельєфом (рис. 2, в).

Для мікроаналізу взята ділянка кореню з наліпленими на нього мінеральними зернами (рис. 2, г). В цій мікроні було взято чотири точки для мікроаналізу. В точці 1 найбільш різноманітний елементний склад. Найбільша кількість кальцію, кремнію та титану, в меншій кількості – алюмінію, магнію, хлору, сірки та фосфору (рис. 3, табл. 2).

Таблиця 2

Результати мікроаналізу в точці 1

Element	Sr	Intensity	Error	C_Conc	P_Conc	C_ZAF	P_ZAF	Percent	Factor
Mg	K	885.00	17.00	3.00	60.30	0.5641	0.6675	0.0000	0.0000
Al	K	3381.00	6.92	10.55	100.00	0.6283	1.0000	0.0000	0.0000
Si	K	7529.00	4.26	24.02	100.00	0.6459	1.0000	0.0000	0.0000
P	K	1563.00	11.26	5.42	30.76	0.6234	0.5140	0.0000	0.0000
S	K	1611.00	11.11	6.08	53.45	0.6091	0.8260	0.0000	0.0000
Cl	K	801.00	19.21	3.08	15.02	0.6336	0.4305	0.0000	0.0000
K	K	942.00	18.16	3.37	12.29	0.8496	0.8132	0.0000	0.0000
Ca	K	12099.00	3.30	39.44	51.33	0.8577	0.9823	0.0000	0.0000
Ca	L	997.00	14.96	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
Fe	K	749.00	5.74	5.02	100.00	0.8096	1.0000	0.0000	0.0000
Fe	L	-173.00	45.48	0.00	100.00	0.0000	1.0046	0.0000	0.0000
Summ				100.00					0

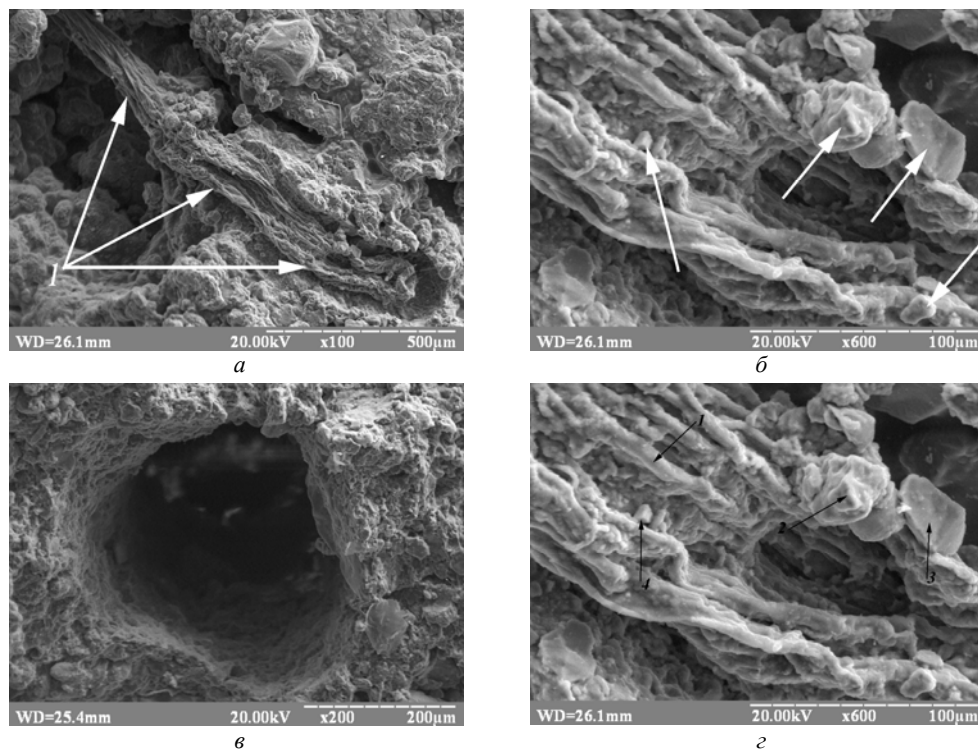


Рис. 2. Морфологія поверхні сколу горизонту Phk (48–70 см):
а – формування коренем пори (1 – корінь); б – дрібні зерна мінералів наліплені на корінь;
в – округла пора; г – мікрона зона кореня в якій зроблені мікроаналізи (1, 2, 3, 4)

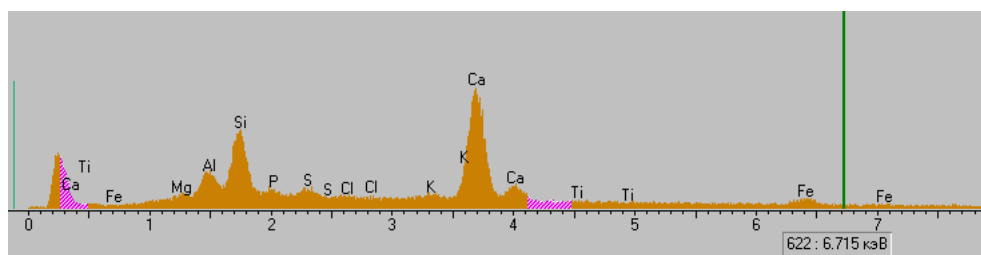


Рис. 3. Спектрограма елементів у точці 1

В точці 2 елементний склад майже повністю представлений кварцем та в незначних кількостях залізом, магнієм, калієм та алюмінієм (рис. 4, табл. 3).

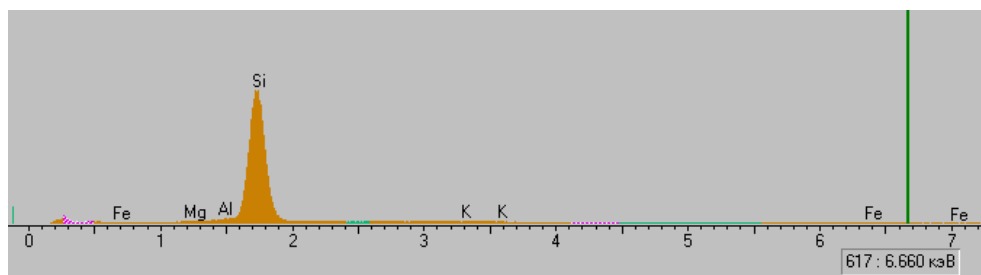


Рис. 4. Спектрограма елементів у точці 2

Таблиця 3

Результати мікроаналізу в точці 2

Element	Sr	Intensity	Error	C Conc	P Conc	C ZAF	P ZAF	Percent	Factor
Mg	K	542.00	41.82	0.44	60.30	1.0688	0.6675	0.0000	0.0000
Al	K	1261.00	24.17	0.98	100.00	1.1476	1.0000	0.0000	0.0000
Si	K	98112.00	1.35	95.69	100.00	0.9610	1.0000	0.0000	0.0000
K	K	730.00	11.82	1.43	12.29	0.7067	0.8132	0.0000	0.0000
Fe	K	478.00	8.27	1.46	100.00	0.8096	1.0000	0.0000	0.0000
Fe	L	-464.00	30.17	0.00	100.00	0.0000	1.0046	0.0000	0.0000
Summ				100.00					0

Точка 3 дуже схожа за елементним складом та їх кількістю з точкою 2. Елементний склад майже повністю представлений кварцем та в незначних кількостях залізом, магнієм, калієм та алюмінієм (рис. 5, табл. 4).

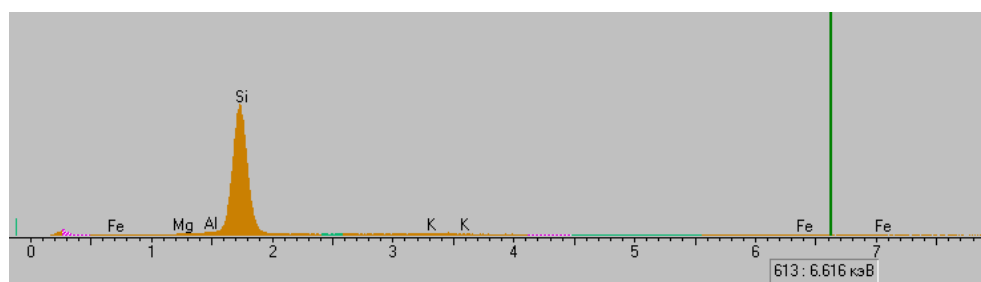


Рис. 5. Спектрограма елементів у точці 3

Таблиця 4

Результати мікроаналізу в точці 3

Element	Sr	Intensity	Error	C Conc	P Conc	C ZAF	P ZAF	Percent	Factor
Mg	K	574.00	31.51	0.51	60.30	1.0763	0.6675	0.0000	0.0000
Al	K	921.00	25.92	0.79	100.00	1.1546	1.0000	0.0000	0.0000
Si	K	89180.00	1.24	96.01	100.00	0.9644	1.0000	0.0000	0.0000
K	K	620.00	12.62	1.35	12.29	0.7061	0.8132	0.0000	0.0000
Fe	K	396.00	10.69	1.34	100.00	0.8062	1.0000	0.0000	0.0000
Fe	L	-308.00	34.38	0.00	100.00	0.0000	1.0046	0.0000	0.0000
Summ				100.00					0

В точці 4 кількість елементів схожа з точкою 2 та 3, але додається незначна кількість кальцію (рис. 6, табл. 5).

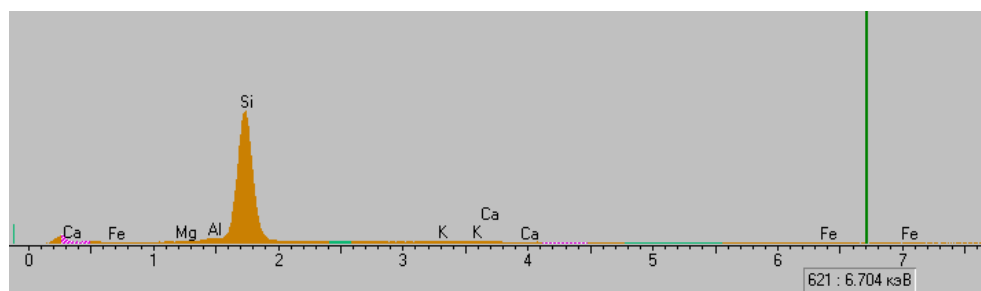


Рис. 6. Спектрограма елементів у точці 4

Результати мікроаналізу в точці 4

Element	Sr	Intensity	Error	C Conc	P Conc	C ZAF	P ZAF	Percent	Factor
Mg	K	737.00	28.57	0.71	60.30	1.0252	0.6675	0.0000	0.0000
Al	K	1608.00	17.88	1.51	100.00	1.0765	1.0000	0.0000	0.0000
Si	K	82606.00	1.41	93.69	100.00	0.9404	1.0000	0.0000	0.0000
K	K	680.00	9.47	1.51	12.29	0.7105	0.8132	0.0000	0.0000
Ca	K	433.00	13.48	0.81	51.33	0.7724	0.9823	0.0000	0.0000
Ca	L	1457.00	13.64	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Fe	K	508.00	7.88	1.79	100.00	0.8062	1.0000	0.0000	0.0000
Fe	L	-135.00	89.72	0.00	100.00	0.0000	1.0046	0.0000	0.0000
Summ				100.00					0

ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

Добра агрегованість верхніх гумусових горизонтів обумовлена інтенсивним впливом живого компоненту біогеоценозу. Кореневі системи степової рослинності є ефективними структуроутворюючими механізмами. Наслідком високої агрегованості є добре розвинений поровий простір, який представлений рихлим та губчастим мікроскладенням у верхніх горизонтах.

Внаслідок риючої діяльності хребетних та безхребетних тварин відбувається перемішування гумусованого матеріалу та материнської породи в межах не тільки одного горизонту, але й транзитно через декілька генетичних горизонтів. Таке переміщення ґрунтового матеріалу можна спостерігати на макро-, мезо- та мікроморфологічних рівнях. Переміщення гумусового матеріалу та материнської породи проходить через ходи безхребетних або хребетних тварин. На мікроморфологічному рівні це діагностується темними мікронами, які більш інтенсивно насичені гумусовими речовинами та приурочені до пор. Переміщення материнської породи діагностується в шліфах неоднорідним забарвленням – більш світлішим кольором деяких мікронів та наявністю включень мікронів, які насичені дрібнозернистим кальцитом у верхніх горизонтах.

Новоутворення на макрорівні представлені білозіркою, на мікрорівні – дрібнозернистим кальцитом та його вицвітами в порах, що утворюються внаслідок міграційного переносу насичених карбонатами розчинів та їх швидким випаровуванням. Лінія скипання починається з 31 см, а залягання добре виражених новоутворень білозірки – нижче цієї лінії (Phk 48–72 см) і тому цей тип ґрунтового профілю можна віднести до карбонатного профілю з розвинутою зоною міграції карбонатів.

Отже, найбільш вираженими формотворними екологічними факторами в даних умовах є материнські породи, які разом з кліматичними факторами впливають на насичення ґрунтової маси дрібнозернистим кальцитом, та біотичні фактори, які залишають за собою найбільший формотворний спектр на макро-, мезо- та мікрорівнях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

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

Белова Н. А. Экология, микроморфология, антропогенез лесных почв степной зоны Украины / Н. А. Белова. – Д. : ДГУ, 1997. – 264 с.

Бронникова М. А. Кутанный комплекс дифференцированных почв (на примере дерново-подзолистых суглинистых почв Русской равнины) / М. А. Бронникова, В. О. Таргульян. – М. : ИКЦ «Академкнига», 2005. – 197 с.

Мочалова Э. Ф. Изготовление шлифов из почв с ненарушенным строением / Э. Ф. Мочалова // Почвоведение. – 1956. – № 10. – С. 98-100.

Парфенова Е. И. Руководство к микроморфологическим исследованиям в почвоведении / Е. И. Парфенова, Е. А. Ярилова. – М. : Наука, 1977. – 197 с.

Травлеев Л. П. К вопросу количественной оценки гигротопов с помощью локальных коэффициентов увлажнения / Л. П. Травлеев // Вопросы биологической диагностики лесных биогеоценозов Присамарья. – Д. : ДГУ, 1980. – С. 50-60.

Яковенко В. Н. Микроструктура и микроморфология черноземов лесоулучшенных Присамарья Днепропетровского / В. Н. Яковенко // Экология и ноосферология. – 2000. – Т. 9, № 1-2. – С. 98-106.

Brewer R. Cutans: their definition, recognition, and classification // Soil Sci. – 1960. – Vol. 11. – P. 280-290.

Рекомендує до друку
В. А. Нікорич

Надійшла до редколегії 23.11.12

ҐРУНТИ ТЕХНОГЕННИХ ЛАНДШАФТІВ

UDK 631.453:001.891.5

I. V. Kostenko, N. E. Opanasenko, M. L. Novitsky

APPLYING OF BIOASSAY TO THE ASSESSMENT OF SULFIDE MINE WASTES, SUBSTRATES AND YOUNG MINESOILS TOXICITY EVOLUTION

Nikita Botanical Gardens – National Scientific Center

Sulfide mine wastes dumped in the West Donbass region as well as technogenic substrates and young minesols are characterized with the high variability of pH (2.94–9.00), exchangeable Al (0–770 mg kg⁻¹), water-soluble Mn (0–50 mg kg⁻¹), Na (9–980 mg kg⁻¹), sulfates (2–196 me kg⁻¹) and extractable carbon (0.012–0.886 %) concentration. A bioassay was used to study an influence of these soil conditions upon growth of wheat (*Triticum aestivum* L.). It has been determined that under strongly acid conditions (pH<4.5) in leached soils, plant growth is suppressed by exchangeable Al, but the toxic effect of high Al in minesols obtained from revegetated sites could be partly alleviated by humic acid accumulated there. In unleached samples, except Al, the water-soluble Mn and Na can occur in high concentrations that strengthens the toxic properties of minesols. Low in Al, soil samples (pH 4.5–6.0) usually contain toxic levels of Mn and Na. The only factor of toxicity that has been found in neutral soil samples (pH>6.0) was the high concentration of soluble chlorides, NaCl mainly. So, the highest toxicity is inherent to recently dumped mine wastes and to the unleached ones in which all of the mentioned factors of toxicity are present simultaneously. In contrast, mine sites leached out of soluble salts despite of high acidity and exchangeable Al concentration reveal much lower toxicity and may be successfully revegetated with acid-resistant plant species.

Key words: sulphide mine wastes, substrates, minesols, toxicity, bioassay.

I. В. Костенко, М. Є. Опанасенко, М. Л. Новицький

Нікітський ботанічний сад – Національний науковий центр

ВИКОРИСТАННЯ БІОТЕСТУ ДЛЯ ОЦІНКИ ЕВОЛЮЦІЇ ТОКСИЧНОСТІ СУЛЬФІДНИХ ШАХТНИХ ПОРІД, СУБСТРАТІВ І МОЛОДИХ ШАХТНИХ ҐРУНТІВ

Сульфідні породи шахтних відвалів Західного Донбасу, а також техногенні субстрати та молоді ґрунти, що формуються після їхнього окислення і подальшої трансформації, характеризувалися дуже широким спектром варіювання pH (2.94–9.00), вмісту обмінного Al (0–770 мг кг⁻¹), водорозчинного Mn (0–50 мг кг⁻¹), Na (9–980 мг кг⁻¹) та сульфатів (2–196 мг-екв кг⁻¹), а також вуглецю гумусових речовин (0.012–0.886 %). Вплив цих умов на рослини вивчалося за допомогою біотесту, в ході якого насіння пшениці (*Triticum aestivum* L.) пророщувалося в чашках Петрі на зразках шахтних порід, субстратів і молодих ґрунтів. Встановлено, що найбільш значний негативний вплив на зростання рослин в дуже сильноокислих умовах (pH<4.5) на вилугуваних зразках молодих ґрунтів спричиняє обмінний Al, однак його токсичність може бути частково нейтралізована гуміновими кислотами, накопиченими в процесі заростання відвалів. На сильноокислих і засолених субстратах на рослини негативно впливають також високі концентрації Mn та Na, що посилюють токсичність шахтних ґрунтів. В слабоокислих зразках (pH 4.5–6.0) головним несприятливим для рослин фактором можуть бути високі концентрації водороз-

© Kostenko I. V., Opanasenko N. E., Novitsky M. L., 2012

ISSN 1684–9094. Ґрунтознавство. 2012. Т. 13, № 3–4

чинних сульфатів Mn та Na, а в нейтральних і лужних – хлоридів, головним чином NaCl. Таким чином, найбільша токсичність притаманна нещодавно відсипаним шахтним породам та шахтним субстратам, з яких не були вилугувані водорозчинні продукти окислення сульфідів. В той же час субстрати та молоді ґрунти з вилугуваних ділянок відвалів характеризувалися значно меншою токсичністю, що дозволяє проводити їх біологічну рекультивацию з використанням найбільш стійких до подібних умов рослин-ацидофілів.

Ключові слова: сульфідні шахтні породи, субстрати, ґрунти, токсичність, біотест.

И. В. Костенко, Н. Е. Опанасенко, М. Л. Новицкий

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр

ПРИМЕНЕНИЕ БИОТЕСТА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭВОЛЮЦИИ ТОКСИЧНОСТИ СУЛЬФИДНЫХ ШАХТНЫХ ПОРОД, СУБСТРАТОВ И МОЛОДЫХ ШАХТНЫХ ПОЧВ

Сульфидные породы шахтных отвалов Западного Донбасса, а также формирующиеся после их окисления и дальнейшей трансформации техногенные субстраты и молодые почвы характеризовались очень широким спектром варьирования pH (2.94–9.00), содержания обменного Al (0–770 мг кг⁻¹), водорастворимых Mn (0–50 мг кг⁻¹), Na (9–980 мг кг⁻¹) и сульфатов (2–196 мг-экв кг⁻¹), а также углерода гумусовых веществ (0.012–0.886 %). Влияние этих условий на растения изучалось при помощи биотеста, в ходе которого семена пшеницы (*Triticum aestivum* L.) прорастивались в чашках Петри на образцах пород, субстратов и молодых почв. Установлено, что рост растений в очень сильноокислых условиях (pH<4.5) на выщелоченных образцах молодых почв подвержен неблагоприятному влиянию обменного Al, однако его токсичность может быть частично нейтрализована гуминовыми кислотами, накопленными в процессе за-растания отвалов. На сильноокислых и засоленных субстратах токсичное влияние Al усиливается высокими концентрациями водорастворимых сульфатов Mn и Na. В слабоокислых субстратах (pH 4.5–6.0) основными неблагоприятными для растений факторами могут быть высокие концентрации водорастворимых сульфатов Mn и Na, а в нейтральных и щелочных – хлоридов, главным образом NaCl. Таким образом, наибольшая токсичность присуща недавно отсыпанным шахтным породам, а также шахтным субстратам, из которых не были выщелочены водорастворимые продукты окисления сульфидов. В то же время субстраты и молодые почвы с выщелоченных участков отвалов характеризовались значительно меньшей токсичностью, что позволяет проводить их биологическую рекультивацию с использованием наиболее устойчивых к таким условиям растений-ацидофилов.

Ключевые слова: сульфидные шахтные породы, субстраты, почвы, токсичность, биотест.

Coal mine wastes newly extracted to the surface are characterized by high skeleton contents, close to neutral pH and high soluble salts (mainly chlorides) concentration. Exposed to the atmosphere, these materials undergo the pyrite oxidation, decomposition of coarse fragments, acidification and mineral transformation. The rate of mine wastes properties' normalization and natural revegetation depends much on the peculiarities of dump surface's relief. It has been shown (Kostenko, 2005) that the accumulation of leached fine earth in the depressions between the hillocks at the unleveled surfaces of abandoned mine sites promotes the successions of plants that's accompanied with the gradual accumulation of humus and minesoils formation. The leveled surfaces as well as the slopes of hillocks remain open for decades due to unfavorable physical (high skeleton contents, high density, low water holding capacity) and chemical (extremely low or, on the contrary, extremely high pH and high soluble salts concentration) conditions.

The role of exchangeable Al in the toxicity of acid sulfate soils including minesoils is well-known. As these soils are exclusively the mineral soils which contain only traces of organic mater (besides of coal debris) in topsoil of the revegetated sites, the contribution of H-ions to the minesoils acidity are negli-

gible and hardly detected. On our calculations the Al contributes up to 80–99 percents to the total minesoils acidity being therefor the main factor of these soils toxicity. These values are typical for the acid sulfate soils of Texas that was shown in the study of Carson (1983). The dominant forms of Al in acid conditions ($\text{pH} < 5$) are the trivalent Al species (Delhaize, 1995), so all of the Al found in acid sulfate minesoils appears to be toxic for plants. Besides of exchangeable, the water-soluble Al in sulfates rich soil horizons was detected which influence on plant growth should also be studied. The toxicity of acid minesoils may be strengthened through the release of other than Al cations to soil solutions, among which Mn, Fe, Cu, Zn, and Ni are commonly mentioned (Barnhisel, 1969; Massey, 1972). It was found out in the preliminary researches that the acid minesoils release only negligible concentrations of Fe, Cu, and Zn to water extract and that the concentrations of these cations measured in ammonium-acetate buffer extract ($\text{pH} = 4.8$) are similar to those of the most Ukrainian soils, so that these cations may be considered rather as nutrients than as toxicants. Among potential toxicants besides of Al, only water-soluble Na and Mn were found in the concentrations which theoretically can impede the growth of plants on acid sulfate minesoils under study. Manganese toxicity is a serious problem to many crops grown on acid soils when total Mn concentration greatly exceeds the average worldwide Mn concentration. In Hawaiian Oxisol total Mn varied from 10 to 40 g kg⁻¹ (Hue, 2001, 2002) and the concentration of Mn in the saturated paste extract reached 72 mg L⁻¹ at pH 4.25. To avoid Mn toxicity for the sensitive species (beans, lettuce, potato, and roses), it was proposed (Hue, 2001) to keep Mn concentration in the saturated paste extract below 0.5 mg L⁻¹ that responds to about 0.5 mg kg⁻¹ of soil. In soil Mn toxicity is alleviated by other nutrients, such as Ca, Mg, Si (Bot, 1990; Horst, 1978; Hue, 2001).

As for Na, no information is available on its behavior in acid sulfate minesoils and its influence on plant growth because of the active leaching of soluble salts under sufficient water supply and the precipitation of Na as water-insoluble natrojarosite ($\text{NaFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$). Although Na is not commonly mentioned as a toxicant in acid minesoils, with regard to the possibilities of very young minesoils salinization it should be interesting to determine the level that the concentration of soluble Na could reach in different age mine sites and the toxic level of soil Na for plant growth.

The organic acids in acid soils produce the immobilizing effect on Al due to chelating of Al that makes it inactive and unavailable for reaction with P (Grenda, 2001; Haynes, 2001; Hue, 1986; Suthipradit, 1990; Tan, 1986). In contrast, the organic acids produce the mobilizing effect on Mn (Grenda, 2001). Applying of organic rich materials, such as cowpea green manure and biosolids, significantly impeded plant growth according to Hue et al. (2001). It was postulated that organic molecules could dissolve Mn oxides and maintain a high level of Mn in solution. Thus, the role of humic acid both of a geogenic and plant residues origin in alleviation of minesoils toxicity should be tested.

The bioassay is a wide-used method for the assessment of Al soil toxicity and Ca deficiency in acid soils (Ahlrichs, 1990). It was important to examine the

validity of this method to discover the toxicity of other soil factors in minesoil.

The objective of this study is to find out and quantify the main factors of the acid sulfate minesoils' toxicity in mine sites differing in age, relief and time since dumping, reveal the tendency of the minesoils' toxicity evolution so that to manage properly the detoxication of these lands to make them fit for low-cost revegetation.

MATERIALS AND METHODS

A set consisting of 185 samples of acid sulfate substrates and minesoils obtained from the surface of coal wastes dumps was selected for this study. Soil samples were collected from 0 to 0.4–1.2 m depth on unleveled dump surfaces at revegetated with herbaceous species or non-vegetated depressions, and at non-vegetated slopes of hillocks. The age of the dump surfaces studied varied from 15 to 20 years. Other soil samples were taken from the recently dumped (1–3 years) and leveled mine sites. Newly extracted mine wastes were sampled in day of dumping.

Samples were air dried, ground and sieved to the size <1mm. Soil pH was measured in a 1M KCl solution at 1:2.5 soil/solution ratio by weight. Exchangeable Al (1M KCl extract at 1:25 soil/solution ratio) as well as water-soluble Al species (1:10 soil/water ratio) after shaking for 1 h. were determined colorimetrically with xylene orange. In water extract were measured also Mn and Na concentrations by atomic absorption spectrophotometry and SO_4^{2-} by conductimetric analysis. Since the direct determination of humus in coal rich minesoils through the measuring of C-total is impossible, the following procedure was used for the humus substances' determination: humic acids were extracted with the mixture of 0.1N NaOH and 0.1M $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (pH=13) at 1:10 soil/solution ratio after 20 hours extraction period (Kononova, 1961) and measured colorimetrically after drying and digesting with the mixture of 0.4N $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ and conc. H_2SO_4 .

All of the samples analyzed were separated into leached and unleached according to the water-soluble sulfates concentration. To leached it were referred soil samples containing less than 3 me kg^{-1} of SO_4^{2-} .

Bioassay. Thirty uniformly sprouted seeds of wheat (*Triticum aestivum* L.), after having passed 24h-germination period at 25 °C, were planted in the glass petry dish filled with 20 g of soil. Before planting, soil was carefully moistened with 10 ml of distilled water and equilibrated for 5 hours. Seeds were uniformly distributed on the soil surface and covered with lids. After incubation in thermostat at 23 °C for 72 h, the sprouts were carefully cut off and immediately weighted. The total fresh weight of sprouts (TFWS) obtained for every dish was used as an index of plant growth. A filter paper placed in dish and moistened with 5 ml of distilled water was used as a control. Such a control was included in every experiment comprising of 20–25 dishes. To make the results comparable, the TFWS was expressed in percentage of the control. As a result, the relative sprouts weight (RSW) was obtained and used for the further statistical calculation (STATISTICA 5 software). The variability of RSW for five replications did not exceed 7 %.

Subsequent experiment 1. To determine the critical level of Na in soil solution, a special bioassay experiment for discovering Na toxicity has been conducted. For this experiment, two soil samples with different chemical characteristics were chosen. First of them was acid (pH=3.48), high in exchangeable Al (276 mg kg⁻¹), and high in extractable C (0.226 %). The second soil sample was neutral (pH=6.72) and about twice as low in extractable C (0.114 %). Every sample was divided into six subsamples (1.0–1.5 and 2.0–2.5), placed in a petry dish and moistened with increasing concentrations of NaCl (Table 3). At the end of the experiment, soil samples were analyzed for pH, water-soluble Na and Mn.

Subsequent experiment 2. To answer the question: Whether the water-soluble Al appearing in soil solution of gypsum-rich acid sulfate minesoils is or not toxic for plant, we took soil samples of topsoil (pH=3.48; Al exch.=202 mg kg⁻¹; Cextr.= 0.226%) and subsoil (pH=3.44; Al exch.=142 mg kg⁻¹; Cextr.=0.066%). These samples were divided into subsamples and thoroughly mixed with gypsum (Table 4) prior to be placed into petry dishes and planted as described above.

RESULTS AND DISCUSSION

Minesoils properties. Consisting of shales, sandstones, and pyritic coal debris and being exposed to the atmosphere, mine wastes undergo oxidation, mineral transformation, leaching of soluble products, fine earth accumulation, and nutrient status formation so that they ultimately become a medium suitable for plants. So, the properties of minesoils under study mainly depend on the time of dumping, relief, soil density and the rate of revegetation. Freshly exposed to the atmosphere mine wastes are neutral, very high in water-soluble Na as Na₂SO₄ and NaCl, free of mobile Mn and Al, and very low in extractable C (Table 1).

Being compacted through the leveling by caterpillars, recently dumped mine wastes were mostly high both in acidity and soluble salts concentration, but the ratio between the soluble compounds varied depending on the time since dumping and the depth. The soluble compounds distribution through the profile is not yet typical to the more or less developed minesoils, thus their concentration in the top 0–20 cm horizon often exceeds that in deeper layers (Table 1). The concentration of extractable carbon of humic substances usually varies from 0.02 to 0.06 % except for one site with ten times higher C concentration (0.47 %). Although during some time after dumping the concentrations of Na gradually decreased through leaching and the precipitating of natrojarosite, most of the samples obtained from recently dumped and leveled mine wastes remained high in soluble Na (Table 1). Unlike Na, Mn reaches its highest concentrations in recently dumped wastes because the Mn released through Mn oxides destroying by sulfuric acid is not leached out of soil profile non the less.

Naturally revegetated depressions between the hillocks are characterized by the highest leaching of the soluble salt with additional runoff from the adjacent slopes (Table 1). Besides, the runoff removes the leached fine earth from the slopes and accumulates it at the depressions, so that the skeleton contents of these sediments in subsoil (10–30 %) become much lower than that of the sub-

soil and of the adjacent slopes (70–90 %). The pH of these soils varied greatly, but the concentration of the water-soluble toxicants (Na, Mn) was very low. The chemical and physical properties of the revegetated depressions topsoil suite those plant species which are acidophilic and tolerant to low fertility. The decomposition of plant litter leads to the formation of humus horizon that has the extractable carbon concentrations several times higher than that for the non-vegetated sites.

Table 1

Mean values of the selected properties of acid sulfate minesoils and RSW of wheat
(Al exchangeable, Mn and Na water-soluble)

Horizon	Number of sam- ples	pH		C extr.	Al	Mn	Na	RSW
		min-max	mean	%	mg kg ⁻¹			%
Newly extracted mine wastes								
—	6	6.45–7.00	6.59	0.023±0.002	0	0	963±25	80±5
Recently dumped (1-3 yr.) and leveled mine wastes								
Topsoil	20	3.25–8.00	3.67	0.095±0.108	150±180	20±25	271±267	62±42
Subsoil	24	2.98–7.05	3.45	0.136±0.170	228±230	23±17	195±236	48±42
Revegetated depressions								
Topsoil	38	3.00–8.00	3.38	0.172±0.141	205±173	1.9±2.6	19±9	94±31
Subsoil	30	2.94–7.78	3.64	0.116±0.093	232±184	4.8±6.2	23±12	80±34
Non-vegetated depressions								
Topsoil	3	3.08–3.37	3.22	0.073±0.041	464±93	1.5±0.5	27±2	37±11
Subsoil	3	3.15–3.25	3.18	0.045±0.018	384±50	0.6±0.2	23±3	37±7
Slopes of hillocks								
Topsoil	28	2.94–6.31	3.43	0.037±0.017	201±203	8±10	37±67	74±42
Subsoil	33	2.96–6.70	3.54	0.079±0.043	211±271	8±10	31±49	67±38

Being low in skeleton and leaching just as the minesoils of revegetated depressions do, the minesoils of non-vegetated depressions also remain unsuitable for plants for long enough period mainly because of the highest both acidity and exchangeable Al concentration among the studied minesoils (Table 1).

The slopes of hillocks are characterized by the high variability in pH and much lower leaching of soluble salts among which the gypsum is dominant (Table 1). The topsoil concentration of the water-soluble Na and Mn, as compared with the revegetated depressions, was more than twice and more than seven times higher, respectively. The rate of these soils revegetation and humus accumulation is very low.

Not only the exchangeable Al which is typical for acid soils at pH<4.5, the

water-soluble Al was detected as well. Most often, the latter was found in unleached soils samples, for which the Al maximum concentration reached 452 mg kg⁻¹ or 49 percents of the total amount of Al extracted with 1M KCl. In leached minesoils, in spite of the exchangeable Al high contents, the concentration of water-soluble Al did not exceed 0.5–1.0 mg kg⁻¹. Analysis of these data reveals the multiple correlation of the water-soluble Al to the concentrations of water-soluble sulfates (mainly gypsum) and the exchangeable Al ($R=0.90^{***}$; $n=43$) presented at Figure 1, that enabled us to postulate that the water-soluble Al is the Al substituted with Ca from gypsum in the water suspension. Nevertheless, we do not exclude the possibility of aluminum sulfates precipitation in gypsum-rich soil horizons as those observed by Schaaf et al. (1999) in minesoils of the Lusatian lignite mining areas.

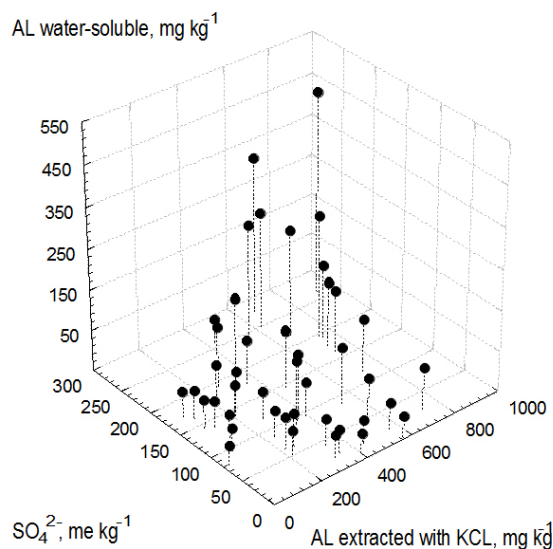


Fig. 1. Concentration of water-soluble Al in acid sulfate minesoils as a function of Al extracted with 1M KCl and water-soluble sulfates concentration

A high water-soluble Mn concentration in minesoils was associated with low pH (Figure 2), but this relation was not so definite as those obtained by Hue et al. (2001) and Hue and Mai (2002) in Mn rich Hawaiian Oxisol. One can see that pH controls the upper level of Mn solubility in unleached samples, whereas the soil samples leached out of the soluble salts have a very low Mn concentration regardless of pH. So, we can postulate that water-soluble Mn occurs as MnSO₄ precipitating in acid sulfate soils due to Mn oxides being destroyed by sulfuric acid that resulted in relation of water-soluble Mn to the concentration of water-soluble sulfates ($r=0.62^{***}$; $n=176$). Easily soluble, this Mn is leaching out of soil profile under sufficient water supply so that even highly acid minesoils often contain only negligible concentrations of soluble Mn.

Results of bioassay. The bioassay reveal the tendency for the toxicity to lower in the topsoil horizons relatively to the subsoil with except of the non-vegetated depressions where both the topsoil and also subsoil horizons are extremely high in exchangeable Al, and the tendency for the toxicity to get lowest

level in minesoil of the revegetated depressions as compared with the non-vegetated slopes of hillocks and the recently dumped mine sites in spite of them having close mean pH and exchangeable Al values (Table 1). As the sites mainly differ in their rates of leaching, the RSW obtained for leached and unleached soil samples were separately plotted against pH (Figure 3). It is obvious, that the RSW obtained for the soil samples, which are free of soluble salts and relatively high in humus, could exceed 100 % (sprouts weight of control) at pH=3.25 and higher in spite of high acidity and exchangeable Al high concentration. At pH 4.2–4.5, RSW for these samples reached the highest values and the further pH increasing did not influence wheat growth in our experiment. In unleached and humus-free samples of minesoils, the RSW reached the highest values only at pH about 5.0–5.25 when the concentration of exchangeable Al goes down to 0. A large data scattering testifies the presence of some other soil factors except of acidity and Al, that influence wheat growth as well. Partial and multiple correlation (Table 2) reveal the significant influence of the exchangeable Al, water-soluble Mn, Na, and extractable C concentration on RSW.

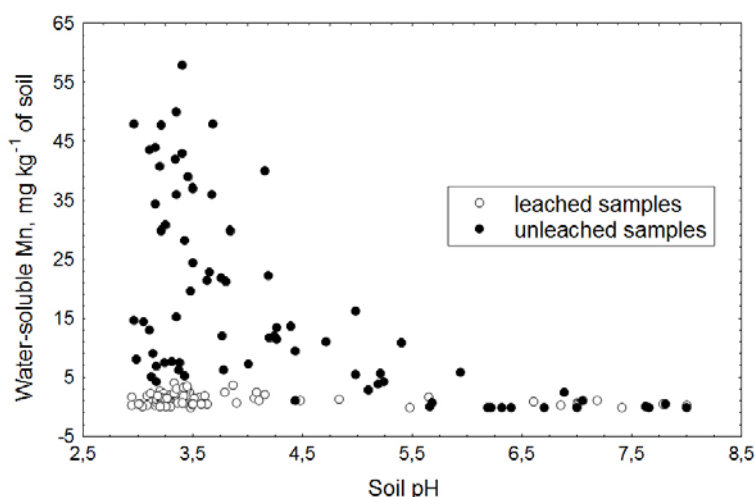


Fig. 2. Concentration of Mn in acid sulfate minesoils as a function of soil pH

Table 2

Partial and multiple correlation coefficients for RSW and soil factors studied

RSW	n	Partial correlation with				Multiple correlation
		Al	Mn	Na	C _{extr}	
Total	185	-0,77***	-0,49***	-0,17*	0,26***	0,83***
Leached samples	80	-0,87***	-0,24*	NS	0,35***	0,89***
Unleached samples	105	-0,76***	-0,41***	NS	NS	0,82***

NS – non significant at p-level <0.05

As it could be expected, the plant growth was inhibited by the exchangeable Al (soil acidity) mainly, that's followed by water-soluble Mn and Na. Hu-

mic acid positively influenced the growth of wheat. The separate multiple regression for leached and unleached soil samples reveals the exchangeable Al and the water-soluble Mn to be the common factors of minesoils toxicity peculiar to all soils studied at low pH (Table 2). However, the Mn negative influence on the plant growth in the unleached soil samples was much significant as compared with that in the leached samples. Humic acids promote plant growth in the leached soil samples from depressions. The Na negative influence on the plants growth for unleached soil samples was non significant. These results confirmed the well known toxic effects of Al and Mn on plant growth in acid environment as well as the positive effect of organic acids in aluminum toxicity's alleviation (Suthipradit, 1990). Na is not generally considered to be potentially toxic element in acid sulfate minesoils due to the reasons mentioned above. In a droughty zone (annual precipitation 477 mm) where leaching is retarded, soluble Na can remain in soil profile for a long time along with Al and Mn. Although Na was recognized as a possible toxicant in bioassay study, the level of Na toxicity remains yet unknown. Through the subsequent experiment 1 it was found that despite of the fact that both of the sample groups were treated with the same concentrations of NaCl, the soil Na concentrations found in the first sample group were higher than in the second one, that may be explained by their difference in soil's buffering capacity. Treating the soils with NaCl promoted the exchangeable Mn releasing to solution and gradual lowering of pH in acid soil samples, whereas in neutral soil samples the pH lowering turned into growing when concentration of Na reached 790 mg kg^{-1} . Plants response to NaCl adding depended on minesoils properties. Under acid conditions, the RSW has fallen below 90 % relatively to the untreated variant when the concentration of Na in a soil solution exceeded 195 mg kg^{-1} due to the combined influence of soluble Na and exchangeable Al on plant growth. Under neutral soil conditions, RSW has fallen below 90% relatively to the untreated variant when the concentration of Na in a soil solution exceeded 250 mg kg^{-1} (Table 3).

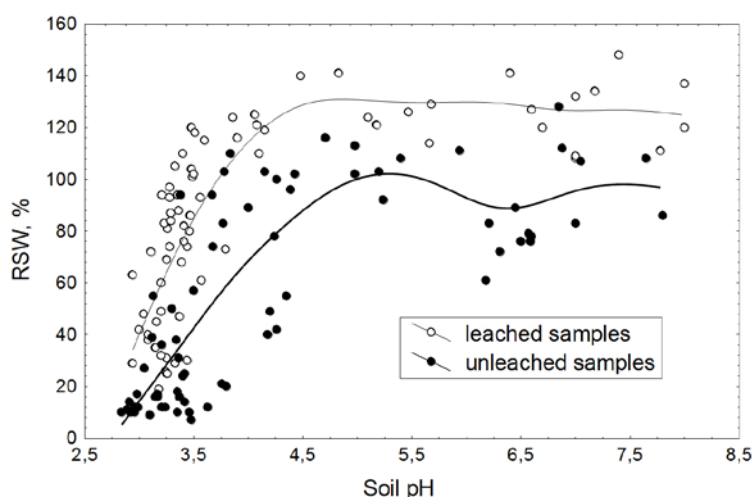


Fig. 3. RSW as a function of pH in acid sulfate minesoils

Table 3

Results of the experiment with NaCl added to minesoils

Sample	Na added	Na H ₂ O found	Mn H ₂ O	pH H ₂ O	RSW as compared with untreated variants
	mg kg ⁻¹				%
1.0	0	42	0	4.06	100
1.1	200	195	0.9	4.23	94
1.2	390	360	0.9	4.18	71
1.3	790	690	1.8	4.15	40
1.4	1570	1240	2.8	4.01	17
1.5	3150	2680	2.8	4.00	2.3
2.0	0	34	0	6.87	100
2.1	200	99	0	6.84	95
2.2	390	250	0.4	6.72	93
2.3	790	530	0.7	6.75	76
2.4	1570	1160	1.3	6.82	47
2.5	3150	2350	2.0	6.90	8

The lower toxicity of Na in neutral soils responds to a much lower plant Na concentration for 1570 and 3150 mg kg⁻¹ of Na applied as compared to acid soils (Figure 4), that is evidently connected with better supply of root medium with Ca in neutral soil containing 10 meq 100g⁻¹ of exchangeable Ca that is 3.5 meq 100g⁻¹ higher than in acid soil. Kinraide (1998) suggested the importance of Ca in alleviation of H, Al, and Na soil toxicity in wheat. So, we may conclude that Na (NaCl) toxicity gets evinced when the concentration of Na exceeds 200 mg kg⁻¹ in the acid minesoils unsaturated with respect to Ca. This level is rarely exceeded in the topsoil of acid sulfate soils at the surfaces of the mine land sites abandoned over 10 years ago. For these lands, the main sources of soil toxicity are exchangeable Al and water-soluble Mn. The gradual accumulation of humus promotes the lowering of Al toxicity and enhance the plant diversity. The toxicity of Na (NaCl) in Al- and Mn-free neutral minesoils saturated with Ca evinces itself when the concentration of water-soluble Na exceeds 250 mg kg⁻¹. Nevertheless, even further increasing of Na concentration in this case does not produce such a negative effect on plant growth as on acid soils. Water-soluble Na concentrations exceeding the levels of toxicity are typical for as recently dumped so as newly extracted mine wastes.

Another question to be answered: Whether the water-soluble Al appearing in soil solution of gypsum-rich acid sulfate minesoils is or not toxic for plant? For this reason a subsequent experiment 2 was conducted. Applying of gypsum did not change pH, but resulted in drastic increasing of the water-soluble Al concentration (Table 4) according to the above-mentioned dependence of the soluble Al on the soluble sulfates and the exchangeable Al concentration. The concentration of water-soluble Mn has increased but to a less degree as compared with Al. Raising of the Al and Mn mobility has almost not changed RSW of wheat that confirms the importance of CaSO₄ in alleviation of Al toxicity through the formation of less phytotoxic AlSO₄⁺ species (Noble, 1988).

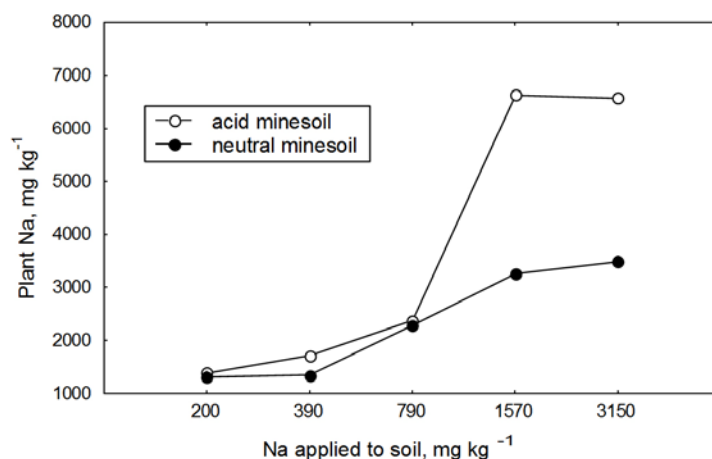


Fig. 4. Na concentration in plant tissue as a function of Na applied to neutral and to acid minesoils

Table 4

Results of the experiment with $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ added to minesoils

Sample	Gypsum added	SO ₄ ²⁻ H ₂ O found	Al H ₂ O	Mn H ₂ O	pH H ₂ O	RSW
	g kg ⁻¹	me kg ⁻¹	mg kg ⁻¹			%
1.0	0	7	0	0	4.06	95
1.1	2.5	53	3.5	4.1	3.95	85
1.2	5.0	69	8.2	6.0	3.91	79
1.3	10.0	116	20.0	6.4	3.96	74
1.4	25.0	276	39.0	4.9	3.94	84
1.5	50.0	300	41.0	4.8	3.95	80
2.0	0	18	0	3.2	4.00	82
2.1	2.5	56	5.3	10.8	4.01	86
2.2	5.0	73	8.0	12.2	3.98	94
2.3	10.0	133	17.0	12.2	4.00	75
2.4	25.0	289	35.0	10.7	3.99	91
2.5	50.0	299	32.0	9.3	4.01	89

1.0-1.5 – samples of topsoils;
2.0-2.5 – samples of subsoil.

The results of the bioassay have been compared with the results of our previous field investigations on the natural revegetation of the abandoned mine sites (Kostenko, 1999, 2005). According to the field researches, plant growth starts in leached depressions if pH does not drop below 3.2. An average RSW obtained for highly acid samples of minesoils (pH 3.21–3.29, concentration of the exchangeable Al=282 kg⁻¹, $C_{\text{extr.}}=0.192\%$) from depressions was $89 \pm 6\%$ that permits us to accept this level of RSW as critical if the possibility of natural or artificial revegetation of the sulfide-containing mine wastes with acid-resistant plant species is to be considered. It means that any attempt to revegetate those minesoils for which the RSW obtained in bioassay does not exceed 85–90 % fails most likely.

CONCLUSION

The results of research have revealed three main factors of toxicity in acid sulfate minesoils studied: exchangeable Al, water-soluble Mn and Na. The occurrence of these soil factors depends on the initial wastes' pyrite concentration, time since dumping, dumping technique, and relief. In the range of pH from 2.96 to 4.5, the mobile forms of Al suppress plant growth in the leached soils of depressions; the mobile forms of Al and Mn suppress plant growth in the slopes of hillocks; the mobile forms of Al, Mn, and Na suppress plant growth in the soils of recently dumped and compacted mine wastes. In the range of pH from 4.5 to 6.0 no factors of toxicity with respect to wheat were found in the leached soils of depressions; the mobile forms of Mn were found in the slopes of hillocks; the mobile forms of Mn and Na were found in the soils of recently dumped and compacted mine wastes. At pH>6.0, plant growth may be suppressed by high soluble Na in the soils of recently dumped and compacted and newly extracted mine wastes as well.

Although many of soil samples obtained from the topsoil of the non-vegetated slopes of hillocks were low in toxicity, these sites do not revegetate mainly due to the unfavorable physical properties of their surfaces covered with the stony crust preventing seeds to fix and germinate. It means that bioassay applied is capable to discover the main chemical factors of acid minesoils toxicity, however to reveal another potentially adverse factors impeding the revegetation of mine lands the researches should be accompanied with field investigation of natural revegetation and physical properties of minesoils.

REFERENCES

- Ahlich J. L., Karr M. C., Baligar V. C., Wright R. J. 1990. Rapid bioassay of aluminum toxicity in soil. *Plant and Soil* 122, 279-285.
- Barnhisel R. I., Massey H. F. 1969. Chemical, mineralogical and physical properties of Eastern Kentucky acid-forming coal spoil materials. *Soil Science* 108 (5), 367-372.
- Bot Le J., Goss M. J., Carvalho M. J., Beusichem van M. L. and Kirkby E. A. 1990. The significance of the magnesium to manganese ratio in plant tissues for growth and alleviation of manganese toxicity in tomato (*Lycopersicon esculentum*) and wheat (*Triticum aestivum*) plants. *Plant and Soil* 124, 205-210.
- Carson C. D., Dixon J. B. 1983. Mineralogy and acidity of an inland acid sulfate soil of Texas. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 47, 828-833.
- Delhaize E., Ryan P. R. 1995. Aluminum toxicity and tolerance in plants. *Plant Physiol.* 107, 315-321.
- Grenda A., Badora A. 2001. The influence of aluminium and manganese toxicity in the soil on the bio-accumulation of Al and Mn in two cultivars of wheat (*Triticum aestivum* L.). In *Plant nutrition-Food security and sustainability of agro-ecosystems*. Eds. W J Horst et al. pp 522-523. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht.
- Haynes R. J., Mokolobate M. S. 2001. Amelioration of Al toxicity and P deficiency in acid soils by additions of organic residues: a critical review of the phenomenon and the mechanisms involved. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 59, 47-63.
- Horst W. J. and Marschner 1978. Effect of silicon on manganese tolerance of bean plants (*Phaseolus vulgaris*). *Plant and Soil* 50, 287-303.
- Hue N. V., Craddock G. R., Adams F. 1986. Effect of organic acids on aluminum toxicity in subsoils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50, 28-34.
- Hue N. V., Vega S., Silva J. A. 2001. Manganese toxicity in a Hawaiian oxisol affected by soil pH and organic amendments. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 65, 153-160.
- Hue N. V., Mai Y. 2002. Manganese toxicity in watermelon as affected by lime and compost amended to a Hawaiian acid oxisol. *HortScience* 37(4), 656-661.

- Kinraide T. B.** 1998. Three Mechanisms for the Calcium Alleviation of Mineral Toxicities. *Plant Physiol.* 118 (2), 513–520.
- Kononova M. M., Belchykova N. P.** 1961. Rapid method for the determination of humus composition in mineral soils. *Pochvovedenie* 10, 75–87.
- Kostenko I. V.** 1999. Peculiarities of pedogenesis on the mine rock wastes heaps in Western Donbass. *News of Agrarian Science* 4, 15–18.
- Kostenko I. V., Opanasenko N. E.** 2005. Soil Formation on sulfide mine dumps in the Western Donets basin upon their overgrowing. *Eurasian Soil Science* 38 (11), 1205–1213.
- Massey H. F., Barnhisel R. I.** 1972. Copper, nickel, and zinc released from acid coal mine spoil materials of Eastern Kentucky. *Soil Science* 113, 207–213.
- Noble A. D., Sumner M. E., Alva A. K.** 1988. The pH dependency of aluminum phytotoxicity alleviation by calcium sulfate. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52, 1398–1402.
- Schaaf W., Gast M., Wilden R., Scherzer J., Blechschmidt R.** 1999. Temporal and spatial development of soil solution chemistry and element budgets in different mine soils of the Lusatian lignite mining area. *Plant and Soil* 213, 169–179.
- Suthipradit S., Edwards D. G., Asher C. J.** 1990. Effects of aluminium on tap-root elongation of soybean (*Glycine max*), cowpea (*Vigna unguiculata*) and green gram (*Vigna radiata*) grown in the presence of organic acids. *Plant and Soil* 124, 233–237.
- Tan K. H., Binger A.** 1986. Effect of humic acid on aluminum toxicity in corn plants. *Soil Science* 141 (1), 20–25.

Рекомендує до друку
І. Х. Узбек

Надійшла до редколегії 05.11.12

ҐРУНТОВА ГІДРОЛОГІЯ

УДК 543.544.6:543.3

О. О. Белік, В. М. Гриньов, В. М. Набивач

ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ НЕОРГАНІЧНИХ АНІОНІВ У ПОДЗЕМНИХ І ПОВЕРХНЕВИХ ВОДАХ МЕТОДОМ ІОННООБМІННОЇ ХРОМАТОГРАФІЇ

Український державний хіміко-технологічний університет

Концентрація аніонів у воді р. Самара коливається в межах 1,5–2,3 ГДК (по хлоридах) і 1,5–6,0 ГДК (по сульфатах). Підвищена концентрація хлоридів і сульфатів у р. Самара обумовлена забрудненням її притоки – р. Вовча, яка протікає по території Західного Донбасу, де забруднюється шахтними водами.

Встановлено, що значна частина підземних вод області відрізняється підвищеним вмістом досліджуваних аніонів: по хлоридах – 1,5–48,0 ГДК, по нітратах – 1,5–36 ГДК, по сульфатах – 1,5–3,0 ГДК. Забруднення підземних вод може мати як природний, так і промисловий характер (у тому числі, за рахунок сільськогосподарського виробництва).

Ключові слова: іонна хроматографія, детектор, сорбент, поверхневі і підземні води, аніони, концентрація.

А. А. Белик, В. М. Гринев, В. М. Набивач

Украинский государственный химико-технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ АНИОНОВ В ПОДЗЕМНЫХ И ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ МЕТОДОМ ИОННООБМЕННОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Концентрация анионов в воде р. Самара изменяется в границах 1,5–2,3 ПДК (по хлоридам) и 1,5–6,0 ПДК (по сульфатам). Повышенная концентрация хлоридов и сульфатов в р. Самара обусловлена загрязнением ее притока – р. Волчья, которая протекает по территории Западного Донбасса, где загрязняется шахтными водами.

Установлено, что значительная часть подземных вод области отличается повышенным содержанием исследуемых анионов: по хлоридам – 1,5–48,0 ПДК, по нитратам – 1,5–36 ПДК, по сульфатам – 1,5–3,0 ПДК. Загрязнение подземных вод может иметь как естественный, так и промышленный характер (в том числе, за счет сельскохозяйственного производства).

Ключевые слова: ионная хроматография, детектор, сорбент, поверхностные и подземные воды, анионы, концентрация.

О. О. Belik, V. M. Grinev, V. M. Nabivach

Ukrainian state chemical-technological university

INVESTIGATION OF INORGANIC ANIONS CONCENTRATION IN UNDERGROUND AND SURFACE WATERS BY ION-EXCHANGE CHROMATOGRAPHY

The concentration of anions in Samara river fluctuates within the limits of 1,5–2,3 MPC (for chlorides) and 1,5–6,0 MPC (for sulfates). Elevated concentration of chloride and sulfate pollution in Samara river was caused by pollution of its tributary – Volchya river, which flows on the Western Donbass area, where it is polluted by mine waters.

© Белік О. О., Гриньов В. М., Набивач В. М., 2012

It was established that a significant part of region groundwaters differs by high content of the investigated anions: chlorides – 1,5–48,0 MPC, nitrates – 1,5–36 MPC, sulfates – 1,5–3,0 MPC. Groundwater contamination can have both organic and industrial nature (due to agricultural manufacturing).

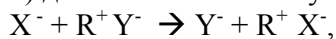
Key words: ion-exchange chromatography, detector, sorbent, underground and surface waters, anions, concentration.

Одним із найбільш перспективних аналітичних методів визначення іонів у підземних і поверхневих водах є іонообмінна хроматографія (Белявская, 1986; Шпигун, 1990; Другов, 2000).

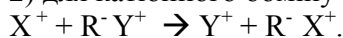
В іонообмінній хроматографії розподіл компонентів суміші досягається за рахунок оборотної взаємодії речовин, що іонізуються з іонними групами сорбенту (Белявская, 1986). Іон введеного зразка взаємодіє з фіксованим зарядом сорбенту і обмінюється противіоном. Речовини, що мають різну спорідненість до фіксованих зарядів, розділяють на аніоніти (аніонообмінники) і катіоніти (катіонообмінники). Це – тверді, нерозчинні і обмежено набухаючі у воді полімерні речовини. Вони складаються з каркасу (матриці), що має позитивний або негативний заряд, і іоногенних (активних) груп; рухомі іони цих груп здатні обмінюватися на іони розчину з зарядом того ж знаку. Аніоніти мають на поверхні позитивно заряджені групи і сорбують з рухомої фази аніони. Катіоніти, відповідно, містять групи з негативним зарядом, що взаємодіють з катіонами.

Механізм іонного обміну має вигляд:

1) для аніонного обміну



2) для катіонного обміну



У першому випадку іон зразка X^- конкурує з іоном рухомої фази Y^- за іонні центри R^+ в іонообмінниках, а в другому – в конкуренцію з іонами рухомої фази Y^+ за іонні центри R^- вступають катіони зразка X^+ .

Як нерухому фазу використовують іонообмінні смоли і силікагелі з прищепленими іоногенними групами. У якості рухомої фази використовують водні розчини солей, кислот, лугів і розчинники типу рідкого аміаку. Утримування в іонообмінній хроматографії залежить від двох процесів: розподілу зразка між водною рухомою і органічною нерухомою фазами і утворення іонних пар (тобто аніонного або катіонного обміну), причому останній процес домінує. Розподіл речовин поміж фазами залежить від сили електростатичної взаємодії заряджених іонізованих груп речовини з зарядженими групами іонообмінника. Ступінь утримання зразка зменшується зі збільшенням іонної сили рухомої фази і іонообмінної ємності сорбенту. Іонна сила рухомої фази зростає при збільшенні концентрацій буферу та збереженні незмінних рН або при додаванні солі. Важлива також концентрація буферних розчинів, так як в розчині спостерігається конкуренція між іонами зразка та буфера. Зменшення концентрації буферного розчину збільшує споріднення смоли до зразка, що призводить до зростання часу утримання. Концентрація буферного розчину коливається від 0,001 до 6 моль/л. Селективність

розподілу в іонообмінній хроматографії залежить від концентрації і виду буферних іонів і органічних розчинників, а також від рН середовища. Іонообмінний розподіл проходить у межах температур від кімнатної до 60 °С. Чим вища температура, тим менша в'язкість рухомої фази і тим ефективніший розподіл. Однак, при високій температурі стабільність колонки або зразка може бути порушена. Для іонообмінної хроматографії використовують полістирольні іонообмінні смоли зернистістю 10 мкм (Белявская, 1986). Вони представляють собою здебільшого співполімери стиролу і дивінілбензолу (8–12 %). Чим більший вміст дивінілбензолу, тим більша жорсткість і міцність полімеру, вища ємність і, як правило, селективність.

Для елюювання аніонів використовують багатокомпонентні рухомі фази, найбільш часто – розчини солей вугільної і фталевої кислот, а також розчини солей ароматичних карбонових кислот. Їх можна використовувати як при кондуктометричному, так і спектрометричному детектуванні.

Утримання аніонів підлягає тим же закономірностям, що й утримання катіонів: положення максимуму хроматографічного піку, що відповідає тому чи іншому аніону, визначається константою іонного обміну і рівноважним складом фаз; при підвищенні концентрації елююючого іону час утримання монотонно зменшується. При визначенні катіонів і аніонів концентрація елююючого іону впливає не тільки на селективність їх розподілу, але і на порядок виходу, що можна використовувати для покращення розподілу.

Кондуктометричний детектор є універсальним при визначенні іонів у полярному середовищі і залишається одним з найбільш поширених в іонообмінній хроматографії (Обрезков, 1998). Чутливість кондуктометричного детектування визначається складом рухомої фази і природою іонів, що визначаються. Для підвищення чутливості детектування використовують гетерогенну післяколоночну реакцію з 4-(2-піриділазо)-резорцином. Цей реагент достатньо швидко утворює стійкі і інтенсивно забарвлені комплекси з багатьма металами, чим забезпечує можливість чутливого визначення. А це дозволяє підвищити чутливість визначення сульфатів в 2–3 рази в порівнянні з одноколонною хроматографією і забезпечити можливість визначення деяких слабоутримуваних аніонів (наприклад, хлоридів).

За останнє десятиріччя іонна хроматографія перетворилась у головний аналітичний метод визначення неорганічних і органічних іонів у водних об'єктах довкілля (Шпигун, 1990). Це обумовлено особливостями і перевагами методу:

- 1) можливість одночасно визначати велику кількість неорганічних і органічних іонів, а також одночасно визначати катіони і аніони;
- 2) низька межа виявлення (до 1 нг/мл) і широкий діапазон визначення (від 1 нг/мл до 1000 мг/л);
- 3) висока селективність визначення іонів в складних сумішах;
- 4) маленький об'єм проби, що аналізується (0,1–0,5 мл);
- 5) можливість використання різних детекторів і їх комбінування.

МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили на рідинному іонному хроматографі «Цвет 3006» з індивідуально градуємою інформаційно-вимірювальною системою, призначеною для визначення кількісного і якісного складу водних розчинів, іонних органічних і неорганічних сполук при аналітичному контролі промислових процесів та дослідженні об'єктів довкілля (Орлов, 1988).

У хроматографі використовуються п'ять типів колонок:

- розподільча, довжиною 100 мм і внутрішнім діаметром 6 мм;
- подавляюча, довжиною 200 мм і внутрішнім діаметром 6 мм;
- концентруюча і дроселююча, довжиною 50 мм і внутрішнім діаметром 6 мм;
- попередня, довжиною 100 мм і внутрішнім діаметром 6 мм.

Колонки представляють собою тонкостінну калібровану трубку з нержавіючої сталі X18H10T, що має поліровану внутрішню поверхню. Колонки заповнюються полімерним сорбентом «Хікс-1» з розмірами часток 0,025–0,040 мм.

Розподіл аніонів у хроматографі відбувається за наступною схемою (рис. 1). Розподільча колонка забезпечує високоефективний розподіл аніонів. Аніони проби і елюенту конкурують за фіксовані активні центри смоли. Групи з більш високою спорідненістю до смоли будуть утримуватися на колонці довше. Елюент, що використовується, – суміш 0,003 М NaHCO_3 і 0,0024 М Na_2CO_3 .

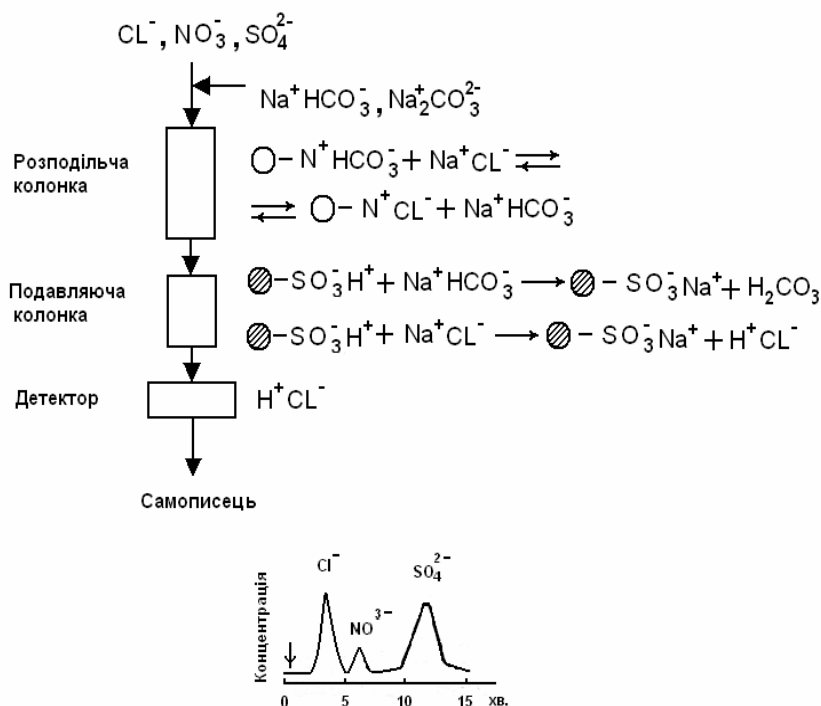
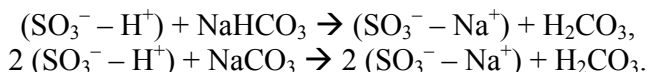
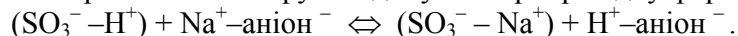


Рис. 1. Схема розділення аніонів у іонному хроматографі

В подавляючій колонці проходить ряд реакцій. Аніони елюенту реагують зі смолою:



У будь-якому випадку катіон натрію обмінюється з протонами смоли подавляючої колонки. Унаслідок цього елююючий аніон перетворюється в аніон з групи з низькою електропровідністю H_2O або H_2CO_3 . Друга реакція – конверсія аніонних груп в єдину електропровідну форму:



Рухливість іону H^+ значно вище рухливості інших іонів, тому конверсія аніонів у їх кислотні форми збільшує їх детектуємість.

Дослідження виконували у наступному режимі роботи:

- витрата елюенту, мл/хв – 2,5;
- об'єм дозуючої петлі крану-дозатору, мкл – 20;
- швидкість протяжки діаграмної стрічки КСП-4, мм/год – 200.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

В табл. 1 і 2 наведені одержані значення концентрацій аніонів у пробах поверхневих і підземних вод, які були відібрані на території Дніпропетровська і області: м. Новомосковськ, с. Кіровський, Шевченко, Підгороднє, Орловщина, Олександрівка, Обухівка, Новоселівка, Самарівка, Піщанка, Хащове, Новомосковський і Петриківський райони, Солений Лиман, Дієвка-2. Довірчий інтервал вимірювання складає 0,4 %.

Таблиця 1

Дані дослідження вмісту аніонів у поверхневих водах

Місце відбору проби	Норми ГДК і концентрація, мг/дм ³		
	Cl ⁻ (250)	NO ₃ ⁻ (45)	SO ₄ ⁻² (250)
Водопровід № 1, вул. Московська, 6	20,1	–	21,5
Водопровід № 2, вул. Московська, 6	25,0	–	21,5
Водопровід, вул. Гарнізонна	22,6	–	21,0
Водопровід, пр. Кірова, 90	24,0	–	28,0
Водопровід, с. Олександрівка	35,8	–	16,5
р. Дніпро, р-н Березановки	25,5	–	49,1
р. Самара, с. Новоселівка	215,4	111,4	411,4
Проба № 1, р. Самара,	365,7	–	1160,4
Проба № 2, р. Самара,	461,0	–	1472,7
Проба № 3, р. Самара,	583,3	–	1371,0

Аналіз проб водопровідної води свідчить про те, що по всіх аналізуємих аніонах вона відповідає нормам ГДК і є придатною для побутового використання. Концентрація хлоридів в середньому дорівнює 0,1 ГДК, сульфатів 0,09 ГДК, а нітрати взагалі відсутні. Тому можна зробити висновок про достатньо якісну очистку водопровідної води від досліджувальних аніонів.

Поверхневі води (р. Самара), як видно з табл. 1, є забрудненими (рис. 2). Якщо порівняти проби водопровідної води з пробами з р. Самара, то перевищення складає по хлоридах в середньому в 18 разів, а по сульфатах

взагалі в 61,5 рази, а інтервал коливань дорівнює: для хлоридів – від 1,5 до 2,3 ГДК, для сульфатів – від 1,6 до 5,9 ГДК. Великі концентрації хлоридів і сульфатів в пробах з р. Самара, обумовлені забрудненням її р. Вовча. Річка Вовча протікає через територію Західного Донбасу, де

Таблиця 2

Дані дослідження вмісту аніонів у підземних водах

Місце відбору проби	Норми ГДК і концентрація, мг/дм ³		
	СГ (350)	NO ₃ (45)	SO ₄ ²⁻ (500)
1	2	3	4
Свердловина № 1, с. Кіровський	44,1	1,3	17,9
Свердловина № 2, с. Кіровський	793,3	402,8	1348
Колодязь № 1, с. Кіровський	585,5	–	405,1
Свердловина № 1, с. Новоселівка	26,8	99,2	92,8
Свердловина № 2, с. Новоселівка	271,9	687,5	343,3
Свердловина № 3, с. Новоселівка	411,3	1627,6	1511,2
Свердловина № 4, с. Новоселівка	1267,5	–	2320,2
Колодязь № 1, с. Новоселівка	466,5	–	1415,5
Колодязь № 2, с. Новоселівка	777,3	–	1171,9
Свердловина, м. Новомосковськ	104,0	6,9	328,8
Колодязь, м. Новомосковськ	39,9	1,6	8,2
Свердловина № 1, Новомосковський р-н	68,0	95,0	307,1
Свердловина № 2, Новомосковський р-н	166,5	105,1	155,0
Свердловина, Петриківський р-н	17079,8	–	852,8
Свердловина, с. Олександрівка	9,5	–	138,2
Свердловина № 1, с. Орловщина	12,0	25,7	–
Свердловина № 2, с. Орловщина	574,5	2,3	532,1
Свердловина № 3, с. Орловщина	984,7	–	875,0
Колодязь № 1, с. Орловщина	127,6	133,3	695,7
Свердловина № 1, с. Обухівка	142,7	88,2	221,4
Свердловина № 2, с. Обухівка	171,9	266,4	533,9
Свердловина № 3, с. Обухівка	522,8	–	907,1
Свердловина № 1, с. Підгороднє	33,4	–	111,8
Свердловина № 2, с. Підгороднє	313,2	93,8	858,8
Свердловина № 3, с. Підгороднє	655,3	4,1	259,5
Колодязь № 1-5, с. Підгороднє	17,5-61,4	3,7-11,0	15,7-194,9
Свердловина, с. Піщанка	104,1	1,1	682,9
Колодязь № 1, с. Піщанка	32,4	2,2	43,7
Колодязь № 2, с. Піщанка	4086,1	–	584,7
Свердловина № 1, с. Самарівка	118,1	21,4	579,4
Свердловина № 2, с. Самарівка	236,1	55,9	322,3
Свердловина № 3, с. Самарівка	1059,4	110,7	317,9
Свердловина, с. Солений лиман	3,6	–	–
Свердловина, с. Хащове	52,7	2,5	60,3
Колодязь № 1, с. Хащове	56,6	–	327,0
Свердловина, АНД р-н, Дн-вськ	1,7	–	2,6
Свердловина, с. Шевченко,	14,0	–	2,1
Свердловина, вул. Обласна, Дн-вськ	80,3	–	64,4
Свердловина, вул. Балтійська, Дн-вськ	93,8	–	87,1
Свердловина, с. Мирний, Дн-вськ	101,2	1,1	833,3
Свердловина № 1, с. Ювілейний	264,7	–	317,9
Свердловина № 2, с. Ювілейний	2539,9	–	366,4
Свердловина, Героїв Сталінграду, Дн-вськ	346,5	14,3	447,4
Колодязь, Дієвка-2, Дн-вськ	70,6	220,0	132,4

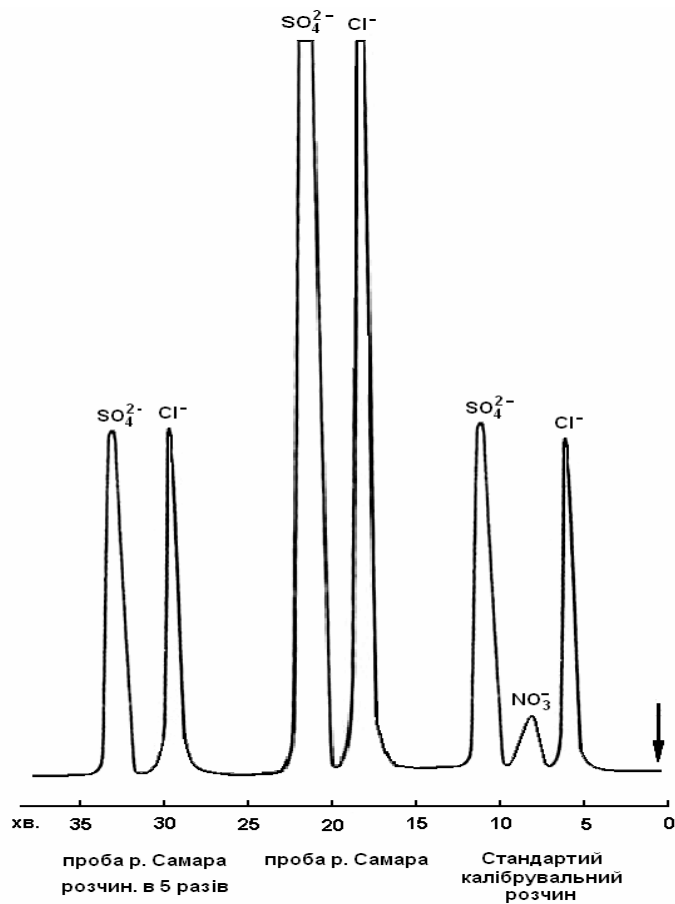


Рис. 2. Хроматограма проби поверхневої води з р. Самара
Колонка 6×100 мм; чутливість аналізу ($256 \times$); концентрація: хлориди – $583,3$ мг/дм³,
сульфати – $1371,0$ мг/дм³.

забруднюється шахтними водами з високою мінералізацією і іншими видами забруднень. Забруднення р. Самара в с. Новоселівка нітратами ($111,4$ мг/дм³) може свідчити про потрапляння нітратних добрив з сільськогосподарських полів і вимагає втручання у ведення господарського процесу для попередження подальшого забруднення річки.

Проаналізувавши дані табл. 2, можна зробити висновок, що характер забруднення підземних вод, а саме свердловин, не має яких-небудь закономірностей (рис. 3). Так, будь-який аналізуємий об'єкт, наприклад с. Кіровський, містить проби, які дуже виразно відрізняються одна від одної значеннями аналізуємих аніонів. Це можуть бути концентрації: від $14,7$ до $793,3$ мг/дм³ – хлориди, від $7,3$ до 1348 мг/дм³ – сульфати, а нітрати взагалі присутні не завжди. Поясненням такого різкого стрибка концентрацій аніонів у свердловинах с. Підгороднього, Орловщини, Новоселівки, Обухівки, Олександрівки, Кіровський та інших районах Дніпропетровська і області є міграція ґрунтових вод через породи, що містять ці іони у різних концентраціях. Головними джерелами

надходження іонів хлору в підземні води є хлористі мінерали (галіт NaCl, сильвін KCl та ін.) з гірських порід, ґрунту (особливо солончаків) і скопичення солей. Підземні води неглибоких горизонтів майже завжди містять сульфати, головним джерелом появи їх у воді є різні осадові породи, до складу яких належать гіпс і ангідрит. До того ж вміст Cl^- , SO_4^{2-} , Na^+ , Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} є звичайним і характеризує природну мінералізацію підземних вод. Тобто все залежить від того, наскільки великий вміст іонів у породах. Згідно даних дослідження перевищення норм по хлоридах становить від 1,2 ГДК (с. Новоселівка) до 49 ГДК (Петриківський район), по нітратах – від 1,2 ГДК (с. Самарівка) до 36 ГДК (с. Новоселівка), а по сульфатах – від 1,1 ГДК (с. Орловщина) до 3,0 ГДК (с. Новоселівка).

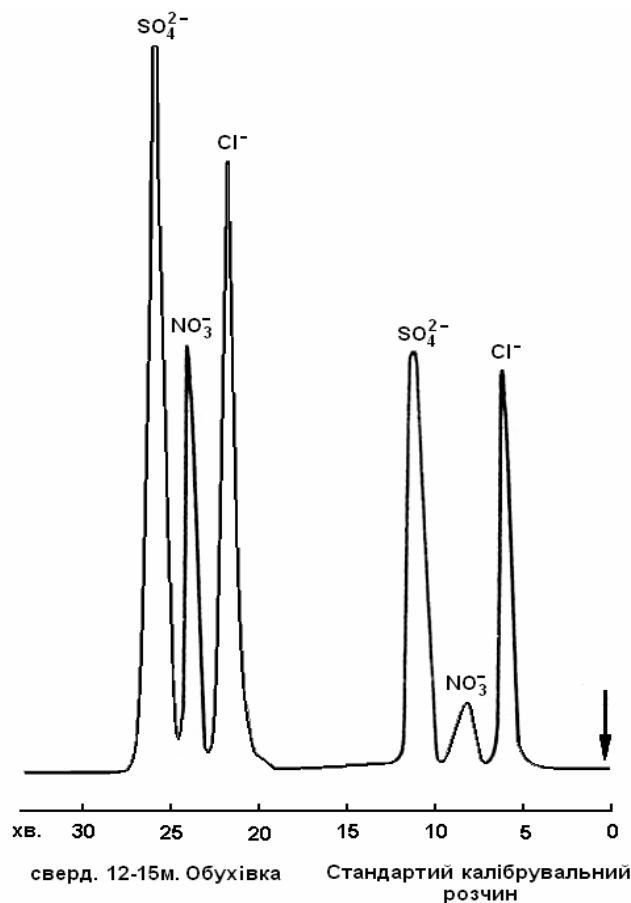


Рис. 3. Хроматограма проби підземної води зі свердловини (с.Обухівка)

Колонка 6×100 мм; чутливість аналізу ($256 \times$); концентрація: хлориди – $171,9 \text{ мг/дм}^3$, нітрати – $266,4 \text{ мг/дм}^3$, сульфати – $533,9 \text{ мг/дм}^3$.

В деяких свердловинах концентрації настільки великі (Петриківський район, с. Орловщина, с. Новоселівка), що це викликає серйозне занепокоєння за стан здоров'я місцевого населення і потребує впровадження якісної очистки для попередження захворювань шлунково-кишкового тракту. А вміст нітратів в деяких випадках: с. Кіровський

(402,8 мг/дм³), с. Новоселівка (687,5 мг/дм³ і 1627,6 мг/дм³), с. Обухівка (266,4 мг/дм³), тобто в 10–36 разів вище ГДК, свідчить про дуже низьку якість питної води (рис. 3).

Забруднення колодязної води пов'язане з перевищенням нормативів по всіх аніонах: нітратах і сульфатах – від 3 до 4,9 ГДК (с. Новоселівка, Дієвка-2), а хлориди – до 11,7 ГДК (с. Піщанка). В цілому з 10 досліджених проб колодязної води 6 проб мали перевищення нормативів.

ВИСНОВКИ

Розроблена методика аналізу проб поверхневих (водопровід, р. Дніпро і р. Самара) і підземних вод (свердловини і колодязі) на вміст неорганічних аніонів (хлориди, нітратах, сульфатах) методом іонообмінної хроматографії на колонках, заповнених сорбентом «Хікс-1» з розмірами часток 0,025–0,040 мм.

Дослідження показали, що проби водопровідної води по всіх аніонах, що аналізувалися (хлориди, нітратах, сульфатах), відповідають нормам ГДК і є придатними для використання з побутовою метою.

Проби води з р. Самара перевищують норми по хлоридах – від 1,5 до 2,3 ГДК, по нітратах становлять 2,5 ГДК, а по сульфатах – від 1,6 до 5,5 ГДК. Це свідчить про серйозне забруднення і вимагає постійного контролю якості вод.

Встановлено, що підземні води, в основному, містять ще більше досліджувальних аніонів, ніж поверхневі. Перевищення показників становлять: для хлоридів від 1,2 до 49 ГДК, для нітратів від 1,2 до 36 ГДК, для сульфатів від 1,1 до 3,0 ГДК (свердловина у Петриківському р-ні, свердловина у с. Новоселівка, свердловина у с. Ювілейний). Перевищення норм ГДК по нітратах може мати як природний характер, так і бути наслідком сільськогосподарського виробництва. Однак докладний висновок про походження забруднюючих іонів можна зробити лише за результатами більш тривалого спостереження.

Розроблена методика аналізу і одержані результати роботи можуть бути використані в екоаналітичному контролі стану водних об'єктів різного призначення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Белявская Т. А. Хроматография неорганических веществ / Т. А. Белявская, Т. А. Большова, Г. Д. Брыкина. – М. : Высш. шк., 1986. – 207 с.

Другов Ю. С. Экологическая аналитическая химия / Ю. С. Другов. – М. : Изд-во ООО «Анатолия», 2000. – 432 с.

Обрезков О. Н. Ионная хроматография анионов. Особенности кондуктометрического детектирования / О. Н. Обрезков, С. В. Трифонова, О. А. Шпигун // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 2. Химия. – 1998. – № 6. – С. 390-393.

Орлов В. И. Техническое описание и инструкция по эксплуатации хроматографа жидкостного «Цвет 3006» / В. И. Орлов. – Дзержинск, 1988. – 116 с.

Шпигун О. А. Ионная хроматография и ее применение в анализе вод / О. А. Шпигун, Ю. А. Золотов. – М. : Изд-во Московского ун-та, 1990. – 198 с.

Рекомендує до друку
А. О. Дубина

Надійшла до редколегії 07.12.11

ВОЛОГООБІГ У СТЕПОВИХ БІОГЕОЦЕНОЗАХ ПРИСАМАР'Я*Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара*

Надано характеристику режиму ґрунтових вод, ділянок плакору басейну ріки Самари. Показано потенційну роль ґрунтових вод, при неглибокому їх заляганні, у водному балансі степових біогеоценозів. Проаналізовано динаміку вологозапасів у степових едафотопях. Розраховано основні водно-балансові складові степових біогеоценозів.

Ключові слова: режим ґрунтових вод, вологообіг, зволоження ґрунтової товщі.

А. В. Котович

*Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара***ВЛАГООБОРОТ В СТЕПНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗАХ ПРИСАМАРЬЯ**

Дана характеристика режима ґрунтовых вод, плакорных участков бассейна реки Самары. Показана потенциальная роль ґрунтовых вод, при неглубоком их залегании, в водном балансе степных биогееоценозов. Проанализирована динамика влагозапасов в степных эдафотопях. Рассчитаны основные водно-балансовые составляющие степных биогееоценозов.

Ключевые слова: режим ґрунтовых вод, влагооборот, увлажнение почв.

A. V. Kotovich

*Oles Gonchar Dnipropetrovsk National University***HYDROLOGICAL CYCLE IN STEPPE BIOGEOCENOSES OF PRYSAMARYA**

The characteristics of the ground water regime, plakor areas of Samara River Basin are given. The potential role of ground water, in its shallow bedding, in the water balance of the steppe ecosystems is exhibited. The dynamics of deposits of moisture in the steppe edaphotopes has been analysed. The main water-balance components of steppe biogeocenoses have been calculated.

Keywords: ground water regime, hydrological cycle, soil moisturing.

Як відомо, степова зона України характеризується жорсткими кліматичними умовами, які сприяють формуванню специфічних степових біогеоценозів автоморфними ґрунтами і певними видами трав'яної рослинності. Кліматичні умови у сукупності з особливостями геоморфогенезу, властивими зазначеній території, визначають гідрологічні умови, на фоні яких відбувається розвиток ґрунтів і рослинності.

У даній роботі наводиться характеристика умов зволоження степових біогеоценозів, яку можна використовувати при оцінці існуючого потенціалу та перспектив розвитку 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.

Режим зволоження плакорних ділянок у степовій зоні формується під впливом природних, режимоутворюючих чинників, головним чином атмосферних опадів, температурних показників, ґрунтових вод (за умови їхньої доступності). Серед указаних чинників суттєвий вплив на

коригування режиму зволоження вносять ґрунтові води, оскільки в умовах дефіциту вологи вони слугують додатковим джерелом зволоження і часто мають вирішальний вплив на формування видового складу та продуктивність фітоценозів. Тому ми ставили за мету визначити основні режимні характеристики ґрунтових вод і їх потенційно можливу участь у водному балансі ділянок степового плакору.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Робота виконувалась на базі Науково-навчального центру «Присамарський біогеоценологічний стаціонар ім. О. Л. Бельгара» Дніпропетровського національного університету, який знаходиться в нижній частині течії р. Самари.

В основу методологічного підходу покладено вчення В. М. Сукачова (1964) про біогеоценоз.

Спостереження за режимом ґрунтових вод проводили в спостережливих свердловинах, за допомогою мірної стрічки із «хлопавкою». Точність вимірювання становила 5 мм. При характеристиці типу режиму ґрунтових вод та його структури використовували методи аналізу, що викладені в працях Г. М. Висоцького (1937) та А. А. Коноплянцева (1963).

При характеристиці вологообігу за умови відсутності доступних ґрунтових вод враховували витрати вологи з півтораметрового шару ґрунту за вегетаційний період і опади, що випали за відповідний період, а також випаровування, яке розраховували за формулою М. М. Іванова (1956). Характеристика геологічної будови надана за даними Л. П. Травлєєва (1972).

Ділянка степового плакору розташована на вершині вододільного плато між р. Самарою та р. Сороковушкою (Новомосковський р-н, Дніпропетровська обл.). Поверхня ділянки має невеликий нахил – 1,5⁰ північно-східної експозиції. Лісорослинні умови – СГ₀₋₁ (суглинок сухий). Головна форма водопостачання – атмосферні опади. Ґрунти – чорноземи звичайні карбонатні малогумусові середньосуглинисті на лесоподібних суглинках.

Літолого-геологічна будова характеризується наявністю у верхній частині лесоподібних карбонатних суглинків сучасного та верхнього відділу четвертинної системи, що мають еолове та делювіальне походження (рис. 1). Цю частину покладів від водовмісних порід відокремлюють глинисті породи нижнього відділу четвертинної системи та пліоцену. Водовмісними є піски міоцену.

У рослинному покриві панують трав'янисті багаторічні ксерофіти з домішкою мезофітів і ксеромезофітів. Трав'яний покрив представлений *Stipa lessingiana* Trin. et R., *Stipa capillata* L., *Festuca Valesiaca* Gaud., *Koeleria gracilis* Pers., а також значною домішкою дводольних, серед яких слід зазначити *Medicago kotovii* Wissjul., *Galium ruthenicum* Willd., *Serratula bracteifolia* Stank., *Filipendula hexapetala* G., *Trifolium alpestre* L. та ін.

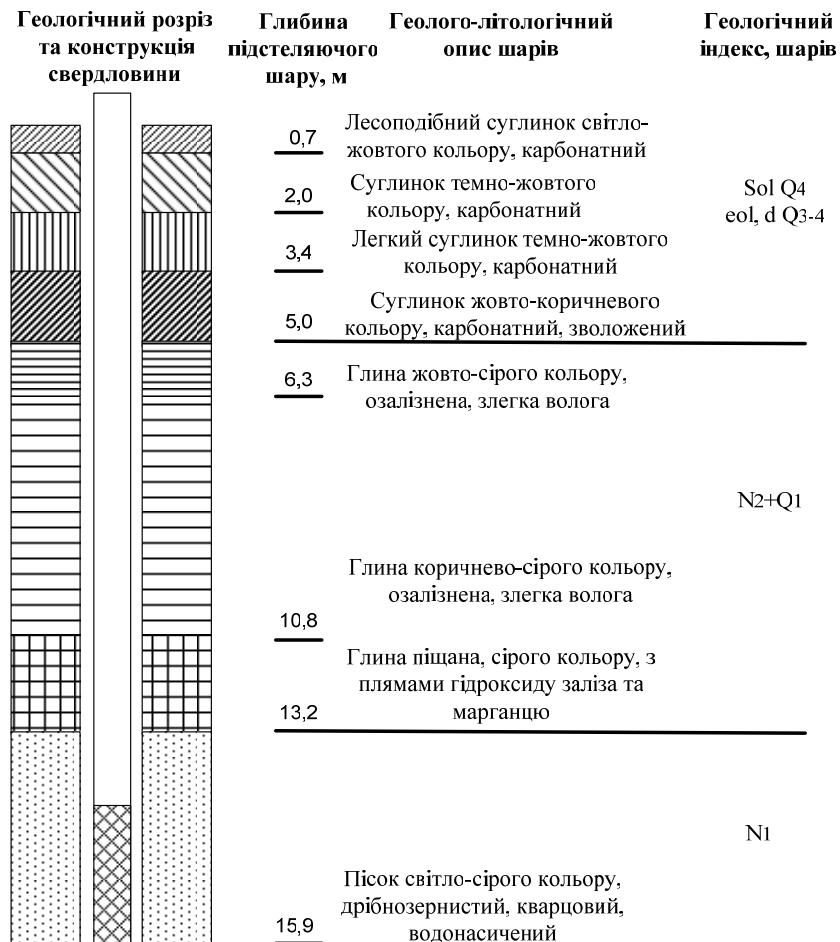


Рис. 1. Стратиграфічна будова геологічного розрізу в районі розташування пробної площі № 201а, за Л.П. Травлєєвим

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Структура рівневого режиму ґрунтових вод

Аналіз впливу ґрунтових вод на формування водного режиму біогеоценозів у степовій зоні висвітлено у роботах Г. Ф. Басова (1963), Г. М. Висоцького (1937, 1962), М. О. Воронкова (1963, 1973), О. Л. Бельгарда (1958), М. Ф. Кулика (1959, 1960, 1979), О. І. Міховича (1964, 1981, 1986), М. К. Сапанова (1990, 2000, 2002), Л. П. Травлєєва (1977) та інших вчених.

Згідно з визначенням, запропонованим Г. М. Каменським (1935), режим підземних вод визначається як поведінка їх у часі під впливом геологічних, гідрогеологічних, кліматичних і біотичних чинників. Гідрогеологічні і геологічні умови – константи постійні, при цьому протягом року рівень ґрунтових вод проявляє ознаки динамічної системи та відповідає впливу комплексної дії кліматичних і біотичних чинників.

Режим ґрунтових вод в умовах степового плакору нами контролюється у спостережній свердловині № 201а (рис. 1) (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. З 2000 року і до цього часу спостереження за рівневим і гідрохімічним режимом ґрунтових вод ведуться автором. Таким чином, на цей час ми маємо 40-річний безперервний ряд спостережень.

Гідрологічний рік проходить між датами початку підйому та кінцем спаду рівня ґрунтових вод і в цілому відповідає тривалості календарного року (Висоцький, 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.

Деталізуючи гідрологічний рік за середньобаторічними даними показників рівневого режиму, Г. М. Висоцький (1937) виділив такі сезонні коливання рівня, або цикли: 1) весняний (інфільтраційний) водопідйом; 2) літнє (десукційне) опускання; 3) осінні (корективні) зміни, що залежать від вирівнювання дзеркала. У даному випадку, на наш погляд, крім згаданих гідрологічних циклів, як окремий період доцільно виділити ще високе літнє положення рівня (корективні зміни під час літнього періоду), оскільки періодичне коливання рівня в цей період триває від 3,5 до 4,5 місяця.

Виходячи із вищевикладеного, сезонні зміни в режимі ґрунтових 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. 2).

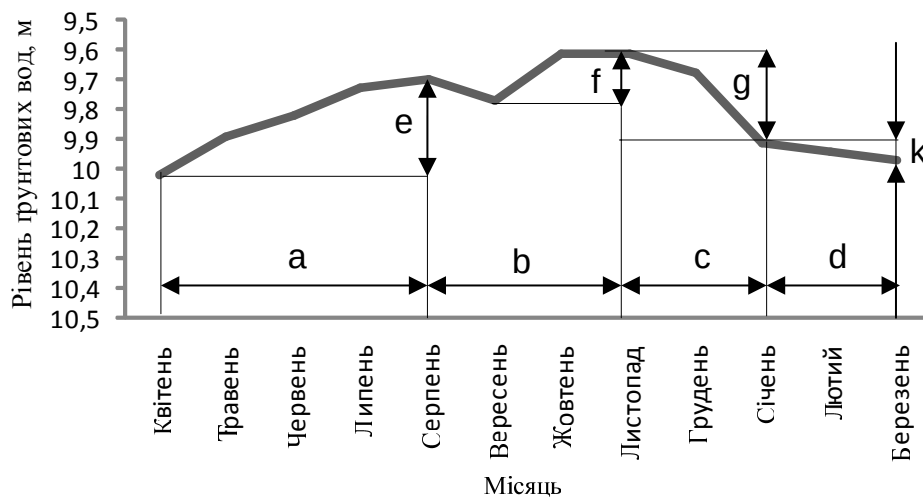


Рис. 2. Схема визначення показників рівневого режиму ґрунтових вод у межах пробної площі № 201а

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

Однією з найважливіших характеристик режиму ґрунтових вод є підвищення їх рівня в весняно-літній період. За середньомісячними багаторічними даними встановлено, що початок весняно-літнього підйому рівня ґрунтових вод припадає на першу–другу декаду квітня поточного року, а спад – на початок кінця вегетаційного періоду – жовтень, листопад. Період весняно-літнього підйому, як правило, триває від одного до п'яти місяців і в середньому продовжується з квітня по серпень включно. У цей період відбувається основне поповнення запасів ґрунтових вод, а їх рівень відчуває найбільших коливань, як правило, при загальному підйомі.

Динаміку рівня в цей період можна охарактеризувати трьома кривими: *a* – мінімальні коливання при поступовому підйомі; *b* – невеликі коливання при інтенсивному підйомі; *c* – невеликі коливання при загальному стійкому зниженні (рис. 3). У першому випадку швидкість підйому становить 1,1 мм/добу, при цьому позитивна динаміка рівневого режиму обумовлена температурними показниками. Хід кривої рівня в цьому випадку має середній кореляційний зв'язок із сумою температур попередніх шести місяців ($R = 0,42 \pm 0,07$).

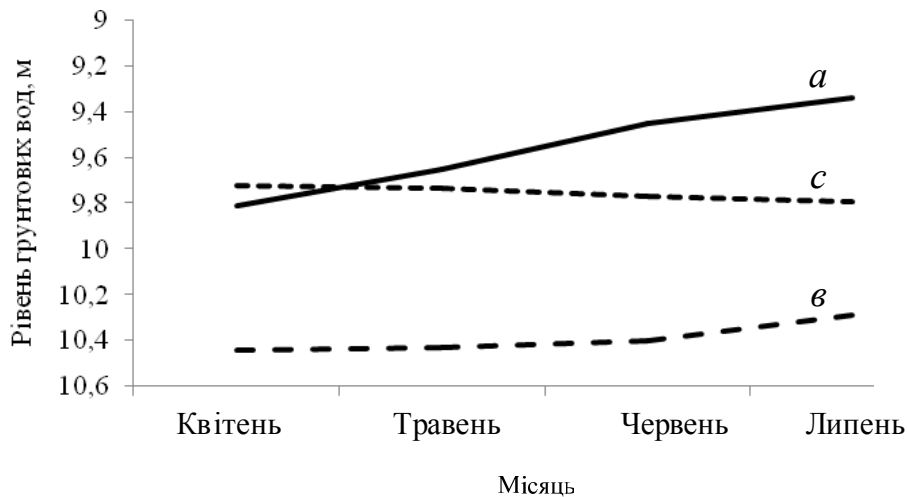


Рис. 3. Типи рівневої динаміки ґрунтових вод у період весняно-літнього підйому в межах пробної площі № 201а:

a, b – коливання рівня при загальному його підвищенні;
c – коливання рівня при загальному його зниженні

В окремі гідрологічні роки при інтенсивному підйомі рівня тривалість періоду менша і досягає 30 діб. При цьому швидкість підйому майже у вісім разів перевищує попередні аналогічні значення – 8,1 мм/добу (2000, 2005 рр.). Хід кривої рівня в цьому випадку має ще тісніший кореляційний зв'язок із сумою температур попередніх шести місяців ($R = 0,47 \pm 0,08$). Середня багаторічна величина підйому у цей період становить 100 см, а мінімальні і максимальні значення варіюють у межах 81–117 см відповідно. Але, починаючи з 2006 гідрологічного року, в цей період спостерігається стійке падіння рівня ґрунтових вод, під час якого на нетривалий час наставала його відносна стабілізація.

Період високого літньо-осіннього положення триває в середньому з кінця серпня по листопад. У цей час відбуваються незначні коливання рівня ґрунтових вод з амплітудою 5–16 см, при цьому залежно від загальної річної тенденції рівень може як підвищуватися, так і знижуватися. Максимальної своєї відмітки, починаючи з 2000 р., рівень ґрунтових вод у цей відрізок року досяг у серпні 2005 року, піднявшись до відмітки 9,32 м. Мінімальні відмітки були зафіксовані у вересні 2002 року. Загальне підвищення рівня в цей період спостерігалось в 2000 і 2004 рр. на 9 і 10 см відповідно. У 2000 р. підвищення рівня мало сезонний характер і було обумовлене опадами березня. Кількість рідких опадів перевищувала середньобаторічну норму на 100 %, при цьому середньомісячна температура повітря становила $+1^{\circ}\text{C}$, тому частина опадів пішла на поповнення ґрунтових вод. Величина кореляційного зв'язку між кількістю опадів і позитивною динамікою рівня ґрунтових вод становила $R = 0,81 \pm 0,02$, що відповідає тісному кореляційному зв'язку. Середньомісячна температура повітря і дефіцит вологості повітря впливали на зміни рівня меншою мірою – коефіцієнт кореляції $R = 0,46$ і $0,44 \pm 0,02$ відповідно.

Період осіннього інтенсивного спаду приурочений до кінця вегетаційного періоду і, як правило, продовжується з листопада до січня. Середня багаторічна амплітуда спаду в цей період становить 11 см. У 2006 р. процес падіння відбувався в листопаді, а в 2005 р. був рівномірно розтягнутий на весь період.

Практичний інтерес має період зимового положення рівня. До цього періоду можна віднести час з кінця січня по березень. У цей час промерзання ґрунту виключає можливість впливу кліматичних умов на режим ґрунтових вод, тому величину спаду рівня в період зимових морозів можна прийняти за витрату ґрунтових вод, що визначається їх боковим відтоком.

У зимовий період року низхідна міграція плівкової вологи під впливом протидії молекулярного тиску і плівкового натягу припиняється. Тому приплив атмосферної вологи у ґрунтові води тимчасово зупиняється, і їх баланс формується лише під впливом витратної частини. Зв'язок промерзання верхніх горизонтів ґрунту в зимовий період із динамікою рівневого режиму відзначається при прямому зіставленні величин промерзання і рівня ґрунтових вод, при цьому коефіцієнт кореляції становить $+0,42$, що відповідає середньому кореляційному зв'язку (рис. 4).

Середня амплітуда зниження рівня ґрунтових вод за цей період становила 10 см при крайніх значеннях 3 і 23 см. Середня швидкість – 0,08 мм/добу. У теплі зими, коли промерзання ґрунту відсутнє, може наступати підйом рівня в другій декаді лютого і тривати до кінця періоду.

Таким чином, динаміка рівня ґрунтових вод у цей період визначається промерзанням верхніх ґрунтових горизонтів. Величина спаду рівня, що визначається боковим відтоком, становить 0,08 мм/добу.

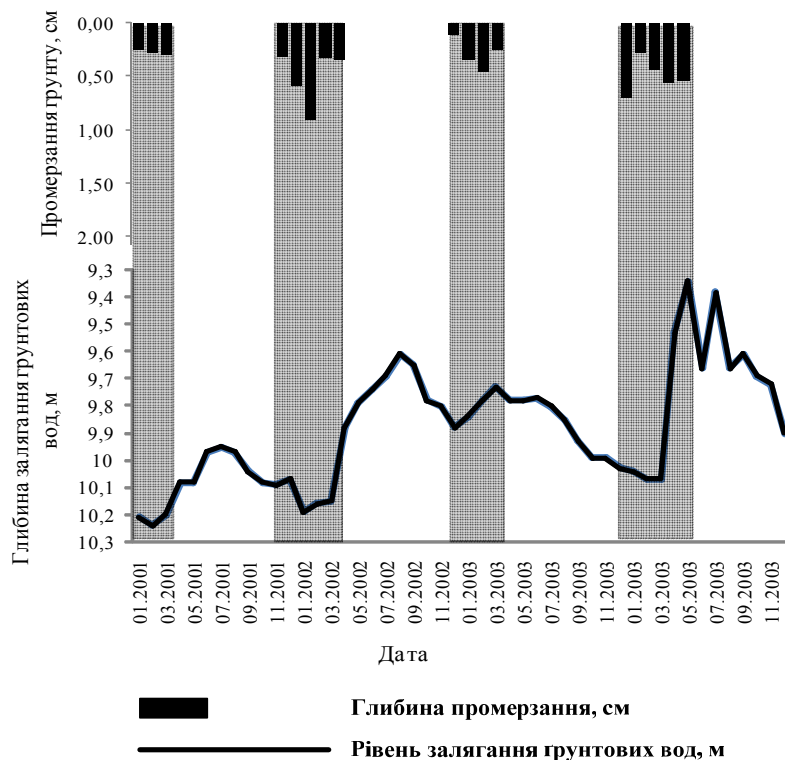


Рис. 4. Динаміка рівня ґрунтових вод та промерзання верхніх ґрунтових горизонтів у межах пробної площі № 201а

Багаторічна динаміка рівня ґрунтових вод

Увесь хід багаторічних змін рівня ґрунтових вод можна розбити на декілька загальних циклів, які характеризуються фазою підйому і фазою спаду. Усього на багаторічній кривій видно три закінчені цикли і один незакінчений (рис. 5).

Тривалість першого циклу становила 132 місяці (11 років) і тривала з травня 1976 р. по травень 1987 р. Загальний підйом рівня проходив до липня 1981 р. і продовжувався 49 місяців. Величина підйому – 3,19 м, середня швидкість – 2,17 мм/добу. Спад рівня в цьому циклі проходив плавніше і продовжувався 83 місяці, закінчившись у травні 1987 р. Рівень у цей період по відношенню до максимальної відмітки циклу опустився на 1,94 м.

Другий цикл тривав 65 місяців (5,4 роки) – з червня 1987 р. по листопад 1992 р. Підйом проходив у період між червнем 1987 р. і серпнем 1989 р. і тривав 26 місяців. Середня швидкість підйому – 0,1 мм/добу. Спад проходив у три етапи і досяг своєї мінімальної відмітки 10,2 м у листопаді 1992 р., розтягнувшись на 39 місяців, при цьому амплітуда становила 0,85 м. Швидкість зниження рівня – 0,72 мм/добу.

Третій цикл тривав 109 місяців (9 років) – з грудня 1992 р. по січень 2002 р. Підйом рівня в цей період мав чітко виражений ступінчастий характер. Максимальної відмітки рівень досяг в липні 1998 р. – 9,02 м. Загальна тривалість підйому становила 78 місяців. Амплітуда підйому –

0,98 м, а середня швидкість – 0,41 мм/добу. Спад також характеризувався циклічністю і свого мінімуму досяг у січні 2002 р., знизившись по відношенню до максимальної відмітки цього циклу на 1,21 м. Загальна тривалість спаду становила 31 місяць, при середній швидкості 0,98 мм/добу.

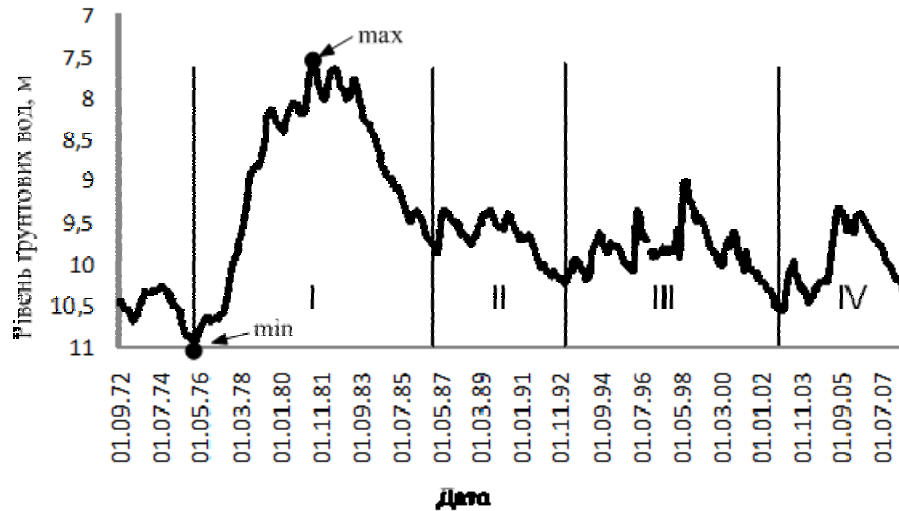


Рис. 5. Багаторічна динаміка рівня ґрунтових вод у межах пробної площі № 201а

Четвертий – незакінчений – цикл почався в лютому 2002 р. Тривалість підйому становила 31 місяць. Підйом тривав по серпень 2005 р. Амплітуда підйому становила 0,91 см при середній швидкості 0,97 мм/добу. З 2006 р. цей цикл знаходиться у фазі спаду.

Таким чином, видно, що багаторічна динаміка рівня ґрунтових вод не залишалася стабільною, при цьому виразної закономірності в періодичності процесів динаміки рівня не виявлено, що проявляється перш за все в асиметрії циклів його підйому та спаду.

Наявність внутрішньорічних коливань, що відображають середньомісячні дані, надають кривій ходу рівня складного характеру, що утруднює більш детальний аналіз та встановлення певних закономірностей. Так, при зіставленні багаторічного рівня ґрунтових вод та опадів за відповідний період позитивного кореляційного зв'язку нами не виявлено. Тому для побудови кривої рівня і зіставлення її з опадами ми використовували положення рівня під час весняного максимуму, оскільки при цьому виключається вплив рослинності та літніх температур на хід кривої рівня (рис. 6).

Максимальні положення рівня обмежують цикли його підйому та спаду. Кількісно це відповідає трьом чотирьохрічним, двом двохрічним і одному восьмирічному закінченим циклам ходу рівня ґрунтових вод. Аналіз суми річних опадів попередніх років виявив, що кількість їх пікових значень також дорівнює 7. При цьому збіг максимумів рівня ґрунтових вод і максимумів атмосферних опадів є не прямим, а

відбувається із затримкою в середньому на 27 місяців. При детальному аналізі багаторічної кривої нараховується сім максимумів, що спостерігалися в 1981, 1986, 1990, 1994, 1996, 1998, 2005 рр. (рис. 6).

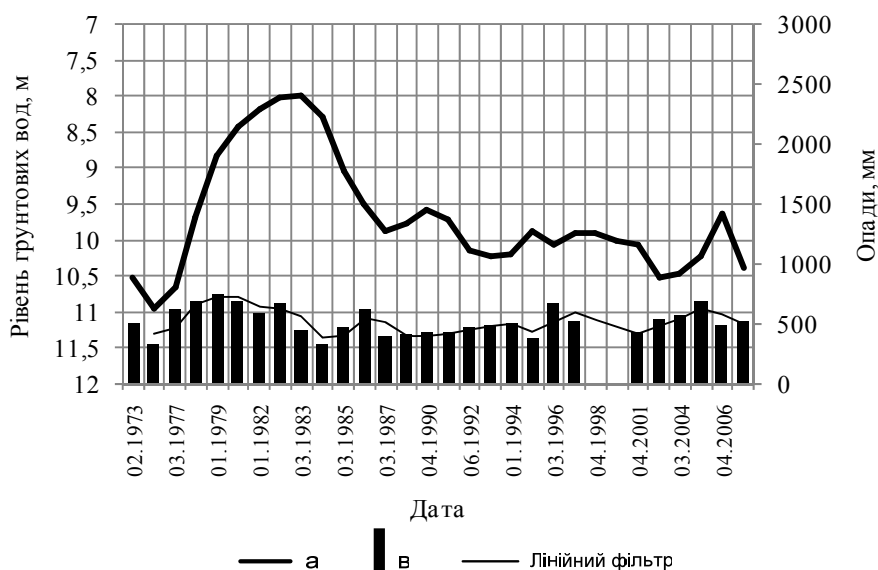


Рис. 6. Багаторічний рівень ґрунтових вод за весняними максимумами (а), сума річних опадів (в)

Таким чином видно, що екстремальне положення рівня ґрунтових вод у багаторічному циклі відповідає найбільш вологим рокам не при прямому зіставленні, а із затримкою на два роки і три місяці.

Відповідаючи на питання про ступінь участі ґрунтових вод у загальному водному балансі степових біогеоцензів з відповідним рівнем залягання ґрунтових вод і геологічною будовою, слід відмітити, що середня глибина їх залягання (9,5 м), навіть під час їх максимального положення у 1980–1981 рр. (рис. 5), а також характер сезонних коливань рівня, не забезпечує їх контакту з корененасиченою зоною. Це перш за все визначається критичною глибиною залягання (рівень, з якого починається випаровування) ґрунтових вод. Для лесоподібних суглинків цей показник становить близько 3,5 м (Роде, 1965). Тому сучасне положення рівня ґрунтових вод виключає їхню потенційну участь у загальному водному балансі степового плакору.

Зволоження ґрунтів та водообіг степових біогеоцензів

Відсутність прямого зв'язку між ґрунтовими водами і корененасиченою зоною плакорних ділянок, при формуванні їхнього водного балансу, виводить на провідне місце фактор атмосферного зволоження і перерозподілу вологи за рахунок геоморфологічних відмінностей.

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 типологічних ознак даного району є наявність сприятливих умов для поверхневого стоку. Цьому сприяють розчленованість рельєфу і слабка водопроникність ґрунтів. Поповнення вологозапасів у ґрунтовій товщі відбувається в холодну пору року – з кінця жовтня по кінець квітня. Вегетаційний період характеризується використанням 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 (Котович, 2010). 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. Переміщення вологи можливе лише у вигляді плівкової вологи та у вигляді пару під дією температурного градієнта, а також молекулярних і капілярних сил.

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 (табл. 1). 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 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. 2) 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.

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.

Таким чином, аналіз вологообігу в степовому біогеоценозі показав, що сумарне ґрунтове та атмосферне зволоження в вегетаційний період становить у середньому 490 мм, з яких 20 % вологи забезпечується ґрунтовою вологою і 80 % вологою атмосферних опадів. У той же час

Таблиця 1

Накопичення та витрата вологи в ґрунтах стенового плакору

Глибина горизонту, см	Польова волога, мм																							
	2002			2003			2004			2005			2006			2007			2008					
	К.	Ж.	В.	К.	Ж.	В.	К.	Ж.	В.	К.	Ж.	В.	К.	Ж.	В.	К.	Ж.	В.	К.	Ж.	В.	К.	Ж.	В.
0–10	35,3	28,5	6,8	23,5	20,6	2,9	35,5	33,6	2,0	28,4	19,1	9,3	28,2	16,2	12,0	26,4	17,4	9,0	28,0	24,6	3,4			
10–20	34,3	24,9	9,4	25,5	17,6	7,9	36,6	32,8	3,8	30,4	21,8	8,6	24,6	16,4	8,2	27,4	18,4	9,0	30,1	22,9	7,2			
20–30	26,5	19,6	6,9	27,5	15,7	11,9	29,5	21,9	7,6	25,5	18,3	7,2	18,2	14,4	3,8	23,5	19,9	3,6	23,5	16,6	6,9			
30–40	21,6	13,2	8,4	24,5	14,7	9,8	31,0	16,1	14,9	24,3	16,5	7,7	16,4	10,8	5,6	22,8	14,5	8,2	17,3	14,6	2,7			
40–50	17,6	12,5	5,2	24,5	13,7	10,8	27,6	15,3	12,4	24,5	16,7	7,8	20,0	11,7	8,3	21,3	14,7	6,6	17,1	12,2	5,0			
50–60	18,6	13,4	5,3	22,4	13,7	8,7	24,3	18,7	5,6	25,5	18,3	7,2	19,1	12,6	6,5	23,2	20,8	2,4	21,5	14,3	7,2			
60–70	17,6	13,1	4,6	22,4	12,7	9,7	21,9	18,5	3,4	25,5	17,2	8,3	20,2	12,7	7,5	25,3	19,5	5,8	22,2	9,6	12,6			
70–80	14,7	13,4	1,4	23,5	12,7	10,7	32,2	19,5	12,7	23,5	19,1	4,4	17,7	12,9	4,8	21,9	21,2	0,7	16,9	14,7	2,3			
80–90	13,7	13,7	0,1	21,4	13,7	7,7	28,3	19,6	8,7	23,5	18,3	5,3	17,3	10,8	6,5	24,6	17,8	6,9	15,5	14,7	0,9			
90–100	12,7	12,5	0,3	21,4	13,7	7,7	27,8	19,3	8,5	22,3	20,0	2,3	16,4	9,9	6,5	21,4	18,5	2,9	13,9	15,3	1,3			
100–110	13,6	10,7	2,9	21,4	13,7	7,7	29,4	19,2	10,2	21,6	16,5	5,0	13,7	10,8	2,9	22,4	17,8	4,5	12,3	11,7	0,6			
110–120	12,9	12,0	0,9	20,4	12,7	7,7	30,4	19,1	11,3	25,5	15,7	9,8	14,6	10,0	4,6	21,0	13,9	7,1	14,2	11,0	3,2			
120–130	13,2	11,6	1,6	18,4	12,7	5,6	29,4	17,4	11,9	23,5	17,4	6,1	13,7	10,8	2,9	20,3	16,4	3,9	12,2	10,6	1,6			
130–140	13,7	12,1	1,6	18,4	11,8	6,6	26,2	19,6	6,6	20,6	16,9	3,7	13,4	11,7	1,7	19,9	18,1	1,8	11,1	10,1	1,0			
140–150	13,9	10,7	3,2	21,4	13,7	7,7	28,4	20,9	7,5	16,7	12,2	4,5	11,8	12,6	0,8	13,7	14,0	0,3	11,5	10,1	1,4			
Разом	279,9	221,5	58,4	336,6	213,6	123,0	438,5	311,6	126,8	361,2	264,0	97,2	265,1	184,3	80,8	335,0	263,0	72,6	267,1	212,6	57,2			

Примітка. К. – квітень; Ж. – жовтень; В. – витрати.

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 у багаторічному розрізі співвідношення прибуткової і витратної частин водного балансу залишається незмінним.

Таблиця 2

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

Визначаючи умови зволоження степового плакору, за показником коефіцієнта зволоження ($KЗ$), можна відмітити, що цей показник впродовж року щомісяця змінюються 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 $KЗ$ 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 $KЗ$ 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.

ВИСНОВКИ

Структура внутрішньорічного рівневого режиму ґрунтових вод на ділянках степового плакору має чотири, чітко відокремлених періоди. Багаторічна динаміка рівня ґрунтових вод має прояв у вигляді циклічності з певними проміжками підйому та спаду, при цьому чіткої часової повторюємості циклів немає. Вплив одного з режимоутворюючих

чинників – атмосферних опадів, на рівень ґрунтових вод проявляється із часовою затримкою у два роки і три місяці. Сучасне положення рівня ґрунтових вод не забезпечує їх контакту з корененасиченою зоною.

Водний баланс ділянок степового плакору формується під дією атмосферних опадів, випаровування і перерозподілу гравітаційної вологи за рахунок геоморфологічних відмінностей. Найбільш активний водообмін у ґрунті відбувається в інтервалі від 0 до 80 см. З півтораметрового шару ґрунту щорічно під час вегетаційного періоду в середньому витрачається 97 мм польової вологи. У сукупності з опадами відповідного періоду показник зволоження становить 490 мм.

Щорічний дефіцит вологи у загальному водному балансі у середньому становить 426 мм водного шару. Коефіцієнт зволоження становить 0,59.

Отримані данні вологообігу ділянок степового плакору можна використовувати як фонові при проектуванні смугових і суцільних лісових насаджень зони справжніх степів, надавати оцінку перспектив їх розвитку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Басов Г. Ф.** Гидрологическая роль лесных полос / Г. Ф. Басов. – М., 1963. – 196 с.
- 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.** О географическом и экологическом соответствии леса условиям местообитания / А. Л. Бельгард // Докл. высшей школы. – 1958. – № 2. – С. 24-34.
- Воронков Н. А.** Влагооборот и влагообеспеченность сосновых насаждений / Н. А. Воронков. – М. : Лесн. пром-сть, 1973. – 184 с.
- Воронков Н. А.** Пульсация ґрунтових вод и расход влаги из них в Арчединско-Донских песках / Н. А. Воронков // Вестн. МГУ. Сер. 6. Биология, почвоведение. – 1963. – № 2. – С. 43-52.
- Воронков Н. А.** Режим ґрунтових вод в песках засушливых областей / Н. А. Воронков // Почвоведение. – 1973. – № 5. – С. 82-92.
- Высоцкий Г. Н.** Избранные сочинения / Г. Н. Высоцкий – Т. 2. – М. : АН СССР, 1962. – 245 с.
- Высоцкий Г. Н.** Десукция и коррективный водоподъем. / Г. Н. Высоцкий // Вісті ун-ту водн. госп-ва. – К., 1937. – Т. 7.
- 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.
- Грицан Ю. І.** Екологічні основи перетворюючого впливу лісової рослинності на степове середовище / Ю. І. Грицан. – Д. : ДДУ, 2000. – 296 с.
- Иванов Л. А.** Об определении величин испаряемости / Л. А. Иванов. – Изв. ВГО. – 1956. – Т. 86. – № 2. – С. 43-61.
- Каменский Г. Н.** Основы динамики подземных вод. Ч. 2. Теория движения подземных вод в водоносных пластах / Г. Н. Каменский. – Л. : ОНТИНКТП СССР, 1935. – 279 с.
- Коноплянцев А. А.** Естественный режим подземных вод и его закономерности / А. А. Коноплянцев, В. С. Ковалевский. – М. : Госгеолтехиздат, 1963. – 231 с.
- Котович О. В.** Еколого-гідрологічні особливості лісів степової зони України (на прикладі Присамар'я Дніпровського) : Автореферат дис. канд. біологіч. наук: 03.00.16 / О. В. Котович. – Д., 2010. – 20 с.
- Котович О. В.** Вплив лісових біогеоценозів на режим та баланс ґрунтових вод у межах заплавлених ділянок р. Самари Дніпровської / О. В. Котович // Екологія та ноосферологія. – 2010. – Т. 21, № 3-4. – С. 62-72.
- Котович О. В.** Вплив соснових біогеоценозів на режим та баланс ґрунтових вод на піщаних терасах долини р. Самари Дніпровської / О. В. Котович // Ґрунтознавство. – 2010. –

Т. 11, № 1-2. — С. 65-78.

Кулик Н. Ф. Гидрологические особенности Терско-Кумских песков / Н. Ф. Кулик // Освоение песков. — М. : Изд-во Минсельхоза СССР, 1960. — С. 126-133.

Кулик Н. Ф. Водный режим песков аридной зоны / Н. Ф. Кулик — Л. : Гидрометеиздат, 1979. — 276 с.

Михович А. И. Велико-Анадольский лес и грунтовые воды / А. И. Михович, А. Н. Макаренко. — М. : Лесная промышленность, 1964. — 263 с.

Михович А. И. Водоохранные лесонасаждения / А. И. Михович. — Х. : Прапор, 1981. — 63 с.

Міхович А. І. Водоохоронні лісонасадження / А. І. Міхович. — К. : Урожай, 1986. — 142 с.

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. : Гидрометеиздат, 1969. — Т. 2. — 288 с.

Роде А. А. Основы учения о почвенной влаге / А. А. Роде — Л. : Гидрометеиздат, 1965. — Т. 1. — 664 с.

Сапанов М. К. Влияние лесных насаждений на режим и минерализацию грунтовых вод в полупустыне Северного Прикаспия / М. К. Сапанов // Лесоведение. — 1990. — № 3. — С. 62-67.

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.

Сукачев В. Н. Основные понятия лесной биогеоценологии / В. Н. Сукачев // Основы лесной биогеоценологии. — М. : Наука, 1964. — С. 3-49.

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.

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 Л. П. К стратиграфии четвертичных отложений правобережья Присамарского стационара / Л. П. Травлеев // Вопросы степного лесоведения. — Д. : ДГУ, 1972. — Вып. 3. — С. 51-60.

Травлеев Л. П. К методике регистрации уровня грунтовых вод с помощью самописца «КЭДУ» / Л. П. Травлеев // Вопросы степного лесоведения и охраны природы. — Д. : ДГУ, 1977. — С. 39-41.

Травлеев Л. П. Особенности локального увлажнения эдафотопов в байрачных лесах и их геолого-гидрологическая характеристика / Л. П. Травлеев // Вопросы степного лесоведения и охраны природы. — Д. : ДГУ, 1977. — Вып. 7. — С. 31-39.

Рекомендує до друку
Л. П. Травлєєв

Надійшла до редколегії 20.11.12

ДИСКУСІЇ

УДК 573.2 +574.4

В. І. Шанда¹, Л. В. Шанда², Н. В. Ворошилова³

ПРИНЦИП НЕВИЗНАЧЕНОСТІ В БІОГЕОЦЕНОЛОГІЇ

¹Криворізький національний університет

²Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України

³Таврійський національний університет

Принцип невизначеності з теоретичної фізики можна екстраполювати в екологію та біогеоценологію на основі його філософського змісту щодо неможливості одержання чи передбачення точних показників при оцінках споріднених або неспоріднених природних і експериментально модельованих явищ і процесів. В біогеоценозах об'єктивно неможливим є повне та точне встановлення чисельності організмів різних царств живої природи, їхнього таксономічного та екоморфічного складу, множинностей будови та зв'язків, тобто невизначеність широко захоплює склад, будову, зв'язки, адаптації та хід їхнього розвитку.

Ключові слова: біоценоз, біогеоценоз, склад, будова, зв'язки, невизначеність, адаптації, розвиток.

В. И. Шанда¹, Л. В. Шанда², Н. В. Ворошилова³

¹Криворожский национальный университет

²Институт биоэнергетических культур и сахарных буряков НААН Украины

³Таврийский национальный университет

ПРИНЦИП НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ В БИОГЕОЦЕНОЛОГИИ

Принцип неопределенности с теоретической физики можно экстраполировать в экологию и биогеноценологию на основе его философского содержания относительно невозможности получения или предвидения точных показаний в оценках естественных или экспериментально моделируемых явлений и процессов. Неопределенность широко захватывает в биогеноценозах их состав, строение и связи, адаптации и ход развития.

Ключевые слова: биоценоз, биогеноценоз, состав, строение, связи, неопределенность адаптации, развитие.

V. I. Shanda¹, L. V. Shanda², N. V. Voroshilova³

¹Kyryvi Rih National University

²Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beets of NAAS of Ukraine

³Tavria National University

UNCERTAINTY PRINCIPLE IN BIOGEOCENOLOGY

The uncertainty principle of theoretical physics can be extrapolated to the ecology and biogeocenology based on its philosophical content concerning inability to obtain accurate facts in the estimate of natural and experimental modeling of phenomena and processes. Uncertainty captures the composition of biogeocenoses, their structure and relations, adaptation and the course of development.

Keywords: biocenosis, biogeocoenosis, composition, structure, relations, uncertainty, adaptation and development.

В теоріях еволюції (Шмальгаузен, 1989; Берг, 1989; Эрлих, 1966), систем (Берталанфи, 1969; Хайлов, 1983), біогеоценології (Сукачев, 1972, 1973–1975), екосистемології (Голубець, 2000), біорізноманіття (Емельянов, 1999), теоретичній біології (Заренков, 1982), Чернышенко, 1995), фітоценології (Василевич, 1983) принцип невизначеності при множинності проявів екологічних явищ і процесів не обговорювався, не дивлячись на його цілком доцільну доречність. Екстраполяція цього принципу в біогеоценологію є актуальною та об'єктивно необхідною для поглиблення її методології, загальної проблематики організованості, структури та розвитку біогеоценозів.

Філософське розуміння принципу невизначеності полягає (Роджерс, 1971; Гейзенберг, 2008) у неможливості одержання чи прогнозування точних і повних показників у оцінках природних або експериментально модельованих явищ і процесів. Принцип невизначеності значною мірою пов'язаний з гносеологічними проблемами обмеженості знань і пізнавальних можливостей людини на кожному етапі розвитку науки. Він має супроводжувати кожен крок встановлення і певних оцінок якісних і кількісних показників стану біогеоценозу загалом, його компонентів, елементів і всіх явищ, процесів у ньому.

Макс Борн (1973, с. 73) писав, що суть добре відомого принципу невизначеностей В. Гейзенберг в природному обмеженні вимірюваності фізичних величин. Це також стосується обмеженості якісних і кількісних визначень у біогеоценології.

Мета роботи – на основі загальнонаукової методології з'ясувати сутність і сенс екстраполяції та використання в біогеоценології принципу невизначеності.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Системність біогеоценозів сприймаються в межах інтуїтивного її розуміння з невизначеними множинами компонентів і елементів, варіацій просторової будови, сукупностей зв'язків, які виражаються в уже відомих сітках взаємозумовленого існування, трофічних, біохімічних, можливо біофізичних та іншого, ще невстановленого характеру. Принципи системності та невизначеності в сутності біогеоценозів є спряженими та відповідають об'єктивній, але обмежено пізнаній реальності. Ці принципи є провідними в аналізах і оцінках станів структури біогеоценозу, як складу, будови та зв'язків. Всі варіанти пояснення системи, разом із системними ознаками та властивостями (Садовский, 1984; Аверьянов, 1986) є справедливими для кожного біогеоценозу з урахуванням їхньої обмеженості, невизначеності в кожному з компонентів його структури.

Біологічне різноманіття у біогеоценозах виражається множинністю, численністю видів організмів різних царств живої природи. В це число слід включити позабіогеоценотичні форми, котрим належить певна повна чи епізодична роль у різних біогеоценозах. Повна чи точна видова кількісна «інвентаризація» біоценозів є неможливою як в сучасний період так і в осяжному майбутньому. Вона є досить відносною, дуже

приблизною та невизначеною за своєю сутністю, тому що оцінюється за пробними площами та екстраполюється на весь об'єм біогеоценозу. Крім того, обліки ускладнюються різними макро-, мега-, мікророзмірностями організмів і рухливістю, в основному, тваринних видів.

Все більшою складністю та невизначеністю відзначаються в біогеоценозах: 1) функції окремих видів різних царств живої природи; 2) їхні життєві форми; 3) таксономічні та екоморфічні спектри; 4) зміст екологічних ніш, преадаптацій і адаптацій організмів; 5) екоелементна диференційованість популяцій; 6) відмінності організмів за типами життєдіяльності та рівнями життєвості.

Гіпотеза екологічного балансу, урівноваженості природних біоценозів за складом і чисельністю видів має супроводжуватися невизначеністю такої рівноваги, яка можливо існує за межами її різного визначення та з'ясування.

Невизначеність є об'єктивною реальністю організованості, структури адаптаціогенезу біогеоценозу в ньому та його самого щодо коротко- та тривало часового розвитку, тобто розгортання в часі. Організованість як стан певної упорядкованості в складі, будові, функціонуванні на основі їхніх взаємозалежностей засвідчує певну зрозумілу системність явищ, процесів і спряжена з хаосом.

Склад біогеоценозу перебуває в постійному русі, його невизначеність пов'язана зі співвідношеннями чисельності організмів різних царств живої природи. Постійне переформування складу за рахунок появи на світ, пробудження до життєдіяльності з латентних стадій, життєвої активності, старіння, відмирання, е- та імміграцій елементів кожного царства живої природи, періодичні екологічні «вибухи» та навали (нашестья) різних організмів за Ч. Елтоном (1962), складають постійну якісну та кількісну множинність невизначеності складу біогеоценозу.

Екологічний зміст принципу невизначеності в тому, що він приховує або скривлює остаточні, певні функції організмів різних царств живої природи в біогеоценозах.

Як органічне ціле, об'ємний витвір природи, невизначеної просторової форми, тіло біогеоценозу має складні топографічні підземну та надземну поверхні, пов'язані з невизначеною різноманітністю форм тіла складаючих його елементів, тобто організмів різних царств живої природи і просторових ніш у його фітоценозах між рослинами та між іншими малорухомими організмами.

Функціональна роль форм тіла організмів різних царств живої природи є нез'ясованою, нерозкритою за своїми сутністю та невизначеністю.

Об'єктивним виразом принципу невизначеності в просторовій будові біогеоценозу є хаос, як його підсистема з непізнаними зв'язками, що окреслює існування в тілі біогеоценозу організмів різних царств живої природи, їхні часто мінливі положення, переміщення, композиції та комбінації взаємного розташування в надземній і підземній частинах - горизонтально, вертикально чи безсистемно. Хаос в значній мірі

властивий рослинному угрупованню у складі біогеоценозу. Він випускається з поля зору в теорії рослинних угруповань, при обговоренні їхньої системності. Рослинним угрупованням, як і біогеоценозам загалом, притаманні певні рівні впорядкованості – невпорядкованості, цілісності – сумативності, статичності – динамічності, постійної варіативності співвідношень і залежностей складаючих елементів і компонентів, системоруйнівних і твірних явищ і процесів, у яких виявляються недостатньо пояснювані особливості, що відповідають, визначенню хаосу. В загально-науковій методології хаос розуміється як система з непізнаними закономірностями зв'язків, нез'ясовністю причин у складних переплетіннях явищ і процесів і як безлад. Системне розуміння фітоценозу, як відчленованої від інших, сукупності рослин, які взаємодіють між собою зі структурами та факторами неживої природи в певному, більш або менш однорідному просторі, припускає певні вияви хаосу (Шанда, 2010). Нестабільність, невизначеність, необоротність, велика розбіжність проявів є характерними рисами хаосу в рослинних угрупованнях.

Хаос – це така форма організованості та розвитку рослинних угруповань, яка не може бути подана у вигляді упорядкованих уявлень щодо їхніх причин. У рослинних угрупованнях з'ясування міри хаотичності (як ентропії) є ускладненим, але порівняльно, в динаміці, вона характеризується рядом перехідних станів, які мають якісні відмінності. Видову, популяційну визначеність складу фітоценозу, від його окремих елементів до їхньої множини, що є системними ознаками, супроводжують, у динаміці, невизначені співвідношення рослин різних етапів онтогенезу, життєдіяльності (біоз-, меза-, гіпобіоз або анабіоз, як оборотний спокій) та екоелементів ценопопуляцій різної життєвості, що можуть бути встановлені тільки частково. Система та хаос є дві ізоморфні сутності рослинних угруповань. Системність визначається, в основному, відомими, в першому наближенні, явищами та процесами, а хаотичний стан – їхньою малоз'ясованістю та непрогнозованістю. Бічні екотонні, верхня надземна та нижня підземна поверхні тіла фітоценозу відмежовують його від інших фітоценозів і верхніх (над ним) шарів атмосфери та підстилаючих порід літосфери внизу є хаотичними. Надземна та підземна шаруватість фітоценозу відзначається складністю, значною морфологічною розбіжністю між шарами та характеризується бічними, верхніми та нижніми крайовими ефектами. Живе тіло рослинного угруповання «занурене» в такі біокосні тіла як приземна атмосфера та ґрунт. Воно має складні топографічні надземну та підземну поверхні з неймовірною невпорядкованістю розташування та рухів рослин, взаємопроникнення їхніх частин і органів, наявністю мінливих просторових ніш між рослинами та в середині їхніх розгалужених тіл. Хаотичними є різні імовірнісні комбінації складу, форми композицій вертикальної та горизонтальної будови, типи мозаїк, візерунковатості рослинних угруповань, варіабельності взаємного розташування рослин у траво- і деревостанах, різна архітектоніка крон, великі різнобіжності

листо- та органорозміщення у рослин, листова мозаїка. Хаотичними імовірнісними невизначеними, в своїй складності, є анемо-, гідро-, зоофілії, анемо-, гідро-, зоо-, антропо-алохорії. Загалом хаотичними скупченнями є агрегації плодів, хаотичністю відзначаються елізії, ецезис, інвазії, сингенез тощо. Фітоценоз, як просторове тіло, має різні картини вертикальних, горизонтальних і кутових січінь його товщі, що по різному виражають хаотичну організованість. Стереометрія хаосу є динамічною. Зростання інформаційної ємності рослинного угруповання забезпечується паралелізмом системотвірних і хаосотвірних процесів. Закономірні, системозабезпечуючі процеси формування складу, будови, зв'язків у рослинному угрупованні здійснюється через хаос.

Сезонна чи річна динаміка наростання – зменшення-втрати фітомаси в фітоценозах є зміною просторового різноманіття, що відображає різні рівні хаосу. Хаос є закономірним явищем, забезпечує об'ємність заповнення та використання рослинами та їхнім угрупованням індивідуальних та загального просторів. Системотвірні, як відображення певних, відомих закономірностей, так і хаосотвірні, як свідчення нез'ясованості причин, явища та процеси мають сезонну, річну та багаторічну динаміку. Хаос має бути осмисленим з позицій загальної теорії рослинних угруповань і біогеоценозів, поглибленого розуміння в них принципу невизначеності.

Зв'язки організмів різних царств живої природи, в межах цих царств і між ними, є невизначено факторно зумовленими, опосередкованими, прямими, непрямыми та зворотними. Вони є множинними, тому що множинною та невизначеною є кількість видів і чисельність складаючих їх організмів. Всі ці зв'язки можуть розглядатися у функціональній значущості та невизначеності як об'єкти з багатьма невідомими щодо спрямованості, сили, динамічності, кількісних характеристик об'єму інформації, енергії, речовин тощо, які вони несуть. Вони характеризуються різними ефектами дії, протидії та загальних результатів реакцій.

Зв'язки організмів відзначаються позитивними, негативними впливами або їхньою відсутністю, тобто узагальнено симбіозом, антибіозом, нейтралізмом, які можуть суміщатися у взаємодіях двох видів по різних напрямках (каналах) такої взаємодії. Один і той же вид може багатоспрямовано впливати на інший, але такий вплив є невизначеним в усіх його проявах і наслідках. Всі вияви в біогеоценозах багатоаспектності симбіозу (синойкія, ендойкія, епіойкія, коменсалізм, мутулізм, аменсалізм тощо), біохімічних взаємодій організмів різних царств живої природи, в самих собі та між ними, форм паразитизму, конкуренції, хижацтва та інших поки що не мають достатніх якісних і кількісних характеристик і є досить невизначеними в своїй змістовності.

Мережі взаємозумовленого існування та біохімічні мережі є апріорними виразами функціональної організованості біогеоценозів, з невизначеними ланцюгами, ланками та ланцюжними реакціями чи адаптаціями. Трофічні мережі таку організованість характеризують на

рівнях, здебільшого досить наближеного, якісного виразу можливих зв'язків, ланок і ланцюгів без достатніх, а тим більше повних кількісних описів, тобто тут діє той же фундаментальний принцип невизначеності.

Реальними об'єктивно істотними одиницями функціональної організованості біогеоценозів є консорції, що якісно та кількісно характеризують трофічну та топічну комплексність організмів навколо якогось визначального ядра, в якості котрого здебільшого сприймається рослинний вид. Консорції в сучасних уявленнях певною мірою імітують трофічні мережі приурочені до місць виростання певних видів. Всім рівням будь-яких консорцій властива якісна та кількісна невизначеність щодо видового складу, руху енергії та речовин між консортами та ядром. Вся множинність видів консорції об'єктивно не може бути охоплена та встановлена в зв'язку їхніми розмірностями та, часто, позабіогеоценотичними позиціями.

Адаптаціогенез проявляється в біогеоценозах у вигляді еколого-автоматичних процесів (Шанда, 1972) формування невизначеної мінливості, що описував ще Ч.Дарвін (Шмальгаузен, 1969; Берг, 1989) і збереження ценотично толерантних форм на основі невизначено великих екологічної поліморфності та генетичної гетерогенності популяцій організмів різних царств живої природи, в яких популяційний аналіз вже є можливим і вже достатньо прослідковує такі явища.

В теорії функціональної організованості біогеоценозів сутнісним є уявлення про їхню видову ємність, введене М. В. Марковим у 1938 році для фітоценозів (Марков, 1962) і екологічну нішу. Видова ємність є числом видів, які можуть забезпечуватися ресурсами біогеоценозу загалом й які самі виконують функції ресурсів для інших видів. Видова ємність може розглядатися як кінцева, але невизначена величина внаслідок невизначеної множини видів і їхньої чисельності.

Екологічна ніша характеризує весь складний, невизначено великий комплекс факторів, які зумовлюють існування біологічного виду в біогеоценозі. Вона є багатовимірним екологічним простором (Пианка, 1989) для кожного біологічного виду. Як теоретичні абстракції видова ємність і екологічна ніша слугують також у якості об'єктів у практичних дослідженнях щодо всіх або певних царств живої природи без достатньої закінченості встановлення кінцевих показників. Невизначеність є провідною в окресленні їхнього змісту.

Розвиток як постійний, закономірний, невизначено факторно зумовлений процес руху в часі біогеоценозів у напрямку більш-менш стабільного стану в своїх стадіях і фазах характеризується неможливістю повного та точного встановлення таксономічного та екоморфного складу організмів різних царств живої природи. Практичні польові дослідження (Александрова, 1964; Разумовский, 1981) дають тільки наближені картини мінливості станів біогеоценозів, головним чином, на рівні їхніх рослинних угруповань без відносних достатніх (або взагалі без них) описів тваринного населення, мікокомплексів і, особливо, мікроорганізмів.

Невизначеність є об'єктивним явищем у таксономічних і екологічних

картинах біогеоценозу, його будові, зв'язках, адаптаціях і розвитку. Можливо, в біогеоценозах і між ними існують ще нез'ясовані сутнісні зв'язки та залежності, результативність яких ще не встановлена для організмів і самих біогеоценозів. Мікроеволюційні явища та процеси в певних популяціях рухливих форм можуть мати в багатьох випадках позабіогеоценотичні прояви.

Об'єктивне явище рзнорівневої невизначеності структури приховує чи скривлює реально можливі остаточні функції біогеоценозу як цілого та його складових компонентів і елементів, рушійну силу адаптаціогенезу та розвитку, унеможливує точність і повноту біогеоценологічних контролю та прогнозування.

Біогеоценотичний покрив характеризується різними рівнями невизначеності в межах біогеоценозів і екотопів, у яких інтегруються їхні таксономічна та біохімічна різноманітність.

В перспективі досліджень і осмислення невизначеності є наближення біогеоценологічного аналізу та об'єктивних повних картин складу, будови, зв'язків, адаптаціогенезу та розвитку біогеоценозів, розширення та поглиблення уявлень про таксономічний склад і про чисельність організмів різних царств живої природи і біогеоценозах. Взаємне обмеження числа та чисельності видів є явищем нез'ясованим у своїй суті та невизначеності.

ВИСНОВКИ

1. Невизначеність проявляється в біогеоценозах у великій, що не піддається точному встановленню, різноманітності організмів різних царств живої природи, множинності їхніх зв'язків, у варіаціях будови біогеоценозів, у формах їхніх тіл та складаючих організмів, у внутрішньоорганізменних просторових нішах, проявах адаптаціогенезу та особливостях руху у часі.

2. Невизначеність є фактором ускладаючим або скривлюючим установлення та осмислення певних функцій біогеоценозу загалом і його складових, вона обмежує можливості екологічного та біогеоценологічного прогнозування.

3. Існує об'єктивна неможливість і невизначеність у описах певного та точного впливу одного виду на інший виражених якісно за його напрямками та кількісно у метричних (за розмірами масою, енергією, речовинами) чи інформаційних одиницях.

4. Всі явища та процеси в біогеоценозі можуть аналізуватися на основі принципу невизначеності. Цим принципом проникнуті закономірності біогеоценології.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Аверьянок А. Н. Системное понимание мира / А. Н. Аверьянок. – М. : Политиздат, 1986. – 263 с.
- Александрова В. Д. Изучение смен растительного покрова / В. Д. Александрова // Полевая геоботаника. – Т. 3. – М., Л. : Наука, 1964. – С. 300-447.
- Берг Л. С. Труды по теории эволюции / Л. С. Берг. – Л. : Наука, 1977. – 387 с.

- Бергаланфи Л.** Общая теория систем: критический обзор / Л. Бергаланфи // Исследование по общей теории систем. – М. : Прогрес, 1969. – С. 23-82.
- Борн М.** Моя жизнь и взгляды / М. Борн. – М. : Прогрес, 1973. – 176 с.
- Василевич В. И.** Очерки теоретической фитоценологии / В. И. Василевич. – Л. : Наука, 1983. – 234 с.
- Гейзенберг В.** Философские проблемы атомной физики / В. Гейзенберг. – М. : ЛКИ, 2008. – 192 с.
- Голубець М. А.** Екосистемологія / М. А. Голубець. – Львів : Полі, 2000. – 316 с.
- Емельянов И. Г.** Разнообразие и его роль в функциональной устойчивости и эволюции экосистем / И. Г. Емельянов. – К. : НАНУ, 1999. – 468 с.
- Заренков Н. А.** Теоретическая биология / Н. А. Заренков. – М. : МГУ, 1988. – 216 с.
- Марков М. В.** Геоботаника / М. В. Марков. – М. : Высш. шк., 1962. – 450 с.
- Пианка Э.** Эволюционная экология / Э. Пианка. – М. : Мир, 1981. – 400с.
- Разумовский С. М.** Закономерности динамики биогеоценозов / С. М. Разумовский. – М. : Наука, 1982. – 231 с.
- Роджерс Э.** Физика для любознательных / Э. Роджерс. – Т. 3. Электричество, магнетизм. – М. : Мир, 1971. – С. 604-610.
- Садовский В. Н.** Основания общей теории систем / В. Н. Садовский. – М. : Наука, 1974. – 278 с.
- Сукачев В. Н.** Избранные труды в 3-х томах / В. Н. Сукачев. – Л. : Наука, 1972. – Т. 1, С. 417; Т. 2. – 1973. – 352 с.; Т. 3. – 1975. – 543 с.
- Хайлов К. М.** Проблемы системной организованности в теоретической биологии / К. М. Хайлов // Журнал общей биологии. – 1963. – № 5. – С. 324-343.
- Чернышенко С. В.** Нелинейные методы анализа динамики лесных биогеоценозов / С. В. Чернышенко. – Д. : ДНУ, 2005. – 512 с.
- Шанда В. І.** Хаос як об'єкт теорії та реальність рослинних угруповань / В. І. Шанда // Матеріали Всеукраїнської наукової конференції ботаніки та екології: проблеми і перспективи на 2011–2012 рр. – К. : НАН України, 2011. – С. 152-154.
- Шмальгаузен И. И.** Кибернетические вопросы биологии / И. И. Шмальгаузен. – Новосибирск : Наука, 1986. – 232 с.
- Шмальгаузен И. И.** Проблемы дарвинизма / И. И. Шмальгаузен. – Политиздат, 1969. – 263 с.
- Элтон Ч.** Экология нашествий растений и животных / Ч. Эльтон. – М. : ИЛ, 1960. – 231 с.
- Эрлих П.** Процесс эволюции / П. Эрлих, Р. Холм. – М. : Мир, 1966. – 330 с.

Рекомендує до друку
К. М. Ситник

Надійшла до редколегії 10.02.12

РЕЦЕНЗІЇ

ЦІКАВИЙ ПІДРУЧНИК ДЛЯ ПРИРОДОЗНАВЦІВ

Рецензія на підручник П. В. Заріцького, Д. Г. Тихоненко, М. О. Горіна, В. В. Андрєєва, В. В. Дегтярьова «Геологія з основами мінералогії» / За редакцією професора, доктора геолого-мінералогічних наук П. В. Заріцького, професора, доктора сільськогосподарських наук Д. Г. Тихоненка, редактора укладача професора, доктора біологічних наук М. О. Горіна. – Харків : «Майдан», 2012. – 584 с.

Автори підкреслюють, що підручник адресований студентам факультетів агрохімії та ґрунтознавства, а також буде корисним студентам біологічного, географічного, геологічного, інженерного, педагогічного та інших спрямувань у вищих навчальних закладах III і IV рівнів акредитації.

Окремі розділи підручника написали: акад. УЕАН, проф. Д. Г. Тихоненко, проф. М. О. Горін, доц. Дегтярьов – вступ, предмет, методологія, витоки геолого-мінералогічних знань; проф. П. В. Заріцький, проф. Д. Г. Тихоненко, проф. М. О. Горін, доц. В. В. Дегтярьов – розділи 1, 2; доц. В. В. Андрєєв – розділ 3; проф. П. В. Заріцький, доц. В. В. Андрєєв – розділ 3; проф. П. В. Заріцький, доц. В. В. Андрєєв – розділ 4.1; проф. Д. Г. Тихоненко М. О. Горін, доц. В. В. Дегтярьов – розділ 4.2; проф. П. В. Заріцький – розділ 5.

Геологічні, мінералогічні та фізико-географічні знання для студентів природничих факультетів вкрай необхідні.

Відомо, що курс загальної геології дає студентам природничих та агрономічних факультетів уявлення про положення Землі в просторі, її будову, форму і розміри вчення про земну кору та її будову. Студенти з охотою ознайомлюються з геодинамічними процесами, отримують знання про вулкани і їх діяльність, про інтрузивний магматизм, про екзогенні та ендегенні геологічні процеси, про землетруси та тектонічні рухи земної кори. Вони отримують інформацію про складні процеси вивітрювання, про льодовики і підземні води, про клімат і його закономірні процеси, що зумовлені атмосферою та космічними процесами та багато інших дуже привабливих та цікавих процесів.

Геологи багато працювали над учбовою та науковою літературою з геології. Так, наприклад, в 1976 р. був виданий «Курс общей геологии» – навчальний посібник групи авторів: Серпухова, Білібіна, Шалікова та ін.

В 1969 р. Г. С. Гринь видає дуже корисну книгу «Галогенез лессовых почвогрунтов Украины» і присвячує свою працю О. Н. Соколовському, а в 1986 р. виходить монографія в двох томах групи авторів під редакцією акад. Сергєєва «Лессовые породы СССР».

В 1978 р. І. В. Круть видає монографію «Введение в общую теорию земли». В цьому ж році М. Я. Лавітас випускає навчальний посібник «Общая геология с основами исторической геологии и географии СССР».

В 1980 р. Г. П. Леонов видає навчальний посібник «Историческая геология». У 2000 р. вийшов підручник М. В. Багрова, В. О. Бокова, І. Г. Черваньова «Землезнавство» для географічних та екологічних спеціальностей.

Відомо, що фахівцю природничих спеціальностей необхідні знання основних рис геології та географічного положення і рельєфу України. Дуже цікавий підручник в 1941 р. випустив Б. Ф. Добринін під назвою «Фізична географія СРСР». Академік О. А. Гроссгейм – автор еволюції та систематики вищих рослин світу, в рецензії відмічає значну цінність роботи, а також робить і цілий ряд зауважень, які необхідно виправити в подальших виданнях. В 1948 р. проф. Б. Ф. Добринін друкує друге видання «Фізичної географії СРСР», в якому надаються фундаментальні відомості про Східно-Європейську рівнину, включаючи Дніпровські пороги (до будівництва Дніпрогесу), Азово-Чорноморський та Приазовський басейни, Урал, Карпати, Крим, Кавказ, чорноземні ґрунти, створення водно-захисних лісових систем, додається 14 карт, присвячених фізико-географічним особливостям території.

В 1949 р. виходить підручник В. Г. Бондарчука «Геоморфологія УРСР» для студентів географічних та геологічних факультетів університетів та педінститутів.

Неперевершеними виданнями являються підручники для природничих факультетів педагогічних інститутів «Физическая география» (1948), та «Основы общего землеведения» талановитого географа та природознавця О. О. Половинкіна.

До цих робіт і багато інших слід додати «Общее землеведение» Л. П. Шубаєва (1977), високого гатунку підручник «Ґрунтознавство з основами геології» для вищих учбових закладів (І. І. Назаренко, С. М. Польчина, Ю. М. Дмитрук, І. С. Смага, В. А. Нікорич), а також понад декількох десятків сучасних видань, які розвивають та удосконалюють своїх попередників і доповнюють матеріали сучасними досягненнями в дослідженні природи.

Геологія вкрай необхідна ґрунтознавцям та природознавцям. Так, наприклад, у 1877 р. Імператорське Вільне Економічне Товариство доручило В. В. Докучаєву зайнятися геологічними дослідженнями чорноземної смуги Росії (Т. III, с. 105, 1949). В. В. Докучаєв поставив перед собою таку мету: яке залягання чорнозему, яке відношення його до корінних порід. В період огляду декількох тисяч як штучних, так і природних відслонень чорноземного ґрунту було виявлено п'ять випадків залягання чорнозему, з яких кожний має свої особливості. Аналіз ґрунтових зразків виконали проф. Шмідт (лабораторія Петровської землеробської та Лісової Академії), в лабораторії Санкт-Петербурзького університету під керівництвом Д. І. Менделєєва було виявлено, що всі аналізи показують, що в чорноземних ґрунтах процес розкладу мінералів шляхом вивітрювання більш повніший, порівняно з всяким іншим ґрунтом. Це сама найважливіша відмінність чорнозему, яка без натяжки пояснює здатність високих врожаїв без добрив, чого на інших ґрунтах досягти не вдається. Дослідження ґрунтів без знання мінералогічного складу не являється можливим. Відомо, що в результаті сумісної дії кисню і оксиду вуглецю відбувається розклад первинних мінералів з перетворенням їх на вторинні. Ці співвідношення є свідками характеру ґрунтоутворювальних процесів, що у повному обсязі використовують мікроморфологи.

Мінерали і гірничі породи добре висвітлюються у монографії Т. Тюріха (1904), К. Д. Глінки (1927, 1978), у роботах М. О. Лисицина (1973), Д. Г. Віленського (1954), довіднику Зорика, Матіаса, Тимофєєва, Фельдмана (1970), в монографіях М. І. Горбунова (1963, 1978), Ж. Міло (1964), Б. Г. Розанова (1983), Ю. І. Половинкіної, О. М. Єгорова, Н. Ф. Анікеєва, А. Є. Комарова та ін. (1948), В. Є. Трьогера (1980), А. А. Гольєва (2001), М. П. Толстой (1991), М. А. Броннікова, В. О. Таргульяна (2001), Д. Г. Тихзоненка, В. В. Дегтярьова, М. А. Щуковського та ін. (2003) та в багатьох інших виданнях.

Особливу продуктивну роботу в цьому напрямку виконували і виконують представники Харківської докучаєвської наукової школи ґрунтознавців під керівництвом професора Д. Г. Тихоненка та вченні Харківської геологічної школи Харківського національного університету на чолі з професором П. В. Заріцьким.

Але, не дивлячись на наявність різноманітної літератури, підручника для вищої школи, де спряжені були б основи геології, мінералогії, ґрунтознавства, агрохімії, екології, нажаль, немає. Ось чому підручник П. В. Заріцького, Д. Г. Тихоненка, М. О. Горіна, В. В. Андрєєва, В. В. Дехтярьова «Геологія з основами мінералогії» за редакцією професора, доктора геолого-мінералогічних наук П. В. Заріцького, професора, доктора сільськогосподарських наук Д. Г. Тихоненка, редактора укладача професора, доктора біологічних наук М. О. Горіна, який вийшов в світ у 2012 р., привернув до себе увагу широкої наукової громадськості.

В структурному відношенні підручник складається зі вступу, від авторів, з характеристики предмету, методології, витоків геолого-мінералогічних знань, п'яти розділів, іменного покажчика термінів, мінералів, персоналій, використаної та рекомендованої літератури, додатків (з головними мінеральними асоціаціями (формаціями), магматичних, постмагматичних та екзогенних типових родовищ (за Є. К. Лазаренком).

В розділі I даються загальні відомості про Землю та геологічні процеси.

В розділі 2 розглядається вік та періодизація розвитку Землі.

Розділ 3 присвячений складу земної кори та Землі. Значна увага приділяється мінералам у земній корі, хімізму і класифікації природних речовин, валовий хімічний склад деяких мінералів (%) за Є. К. Лазаренком, геохімічна класифікація елементів, типи кристалохімічної структури силікатів, кристалічна класифікація мінералів. Автори знайомлять студентів з характеристиками мінералів та їх асоціацій, з парагенезом мінералів, типами біоорганічних сполук. Дається детальна характеристика типам вивітрювання, мінералоутворенню при метаморфізмі, приводяться фації регіонального метаморфізму та відповідні корисні копалини за В. І. Смирновим.

Розділ 4 присвячений геологічним процесам, а саме: процесам внутрішньої геодинаміки, тектонічним рухам земної кори, глобальній тектоніці плит, магматизму та вулканізму, землетрусам, моретрусам, цунамі. Значна увага приділяється екзогенезу, еоловій діяльності, геологічній роботі вітру, географії еолових відкладів, рельєфу лесових рівнин, флювіальним процесам, геологічній роботі річок, будові долин, дельти тощо. В цьому розділі розкривається суть геологічної діяльності підземних вод, їх походження, типізація, описано артезіанські басейни, джерела, хімізм, класифікація за хімічним складом, карстові явища та їх зв'язок з базисом ерозії, обвали та зсуви. Приділяється увага геологічній діяльності боліт, льодовиків, кріолітосферним процесам, геологічній ролі снігового покриву, давнім зледенінням.

Віддзеркалюються питання геологічної діяльності світового океану, а також діяльність живої речовини в біосфері землі, концентрування хімічних елементів живими організмами (біогеохімічні цикли), вплив людини на геологічні процеси і техногенез.

Розділ 5 присвячений агрогеохімічній сировині в земних надрах, корисним копалинам. В цьому розділі встановлюється зв'язок між гірськими породами і мінералами, які використовуються для виробництва мінеральних та органічних добрив, гірських порід і мінералів для гідропоніки та оптимізації структури і родючості ґрунтів, мінеральних мікродобрив, науково-дослідних станцій та стаціонарів.

В методичному відношенні підручник «Геологія з основами мінералогії» видатних вчених геологів, мінерологів, ґрунтознавців, екологів – професора П. В. Заріцького, професора Д. Г. Тихоненка, професора М. О. Горіна, доцента В. В. Дегтярьова, доц. В. В. Андрєєва – відповідає високим вимогам вищої школи України.

Книга добре ілюстрована, фотографії мають не тільки методичну неоціниму вагу, але і естетичну, що відіграє позитивну роль при дослідженні геології, мінералогії, ґрунтового покриву, виховує читача в дусі патріотичного відношення до української природи та до її скарбів.

Підручник «Геологія з основами мінералогії» – унікальна праця, програма дій на майбутній період розвитку науки та народного господарства, твір, який відповідає тим всесвітньовідомим Харківським науковим школам, які розвиваються і міцніють під керівництвом талановитих послідовників, педагогів – авторів багатогранного, корисного і вкрай необхідного підручника для студентів, аспірантів і викладачів агрономічних, геологічних, екологічних та інженерних спеціальностей університетів III і IV рівня акредитації. Дуже добре, що кожний розділ підручника закінчується запитаннями та завданнями для самоконтролю.

До недоліків, скоріше побажань, можна віднести:

1. Невеликий тираж, що робить неможливим забезпечити всі вищі та середні спеціальні навчальні заклади України цим вкрай необхідним підручником.

2. Недостатньо детально викладений розділ про мікроморфологію ґрунтів та про локальні коефіцієнти зволоження, запропоновані Дніпропетровськими екологами-ґрунтознавцями.

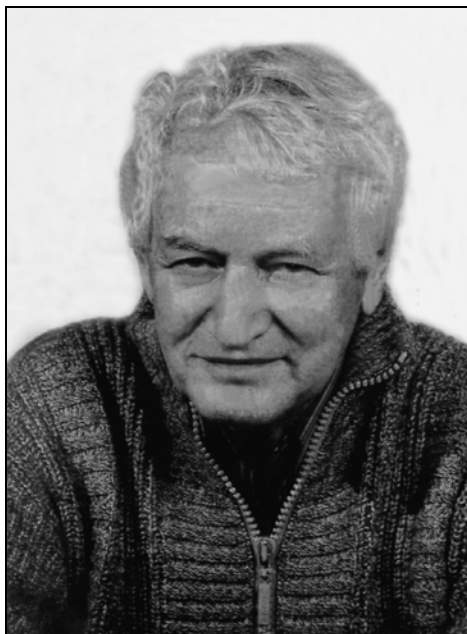
3. Не використані матеріали проф. К. Ф. Тяпкіна, Т. Т. Ківелюка (1982) «Про дослідження розломних структур геолого-геофізичними методами», в яких висвітлюються питання ротаційної теорії розломів та прогнозування наявності корисних копалин.

Не дивлячись на відмічені побажання, наукова праця професора П. В. Заріцького, професора Д. Г. Тихоненка, професора М. О. Горіна, доцента В. В. Дегтярьова, доц. В. В. Андрєєва заслуговує самої високої оцінки.

А. П. Травлєєв,
член-кореспондент Національної академії наук України,
доктор біологічних наук, професор кафедри геоботаніки,
ґрунтознавства та екології Дніпропетровського
національного університету ім. О. Гончара

Н. А. Білова,
доктор біологічних наук, професор,
завідувач кафедри товарознавства і експертизи
Академії митної служби України

НАШІ ВТРАТИ



ЛЕВ ОСКАРОВИЧ КАРПАЧЕВСКИЙ

27.12.1931–26.10.2012

Мировая наука понесла невосполнимую утрату. Ушел из жизни крупнейший почвовед, эколог, биогеоценолог, лесовед, специалист в области физики почв, физико-химии почв, информационных систем Лев Оскарович Карпачевский – доктор биологических наук, профессор Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, член редколлегии журналов «Лесоведение» и «Почвоведение» РАН, академик Экологической академии наук Украины, член Научного совета по проблемам почвоведения НАН Украины, почетный доктор Днепропетровского государственного аграрного университета (Украина).

Л. О. Карпачевский на протяжении 40 лет был членом редколлегии межвузовского журнала «Степное лесоведение и лесная рекультивация нарушенных земель», неизменным членом редколлегии и научным редактором международных журналов «Экология и ноосферология» и «Почвоведение», которые издаются Ассоциацией средств массовой информации Украины, на протяжении 20 лет был членом специализированного совета по защитах докторских диссертаций при Днепропетровском национальном университете им. О. Гончара.

ISSN 1684–9094. Грунтознавство. 2012. Т. 13, № 3–4

На протяжении 45 лет Л. О. Карпачевский принимал активное участие в работе Комплексной экспедиции по изучению лесов степной зоны Украины и Молдавии Днепропетровского национального университета. Одна из пробных международных мониторинговых площадей на Присамарье Днепропетровском носит почетное наименование имени профессора Карпачевского.

Кем был наш незабвенный друг профессор Л. О. Карпачевский: он был великолепным человеком, большим другом, искренним и преданным учеником С. В. Зонна. Он был великим ученым биогеоценологом, первоклассным полевиком, непревзойденным лесным почвоведом, путешественником, экосистемологом в широком смысле этого слова.

Лев Оскарович – потомственный талантливый поэт. Напечатанные его сборники стихов (свыше 20) восхищают своей научностью, оригинальностью и романтикой.

Лев Оскарович был неиссякаемым источником идей различных проектов.

Его перу принадлежат более 20 монографий. Исключительно велики его заслуги в подготовке ученых почвоведов-биогеоценологов. Он воспитал сотни кандидатов наук и более 25 докторов. Последние годы он исследовал вместе со своими коллегами почвы Камчатки и порадовал научную общественность изданием великолепной монографии, посвященной этой старой и всегда новой проблеме.

Участвуя в работе международной конференции в Испании в Кордобском университете, в международном совещании по проблемам экологии в Москве вместе с испанской делегацией он поражал всех своей эрудицией, знанием не только почвоведения, но и многих смежных дисциплин, без которых эта синтетическая наука не может развиваться. Изданная в 2005 году монография «Экологическое почвоведение» – лучший памятник незабвенному и дорогому Льву Оскаровичу, своеобразное завещание преумножить его научное наследие и двигаться вперед к вершинам совершенства нашей родной биогеоценологической науки.

Светлая память об Льве Оскаровиче Карпачевском, выдающемся ученом и прекрасной души человеке, навсегда сохранится в памяти друзей, коллег, учеников и тех, кто соприкасался с ним в науке и жизни. Имя его навеки вписано в становление и в расцвет биогеоценологии, лесного почвоведения, экосистемологии в Украине. Оно никогда не исчезнет со страниц истории отечественной и мировой науки.

Мы глубоко скорбим по утрате нашего друга, коллеги и приносим глубокие соболезнования семье Льва Оскаровича – жене Н. И. Шевяковой, детям Наталье Львовне, Михаилу Львовичу, их семьям и внукам.

От имени Научного Совета по проблемам почвоведения Национальной академии наук Украины, от коллектива Научно-учебного центра Днепропетровского национального университета – Присамарского биосферного стационара Комплексной экспедиции ДНУ по исследованию лесов степной зоны им. А. Л. Бельгарда, от коллектива Академии таможенной службы Украины, от редколлегии журналов «Экология и ноосферология», «Почвоведение», от Национального научного центра

«Институт почвоведения и агрохимии им. А. Н. Соколовского» и от Общества почвоведов и агрохимиков Украины, от коллектива экологов и почвоведов Кордобского университета (Испания)

А. П. Травлев, член-корреспондент Национальной академии наук Украины;

Н. А. Белова, профессор Академии таможенной службы Украины;

С. А. Балюк, академик Национальной академии аграрных наук Украины;

Х. М. Ресио Эспехо, профессор университета Кордобы (Испания), почетный профессор Днепропетровского национального университета им. Олеса Гончара и Днепропетровского государственного аграрного университета Украины;

Д. Г. Рей, профессор Колледжа Св. Берчмана (Индия), академик УЭАН

LEV OSKAROVICH KARPACHEVSKIY

World science has suffered an irreparable loss. An outstanding soil scientist, ecologist, biogeocenologist, forester, an expert in soil physics, physical chemistry of soil, information systems, Lev Oskarovich Karpachevskiy has gone – Doctor of Biological Science, professor of Lomonosov Moscow State University, a member of the editorial board of the journals «Forestry», «Soil Science» of RAS, Academician of Ecological Academy of Science of Ukraine, member of the Scientific Council on Soil Science Issues of National Academy of Science of Ukraine, Honorable Doctor of the Dnipropetrovsk State Agrarian University of Ukraine.

For 40 years L. Karpachevskiy was a member of the editorial board of intercollegiate journal «Steppe forestry and forest reclamation of disturbed lands», the member of the editorial board and the scientific editor of the international journals «Ecology and Noospherology» and «Soil Science», which are published by the Association of Ukrainian mass media. For 20 years the scientist was a member of the specialized Council for the defense of doctoral theses in Oles Gonchar Dnipropetrovsk National University.

For 45 years, L. O. Karpachevskiy actively participated in the work in Dnipropetrovsk National University in Complex expedition to study the forest steppe zone of Ukraine and Moldova.

One of the test international monitoring areas of Dnieper Prysamarya is named after honorable Professor Karpachevskiy.

What kind of person was our unforgettable friend Prof. L. Karpachevskiy? He was a great man, a great friend, sincere and faithful pupil of S. Zonn. He was a great scientist of biogeocenology, unsurpassed forest soil scientist, traveler, ecosystem scientist in the broad sense of the word.

Lev Oskarovich is a hereditary talented poet. His books of poems (over 20 collections) delight with their scientific content, originality and romance.

Lev Oskarovich was an inexhaustible source of ideas for different projects.

He wrote more than 20 monographs. His achievements are extremely great in training scientists of Soil Science and Biogeocenology. He has trained hundreds of candidates of science and 25 doctors of science. In recent years he explored the soil of Kamchatka with his colleagues and delighted the scientific community with edition of excellent monograph on this old and always new problem. By participating in an international conference in Spain in Cordoba University, an international meeting on environmental issues in Moscow he amazed the Spanish delegation with

his erudition, knowledge not only of soil science, but many related disciplines without which the synthetic science cannot be developed. Monograph «Ecological Soil Science» published in 2005 is the best monument to the unforgettable and dear Lev Oskarovich, original testament to multiply his scientific heritage and move forward to the heights of perfection of our biogeocenology science.

The memory of Lev Oskarovich Karpachevskiy, an outstanding scientist and an amiable person, will be forever in the memory of friends, colleagues, students, and those who came in contact with him in science and life. His name is inscribed forever in the formation and flourishing of biogeocenology, forest soil science, ecosystemology in Ukraine. It will never disappear from the pages of the history of national and world science.

We deeply mourn the loss of our friend, colleague. We sympathize with the family of Lev Oskarovich – wife N.I. Shevyakova, children: Natalia Lvovna, Mikhail Lvovich, their families and grandchildren about the loss of their husband and father.

From the Scientific Council on Soil Science Issues of National Academy of Science of Ukraine, from the staff of the Scientific Training Center Dnipropetrovsk National University Prysamarya Biospheric Station Complex Expedition of DNU on forest steppe zone research named after A.L. Belgard, from the staff of Ukrainian Academy of Customs, from editorial board of journals «Ecology and Noospherology», «Soil Science», from the National Research Centre, Institute of Soil Science and Agricultural Chemistry named after A. N. Sokolovskiy and from the Ukrainian Society of Soil Scientists and Agrochemists, from the staff of ecologists and soil scientists of Cordoba University (Spain)

A. P. Travleyev, corresponding member of National Academy of Sciences of Ukraine;

N. A. Bilova, professor of Ukrainian Academy of Customs;

S. A. Baluk, academician of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine;

J. M. Recio Espejo, professor of the University of Córdoba (Spain), Honorable Professor of Oles Gonchar Dnipropetrovsk National University and Dnipropetrovsk State Agrarian University of Ukraine;

J. G. Ray, professor of St. Berchmans College (India), full member of the Ukrainian Academy of Ecological Science

ДО УВАГИ АВТОРІВ !

При оформленні статті до надсилання в редакцію просимо дотримуватися таких правил:

1. Надіслати на адресу редакційної колегії два екземпляри статті і дискету з текстом, таблицями та ілюстраціями.

Обсяг статті – не більше 10 сторінок машинопису (одна сторінка у форматі журналу містить до 4500 знаків, включаючи пропуски).

Обсяг ілюстрацій і таблиць не повинен перевищувати 30 % обсягу статті.

2. Усі текстові матеріали роздрукувати через 1,5 інтервала, залишаючи з кожного краю сторінки відступи 2 см, шрифт – Times New Roman 12 пунктів, абзацний відступ – 0,8 см. При наборі статті необхідно розрізняти дефіс і тире, а також застосовувати поліграфічні «ялинки». Між ініціалами та прізвищем обов'язково залишати пропуск. Текстові матеріали підготувати в редакторі MS Word 97, 2000, XP як текст у форматі RTF (*.rtf) або документ Word (*.doc). Математичні формули і рівняння готуйте в редакторі рівнянь Microsoft Equation 3.0, а хімічні – у редакторі ISIS Draw v. 2.4.

3. Використовуйте одиниці Міжнародної системи вимірювань.

4. **Назва статті** повинна коротко інформувати про її зміст і містити не більше 13 слів. Більш довгі назви скорочуються у процесі редагування. Назву статті подати трьома мовами – українською, російською та англійською.

5. **Наявність УДК** обов'язкова.

6. **Анотацію** подати трьома мовами – українською, російською, англійською. Вона повинна коротко описувати результати і головні висновки проведених досліджень.

7. **Ключові слова** можна брати з назви статті. Подати українською, російською та англійською мовами.

8. **Адресу і назву організації**, у якій виконувалися дослідження, подати українською, російською та англійською мовами, а також указати *e-mail*, телефон для оперативного зв'язку з автором.

Указати повне ім'я та по батькові кожного автора публікації українською, російською, англійською мовами.

9. Стаття повинна містити такі розділи: Вступ; Матеріали та методи досліджень; Результати та їх обговорення; Висновки; Список використаної літератури.

10. **Посилання** на літературні джерела слід подавати в напівкруглих дужках із зазначенням прізвища цитованого автора (або назви джерела, якщо авторів більш ніж три) та року видання.

11. **Подяки** подаються наприкінці статті перед списком використаної літератури.

12. **Список використаної літератури**. Слід ретельно звірити відповідність літературних джерел у тексті та у списку. Перевірте правильність усіх назв періодичних видань.

Слід наводити прізвище редактора та місце і дату проведення при цитуванні матеріалів симпозіумів і конференцій, прізвище відповідального редактора – при цитуванні видання колективу авторів.

13. **Таблиці** повинні бути пронумеровані відповідно до змісту статті. Дати назву до кожної таблиці. Статистична та інша деталізація наводяться під таблицею. Табличні матеріали підготувати у табличному редакторі Word 2000, XP.

14. **Рисунки** нумерують у порядку їх обговорення в тексті. Унизу рисунка указати його назву. Рисунки до статті повинні мати копію на дискеті. Діаграми та графіки слід виконувати у пакетах Excel, Statistica, схеми – у пакеті Visio 2000 та зберігати у форматах цих програм окремими файлами (наприклад, petrov_ris1). Найкращими для сканованих зображень є формати файлів TIFF, JPEG, EMF. Усі елементи тексту у зображеннях (графіках, діаграмах, схемах), якщо це можливо, повинні мати гарнітуру Times New Roman або Times New Roman Cyr (в окремих випадках Courier). Кожне зображення зберігайте в окремому об'єкті. Зображення після сканування при роздрукуванні повинні бути чітким, не гіршим за чіткість основного тексту.

15. При поверненні статті на доопрацювання автор зобов'язаний урахувати всі зауваження редактора і надіслати виправлені та передруковані матеріали на адресу редакційної колегії в указаний термін. Статті, повернуті після доопрацювання пізніше ніж через 3 місяці, розглядаються як нові надходження.

Подані матеріали не повертаються. Редакція зберігає за собою право виправляти та скорочувати текст, а також повертати рукопис на доопрацювання у разі недотримання наведених вище правил.

Відповідальність за зміст поданих матеріалів несуть автори.

TO AUTHORS' ATTENTION

The colleague of editors invite scientists, specialists who study all the spectrum of ecological problems that have to do with soils science for the cooperation.

The journal «Soil science» takes articles in the Ukrainian, the Russian and the English languages.

An article mustn't exceed 10 pages, including tables and pictures. Illustrations and tables together mustn't exceed 30 % of the whole volume of the article.

Selection of materials and a previous review: materials for publication should be sent to the address of the colleague of editors (it is given on the second page of each edition). Two copies of materials, a diskette with a text, materials of tables and illustrations should be sent. In addition on the diskette tables and illustrations should be located in separate files. Also a copy of the article should be sent to the e-mail: bnaitap@a-teleport.com

Working at the revision an author should take into account all the notes, retype and send all the materials to the address of the colleague of editors up to the date, noted by an editor. Articles that come after the revision later than in 3 months will be considered as new ones.

Preparation of materials: all the materials (text, references, signatures to pictures etc.) are given in 1,5 intervals. From each edge of the page 2 cm. should be left, shrift – Times New Roman 12 points.

Notes: notes in the text are not permitted.

Units: use units of measuring of International System SI.

Name of the article: name of the article should be given in three languages – Ukrainian, Russian and English. It should inform about the contest of the article briefly – maximum 13 words. Larger names will be shortened while editing.

Address and name of organization: indicate the address and the name of the organization where research was conducted (in Ukrainian, Russian and English), e-mail, fax and other information that can make the communication with the author easier.

Summary and key words: should be given in three languages – Ukrainian, Russian and English. Summary should briefly describe conducted researches, including aims, methods, results and main conclusions.

References of used literature: Check every reference in the text of the article with the list of used literature. All the names of periodicals should be checked thoroughly. The list of literature should be given without a numeration. Only the author's surname and the year of edition should be mentioned in the reference of used literature in the text of the article.

Tables: every table is prepared on a separate sheet of paper. Tables should be numerated according to their mentioning in the text. Give a brief name at the top of each table. Statistical and other detailed information is given as a note below. Don't double the contest of tables with illustrations. Among all the other equal characteristics illustrations (graphics) are preferable. Don't mention the information that wasn't discussed in the text of the article.

Illustrations: every copy of the article should contain one copy of illustrations. Number illustrations according to their order in the text. Symbols and marks should be readable. Don't use big points of shrifts and styles of decorating that give very thin elements of letters. Point at the top of the back of the illustration its number and the name of the article.

Formats of files on the diskette: texts should be prepared in the text editor MS Word 2000. Don't hyphen words. Formulas and equations should be prepared in inbuilt editors of equations and should be saved as separate files (Windows metafile, *.wmf).

Illustrations should have two copies on the diskette. Formats of files Tiff- 4.0 or 5.0 (*.tif). Paint (*.bmp), Photoshop (*.psd) are most suitable. The final form of illustrations should be minimum 250-300 points per inch. Using of specific programs (statistical packets, programs of visualization etc.) for saving graphics are not permitted.

Sent materials are not returned back.

Authors take the responsibility for the contest of the materials.