

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**ЗАБАЛУЄВ СЕРГІЙ ВІКТОРОВИЧ**

УДК 631.48:631.618

**ПОТЕНЦІАЛ ҐРУНТОУТВОРЕННЯ  
РОЗКРИВНИХ ГІРСЬКИХ ПОРІД ТА ЙОГО РЕАЛІЗАЦІЯ  
ЗА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ  
В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ**

06.01.03 «Агроґрунтознавство і агрофізика»

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата сільськогосподарських наук

Київ – 2021

Дисертацією є кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису

Робота виконана у Національному університеті біоресурсів і природокористування України Міністерства освіти і науки України

**Науковий керівник** доктор сільськогосподарських наук,  
професор, член-кореспондент НААН  
**Баласв Анатолій Джалілович**,  
Національний університет біоресурсів  
і природокористування України,  
завідувач кафедри ґрунтознавства  
та охорони ґрунтів імені професора М. К. Шикולי

**Офіційні опоненти:** доктор сільськогосподарських наук, професор  
**Дегтярьов Василь Володимирович**,  
Харківський національний аграрний  
університет імені В. В. Докучаєва,  
завідувач кафедри ґрунтознавства

кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
**Мицик Олександр Олександрович**,  
Дніпровський державний  
аграрно-економічний університет,  
декан агрономічного факультету,  
доцент кафедри загального землеробства  
та ґрунтознавства

Захист відбудеться «12» травня 2021 року о 10<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.004.04 у Національному університеті біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 15, навчальний корпус № 3, кімната 308

З дисертацією можна ознайомитися у науковій бібліотеці Національного університету біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 13, навчальний корпус № 4, кімната 41а

Автореферат розіслано «09» квітня 2021 року

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради

Н. П. Бордюжа

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Відновлення ґрунтових ресурсів в посттехногенних ландшафтах, порушених видобутком корисних копалин відкритим способом, є надзвичайно гострою проблемою в гірничодобувних регіонах України й світу. Особливо це актуально для Нікопольського марганцеворудного басейну, де знищено понад 15 тис. га родючих чорноземних ґрунтів. Сільськогосподарський напрям рекультивації передбачає створення на технічному етапі ґрунтоподібних тіл – техноземів, різноякісність конструкцій яких обумовлюється геологічною специфікою родовища, еколого-економічними й інженерно-технічними можливостями, а також вимогами агроценозів до едафічного середовища. Тому дослідження потенціалу ґрунтоутворення природних чинників, можливості управління спрямованістю і прискоренням ґрунтоутворення в техноземах, сформованих із потенційно родючих гірських порід без покриття їх гумусованим шаром ґрунтової маси, є актуальним питанням успішності біологічної рекультивації порушених земель.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертацію виконано за планами науково-дослідних робіт кафедри ґрунтознавства і охорони ґрунтів імені професора М. К. Шикuli Національного університету біоресурсів і природокористування України: «Управління родючістю ґрунтів та продуктивністю сільськогосподарських культур за ресурсозберігаючих технологій. Завдання 1. Відтворення родючості ґрунтів за ресурсощадних технологій вирощування сільськогосподарських культур» (номер державної реєстрації 0112U002819, 2012–2014 рр.) і «Дослідження ефективності агротехнологічних засобів управління родючістю рекультивованих ґрунтів залежно від агроекологічних чинників» (номер державної реєстрації 0115U003409, 2014–2015 рр.).

**Мета та завдання дослідження.** Мета дослідження – оцінювання потенціалу ґрунтоутворення різноякісних за літогенним складом розкривних гірських порід і його реалізація в родючості техноземів і врожайності культур за тривалого сільськогосподарського використання рекультивованих земель в умовах південного Степу України.

Для досягнення поставленої мети сформульовано такі завдання:

- визначити ресурси біокліматичного потенціалу ґрунтоутворення посттехногенних ландшафтів Нікопольського марганцеворудного басейну;
- дослідити едафічні ресурси основних розкривних гірських порід надрудної товщі марганцевих кар'єрів, на основі яких встановити їх літогенні потенціали ґрунтоутворення;
- за показниками подібності зонального ґрунту й техноземів, сформованих: а) лесоподібними відкладами; б) технічною сумішкою червоно-бурих глин і суглинків; в) сіро-зеленими мергелястими глинами, встановити рівень і темпи реалізації природних і антропогенних потенціалів ґрунтоутворення за їхнього сільськогосподарського використання залежно від часового чинника й насичення агросукцесій фітомеліоративними агроценозами;

- встановити ресурси органічної фітомаси, специфіку гумусоутворення й темпи гумусонакопичення в багаторічному польовому досліді з різним насиченням агросукцесій рослинами-фітомеліорантами залежно від літогенного потенціалу різноякісних техноземів;

- встановити динаміку зміни родючості техноземів з різною літогенною основою впродовж перших 45 рр. сільськогосподарського освоєння залежно від фітомеліоративної дії агросукцесій із різним насиченням багаторічними агроценозами;

- на основі власних досліджень і узагальнення відомої наукової інформації розробити концептуальну схему управління ґрунтоутворенням у різноякісних за літологією техноземах за їхнього сільськогосподарського використання.

*Об'єкт дослідження* – реалізація потенціалу ґрунтоутворення природних і антропогенних чинників в едафічних конструкціях техноземів, сформованих різноякісними субстратами потенційно родючих гірських порід за тривалого сільськогосподарського використання рекультивованих земель.

*Предмет дослідження* – різноякісні за літологічним складом техноземи і процеси реалізації ресурсів ґрунтоутворювальних чинників упродовж перших десятиліть сільськогосподарського використання рекультивованих земель.

**Методи дослідження.** Методологічною основою досліджень є вчення про чинники і процеси ґрунтоутворення, про ґрунтоутворювальний потенціал природних і антропогенних чинників. Для вирішення поставлених завдань застосовували такі методи: польового експерименту (для встановлення фітомеліоративної дії на техноземи); лабораторні (для визначення фізико-хімічних і агрохімічних характеристик техноземів); порівняльно-аналітичні; польової діагностики ґрунтів; інформаційно-логічного аналізу; варіаційної статистики; регресійний.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Одержано нові дані щодо первинного ґрунтоутворення в посттехногенних ландшафтах, темпів реалізації природних і антропогенних потенціалів ґрунтоутворення за тривалого сільськогосподарського використання техноземів різного літологічного складу, які дозволять більш ефективно вирішувати теоретичні і практичні проблеми рекультивації порушених земель.

*Уперше* визначено потенціали ґрунтоутворення: найбільш поширених осадових розкривних геологічних відкладів марганцевих кар'єрів (літогенний потенціал) у посттехногенних ландшафтах (геоморфологічний потенціал) та рівень їхньої реалізації в умовах південного Степу України (біокліматичний потенціал) у перші десятиліття (потенціал фактору часу) їхнього сільськогосподарського використання (агротехнологічний потенціал). Встановлено показники подібності зонального ґрунту й субстратів гірських порід та їхні зміни в часі залежно від застосованих елементів агротехнологій.

*Удосконалено* методи управління реалізацією деяких природних і антропогенних потенціалів ґрунтоутворення за сільськогосподарського використання літогенних техноземів рекультивованих земель.

*Отримало* подальшого розвитку вчення про первинне ґрунтоутворення; специфіку родючості гірських порід; можливість успішного

сільськогосподарського використання літогенних техноземів рекультивованих земель.

**Практичне значення одержаних результатів.** Матеріали досліджень можуть бути використані під час розроблення проєктів біологічної рекультивації техногенно порушених земель і їхньої практичної реалізації завдяки запропонованим заходам, а також технологічним прийомам, спрямованим на прискорене відновлення екологічних функцій техноземних ґрунтів. Виробничу перевірку результатів дослідження проведено на рекультивованих землях ПП «Агрофірма Катеринівська 1» Нікопольського району Дніпропетровської області на площі 167 га.

**Особистий внесок здобувача.** Здобувачем особисто проаналізовано й узагальнено наукові публікації за темою дисертації, проведено польові дослідження, виконано лабораторні аналізи, зроблено аналіз і узагальнення отриманих даних, сформульовано висновки, підготовлено рекомендації виробництву.

**Апробація результатів дисертації.** Основні результати та положення дисертаційного дослідження доповідалися і обговорювалися на: Всеукраїнській науково-практичній конференції науково-педагогічних працівників та аспірантів НДІ рослинництва і ґрунтознавства «Інноваційні технології в аграрному секторі України» (м. Київ, 2011 р.); Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства» (м. Київ, 2012 р.); Міжнародній науково-практичній конференції, присвяченій 90-річчю заснування кафедри ґрунтознавства та охорони ґрунтів імені професора М. К. Шикuli «Сучасне ґрунтознавство: наукові проблеми та методологія викладання» (м. Київ, 2012 р.); II Міжнародній конференції «Відновлення біотичного потенціалу агроєкосистем» (м. Дніпропетровськ, 2015 р.).

**Публікації.** За матеріалами дисертації опубліковано 10 наукових праць, з яких 5 статей у наукових фахових виданнях України, у тому числі включених до міжнародних наукометричних баз даних, 2 Державні стандарти України, 3 тези наукових доповідей.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертація складається з анотацій, вступу, 6 розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел, додатків. Загальний обсяг дисертації становить 185 сторінок. Робота містить 27 таблиць і 7 рисунків. Список використаних джерел налічує 223 найменування, з них 32 латиницею.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

### **ГРУНТОУТВОРЮВАЛЬНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ПРИРОДНИХ ФАКТОРІВ ТА ЙОГО РЕАЛІЗАЦІЯ В ТЕХНОЗЕМАХ РЕКУЛЬТИВОВАНИХ ЗЕМЕЛЬ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)**

Аналіз наукових публікацій із проблем рекультивації порушених земель, формування раціональних моделей техноземів і їхнього сільськогосподарського

використання за різного біокліматичного, едафічного й агротехнологічного ресурсного забезпечення висвітлено в роботах М. Бекаревича, М. Масюка, І. Узбека, Л. Єстеревської, С. Трофімова, А. Балаєва, В. Дегтярьова, Г. Пікалової, В. Андроханова, В. Кабаненка, В. Забалуєва, М. Харитонова, О. Мицика, В. Кулініча, М. Бабенка, І. Зленко, О. Гаврюшенка та ін. Узагальнення літературних джерел дозволило встановити невирішені питання, розробити робочу гіпотезу, мету й завдання досліджень для реалізації потенціалу ґрунтоутворення в літогенних техноземах з урахуванням проміжку часу їхнього сільськогосподарського використання, специфіки природно-кліматичних умов території, економічних і агротехнологічних чинників.

### **ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ҐРУНТОУТВОРЕННЯ ПОСТТЕХНОГЕННИХ ТЕРИТОРІЙ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ**

Швидкість і спрямованість ґрунтоутворення значною мірою зумовлюються ресурсним потенціалом природно-кліматичних умов конкретної території. За фізико-географічним районуванням територія Нікопольського марганцеворудного басейну знаходиться в Південному Степу України.

**Клімат** території помірно-континентальний із недостатнім і нестійким зволоженням, значними змінами погодних умов як упродовж року, так і за роками. За даними метеостанції м. Нікополь, середньорічна температура повітря становить 9,4 °С із коливаннями 7,7–12,2 °С. Сума річних температур вище +10 °С складає 3100–3200 °С. Безморозний період триває упродовж 160–190 днів. Період стійкого промерзання ґрунту – з грудня до середини березня на глибину до 45–50 см (максимально до 120 см). Середньорічна сума атмосферних опадів складає 448 із діапазоном від 317 до 626 мм. Упродовж вегетаційного періоду випадає 224–292 мм опадів. Середньорічний ГТК – 0,68 (0,53–0,82). Сумарна кількість сонячної енергії, яка надходить до поверхні ґрунту: у ясні літні дні – до 270 МДж/м<sup>2</sup>, у хмарні – 60 МДж/м<sup>2</sup> на добу; взимку – відповідно 69 і 17 МДж/м<sup>2</sup>. Середньорічний радіаційний баланс – 1950 МДж/м<sup>2</sup>, середньорічний показник сумарної радіації – 4650 МДж/м<sup>2</sup>. Характерні періодичні посухи, нестабільність снігового покриву, утворення льодяної кірки та різкі зміни температури в зимовий період, поєднання недостатнього зволоження ґрунту з високими літніми температурами, що призводить до дефіциту вологи і зменшення продуктивності фітомаси – основного джерела для утворення органічної речовини ґрунту.

Отже, кліматичні ресурси території Нікопольського марганцеворудного басейну загалом сприятливі для реалізації інших потенціалів ґрунтоутворення.

У **геологічній будові** території беруть участь кристалічні породи докембрію, їхня давня кора вивітрювання й осадова товща кайнозою. Надрудну товщу марганцевих кар'єрів переважно складають: лесоподібні й червоно-бурі відклади потужністю до 12 м; нижче – червоно-бурі глини (до глибини 20–37 м), під якими (до марганцеворудного пласта) – неогенові сіро-зелені мергелясті й темно-сірі сланцюваті глини з прошарками давньоалювіальних пісків і мергелю. Саме із цих розкритих гірських порід формуються відвали – об'єкти рекультивації.

**Геоморфологія** території докорінно змінюється під впливом гірничих розробок. На місці відпрацьованих кар'єрів виникають посттехногенні ландшафти з новими, не властивими сучасним, формами рельєфу. Це внутрішні й зовнішні відвали різної форми і висоти, залишкові кар'єрні виїмки, промислові майданчики, шламосховища, відстійники й ін. Уже зараз такі техногенні й посттехногенні ландшафти займають площі в десятки тис. га і надалі будуть зростати, що негативно впливає на довкілля. Сучасні технології технічної рекультивації не спроможні забезпечити швидку стабілізацію всієї рекультивованої товщі відвалів. Тому в пострекультиваційний період із-за нерівномірного усідання гетерогенної літологічної основи часто спостерігається деформація поверхні, формується специфічний мікро- і мезорельєф, що суттєво впливає на перерозподіл ресурсів і рівень реалізації потенціалів ґрунтоутворення, погіршує господарське використання рекультивованих земель.

**Біота.** Територія досліджень розташована в зоні справжніх степів дерновинно-злакової багаторізнотравної й дерновинно-злакової біднорізнотравної підзон зі щорічною продуктивністю 2–3 т/га надземної і 4–7 т/га підземної фітомаси. Усі придатні для землеробства площі розорані. Провідними культурами є зернові колосові, кукурудза, соняшник, які щорічно продукують 8–12 т/га фітомаси, 70–75 % якої відчужуються з урожаєм, а решта (коренева маса й післяжнивні рештки) є основним джерелом органічної речовини для ґрунтоутворення. Роль зооценозу в ґрунтоутворенні досить різноманітна, насамперед – зоотурбаційна й деструкційна. Фауна хребетних нараховує приблизно 200 видів, безхребетних – приблизно 7 тис. видів, з яких домінують комахи – понад 5 тис. видів. Мікроорганізми зумовлюють процеси трансформації органічної речовини (деструкція, гумусоутворення, гумусонакопичення, мінералізація), ферментативну, нітрифікаційну активність, детоксикацію й ін. Чисельність і видовий склад мікрофлори зональних ґрунтів упродовж вегетативного періоду досить динамічні, залежать від едафічних, гідротермічних і агротехнологічних чинників.

**Ґрунтовий покрив** представлений ґрунтами чорноземного типу з поєднанням рис і властивостей чорноземів звичайних і південних. Трапляються також їхні різновиди різного ступеня еродованості й засолення. Для визначення рівня реалізації потенціалу ґрунтоутворення за еталон прийнято зональний чорнозем із такими характеристиками: потужність гумусованого профілю – 72 см, вміст гумусу в гумусо-акумулятивному горизонті – 4,2 %, вміст «фізичної глини» – 56,4 %; загальні запаси гумусу в гумусованому профілі – 230 т/га; ЄКО – 25,6 мг-екв./100 г; рН водне – 7,8; найменша вологоємність – 26,7 %, вологість стійкого в'янення – 11,2 %; забезпеченість доступних форм: азоту – низька, фосфору – середня, калію – підвищена. Основною материнською породою є лесоподібні відклади середньо- і важкосуглинкового гранулометричного складу.

Отже, ресурсний потенціал природних чинників території Нікопольського марганцеворудного басейну сприяє ґрунтоутворенню й успішному господарському використанню посттехногенних рекультивованих територій.

## ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

Процеси ґрунтоутворення в техноземах, сформованих розкривними гірськими породами різного літогенного складу, мають свою специфіку. Це зумовлює необхідність встановлення закономірностей управління цими процесами для успішної біологічної рекультивації порушених земель.

Експериментальні дослідження виконано у науково-дослідному стаціонарі з рекультивації земель, розташованому поблизу м. Покров Дніпропетровської області, який створено у 1968–1970 рр. на зовнішньому відвалі марганцевого кар'єру. Детальна характеристика стаціонару й об'єктів дослідження на початок експерименту наведено в працях М. Бекаревича та ін. (1971, 1974). На сплановану поверхню відвалу було нанесено двохметровий шар субстратів найбільш сприятливих за едафічними характеристиками розкривних гірських порід: лесоподібних суглинків (площа ділянки 2 га), суміші червоно-бурих глин і суглинків (1 га) і сіро-зелені мергелясті глини (1 га). На цих трьох ділянках, починаючи з 1971 р., проводяться дослідження щодо можливості сільсько-господарської рекультивації без використання гумусованої маси зонального ґрунту. Такі об'єкти є унікальними моделями з вивчення сучасного ґрунтоутворення в едафічних системах, сформованих потенційно родючими гірськими породами.

**Методика досліджень** має певні особливості порівняно з класичними методами вивчення непорушених зональних ґрунтів, адже техноземи формуються в посттехногенних ландшафтах зі значними, не притаманними зональним, діапазонами просторової мінливості форм рельєфу, вертикальної й горизонтальної неоднорідності складу і властивостей гірських порід. Ще однією особливістю об'єктів є динамічні зміни едафічних характеристик упродовж перших років їхнього біологічного освоєння: навіть на одній гірській породі в однакових кліматичних і геоморфологічних умовах під однотипною рослинністю едафічні характеристики змінюються досить динамічно, що потребує фіксації через нетривалі проміжки часу для встановлення темпів ґрунтоутворення.

Багаторічний вплив рослинності на ґрунтоутворення в трьох моделях техноземів вивчали у двох варіантах із таким чергуванням агроценозів упродовж 45-річного періоду (1971–2015 рр.): *агросукцесія А* – люцерна посівна 4 рр. → ярий ячмінь → еспарцет піщаний 5 рр. → ярий ячмінь → бобово-злакова травосуміш 9 рр. → чистий пар → озима пшениця → бобово-злакова травосуміш 23 рр.; *агросукцесія Б* – люцерна посівна 4 рр. → чистий пар → ярий ячмінь → ярий ячмінь → чистий пар → озима пшениця → ярий ячмінь → чистий пар → озима пшениця → ярий ячмінь → кукурудза → горох → ярий ячмінь → горох → ярий ячмінь → горох → ярий ячмінь → чистий пар → озима пшениця → озима пшениця → бобово-злакові агроценози з 5-річним циклом оновлення впродовж 22 рр. Тобто, в агросукцесії А багаторічні бобові й бобово-злакові агроценози вирощували 41 рр., (91 % часу), ще 3 рр. (7 %) – однорічні зернові культури й 1 р. техноземи були під чистим паром (2 %). В агросукцесії Б співвідношення агроценозів було таким: багаторічні бобові трави та бобово-злакові



травосуміші – 58 % часу, однорічні зернові та зернобобові агроценози – 33 %, чистий пар – 9 % часу. Отже, істотною різницею між варіантами (агросукцесіями) є їхня насиченість багаторічними бобовими й бобово-злаковими агрофітоценозами, які мають набагато більший фітомеліоративний вплив на техноземи порівняно з однорічними агроценозами, насамперед, зерновими культурами.

Дослідження літогенного потенціалу ґрунтоутворення субстратів гірських порід та його реалізація в часі за тривалого сільськогосподарського використання проводили за загальноприйнятими стандартизованими методиками. Відбір і підготовку зразків субстратів здійснювали згідно з ДСТУ ISO-1:2004, ДСТУ ISO-10381-2:2004, ДСТУ ISO-10381-3:2004. У зразках визначали: уміст загального гумусу – за Тюрнім у модифікації Сімакова (ДСТУ 4289:2004); гранулометричний склад – методом піпетки в модифікації Качинського (МВВ 31-497058-010-2003); реакцію ґрунтового середовища – потенціометрично (ДСТУ ISO 10390:2005); загальний азот – за К'ельдалем; легкогідролізований азот – методом Корнфілда; рухомі сполуки фосфору й калію – за Мачигінім (ДСТУ 4114-2002).

Полеві дослідження проводили за загальноприйнятими методиками. Облікова площа ділянки – 50 м<sup>2</sup>, повторність – 5-кратна. Математичну обробку експериментальних даних проводили методом дисперсійного аналізу з використанням програми SPSS 8.0.

**Едафічна характеристика розкривних гірських порід як субстратів для формування літогенних техноземів.** Основна маса гірських порід, що розкривається під час видобутку марганцевої руди, має суглинковий (лесоподібні та червоно-бурі відклади) та глинистий (червоно-бурі, сіро-зелені мергелясті глини) гранулометричний склад. У суглинкових відкладах переважають фракції грубого пилу та мулу, у глинах – мулу та дрібного пилу. Основними мінералами пилуватої фракції є кварц, польовий шпат і кальцит, мулистої – гідрослюда, монтморилоніт, кварц, хлорит, каолінит і гідрослюдисто-монтморилонітові мінерали. За хімічним складом суглинкові відклади в порівнянні з глинами містять більше оксидів алюмінію, калію, магнію, марганцю, менше – кальцію. Мулиста фракція глин збагачена алюмінієм, залізом, магнієм та калієм, однак збіднена кремнієм, кальцієм і натрієм. Молекулярне відношення SiO<sub>2</sub>:R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> у мулистих фракціях складає 3,8–4,3, що свідчить про високу дисперсність і переважання гідрослюдисто-монтморилонітових мінералів.

На фізичні властивості техноземів суттєво вплинули технотурбації різноякісних за складом і властивостями геологічних відкладів у процесі видобутку, відсіпки і формування відвалів на технічному етапі рекультивації, а також нерівномірне просідання поверхні та інші чинники. Гетерогенність гранулометричного складу, різна ступінь ущільнення насипних шарів гірських порід визначають специфічний характер прояву сорбційних та капілярних сил у техноземах. За показником структурності найбільш сприятливими є сіро-зелені мергелясті глини, менш сприятливими – червоно-бурі глини й суглинки, найнижчий показник – у лесоподібних відкладів. Досліджувані

техноземи здатні формувати запаси вологи, достатні для вирощування сільськогосподарських культур Степу в діапазоні від ксерофітів до мезофітів. У порівнянні із зональним ґрунтом вони формують більші ресурси води (за винятком технозему, сформованого з лесоподібних суглинків).

Первинний уміст палеобіогенної органічної речовини складав (Бекаревич, Масюк, 1974): у лесоподібних суглинках – у середньому 0,35 %, у червоно-бурих глинах і суглинках – 0,3 %, у сіро-зелених глинах – 0,2 %. Загального азоту міститься у 7–11 разів менше, ніж у зональному ґрунті. Фосфатний потенціал (сума різноосновних фосфатів кальцію, фосфати алюмінію й заліза) становить 64,4–81,4 мг/100 г субстрату (у еталоні – зональному ґрунті – 74,6 мг/100 г). Забезпеченість доступним рослинам калієм в гірських породах є високою. Реакція середовища (рН) лесоподібних суглинків і суміші червоно-бурих суглинків і глин фіксується в межах 7,5–7,8, сіро-зелених мергелястих глин – 7,9–8,4. Ємність катіонного обміну (ЄКО) в еталонному ґрунті складає 25,6, у лесоподібних суглинках – 23,5; у суміші червоно-бурих суглинків і глин – 25,6; у сіро-зелених мергелястих глинах – 41,2 мг-екв./100 г субстрату.

За вмістом легкорозчинних досліджувані субстрати характеризуються в широкому діапазоні: лесоподібні суглинки – від 0,16 до 1,06 %, червоно-бурі суглинки – 0,26–0,73 %, червоно-бурі глини – 0,25–2,7 %, сіро-зелені мергелясті глини – 0,23–1,24 %. Лесоподібні й червоно-бурі відклади мають сульфатно-кальцієвий тип засолення, сіро-зелені мергелясті глини – сульфатно-натрієвий.

Для створення техноземів досліджувані гірські породи мають задовільні едафічні характеристики. Основними чинниками, що обмежують реалізацію потенціалів ґрунтоутворення в літогенних техноземах, є низькі запаси біогенних елементів живлення й дефіцит доступної організмам води. Інші обмежувальні чинники є специфічними для кожної гірської породи: низька агрегованість та утворення ґрунтової кірки – у лесоподібних суглинках, висока кількість легкорозчинних солей – у червоно-бурих глинах, важкий гранулометричний склад і значна карбонатність – у сіро-зелених глинах. Отже, у літогенних техноземах зафіксовано значно більше обмежувальних чинників росту й розвитку рослин, ніж у зональних ґрунтах, а їхній обмежувальний рівень виявився більш високим. Це може суттєво впливати на темпи й реалізацію потенціалу ґрунтоутворення, що потребує розроблення спеціальних заходів і адаптації елементів агротехнологій.

### **ЛІТОГЕННИЙ ПОТЕНЦІАЛ ҐРУНТОУТВОРЕННЯ І ЙОГО РЕАЛІЗАЦІЯ ЗА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЗЕМІВ**

Реалізація потенціалу ґрунтоутворення залежить від конкретних природно-кліматичних умов і визначається спроможністю фіто-, мікробо- і зооценозів використовувати як едафічні ресурси техноземів (насамперед води, тепла, повітря), так і додаткові ресурси елементів агротехнологій (використання органічних і мінеральних добрив, хімічних меліорантів, пестицидів, підбір рослин-фітомеліорантів, механічний обробіток та ін.). Сприятливість до ґрунтоутворення різноякісних субстратів розкривних гірських порід

досліджували за дисперсністю (гранулометричний склад, вбирна здатність), здатністю до гумусонакопичення, за хіміко-мінералогічним складом, термодинамічними характеристиками, забезпеченістю біофільними елементами.

**Дисперсність твердої фази субстратів гірських порід** зумовлює важливі едафічні характеристики, сприятливість для реалізації потенціалу ґрунтоутворення з «нуль-моменту» біологічного освоєння, визначає властивості й режими новостворених едафічних систем. За коефіцієнтом подібності, запропонованим В. Таргульяном (2004) як відношення певного показника досліджуваних субстратів до еталонного ґрунту, визначено потенціали ґрунтоутворення за вмістом органічної речовини, дисперсністю і ємністю катіонного обміну (табл. 1).

Таблиця 1

**Літогенний потенціал ґрунтоутворення за вмістом органічної речовини і дисперсністю твердої фази техноземів та його реалізація за тривалого сільськогосподарського використання**

Варіант	Коефіцієнт подібності до еталону		
	за вмістом органічної речовини	за вмістом «фізичної глини»	за ЄКО
Технозем, сформований лесоподібними відкладами			
З борту кар'єру	0,10	0,91	0,92
Через 45 рр. сільськогосподарського використання:			
агросукцесія А	0,35	0,92	0,93
агросукцесія Б	0,30	0,91	0,92
Технозем, сформований сумішкою червоно-бурих глин і суглинків			
З борту кар'єру	0,05	1,15	1,06
Через 45 рр. сільськогосподарського використання:			
агросукцесія А	0,32	1,16	1,08
агросукцесія Б	0,27	1,15	1,06
Технозем, сформований сіро-зеленими мергелястими глинами			
З борту кар'єру	0,04	1,27	1,63
Через 45 рр. сільськогосподарського використання:			
агросукцесія А	0,36	1,28	1,65
агросукцесія Б	0,32	1,27,4	1,63

Примітка. В еталонному зональному ґрунті 4,2 % гумусу, 56,3 % «фізичної глини»; ємність катіонного обміну – 25,6 мг-екв./100 г ґрунту

Як свідчать дані табл. 1, найвищими показниками реалізації потенціалу гумусонакопичення характеризуються сіро-зелені мергелясті глини: якщо на початку їх освоєння показник подібності до зонального ґрунту складав лише 0,04, то вже через 45 рр. – 0,32–0,36, тобто, зріс у 8–9 разів. За вмістом «фізичної глини» досліджувані субстрати не поступаються або навіть дещо перевищують показники зонального ґрунту. Сприятливість до прискореного ґрунтоутворення обумовлена й високими показниками ємності катіонного обміну, насамперед, у сіро-зелених мергелястих глин. Встановлено, що за тривалого сільськогосподарського використання ці чинники мають тенденцію до зростання.

**Потенціал ґрунтоутворення за хіміко-мінералогічним складом і термодинамічними характеристиками.** Уміст, склад і співвідношення

глинистих мінералів визначають спроможність до ґрунтоутворення. У тонкодисперсних фракціях лесоподібних і червоно-бурих відкладів переважають гідрослюди (38–66 %) і каолінит (27–36 %), а в сіро-зелених глинах – монтморилоніт (52–64 %). Для визначення реакційної спроможності до ґрунтоутворення були використані термодинамічні показники субстратів. Розрахунки енергії кристалічної решітки в гірських породах (14,8–15,8 МДж/100 г) і зональному ґрунті (18,5 МДж/100 г), показники вільної енергії Гіббса (відповідно 1115–1161 і 1324 кДж/100 г) й ентропії мінеральної частини (52,4–57,8 і 65,4 кДж/100 г) дають змогу стверджувати про кращу реакційну спроможність гірських порід у порівнянні із зональним ґрунтом, що зумовлює кращу реалізацію потенціалу ґрунтоутворення. Такі показники підтверджуються й хімічним складом: у породах порівняно із зональним ґрунтом більший вміст  $\text{CaCO}_3$  і  $\text{R}_2\text{O}_3$ . За термодинамічними показниками й мінералогічним складом кращий потенціал до ґрунтоутворення має сіро-зелена мергеляста глина.

**Зміни забезпеченості техноземів біофільними елементами за тривалого сільськогосподарського використання.** Важливим показником реалізації потенціалу ґрунтоутворення є забезпеченість рослин поживними речовинами. У табл. 2 представлено дані щодо змін умісту елементів живлення рослин у досліджуваних техноземах через 45 рр. їхнього сільськогосподарського використання.

Таблиця 2

**Уміст основних елементів живлення рослин та їх зміна за тривалого сільськогосподарського використання техноземів (шар 0–20 см)**

Показник	Техноземи, сформовані:					
	лесоподібними відкладами		червоно-бурими відкладами		сіро-зеленими мергелястими глинами	
	Агросукцесії					
	А	Б	А	Б	А	Б
Загальний азот, %						
на початку освоєння*	0,039		0,033		0,027	
через 45 років	0,121	0,104	0,094	0,091	0,132	0,132
Азот, що легко гідролізується, мг/100 г						
на початку освоєння*	2,33		1,85		1,66	
через 45 років	6,21	5,78	5,42	4,82	5,84	5,14
Рухомий фосфор, мг/100 г						
на початку освоєння*	1,41		0,41		0,42	
через 45 років	2,03	1,88	1,61	1,34	2,74	2,04
Обмінний калій, мг/100 г						
на початку освоєння*	19,2		36,0		64,0	
через 45 років	20,0	21,5	36,4	36,6	63,7	65,7

Отже, навіть через 45 рр. біологічного освоєння досліджувані техноземи оцінюються як низько забезпечені за вмістом основних елементів живлення.

Надзвичайно важливим ресурсом реалізації потенціалу ґрунтоутворення в літогенних техноземах є забезпеченість фосфором. Фосфатний фонд гірських порід зосереджений у фосфорумісних мінералах і становить 0,09–0,11 % від загальної маси.

Через 45 рр. освоєння коефіцієнт подібності фосфатного потенціалу досліджуваних техноземів до зонального ґрунту має такі показники (табл. 3). Дані табл. 3 свідчать про низький потенціал у техноземах доступного рослинам фосфору, зосередженого у фракціях моно- і дикальційфосфатів. Водночас уміст фосфору у важкодоступних рослинам фракціях перевищує показники еталонного зонального ґрунту. За певних умов фосфатмобілізації техноземи здатні суттєво збільшити вміст доступних для рослин форм фосфору.

Таблиця 3

**Фосфатний потенціал літогенних техноземів через 45 років їхнього сільськогосподарського використання (за коефіцієнтами подібності)**

Техноземи, сформовані:	Агросукцесія	Фракції фосфатів				
		Ca–P <sub>I</sub>	Ca–P <sub>II</sub>	Ca–P <sub>III</sub>	Fe–P	Al–P
лесоподібними суглинками	А	0,27	0,52	1,36	2,65	1,61
	Б	0,25	0,54	1,34	2,65	1,61
сумішкою червоно-бурих глин і суглинків	А	0,26	0,48	1,04	3,96	1,42
	Б	0,26	0,45	1,01	3,96	1,42
сіро-зеленими мергелястими глинами	А	0,37	0,73	1,75	3,37	1,08
	Б	0,34	0,75	1,72	3,37	1,08

Примітка. Фракційний склад фосфатів еталонного зонального ґрунту, мг/кг: Ca–P<sub>I</sub> – 156; Ca–P<sub>II</sub> – 238; Ca–P<sub>III</sub> – 209; Fe–P – 76; Al–P – 66

**Едафо-конструкційний потенціал ґрунтоутворення** реалізується через підбір найбільш сприятливих за едафічними характеристиками потенційно родючих гірських порід для конструювання літогенних техноземів. Узагальнення попередніх досліджень (Бекаревич М. О., 1974, Масюк М. Т., 1981, Забалуєв В. О., 2005, Бабенко М. Г., 2011) про склад і властивості основних розкривних гірських порід дозволили визначити їхню придатність для конструювання техноземів без використання гумусованої маси ґрунту.

Встановлено, що найбільш сприятливі характеристики мають незасолені й мало засолені лесоподібні відклади. Перспективним є використання сіро-зелених мергелястих глин для створення кормових угідь під сіножаті. Дещо гірші показники мають червоно-бурі глини й суглинки через підвищений уміст легкорозчинних солей. Однак, кожен із досліджуваних субстратів має специфічні обмежувальні чинники: у лесоподібних суглинках – відсутність водостійкої структури, у червоно-бурих відкладах – надмірна кількість водорозчинних солей, у сіро-зелених мергелястих глинах – важкий гранулометричний склад і висока карбонатність. Ці особливості субстратів необхідно враховувати при конструюванні моделей техноземів залежно від запланованого цільового використання рекультивованих угідь.

## БІОГЕННИЙ ПОТЕНЦІАЛ ҐРУНТОУТВОРЕННЯ ТА ЙОГО РЕАЛІЗАЦІЯ В ТЕХНОЗЕМАХ ЗА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИКОРИСТАННЯ

Темпи реалізації біогенного потенціалу ґрунтоутворення визначаються кількістю і якістю біомаси (насамперед, фітомаси) як основного джерела фітомаси і її трансформації в органічний Карбон, а також накопичення ресурсів біофільних елементів за певний проміжок часу, необхідний для формування ґрунтового профілю. Для дослідження темпів гумусонакопичення за 45-річний період сільськогосподарського використання різноякісних техноземів бралися дані про кількість рослинних (насамперед, кореневих) решток, які щорічно надходять у техноземи і стають основним джерелом органічної речовини й енергетичного матеріалу для ґрунтоутворення. Кількість підземної фітомаси за період спостережень залежала як від літогенного складу техноземів, так і від насиченості агросукцесій фітомеліоративними агроценозами. Як свідчать дані рис. 1, в агросукцесії А за 45-річний період найбільша кількість підземної фітомаси надійшла у техноземи, сформовані із суміші червоно-бурих глин і суглинків – 248,2 т/га, що на 17,1 т/га більше, ніж у техноземах, сформованих лесоподібними суглинками й на 18,4 т/га більше, ніж у техноземах, сформованих сіро-зеленими мергелястими глинами.

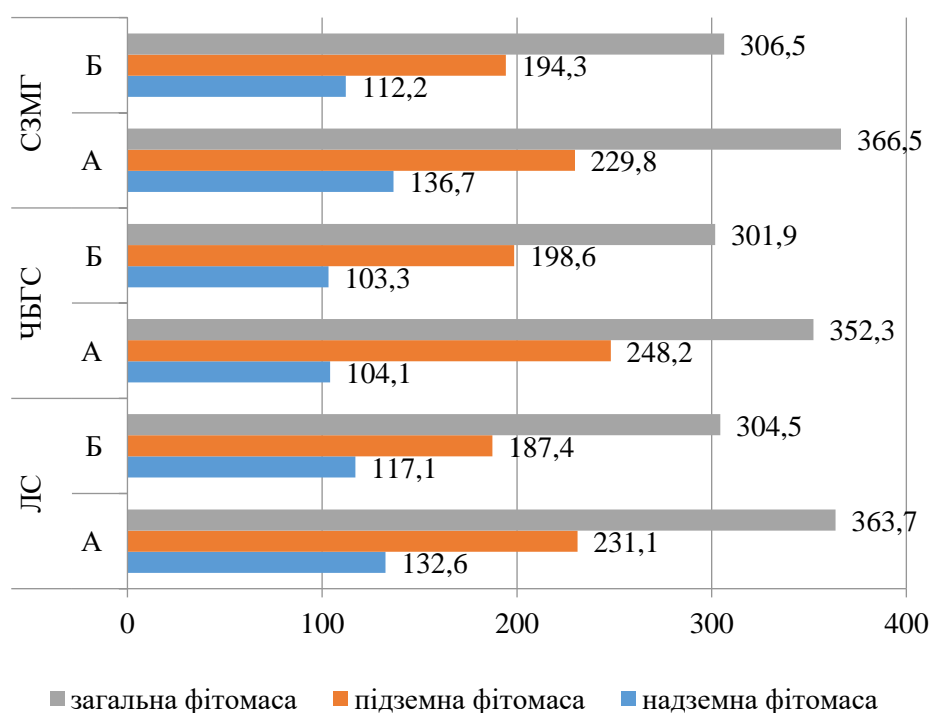


Рис. 1 Кількість продукуючої агроценозами надземної і підземної фітомаси за 45 рр. сільськогосподарського використання техноземів, т/га: ЛС – технозем, сформований з лесоподібних суглинків; ЧБГС – технозем, сформований червоно-бурими глинами і суглинками; СЗМГ – технозем, сформований з сіро-зелених мергелястих глин; А – агросукцесія А; Б – агросукцесія Б

Отже, процеси продукування і трансформації фітомаси агроценозів у органічну речовину в перші десятиліття освоєння техноземів відбуваються досить швидкими темпами (середньорічно від 0,48 до 0,81 т/га), не зважаючи на різноякісність їхніх едафічних характеристик та певні специфічні обмежувальні чинники вегетації рослин, притаманні гірським породам. На реалізацію потенціалу гумусонакопичення найбільше вплинули кількість і якість підземної фітомаси, а також мінералогічний, гранулометричний склад і термодинамічні характеристики субстратів. Дані табл. 4 свідчать про формування якісних характеристик гумусу в техноземах за зональним чорноземним типом.

Таблиця 4

**Трансформація фітомаси в органічну речовину техноземів  
залежно від насиченості агросукцесій фітомеліоруючими агроценозами  
(узагальнені дані польових дослідів за 1971–2015 рр.)**

Показник	Техноземи, сформовані:					
	лесоподібними відкладами		червоно-бурими відкладами		сіро-зеленими мергелястими глинами	
	Агросукцесії					
	А	Б	А	Б	А	Б
Кількість фітомаси, що надійшла в технозем (коріння, стерня)						
за 45-річний період, т/га	218,7	166,1	238,7	191,8	222,7	175,6
Вміст гумусу в 0–20 см шарі техноземів, %						
на початку освоєння**	0,41		0,22		0,18	
через 45 років	1,49	1,27	1,33	1,12	1,53	1,36
Запаси гумусу в шарі 0–20 см, т/га						
на початку освоєння*	10,3		6,6		6,3	
через 45 років	37,3	31,8	34,6	29,1	42,8	38,1
Акумуляовано гумусу в шарі 0–20 см, т/га						
за 45-річний період	27,0	21,5	28,0	22,5	36,5	31,8
у середньому за рік	0,60	0,48	0,62	0,50	0,81	0,71
Якість гумусу (через 45 рр. з початку освоєння ,шар 0–20 см)						
Сгк:Сфк	1,2	1,1	1,1	0,9	1,3	1,2
С:N	9	10	10	10	8	10
Вихід умовних кормо-протеїнових одиниць, т/га						
за 45-річний період	70,2	66,5	62,4	51,5	82,2	56,0
у середньому за рік	1,56	1,48	1,39	1,14	1,83	1,24

Примітка. \*палеобіоорганічна ксерогеноподібна речовина гірських порід

**Урожайність ячменю ярого залежно від зміни родючості техноземів за тривалого сільськогосподарського використання.** Ячмінь ярий – вибаглива до родючості культура, тому її урожайність використана в якості тесту діагностики зміни рівня родючості техноземів впродовж 45-річного періоду їхнього сільськогосподарського використання.

Результати дослідження підтвердили дані лабораторних аналізів: зі збільшенням умісту гумусу зростає й урожайність ячменю (табл. 5): якщо на початку біологічного освоєння техноземи забезпечують едафічними

ресурсами в достатній мірі лише багаторічні бобові трави, то вже через 45 рр. цих ресурсів достатньо для формування врожаю зерна вимогливого до родючості ячменю ярого на рівні 69,8–82,2 % від урожайності на зональних не порушених землях.

Таблиця 5

**Урожайність ячменю ярого залежно від рівня родючості різноякісних  
за літологією техноземів впродовж їх сільськогосподарського  
використання**

Рік освоєння техноземів	Технозем, сформований:					
	лесоподібними суглинками		червоно-бурими відкладами		сіро-зеленими мергельними глинами	
	т/га	% до чорнозему	т/га	% до чорнозему	т/га	% до чорнозему
Свіжесформовані <sup>1</sup>	0,25	10,4	0,18	7,5	0,22	9,2
Через 5–7 років з початку освоєння <sup>2</sup>	0,78	26,9	0,58	20,0	0,75	25,9
Через 10–12 років <sup>2</sup>	1,24	37,6	1,01	30,6	1,18	35,8
Через 25–27 років <sup>3</sup>	1,87	46,8	1,53	38,3	2,1	52,5
Через 43–45 років	3,55	77,2	3,21	69,8	3,78	82,2

Примітка. Використано дані: <sup>1</sup>М. О. Бекаревича та ін. (1974);  
<sup>2</sup>М. Т. Масюка (1984); <sup>3</sup>В. О. Забалуєва (2005)

**Управління процесами ґрунтоутворення в техноземах.** Проведені дослідження й узагальнення відомої наукової інформації дали змогу сформулювати концептуальну модель можливості управління процесами ґрунтоутворення різноякісних за літологією моделей техноземів, схему якої приведено на рис. 2.

Потенціали ґрунтоутворення поділені на два блоки: природні й антропогенні. До природніх віднесені біокліматичні ресурси території й едафічні ресурси розкритих гірських порід і гумусованої маси ґрунту. На реалізацію антропогенного потенціалу ґрунтоутворення впливають також неорельєф, конструкції едафічних систем (техноземів), застосування меліоративних й агротехнологічних заходів у процесі сільськогосподарського використання рекультивованих земель.

## ВИСНОВКИ

Проведені польові та лабораторні дослідження, узагальнення відомої наукової інформації з рекультивації порушених земель дали змогу розробити наукові засади управління реалізацією потенціалу природніх та антропогенних чинників ґрунтоутворення в умовах Південного Степу України впродовж перших десятиліть сільськогосподарського використання різноякісних за літологією техноземів. Проведені дослідження дають можливість зробити такі узагальнення і висновки:



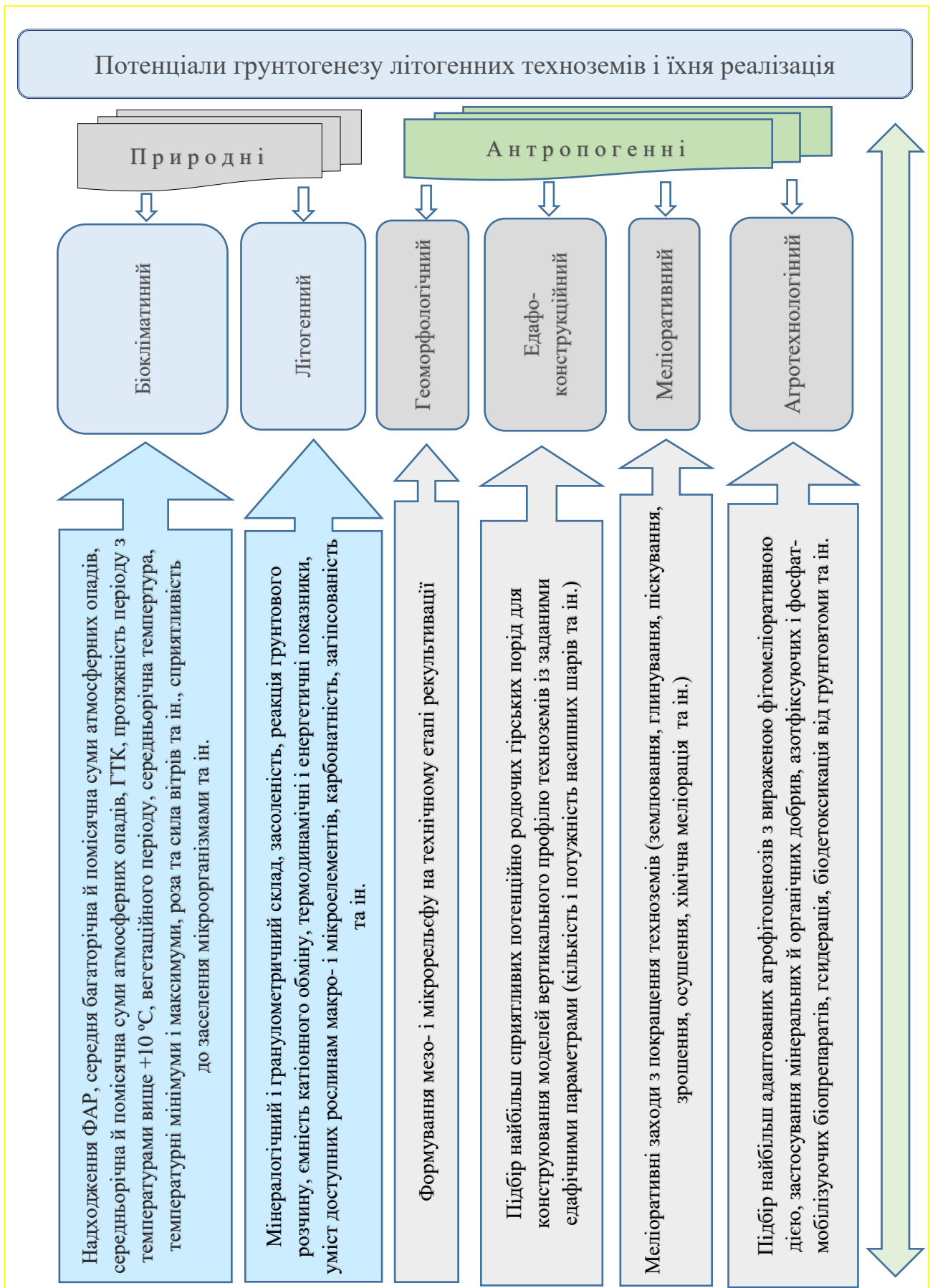


Рис. 2 Концептуальна схема управління процесами ґрунтоутворення в техноземах

1. За дефіциту гумусованої ґрунтової маси можливе створення літогенних техноземів із найбільш сприятливих розкривних потенційно родючих гірських порід – незасолених лесоподібних і червоно-бурих суглинків, червоно-бурих і сіро-зелених глин без покриття їх родючим шаром ґрунту. Такі різноякісні за літологією техноземи є унікальними об'єктами для дослідження первинного ґрунтоутворення з моменту експонування гірських порід на денну поверхню.

2. У «нуль-момент» ґрунтоутворення сприятливість техноземів до сільськогосподарського використання обумовлюється хіміко-мінералогічним складом, ступенем дисперсності й забезпеченістю основними біофільними елементами гірських порід. Подальша реалізація ресурсів ґрунтоутворення залежить від природних і антропогенних чинників. Геобіокліматичний потенціал ґрунтоутворення Південного Степу має достатні ресурси для формування з полімінеральних дисперсних нефітотоксичних гірських порід ґрунтів чорноземного типу.

3. Літогенний потенціал ґрунтоутворення гірських порід визначається, насамперед, їхньою мінералогією, дисперсністю, засоленістю, термодинамічними показниками. За показником дисперсності найбільш сприятливими виявилися сіро-зелені глини, за ступенем засолення – лесоподібні суглинки (верхній 2 м шар); за термодинамічними показниками оцінюються таким рядом: сіро-зелені мергелясті глини > червоно-бурі глини й суглинки > лесоподібні суглинки.

4. За сільськогосподарського використання літогенних техноземів основним процесом первинного ґрунтоутворення є гумусонакопичення, темпи якого залежать від едафічних властивостей мінеральної складової техноземів, реалізації біокліматичного потенціалу території, а також від фітомеліоративних можливостей агроценозів. Прискорення процесів ґрунтоутворення літогенних техноземів можливе завдяки максимально можливому насиченню сівозмін фітомеліоративними бобовими й бобово-злаковими багаторічними агроценозами. За 45-річний період уміст гумусу (шар 0–20 см) збільшився в техноземах, сформованих: лесоподібними суглинками – з 0,41 до 1,49 %; сумішкою червоно-бурих глин і суглинків – з 0,22 до 1,33 %; сіро-зеленими мергелястими глинами – з 0,18 до 1,53 %. Формування якісних характеристик гумусу в техноземах відбувається за зональним типом. Потенціал гумусонакопичення найкраще реалізується сіро-зеленими мергелястими глинами завдяки більшому вмісту «фізичної глини», монтморилоніту, більшій ємності катіонного обміну, кращим термодинамічним характеристикам.

5. Упродовж 45-річного сільськогосподарського використання у верхньому 20 см шарі всіх досліджуваних моделей техноземів зафіксовано накопичення основних елементів живлення рослин. Уміст загального азоту порівняно з первинним вмістом збільшився у 2,7–4,9 раза; азоту, що легко гідролізується – у 2,5–3,5 раза. Уміст доступного фосфору збільшився: у лесоподібного суглинку – в 1,3–1,4 раза, у червоно-бурих глинах і суглинках – у 3,3–3,9 раза, в сіро-зелених мергелястих глинах – в 4,9–6,5 раза. Уміст обмінного калію залишився на досить високому рівні забезпеченості. Водночас ці всі показники (за виключенням обмінного калію) ще не досягли показників

зонального ґрунту. Кращі показники забезпеченості елементами живлення виявилися у техноземів, сформованих лесоподібними суглинками й сіро-зеленими мергелястими глинами в агросукцесії, насиченій фітомеліоративними агроценозами.

6. На початку сільськогосподарського використання літогенні техноземи, в порівнянні із зональними непорушеними ґрунтами, мають більше лімітуючих чинників для росту і розвитку агроценозів, а їхній обмежувальний рівень – більш значний. З часом деякі обмежувальні чинники (поживний режим, фізичні властивості) зменшують свій рівень. Якщо на початку біологічного освоєння літогенні техноземи мають низькі показники родючості і здатні забезпечувати едафічними ресурсами лише багаторічні бобові трави, то вже через 45 рр. здатні формувати генеративну продуктивність вимогливого до родючості ячменю ярого на рівні 69,8–82,2 % від урожайності на зональних непорушених землях.

## **РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ**

1. Для створення літогенних техноземів рекомендується використовувати незасолені лесоподібні відклади і/або сіро-зелені мергелясті глини. Прискорення реалізації потенціалу ґрунтоутворення літогенних техноземів здійснювати завдяки запровадженню такої агросукцесії: люцерна посівна (3–4 рр. використання) – чистий пар – еспарцет піщаний (3–4 рр.), багаторічні бобово-злакові агроценози (2–3 ротації впродовж 4–5 рр. використання). У подальшому вирощують середньовимогливі до родючості сільськогосподарські культури. За дотримання вищезазначених заходів в умовах Південного Степу забезпечується щорічне накопичення гумусу в техноземах на рівні 0,6–0,9 т/га залежно від материнської породи.

2. Сільськогосподарське використання літогенних техноземів дає змогу щорічно отримувати: сіна багаторічних бобових трав (люцерни, еспарцету) на рівні 3,3–4,8 т/га; зерна ячменю ярого, пшениці озимої, гороху – 1,6–4,1 т/га. Довготривале залуження техноземів злаково-бобовими багаторічними травами забезпечує отримання високоякісного сіна упродовж перших трьох-чотирьох років вегетації (за домінування бобових компонентів) від 3,6 до 4,7 т/га. У подальші роки використання агроценозу домінування переходить до злакових трав, врожайність знижується до 1,8–3,4 т/га, тому такі угіддя перезалужують.

## **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

### **Статті у наукових фахових виданнях України,**

#### **у тому числі включених до міжнародних наукометричних баз даних**

1. Забалуєв В. О., Бабенко М. Г., Горячковський С. В., **Забалуєв С. В.**, Бучек П. В. Фітоіндикація початкових етапів ґрунтоутворення на рекультивованих землях Нікопольського марганцеворудного басейну. Вісник Харківського національного аграрного університету імені В.В. Докучаєва. Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство». 2012. № 4. С. 78–84. *(Здобувачем проведено польових дослідів, аналіз і узагальнення отриманих даних).*

2. **Забалуєв С. В.**, Балаєв А. Д. Літологічна характеристика осадових гірських порід як передумова їх здатності до ґрунтоутворення. Біоресурси і природокористування. 2014. № 1–2. С. 45–49. *(Здобувачем проаналізовано едафічні характеристики розкритих гірських порід, узагальнено отриману інформацію, підготовлено статтю до друку).*

3. Balayev J., **Zabaluyev S.** Humus accumulation in technozems with different lithological composition in south steppe of Ukraine. Annals of agrarian Science. 2015. Vol. 13. No 4. P. 37–39. *(Здобувачем проведено польові і лабораторні дослідження, обрахунки даних щодо реалізації літогенного потенціалу різноякісними моделями техноземів, підготовлено статтю до публікації).*

4. Забалуєв С. В. Зміни стану органічної речовини рекультивованих ґрунтів за їх тривалого сільськогосподарського використання. Вісник аграрної науки. 2016. № 5. С. 68–71.

5. Забалуєв С. В. Балаєв А. Д., Забалуєв В. О. Потенціал ґрунтоутворення літогенних техноземів і його реалізація за сільськогосподарської рекультивації в умовах Південного Степу України. Аграрні інновації. 2020. Вип. 4. С. 56–62. *(Здобувачем проведено лабораторні і польові дослідження, розраховано ресурси потенціалів ґрунтоутворення, узагальнено результати).*

#### Державні стандарти України

6. Балаєв А. Д., Бережняк Є. М., Бучек П. В., Дітковська М. В., Єстеревська Л. В., Забалуєв В. О., **Забалуєв С. В.**, Козак В. М., Кравченко Ю. С., Момот Г. Ф., Піковська О. В., Смолка А. М., Тонха О. Л. ДСТУ 7906:2015. Захист довкілля. Придатність розкритих та вміщувальних гірських порід для біологічної рекультивації земель. Класифікація. К., 2016. 6 с. *(Здобувачем узагальнено власні дослідження і наукові публікації інших авторів, взято участь у підготовці матеріалів до видання).*

7. Балаєв А. Д., Бучек П. В., Дітковська М. В., Забалуєв В. О., **Забалуєв С. В.**, Кравченко Ю. С., Лікар Я. О., Момот Г. Ф., Піковська О. В., Тонха О. Л. ДСТУ 7905:2015. Захист довкілля. Придатність порушених земель для рекультивації. Класифікація. К., 2016. 10 с. *(Здобувачем взято участь в зборі та узагальненні літературних джерел).*

#### Тези наукових доповідей

8. Балаєв А. Д., **Забалуєв С. В.**, Ткачук М. С., Корнейчук О. О. Зміни вмісту та енергопотенціалу органічної речовини в техноземах з різною літологічною основою за сільськогосподарського використання. Наукові здобутки молоді у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства: II Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених, аспірантів і студентів, м. Київ, 19–20 квітня 2012 року: тези доповіді. К., 2012. С. 18–19. *(Здобувачем взято участь у польових дослідках і узагальненні результатів дослідження, виконано лабораторні аналізи).*

9. Бабенко М. Г., **Забалуєв С. В.** Початкове ґрунтоутворення на літоземах в Степу України. Сучасне ґрунтознавство: наукові проблеми та методологія

викладання: Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 90-річчю кафедри ґрунтознавства та охорони ґрунтів імені професора М. К. Шикули, м. Київ, 29–30 травня 2012 року: тези доповіді. К., 2012. С. 158–161. *(Здобувачем взято участь у польових дослідках, аналізі наукових публікацій, узагальненні результатів дослідження).*

10. Зленко І. Б., **Забалуєв С. В.** Біологічна активність едафотопів техногенних ландшафтів. Відновлення біотичного потенціалу агроєкосистем: II Міжнародна науково-практична конференція, м. Дніпропетровськ, 9 жовтня 2015 року: тези доповіді. Дніпропетровськ, 2015. С. 75–78. *(Здобувачем взято участь у проведенні польових дослідів, відборі зразків ґрунту, виконано лабораторні аналізи).*

## АНОТАЦІЯ

**Забалуєв С. В. Потенціал ґрунтоутворення розкривних гірських порід та його реалізація за сільськогосподарської рекультивації в умовах Південного Степу України.** – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук зі спеціальності 06.01.03 «Агроґрунтознавство і агрофізика». Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2021.

За результатами досліджень, аналізу й узагальнення наукової інформації розроблено систему управління реалізацією потенціалу природних та антропогенних чинників ґрунтоутворення впродовж перших десятиліть сільськогосподарського використання літогенних техноземів, сформованих лесоподібними суглинками, сумішкою червоно-бурих глин і суглинків та сіро-зеленими мергелястими глинами в умовах Південного Степу України.

Доведено, що успішність сільськогосподарського використання безгумусових моделей рекультивованих земель визначається повнотою і швидкістю реалізації, насамперед, літогенного та біогенного (фітогенного) потенціалів ґрунтоутворення.

Літогенний потенціал ґрунтоутворення гірських порід визначається їхньою мінералогією, дисперсністю, засоленістю, термодинамічними показниками; фітогенний потенціал – фітомеліоративними можливостями агроценозів і ресурсним наповненням агротехнологій. Прискорення процесів ґрунтоутворення в літогенних техноземах можливе завдяки максимально можливому насиченню сівозмін фітомеліоративними бобовими та бобово-знаковими багаторічними агроценозами.

Основним процесом ґрунтоутворення є гумусонакопичення, темпи якого визначаються едафічними характеристиками мінералогічного складу субстратів гірських порід, з яких сформовані техноземи та біокліматичним потенціалом території. Формування якісних характеристик гумусу в літогенних техноземах відбувається за зональним типом.

Літогенний і фітогенний потенціали гумусонакопичення найкраще реалізується в техноземах, сформованих сіро-зеленими мергелястими глинами завдяки більшому в них вмісту тонкодисперсних фракцій гранулометричного складу, більшому вмісту монтморилоніту, більшому показнику ємності катіонного обміну, кращим термодинамічним характеристикам, меншому вмісту легкорозчинних фітотоксичних солей у порівнянні з червоно-бурими глинами та суглинками.

**Ключові слова:** рекультивация земель, розкривні гірські породи, технозем, родючість, літогенний потенціал ґрунтоутворення, біогенний потенціал ґрунтоутворення, фітомеліоративні агроценози, гумусонакопичення.

## АННОТАЦИЯ

**Забалуев С. В. Потенциал почвообразования вскрышных горных пород и их реализация при сельскохозяйственной рекультивации в условиях Южной Степи Украины.** – Квалификационный научный труд на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.03 «Агропочвоведение и агрофизика». Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины. Киев, 2021.

По результатам исследований, анализа и обобщения научной информации разработана система управления реализацией потенциала природных и антропогенных факторов почвообразования в течение первых десятилетий сельскохозяйственного использования литогенных техноземов, сформированных лессовидными суглинками, смесью красно-бурых глин и суглинков и серо-зелеными мергелистыми глинами в условиях Южной Степи Украины.

Доказано, что успешность сельскохозяйственного использования безгумусовых моделей рекультивированных земель определяется полнотой и скоростью реализации прежде всего литогенного и биогенного (фитогенного) потенциалов почвообразования.

Литогенный потенциал почвообразования горных пород определяется их химико-минералогическим составом, дисперсностью, засоленностью, термодинамическими показателями, а фитогенный потенциал – фитомеліоративными возможностями агроценозов и ресурсным наполнением агротехнологий. Ускорение процессов почвообразования в литогенных техноземах происходит благодаря максимально возможному насыщению севооборотов фитомеліоративными бобовыми и бобово-знаковыми многолетними агроценозами.

Основным процессом почвообразования в литогенных техноземах является гумусонакопление, темпы которого определяются эдафическими характеристиками субстратов горных пород, из которых сформированы техноземы и биоклиматическим потенциалом территории. Формирование качественных характеристик гумуса в литогенных техноземах происходит по зональному типу.

Литогенный и фитогенные потенциалы гумусонакопления более полно реализуются в техноземах, сформированных из лессовидных суглинков и серо-зеленых мергелистых глин благодаря большему содержанию в них тонкодисперсных гранулометрических фракций, большему содержанию монтмориллонита, большей емкости катионного обмена, лучшим термодинамическим характеристикам, меньшему содержанию легкорастворимых солей в сравнении с красно-бурыми глинами и суглинками.

**Ключевые слова:** рекультивация земель, вскрышные горные породы, технозем, плодородие, литогенный потенциал почвообразования, биогенный потенциал почвообразования, фитомелиоративный агроценоз, гумусонакопление.

## ANNOTATION

**Zabaluyev S. V. Potential of Soil Genesis of Lithogenic Techno-Soils and its Realization During Agricultural Recultivation in the Conditions of the Southern Steppe of Ukraine.** – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

The dissertation for the candidate degree of agricultural sciences on a specialty 06.01.03 «Agricultural Soil Science and Agricultural Physic». National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv, 2021.

According to the results of research, analysis and generalization of scientific information, scientific principles of managing the realization of the potential of natural and anthropogenic factors of soil formation during the first decades of agricultural use of lithogenic technosoils formed by loess-like loams, a mixture of red-brown loams and green-gray loams in conditions of the Southern Steppe of Ukraine. It is proved that the success of agricultural use of humus-free models of reclaimed lands is determined by the completeness and speed of realization of primarily lithogenic and biogenic (phytogenic) potentials of soil formation.

Lithogenic potential of soil formation of rocks is determined by their mineralogy, dispersion, salinity, thermodynamic parameters; phytogenic potential – phytomeliorative possibilities of agrocnoses and resource filling of agrotechnologies.

Acceleration of soil formation processes in lithogenic techno-soils is possible due to the maximum possible saturation of crop rotations with phytomeliorative legumes and legume-cereal perennial agrocnoses.

The main process of soil formation is humus accumulation, which rate is determined by the edaphic characteristics of the mineralogical composition of the substrates of rocks from which the techno-soils and the bioclimatic potential of the territory are formed. The formation of qualitative characteristics of humus in lithogenic technosoils occurs by zonal type. Over a 45-year period, the humus content (layer 0–20 cm) increased in the techno-soils formed by: forest-like loams – from 0.41 to 1.49 %; a mixture of red-brown clays and loams – from 0.22 to 1.33 %; gray-green marl clays – from 0.18 to 1.53 %.

Lithogenic and phytogenic potentials of humus accumulation are better realized in techno-soils formed from loess-like loams and gray-green marly clays due to higher

content of fine granulometric fractions, higher content of montmorillonite, higher capacity of thermocouples comparing with red-brown clays and loams.

At the beginning of agricultural use, lithogenic techno-soils, in comparison with zonal intact soils have more limiting factors for the growth and development of agrocenoses and their limiting level is more significant. Over time, some limiting factors (nutritional regime, physical properties) decrease their level. If at the beginning of biological development lithogenic technosoils have low fertility rates and are able to provide edaphic resources only perennial legumes, then after 45 years they are able to form the generative productivity of spring barley demanding fertility at the level of 69.8–82.2 % of yield on zonal intact lands.

**Key words:** land reclamation, overburden rocks, techno-lands, fertility, lithogenic potential of soil formation, biogenic potential of soil formation, phytomeliorative agrocenoses, humus accumulation.



Підписано до друку 09.04.2021 року.      Формат 60x84\16  
Ум. друк. арк. 0,9      Обл.-вид.арк. 0,9  
Наклад 100 прим.      Зам. № 210219

Віддруковано у редакційно-видавничому відділі НУБіП України  
вул. Героїв Оборони, 15, Київ, 03041, тел.: 527-81-55, e-mail: nubip\_druk@ukr.net  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4097 від 17.06.2011





