

ПОТЕНЦІАЛ ҐРУНТОГЕНЕЗУ ЛІТОГЕННИХ ТЕХНОЗЕМІВ І ЙОГО РЕАЛІЗАЦІЯ ЗА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

ЗАБАЛУЄВ С.В. – здобувач

<https://orcid.org/0000-0001-9584-1811>

Національний університет біоресурсів і природокористування України

БАЛАЄВ А.Д. – доктор сільськогосподарських наук, професор

<https://orcid.org/0000-0001-9299-065>

Національний університет біоресурсів і природокористування України

ЗАБАЛУЄВ В.О. – доктор сільськогосподарських наук, професор

<https://orcid.org/0000-0002-8702-849X>

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Постановка проблеми. В Україні, яка займає 0,4 відсотка території суші нашої планети і видобуває близько 5% світового обсягу корисних копалин, ця проблема є надзвичайно актуальною. Лише у Нікопольському марганцевому басейні за видобутку марганцевої руди кар'єрним способом знищено понад 15 тис. га родючих чорноземних ґрунтів. Окрім цього, знищуються фіто-, зоо- і мікробіоценози; формуються посттехногенні ландшафти з непритаманними сучасній території елементами рельєфу; радикально змінюються гідрологічний і гідрологічний режими, мезо- і мікроклімат. Тому відновлення ґрунтового покриву як базового компоненту ландшафту посттехногенних територій є актуальною проблемою для гірничодобувних регіонів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Теоретичні основи біологічної рекультивациі порушених земель в Україні були започатковані М.О. Бекаревичем, М.Т. Масюком, Л.В. Єстеревською, А.П. Травлевим, І.Х. Узбеком [1–6], поглиблені і розширені дослідженнями Р.М. Панаса [7], В.М. Зверковського [8], В.О. Забалуєва [9], М.М. Харитонова [10] та інших. У їх працях сформовано сучасне уявлення про специфіку родючості гірських порід, про раціональні моделі техноземних ґрунтів для сільськогосподарського і лісогосподарського використання.

Сільськогосподарський напрям рекультивациі передбачає на технічному етапі створення штучних ґрунтоподібних тіл – техноземів, різноякісність моделей і конструкцій яких зумовлюється геологічною специфікою родовища, еколого-економічними і інженерно-технічними можливостями, а також вимогами агроценозів до едафічного середовища. Тому дослідження потенціалу ґрунтоутворення природних факторів, можливості управління спрямованістю і прискоренням ґрунтогенезу в техноземах, сформованих із потенційно-родючих гірських порід без покриття їх гумусованим шаром ґрунтової маси, є ключовим актуальним питанням успішності біологічної рекультивациі порушених земель.

Аналіз наукових публікацій з проблем рекультивациі порушених земель, формування раціональних моделей техноземів і їх сільськогосподарського використання за різного біокліматичного, едафічного і агротехнологічного ресурсного забезпечення.

Метою наших досліджень є оцінка ресурсів ґрунтоутворювального потенціалу розкривних гірських порід

в різноякісних за літогенним складом техноземах і його реалізація за тривалого сільськогосподарського використання рекультивованих земель в умовах південного Степу України. За дефіциту гумусованої ґрунтової маси можливе використання розкривних потенційно родючих гірських порід для формування безгумусних моделей різноякісних за літологічним складом конструкцій техноземів. Досліджували сприйнятливості до ґрунтогенезу різноякісних субстратів розкривних гірських порід за дисперсністю, здатністю до гумусонакопичення, хіміко-мінералогічним складом, термодинамічними характеристиками, забезпеченістю біофілії елементами.

Методика досліджень ґрунтогенезу в техноземах, сформованих розкривними гірськими породами без використання гумусованої ґрунтової маси, має певні особливості порівняно з класичними методами вивчення непорушених ґрунтів. По-перше, у таких ґрунтоподібних тілах або молодих малопотужних ґрунтах відсутні генетичні горизонти профілю. По-друге, формування літогенних техноземів відбувається в умовах посттехногенних ландшафтів зі значними, непритаманними зональними, діапазонами просторової мінливості форм рельєфу, а також неоднорідності (як вертикальної, так і горизонтальної) складу і властивостей гірських порід, що складають відвали. Ще однією особливістю об'єкту досліджень є досить динамічні зміни едафічних характеристик техноземів у перші роки їх біологічного освоєння: в молодих ґрунтах навіть на одній ґрунтоутворюючій породі в однакових кліматичних і геоморфологічних умовах під однотипною рослинністю едафічні характеристики динамічно змінюються, що потребує обов'язкової фіксації їхніх параметрів через певні нетривалі проміжки часу для встановлення темпів і стадій ґрунтогенезу [9].

Польові дослідження проводили на науково-дослідному стаціонарі з рекультивациі земель, розташованому поблизу м. Покров Дніпропетровської області за загальноприйнятою методикою [11]. На трьох різноякісних за літологічним складом моделях техноземів, сформованих: лесоподібними суглинками; сумішкою червоно-бурих глин і суглинків; сіро-зеленими мергелястими глинами впродовж 45-річного періоду (1971–2015 рр.) досліджували багаторічний вплив рослинності на темпи ґрунтоутворення. Вивчали варіанти агросукцесій з таким чергуванням агроценозів:

– агросукцесія А → люцерна посівна 4 роки → ярий ячмінь → еспарцет піщаний 5 років → ярий ячмінь → бобово-злакова травосуміш 9 років → чистий пар → озима пшениця → бобово-злакова травосуміш 23 роки;

– агросукцесія Б → люцерна посівна 4 роки → 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-злакова травосуміш 22 роки.

Тобто у агросукцесії А багаторічні бобові і бобово-злакові агроценози вирощували 41 рік, (91% часу), ще 3 роки (7%) – однорічні зернові культури і один рік техноземи були під чистим паром (2%). У 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 їх насиченість багаторічними бобовими і бобово-злаковими агрофітоценозами, які мають набагато більший фітомеліоративний вплив на техноземи у порівнянні з однорічними агроценозами, насамперед зерновими культурами.

Дослідження проводили за загальноприйнятими стандартизованими методиками. У зразках визначали: органічну речовину [12], реакцію ґрунтового середовища [13], загальний азот [14], рухомі сполуки фосфору і калію [15]. Математичну обробку експериментальних даних проводили методом дисперсійного аналізу з використанням програми SPSS 8.0.

Результати дослідження. Дисперсність твердої фази субстратів гірських порід зумовлює важливі

едафічні характеристики, сприятливість для реалізації потенціалу ґрунтогенезу з «нуль-моменту» біологічного освоєння, визначає властивості і режими новостворених едафічних систем. Рівень реалізації цього потенціалу 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 агротехнологічні ресурси (використання добрив, меліорантів, пестицидів, підбір рослин-фітомеліорантів, механічний обробіток тощо).

За коефіцієнтом специфічності, запропонованим В. Таргульяном [16] (відношення певного показника досліджуваних субстратів до еталонного ґрунту), встановлено потенціали ґрунтогенезу за вмістом органічної речовини, дисперсністю і ємністю катіонного обміну. Як свідчать дані табл. 1, найвищою реалізацією потенціалу гумусонакопичення характеризуються сіро-зелені мергелясті глини: якщо на початку їх освоєння показник специфічності складав лише 0,04, то вже через 45 років – 0,32–0,36, тобто зріс у 8–9 разів. За вмістом «фізичної глини» досліджувані субстрати не поступаються або дещо перевищують показники зонального ґрунту. Сприятливість до прискореного ґрунтогенезу зумовлена 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 ґрунтогенезу за хіміко-мінералогічним складом і термодинамічними характеристиками. Вміст, склад і співвідношення глинистих мінералів

Таблиця 1 – Літогенний потенціал ґрунтогенезу різноякісних техноземів та його реалізація за тривалого сільськогосподарського використання

Варіант	Коефіцієнт специфічності до еталону (зонального ґрунту)		
	за вмістом органічного Карбону	за вмістом «фізичної глини»	за ємністю катіонного обміну
Технозем, сформований лесоподібними відкладами			
З борту кар'єру	0,10	90,9	91,8
Через 45 років сільськогосподарського використання:			
агросукцесія А	0,35	92,0	93,0
агросукцесія Б	0,30	91,2	92,3
Технозем, сформований сумішкою червоно-бурих глин і суглинків			
З борту кар'єру	0,05	114,8	105,7
Через 45 років сільськогосподарського використання:			
агросукцесія А	0,32	115,9	107,8
агросукцесія Б	0,27	115,1	106,3
Технозем, сформований сіро-зеленими мергелястими глинами			
З борту кар'єру	0,04	126,8	162,9
Через 45 років сільськогосподарського використання:			
агросукцесія А	0,36	128,2	164,8
агросукцесія Б	0,32	127,4	163,4

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

є визначальними для реалізації потенціалу ґрунтоутворення. Мінеральна частина лесоподібних і червоно-бурих відкладів має континентальне походження, тому у тонкодисперсних фракціях переважають гідрослюди (38–66%) і каолінит (27–36%), а в сіро-зелених мергелястих глин морського походження більше міститься монтморилоніту (52–64%), що є більш сприятливим для гумусонакопичення.

За термодинамічними показниками мінеральної частини гірських порід і ґрунтів зроблено оцінювання їх реакційної спроможності до ґрунтоутворення. Розрахунки енергії кристалічної решітки у 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) і ентропії мінеральної частини (52,4–57,8 і 65,4 КДж/100 г) дозволяють стверджувати про кращу реакційну спроможність гірських порід у порівнянні із зональним ґрунтом, що зумовлює прискорення реалізації потенціалу ґрунтогенезу у технозомах, сформованих досліджуваними гірськими породами. Такі термодинамічні показники гірських порід зумовлені їх мінералогічним і хімічним складом, насамперед через більший (у порівнянні із зональним ґрунтом) вміст CaCO_3 і R_2O . Оскільки глинисті мінерали мають різні термодинамічні характеристики, отже й різний потенціал ґрунтогенезу. Встановлено, що за термодинамічними показниками і мінералогічним складом найвищий потенціал до ґрунтоутворення має сіро-зелена мергеляста глина.

Едафо-конструктивний потенціал ґрунтогенезу реалізується через підбір найбільш сприятливих за едафічними характеристиками потенційно родючих гірських порід для конструювання літогенних техноземів. За узагальненими даними попередніх досліджень [1; 2; 6; 9] було досліджено понад 20 різноякісних за генезисом, складом і властивостями розкритих гірських порід Нікопольського марганцеворудного басейну з метою їх використання як едафічних субстратів для конструювання техноземів без використання гумусованої маси ґрунту. Встановлено, що найбільш сприятливі характеристики мають незасолені і малозасолені лесоподібні відклади. Перспективним є також використання малозасолених сіро-зелених мергелястих глин. У червоно-бурих глинах і суглинках високий вміст легкорозчинних солей обмежує вегетацію рослин. Слід зауважити, що кожен субстрат має специфічні обмежуючі чинники, які необхідно враховувати під час конструювання моделей техноземів.

Біогенний потенціал ґрунтогенезу та його реалізація в технозомах за сільськогосподарського використання. Біогеохімічна суть ґрунтогенезу базується насамперед на взаємодії кореневих систем рослин з едафічним середовищем. Тому темпи реалізації біогенного потенціалу ґрунтогенезу визначаються кількістю і якістю біомаси (насамперед фітомаси) як основного джерела фітомаси і її трансформації у педогенний органічний Карбон, а також накопичення ресурсів біофільних елементів за певний проміжок часу, необхідний для формування морфо-

логічних ознак і диференціації профілю на генетичні горизонти.

Для дослідження темпів гумусонакопичення за 45-річний період сільськогосподарського використання різноякісних техноземів використовували дані про кількість рослинних (насамперед кореневих) решток, які щорічно надходять в техноземи і стають основним джерелом органічної речовини і енергетичного матеріалу для ґрунтогенезу. 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 з суміші червоно-бурих глин і суглинків - 248,2 т/га, що на 17,1 т/га більше, ніж в технозомах, сформованих лесоподібними суглинками і на 18,4 т/га більше, ніж в технозомах, сформованих сіро-зеленими мергелястими глинами. Така ж закономірність зафіксована і в агросукцесії Б. Тобто на менш родючому субстраті (про що свідчать дані продуктивності надземної фітомаси) рослини формують більшу масу коренів, що, відповідно, забезпечує надходження в едафотоп більшої кількості органічної речовини - основного агента ґрунтогенезу. У агросукцесії А з насиченням багаторічних агроценозів надходження у техноземи кореневої маси була значно більшою у порівнянні з агросукцесією Б на усіх досліджуваних моделях техноземів. За досліджуваний період ця різниця склала: на лесоподібних суглинках - 54,2 т/га; на суміші червоно-бурих глин і суглинків - 62,3; на сіро-зелених мергелястих глинах - 52,7 т/га. Отже, отримані дані підтверджують можливість управління процесом ґрунтогенезу шляхом максимально можливого насичення агросукцесій фітомеліоруючими агроценозами.

Висновки. Процеси продукування і трансформації фітомаси сільськогосподарських культур в органічну речовину у перші десятиліття освоєння техноземів відбуваються досить швидкими темпами - від 0,48 до 0,81 т/га у середньому за рік залежно від едафічних характеристик техноземів та насиченості агросукцесій фітомеліоративними агроценозами. Важливу роль відіграють і певні специфічні обмежувальні фактори вегетації рослин, притаманні гірським породам. Найбільший вплив в реалізації потенціалу гумусонакопичення мають кількість і якість підземної фітомаси, а також мінералогічний, гранулометричний склад, засоленість і термодинамічні характеристики субстратів.

Найвищі показники реалізації потенціалу гумусонакопичення зафіксовані в технозомах, сформованих з сіро-зелених мергелястих глин: середньорічна акумуляція гумусу в них склала 0,71-0,81 т/га. На нашу думку, такі показники зумовлені сприятливим мінералогічним (переважанням монтморилоніту) і гранулометричним (високим вмістом тонкодисперсних фракцій), а також низьким вмістом фітотоксичних солей.

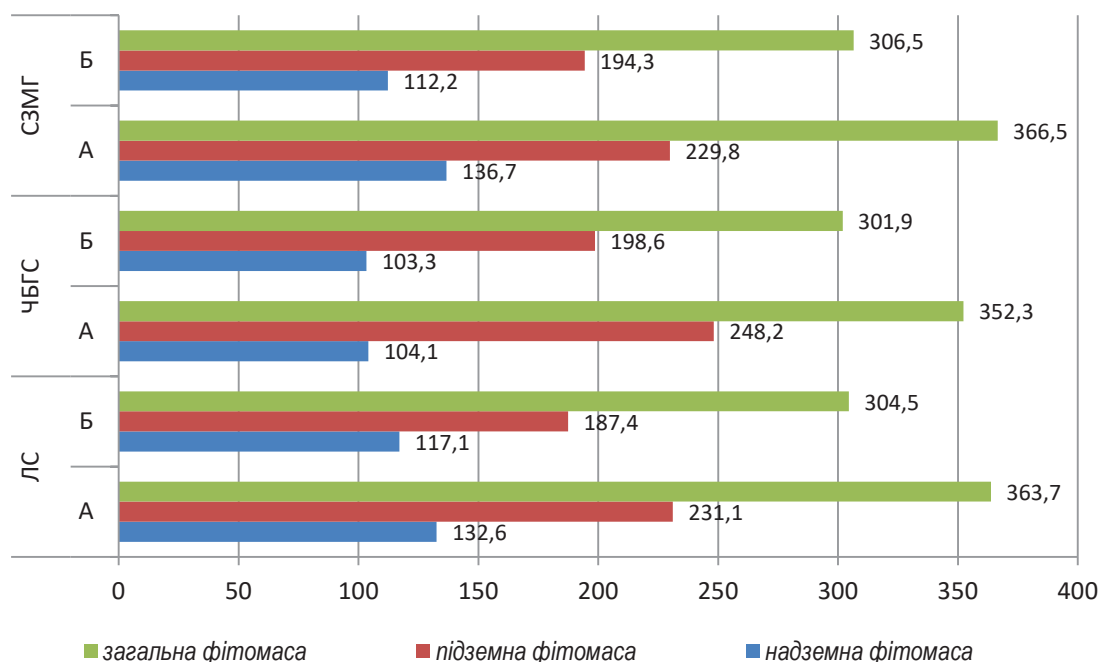


Рис. 1. Продуктивність надземної і підземної фітомаси агроценозів за 45-річний період сільськогосподарського використання техноземів, т/га

Умовні позначення: ЛС – технозем, сформований з лесоподібних суглинків; ЧБГС – технозем, сформований червоно-бурими глинами і суглинками; СЗМГ – технозем, сформований з сіро-зелених мергельстих глин; А – агросукцесія А; Б – агросукцесія Б

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бекаревич Н.Е., Масюк Н.Т. Эколого-биологические предпосылки сельскохозяйственного освоения участков открытых разработок в Никопольском марганцеворудном бассейне. Почвы Днепропетровской области и пути их рационального использования. Днепропетровск : Промінь, 1966. С. 69–74.
2. Бекаревич Н.Е., Масюк Н.Т. Рекультивация черноземов. Русский чернозем – 100 лет после Докучаева. Москва : Наука, 1983. С. 228–241.
3. Етеревская Л.В., Угарова В.А. Процессы почвообразования в техногенных ландшафтах степи УССР. Почвообразование в техногенных ландшафтах. Новосибирск : Наука, 1979. С. 140–146.
4. Травлеев А.П., Альбицкая М.А., Лындя А.Г., Зверковский В.Н. Вопросы оптимизации техногенных ландшафтов Западного Донбасса путем создания мелиоративных и рекреационных лесных насаждений. Биогеоценотические основы лесной рекультивации нарушенных земель Западного Донбасса. Днепропетровск : ДГУ, 1980. С. 21–38
5. Етеревская Л.В., Угарова В.А. Процессы почвообразования в техногенных ландшафтах степи УССР. Почвообразование в техногенных ландшафтах. Новосибирск : Наука, 1979. С. 140–156.
6. Узбек И.Х. Возделывание некоторых сельскохозяйственных культур на породах открытых разработок марганца в Никопольском районе Днепропетровской области : автореф. дисс... канд. с.-х. наук. Одесса, 1969. 23 с.
7. Панас Р.М. Агроэкологические основы рекультивации земель (на примере месторождений серы Предкарпатского бассейна). Львов, 1989. 160 с.

8. Зверковский В.Н. Участки лесной рекреации на нарушенных землях Западного Донбасса. Мониторинговые исследования биогеоценотических систем степной зоны. Днепропетровск : ДГУ, 1995. С. 104–110.

9. Забалуев В.О. Едафо-фітоценотичне обґрунтування формування та функціонування стійких агроєко-систем на рекультивованих землях степу України : автореф. дис... доктора с.-г. наук : 03.00.16. К., 2005. 40 с.

10. Харитонов М.М., Пашова В.Т., Шупранова Л.В. Вплив фітомеліорації гірських порід на властивості ґрунту. *Агроєкологічний журнал*. 2005. № 4. С. 33–36.

11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.

12. ДСТУ 4289:2004. Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини. [Чинний від 2005-07-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 14 с.

13. ДСТУ ISO 10390:2007. Якість ґрунту. Визначення рН (ISO 10390:2005, IDT). [Чинний від 2009-10-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2012. 8 с.

14. ДСТУ ISO 11261:2001. Якість ґрунту. Визначення загального вмісту азоту. Модифікаційний метод К'ельдаля (ISO 11261:1995, IDT). [Чинний від 2003-07-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2003. 9 с

15. ДСТУ 4405:2005. Якість ґрунту. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за методом Кірсанова в модифікації ННЦ ІГА. [Чинний від 2006-07-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 10 с.

16. Таргульян В.О. Теория педогенеза и эволюции почв. Москва : ГЕОС, 2019. 296 с.

REFERENCES:

1. Bekarevich, N.Ye., & Masyuk, N.T. (1966). Ekologo-biologicheskije predposylki sel'skokhozaystvennogo

osvoyeniya uchastkov otkrytykh razrobotok v Nikopol'skom margantsevorudnom bassejne [Ecological and biological prerequisites for agricultural development of opencast mining sites in the Nikopol manganese ore basin]. *Pochvy Dnepropetrovskoy oblasti i puti ikh ratsional'nogo ispol'zovaniya* [Soils of Dnepropetrovsk region and ways of their rational use]. Dnepropetrovsk: Promin [in Russian].

2. Bekarevich, N.Ye., & Masyuk, N.T. (1983). *Rekul'tivatsiya chernozemov. Russkiy chernozem – 100 let posle Dokuchayeva* [Recultivation of chernozems. Russian black earth - 100 years after Dokuchaev]. Moscow: Nauka [in Russian].

3. Yeterevskaya, L.V., & Ugarova, V.A. (1979). *Protsessy pochvoobrazovaniya v tekhnogennykh landshaftakh stepi USSR. Pochvoobrazovaniye v tekhnogennykh landshaftakh* [Soil formation processes in technogenic steppe landscapes of the Ukrainian SSR. Soil formation in technogenic landscapes]. Novosibirsk: Nauka [in Russian].

4. Travleyev, A.P., Al'bitskaya, M.A., Lyndya, A.G., Zverkovskiy, V.N. (1980). *Voprosy optimizatsii tekhnogennykh landshaftov Zapadnogo Donbassa putem sozdaniya meliorativnykh i rekreatsionnykh lesnykh nasazhdeniy* [Questions of optimization of technogenic landscapes of Western Donbass by creating reclamation and recreational forest plantations]. *Biogeotsenoticheskiye osnovy lesnoy rekul'tivatsii narushennykh zemel' Zapadnogo Donbassa* [Biogeocenotic foundations of forest reclamation of disturbed lands in Western Donbass]. Dnepropetrovsk: DGU [in Russian].

5. Yeterevskaya, L.V., & Ugarova, V.A. (1979). *Protsessy pochvoobrazovaniya v tekhnogennykh landshaftakh stepi USSR. Pochvoobrazovaniye v tekhnogennykh landshaftakh* [Soil formation processes in technogenic steppe landscapes of the Ukrainian SSR. Soil formation in technogenic landscapes]. Novosibirsk: Nauka [in Russian].

6. Uzbek, I.Kh. (1969). *Vozdelyvaniye nekotorykh sel'skokhozyaystvennykh kul'tur na porodakh otkrytykh razrobotok margantsa v Nikopol'skom rayone Dnepropetrovskoy oblasti* [Cultivation of some agricultural crops on the rocks of open mining of manganese in Nikopol district of Dnepropetrovsk region]. Extended abstract of candidate's thesis. Odessa [in Russian].

7. Panas, R.M. (1989). *Agroekologicheskkiye osnovy rekul'tivatsii zemel' (na primere mestorozhdeniy sery Predkarpatskogo bassejna)* [Agroecological bases of land reclamation (on the example of sulfur deposits of the Ciscarpathian basin)]. Lviv [in Russian].

8. Zverkovskiy, V.N. (1995). *Uchastki lesnoy rekreatsii na narushennykh zemlyakh Zapadnogo Donbassa. Monitoringovyye issledovaniya biogeotsenoticheskikh sistem stepnoy zony* [Forest recreation areas on disturbed lands of Western Donbass. Monitoring studies of biogeocenotic systems of the steppe zone]. Dnepropetrovsk: DGU [in Russian].

9. Zabaluyev, V.O. (2005). *Edafo-fitotsenotychne obgruntuvannya formuvannya ta funktsionuvannya stiykykh ahroekosystem na rekul'tyvovanykh zemlyakh stepu Ukrayiny* [Edapho-phytocenotic substantiation of formation and functioning of stable agroecosystems on recultivated lands of steppe of Ukraine]. *Extended abstract of Doctor's thesis*. Kyiv [in Ukrainian].

10. Kharytonov, M.M., Pashova, V.T., & Shupranova, L.V. (2005). *Vplyv fitomelioratsiyi hirs'kykh porid na vlastyvoli gruntu* [Influence of phytomelioration of rocks on soil properties]. *Ahroekologichnyy zhurnal – Agroecological journal*, 4, 33–36 [in Ukrainian].

11. Dospekhov, B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta* [Method of field experiment]. Moscow: Agropromizdat [in Russian].

12. Yakist' gruntu. *Metody vyznachennya orhanichnoy rechovyny* [Methods for determining organic matter]. (2005). *DSTU 4289:2004 from 07th January 2005*. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].

13. Yakist' gruntu. *Vyznachennya rN (ISO 10390:2005, IDT)* [Soil quality. Determination of pH (ISO 10390: 2005, IDT)]. (2012). *DSTU ISO 10390:2007 from 10th January 2009*. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].

14. Yakist' gruntu. *Vyznachennya zahal'noho vmistu azotu. Modyfikatsiynyy metod K²ye'l'dalya (ISO 11261:1995, IDT)* [Soil quality. Determination of total nitrogen content. Kjeldahl modification method (ISO 11261: 1995, IDT)]. (2003). *DSTU ISO 11261:2001 from 07th January 2003*. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].

15. Yakist' gruntu. *Vyznachennya rukhomykh spoluk fosforu i kaliyu za metodom Kirsanova v modyfikatsiyi NNTS IHA* [Soil quality. Determination of mobile compounds of phosphorus and potassium by the method of Kirsanov in the modification of NSC IGA]. *DSTU 4405:2005 from 07th January 2006*. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].

16. Targul'yan, V.O. (2019). *Teoriya pedogeneza i evolyutsii pochv* [The theory of pedogenesis and soil evolution]. Moscow: GEOS [in Russian].

Забалуєв С.В., Балаєв А.Д., Забалуєв В.О. Потенціал ґрунтогенезу літогенних техноземів і його реалізація за сільськогосподарської рекультивациі в умовах Південного Степу України

Проблема забезпечення людства продовольством і екологічно безпечне довкілля стають головними викликами сучасності, вирішення яких потребує збереження і ефективного використання ґрунтових ресурсів. В Україні, яка займає 0,4% території суші нашої планети, видобувається близько 5% світового обсягу корисних копалин, ця проблема є надзвичайно актуальною. Лише у Нікопольському марганцевому басейні за видобутку марганцевої руди кар'єрним способом знищено понад 15 тис. га родючих чорноземних ґрунтів. Тому їх рекультивациа є важливою актуальною проблемою. За дефіциту гумусованої ґрунтової маси можливе використання розкритих потенційно родючих гірських порід для формування безгумусних моделей різноякісних за літологічним складом конструкцій техноземів. **Метою** досліджень є оцінка ресурсів ґрунтоутворювального потенціалу гірських порід для формування різноякісних за літогенним складом техноземів, а також його реалізація за тривалого сільськогосподарського використання рекультивованих земель в умовах південного Степу України. **Результати.** Літогенний потенціал ґрунтогенезу різноякісних субстратів гірських порід визначали за показниками їх дисперсності, здатності до гумусонакопичення, за хіміко-мінералогічним складом, термодинамічними характеристиками, забезпеченістю біофіліїними елементами. За коефіцієнтом специфічно-

сті було визначено потенціали ґрунтогенезу за вмістом органічної речовини, дисперсністю і ємністю катіонного обміну. Встановлено, що найвищою реалізацією потенціалу гумусонакопичення характеризуються сіро-зелені мергелясті глини: якщо на початку їх освоєння показник специфічності складав лише 0,04, то вже через 45 років сільськогосподарського освоєння – 0,32–0,36, тобто зріс у 8–9 разів. **Висновок.** Результати дослідження дозволили визначити найбільш якісні субстрати гірських порід для формування техноземів сільськогосподарського напрямку використання рекультивованих земель – лесоподібні суглинки і сіро-зелені мергелясті глини.

Ключові слова: рекультивація, техноземи, гірські породи, ґрунтогенез, гумусонакопичення.

Zabaluev S.V., Balaev A.D., Zabaluev V.O.
Potential of soil genesis of lithogenic techno-soils and its realization during agricultural recultivation in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine

Ukraine produces about 5% of the world's mineral resources. In the Nikopol manganese basin more than 15,000 hectares of fertile chernozem soils have been destroyed by manganese ore mining. Recultivation of disturbed lands allows to solve both ecological-biosphere and socio-economic issues, to improve the sanitary and hygienic conditions of post-technogenic territories, as well as to return the destroyed soil resources to agricultural production. **The purpose** of our research is to estimate the resources of soil-forming potential of overburden rocks in high-quality lithogenic composition of man-made structures and its implementation for long-term agricultural use of recultivated land in the southern steppe of Ukraine. **Results.** Substantiation of rational models of technosoils involves the study of resources of the lithogenic potential of soil genesis in different substrates of overburden rocks

by dispersion, ability to humus accumulation, chemical and mineralogical composition, thermodynamic characteristics, biophilic elements. The dispersion of the solid phase of rock substrates determines the favorable for the realization of the potential of soil genesis from the "zero moment" of biological development, determines the properties and modes of newly formed edaphic systems. The level of realization of this potential depends on specific natural and climatic conditions and is determined by the ability of phyto-, micro- and zoocenoses to use both edaphic resources of technosoils (primarily water, heat, air) and additional agro-technological resources (use of fertilizers, ameliorants, pesticides, selection of phytomeliorants, mechanical treatment, etc.). According to the coefficient of specificity (the ratio of a certain indicator of the studied substrates to the reference soil), the potentials of soil genesis in terms of organic matter content, dispersion and cation exchange capacity were determined. It is established that the highest realization of humus accumulation potential is characterized by gray-green marl clays. If at the beginning of their development the specificity index was only 0.04, then after 45 years of agricultural development – 0.32–0.36, so it was increased by 8–9 times. **Conclusion.** It is shown that the rate of realization of the biogenic potential of soil genesis is determined by the quantity and quality of phytomass that enters the soil and is the main source of organic matter for transformation into pedogenic organic carbon. The processes of production and transformation of phytomass of agricultural crops into organic matter in the first decades of development of technosoils are quite fast - from 0.48 to 0.81 t / ha on average per year, depending on the edaphic characteristics of soils and saturation of agrosuccesses phytomelioration.

Key words: reclamation, techno-soils, rocks, soil genesis, humus accumulation.