

# ECOLOGY AND NOOSPHEROLOGY

ISSN 1726-1112 (Print)  
ISSN 2310-4309 (Online)  
Ecol. Noospher., 30(1), 14–18  
doi: 10.15421/031902

## Ecological features of urease activity distribution in technogenically altered soils of the Nikopol manganese ore basin

V. I. Chorna, I. V. Wagner

*Dniprovsk State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine*

### Article info

Received 23.03.2019  
Received in revised form  
28.03.2019  
Accepted 05.04.2019

*Dniprovsk State Agrarian and  
Economic University,  
str. Serhiy Yefremov, 25, Dnipro,  
49000, Ukraine.  
Tel.: +38-097-268-38-71  
E-mail: v.ch.49a@gmail.com*

**Chorna, V. I., Wagner, I. V. (2019). Ecological features of urease activity distribution in technogenically altered soils of the Nikopol manganese ore basin. *Ecology and Noospherology*, 30(1), 14–18. doi:10.15421/031902**

The challenge of degradation of natural ecosystems because of human activity is considered by the world community to be the most serious problems facing mankind. As a result of mineral extraction, man-made landscapes and environmentally ruined areas replace natural habitats and agroecosystems; a whole spectrum of man-made processes are typical for such landscapes, which leads to a decrease in species richness and biological diversity within such areas. Degraded territories formed in the process of coal mining are often partially restored through remediation measures. During the implementation of the technical stage of remediation, substrates with different potential fertility having different environmental properties and quality are used. Specific features of distribution total, available nitrogen concentrations and levels of urease enzymatic activity at the layers of artificial soil, sod-lithogenic soils onto gray-green and red-brown clays and on loess-like loams in the Nikopol manganese ore basin are established. It is presented general assessment of technosol status by concentration of general easily hydrolysed nitrogen enzyme activity of urease and this enzyme enriches the soil with mineral nitrogen in the process of mineralization of organic substances. The level of activity of urease, investigated soils, determines the intensity of the direction of biochemical processes that affect soil fertility. High correlation between concentrations of soluble nitrogen and urease activity values by layers of artificial soil ( $r = 0.81$ ), sod-lithogenic soils onto gray-green ( $r = 0.98$ ), red-brown clays ( $r = 0.72$ ) and onto loess-like loam ( $r = 0.85$ ) were found. Tendency of decreasing hydrolytic enzyme activity, urease, with depth in all types of artificial soil studied was established. It has been established that biochemical diagnostics of technozem processes beyond the level of activity of the hydrolytic enzyme urease makes it possible to estimate the direction of changes at the layers of artificial soil, sod-lithogenic soils onto gray-green and red-brown clays and on loess-like loams. The recultivated soil has some what lower fertility and greater salinity at the lower horizons, but is capable of performing ecological functions and can not only be used for economic purposes, but also perform ecological functions.

*Keywords:* soil reclamation; technosol; soil enzymes; urease; technogenesis

## Екологічні особливості розподілу уреазної активності у техногенно-порушених ґрунтах Нікопольського марганцеворудного басейну

В. І. Чорна, І. В. Вагнер

*Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Дніпро, Україна*

Визначено особливості розподілу концентрації загального рухомого азоту і рівней ферментативної активності уреазни по шарах педоземів, дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених і червоно-бурих глинах та на лесоподібних суглинках Нікопольського марганцеворудного басейну. Надано загальну оцінку стану техноземів за концентрацією легкогідролізованого азоту та активністю гідролітичного ферменту уреазни, яка збагачує ґрунт мінеральним азотом у процесі

мінералізації органічних речовин. Рівень активності уреазі досліджуваних техногенно-порушених ґрунтів визначає інтенсивність, спрямованість біохімічних процесів, від яких залежить родючість ґрунту. Установлено високу кореляційну залежність між концентрацією розчинного азоту і рівнем активності ґрунтової уреазі по шарах педоземів ( $r = 0,81$ ), дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених ( $r = 0,98$ ) і червоно-бурих глинах ( $r = 0,72$ ) та лесоподібних суглинках ( $r = 0,85$ ). Установлено, що біохімічна діагностика техноземів за рівнем уреазної активності гідролітичного ферменту уреазі дозволяє надати оцінку спрямованості змін родючості ґрунтів по шарах педоземів та дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених, червоно-бурих глинах та лесоподібному суглинку. Використання рівня уреазної активності може бути надійним і перспективним напрямом біомоніторингу едафотопів техногенно-порушених ландшафтів.

*Ключові слова:* рекультивация; техноземи; ґрунтові ферменти; уреазі

## Вступ

Одним із важливих показників, які характеризують продуктивність ґрунтів, є ферментативна активність. Дослідження в цій галузі проводилися багатьма ученими (Tian et al., 2008; Kazeev et al., 2003; Ahmedova et al., 2014), які встановили високу ефективність використання цього показника для діагностики динаміки родючості ґрунтів за різних антропогенних і природних впливів на екосистеми. Перевагою застосування цього методу є можливість швидкого визначення змін, які відбуваються в екосистемах на самих ранніх стадіях розвитку деградаційних процесів, прогноз їх спрямованості і ступеня виявлення. Досліджуваний нами фермент належить до класу гідролаз і відіграє істотну роль у гідролітичному розщепленні органічних речовин, збагачуючи ґрунт доступними для рослин поживними елементами. Уреазі каталізує гідроліз сечовини до вуглекислого газу та аміаку. Аміак, що утворюється, слугує джерелом азотного живлення рослин (Dadenko, Kazeev, 2006). У результаті ферментативних процесів поживні речовини з важкозасвоєваних сполук переходять у легкодоступні форми для рослин і мікроорганізмів.

Активність ферментів відображає не тільки біологічні властивості ґрунту, але й їх зміни під впливом агроекологічних факторів. Основні шляхи надходження ферментів у ґрунт – це прижиттєво виділені позаклітинні ферменти мікроорганізмів і коренів рослин, внутрішньоклітинні ферменти, які потрапили в ґрунт після відмирання ґрунтових організмів і рослин.

Ферменти, які потрапили в ґрунт, значний час зберігають активність завдяки фіксації їх органічною речовиною. Ферментативна активність ґрунтів визначає інтенсивність і спрямованість біохімічних процесів, від яких залежить родючість ґрунту, і є одним з важливих показників його біологічної активності. Активність ферментів у ґрунті залежить від їх фізико-хімічних властивостей, засоленості, карбонатності, окультуреності, внесення добрив, вапнування тощо. Дослідженнями встановлено, що у свіжовідсіпних породах ферменти відсутні. Згодом (8–10 років) у шарі 0–20 см визначається наявність ферментів до рівня ферментативного пулу. Після 30-річного перебування порід у паровому стані поверхневий шар літоземів має бідний ступінь збагачення гідролітичними ферментами. У «нуль-момент ґрунтогенезу» вміст органічної речовини та пов'язаного з нею мінерального азоту в літоземах вкрай низький («сліди»). Якщо розглядати літоземи як антропогенну ґрунтогенну систему, то її розвиток здійснюється за рахунок абіотичних і біотичних факторів. Природна реальність формування піонерних, а з часом складних фітоценозів на надрудних породах Нікопольського марганцеворудного басейну детально обґрунтована в роботах М. Т. Масюка. Контрольні варіанти едафотопів за ступенем зниження активності гідролітичних ферментів розташовуються в такий ряд: насипний родючий шар чорнозему, сіро-зелена, червоно-бура глина, лесовидний суглинок (Chorna et al., 2018). Культурофітоценози з бобових рослин сприяли значному посиленню процесу накопичення в едафотопі ферментів. На основі багаторічних досліджень

складено градацію ступенів біогенності едафотопів за активністю гідролітичних ферментів.

Для шару 0–20 см вона має такий вигляд: абіогенні – це едафотопи, у яких активність ферментів зменшилась більш ніж на 75 % у порівнянні з активністю цих ферментів на контрольному варіанті з південного чорнозему; слабкобіогенні – активність ферментів зменшилась на 75–50 %; середньобіогенні – на 50–25 % і біогенні едафотопи – активність гідролітичних ферментів зменшилась на 25 %.

Метою даного дослідження є визначення особливостей розподілу рівнів уреазної активності, загального та доступного азоту у профілях техноземів Нікопольського марганцеворудного басейну по шарах педозему, дерново-літогенних ґрунтів, на сіро-зелених і червоно-бурих глинах та лесоподібному суглинку.

## Матеріали та методи досліджень

Дослідження активності уреазі, загального і доступного азоту проводили в науково-дослідній лабораторії гідроекології Дніпровського державного аграрно-економічного університету (ДДАЕУ). Зразки відбирали на дослідних ділянках науково-дослідного стаціонару з рекультиватії земель ДДАЕУ (м. Покров, Дніпропетровська обл.) (Demidov, 2013) із закладенням ґрунтових розрізів досліджуваних типів техноземів: педозем, дерново-літогенні ґрунти на сіро-зелених і червоно-бурих глинах на лесоподібному суглинку. Проби відбирали по шарах 0–10, 10–20...90–100 см у триразовій повторюваності. Активність уреазі оцінювали за методом Ф. Х. Хазієва (Khaziev, 2005).

Для визначення доступних форм азоту і загального вмісту азоту використовували метод І. В. Тюріна (Tyurin, 1965). Статистична обробка одержаних результатів проведена за допомогою програми Statistica 7.0.

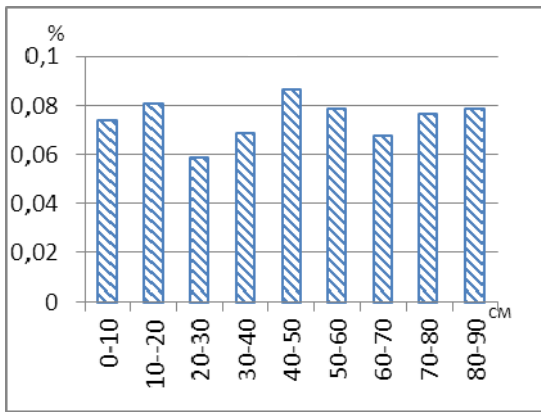
## Результати та їх обговорення

Літоземи як екологічне середовище для самозаростання і вирощування культурних рослин характеризуються специфічним поживним режимом, який відрізняється від блоку загальної ґрунтової родючості та з плином сучасного ґрунтогенезу еволюційно змінюються. Вміст загального азоту у шарі 0–20 см становить 0,083 % у педоземі, 0,089 % – лесоподібному суглинку та 0,02 % і 0,016 % – у червоно-бурій та сіро-зеленій глині відповідно. Визначається тенденція зі зниження даного показника для всіх досліджуваних техноземів з глибиною (рис. 1).

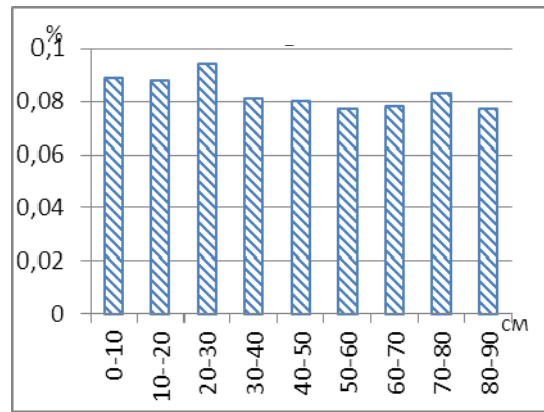
За вмістом легкогідролізованого азоту педоземи можна охарактеризувати як ґрунти з дуже низьким забезпеченням рухомих сполук азоту (рис. 2).

Тільки в орному шарі техноземів на лесоподібному суглинку, червоно-бурій та сіро-зеленій глині забезпеченість обмінним азотом є низькою.

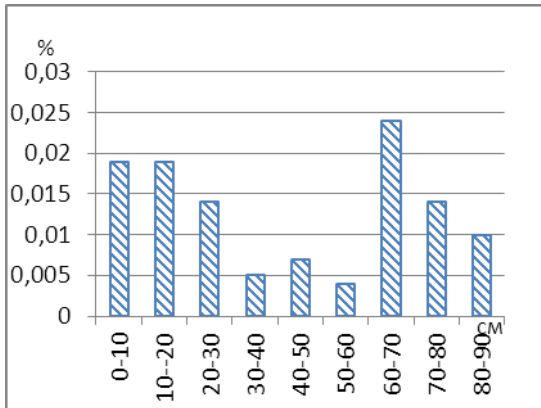
Концентрація легкогідролізованого азоту в орному шарі 0–10 см у техноземах на лесоподібному суглинку та на сіро-зеленій глині становить 0,72 та 0,65 мг/100 г відповідно, що є максимальними значеннями для всіх профілей. Педоземи в шарі 0–40 см за цим показником мають менші значення в порівнянні з техноземами.



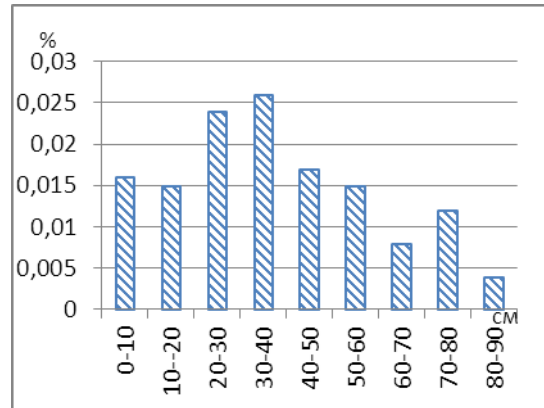
*a*



*б*

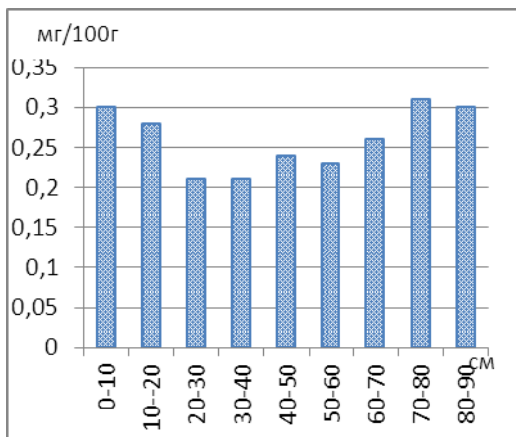


*в*

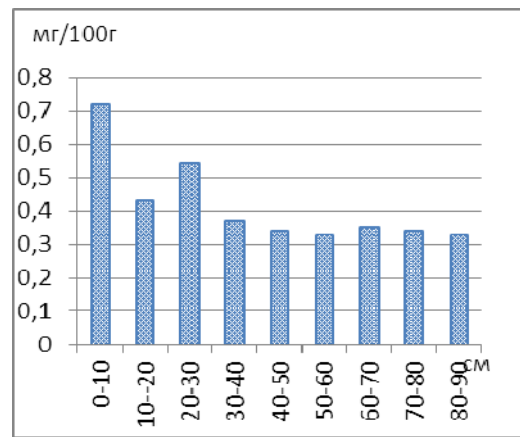


*г*

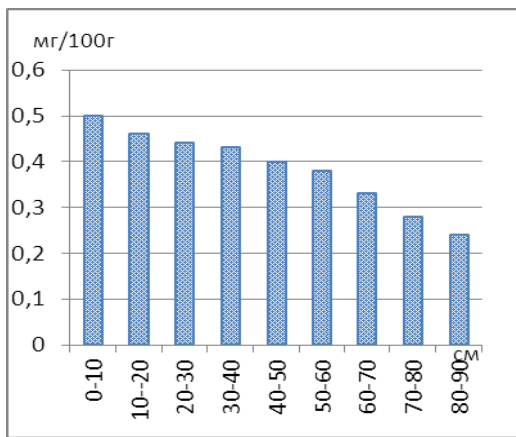
**Рис. 1.** Вміст загального азоту у профілі педозему (*a*), технозему на лесоподібному суглинку (*б*), на червоно-бурій (*в*) та сіро-зеленій глинах (*г*)



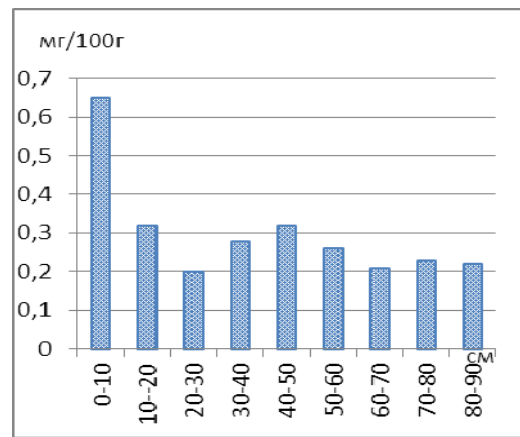
*a*



*б*



*в*



*г*

**Рис. 2.** Вміст розчиненого азоту у профілях педозему (*a*), технозему (*б*) на лесоподібному суглинку, червоно-бурій (*в*) та сіро-зеленій глинах (*г*)

Одним із важливих показників, що характеризують продуктивність ґрунтів, є ферментативна активність. Дослідження в цій галузі проводились багатьма вченими, які визначили високу ефективність даного показника для діагностики динаміки родючості ґрунтів за різних техногенних і природних впливів на екосистеми. Відомо, що активність окремих ферментів є надійним тестовим показником процесів,

які відбуваються в товщі едафотопів. З точки зору агрохімії важливими є ферменти гідролази. Активність гідролаз характеризує інтенсивність процесів мінералізації органічних речовин, до складу яких входять найважливіші живильні елементи – азот, фосфор тощо (Ahmedova et al., 2014). Експериментальні дані про зміни активності уреаз у профілях досліджуваних ґрунтів представлені на рис. 3.

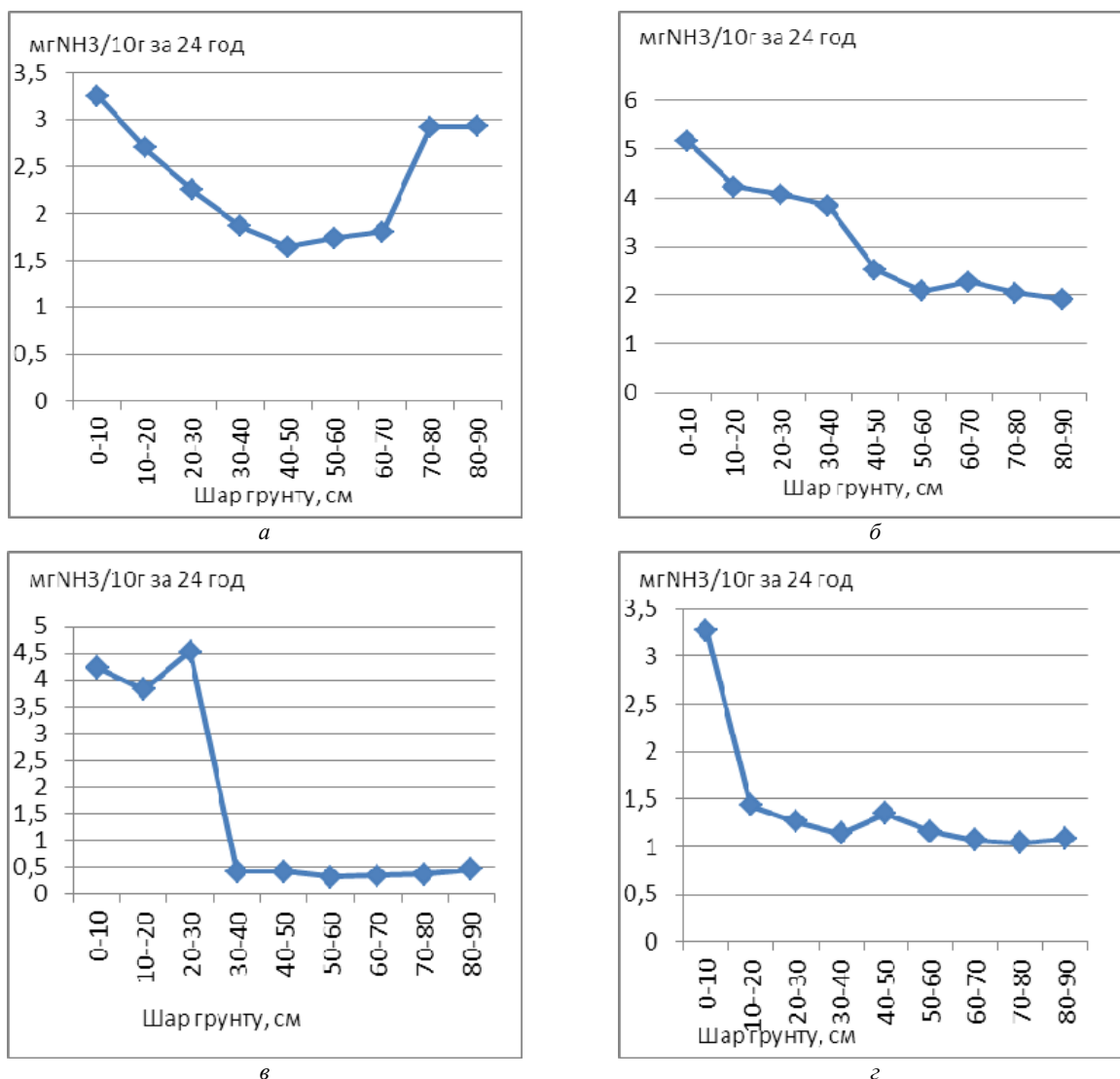


Рис. 3. Активність уреаз у профілі педозему (а), технозему на лесоподібному суглинку (б), на червоно-бурій (в) та сіро-зеленій (г) глинах

Максимальне значення активності уреаз визначено в шарі 0–30 см у всіх профілях досліджуваних ґрунтів. Зі збільшенням глибини ґрунту активність уреаз поступово зменшується.

Дерново-літогенні ґрунти на червоно-бурих глинах характеризуються різким зниженням активності уреаз в 10 разів у перехідному шарі 30–40 см. За рівнем активності уреаз кращими виявилися техноземи на лесоподібних суглинках, найменші значення були встановлені на дерново-літогенних ґрунтах на червоно-бурих глинах. Техноземи на сіро-зелених глинах характеризуються поступовим зниженням активності уреаз з глибиною. За оцінкою К. А. Козлова, досліджувані ґрунти за даним показником відносяться до дуже бідних (Kozlov, 1964).

## Висновки

Установлено, що біохімічна діагностика за рівнем гідролітичного ферменту уреаз дозволяє надати оцінку інтенсивності процесу мінералізації органічних речовин і спрямованості змін родючості ґрунту.

Активність уреаз визначена у всіх шарах педоземів на дерново-літогенних ґрунтах на сіро-зелених, червоно-бурих глинах та лесоподібному суглинку досліджуваних профілів техноземів, але змінюється за рівнем активності в залежності від глибини шару і типу технозему.

Установлено високу кореляційну залежність між вмістом доступного азоту та рівнем активності уреаз у всіх чотирьох типах ґрунтів ( $r = 0,71-0,98$ ).

Визначення рівня ферментативної активності уреаз є надійним перспективним показником біомоніторингу едафотопів техногенно-порушених ландшафтів.

## Подяки

Дослідження виконане за фінансової підтримки Міністерства освіти і науки України у рамках держбюджетної теми № 01174004291 «Розробка сучасної концепції відновлення біотичного потенціалу рекультивованих земель для раціонального землекористування».

## References

- Ahmedova, Z. N., Ramazanova, N. I., Gasanov, G. N. (2014). Fosfataznaya i ureaznaya aktivnost pochv gorniyh i ravninnyih landshaftov Dagestana [Phosphate and urease activity of the soils of the mountain and lowland landscapes of Dagestan]. Vestnik Dagestanskogo nauchnogo tsentra, 52, 36–39 (in Russian).
- Chorna, V. I., Wagner, I. V., Katsevych, V. V. (2018). Ecologichni osoblyvosti fermentatyvnoi aktyvnosti edafotopiv technogennykh landshaftiv [Ecological features of enzyme activity distribution in edaphotops of technogenic landscapes]. Ecology and Noospherology, 29(2), 71–75 (in Ukrainian).
- Dadenko, S. V., Kazeev, K. Sh. (2006). Izmenenie fermentativnoy aktivnosti obraztsov pochv pri ikh dlitelnom khraneni [Changes in the enzymatic activity of soil samples during their long-term storage]. Biologiya gruntov, 7(1-2), 80 (in Russian).
- Demidov, O. A. (2013). Pertynentsiya na promyslovo porushenykh zemlyakh pivdenного skhodu Ukrainy [Pertinence on the industrially disturbed lands of the north east of Ukraine]. Kyiv (in Ukrainian).
- Kazeev, K. Sh., Kolesnikov, S. N., Valkov, V. F. (2003). Biologicheskaya diagnostika i indikatsiya pochv: metodologiya i metody issledovaniy [Biological diagnostics and indication of soil: methodology and research methods]. Rostov (in Russian).
- Khaziev, F. Kh. (2005). Metody pochvennoy enzimologii [Methods of Soil Enzymology]. Moscow (in Russian).
- Kozlov, K. A. (1964). Fermentativnaya aktivnost pochv kak pokazatel biologicheskoy aktivnosti [Soil enzymatic activity as an indicator of biological activity]. Dokl. sib. pochvovedov VIII Mezhdunar. pochvennomu kongressu. Novosibirsk, 96–106 (in Russian).
- Tian, Q. Y., Chen, F. J., Liu, J. X., Zhang, F. S., Mi, G. H. (2008). Inhibition of maize root growth by high nitrate supply is correlated with reduced IAA levels in roots. J. Plant Physiol., 165, 942–951. DOI: 10.1016/j.jplph.2007.02.011.
- Tyurin, I. V. (1965). Organicheskoe veschestvo pochvy i ego rol v plodorodii [Soil organic matter and its role in fertility]. Moscow (in Russian).