

УДК 631.41:631.445.2

О.С. Гавришко, молодший науковий співробітник**Ю.М. Оліфір**, кандидат сільськогосподарських наук**Т. В. Партика**, кандидат біологічних наук

ІНСТИТУТ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ НААН

ЗМІНА ОКИСНО-ВІДНОВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ В ПРОФІЛІ ЯСНО-СІРОГО ЛІСОВОГО ПОВЕРХНЕВО-ОГЛЕСНОГО ҐРУНТУ ЗА РІЗНОГО АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Висвітлено результати досліджень зміни окисно-відновного потенціалу у ґрунтовому профілі ясно-сірого лісового поверхнево-оглєсного ґрунту на варіантах тривалого сільськогосподарського використання без внесення добрив та застосування лише мінеральної системи удобрення порівняно із ґрунтом під лісом. На основі проведених аналізів встановлено, що розорювання ґрунту без застосування добрив і лише за мінерального удобрення по-різному впливає на ОВП у профілі. Порівняно з лісом, у ґрунті без удобрення (контроль) спостерігається з глибиною протікання помірно окисних (514 мВ) і слабо окисних (437 мВ) процесів. Тривале внесення в ґрунт лише мінеральних добрив ($N_{65}P_{68}K_{68}$) найбільш помітно знизило окисно-відновний потенціал всіх генетичних горизонтів у порівнянні з лісом і контролем без добрив. За даної системи удобрення найвищі значення ОВП було отримано в HEgl_{орн.} та підорному HEgl_{н/орн.} шарах: 426 мВ і 416 мВ відповідно. З глибиною ОВП різко знижується до 398–311 мВ, що характеризує процеси, які протікають у ґрунтовому профілі, як слабо відновні і близькі до помірно відновних.

Ключові слова: окисно-відновний потенціал, ґрунт, профіль, горизонт, удобрення, кислотність.

Високочутливим індикатором якості ґрунту, який визначає процес саморегулювання та дає можливість швидко в польових умовах моніторити кризові ситуації, зумовлені порушенням кисневого режиму ґрунту, спрогнозувати напрям біотичних процесів, тобто реально здійснити експрес-оцінку динамічної якості ґрунту є окисно-відновний потенціал (ОВП), рівень якого відображає переважання процесів окиснення чи відновлення, що протікають у ґрунті. Будь-хто з дослідників, які мали справу з окисно-відновним режимом ґрунту, знає: потенціометричне вимірювання ОВП утруднене неминучим дрейфом потенціалу [10]. Дослідження [3, 4] свідчать про високу ступінь динаміки і мінливості ОВП у часі та просторі. Виявлено також і ряд загальних причин, які впливають на рівень окисно-відновного режиму в ґрунтах [6].

Будь-які ґрунти характеризуються гетерогенністю окисно-відновного стану генетичного профілю та окремих горизонтів, яка залежить від якісного складу і особливостей розташування органічних речовин, аморфних гідроксидів (Fe і Mn), мікробіологічної діяльності та особливостей водно-повітряного режиму [5]. З розвитком окисно-відновних процесів у ґрунтах пов'язане також перетворення сполук азоту, фосфору, сірки, заліза і марганцю [7].

Разом з тим абсолютні значення окисно-відновного потенціалу не завжди адекватно відображають окисно-відновні умови, що створюються в різних

агроекосистемах, так як на напруженість окисно-відновних процесів впливає реакція середовища [5]. Тому для отримання порівняльних даних окисно-відновних умов, що створюються за різного використання ґрунту, а відтак різної кислотності, зокрема рН_{ксі}, використовують показник Кларка (rH₂):

$$rH_2 = \frac{Eh}{30} + 2 \text{ рН} [9].$$

Сільськогосподарське освоєння ясно-сірих лісових поверхнево-оглєсних ґрунтів, як відомо змінює умови аерації, що безумовно впливає на процеси оглєсення. Такі зміни у першу чергу, можуть бути оцінені дослідженнями окисно-відновних процесів та окисно-відновного режиму, оскільки процеси оглєсення супроводжуються редукуванням ряду елементів і зміною ОВ-потенціалу [8]. Тому важливо вивчати та оцінювати окисно-відновний режим за різного використання з точки зору сучасних уявлень про зміну властивостей ґрунтів [1].

Умови і методика досліджень. Польові дослідження проводили на базі тривалого стаціонарного досліді Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН закладеному в 1965 р. на ясно-сірому лісовому поверхнево-оглєсному ґрунті з різними дозами і співвідношеннями мінеральних добрив, гною і вапна. Стаціонарний дослід розміщений у просторі на трьох полях з послідовним входженням у сівозміну одного поля.

Сівозміна чотирирічна: кукурудза на силос – ячмінь ярий з підсівом конюшини – конюшина лучна – пшениця озима. Варіанти знаходяться у триразовому повторенні. Розмір посівної ділянки 168 м², облікової – 100 м². Повторність досліду триразова. Розташування варіантів одноярусне, послідовне. Загальна кількість варіантів у досліді – 18.

З ціллю реалізації поставленого завдання на варіантах без добрив (контроль, вар. 1) і за тривалого внесення лише мінеральних добрив (N₆₅P₆₈K₆₈, вар. 15), були закладені ґрунтові профілі на глибину >2 м для визначення окисно-відновного потенціалу потенціометрично за допомогою платинового і хлорсрібного електроду порівняння в польових умовах відповідно ДСТУ ISO 11271:2004. Також, за генетичними горизонтами відібрано зразки ґрунту згідно з ДСТУ 4287:2004 та ДСТУ ISO 11464:2001 для визначення обмінної кислотності (рН_{KCl}) потенціометричним методом (ДСТУ ISO 10390:2001). Крім того, для порівняння ОВП ґрунту за різного використання був закладений додатковий базовий профіль під лісом.

Результати досліджень. Отримані значення вимірювань окисно-відновного потенціалу унепорушеному ясно-сірому лісовому поверхнево-оглеєному ґрунті під лісом вказують на те, що у верхніх горизонтах він характеризується помірно окисними до 64 см і слабо відновними процесами до глибини 173 см [9], а їх мінливість залежала головним чином від погодних умов [3]. Значення Eh у профілі становлять 568–375 мВ, а показник Кларка рівний 26,7–20,3, що пов'язано, насамперед, з мікробіологічною діяльніс-

тю та впливом органічної речовини, як стимулятора розвитку мікрофлори. У нижньому перехідному до породи шарі (P_{gl}) та самій ґрунтоутвірній материнській породі (P_{gl}) відзначено різке зниження величини ОВП до 380 і 375 мВ та показника rH₂ до 20,4 і 20,3 одиниць, що пояснюється погіршенням умов аерації та інтенсивнішим розвитком процесу оглеєння порівняно з верхніми горизонтами ґрунту (табл.).

На варіанті без добрив (вар. 1) ОВП ясно-сірого лісового поверхнево-оглеєного ґрунту за профілем знижується від помірно окисних потенціалів (514 мВ) у гумусово-елювіальному орному і підорному шарах (0–31 см) до слабо окисних 494 мВ в елювіальному-слабогумусованому (Eh_{gl}32–64 см) та 458 мВ в ілювіальному слабоелювіюваному (I_{egl}, 65–110 см) горизонтах. При цьому показник рН_{KCl} зазнає наступних змін: 4,22 – 4,31 – 4,13 одиниць. Найнижчі значення окисно-відновного потенціалу було отримано в ілювіальному (446 мВ) і перехідному до породи оглеєних горизонтів (440 мВ). У сильно ілювіюваній оглеєній материнській породі (P_{Igl}) ОВП становить – 437 мВ, а показник Кларка знаходився на рівні 23,3 (табл.).

З цього випливає те, що тривале розорювання ґрунту без удобрення є причиною появи більш окисних процесів ніж у профілі під лісом, а кількість шпарин заповнених повітрям, лише сприятиме їх подальшому розвитку. Підвищене значення ОВП у нижній частині профілю, може бути пов'язане із збільшенням вмісту вільних і слабо окристалізованих сполук оксидного заліза внаслідок розвитку процесу опідзолення [2].

Таблиця 1 – Зміна окисно-відновного потенціалу за профілем ясно-сірого лісового поверхнево-оглеєного ґрунту залежно від різних антропогенних навантажень у порівнянні з під лісом

Індекс генетичного горизонту	Межі горизонту, см	рН _{KCl}	Eh, мВ	rH ₂
1	2	3	4	5
Ліс				
HE _{gl}	5–26	3,72	568	26,7
Eh _{gl}	27–47	3,86	546	25,9
I _{egl}	48–64	3,78	518	24,8
I _{gl}	65–96	3,83	398	20,9
IP _{gl}	97–122	3,83	385	20,4
PI _{gl}	123–150	3,89	380	20,4
P _{gl}	151–173	3,94	375	20,3
Без добрив (контроль, вар. 1)				
HE _{gl} орн.	0–18	4,22	514	25,6
HE _{gl} п/орн.	19–31	4,18	514	25,5
Eh _{gl}	32–64	4,31	494	25,1
I _{egl}	65–110	4,13	458	23,5
I _{gl}	111–131	4,22	446	23,3
IP _{gl}	132–180	4,47	440	23,6
PI _{gl}	181–200	4,35	437	23,3
N ₆₅ P ₆₈ K ₆₈ (вар. 15)				
HE _{gl} орн.	0–22	4,03	426	22,3
HE _{gl} п/орн.	23–35	3,98	416	21,8
Eh _{gl}	36–61	4,17	398	21,6
I _{egl}	62–87	4,00	368	20,3
I _{gl}	88–150	4,07	323	18,9
IP _{gl}	151–180	4,04	318	18,7
PI _{gl}	181–200	4,11	311	18,6

Внесення на ясно-сірому лісовому поверхнево-оглєсному ґрунті лише мінеральних добрив $N_{65}P_{68}K_{68}$ (вар. 15) сприяло найбільш помітному зниженню окисно-відновного потенціалу по всіх генетичних горизонтах у порівнянні з лісом і ґрунтом без добрив. За такого удобрення найвищі значення ОВП було отримано в гумусово-елювіальному орному (0–22 см) та підорному (23–35 см) шарах відповідно 426 і 416 мВ. З глибиною окисно-відновний потенціал знижується до 398 мВ в елювіальному за pH_{KCl} 4,17 та характеризує процеси, що протікають у них відповідно, як слабо відновні близькі до помірно відновних, що залишаються такими до породи. На глибині 88–150 см Eh рівний 323 мВ, pH_{KCl} 4,07, і в сильнооглєсній породі (PIGI) на глибині 181–200 см ОВП є найнижчий 311 мВ, а показник pH_{KCl} при цьому становить 4,11 (табл.).

Це пов'язано з тим, що мінеральні добрива, підвищуючи біологічну продуктивність системи ґрунту, зумовлюють збільшення біохімічної потреби кисню та підкислення ґрунтового середовища, що впливає на перебіг окисно-відновного потенціалу. У подаль-

шому, зниження окисно-відновного потенціалу в ґрунті зможе спричинити до надлишкової акумуляції токсичних для рослин сполук Fe^{2+} , Mn^{2+} , Al^{3+} [3], які сприятимуть ще більшому підкисленню ґрунту та негативно впливатимуть на живлення рослин, що в кінцевому випадку спричиняє до зниження урожайності вирощуваних сільськогосподарських культур.

Висновки. Таким чином, залучення ясно-сірого лісового поверхнево-оглєсного ґрунту в систему землеробства без добрив і за внесення лише мінеральних добрив супроводжується односпрямованими змінами окисно-відновного потенціалу за профілем в сторону зменшення – тобто посиленням відновних процесів. Зниження величини ОВП у нижніх горизонтах ґрунту варіантів контролю та мінеральної системи удобрення водночас свідчать про зростання відновних процесів через погіршення аерації в результаті переущільнення та перезволоження ґрунту, що зумовлене порушенням газообміну ґрунтового повітря з атмосферним та із істотним зниженням швидкості дифузії кисню у ґрунт.

Література

1. Веремеско С. І. Еволюція та управління продуктивністю ґрунтів Полісся України. Луцьк: Надстир'я, 1997. 314 с.
2. Гамкало З. Г. Екологічна якість ґрунту. Львів: Видавн. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. 480 с.
3. Кирильчук А. А., Бонішко О. С. Хімія ґрунтів. Основи теорії і практикум. Львів: Видавн. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2011. 354 с.
4. Костенков Н. М. Окислительно-восстановительные режимы в почвах периодического переувлажнения. М.: Наука, 1987. 192 с.
5. Мамонтов В. Г., Панов Н. П., Кауричев И. С., Игнат'ев Н. Н. Общее почвоведение. М.: КолосС, 2006. 456 с.
6. Орлов Д. С., Джиндил А. Р. Окислительно-восстановительный режим некоторых почв дерново-подзолистозоны. Агрохимия. 1974. №3. С. 16–20.
7. Позняк С. П. Ґрунтознавство і географія ґрунтів. Ч. 1. Львів: Видавн. центр ЛНУ імені Івана Франка. 2010. 270 с.
8. Сердобольський І. П. Окислительно-восстановительные и щелочно-кислотные условия глееобразования. Тр. Почвен. ин-та им. В. В. Докучаева. 1950. Т 31. С. 73–81.
9. Хтрян Н. К. Основные задачи и общие методы изучения почвенного режима. Труды НИИ почвоведения и агрохимии МСХ Арм. ССР. Ереван. 1976. Вып. XI. С. 28–34.
10. Чешко Н. Ф. Термодинамічний підхід до оцінки значності окремих фізико-хімічних процесів для функціонування буферних властивостей ґрунтів. Біологічні системи. Біологія: Науковий вісник Чернівецького університету. 2012. Том 4. Вип. 2. С. 224–227.

References

1. Veremeyenko S.I. (1997). *Evoluyutsiya ta upravlinnya produktyvnistyuu ґruntiv Polissya Ukrayiny*. Luts'k: Nadstyr'ya.
2. Hamkalo Z.H. (2008). *Ekolohichna yakist' ґruntu*. L'viv: Vydavn. tsentr LNU imeni Ivana Franka.
3. Kyryl'chuk A.A., Bonishko O.S. (2011). *Khimiya ґruntiv. Osnovy teorii i praktykum*. L'viv: Vydavn. tsentr LNU imeni Ivana Franka.
4. Kostenkov N.M. (1987). *Okyslytel'no-vosstanovyitel'nye rezhymy v pochvakh peryodycheskoho pereuvlazhneniya*. M.: Nauka.
5. Mamontov V.H., Panov N.P., Kaurychyev Y.S., Yhnat'ev N.N. (2006). *Obshchee pochvovedenye*. M.: Kolos.
6. Orlov D.S., Dzhyndyl A.R. (1974). *Okyslytel'no-vosstanovyitel'nyy rezhym nekotorykh pochv dernovo-podzolistoy zony*. *Ahrokhymyya*, 3, 16–20.

7. Poznyak S.P.(2010). *Gruntoznavstvo i heohrafiya gruntiv. Ch. 1. L'viv : Vydavn. tsentr LNU imeni Ivana Franka.*
8. Serdobol's'kyu Y.P. (1950). *Okyslytel'no-vosstanovitel'nye y shchelochno-kyslotnye uslovyia hleeobrazovaniya. Tr. Pochven. yn-ta ym. V.V. Dokuchaeva, 3, 73–81.*
9. Khtryan N.K. (1976). *Osnovnye zadachy y obshchye metody yzucheniya pochvennoho rezhyma. Trudy NYY pochvovedeniya y ahrokhymyy MSKh Arm. SSR. Erevan, XI, 28–34.*
10. Cheshko N.F. (2012). *Termodynamichnyy pidkhid do otsinky znachnosti okremykh fizyko-khimichnykh protsesiv dlya funktsionuvannya bufernykh vlastyvostey gruntiv. Biologichni systemy. Biologiya : Naukovyi visnyk Chernivets'koho universytetu, 4, 2, 224–227.*

О. С. Гавришко, Ю. Н. Олифир, Т. В. Партька

Изменение окислительно-восстановительного потенциала в профиле светло-серой лесной поверхностно-оглеенной почвы за различного антропогенной нагрузки

Представлены результаты исследований изменения окислительно-восстановительного потенциала в почвенном профиле светло-серой лесной поверхностно-оглеенной почвы на вариантах длительного сельскохозяйственного использования без внесения удобрений и применения только минеральной системы удобрения по сравнению с почвой под лесом. На основе проведенных анализов установлено, что распашка почвы без применения удобрений и только привнесении минерального удобрения по-разному влияет на ОВП в профиле. По сравнению с лесом, в почве без удобрения (контроль) наблюдается протекания с глубиной умеренно окислительных (514 мВ) и слабо окислительных (437 мВ) значений ОВ-потенциала. Длительное внесение в почву только минеральных удобрений ($N_{65}P_{68}K_{68}$) наиболее заметно снизило окислительно-восстановительный потенциал всех генетических горизонтов по сравнению с лесом и контролем без удобрений. За данной системы удобрения высокие значения ОВП было получено в HEgl пах. и подпахотном HEgl/пах. слоях соответственно 426 мВ и 416 мВ. С глубиной ОВП резко снижается до 398–311 мВ и характеризует процессы, протекающие в почвенном профиле, как слабо восстановительные и близкие к умеренно восстановительных.

Ключевые слова: окислительно-восстановительный потенциал, почва, профиль, горизонт, удобрения, кислотность.

O.S. Gavrishko, Yu.M. Olifir, T.V. Partyka

Change of the redox potential in the profile of light grey forest surface-gleyed soil under different anthropogenic load

The results of studies of the change in redox potential in the profile of light gray forest surface-gleyed soil on variants with long-term agricultural use without applying fertilizers and mineral fertilizer system solely compared with the soil under the forest are presented. On the basis of the conducted analyzes it was established, that soil tillage without fertilizer application and with mineral fertilizer solely has a different effect on ROP in the profile. In the soil without fertilization (control) as compared to the forest a moderate oxidizing (514 mV) and slightly oxidizing (437 mV) processes are happening. Prolonged application of mineral fertilizers to the soil ($N_{65}R_{68}K_{68}$) significantly reduced the redox potential of all genetic horizons compared with forest and control without fertilizers. For the given fertilizer system the highest values of ROP were obtained in arable HEgl and underarable HEgl layers: 426 mV and 416 mV respectively. Redox potential sharply decreases with the depth to 398-311 mV, which characterizes processes occurring in the soil profile, as weakly reducing and close to moderately reducing.

Key words: redox potential, soil, profile, horizon, fertilization, acidity.

Рецензенти:

О.П. Волощук – д-р с.-г. наук

В.Я. Иванюк – канд. с.-г. наук

Стаття надійшла до редакції 21.11.2018 р.