

UDK 631.43(477.54)

**A.N. Kazyuta, Cand. Sci. (Agric.)***Kharkov national agrarian university named after V.V. Docuchaev  
e-mail: pochvoved@i.ua***CONTENT OF THE OXIDIZED AND RESTORATION FORMS  
OF IRON AND MOVABLE MANGANESE IN SOILS  
OF THE FOREST TERRACE OF SIVERSKY DONETS RIVER**

**Abstract.** *On development of soils of flue terrace deep influence is rendered by such chemical elements as iron and manganese, and also their connections. They are responsible for passing in soils of oxidizing and restoration reactions. Forms of their being in soil are the indicators of aerobically-anaerobic processes, that was represented on fertility of soils and bioproductivity of vegetable cover. They mediated influence on the productivity of vegetable cover and directly – on direction and intensity of passing of processes of formation of soils.*

*Iron and manganese behave to the major elements, morphology of soils, their physical and chemical and chemical properties and even fertility, depends on that.*

*A manganese and iron are able to oxidize and restored, form chelates depending on oxidizing and restoration terms, reactions of environment, contained humus and fresh debris, necessary for development of microflora.*

*Researches were conducted within the limits of linen of flue terrace of the Syversky Donets river on the day of hollow of blowing and on the apex of sandy hillock, where cespititious soils were formed.*

*Standards soils took away on genetic horizons in triple repeated in summer 2010 and 2011 years.*

*During realization of analyses of the investigated standards of soil the generally accepted methodologies were used. In acid extraction, at correlation of soil to acid as 1: 5, are determined: the recovered and oxidized iron by applying of  $\alpha\alpha'$ -2,2'-dipiridil and movable manganese by according of  $KIO_4$  – by foto elektrik colorimetric method.*

*The table of contents of the recovered and oxidized forms of iron hesitated in the investigated soils depending on their place of location, depth of selection of standard and research year For cespititious soils of flue terrace predominance of amount of the oxidized forms of iron is characteristic above an amount recovered on the average in 9 times. With a depth in soils of flue terrace maintenance of the oxidized and recovered forms of iron diminishes. Thus, sharp reduction of the oxidized forms of iron is fixed from a depth 30 cm.*

*Some height of amount of the renewed forms of iron is fixed for cespititious soil of hollow of blow in a layer a 52 cm and deeper, and for cespititious soil of sandy hillock - from a depth 35 cm.*

*Content of movable forms of manganese hesitated depending on the type of soil, her location on a hypsography and depth of selection of standard. With a depth in not dependence on the type of soil and to his location on relief maintenance of movable manganese diminished gradually. Among cespititious soils that was studied, the greater amount of the higher marked form of*

*manganese was fixed in cespititious soil of hollow of blowing.*

*The investigated soils of flue terrace are characterized although the tendency of quality differentiation of forms of elements that was studied, in an interannual dynamics. However a quantitative constituent from data of 2011 some differs from data 2010 year.*

*Common content of the renewed iron in cespititious soil of hollow of blowing in 2011 increased unimportant. Content of the oxidized iron, The common amount of movable manganese increased unimportant.*

*In cespititious soil of sandy hillock, like previous soil, common content of the recovered iron in 2011 increased unimportant. The table of contents of the oxidized iron, opposite, diminished from data of 2011 comparatively with data 2010 year. The common amount of movable manganese increased not substantially.*

**Keywords:** *flue terrace, restoration and oxidized iron, movable manganese, cespititious soil.*

УДК 631.43(477.54)

**А.Н. Казюта, канд. с.-х. наук, доцент**

*Харьковский национальный аграрный университет им. В.В. Докучаева  
e-mail: pochvoved@i.ua*

### **СОДЕРЖАНИЕ ОКИСЛЕННЫХ И ВОССТАНОВЛЕННЫХ ФОРМ ЖЕЛЕЗА И ПОДВИЖНОГО МАРГАНЦА В ПОЧВАХ БОРОВОЙ ТЕРАСЫ Р. СИВЕРСКИЙ ДОНЕЦ**

*Железо и марганец относятся к наиболее важным элементам, от которых зависит морфология почв, их физико-химических и химических свойств и даже плодородия.*

*Исследования проводились в пределах полотна боровой террасы реки Сиверский Донец: на дне котловины выдувания и на верхушке песчаного бугра, где сформировались дерновые почвы.*

*Для дерновых почв боровой террасы характерно преобладание количества окисленных форм железа над количеством восстановленных (в среднем в 9 раз). С глубиной в выше отмеченных почвах содержание окисленных и восстановленных форм железа уменьшается. Причем, зафиксировано резкое уменьшение окисленных форм железа с глубины приблизительно 30 см.*

*Среди дерновых почв, которые изучались, в среднем большее количество выше отмеченной формы марганца было зафиксировано в дерновой почве котловины выдувания.*

*Ключевые слова: боровая терраса, восстановительное и окисленное железо, подвижной марганец, дерновая почва.*

УДК 631.43(477.54)

**О. М. Казюта, канд. с.-г. наук, доцент***Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва  
e-mail: pochvoved@i.ua***УМІСТ ОКИСЛЕНИХ І ВІДНОВНИХ ФОРМ ЗАЛІЗА ТА РУХОМОГО  
МАНГАНУ У ҐРУНТАХ БОРОВОЇ ТЕРАСИ Р.СІВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ**

*Залізо і манган належать до найважливіших елементів, від яких залежить морфологія ґрунтів, їх фізико-хімічні та хімічні властивості й навіть родючість.*

*Дослідження проводили в межах полотна борової тераси р. Сіверський Донець: на дні котловини видудання та на верхівці піщаного бугра, де сформувалися дернові ґрунти.*

*Для дернових ґрунтів борової тераси характерно переважання кількості окислених форм заліза над кількістю відновлених (у середньому в 9 разів). З глибиною в зазначених вище ґрунтах уміст окислених і відновлених форм заліза зменшується. Причому, зафіксовано різке зменшення окислених форм заліза з глибини приблизно 30 см.*

*Серед дернових ґрунтів, що вивчалися, у середньому більшу кількість зазначеної вище форми мангану було зафіксовано в дерновому ґрунті котловини видудання.*

**Ключові слова:** *борова тераса, відновне та окислене залізо, рухомий манган, дерновий ґрунт.*

На розвиток ґрунтів борової тераси різносторонній глибокий вплив чинять такі хімічні елементи, як залізо та манган, а також їхні сполуки. Головним чином, вони відповідають за проходження в ґрунтах окисно-відновних реакцій. Форми їх знаходження в ґрунті є свого роду індикаторами аеробно-анаеробних процесів, що не може не відбиватися на родючості ґрунтів та біопродуктивності рослинного покриву. Вони опосередковано впливають на продуктивність рослинного покриву і безпосередньо – на напрям і інтенсивність проходження ґрунтоутворних процесів.

Залізо належить до найважливіших елементів, від яких залежить морфологія ґрунтів, їх фізико-хімічні та хімічні властивості й навіть родючість (Зонн С.В., 1982; Добровольский Г.В., Карпачевский Л.О., Зубкова Т.А., 1999; Николаева С.А., Ерємина А.М., 2001). Ф. Дюшофур (Дюшофур Ф., 1970) вважається, що в кислих, добре гумусованих ґрунтах воно відіграє таку ж важливу роль, як і кальцій. Залізо у ґрунті присутнє в окисленому ( $\text{Fe}^{3+}$ ) і відновленому ( $\text{Fe}^{2+}$ ) стані. За участю заліза в ґрунтах відбуваються такі хімічні процеси: 1) мобілізація сполук заліза шляхом вивітрювання залізистих мінералів і мінералізації орґано-мінеральних речовин; 2) реакції окислення й відновлення; 3) утворення орґано-мінеральних сполук; 4) адсорбційні взаємодії; 5) утворення важкорозчинних сполук, у першу чергу, гідроксидів, сульфідів і фосфатів (Орлов Д.С., 1985).

Окисно-відновний режим впливає на співвідношення у ґрунті елементів з перемінною валентністю. У разі переважання відновних процесів збільшується

розчинність заліза та мангану і створюються умови для їх міграції. У результаті зміни відновних процесів на окисні відбувається сегрегація гідроксидів заліза та утворення залізо-манганових новоутворень (Зонн С.В., 1982). Перезволоження ґрунтів активізує процеси відновлення заліза, погіршує співвідношення окислених і відновлених його форм. У створенні анаеробних умов не менше значення мають такі фактори, як температура, ущільнення, характер стояння води, наявність у ґрунті нітратів і сульфатів, легкорухомих форм гумусу тощо (Ярков С.П., Кулаков Е.В., Кауричев И.С., 1950). І.М. Антипов-Каратаєв (Антипов-Каратаєв И.Н., 1937) ще 1937 р. висловив думку про те, що міграція заліза за профілем ґрунтів можлива у вигляді залізо-органічних комплексів. Пізніше інші вчені (Wallace A., Lunt O.R., 1956; Nishite H., Essington E.H., 1967; Evans L., 1959) підтвердили, що в багатьох ґрунтах міграція заліза, алюмінію та мангану можлива у формі хелатів – рухомих, водорозчинних сполук з органічними речовинами.

Манган, як і залізо, здатний окислюватися і відновлюватися, утворювати хелати залежно від окисно-відновних умов, реакції середовища, умісту гумусу та свіжих органічних решток, необхідних для розвитку мікрофлори (Добрицкая Ю.И., 1967). Ця здатність мангану сприяє не тільки існуванню різних його форм, а й переходу їх із одного стану в інший. Лабораторними дослідженнями встановлено, що реакції окислення мангану протікають швидше в лужному середовищі. При цьому утворюються найбільш інертні форми чотиривалентного мангану ( $MnO_2$ ). Перезволоження у разі підвищення кислотності сприяє відновленню мангану до  $Mn^{2+}$  (Стойлов Г.П., 1967). За даними І.С. Кауричева та Д.С. Орлова (Кауричев И.С., Орлов Д.С., 1982) елементи з перемінною валентністю починають відновлюватися при потенціалах +300 ... +400 мВ, а в модельних дослідах Gotoh, Patrik (Gotoh S., Patrik W.H., 1974) відновлення заліза спостерігалось в інтервалі +100 ... +300 мВ при рН=6-7.

**Методи досліджень.** Дослідження проводили в межах полотноя борової тераси р. Сіверський Донець: на дні котловини видування та верхівці піщаного бугра. У межах котловини видування сформувався дерновий середньорозвинутий зв'язно-піщаний ґрунт на еолових піщаних відкладах, що підстеляється давнім алювієм. На піщаному бугрі сформувався дерновий слаборозвинутий зв'язно-піщаний ґрунт на еолових піщаних відкладах, що підстеляється давнім алювієм.

Зразки ґрунту відбирали по генетичних горизонтах у трикратній повторності влітку 2010 та 2011 рр.

Під час проведення аналізів досліджуваних зразків ґрунту було використано загальноприйнятні методики. У кислотній витяжці, при співвідношенні ґрунту до кислоти, відповідно 1:5, визначалися: відновлене і окислене залізо за допомогою  $\alpha, \alpha'$ -2,2'-діперидилу та рухомий манган за допомогою  $KIO_4$  – фотоелектроколориметрично (Практикум..., 1980).

**Результати та їх обговорення.** Уміст окислених і відновлених форм заліза та рухомого мангану у ґрунті може бути результатом прояву в межах ґрунтової товщі процесів окислення та відновлення. Залізо як найбільш поширений елемент з перемінною валентністю серед металоїдів у ґрунті чітко реагує на зміну зовнішніх умов.

**1. Уміст відновлених і окислених форм заліза  
та рухомих форм мангану в досліджуваних ґрунтах**

Ґрунт	Індекс горизонту	Глибина, см	Fe <sup>2+</sup> , мг/100 г ґр		Fe <sup>3+</sup> , мг/100 г ґр		Mn, мг/100 г ґр	
			2010 р.	2011 р.	2010 р.	2011 р.	2010 р.	2011 р.
Дерновий середньорозвинутий зв'язно-піщаний ґрунт на еолових відкладах, що підстеляється давнім алювієм (котловина видування)	H	3-12	1,84	1,90	16,00	15,24	8,70	8,77
	Hp	12-19	1,77	1,79	14,45	14,00	6,00	6,02
	P(h)	19-27	1,81	1,86	10,01	9,57	5,88	5,91
	P(pf)	27-52	1,48	1,52	6,36	6,11	5,66	5,66
	Ppfal	52 і глибше	1,50	1,56	5,02	4,50	4,70	4,72
Дерновий слаборозвинутий зв'язно-піщаний ґрунт на еолових піщаних відкладах, що підстеляється стародавнім алювієм (піщаний бугор)	H	5-13	1,89	1,99	16,25	16,02	6,90	6,86
	Hp	13-24	1,45	1,63	14,21	14,00	6,88	6,80
	Ph	24-35	1,00	1,00	11,00	11,00	5,90	5,86
	Pheol (pf)	35-62	1,01	1,03	8,29	8,40	5,58	5,66
	Ppfeol	62-87	1,08	1,12	7,31	7,37	5,64	5,71
Palpf	87 і глибше	1,20	1,23	7,00	6,56	5,20	5,92	
НСР <sub>0,05</sub>			0,20	0,19	0,20	0,66	0,24	0,38

За отриманими даними 2010 р. (табл. 1), у межах дернового середньорозвинутого зв'язно-піщаного ґрунту на еолових відкладах, що підстеляється давнім алювієм котловини видування борової тераси, яскраво виражені окислювальні процеси. Такий висновок можна зробити завдяки істотному переважанню кількості окислених форм заліза над відновними (приблизно у 5-18 разів). Із глибиною кількість окисленої і відновленої форм заліза суттєво знижується, але кількість окислених форм знижується більш інтенсивно (від 16,00 до 5,02 мг/100 г ґрунту, більше ніж у 3 рази порівняно з верхнім горизонтом) порівняно з відновленими (від 1,84 до 1,48 мг/100 г ґрунту, досить несуттєво). Розподіл умісту відновленої форми заліза по профілю ґрунту є досить поступовим та рівномірним з загальною тенденцією щодо зменшення вмісту означеної форми з глибиною. Лише в шарі ґрунту 52 см і глибше спостерігається деяке підвищення кількості заліза. На відміну від відновленої форми окислене залізо розподіляється по профілю ґрунту менш рівномірно. Максимальна кількість відновленого заліза в цьому ґрунті становить 1,84 мг/100 г ґрунту, окисленого – 16,00 мг/100 г ґрунту в шарі ґрунту 3-12 см. Уміст рухомого мангану подібно формам заліза має тенденцію щодо зменшення своєї кількості з глибиною, проте його розподіл є більш рівномірним і поступовим, ніж розподіл відновленого заліза і більш стрімким за розподіл окисленого (8,7-4,7 мг/100 г ґрунту). Уміст рухомого мангану приблизно у 2 рази менший за кількість відновленого заліза і приблизно в 3-5 разів більше за вміст окисленого заліза.

Дерновий слаборозвинутий зв'язно-піщаний ґрунт на еолових піщаних відкладах, що підстеляються стародавнім алювієм піщаного бугра борової тераси, характеризується яскраво вираженим переважанням окислювальних процесів, унаслідок поширення в цьому ґрунті окислених форм заліза. Їх кількість по

профілю ґрунту різко зменшується (від 16,25 до 7,00 мг/100 г ґрунту, тобто більше ніж у 2 рази). Уміст відновлених форм заліза в 7-16 разів є нижчим за вміст окислених форм і у 2-3 рази нижчим за вміст рухомого мангану. Диференціація по профілю відновленої форми заліза є дещо нерівномірною (від 1,85 до 1,20 мг/100 г ґрунту). Загальна тенденція щодо зменшення вмісту такої форми з глибиною доповнюється деяким підвищенням кількості відновленого заліза в шарах ґрунту 35-87 см. Зменшення вмісту рухомого мангану вниз по профілю, що пов'язано не лише зі зменшенням кількості вологи в ґрунті, а й зі зниженням кількості органічної речовини, є поступовим (від 6,90 до 5,20 мг/100 г. гр., тобто мінімальний уміст рухомого мангану по всій глибині профілю відрізняється від максимального лише на 1,70 мг/100 г ґрунту).

Таким чином, досліджувані дернові ґрунти борової тераси мають тенденцію щодо зменшення окисленої та відновленої форми заліза і рухомого мангану з глибиною. Домінантною серед досліджуваних форм елементів є окислена. За своєю суттю окислене і відновлене залізо є антагоністами, тому при збільшенні однієї форми, найчастіше, спостерігаємо зменшення іншої. Проте, відновлене залізо все-таки присутнє в ґрунті і його вміст з наростанням глибини поступово зменшується, що може пояснюватися, по-перше, промиванням атмосферними опадами лісової підстилки ґрунту, внаслідок чого відбувається звільнення агресивних органічних кислот з неї, які здатні відновлювати залізо, а, по-друге, здатністю лісової підстилки деякий час утримувати вологу з опадів на поверхні, що викликає створення тимчасово анаеробних умов, зя яких і відбувається трансформація заліза у відновлену форму.

Дерновий середньорозвинутий зв'язно-піщаний ґрунт на еолових відкладах, що підстеляється давнім алювієм, який знаходиться в котловині видування борової тераси, характеризується дещо нижчим умістом окисленого заліза порівняно з його вмістом у дерновому слаборозвинутому зв'язно-піщаному ґрунті на еолових піщаних відкладах, що підстеляється стародавнім алювієм, який знаходиться в межах піщаного бугра (від 0,25 до 2,29 мг/100 г ґрунту), дещо вищим умістом відновленого заліза (різниця до 0,8 мг/100 г ґрунту), меншою кількістю рухомого мангану (від 0,10 до 1,80 мг/100 г ґрунту). Уміст рухомого мангану, головним чином, залежить від забезпечення ґрунту гумусом. Внаслідок бідності цих ґрунтів на гумус уміст мангану є досить незначним. Найбільшу кількість мангану спостерігаємо у верхніх горизонтах – 3-12 см (8,70 мг/100 г ґрунту) та 5-13 см (6,90 мг/100 г ґрунту). Дерновий слаборозвинутий зв'язно-піщаний ґрунт на еолових відкладах, що підстеляються давнім алювієм, який знаходиться на верхівці піщаного бугра борової тераси, характеризується суттєвим проявом окислювальних процесів (уміст окислених форм заліза в середньому за профілем становить 10,68 мг/100 г ґрунту) та неістотним проявом у ґрунтовій товщі відновлювальних процесів (уміст відновлених форм заліза в середньому по профілю становить 1,27 мг/100 г ґрунту). Уміст рухомого мангану в дерновому слаборозвинутому зв'язно-піщаному ґрунті (5,20-6,90 мг/100 г ґрунту) є відносно невисоким. Дерновий слаборозвинутий піщаного бугра борової тераси характеризується тенденцією щодо зменшення вмісту відновленого заліза з глибиною (від 1,89 до 1,20 мг/100 г ґрунту). Обидва ґрунти, що досліджувалися,

характеризуються тенденцією щодо зниження вмісту окисленого заліза з глибиною, проте в дерновому ґрунті, що сформувався в межах піщаного бугра, зниження відбувається інтенсивніше (16,25-7,00 мг/100 г ґрунту). Тенденція щодо зменшення вмісту спостерігається і в розподілі рухомого мангану за профілем дернових ґрунтів, що досліджувалися.

Ґрунти борової тераси є яскравим прикладом домінування окисних процесів у ґрунтовій товщі, про що свідчить значна кількість окисленого заліза за профілем ґрунтів і загальна тенденція до зниження вмісту окисленої форми з глибиною. Найбільша кількість окислених форм заліза спостерігалася а дерновому середньорозвинутому зв'язно-піщаному ґрунті на еолових відкладах, що підстеляється давнім алювієм (котловина видування).

За отриманими даними, у 2011 р. (див. табл. 1) можемо зробити висновок, що диференціація окислених, відновлених форм заліза та рухомого мангану за профілями досліджуваних ґрунтів збереглася. Так, у ґрунтах борової тераси зберігається тенденція щодо значного кількісного переважання окислених форм над відновними (у 3-9 рази порівняно з умістом відновлених форм заліза та у порівняно з умістом рухомого мангану до майже двох разів у дерновому середньорозвинутому зв'язно-піщаному ґрунті на еолових відкладах; у 3-16 разів порівняно з умістом відновлених форм заліза та порівняно з умістом рухомого мангану до майже 2,5 разу в дерновому слаборозвинутому зв'язно-піщаному ґрунті на еолових піщаних відкладах). Уміст окисленого, відновного заліза та рухомого мангану, як і 2010 р. має тенденцію до зменшення з глибиною, проте вміст окисленого заліза вниз по профілю знижується значно різкіше порівняно з іншими формами (від 15,24 до 4,50 мг/100 г ґрунту в дерновому середньорозвинутому зв'язно-піщаному ґрунті на еолових відкладах та з 16,02 до 6,56 мг/100 г ґрунту у дерновому слаборозвинутому зв'язно-піщаному ґрунті на еолових піщаних відкладах).

Досліджувані дернові ґрунти борової тераси різняться між собою, головним чином, за кількісною ознакою розподілу відповідних форм заліза та мангану по ґрунтовому профілю, про що свідчать дані табл. 1. Так, дерновий середньорозвинутий зв'язно-піщаний ґрунт на еолових відкладах, що підстеляється давнім алювієм котловини видування, характеризується менш вираженим проявом процесів окислення порівняно з дерновим слаборозвинутим зв'язно-піщаним ґрунтом на еолових піщаних відкладах, що підстеляється стародавнім алювієм і знаходиться на піщаному бугрі, про що говорить загальний нижчий уміст окислених форм заліза в ньому (різниця становить 14,64 мг/100 г ґрунту або 22,9 %). У свою чергу дерновий середньорозвинутий зв'язно-піщаний ґрунт на еолових відкладах порівняно з дерновим слаборозвинутим зв'язно-піщаним ґрунтом на еолових відкладах має дещо більший загальний уміст відновлених форм (різниця за вмістом відновленого заліза становить 0,63 мг/100 г ґрунту або 7,9 %, за вмістом рухомого мангану – 0,19 мг/100 г ґрунту або 0,6 %).

**Висновок.** Уміст відновлених і окислених форм заліза коливався в досліджуваних ґрунтах залежно від їх місця розташування, глибини відбору зразка та року дослідження. Для дернових ґрунтів борової тераси характерно переважання кількості окислених форм заліза над кількістю відновлених (у

середньому в 9 разів). З глибиною у зазначених вище грунтах уміст окислених і відновлених форм заліза зменшується. Причому, зафіксовано різке зменшення окислених форм заліза з глибини приблизно 30 см.

Деяке зростання кількості відновлених форм заліза зафіксовано для дернового ґрунту котловини видування у шарі 52 см і глибше, а для дернового ґрунту піщаного бугра – з глибини 35 см.

Було встановлено, що вміст рухомих форм мангану коливався залежно від підтипу ґрунту, його розташування за рельєфом місцевості та глибиною відбору зразка. З глибиною незалежно від підтипу ґрунту та його розташування за рельєфом уміст рухомого мангану зменшувався поступово. Серед дернових ґрунтів, що вивчалися, у середньому більшу кількість зазначеної вище форми мангану була зафіксовано у дерновому ґрунті котловини видування.

Хоча досліджувані ґрунти борової тераси характеризуються подібною тенденцією щодо якісної диференціації форм елементів, що вивчалися, у міжрічній динаміці, проте кількісна складова за даними 2011 р. дещо відрізняється від даних 2010 р. Ось у чому полягають ці відмінності:

- загальний уміст відновленого заліза в дерновому середньорозвинутому зв'язно-піщаному ґрунті на еолових відкладах, що підстеляється давнім алювієм котловини видування у 2011 р. дещо збільшився, проте несуттєво (на 0,23 мг/100 г ґрунту або на 3,0 %): 8,40 мг/100 г ґрунту – 2010 р., 8,63 мг/100 г ґрунту – 2011 р. Уміст окисленого заліза, навпаки, дещо зменшився за даними 2011 р. порівняно з даними 2010 р. (на 2,42 мг/100 г ґрунту або 5,0 %): 51,84 мг/100 г ґрунту – 2010 р., 49,42 мг/100 г ґрунту – 2011 р. Загальна кількість рухомого мангану подібно відновленому залізу збільшилася, проте дуже неістотно (на 0,14 мг/100 г ґрунту або 0,5 %): 30,94 – 2010 р., 31,08 – 2011 р.).

- у дерновому слабдорозвинутому зв'язно-піщаному ґрунті на еолових відкладах, що підстеляється давнім алювієм піщаного бугра, подібно попередньому ґрунті, загальний уміст відновленого заліза у 2011 р. несуттєво збільшився (на 0,37 мг/100 г ґрунту або на 5 %): 7,63 мг/100 г ґрунту – 2010 р., 8,00 мг/100 г ґрунту – 2011 р. Уміст окисленого заліза, навпаки, зменшився за даними 2011 року порівняно з даними 2010 року (на 7,27 мг/100 г ґрунту або 12,8 %): 64,06 мг/100 г ґрунту – 2010 р., 56,79 мг/100 г ґрунту – 2011 р. Загальна кількість рухомого мангану подібно відновленому залізу не суттєво збільшилася (на 0,71 мг/100 г ґрунту або 2,0 %): 36,10 – 2010 р., 36,81 – 2011 р.).

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

**Зонн С. В.** Железо в почвах / С.В. Зонн. – М.: Наука, 1982. – 206 с.

*Zonn S. V., 1982, "Zhelezo v pochvakh", Moscow, Nauka, 206 p.*

**Добровольский Г. В.** О роли железа в почвообразовании / Г. В. Добровольский, Л. О. Карпачевский, Т. А. Зубкова // Железо в почвах: тез. докл. Междунар. совещания. – Ярославль, 1999. – С. 15-16.

*Dobrovol'skij G. V. 1999, "O roli zheleza v pochvoobrazovanii", Zhelezo v pochvakh, Tez. dokl. Mezhdunar. Soveshchaniya, Jaroslavl', P. 15-16.*

**Николаева С. А.** Трансформация соединений железа в чернозёмах в условиях повышенной увлажненности / С. А. Николаева, А. М. Ерёмкина // Почвоведение. – 2001. – №8. – С. 963-969.



Nikolaeva S. A., 2001, "Transformacija soedinenij zheleza v chernozjomakh v uslovijakh povyshennoj uvlazhnennosti", *Pochvovedenie*, № 8, P. 963-969.

**Дюшофур Ф.** Основы почвоведения. Эволюция почв [Текст]: опыт изучения динамики почвообразования / Ф. Дюшофур; пер. с франц. М. И. Герасимовой. — М.: Прогресс, 1970. — 591 с.

*Djushofur F., 1970, "Osnovy pochvovedenija. Ehvoljucija pochv: opyt izuchenija dinamiki pochvoobrazovanija", Moscow, Progress, 591 p.*

**Орлов Д. С.** Химия почв: учебник / Д. С. Орлов. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985. — 376 с.

*Orlov D. S., 1985, "Khimija pochv", Moscow, Izd-vo Mosk. un-ta, 376 p.*

**Ярков С. П.** Образование закисного железа и особенности фосфатного режима в дерново-подзолистых почвах / С. П. Ярков, Е. В. Кулаков, И. С. Кауричев // Почвоведение. — 1950. — № 8. — С. 466-475.

*Jarkov S. P., 1950, "Obrazovanie zakisnogo zheleza i osobennosti fosfatnogo rezhima v dernovo-podzolistykh pochvakh", Pochvovedenie, № 8, S. 466-475.*

**Антипов-Каратаев И. Н.** К вопросу о миграции железа в виде органических соединений / И. Н. Антипов-Каратаев // Тр. конф. по генезису руд железа, марганца и алюминия — М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1937. — С. 93-107.

*Antipov-Karataev I. N., 1937, "K voprosu o migracii zheleza v vide organicheskikh soedinenij", Tr. konf. po genезису rud zheleza, marganca i aljuminija, M.-L.: Izd-vo AN SSSR, P. 93-107.*

**Wallace A., Lunt O. R.,** 1956, "Reactions of some iron, zinc and manganese chelates in various soils", *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, Vol. 20, № 4., P. 479-482.

**Nishite H., Essington E. H.,** 1967, "Effect of chelating agents on the movement of fission products in soils", *Soil Sci.*, Vol. 103, № 3, P. 168-176.

**Evans L.,** 1959, "The use of chelating reagents and alkaline solutions in soil organic matter extraction", *Soil Sci.*, Vol. 10, № 1, P. 110-118.

**Добрицкая Ю. И.** Содержание молибдена и марганца в илистой фракции некоторых почв / Ю. И. Добрицкая // Агрохимия. — 1967. — № 3. — С. 84-97.

*Dobrickaja JU. I., 1967, "Soderzhanie molibdena i marganca v ilistoj frakcii nekotorykh pochv", Agrokhimija, № 3, P. 84-97.*

**Стойлов Г. П.** Превращение форм соединений марганца при увлажнении и высыхании почв / Г. П. Стойлов // Агрохимия. — 1967. — № 3. — С. 92-97.

*Stojlov G. P., 1967, "Prevrashchenie form soedinenij marganca pri uvlazhnenii i vysykhanii pochv", Agrokhimija, № 3, P. 92-97.*

**Кауричев И. С.** Окислительно-восстановительные процессы и их роль в генезисе и плодородии почв / И. С. Кауричев, Д. С. Орлов. — М.: Колос, 1982. — 225 с.

*Kaurichev I. S., 1982, "Okislitel'no-vosstanovitel'nye processy i ikh rol' v genezise i plodorodii pochv", M., Kolos, 225 p.*

**Gotoh S., Patrik W. H.,** 1974, "Transformation of iron in waterlogged Soil as influenced by redox potential and pH", *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, V. 38, P. 66-71.

Практикум по почвоведению / ред. И. С. Кауричев. — [3-е изд., перераб. и доп.]. — М.: Колос, 1980. — 272 с.

*Praktikum po pochvovedeniju, 1980, Red. Kaurichev I. S., 3-e izd., pererab. i dop., M., Kolos, 272 p.*

**Рекомендовано до друку:** зав. відділу агрохімії ННЦ «ІГА ім. О.Н. Соколовського», д-р біол. наук, ст. наук. співробітник М. М. Мірошниченко