

**S. A. Baliuk, Dr. Sci. (Agric.), Profesor**

**M. A. Zakharova, Cand. Sci. (Agric.)**

**L. I. Vorotyntseva, Cand. Sci. (Agric.)**

**O. A. Nosonenko, Cand. Sci. (Agric.)**

*NSC «Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O. N. Sokolovsky», Kharkov, e-mail: zakharova\_maryna@ukr.net*

### **CONTENT OF HEAVY METALS MOBILE FORMS IN IRRIGATED SOILS FLOODPLAIN RIVER DNIPRO**

**Purpose.** To investigate the content of heavy metals mobile forms in irrigated soils of the Dnipro lower reaches (Kherson region). **Methods.** Generalization, comparative-geographical, morphological-genetic and chemical-analytical. **Results.** Field survey of irrigated lands of the Dnipro lower reaches (Kherson region) was carried out using the key-analogues method. Irrigated soil according to morphological and genetic characteristics is alluvial sod soil. It is underdeveloped, cultivated on the sandy alluvium. This soil has long been used by farmers in organic farming systems; they used drip irrigation in vegetable crop rotation. Unirrigated soil it is alluvial meadow soils on sandy alluvium. Farmers did not use it in intensive agricultural production. In the soil profile, we observe subsoil water from a depth of 85 cm and more deeply. It was established that the conditions of humidification to a large extent influence the mobility of Fe, Mn, Co, Ni, Cu, Zn and Pb in soils. Metals, content of mobile forms it we studied, can be divided into 3 groups in relation to soil moisture conditions. The content of Zn, Mn, Cu, Ni, Co mobile forms in soils is at the background of the region. We have identified small deviations from it. Fe content in the plowable horizon of irrigated soil is 2 times higher than the background level. The content of Fe in unirrigated soil profiles in 4,2-24,1 times higher than the background level. The concentration of lead mobile forms in the plowable horizons of irrigated soil is 5.5 times higher than the background level. In deeper horizons, its content is reduced. The lead content in unirrigated soil exceeds the background content of this element throughout the profile, the excess is 1.1-3.4 times.

The content of contaminants elements (cadmium, lead, chromium and nickel) in the soil is substantially below the maximum permissible concentration and the danger of contamination of plant products is not.

We evaluated the content of micronutrients in the soil to determine the supply of plants with high need for trace elements. The content of zinc, copper and manganese mobile forms in soil irrigated corresponds to low plant availability. The content of cobalt mobile forms corresponds to the average level of plant availability.

**Practical meaning.** Determined that in order to obtain a high yield of

*agricultural crops, farmers must use microfertilizers containing manganese, zinc, copper and iron.*

**Keywords:** *alluvial soils, heavy metals, irrigation, irrigated soils, land protection, agricultural crops.*

УДК 631.6: 631.434.5: 624.121.537

**С. А. Балюк, доктор с.-х. наук, профессор**

**М. А. Захарова, канд. с.-х. наук**

**Л. И. Воротынцева, канд. с.-х. наук**

**А. А. Носоненко, канд. с.-х. наук**

*Национальный научный центр «Институт почвоведения и агрохимии имени А. Н. Соколовского», г. Харьков, e-mail: zakharova\_maryna@ukr.net*

## **СОДЕРЖАНИЕ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОРОШАЕМЫХ ПОЧВАХ ПОЙМЫ ДНЕПРА**

**Цель** – исследовать содержание подвижных форм тяжелых металлов в орошаемых почвах низовья Днепра (Херсонская область).

**Методы:** обобщение, сравнительно-географический, морфолого-генетический и химико-аналитический. Методом ключей-аналогов проведено полевое обследование орошаемых земель низовья Днепра (Херсонская область). Установлено, что условия увлажнения в значительной степени влияют на подвижность Fe, Mn, Co, Ni, Cu, Zn и Pb в почвах. Содержание большинства исследуемых элементов в почвах находится на уровне фонового для региона (Zn, Mn, Cu, Ni, Co). Содержание железа в пахотном горизонте орошаемой почвы в 2 раза превышает фоновый уровень, а в неорошаемой – в 4,2-24,1 раза и наблюдается во всем профиле. Концентрации подвижных форм свинца и хрома превышают фоновое содержание в несколько раз. Содержание элементов загрязнителей в почвах значительно ниже предельно допустимых концентраций. Содержание подвижных форм цинка, меди и марганца в орошаемой почве соответствует низкому уровню обеспеченности для растений высокого выноса, кобальта - в основном средней. Для получения высокого урожая сельскохозяйственных культур необходимо внесение микроудобрений с обязательным содержанием марганца, цинка, меди и железа.

**Ключевые слова:** аллювиальные почвы, тяжелые металлы, орошение, орошаемые почвы, охрана земель, сельскохозяйственные культуры.

С. А. Балюк, доктор. с.-г. наук, професор

М. А. Захарова, канд. с.-г. наук

Л. І. Воротинцева, канд. с.-г. наук

О. А. Носоненко, канд. с.-г. наук

Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського», м. Харків, e-mail: zakharova\_maryna@ukr.net

### УМІСТ РУХОМИХ ФОРМ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ЗРОШУВАНИХ ҐРУНТАХ ЗАПЛАВИ ДНІПРА \*

**Мета** – дослідити вміст рухомих форм важких металів у зрошуваних ґрунтах пониззя Дніпра (Херсонська область). **Методи:** узагальнення, порівняльно-географічний, морфолого-генетичний та хіміко-аналітичний. Методом ключів-аналогів проведено польове обстеження зрошуваних земель пониззя Дніпра (Херсонська область). Установлено, що умови зволоження значною мірою впливають на рухомість Fe, Mn, Co, Ni, Cu, Zn і Pb в ґрунтах. Уміст більшості досліджуваних елементів у ґрунтах знаходиться на рівні фонового для регіону (Zn, Mn, Cu, Ni, Co). Уміст заліза в орному горизонті зрошеного ґрунту у 2 рази перевищує фоновий рівень, а в незрошеному – у 4,2-24,1 разу і спостерігається у всьому профілі. Концентрація рухомих форм свинцю та хрому перевищують фоновий вміст в кілька разів. Уміст елементів забруднювачів у ґрунтах значно нижчий за гранично допустимі концентрації. Уміст рухомих форм цинку, міді і марганцю в зрошеному ґрунті відповідає низькому рівню забезпеченості для рослин високого виносу, кобальту – переважно середньому. Для одержання високого урожаю сільськогосподарських культур необхідним є внесення мікродобрив з обов'язковим умістом марганцю, цинку, міді і заліза.

**Ключові слова:** алювіальні ґрунти, важкі метали, зрошення, зрошені ґрунти, охорона земель, сільськогосподарські культури.

**Вступ.** Глобальні зміни клімату, прояви яких наразі спостерігаємо в Україні, зумовлюють підвищення ролі зрошення в забезпеченні сталого виробництва рослинної продукції і перетворюють зрошення в обов'язковий, а для багатьох сільськогосподарських культур і у визначальний елемент технології інтенсивного їх вирощування (Наукові основи..., 2009, Ефективне використання..., 2010, Раціональне використання..., 2015). Водночас необхідно

---

\* Робота виконувалась за підтримки Міністерства освіти і науки України

приділяти увагу екологічній безпеці зрошення, адже за збільшення обсягу продукції продовольчих товарів, зрошення посилює екологічні ризики, особливо в регіонах зі складною екологічною ситуацією. Одним з головних індикаторів антропогенного тиску на природне середовище є важкі метали (ВМ) (Кабата-Пендіас А., 1989, Балюк С. А., Фатєєв А. І, 2012, Овчаренко М. М., 1997, Захарова М. А., 2003).

Зрошувані землі в Україні розташовані також у заплавах річок, на алювіальних ґрунтах. Алювіальні ґрунти мають значні, властиві лише їм, особливості вмісту важких металів у ланках системи «зрошувальна вода-ґрунт-рослина» обумовлені специфічним водним режимом. Біогеохімія ВМ, оптимальний уміст яких знаходиться в дуже вузькому діапазоні значень, тісно переплітається з їх агрохімією, що зумовлює необхідність агрогеохімічних підходів у дослідженнях закономірностей їх міграції й акумуляції у зрошуваних алювіальних ґрунтах.

Займаючи порівняно невелику площу, ґрунти заплави ріки Дніпро, на відміну від зональних ґрунтів, є практично не вивченими з погляду властивостей і, особливо, агрогеохімічних особливостей міграції і акумуляції ВМ. Вивчення змін умісту ВМ в компонентах агроландшафту пониззя Дніпра дозволить визначити доцільність їх використання, шляхи підвищення продуктивності, оцінити екологічний стан функціонування алювіальних ґрунтів. З метою захисту загально біосферних функцій ґрунтів у поєднанні з максимально ефективним їх використанням у господарських та інших цілях у повній відповідності до екологічних вимог необхідне проведення комплексних агрогеохімічних досліджень.

У зв'язку з цим сформульовано основну мету досліджень: дослідити вміст рухомих форм важких металів у зрошуваних ґрунтах пониззя Дніпра (Херсонська область).

**Об'єкти та методи досліджень.** Загальною методологічною основою вивчення поставлених на розробку питань є структурно-функціональний аналіз, що передбачає системне вивчення закономірностей та спрямованості змін ґрунтових процесів і режимів у зрошуваних земель за різних меліоративних впливів. Вирішення поставлених завдань проводилось із застосуванням загальних методів досліджень: узагальнення фондів і літературних матеріалів, порівняльно-географічний (польові обстеження методом ключів-аналогів), морфолого-генетичний (профільний) та хіміко-аналітичний методи.

Відповідно до мети було визначено об'єкти досліджень – зрошувані алювіальні ґрунти пониззя Дніпра, які мають незрошувані аналоги (Херсонська область) та сільськогосподарські рослини, що вирощували в умовах зрошення.

У зрошуваних алювіальних ґрунтах було проведено вивчення рівнів умісту ВМ із використанням профільного та порівняльно-географічного методів дослідження, які вважаються найважливішими в ґрунтознавстві (Роде А. А., 1971). На досліджуваній території було закладено один ключовий

майданчик на зрошуваному ґрунті і один – на незрошуваному ґрунті, у межах яких закладено по одному ґрунтовому розрізу та по 8-10 прикопок (скважини) глибиною максимально до 1,00 м (глибина залягання підґрунтових вод). З кожного розрізу відібрано ґрунтові зразки у чотириразовій повторності, з прикопок відібрано змішані ґрунтові зразки. У ґрунтових розрізах зразки відбирали по всьому профілю до ґрунтотворної породи. Глибину відбирання проб визначали з урахуванням меж генетичних горизонтів ґрунту з шару товщиною 10 см у їх середній частині. Із порушених шарів ґрунту та кротовин відбирання ґрунтових проб не здійснювали.

Точка відбирання проб прив'язувалась у системі географічних координат за допомогою приладу супутникового геопозиціонування, використовували картографічний датум WGS 84 з десятичним представленням географічних координат. Відбирання ґрунтових зразків, закладення ґрунтових розрізів і прикопок здійснювали відповідно до ДСТУ 4287 (Якість ґрунту..., 2005).

За картографічну основу в обстеженні ґрунтового покриву використовували космічні зображення, отримані за допомогою ПО Sasplanet, з нанесеними топографічними особливостями.

Підготування до аналізів та попереднє оброблення зразків ґрунту, що підлягали фізико-хімічному аналізу, проведено за ДСТУ ISO 11464:2007 (Якість ґрунту..., 2004), виконано: висушування, подрібнення, просіювання, розділення та розмелювання.

Хіміко-аналітичне вивчення передбачало визначення у ґрунтових, рослинних зразках і пробах води важких металів (ВМ) за атестованими методиками: визначення рухомих форм важких металів (Fe, Mn, Ni, Co, Cu, Pb, Cd, Cr і Zn) – методом атомно-адсорбційної спектрометрії на приладі С-115 згідно з ДСТУ 4770.1-ДСТУ 4770.9 (Якість ґрунту..., ДСТУ 4770.1-ДСТУ 4770.9 2009).

**Результати та обговорення.** У формуванні структури ґрунтового покриву заплави визначальними є низка чинників, що визначають літологічний профіль ґрунтів, процеси гумусонакопичення, оглеювання, засолення. На всій території заплави відбуваються аквальні ландшафтно-геохімічні процеси, які є основним чинником формування різноманітності біогеоценозів. Особливості формування ґрунтового покриву і властивості ґрунтів визначаються характером прояву елементарних ґрунтових процесів у заплаві, динамічністю алювіальних та седиментаційних процесів, строкатістю геоморфолого-літологічних характеристик невеликих територій, що й зумовило відмінності у розташованих поруч, з незначним перепадом висот, досліджуваних алювіальних ґрунтах і знайшло відображення в їх профілі. Залежно від розвитку домінуючих процесів ґрунтоутворення відбувається зміна вмісту ВМ, який віддзеркалює їх накопичення, трансформацію і міграцію в ґрунтах.

Гідрологічний режим є одним з найважливіших чинників, від якого залежить розвиток окисно-відновних процесів і зміна кислотності ґрунтів, що

суттєво впливає на рухомість ВМ, викликаючи їх осадження, розчинення, а також утворення комплексних сполук різної міцності з органічними речовинами (ОВ), глинистими мінералами й іншими компонентами ґрунту. Під час проведення морфолого-генетичного дослідження ґрунтів було виявлено відмінності у будові профілю і за умовами зволоження.

Зрошуваний ґрунт за морфолого-генетичними характеристиками – алювіальний дерновий слабкорозвинений окультурений на піщаному алювії за тривалого використання в органічній системі землеробства та краплинного зрошення, овочева сівозміна. У профілі зрошеного ґрунту виділено горизонти: орний, перехідний і порода – вологі, рихлі, піщані. Підґрунтова вода – глибше 1 м.

Незрошуваний ґрунт – алювіальний лучно-болотний на супіщаному алювії, без інтенсивного сільськогосподарського використання. Відзначено іншу будову ґрунтового профілю – виділено горизонти: дернина, гумусовий оглеєний, перехідний, перехідний оглеєний, порода. Із глибини 9 см ґрунт сирий, а з 85 см і глибше – підґрунтова вода.

Скипання від карбонатів за профілем відсутнє.

Ці відмінності слід ураховувати під час аналізу вмісту ВМ у досліджуваних ґрунтах, адже їх уміст геохімічно обумовлений і формується за сукупного впливу чинник ґрунтоутворення й антропогенної діяльності.

### **1. Уміст рухомих форм важких металів в алювіальних ґрунтах пониззя р. Дніпро, мг/кг**

Глибина, см	Zn	Cd	Ni	Co	Fe	Mn	Pb	Cu	Cr
Розріз 1									
0-20	1,45	0,015	0,44	0,51	4,08	12,69	2,77	0,48	0,49
20-36	0,84	0,005	0,68	0,91	0,47	4,59	1,63	0,23	2,02
36-80	0,76	0,005	0,52	0,14	1,92	1,43	0,39	0,53	0,04
Розріз 2									
0-9	0,85	0,020	0,24	0,96	9,49	53,39	1,01	0,11	0,82
9-25	0,66	0,015	0,93	0,14	39,60	5,40	1,39	0,66	0,38
25-44	1,02	0,005	0,12	0,68	48,26	0,79	0,55	0,01	1,58
44-72	0,66	0,015	0,61	0,16	8,46	3,04	1,72	0,44	1,91
72-85	2,10	0,005	0,87	0,51	1,91	1,68	1,19	0,30	0,84

Установлено, що умови зволоження значною мірою впливають на рухомість Fe, Mn, Co, Ni, Cu, Zn і Pb в ґрунтах, і визначено, що досліджені метали можна умовно поділити на три групи за умовами зволоження ґрунтів:

а) метали, стан яких визначається, в основному, умовами зволоження ґрунтів, інтенсивністю розвитку відновних процесів. Це найбільшою мірою стосується елементів зі змінною валентністю – сполук Fe і Mn;

б) метали, стан яких залежить від режиму зволоження ґрунтів і окислювально-відновних умов, і тісно пов'язані з органічними речовинами та

сполуками Fe і Mn. До цієї групи належать сполуки Cu, Zn, Co, Ni і Pb;

в) метали, стан яких не залежить від режиму зволоження ґрунтів і окислювально-відновних умов, характеризуються слабкою спорідненістю органічним сполукам. До цієї групи належать сполуки Cr і Cd.

Досліджено ступінь забруднення ґрунтів рухомими формами важких металів. Представлені в табл. 1 дані про вміст ВМ у горизонтах ґрунту рухомих форм дев'яти найбільш поширених важких металів свідчать, що вміст більшості з них в обох ґрунтах знаходиться на рівні фонового для регіону (Zn, Mn, Cu, Ni, Co) з невеликими відхиленнями в той або інший бік.

Уміст заліза (Fe) лише в орному горизонті зрошуваного ґрунту у 2 рази перевищує фоновий рівень, а в незрошуваному ґрунті, за більшого його зволоження, перевищення фонового вмісту цього елемента спостерігається за всім профілем і складає 4,2-24,1 разу.

Концентрація ж рухомих форм свинцю та хрому в більшості випадків перевищує фоновий уміст цих елементів в кілька разів:

– уміст свинцю в орному горизонті зрошуваного ґрунту в 5,5 разу перевищує фоновий рівень, у глибших горизонтах його вміст знижується, що підтверджує тісний зв'язок цього елемента з органічними речовинами; уміст свинцю в незрошуваному ґрунті перевищує фоновий уміст цього елемента за всім профілем, але перевищення становить 1,1-3,4 разу;

– уміст рухомих форм хрому перевищує фоновий рівень у 3,8-20,1 разу у профілі зрошуваного і незрошуваного ґрунтів.

Уміст елементів забруднювачів (кадмій, свинець, хром і нікель) у ґрунтах господарства переважно значно нижчий за гранично допустимі концентрації і небезпеки забруднення рослинницької продукції не представляє.

Для розробки раціональної системи застосування мікродобрив під сільськогосподарські культури на зрошуваних ґрунтах пониззя р. Дніпро першочерговим завданням є також одержання інформації щодо забезпеченості рухомими формами мікроелементів у вирощуванні сільськогосподарських культур із різним рівнем їхнього споживання. Оскільки в обстеженому господарстві вирощують високоврожайні сорти та гібриди на високому агрофоні, тому нами виконано оцінювання забезпеченості мікроелементами для рослин високого виносу мікроелементів.

Виходячи з градацій І. Г. Важеніна (И. Г. Важенин, 1976), уміст рухомого цинку, міді і марганцю в зрошуваному ґрунті відповідає низькому рівню забезпеченості для рослин високого виносу. Забезпеченість зрошуваних ґрунтів господарства кобальтом для рослин високого виносу переважно середня.

На жаль, до цього часу рівень забезпеченості ґрунтів рухомими формами заліза не розроблено, адже цей елемент відіграє дуже важливу роль у живленні рослин. Від рівня забезпеченості рослин залізом залежить, у першу чергу, утворення хлорофілу в листі та рівень фотосинтетичної активності рослин.

Нестача цього елемента у живленні рослин може призвести до проявлення хлорозу, а в орному шарі обстежених ґрунтів господарства вміст рухомих форм заліза, хоча і перевищує фоновий у 2 рази, але під час вирощування високоврожайних сортів та гібридів на високому агрофоні може виявитися недостатнім. Отже, для одержання високого врожаю сільськогосподарських культур необхідно внесення мікродобрив з обов'язковим вмістом марганцю, цинку, міді і заліза.

**Висновки.** 1. Проведено польове обстеження методом ключів-аналогів зрошуваних земель пониззя Дніпра (Херсонська область). На досліджуваній території закладено по одному ключовому майданчику на зрошуваному ґрунті і незрошуваному ґрунті, у межах яких закладено по одному ґрунтовому розрізу та по 8-10 прикопок (скважини) глибиною максимально до 1,00 м (глибина залягання підґрунтових вод). З кожного розрізу відібрано ґрунтові зразки у чотириразовій повторності, з прикопок відібрано змішані ґрунтові зразки. У ґрунтових розрізах зразки відбирали за всім профілем до ґрунтоутворюючої породи. Глибину відбирання проб визначали з урахуванням меж генетичних горизонтів ґрунту з шару товщиною 10 см у їх середній частині. Із порушених шарів ґрунту й кротовин відбирання ґрунтових проб не здійснювали.

2. Установлено, що умови зволоження ґрунту значною мірою впливають на рухомість Fe, Mn, Co, Ni, Cu, Zn і Pb в ґрунтах і визначено, що досліджені метали можна умовно поділити на три групи за умовами зволоження.

3. Аналіз вмісту рухомих форм дев'яти найбільш поширених важких металів свідчить, що вміст більшості з них в обох ґрунтах знаходиться на рівні фонового для регіону (Zn, Mn, Cu, Ni, Co) з невеликими відхиленнями. Вміст заліза (Fe) лише в орному горизонті зрошуваного ґрунту в 2 рази перевищує фоновий рівень, а в незрошуваному ґрунті, за більшого його зволоження, перевищення фонового вмісту цього елемента спостерігається у всьому профілі і складає 4,2-24,1 разу. Концентрація ж рухомих форм свинцю та хрому в більшості випадків перевищує фоновий вміст у кілька разів.

4. Вміст елементів забруднювачів (кадмій, свинець, хром і нікель) у ґрунтах господарства переважно значно нижчий за гранично допустимі концентрації і небезпеки забруднення рослинницької продукції не представляє.

5. Виходячи з градацій І. Г. Важеніна, вміст рухомих форм цинку, міді і марганцю в зрошуваному ґрунті відповідає низькому рівню забезпеченості для рослин високого виносу. Забезпеченість зрошуваних ґрунтів господарства кобальтом для рослин високого виносу переважно середня. Для одержання високого врожаю сільськогосподарських культур необхідним є внесення мікродобрив з обов'язковим вмістом марганцю, цинку, міді і заліза.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

Балюк С. А. Наукові та технологічні основи управління мікроелементним живленням сільськогосподарських культур. Наукова доповідь / С. А. Балюк, А. І. Фатєєв. – Харків: КП «Міськдрук», 2012. – 32 с.



Baliuk S. A., Fateyev A. I., 2012, "Scientific and technological bases of management of microelement nutrition of agricultural crops. Scientific report", Kharkiv, KP "Miskdruk", 32 p.

**Важенин И. Г.** Методические указания по агрохимическому обследованию и картографированию почв на содержание микроэлементов / И. Г. Важенин. – М.: ВАСХНИЛ, 1976. – С. 54-55.

Vazhenin I. G., 1976, "Methodical instructions for agrochemical survey and mapping of soils for the content of trace elements", Moscow, VASKhNIL, pp. 54-55.

**Геохимия** тяжелых металлов в природных и техногенных ландшафтах / под ред. М. А. Глазовской. – М.: Изд-во МГУ, 1983. – 196 с.

"Geochemistry of Heavy Metals in Natural and Technogenic Landscapes", 1983, Ed. M. A. Glazovsky, Moscow, Izd-vo MGU, 196 p.

**Ефективне** використання зрошуваних земель Херсонської області. – Херсон, 2010. – 127 с.

"Efficient use of irrigated lands of the Kherson region", 2010, Kherson, 127 p.

**Захарова М. А.** Агрогеохімічні закономірності міграції та акумуляції важких металів у зрошуваних ґрунтах: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук за спец. 06.01.03 «Агроґрунтознавство і агрофізика» / М. А. Захарова. – Харків, 2003. – 20 с.

Zakharova M. A., 2003, "Agro-geochemical laws of heavy metals migration and accumulation in irrigated soils", author's abstract. Dis. for obtaining sciences. Degree Candidate Agr. Sciences in the specialty 06.01.03 "Agropedology and agrophysics", Kharkiv, 20 p.

**Кабата-Пендиас А.** Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас: пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 439 с.

Kabat-Pendias A., Pendias H., 1989, "Mikroelementy in soils and plants", Hardcover. with English, Moscow, Mir, 439 p.

**Овчаренко М. М.** Тяжелые металлы в системе почва-растение-удобрение / М. М. Овчаренко. – М.: ЦИНАО, 1997. – 289 с.

Ovcharenko M. M., 1997, "Heavy metals in the system soil-plant-fertilizer", Moscow, CINAО, 289 p.

**Раціональне** використання зрошуваних та вилучених зі зрошення земель півдня України / за ред. Р. А. Вожегової, О. В. Морозова. – Херсон: Гринь Д. С., 2015. – 184 с.

"The rational use of irrigated and irrigated lands south of Ukraine", 2015, Ed. R. A. Vozhegova, O. V. Morozov, Kherson, Grin D. S., 184 p.

**Роде А. А.** Система методов исследования в почвоведении / А. А. Роде. – Новосибирск: Наука, 1971. – 92 с.

Rode A. A., 1971, "A system of research methods in soil science", Novosibirsk, Nauka, 92 p.

**Якість ґрунту.** Відбирання проб: ДСТУ 4287:2004. – [Чинний від 2005–07–01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 10 с.

"Soil quality. Sampling", 2005, National Standard DSTU 4287: 2004, Effective from 2005-07-01, Kiev, Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 10 p.

**Якість ґрунту.** Попереднє оброблення зразків для фізико-хімічного аналізу: ДСТУ ISO 11464:2007 (ISO 11464:2006, IDT) (на заміну ДСТУ ISO 11464:2001) 2007 [Чинний від 2008-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2004. – 14 с.

"Soil quality. Preliminary processing of samples for physico-chemical analysis", 2004, National Standard DSTU ISO 11464: 2007 (ISO 11464: 2006, IDT) (replacing DSTU ISO 11464: 2001) 2007, Effective from 01/01/2008, Kiev, Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 14 p.

**Якість ґрунту.** Визначення вмісту рухомих сполук марганцю в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії : ДСТУ 4770.1:2007. – [Чинний від 2009-01-01]. - К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 10 с.

"Soil quality. Determination of manganese mobile compounds content in soil in bufferd ammonium-acetate extract with pH 4.8 by atomic-absorption spectrophotometry", 2009, National Standard DSTU 4770.1:2007, Effective from 01/01/2009, Kiev, Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 10 p.

**Якість ґрунту.** Визначення вмісту рухомих сполук цинку в ґрунті в буферній: амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії: ДСТУ 4770.2:2007.

– [Чинний від 2009-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 10 с.

*"Soil quality. Determination of zinc mobile compounds content in soil in bufferd ammonium-acetate extract with pH 4.8 by atomic-absorption spectrophotometry"*, 2009, National Standard DSTU 4770.2:2007, Effective from 01/01/2009, Kiev, Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 10 p.

**Якість ґрунту.** Визначення вмісту рухомих сполук кадмію в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектrophотометрії: ДСТУ 4770.3:2007. – [Чинний від 2009-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 10 с.

*"Soil quality. Determination of cadmium mobile compounds content in soil in bufferd ammonium-acetate extract with pH 4.8 by atomic-absorption spectrophotometry"*, 2009, National Standard DSTU 4770.3:2007, Effective from 01/01/2009, Kiev, Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 10 p.

**Якість ґрунту.** Визначення вмісту рухомих сполук заліза в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектrophотометрії: ДСТУ 4770.4:2007. – [Чинний від 2009-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 10 с.

*"Soil quality. Determination of iron mobile compounds content in soil in bufferd ammonium-acetate extract with pH 4.8 by atomic-absorption spectrophotometry"*, 2009, National Standard DSTU 4770.4:2007, Effective from 01/01/2009, Kiev, Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 10 p.

**Якість ґрунту.** Визначення вмісту рухомих сполук кобальту в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектrophотометрії: ДСТУ 4770.5:2007. – [Чинний від 2009-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 10 с.

*"Soil quality. Determination of cobalt mobile compounds content in soil in bufferd ammonium-acetate extract with pH 4.8 by atomic-absorption spectrophotometry"*, 2009, National Standard DSTU 4770.5:2007, Effective from 01/01/2009, Kiev, Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 10 p.

**Якість ґрунту.** Визначення вмісту рухомих сполук міді в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектrophотометрії: ДСТУ 4770.6:2007. – [Чинний від 2009-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 10 с.

*"Soil quality. Determination of copper mobile compounds content in soil in bufferd ammonium-acetate extract with pH 4.8 by atomic-absorption spectrophotometry"*, 2008, National Standard DSTU 4770.6:2007, Effective from 01/01/2009, Kiev, Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 10 p.

**Якість ґрунту.** Визначення вмісту рухомих сполук нікелю в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектrophотометрії: ДСТУ 4770.7:2007. – [Чинний від 2009-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 10 с.

*"Soil quality. Determination of nickel mobile compounds content in soil in bufferd ammonium-acetate extract with pH 4.8 by atomic-absorption spectrophotometry"*, 2009, National Standard DSTU 4770.7:2007, Effective from 01/01/2009, Kiev, Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 10 p.

**Якість ґрунту.** Визначення вмісту рухомих сполук хрому в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектrophотометрії: ДСТУ 4770.8:2007. – [Чинний від 2009-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 10 с.

*"Soil quality. Determination of chrome mobile compounds content in soil in bufferd ammonium-acetate extract with pH 4.8 by atomic-absorption spectrophotometry"*, 2009, National Standard DSTU 4770.8:2007, Effective from 01/01/2009, Kiev, Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 10 p.

**Якість ґрунту.** Визначення вмісту рухомих сполук свинцю в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектrophотометрії: ДСТУ 4770.9:2007. – [Чинний від 2009-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 10 с.

*"Soil quality. Determination of lead mobile compounds content in soil in bufferd ammonium-acetate extract with pH 4.8 by atomic-absorption spectrophotometry"*, 2009, National Standard DSTU 4770.9:2007, Effective from 01/01/2009, Kiev, Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 10 p.