

Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України»

ДУ «Держґрунтохорона»



ЗАКЛЮЧНИЙ ЗВІТ ПРО ВИКОНАННЯ ЛИСТА-УГОДИ

між офісом Продовольчої та Сільськогосподарської організації Об'єднаних Націй («ФАО») та державної установи «Інститут охорони ґрунтів України» (провулок Бабушкіна, 3, м. Київ, Україна, 03190) за темою «Посилення потенціалу зі збору та узгодження агрохімічних даних про ґрунти для подальшої автоматичної обробки: приклад лісостепової зони в Україні»

Генеральний директор



Юрій ЗАЙЦЕВ

Зміст

Вступ	4
1. Стандартизована структура та формат даних для агрохімічних паспортів полів	6
1.1. Розробка методичного підходу до стандартизації агрохімічних даних ґрунтів, представлених в агрохімічних паспортах	7
1.2. Розробка даних та гіс-макетів для стандартизації агрохімічних даних ґрунтів	12
1.3. Створення таблиць метаданих агрохімічних показників ґрунтів	13
2. Стандартизована структура та формат даних, зібраних за моніторинговими ділянками	135
2.1. Розробка методичного підходу до стандартизації агрохімічних даних, зібраних з 750 моніторингових ділянок	136
2.2. Розробка макету для бази даних за моніторинговими ділянками	137
2.3. Створення таблиць метаданих для бази даних за моніторинговими ділянками.....	138
3. Створення набору стандартизованих даних агрохімічної паспортизації (не менше 30000 полів не менше ніж з 3000 господарств) для Лісостепової зони України	139
3.1. Розробка пілотного набору стандартизованих даних агрохімічної паспортизації	139
3.2. Векторизація меж полів для пілотного набору даних	140
4. Створення набору стандартизованих даних ґрунтів за моніторинговими ділянками (за період 2015–2020 рр.)	141
4.1. Розробка пілотного набору стандартизованих даних за моніторинговими ділянками	141
Висновки та рекомендації.....	142
Основні джерела посилань	142

Список скорочень

ДСТУ	-	Державний стандарт України
ДУ «Держґрунтохорона»	-	Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України»
ФАО	-	Продовольча та сільськогосподарська організація ООН

ВСТУП

Основою сільськогосподарського виробництва, одного з найважливіших фундаментів економіки аграрної України, є землі сільськогосподарського призначення. Завдяки такій функції ґрунту як родючість забезпечується виробництво рослинницької продукції сільського господарства. Але ця властивість не є постійною і потребує підтримки людини. Із урожаєм з ґрунту відчужується певна кількість поживних речовин (гумус, фосфор, калій, макро- та мікроелементи), які необхідно повернути до ґрунтової системи для підтримки її рівноваги і забезпечення врожаю в майбутньому.

В Україні відсутній окремий Закон «Про охорону та/або моніторинг ґрунтів». Але в Законі про «Охорону земель» вказано, Моніторинг земель і ґрунтів проводиться з метою своєчасного виявлення зміни стану земель та властивостей ґрунтів, оцінки здійснення заходів щодо охорони земель, збереження та відтворення родючості ґрунтів, попередження впливу негативних процесів і ліквідації наслідків цього впливу (ст. 54) [1]. А власне моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення включає агрохімічне обстеження ґрунтів, контроль змін якісного стану ґрунтів, агрохімічну паспортизацію земельних ділянок (остання здійснюється через кожні 5 років, сіножатей, пасовищ і багаторічних насаджень – через кожні 5–10 років, а суцільне ґрунтове обстеження проводиться через кожні 20 років [2]. Як зазначено в Земельному кодексі України ст. 1, п. 3 «Використання власності на землю не може погіршувати екологічну ситуацію і природні якості землі» [2]. Але на сьогоднішній час відбувається погіршення якісних показників ґрунтів земель сільськогосподарського призначення. Внаслідок гонки за високими врожайми та низького рівня заходів щодо збереження родючості ґрунтів суттєво зменшився вміст гумусу, рухомих сполук фосфору, калію, погіршилась реакція ґрунтового розчину та фізичні показники [4].

Тому для збереження національного багатства України, якою є земля і яка повинна перебувати під особливим захистом держави, проводиться суцільна агрохімічна паспортизація земель сільськогосподарського призначення з метою моніторингу якісних показників ґрунту, особливо їх зміни внаслідок господарської діяльності, запобігання його хижацького використання, виявлення забруднень та прогнозування врожайності .

Відповідно до Законів України «Про охорону земель», «Про державний контроль за використанням та охороною земель», Указу Президента України від 02.12.1995 № 1118 «Про суцільну агрохімічну паспортизацію земель сільськогосподарського призначення» та наказу Міністерства аграрної політики та продовольства України від 11.10.2011 № 536 «Про затвердження Порядку ведення агрохімічного паспорта поля, земельної ділянки» ДУ «Інститут охорони ґрунтів України» проводить систематичні науково-дослідні роботи по обстеженню сільськогосподарських угідь з подальшим складанням агрохімічних паспортів на кожне обстежене поле, земельну ділянку [1, 5, 9, 7].

Паспорт поля – це основний документ, який містить інформацію про родючість ґрунту (агрохімічні, фізико-хімічні та агрофізичні властивості), його агроекологічний стан (рівень забруднення його важкими металами, залишками пестицидів та іншими токсикантами), агрохімічну та еколого-агрохімічну оцінку. Він розробляється окремо для кожного поля, земельної ділянки на основі матеріалів агрохімічного, радіологічного та токсикологічного (вміст важких металів і залишкових кількостей пестицидів) моніторингу ґрунту. Паспорти дають можливість розробити комплекс заходів, спрямованих на раціональне використання та підвищення родючості ґрунтів, поліпшення їх агроекологічного стану. При веденні земельного кадастру, визначення вартості земель сільськогосподарського призначення, розроблення проектів землеустрою та інші заходи потребують обов'язкового виготовлення агрохімічних паспортів полів, земельних ділянок [7].

Ґрунти України досить добре вивчено, але це не стало на заваді інтенсивному поширенню їх деградації, зокрема, дегуміфікації, підкисленню, ущільнення, водній та

вітровій ерозії тощо [4, 8]. Це зумовлює необхідність забезпечення у повному обсязі цих наукових досліджень коштами державного бюджету, підготовки кваліфікованих кадрів ґрунтознавців, аналітиків, землевпорядників, удосконалення методичних засад проведення робіт з агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення, нових підходів до надання рекомендацій щодо відтворення та підвищення їх родючості. Уже понад 56 років Інститут здійснює моніторинг ґрунтового покриву родючістю ґрунтів. 23 філії, які територіально знаходяться в кожній області України, здійснюють цільове агрохімічне обстеження ґрунтів на землях сільськогосподарських угідь.

Для прикладу, впродовж 10 туру (2010–2015 рр.) установою обстежено близько 19,8 млн гектарів сільськогосподарських угідь. При цьому відібрано близько 1,9 млн ґрунтових зразків та виконано близько 9,9 млн лабораторних аналізів. За результатами обстеження землекористувачу, чи землевласнику на кожне поле, земельну ділянку видається агрохімічний паспорт, в якому фіксуються фактичні показники якісного стану ґрунту (рис. 3.1). Це єдиний юридичний документ, який відображає реальний стан ґрунтів і динаміку його змін в часі та є основою для державного контролю за використанням земель сільськогосподарського призначення.

Необхідність обстеження ґрунтового покриву визначається винятковою важливістю підтримки компонентів ландшафту й особливо ґрунтового покриву в стані, за якого він зберігає здатність до регуляції циклів біофільних елементів як основи життєдіяльності людини й біосфери в цілому. Виняткова актуальність його проведення в Україні впливає з аналізу сучасного стану ґрунтів, що характеризується:

- неконтрольованим розвитком водної і вітрової ерозії ґрунтів [9, 10];
- дефіцитним балансом біогенних елементів (нутрієнтів, елементів живлення) в агроєкосистемах і дегуміфікацією ґрунтів (втратою органічної речовини ґрунтів, органічного вуглецю ґрунтів) [4, 9, 10];
- недостатньою захищеністю ґрунтів від несприятливих явищ природно-антропогенного походження та процесів їх опустелювання [4, 11];
- низьким і середнім рівнем ефективної родючості [12];
- домінуванням деградаційних процесів (втрата гумусу, знеструктурення, еродованість, підкислення/підлуження, переущільнення) [8];
- низькою культурою землеробства й технологій (забур'яненість полів, недотримання сівозмін, несвоєчасний й неякісний обробіток, нестача добрив);
- міграцією забруднюючих речовин (у т. ч. транскордонне перенесення) та тривалий період очищення ґрунтів від багатьох з них.

Відповідно Земельного кодексу України одним з основних завдань державного моніторингу є:

- ведення систематичних спостережень за станом земель (ґрунтів) і накопичення поточної інформації про їх властивості, яка повинна бути повною, об'єктивною та оперативною;
- збирання, оброблення, передавання, збереження та аналіз інформації про стан земель (ґрунтів), прогнозування їх змін і розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень щодо запобігання негативним змінам стану земель (ґрунтів) та дотримання вимог екологічної безпеки [3].

Складові діагностики стану ґрунтів:

Стан ґрунтів достовірно діагностується за наявності інформації про: структуру земельних угідь, структуру ґрунтового покриву; інтенсивність ерозійних процесів; меліоративний стан ґрунтів; фізико-хімічні властивості ґрунтів; повітряний режим ґрунтів; вміст рухомих форм елементів живлення; вміст у ґрунтах важких металів, радіонуклідів, залишків пестицидів, нітратів та інших токсичних речовин; біологічна активність ґрунтів; меліоративний стан ґрунтів; ефективність родючості ґрунтів (урожайність культур) [13, 14].

Визначення агрохімічних, фізико-хімічних показників, вміст міцнофіксованих форм важких металів та мікроелементів, залишків стійких пестицидів на моніторингових ділянках проводиться один раз у 5 років; загальні та агрофізичні показники, вміст валових форм важких металів і мікроелементів – один раз у 10 років. Вміст рухомих форм мікроелементів і важких металів визначають щорічно. Гамма-фон на моніторингових ділянках контролюють один раз на рік, а у зоні АЕС – один раз у квартал. Питому активність ^{137}Cs контролюють щорічно, ^{90}Sr – один раз у 5 років в орному і підорному шарах ґрунту. На ділянках із щільністю забруднення $^{137}\text{Cs} > 185 \text{ кБк/м}^2$ (5 Кі/км^2) або $^{90}\text{Sr} > 5,55 \text{ кБк/м}^2$ ($0,15 \text{ Кі/км}^2$) проби відбирають один раз у п'ять років на глибину до 100 см. Показники основної і побічної продукції контролюють щорічно [15].

Мета роботи – посилення потенціалу зі збору та узгодження агрохімічних даних про ґрунти для подальшої автоматичної обробки баз даних на прикладі лісостепової зони України.

Завдання роботи:

1. Розробити стандартизовану структуру та формат даних для агрохімічних паспортів полів (розробка методичного підходу до стандартизації агрохімічних даних ґрунтів, представлених в агрохімічних паспортах; розробка даних та гіс-макетів для стандартизації агрохімічних даних ґрунтів; створення таблиць метаданих агрохімічних показників ґрунтів);

2. Створити стандартизовану структура та формат даних, зібраних за моніторинговими ділянками (розробити методологічний підхід до стандартизації даних, зібраних з 750 моніторингових ділянок; розробити макет для бази даних за моніторинговими ділянками; створити таблиці метаданих для бази даних за моніторинговими ділянками);

3. Створити набір стандартизованих даних агрохімічної паспортизації (не менше 30 000 полів не менше ніж з 3 000 господарств) для лісостепової зони України, що включає розроблення пілотного набору стандартизованих даних агрохімічної паспортизації, геореферентних карт полів для пілотного набору даних та векторизацію меж полів та агрогруп ґрунтів для пілотного набору даних;

4. Створити набір стандартизованих даних ґрунтів за моніторинговими ділянками (за період 2015 - 2020 рр.), що включає розроблення пілотного набору стандартизованих даних за моніторинговими ділянками.

1. Стандартизована структура та формат даних для агрохімічних паспортів полів

Дослідження ґрунтів проводяться за 25 агрофізичними, агрохімічними, фізико-хімічними та екотоксикологічними показниками що є достатнім для об'єктивного визначення якісного стану ґрунту. За результатами агрохімічного обстеження Інститут формує унікальний за періодичністю, обсягами та спектром показників інформаційний банк даних про стан ґрунтів. Згідно з методикою інформація про стан ґрунту формується починаючи від елементарної ділянки і завершується узагальненням в цілому по державі. Завдяки чому на кожному адміністративно-територіальному рівні є необхідна інформація про стан ґрунту для прийняття ефективних управлінських рішень щодо забезпечення раціонального землекористування. Комплексний ефект агрохімічної паспортизації земель полягає у раціональному використанні матеріально-технічних ресурсів, збереженні навколишнього середовища, збільшенні врожайності сільськогосподарських культур, виробництві рослинної і тваринної продукції, що забезпечує надійну продовольчу безпеку країни, дозволяє створити потужний експортний потенціал.

Банк даних установи складається з табличного матеріалу у форматі .xlsx, у якому зазначено агрохімічні показники та картографічні матеріали у форматі .jpg. Формування банку даних якісного стану ґрунтів ведеться з 2011 року, інформація постійно

оновлюється, а обсяг її даних зростає. Для полегшення роботи з даними проводиться їх упорядкування та приведення до одного формату. Натепер упорядковано 5 з 25 показників, а саме кислотність обмінна, вміст гумусу, азоту, що легко гідролізується, рухомих сполук фосфору та калію, які найчастіше використовуються в роботі.

У процесі виконання Угоди інститутом створюється уніфікована база даних якісного стану ґрунтів, в основу якої буде покладено наявний в установі інформаційний банк показників. Розроблення бази даних допоможе впорядкувати величезні масиви даних, полегшити доступ та пошук необхідної інформації, працювати з великою кількістю інформації шляхом зберігання, долучення та управління даними та проводити їх узагальнення.

Також установою удосконалюється процес відбору ґрунтових проб, зокрема з забезпеченням прив'язки полів і точок відбору до системи координат. Для цього було придбано автоматичний пробовідбірник ґрунту Nietfeld N2006, GPS-приймач – Trimble R8 S з контролером TSC-3, польовий планшет з програмним забезпеченням – SMS Mobile Software та SMS Basic Destop Software Unlock.

Це дозволить оптимізувати процес відбору, забезпечити більшу точність та швидкість відбору зразків, прив'язку до GPS координат та отримати достовірні дані, що є особливо актуальним при використанні системи точного землеробства.

1.1. Розробка методичного підходу до стандартизації агрохімічних даних ґрунтів, представлених в агрохімічних паспортах

У процесі розробки методичного підходу до стандартизації агрохімічних даних ґрунтів, представлених в паспортах (рис. 1.1.1) для інтеграції даних моніторингу з глобальними системами дистанційного зондування Землі та підходів з використанням методів цифрового картографування для оптимізації процесу генерації адекватної та реальної інформації про ґрунт було:

1. Уніфіковано (рис. 1.1.1, табл. 1) записи результатів вимірювання, базуючись на вимогах, встановлених нормативними документами;

2. Перевірено записи результатів та одиниць вимірювання (табл. 1) згідно затвердженого переліку показників (індикаторів) якості ґрунтів та відповідних чинних нормативних документів. В разі відсутності чітко вказаного запису щодо заокруглення значення показника, вирішено записувати результат на основі сталого досвіду, прийнятого в Україні;

3. Узгоджено записи позначень показників ґрунту, що досліджується в рамках проекту для українського та міжнародного користувачів для уникнення непорозумінь при внесенні даних про реальний стан ґрунтів України включно з існуючими на сьогодні базами даних в інформаційний центр. У світовій практиці умовне позначення хімічних елементів призначено для скороченої передачі хімічної інформації. Сучасні позначення елементів складаються з першої або першої і однієї з наступних літер латинської назви елемента – Pb, Zn, тощо. Додаткові індекси можуть уточнювати особливості показника. Так, при аналізі ґрунтів скорочення індикаторів можуть вказувати на спосіб екстракції та визначення – pH_{H_2O} або pH_{KCl} ; форму елемента – валова – $P_{(v)}$, $K_{(v)}$, міцнофіксована – $Cu_{(m)}$, $Cd_{(m)}$, $Zn_{(m)}$, $Pb_{(m)}$; рухома – $P_{(r)}$, $K_{(r)}$; посилання на нормативний документ, за яким визначали – $Hg_{m(mu)}$, $Hg_{m(dstu)}$. Позначення ґрунтових індикаторів також можуть позначатися як прийнято у сталому досвіді, наприклад, - гумус – Humus, гідролітична кислотність – Hg; азот нітратний – NO_3 , карбонати – CO_3 . Позначення індексів радіологічного забруднення A вказують на розрахунок – за масою A_m або площею A_s .

Агрохімічний паспорт поля, земельної ділянки № 0

Область: < > Район: <Назва району>
 Населений пункт: < >
 Землекористувач: < >
 Сівозміна: < > Поле № < >
 Кадастровий номер 0000000000:00:000:0000 Площа поля, земельної ділянки < >

Показники стану ґрунту	Методи визначення	Середньозважені величини за роками обст.		
		3	4	5
1	2	3	4	5
1. Глибина гумусного горизонту, см.	* [16]			
Гранулометричний склад ґрунту:	* [17]			
фізична глина, %;				
мул, % .				
Щільність ґрунту, г/см ³ .	* [16]	0,00		
Максимально можливий запас продуктивної вологи в 0-100 см, мм.*	* [18]	0,00		
2. Кислотність, мг-екв/100 г: гідролітична.	ДСТУ 7537-2014 [19]	0,00		
Показники рН; сольовий, водний.	ДСТУ ISO 10390-2007 [20]	0,00		
Сума увібраних основ (Са+Mg), мг-екв/100 г.	ГОСТ 27821-88 [21]	0,00		
Тип засолення.		0,00		
Ступінь засолення (при рНвод > 7,0)		0,00		
Вміст у ґрунті: гумусу, %;	ДСТУ 4289:2004 [22]	0,00		
елементів живлення (мг/кг ґрунту):	ДСТУ 4362:2004 [23]			
азоту, що легко гідролізується	ДСТУ 7863:2015 [24]	0,00		
азоту за нітрифікаційною здатністю				
рухомі форми сірки	ДСТУ 8347:2015 [25]	0,00		
3. Рухомих сполук (мг/кг ґрунту): фосфору	ДСТУ 4115-2002 [26]	0,00		
калію	ДСТУ 4115-2002 [26]	0,00		
Рухомих форм (мг/кг ґрунту):бору	ОСТ 10150-88 [27]	0,00		
молібдену		0,00		
марганцю	ДСТУ 4770.1:2007 [28]	0,00		
кобальту	ДСТУ 4770.6:2007 [29]	0,00		
міді	ДСТУ 4770.5:2007 [30]	0,00		
цинку	ДСТУ 4770.2:2007 [31]	0,00		
кадмію	ДСТУ 4770.3:2007 [32]	0,00		
свинцю	ДСТУ 4770.9:2007 [33]	0,00		
ртуті		0,00		
4. Залишки пестицидів мг/кг ґрунту:				
дихлордифенілтрихлоретан і його метаболіти	Хроматографія [34]	0,0000		
гексахлоран (сума ізомерів) інші	Хроматографія [34]	0,0000		
Щільність забруднення, Кі/км ² : цезієм-137:	Спектрометричний [35]	0,0000		
стронцієм-90.	Радіохімічний [36]	0,0000		
Агрохімічна оцінка, в балах	[14]	0,00		
Еколого-агрохімічна оцінка в балах	[14]	0,00		

Перший заступник Генерального
директора

П.І.Б.

(підпис, прізвище, посада виконавця)

* – довідковий матеріал

Рис. 1.1.1. Агрохімічний паспорт поля, земельної ділянки

Реєстр індикаторів

Позначення в БД	Номер розділу	Назва індикатора	Позначення показника	Позначення НД	Назва НД	До якої значущої цифри після коми подавати результат
1	2	3	4	5	6	7
p11	1.1	Потужність гумусованого горизонту, см	h ^н	– [16]	Довідкові дані "Атлас ґрунтів України"	0
p12	1.2	Глибина орного шару, см	Horn	– [16]	Довідкові дані "Атлас ґрунтів України"	0
p21	2.1	Гідролітична кислотність, ммоль/100 г ґрунту	Hr	ДСТУ 7537:2014 [19]	Якість ґрунту. Визначення гідролітичної кислотності	2
p221	2.2.1	Реакція ґрунтового розчину (рН сол)	рН (KCl)	ДСТУ ISO 10390:2007 [20]	Якість ґрунту. Визначення рН	1
p222	2.2.2	Реакція ґрунтового розчину (рН вод)	рН (H ₂ O)	ДСТУ ISO 10390:2007 [20]	Якість ґрунту. Визначення рН	1
p23	2.3	Сума увібраних основ, ммоль/100 г ґрунту	Ca+Mg	ГОСТ 27821-88 [21]	Почвы. Определение суммы поглощённых оснований по методу Каппена	2
p24	2.4	Кальцій і магній обмінний, ммоль/100 г ґрунту	Ca:Mg	ДСТУ 7861:2015 [37]	Якість ґрунту. Визначення обмінних кальцію, магнію, натрію і калію в ґрунті за Шолленбергером у модифікації ННЦ ІГА імені О. Н. Соколовського	2
p25	2.5	Натрій обмінний, ммоль/100 г ґрунту	Na	ДСТУ 7912:2015 [38]	Якість ґрунту. Метод визначення обмінного натрію.	2
p26	2.6	Фосфор валовий, %	P (v)	ДСТУ 4290:2004 [39]	Якість ґрунту. Методи визначання валового фосфору і валового калію в модифікації ННЦ ІГА ім. О.Н. Соколовського	2
p27	2.7	Калій валовий, %	K (v)	ДСТУ 4290:2004 [39]	Якість ґрунту. Методи визначання валового фосфору і валового калію в модифікації ННЦ ІГА ім. О.Н. Соколовського	2
p28	2.8	СО ₂ карбонатів, ммоль/100 г ґрунту	CO ₂	ДСТУ 7943:2015 [40]	Якість ґрунту. Визначення іонів карбонатів і бікарбонатів у водній витяжці.	2
p31	3.1	Гумус, %	Humus	ДСТУ 4289:2004 [22]	Якість ґрунту. Методи визначання органічної речовини	2
p32	3.2	Азот нітратний, мг/кг	NO ₃	ДСТУ 4729:2007 [41]	Якість ґрунту. Визначання нітратного і амонійного азоту в модифікації ННЦ ІГА ім. О.Н. Соколовського.	1
p331	3.3.1	Фосфор рухомий (М), мг/кг	P (r)	ДСТУ 4114:2002 [42]	Якість ґрунту. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Мачигіна	1
p332	3.3.2	Фосфор рухомий (Ч), мг/кг	P (r)	ДСТУ 4115:2002 [26]	Якість ґрунту. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирікова	1
p333	3.3.3	Фосфор рухомий (К), мг/кг	P (r)	ДСТУ 4405:2005 [43]	Якість ґрунту. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за методом Кірсанова модифікації ННЦ ІГА	1

1	2	3	4	5	6	7
p341	3.4.1	Калій рухомий (М), мг/кг	K (r)	ДСТУ 4114:2002 [42]	Якість ґрунту. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Мачигіна	1
p342	3.4.2	Калій рухомий (Ч), мг/кг	K (r)	ДСТУ 4115:2002 [26]	Якість ґрунту. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова	1
p343	3.4.3	Калій рухомий (К), мг/кг	K (r)	ДСТУ 4405:2005 [43]	Якість ґрунту. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за методом Кірсанова модифікації ННЦ ІГА	1
p35	3.5	Азот, що легко гідролізується, мг/кг	N	ДСТУ 7863:2015 [24]	Якість ґрунту. Визначення легкогідролізного азоту методом Корнфілда	1
p41	4.1	Цинк рухомий, мг/кг	Zn (r)	ДСТУ 4770.2:2007 [31]	Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук цинку в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії	2
p42	4.2	Марганець рухомий, мг/кг	Mn (r)	ДСТУ 4770.1:2007 [28]	Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук марганцю в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії	2
p43	4.3	Мідь рухома, мг/кг	Cu (r)	ДСТУ 4770.6:2007 [30]	Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук міді в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії	2
p44	4.4	Кобальт рухомий, мг/кг	Co (r)	ДСТУ 4770.5:2007 [29]	Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук кобальту в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії	2
p45	4.5	Кадмій рухомий, мг/кг	Cd (r)	ДСТУ 4770.6:2007 [32]	Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук кадмію в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії	2
p46	4.6	Свинець рухомий, мг/кг	Pb (r)	ДСТУ 4770.9:2007 [33]	Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук свинцю в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії	2
p47	4.7	Бор рухомий, мг/кг	B (r)	ОСТ 10150-88 [27]	Методи агрохімічного аналізу. Определение подвижного бора в почвах по Бергеру и Труогу в модификации ЦИНАО	2
p48	4.8	Сірка рухома, мг/кг	S (r)	ДСТУ 8347:2015 [25]	Якість ґрунту. Визначення рухомої сірки в модифікації ННЦ ІГА ім. О.Н. Соколовського	2
p51	5.1	Цинк міцнофіксований, мг/кг	Zn (m)	ДСТУ 7853:2015 [44]	Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук цинку в однонормальній солянокислій витяжці методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії	2
p52	5.2	Мідь міцнофіксована, мг/кг	Cu (m)	ДСТУ 7831:2015[45]	Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук міді в однонормальній солянокислій витяжці методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії	2

1	2	3	4	5	6	7
p53	5.3	Кадмій міцнофіксований, мг/кг	Cd (m)	ДСТУ 7607:2014 [46]	Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук кадмію в однонормальній солянокислій витяжці методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії	2
p54	5.4	Свинець міцнофіксований, мг/кг	Pb (m)	ДСТУ 7832:2015 [47]	Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук свинцю в однонормальній солянокислій витяжці методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії	2
p551	5.5.1	Ртуть міцнофіксована (mu), мг/кг	Hg m (m)	МУ [48]	МУ по определению тяжелых металлов в почвах сельхоз угодий и продукции растениеводства. М.-1992 г	1
p552	5.5.2	Ртуть міцнофіксована (dstu), мг/кг	Hg m (dstu)	ДСТУ ISO 16772:2005 [49]	Якість ґрунту. Визначення ртуті в ґрунтових екстрактах царською водкою методом атомної спектрометрії холодної пари або атомнофлуоресцентної спектрометрії холодної пари	3
p61	6.1	Питома активність Cs-137, кБк/кг	Am	ДСТУ 7868:2015 [50]	ґрунти та продукція рослинництва. Визначення вмісту радіонуклідів цезію 137Cs методом спектрометричного аналізу	1
p62	6.2	Щільність забруднення Cs-137, Ки/км ²	As Cs-137	Методика [51]	Методика экспрессного радиологического определения по гамма-излучению объемной и удельной активности радионуклидов цезия в воде, почве, продуктах питания, продуктах животноводства и растениеводства – М., 1990	2
p63	6.3	Щільність забруднення Sr-90, Ки/км ²	As Sr-90	МУ [36]	МУ по определению содержания стронция-90 и цезия-137 в почвах и растениях – М.:ЦИНАО. – 1985	2

1.2. Розробка даних та гіс-макетів для стандартизації агрохімічних даних ґрунтів

Згідно листа-угоди між офісом Продовольчої та Сільськогосподарської організації Об'єднаних Націй (ФАО) та державної установи «Інститут охорони ґрунтів України» було:

1. Розроблено, проаналізовано та доповнено формат даних, якими буде наповнюватись стандартизована структура/форма (табл. 2);

Таблиця 2

№ паспорта	Номер		Площа, га	Середньозважений показник				
	поля	ділянки		Кислотність обмінна, рН сольове, одиниці рН	Гумус, %	Азот, що легко гідролізується, мг/кг ґрунту (по Корнфільду)	Рухомі сполуки фосфору, мг/кг ґрунту (по Чирикову)	Рухомі сполуки калію, мг/кг ґрунту (по Чирикову)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1		44,0	6,2	3,93	91	114	111
2	2		25,0	5,8	4,34	130	63	99
3	6		3,0	5,5	4,15	133	96	78
4	9		60,0	6,1	4,30	127	150	97
5	10		15,0	5,8	3,93	119	72	104

2. Упорядковано та приведення до одного формату даних 5 основних показників родючості ґрунтів, а саме кислотність обмінна, вміст гумусу, азоту, що легко гідролізується, рухомих сполук фосфору;

3. Узгоджено з експертами ФАО розроблену стандартизовану структуру/форму (у форматі .xlsx) по п'яти основних показниках які впливають на родючість ґрунтів а саме: кислотність - рН водне або рН сольове, вміст гумусу, рухомих сполук калію, рухомих сполук фосфору, азоту, що легко гідролізується;

4. Спільно з експертами ФАО розроблено реєстр індикаторів для створення та наповнення бази даних агрохімічними показниками (табл. 1);

5. На вимогу експертів ФАО, доповнено колонкою «Координати» для можливості ідентифікації об'єкта (поля) на місцевості, вихідну структуру таблиці по п'яти основних показниках (табл. 3);

Таблиця 3

СФГ "Світлана" с. Лантратівка Охтирського району (2015 рік)

№ паспорта	Номер		Площа, га	Середньозважений показник					Координати центру поля
	поля	ділянки		Кислотність обмінна, рН сольове, одиниці рН	Гумус, %	Азот, що легко гідролізується, мг/кг ґрунту (по Корнфільду)	Рухомі сполуки фосфору, мг/кг ґрунту (по Чирикову)	Рухомі сполуки калію, мг/кг ґрунту (по Чирикову)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1		44,0	6,2	3,93	91	114	111	
2	2		25,0	5,8	4,34	130	63	99	
3	6		3,0	5,5	4,15	133	96	78	
4	9		60,0	6,1	4,30	127	150	97	
5	10		15,0	5,8	3,93	119	72	104	

6. Актуалізовано та узгоджено з експертами ФАО кінцевий методологічний підхід (перелік показників, нормативних документів, формату надання даних, зокрема форм таблиць) та внесено відповідні правки;

7. На основі відкритих джерел, а саме карти Google (www.google.com.ua/maps) визначено центри 4000 полів у системі координат WGS–84 та внесено дану інформацію в уніфіковану форму таблиці;

8. Проведено вибірккову перевірку якості внесення даних у затвержені уніфіковані форми.

1.3. Створення таблиць метаданих агрохімічних показників ґрунтів

Задля організації державного моніторингу ґрунтів та участі у масштабних міжнародних проектах необхідно проводити уніфікацію показників (індикаторів) та методів, що будуть застосовуватися. З огляду на майбутнє використання отриманих результатів у міжнародній співпраці та глобальних базах даних нормативні документи, що регулюють, зокрема, методи дослідження ґрунтів мають бути узгоджені з європейськими програмами моніторингу.

Згідно листа-угоди між офісом Продовольчої та Сільськогосподарської організації Об'єднаних Націй (ФАО) та державної установи «Інститут охорони ґрунтів України» було:

1. Перевірено чинність 89 нормативних документів ДСТУ, ДСТУ ISO, ISO, методів сталого досвіду, за якими проводяться дослідження агрохімічних, фізико-хімічних, мікробіологічних, екотоксикологічних показників ґрунту у рамках паспортизації земель сільськогосподарського призначення та моніторингових ділянок;

2. Ґрунтуючись на аналізі міжнародних та національних нормативних документів, узагальнено інформацію для гармонізації національних стандартів з міжнародними у вигляді трьох таблиць: нормативні документи щодо аналізування ґрунтів, які ще не запроваджені в Україні (21 шт.), міжнародні документи, що прийняті методом підтвердження (тобто прийняті без перекладу українською мовою) (9 шт.), нормативні документи сталого досвіду (колишні ГОСТи), які не мають міжнародних аналогів, але широко застосовуються при аналізуванні ґрунтів (4 шт.).

3. Для встановлення розбіжностей між національними та міжнародними методиками аналізування ґрунтів, які можуть обумовлювати варіювання результатів, похибок та дані відтворюваності у різних лабораторіях, проведено порівняння за 17 показниками щодо аналізування ґрунтів:

- кислотність – рН водне (4 шт.),
- рН сольове (4 шт.),
- гідролітична кислотність (2 шт.),
- ємність катіонного обміну (5 шт.),
- калій рухомий (5 шт.),
- фосфор рухомий (7 шт.),
- сірка рухома (4 шт.),
- легкогідролізований азот (2 шт.),
- вміст мікроелементів: валовий (7 шт.) та рухомий (5 шт.),
- натрій обмінний (5 шт.),
- органічна речовина (5 шт.),
- токсичні солі (9 шт.),
- вміст ртуті (3 шт.),
- електропровідність (3 шт.),
- радіологія (6 шт.),
- пестициди (3 шт.).

Всього було проведено порівняння 76 нормативних документів – ДСТУ та ДСТУ ISO-53 шт., ISO – 5 шт., методи ФАО – 14 шт., НД сталого досвіду (ГОСТ, МУ, тощо) – 4 шт.

Основними пунктами з порівняння методик нормативних документів були: сфера застосування, принцип методу, назва показника, одиниці вимірювання, підготовка зразка, наважка проби, точність, етапи вимірювання, реактиви, обладнання та обмеження для застосування. За результатами порівнянь було створено таблиці метаданих агрохімічних показників ґрунтів (табл. 2; табл. 4 – 43).

Порівняння методик вимірювання рН водної витяжки за різними нормативними документами

Нормативний документ	ДСТУ 7862:2015 Якість ґрунту. Визначення активної кислотності	ДСТУ ISO 10390:2007 Якість ґрунту. Визначення рН	ДСТУ 8346:2015 Якість ґрунту. Методи визначення питомої електропровідності, рН і щільного залишку водної витяжки	FAO FERTILIZER AND PLANT NUTRITION BULLETIN 19, 2008
1	2	3	4	5
Сфера застосування	Застосовується для всіх типів повітряно-сухих ґрунтових зразків	Всі типи повітряно-сухих ґрунтових зразків	Ґрунти природні та порушеного складу	Застосовується для всіх типів повітряно-сухих ґрунтових зразків
Суть методу	Метод базовано на прямому потенціометричному вимірюванні активності катіона водню в ґрунтовій водній суспензії або в ґрунті <i>in situ</i> .	Метод визначення рН із застосуванням скляного електроду в суспензії ґрунту в воді 1:5 (V/V) (рН-Н ₂ O)	Визначення рН у водній суспензії 1:5 (m/V) (ґрунт/Н ₂ O)	Метод для регулярного визначення рН із застосуванням скляного електроду в суспензії ґрунту в воді
Показник	Активна кислотність ґрунту, водневий показник рідкої фази ґрунту, рН <i>in situ</i>	рН	рН	рН
Одиниці вимірювання	Од. рН	Од. рН	Од. рН	Од. рН
Наважка проби	Від 15 до 30 г	5 мл	(50 г ±0,1) г	10 г
Суспензія			250 см ³ дистильованої води	
Перемішування/збовтування	Ретельно перемішують (час не вказується)	60±10 хв	5 хв	30 хв
Відстоювання	–	Не менше 1 год, але не більше 3 год	5 год	–
Екстрагувальний реагент	Дистильована вода	Дистильована вода	Дистильована вода	Дистильована вода
Наявність таблиці характеристик ґрунтів за рН			-	<4,6 – надзвичайно кисла 4,6–5,5 – сильнокисла 5,6–6,5 – помірнокисла 6,6–6,9 – слабокисла

1	2	3	4	5
				7,0 – нейтральна 7,1–8,5 – помірнолужна > 8,5 – сильнолужна
Точність методу	Сумарна відносна похибка (точність) методу за довірчої ймовірності $P = 0,95$ становить 5 %	Повторюваність, виражена як різниця між вимірюваннями рН у двох окремо підготовлених суспензіях, має відповідати вимогам $pH \leq 7,00 - 0,15$ од. рН $7,00 < pH < 7,50 - 0,2$ од. рН $7,50 \leq pH \leq 8,00 - 0,3$ од. рН $pH > 8,00 - 0,4$ од. рН	Допустимий відхил результатів повторних аналізів від середнього арифметичного за довірчої ймовірності $P = 0,95$ становить 0,2 од. рН	Не вказано
Застереження	Вимірювання не проводять у торфах та ґрунтах із вмістом органічної речовини більше ніж 30 % за масою, а також у піщаних оглесних або інших ґрунтах із межею плинності менше ніж 10 % за масою	Висушування може вплинути на ґрунтове рН. У деяких ґрунтових зразках, особливо таких, що містять сульфіді, висушування може істотно знизити рН	Під час роботи налаштування приладу перевіряють за буферним розчином рН 6,86	

Порівняння методик вимірювання рН водної витяжки за різними нормативними документами (обладнання)

Нормативний документ	ДСТУ 7862:2015 Якість ґрунту. Визначення активної кислотності	ДСТУ ISO 10390:2007 Якість ґрунту. Визначення рН	ДСТУ 8346 :2015 Якість ґрунту. Методи визначення питомої електропровідності, рН і щільного залишку водної витяжки	FAO FERTILIZER AND PLANT NUTRITION BULLETIN 19, 2008
рН-метр, іономір	З похибкою вимірювання в режимі потенціометра не більше ніж 5 мВ	Із налаштуванням крутизни підсилення, зміщення нуля та температурним контролем	З похибкою вимірювання не більше ніж 0,05 рН	Вимірювання у діапазоні 0-14 од. рН
Ваги лабораторні	3го або 4го класу точності з найбільшим навантаженням до 500 г	Ваги лабораторні високого класу точності	Ваги лабораторні високого класу точності, ваги квадратні	3го або 4го класу точності з найбільшим навантаженням до 500 г
Струшувач/ Збовтувач/мішалка	-	+	Ротатор з обертанням на 360°/збовтувач з зворотньо-поступальним рухом з частотою коливань 75 хв ⁻¹ /мішалка	+
Вода дистильована	Питома електропровідність, не вище ніж 0,2 мСм/м за температури 25°С (2 кл), рН не вище 5,6	Питома електропровідність, не вище ніж 0,2 мСм/м за температури 25°С (2 кл), рН не вище 5,6	Питома електропровідність, не вище ніж 0,2 мСм/м за температури 25°С (2 кл), рН не вище 5,6	+
Реагенти	Стандарт-титри буферних розчинів рН 4,0 та 9,5, КСІ	Стандарт-титри буферних розчинів рН 4,00; 6,88, 9,22, КСІ	Стандарт-титри буферних розчинів рН 4,01; 6,80, 9,18; КСІ	Калібрувальні буферні розчини рН 4,7 та 9, КСІ
Сита		З діаметром отворів не більше 2 мм	З діаметром отворів не більше 1 мм	

Порівняння методик вимірювання рН сольової витяжки за різними нормативними документами

Нормативний документ	ДСТУ 7910:2015 Якість ґрунту. Визначення обмінної кислотності	ДСТУ ISO 10390:2007 Якість ґрунту. Визначення рН	ДСТУ ISO 14254:2005 Якість ґрунту. Визначення обмінної кислотності в хлоридно-барієвих екстрактах	FAO FERTILIZER AND PLANT NUTRITION BULLETIN 19, 2008 Guide to laboratory establishment for plant nutrient analysis
1	2	3	4	5
Сфера застосування	Застосовується для всіх типів крім карбонатних і засолених	Застосовується для всіх типів повітряно-сухих ґрунтових зразків	Застосовується для всіх типів повітряно-сухих ґрунтових зразків	Застосовують для всіх типів повітряно-сухих ґрунтових зразків
Суть методу	Метод ґрунтується на вимірюванні концентрації вивільнених із твердої фази ґрунту обмінних іонів гідрогену розчинами нейтральних солей: хлористого калію с (KCl) = 1 моль/л або хлористого кальцію с (CaCl ₂) = 0,01 моль/л за співвідношення ґрунт : розчин як 1:2,5 (маса до об'єму) титруванням фільтрату ґрунту розчином гідроксиду натрію концентрації с (NaOH) = 0,01 моль/л. Для торфових, оторфованих ґрунтів і тепличних субстратів співвідношення ґрунт : розчин складає 1:10	Метод для регулярного визначення рН із застосуванням скляного електроду в суспензії ґрунту в розчині 1 моль/л хлориду калію (рН _{KCl}) або в розчині 0,01 моль/л хлориду кальцію (рН _{CaCl₂})	Зразок ґрунту піддають екстрагуванню згідно з ISO 11260. Екстракт 0,1 моль/дм ³ титрують розчином 0,05 моль/дм ³ NaOH до рН = 7,8. Дозволено застосовувати фенолфталеїн як індикатор	Метод для регулярного визначення рН із застосуванням скляного електроду в суспензії ґрунту в CaCl ₂
Наважка проби	30 ± 0,1 г	5 мл	50 мл	10 г
Показник	рН _{сольове}	рН _{KCl} або рН _{CaCl₂}	Загальна обмінна кислотність	рН
Одиниці вимірювання	ммоль/100 г	рН од.	рН од.	рН од.

1	2	3	4	5
Екстрагувальний реагент	Хлористий калій, хлористий кальцій, гідроксид натрію, фенолфталеїн	1н розчин хлористого калію, 0,01 н розчин хлористого кальцію	Хлоридно-барієвий екстракт, гідроксид натрію, фторид натрію	Хлористий калій
Перемішування	1 год	60 ± 10 хв		30 хв
Відстоювання	Не вказано	Не менше 1 год, але не більше 3 год	Не вказано	Не вказано
Точність методу	Похибка методу визначення обмінної кислотності ґрунту — не більше ніж 15%.	Повторюваність, виражена як різниця між вимірюваннями рН у двох окремо підготовлених суспензіях, має відповідати вимогам рН ≤ 7,00 – 0,15 од. рН 7,00 < рН < 7,50 – 0,2 од. рН 7,50 ≤ рН ≤ 8,00 – 0,3 од. рН рН > 8,00 – 0,4 од. рН		

Таблиця 7

Вимоги до обладнання при вимірюванні рН сольової витяжки за різними нормативними документами (обладнання)

Нормативний документ	ДСТУ 7910:2015 Якість ґрунту. Визначення обмінної кислотності	ДСТУ ISO 10390:2007 Якість ґрунту. Визначення рН	ДСТУ ISO 14254:2005 Якість ґрунту. Визначення обмінної кислотності в хлоридно-барієвих екстрактах	FAO FERTILIZER AND PLANT NUTRITION BULLETIN 19, 2008
1	2	3	4	5
рН-метр, іономір	З похибкою вимірювання в режимі потенціометричного визначення більше, ніж 5 мВ	Із налаштуванням крутизни підсилення, зміщення нуля та температурним контролем	+	+
Ваги лабораторні	1) 2-го класу точності з найбільшим навантаженням до 200 г 2) 3-го або 4-го класу точності з найбільшим	Ваги лабораторні високого класу точності	+	+

1	2	3	4	5
	навантаженням до 500 г			
Струшувач/ мішалка	З частотою коливань не менше ніж 75 хв^{-1} .	+	+	
Вода дистильована	Питома електропровідність, не вище ніж $0,2 \text{ мСм/м}$ за температури 25°C (2 кл), рН не вище 5,6	Питома електропровідність, не вище ніж $0,2 \text{ мСм/м}$ за температури 25°C (2 кл), рН не вище 5,6	Питома електропровідність, не вище ніж $0,2 \text{ мСм/м}$ за температури 25°C (2 кл)	+

Таблиця 8

Порівняння нормативних документів із визначення гідролітичної кислотності

Нормативний документ*	ДСТУ 7537:2014 Якість ґрунту. Визначення гідролітичної кислотності (за Каппеном)	FAO FERTILIZER AND PLANT NUTRITION BULLETIN 19, 2008
1	2	3
Сфера застосування	Визначення гідролітичної кислотності в усіх ґрунтових відмінах, крім карбонатних, засолених, солонцевих і торфових	Метод безпосередньо не визначає гідролітичну кислотність, а використовується для розрахунку дози внесення реагенту для розкислення ґрунту
Суть методу	Метод ґрунтується на оброблянні ґрунту розчином оцтовокислого натрію концентрації $c(\text{CH}_3\text{COONa}) = 1,0$ моль/л за співвідношення ґрунт : розчин як 1 : 2,5 (маса до об'єму) з подальшим титруванням фільтрату розчином гідроксиду натрію концентрації $c(\text{NaOH}) = 0,1$ моль/л	Метод заснований на використанні буферного розчину, рН якого зазнає змін при обробці кислими ґрунтами. рН буферного розчину поступово зменшується із збільшенням концентрації іонів H^+ . Коли H^+ збільшується на 1 міліеквівалент у 100 см^3 буферного розчину, значення рН зменшується на 0,1 одиниці
Показник	Гідролітична кислотність	Доза внесення реагенту для розкислення
Одиниці вимірювання	Ммоль іонів гідрогену на 100 г ґрунту	Тон/гектар
Хід дослідження	<ol style="list-style-type: none"> До 40 г зразку ґрунту додають у співвідношенні 1:2,5 (ґрунт : розчин по масі) розчин 1М ацетату натрію рН 8,2. Збовтують 5 хв і залишають на 18-20 год у посудині закритій кришкою. Після настоювання суспензію струшують 2-3 рази і визначають рН суспензії. 	<p>Метод Вудраффа (покроково)</p> <ol style="list-style-type: none"> Приготування буферного розчину Вудраффа: розчиняємо 10 г ацетату кальцію, 12 г паранітрофенолу, 10 г саліцилової кислоти і 1,2 г гідроксиду натрію. За допомогою оцтової кислоти доводимо рН до 7,0 і доводимо до 1 дм^3 в мірній колбі. 10 г зразку ґрунту поміщаємо в стакан 50 см^3

1	2	3
	<p>3. За допомогою таблиці визначають значення гідролітичної кислотності.</p> <p>4. Для перевірки ґрунтову суспензію фільтрують. 20 см³ фільтрату титрують 0,1 М розчином гідроксиду натрію в присутності фенолфталеїну. Гідролітичну кислотність розраховують за формулою.</p>	<p>3. Додають 10 см³ дистильованої води перемішують і чекають 30 хв.</p> <p>4. Визначають значення рН ґрунтової суспензії.</p> <p>5. Якщо значення рН менше 5,0 (в середньому 4,5 і 5,5), додайте 10 см³ буферного розчину Вудраффа, перемішайте і почекайте 30 хвилин перед цим визначенням нового значення рН.</p> <p>6. Використовуючи отримане значення рН за допомогою відповідної таблиці приймаємо рішення про доцільність розкислення і відповідну дозу внесення відповідних реагентів.</p>
Точність методу	<p>Точність – до 15 %, допустимий відхил від середнього значення двох або кількох визначень в одній лабораторії – не більше ніж 12 %.</p> <p>Для масових аналізів точність визначення знижується на 15 – 20 %.</p>	
Особливості методики	<p>За умов проведення масових аналізів на поточній лінії допускають визначення гідролітичної кислотності за значеннями показників рН суспензій (модифікація ЦІНАО) з наступним переводом значення рН у ммоль гідрогену на 100 г повітряно-сухого ґрунту.</p>	
Збіжність	Не регламентується	Не регламентується
Відтворюваність	Не регламентується	Не регламентується
Основне устаткування	<p>Лабораторний рН-метр або іономір;</p> <p>Ваги лабораторні 3-го або 4-го класу точності;</p> <p>Ротатор або струшувач</p>	<p>Лабораторний рН-метр або іономір;</p> <p>Ваги лабораторні 3-го або 4-го класу точності;</p> <p>Ротатор або струшувач</p>

* – гармонізовані документи відсутні

Порівняння методик вимірювання ємності катіонного обміну за різними нормативними документами

Нормативний документ	ДСТУ 8345:2015 Якість ґрунту. Методи визначення ємності катіонного обміну	ДСТУ ISO 11260:2001 Якість ґрунту. Визначання ємності катіонного обміну та насиченості основами з використанням розчину хлориду барію	ДСТУ ISO 13536-2001 Якість ґрунту. Визначання потенційної ємності катіонного обміну та вмісту обмінних катіонів із застосуванням буферного розчину хлориду барію з рН=8,1	ISO 23470:2018 Soil quality – Determination of effective cation exchange capacity (CEC) and exchangeable cations using a hexammincobalt (III) chloride solution	FAO FERTILIZER AND PLANT NUTRITION BULLETIN 19, 2008
1	2	3	4	5	6
Сфера застосування	Поширюється на ґрунти природного та порушеного складу	Всі типи повітряно-сухих зразків ґрунту	Всі типи повітряно-сухих зразків ґрунту	Всі типи повітряно-сухих зразків ґрунту	Всі типи повітряно-сухих зразків ґрунту
Суть методу	Метод базується на насиченні вбирного комплексу ґрунту барієм за допомогою буферного розчину хлористого барію з рН=6,5 з наступним витісненням увібраного барію сірчаною кислотою концентрації 0,05 моль/дм ³ та визначення кількості витісненого барію, еквівалентного ємності катіонного обміну методом титрування надлишку сірчаної кислоти розчином гідроксиду натрію концентрації 0,1 моль/дм ³ у	Визначення катіонообмінної здатності зразків ґрунту визначають за характерних для ґрунту значень рН та за низької загальної іонної сили (приблизно 0,01 моль/л).	Ємність катіонного обміну ґрунтових зразків визначають в буферному розчині хлориду барію з рН=8,1 з застосуванням триетаноламіну.	Визначення катіонообмінної здатності (CEC) та вмісту обмінних катіонів (Al, Ca, Fe, K, Mg Mn, Na) у ґрунтах із використанням хлориду гексамінкобальту (III) як екстрагенту. Для ґрунтів, що містять карбонат кальцію, розчин хлориду гексамінкобальту (III), насичений кальцитом, спеціально	Ємність катіонного обміну ґрунтових зразків визначається за допомогою 1М розчину ацетату натрію з подальшим його витісненням ацетатом амонію і полуменево-фотометричним визначенням вивільненого натрію, що був зв'язаний з активними центрами ґрунту

1	2	3	4	5	6
	<p>присутності фенолфталеїну або за допомогою блока автоматичного титрування до встановлення значення рН = 8,3 з наступним контрольним титруванням вихідного розчину сірчаної кислоти.</p> <p>Експрес-метод ЦІНАО для карбонатних, гіпсовмісних і засолених ґрунтів із вмістом органічної речовини не більше ніж 6 % ґрунтується на насиченні вбирного комплексу магнієм за допомогою розчину оцтовокислого магнію концентрації 0,25 моль/дм³ з рН = 7,0 з наступним витісненням увібраного магнію хлористим калієм концентрації 0,5 моль/дм³ та визначенні кількості витісненого магнію, еквівалентного ємності катіонного обміну, комплексометричним, фотометричним або атомно-абсорбційним методом.</p> <p>Експресний метод визначення ємності</p>			<p>призначений для визначення обмінного Са</p>	

1	2	3	4	5	6
	<p>катионного обміну ґрунту методом Бауера, Ротмаєра та Фірмана в модифікації ННЦ ІГА, оснований на насиченні вбирного комплексу натрієм за допомогою буферного розчину оцтовокислого натрію з рН = 7,0 та визначенні кількості витісненого натрію, еквівалентного ємності вбирання, спектральним полуменевфотометричним методом. Для прискорення насичення й витіснення ввбраного натрію застосовують центрифугування з декантацією розчину</p>				
Показник	Ємність катионного обміну ґрунту	Катіонообмінна здатність ґрунту	Ємність катионного обміну ґрунту	Ефективна катіонообмінна здатність	Ефективна катіонообмінна здатність
Одиниці вимірювання	мг-екв/100 г (міліграм-еквівалент на 100 г ґрунту)	мг-екв/100 г (міліграм-еквівалент на 100 г ґрунту)	смоль+/кг (сантимолі позитивного заряду на кілограм)	смоль+/кг (сантимолі позитивного заряду на кілограм)	смоль+/кг (сантимолі позитивного заряду на кілограм)
Наважка проби	2,50 г	2,5 г	від 2,50 г до 5,00 г	від 1,25 до 10 г	5 г
Робочий реагент	Хлорид барію + ацетат магнію	Хлорид барію + сульфат магнію	Хлорид барію + сульфат магнію	Гексамінкобальт (III) хлорид	1М розчин ацетату натрію
Час перемішування	–	60 хв	60 хв	60±5 хв	5 хв

1	2	3	4	5	6
Точність методу	Допустимі відхили від атестованого значення стандартного зразка чи від середньо-арифметичного повторних визначень під час оперативного контролювання відтворюваності вимірів в одній пробі з довірчою ймовірністю $P = 95$ не повинні перевищувати для комплексонометричного визначення – 11%, для атомно-абсорбційного визначення – 20 %, для фотометричного визначення – 15 %.	Згідно міжлабораторних досліджень СКВ збіжності – 1,827			

Порівняння методик вимірювання ємності катіонного обміну за різними нормативними документами (обладнання)

Нормативний документ	ДСТУ 8345:2015 Якість ґрунту. Методи визначення ємності катіонного обміну	ДСТУ ISO 11260:2001 Якість ґрунту. Визначення ємності катіонного обміну та насиченості основами з використанням розчину хлориду барію	ДСТУ ISO 13536-2001 Якість ґрунту. Визначення потенційної ємності катіонного обміну та вмісту обмінних катіонів із застосуванням буферного розчину хлориду барію з рН=8,1	ISO 23470:2018 Soil quality – Determination of effective cation exchange capacity (CEC) and exchangeable cations using a hexammincobalt (III) chloride solution	FAO FERTILIZER AND PLANT NUTRITION BULLETIN 19, 2008
1	2	3	4	5	6
Полуменевий фотометр	Фотоелектроколориметр або інші	Спектрофотометр атомно-абсорбційний і	Полуменева атомно-абсорбційна	Полуменева атомно-абсорбційна	Полуменевий фотометр
	аналогічні прилади, що дозволяють працювати за довжини хвилі від 535 до 555 нм Фотометр полуменевий Спектрофотометр атомно-абсорбційний і лампа з порожнистим катодом (для визначення магнію)	лампа з порожнистим катодом (для визначення магнію)	спектрофотометрія (ПААС) або плазмової атомно-емісійної спектрометрії (ПАЕС) з конденсованою іскрою	спектрофотометрія (ПААС) або плазмової атомно-емісійної спектрометрії (ПАЕС) з конденсованою іскрою	
рН-метр, іономір	З похибкою не більше ніж 0,1 рН.	З похибкою не більше ніж 0,05 рН			
Ваги лабораторні	1) Ваги лабораторні високого класу точності	Ваги лабораторні 1) з похибкою зважування не більше 0,75 мг 2) з похибкою зважування не більше 0,15 мг	Ваги лабораторні	Ваги лабораторні з похибкою зважування не більше $\pm 0,1\%$	Ваги лабораторні

1	2	3	4	5	6
Центрифуга	З частотою 3000 об/хв	З частотою 3000 об/хв	З частотою 3000 об/хв	З частотою 4000 об/хв	З частотою 2000 об/хв
Струшувач	З частотою коливань 75 хв ⁻¹	З частотою коливань 75 хв ⁻¹	З частотою коливань 75 хв ⁻¹	З частотою коливань 75 хв ⁻¹	З частотою коливань 75 хв ⁻¹
Вода дистильована	Питома електропровідність, не більше ніж $5 \cdot 10^{-6}$ мСм/м за температури (20±5)°С	Питома електропровідність, не більше ніж $5 \cdot 10^{-6}$ мСм/м за температури (20±5)°С	Питома електропровідність, не більше ніж $5 \cdot 10^{-6}$ мСм/м за температури (20±5)°С	Питома електропровідність, не більше ніж $5 \cdot 10^{-6}$ мСм/м за температури (20±5)°С	Питома електропровідність, не більше ніж $5 \cdot 10^{-6}$ мСм/м за температури (20±5)°С
Сита	З діаметром отворів 1 мм	З діаметром отворів 1 мм	З діаметром отворів 1 мм	З діаметром отворів 1 мм	З діаметром отворів 1 мм

Порівняння методик вимірювання рухомих сполук калію за різними нормативними документами

<p align="center">Нормативний документ</p>	<p align="center">ДСТУ 4405:2005 Якість ґрунту. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за методом Кірсанова в модифікації ННЦ ІГА</p>	<p align="center">ДСТУ 4114-2002 Ґрунти. Визначання рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Мачигіна.</p>	<p align="center">ДСТУ 4115-2002 Ґрунти. Визначання рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова</p>	<p align="center">FAO FERTILIZER AND PLANT NUTRITION BULLETIN 19, 2008 (Toth, S, Prince, A (1949).</p>	<p align="center">ISO 22036-2014 або ISO/TS 16965:2013 Якість ґрунту. Визначення мікроелементів в екстрактах ґрунту з використанням індуктивно-зв'язаною плазмою (ІЗП -МС) або мас-спектрометрії з використанням індуктивно-зв'язаною плазмою (ІЗП -МС)</p>
1	2	3	4	5	6
<p>Сфера застосування</p>	<p>Поширюється на дерново-підзолисті, сірі та ясно-сірі лісові, темно-сірі опідзолені та інші ґрунти опідзоленого ряду, розкритих та вміщувальних породах зони Полісся.</p>	<p>Поширюються на чорноземі опідзолені, темно-сірі опідзолені, сірі та світло сірі лісові та інші ґрунти опідзоленого ряду, чорноземі типові, звичайні, південні, темно-каштанові, каштанові, лучні-чорноземі, лучні та інші ґрунти акумулятивного ряду, розкриті та вміщувальні породи лісостепової та степової зони, а також карбонатні ґрунти</p>	<p>Поширюється на чорноземі опідзолені, темно-сірі опідзолені, сірі та світло-сірі лісові та інші ґрунти опідзоленого ряду, розкриті та вміщувальні породи лісостепової зони.</p>	<p>Ґрунт, не деталізовано</p>	<p>Мул, оброблені відходи та ґрунт</p>

1	2	3	4	5	6
		Українського Полісся.			
Суть методу	Метод базується на вилученні рухомих сполук фосфору і калію з ґрунту розчином соляної кислоти молярної концентрації $c(\text{HCl}) = 0,2$ моль/дм ³ за відношенням ґрунту до розчину як 1 до 5 – для органічних горизонтів та як 1 до 50-для органічних горизонтів і наступному визначенні калію на полуменовому фотометрі	Метод базується на вилученні рухомих сполук фосфору і калію з ґрунту розчином вуглекислого амонію концентрації 10 г/дм ³ за відношення ґрунту до розчину 1:20 і наступному визначенні калію на полуменовому фотометрі.	Метод базується на вилученні рухомих сполук фосфору і калію з ґрунту розчином оцтової кислоти концентрації $c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,5$ моль/дм ³ за відношення ґрунту до розчину 1:25 і наступному визначенні калію на полуменовому фотометрі	Метод установлює екстрагувальний спосіб вилучення доступного рослинам калію розчином ацетату амонію і визначення його вмісту на полуменовому фотометрі	Метод визначення 34 або 67 елементів в царській водці або гідролізатах азотної кислоти або інших екстракційних розчинах
Наважка проби	10±0,1 г	5,0±0,1 г	4,0±0,1 г	5,0±0,1 г	
Показник	Рухомі сполуки калію	Рухомі сполуки калію	Рухомі сполуки калію	Доступні сполуки калію	Доступні сполуки калію
Одиниці вимірювання	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг або кг/га	мг/кг
Реактиви	Соляна кислота, молібденово-сурм'яновий розчин	Амоній вуглекислий, сірчана кислота та марганцевокислий калій	Оцтова кислота	Екстракція розчином 1 М ацетату амонію / оцтова кислота, рН 7,0, протягом 30 хвилин, КСІ для побудови градуувального графіку	В залежності від мети дослідження Екстракція 0,5 М ацетатом амонію / оцтова кислота протягом 30 хвилин
Перемішування	1 хв	5 хв	1 год	5 хв	
Відстоювання	15 хв	18-20 год	18-20 год	Не зазначено	

1	2	3	4	5	6			
Застереження	<p>Не поширюється на ґрунтові горизонти та породи, що містять карбонати.</p> <p>На результати можуть негативно впливати певна кількість калієвмісних сполук типу польових шпатів або тришарових алюмосилікатів</p>	<p>Не поширюється на ґрунтові горизонти, що містять гіпс</p>	<p>Не поширюється на ґрунтові горизонти, що містять карбонати</p> <p>На результати можуть негативно впливати певна кількість калієвмісних сполук типу польових шпатів або тришарових алюмосилікатів</p>	Не вказано				
Точність методу	Допустимі відхилення від атестованого значення стандартного зразка		<p>Допустимі відхилення від атестованого значення стандартного зразка для двохсторонньої довірчої ймовірності $P = 0,95$ складають 10 %</p>	<p>Допустимі відхилення від атестованого значення стандартного зразка</p>	<p>Не зазначено</p>	<p>Межа виявлення становить від 0,1 мг/кг сухої речовини та 2,0 мг/кг сухої речовини для більшості елементів</p>		
	Масова частка K_2O в ґрунті, мг/кг	Допустимі відхилення, %					Масова частка K_2O в ґрунті, мг/кг	Допустимі відхилення, %
	до 120 включно	15					до 100	15
	понад 120	10					понад 100	10

1	2	3	4	5	6																																																																										
	<p style="text-align: center;">Значення норм похибки, мг/кг ґрунту</p> <table border="1" data-bbox="389 284 869 1034"> <thead> <tr> <th data-bbox="389 284 658 549" rowspan="3">Вміст фракцій ґрунту менше ніж 0,01 мм, % (за Качинським)</th> <th colspan="2" data-bbox="658 284 869 395">Норма похибки, мг/кг ґрунту</th> </tr> <tr> <th colspan="2" data-bbox="658 395 869 507">показник, який визначають</th> </tr> <tr> <th data-bbox="658 507 763 549">P₂O₅</th> <th data-bbox="763 507 869 549">K₂O</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="389 549 658 587">6, не більше ніж</td> <td data-bbox="658 549 763 587">-30</td> <td data-bbox="763 549 869 587">-30</td> </tr> <tr> <td data-bbox="389 587 658 625">6-10</td> <td data-bbox="658 587 763 625">-25</td> <td data-bbox="763 587 869 625">-20</td> </tr> <tr> <td data-bbox="389 625 658 663">11-15</td> <td data-bbox="658 625 763 663">-20</td> <td data-bbox="763 625 869 663">-10</td> </tr> <tr> <td data-bbox="389 663 658 702">16-20</td> <td data-bbox="658 663 763 702">-15</td> <td data-bbox="763 663 869 702">-5</td> </tr> <tr> <td data-bbox="389 702 658 740">21-25</td> <td data-bbox="658 702 763 740">-10</td> <td data-bbox="763 702 869 740">-</td> </tr> <tr> <td data-bbox="389 740 658 778">41-45</td> <td data-bbox="658 740 763 778">-</td> <td data-bbox="763 740 869 778">-</td> </tr> <tr> <td data-bbox="389 778 658 817">46-50</td> <td data-bbox="658 778 763 817">-</td> <td data-bbox="763 778 869 817">10</td> </tr> <tr> <td data-bbox="389 817 658 855">51-55</td> <td data-bbox="658 817 763 855">-</td> <td data-bbox="763 817 869 855">20</td> </tr> <tr> <td data-bbox="389 855 658 893">56-60</td> <td data-bbox="658 855 763 893">-</td> <td data-bbox="763 855 869 893">30</td> </tr> <tr> <td data-bbox="389 893 658 932">60-65</td> <td data-bbox="658 893 763 932">-</td> <td data-bbox="763 893 869 932">40</td> </tr> <tr> <td data-bbox="389 932 658 1034">66, не менше ніж</td> <td data-bbox="658 932 763 1034">-</td> <td data-bbox="763 932 869 1034">50</td> </tr> </tbody> </table>	Вміст фракцій ґрунту менше ніж 0,01 мм, % (за Качинським)	Норма похибки, мг/кг ґрунту		показник, який визначають		P ₂ O ₅	K ₂ O	6, не більше ніж	-30	-30	6-10	-25	-20	11-15	-20	-10	16-20	-15	-5	21-25	-10	-	41-45	-	-	46-50	-	10	51-55	-	20	56-60	-	30	60-65	-	40	66, не менше ніж	-	50		<p style="text-align: center;">Значення норми похибки, мг/кг ґрунту</p> <table border="1" data-bbox="1106 284 1585 847"> <thead> <tr> <th data-bbox="1106 284 1337 512" rowspan="3">Значення величини, що впливає (вміст фізичної глини,%)</th> <th colspan="2" data-bbox="1337 284 1585 395">Норма похибки, мг/кг ґрунту</th> </tr> <tr> <th colspan="2" data-bbox="1337 395 1585 507">показник, який визначають</th> </tr> <tr> <th data-bbox="1337 507 1458 549">P₂O₅</th> <th data-bbox="1458 507 1585 549">K₂O</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1106 512 1337 550"><6</td> <td data-bbox="1337 512 1458 550">-25</td> <td data-bbox="1458 512 1585 550">-25</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1106 550 1337 588">6-10</td> <td data-bbox="1337 550 1458 588">-20</td> <td data-bbox="1458 550 1585 588">-20</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1106 588 1337 627">11-15</td> <td data-bbox="1337 588 1458 627">-15</td> <td data-bbox="1458 588 1585 627">-15</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1106 627 1337 665">16-20</td> <td data-bbox="1337 627 1458 665">-10</td> <td data-bbox="1458 627 1585 665">-10</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1106 665 1337 703">46-50</td> <td data-bbox="1337 665 1458 703">-</td> <td data-bbox="1458 665 1585 703">10</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1106 703 1337 742">51-55</td> <td data-bbox="1337 703 1458 742">-</td> <td data-bbox="1458 703 1585 742">20</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1106 742 1337 780">56-60</td> <td data-bbox="1337 742 1458 780">-</td> <td data-bbox="1458 742 1585 780">30</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1106 780 1337 818">60-65</td> <td data-bbox="1337 780 1458 818">-</td> <td data-bbox="1458 780 1585 818">40</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1106 818 1337 847">>66-70</td> <td data-bbox="1337 818 1458 847">-</td> <td data-bbox="1458 818 1585 847">50</td> </tr> </tbody> </table>	Значення величини, що впливає (вміст фізичної глини,%)	Норма похибки, мг/кг ґрунту		показник, який визначають		P ₂ O ₅	K ₂ O	<6	-25	-25	6-10	-20	-20	11-15	-15	-15	16-20	-10	-10	46-50	-	10	51-55	-	20	56-60	-	30	60-65	-	40	>66-70	-	50		
Вміст фракцій ґрунту менше ніж 0,01 мм, % (за Качинським)	Норма похибки, мг/кг ґрунту																																																																														
	показник, який визначають																																																																														
	P ₂ O ₅	K ₂ O																																																																													
6, не більше ніж	-30	-30																																																																													
6-10	-25	-20																																																																													
11-15	-20	-10																																																																													
16-20	-15	-5																																																																													
21-25	-10	-																																																																													
41-45	-	-																																																																													
46-50	-	10																																																																													
51-55	-	20																																																																													
56-60	-	30																																																																													
60-65	-	40																																																																													
66, не менше ніж	-	50																																																																													
Значення величини, що впливає (вміст фізичної глини,%)	Норма похибки, мг/кг ґрунту																																																																														
	показник, який визначають																																																																														
	P ₂ O ₅	K ₂ O																																																																													
<6	-25	-25																																																																													
6-10	-20	-20																																																																													
11-15	-15	-15																																																																													
16-20	-10	-10																																																																													
46-50	-	10																																																																													
51-55	-	20																																																																													
56-60	-	30																																																																													
60-65	-	40																																																																													
>66-70	-	50																																																																													

Вимоги до обладнання при вимірюванні рухомих сполук калію за різними нормативними документами (обладнання)

Нормативний документ	ДСТУ 4405:2005 Якість ґрунту. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за методом Кірсанова в модифікації ННЦ ІГА	ДСТУ 4114-2002 Ґрунти. Визначання рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Мачигіна	ДСТУ 4115-2002 Ґрунти. Визначання рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова	FAO FERTILIZER AND PLANT NUTRITION BULLETIN 19, 2008 Toth, S, Prince, A (1949)	ISO/TS 16965:2013 Якість ґрунту. Визначення мікроелементів в екстрактах ґрунту з використанням мас-спектрометрії індуктивно-зв'язаною плазми (ІЗП -МС)
1	2	3	4	5	6
Полуменевий фотометр	Фотометр полуменевий, дозволено використовувати газову суміш складу: пропан-бутан-повітря і сітьовий газ-повітря	Фотометр полуменевий, дозволено використовувати газову суміш складу: пропан-бутан-повітря і сітьовий газ-повітря	Фотометр полуменевий, дозволено використовувати газову суміш складу: пропан-бутан-повітря і сітьовий газ-повітря	Фотометр полуменевий ацетилен	Атомно-емісійний спектрометр з індуктивно зв'язаною плазмою мас-спектрометр з індуктивно-зв'язаною плазмою (ІЗП – МС)
pH/іономір		З похибкою вимірювання не більше 0,05 од рН		З похибкою вимірювання не більше 0,05 од рН	З похибкою вимірювання не більше 0,05 од рН
Ваги лабораторні	1) Ваги лабораторні рівно-плечі 2-го класу точності з найбільшою навантагою до 200 г 2) ваги 3-го або 4-го класу точності з максимальним навантаженням до 500 г	1) Ваги рівноплечі 2-го класу типу ВЛР-200 г 2) з максимальним навантаженням до 500 г	1) Ваги рівноплечі 2-го класу типу ВЛР-200 г 2) з максимальним навантаженням до 500 г	Ваги 3-го або 4-го класу точності з максимальним навантаженням до 500 г	Ваги 3-го або 4-го класу точності з максимальним навантаженням до 500 г
Мішалка/струшувач	Мішалка з частотою коливань не менше ніж 700 хв ⁻¹ або струшувач з частотою коливань 75	Ротатор з частотою обертання не менше 30–40 хв ⁻¹ , або струшувач з частотою	Ротатор з частотою обертання не менше 30–40 хв ⁻¹ струшувач з частотою коливань 75	Мішалка з частотою коливань не менше ніж 700 хв ⁻¹ , струшувач з частотою коливань 75	Мішалка з частотою коливань не менше ніж 700 хв ⁻¹ , струшувач з частотою коливань 75

1	2	3	4	5	6
	хв ⁻¹	коливань 75 хв ⁻¹	хв ⁻¹	хв ⁻¹	хв ⁻¹
Вода дистильована	Питома електропровідність, не більше ніж 5 10 ⁻⁶ мСм/м температури (20±5)°С,	Питома електропровідність, не більше ніж 5 10 ⁻⁶ мСм/м температури (20±5)°С	Питома електропровідність, не більше ніж 5 10 ⁻⁶ мСм/м температури (20±5)°С,	клас 2 за ДСТУ ISO 3696	клас 1 за ДСТУ ISO 3696

Таблиця 13

Порівняння методик вимірювання фосфору за різними нормативними документами

Нормативний документ	ДСТУ 4405:2005 Якість ґрунту. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за методом Кірсанова в модифікації ННЦ ІГА	ДСТУ 4114-2002 Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Мачигіна.	ДСТУ 4115-2002 Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова	ДСТУ 4727:2007 Якість ґрунту. Визначення рухомих сполук фосфору за методом Карпінського-Зам'ятіної в модифікації ННЦ ІГА ім. О.Н. околівського	ДСТУ ISO 11263-2001 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук фосфору. Спектрометричний метод визначення фосфору в розчині гідрокарбонату натрію (Olsen et al., 1954)	FAO FERTILIZER AND PLANT NUTRITION BULLETIN 19, 2008 Bray and Kurtz Method (1945)	Mehlich, A. 1984. Mehlich 3 soil test extractant: A modification of Mehlich 2 extractant. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 15:1409-1416	
1	2	3	4	5	6	7	8	
Сфера застосування	Поширюється на дерново-підзолисті, сірі та ясно-сірі лісові, темно-сірі опідзолені та інші ґрунти опідзоленого ряду, розкритих та вміщувальних	Поширюються на чорноземи опідзолені, темно-сірі опідзолені, сірі та світло сірі лісові та інші ґрунти опідзоленого ряду, чорноземи типові, звичайні, південні, темно-каштанові,	Поширюється на дерново-підзолисті, сірі та ясно-сірі лісові, темно-сірі опідзолені та інші ґрунти опідзоленого ряду, розкритих та вміщувальних	Поширюється на автоморфні та напівгідроморфні і ґрунти сухостепової, степової, лісостепової і поліської природних зон.	Поширюється на нейтральні та лужні ґрунти	Поширюється на кислі ґрунти (pH < 7.0)		Поширюється на лужні ґрунти

1	2	3	4	5	6	7	8
	породах зони Полісся	каштанові, лучні-чорноземи, лучні та інші ґрунти акумулятивного ряду, розкриті та вміщувальні породи лісостепової та степової зони, а також карбонатні ґрунти Українського Полісся	породах лісостепової зони				
Суть методу	Метод базується на вилученні рухомих сполук фосфору і калію з ґрунту розчином соляної кислоти молярної концентрації $c(\text{HCl}) = 0,2$ моль/дм ³ за відношенням ґрунту до розчину як 1 до 5 – для органічних горизонтів та як 1 до 50- для органічних горизонтів і наступному визначенні	Метод базується на вилученні рухомих сполук фосфору і калію з ґрунту розчином вуглекислого амонію концентрації 10 г/дм ³ за відношення ґрунту до розчину 1:20 і наступному визначенні фосфору у вигляді синього фосфорномолібденового комплексу на	Метод базується на вилученні рухомих сполук фосфору і калію з ґрунту розчином оцтової кислоти концентрації $c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,5$ моль/дм ³ за відношення ґрунту до розчину 1:25 і наступному визначенні фосфору у вигляді синього фосфорномолібденового комплексу на	Метод базується на визначенні масової концентрації рухомого фосфору у витяжці розчину калію сірчаноокислого молярної концентрації $c(1/2 \text{K}_2\text{SO}_4) = 0,03$ моль/дм ³ і подальшому визначенні рухомого фосфору в безбарвних витяжках колориметричним	Метод установлює екстрагувальний спосіб і аналітичні умови визначення вмісту фосфору у ґрунтовому розчині гідрокарбонату натрію. Після екстрагування можливі два способи забарвлення розчину: 1) за кімнатної температури 2) після нагрівання до	Метод установлює екстрагувальний спосіб і спектрофотометричний спосіб визначення вмісту доступного фосфору у ґрунтовому розчині у вигляді фосфорномолібденового комплексу	Метод установлює екстрагувальний спосіб вилучення доступного фосфору визначення його вмісту з використанням спектрометрії індуктивно-зв'язаною плазмою

1	2	3	4	5	6	7	8
	фосфору у вигляді синього фосфорномолібденового комплексу на фотоелектроколориметрі або спектрофотометрі	фотоелектроколориметрі або спектрофотометрі	фотоелектроколориметрі або спектрофотометрі	методом у модифікації Мерфі-Райлі, суть якого полягає в утворенні в кислому середовищі жовтого комплексу фосфорномолібденової кислоти, який відновлюють аскорбіновою кислотою в присутності каталізатора сурми	високої температури		
Наважка проби	10±0,1 г	5,0±0,1 г	4,0±0,1 г	20±0,1 г	5,00±0,01 г	5,00±0,01 г	-
Показник	Рухомі сполуки фосфору	Рухомі сполуки фосфору	Рухомі сполуки фосфору	Рухомі сполуки фосфору	Вміст доступного фосфору	Вміст доступного фосфору	Вміст доступного фосфору
Одиниці вимірювання	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	кг/га або мг/кг	мг/кг
Екстрагувальний реагент	Соляна кислота	Амоній вуглекислий	Оцтова кислота	Калій сірчаноокислий	Бікарбонат натрію (NaHCO ₃) рН 8,5 (додаванням NaOH або HCl)	Розчин 0.03M NH ₄ F у 0.025M соляній кислоті	Екстракційний розчин Мехліх-3 складається з кількох хімічних розчинів: оцтова кислота, аміачна селітра, фторид

1	2	3	4	5	6	7	8
							амонію, азотна кислота та хелат, EDTA
Реагенти	$(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$	$(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$	$(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$	$(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$	$(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ у соляній кислоті	$(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ у соляній кислоті KH_2PO_4 для градуювального графіка	Немає, не потрібно
Перемішування	1 хв	5 хв	1 год	5 хв	30 хв	5 хв	-
Відстоювання	15 хв	18-20 год	18-20 год		10 хв	10 хв	-
Довжина хвилі вимірювання	660 нм, синій розчин	660 нм, синій розчин	660 нм, синій розчин	660 нм, синій розчин	660 нм, синій розчин	660 нм, синій розчин	-
Що впливає	Не поширюється на ґрунтові горизонти та породи, що містять карбонати На результати хімічного аналізу ґрунтів за даним методом можуть негативно впливати певна кількість фосфоровмісних сполук типу апатиту. Також на	Не поширюється на ґрунтові горизонти, що містять гіпс. На результати хімічного аналізу ґрунтів за даним методом можуть негативно впливати певні величини рН ґрунтового розчину. Норма похибки у разі визначення рухомих сполук	Не поширюється на ґрунтові горизонти, що містять карбонати. На результати хімічного аналізу ґрунтів за даним методом можуть негативно впливати певна кількість фосфоровмісних сполук типу апатиту	Не поширюється на дуже кислі ґрунти зі значеннями рН менше ніж 4,5		Не поширюється на ґрунти з рН > 7,0	Не поширюється на кислі ґрунти рН < 7.0

1	2	3	4	5	6	7	8
	результати можуть негативно впливати певні величини рН ґрунтового розчину. Норма похибки під час визначення P ₂ O ₅ в дуже кислих ґрунтах, становить від мінус 5 до мінус 40 мг/кг ґрунту, зростаючи в міру підвищення кислотності ґрунтового розчину	фосфору (P ₂ O ₅) в ґрунтових горизонтах, що містять карбонати, складає мінус 2,0–мінус 8,0 мг/кг ґрунту, зростаючи в міру підвищення лужності ґрунтового розчину					

Продовження таблиці 13

1	2	3	4	5	6	7	8				
Т о ч н і с т ь м е т о д у	Допустимі відхили від проатестованих значень стандартного зразка	Допустимі відхили від проатестованих значень стандартного зразка	Допустимі відхили від проатестованих значень стандартного зразка	Стандарт забезпечує виконання вимірювань масової концентрації рухомого фосфору в ґрунтах з відносною похибкою, значення якої за довірчої ймовірності $P=0,95$ для результату, середнього x двох паралельних вимірювань, становить у %:	Збіжність визначення фосфору в розчині гідрокарбонату натрію, згідно з варіантом забарвлення розчину за кімнатної температури, чи варіанту забарвлення після нагрівання до високої температури, повинна відповідати умовам, наведеним у табл.	Відтворюваність 10%, Межа виявлення – 1,0 частина на мільйон					
	Масова частка P_2O_5 в ґрунті, $млн^{-1}$ (мг/кг)	Допустимі відхили, %	Масова частка P_2O_5 в ґрунті, $млн^{-1}$ (мг/кг)	Допустимі відхили, %				Масова частка P_2O_5 в ґрунті, мг/кг	Допустимі відхили, %	Вміст фосфору, мг/кг	Граничний відхил
	До 30	20	До 15	30				До 50	15	менше/дорівнює 10	3 мг фосфору на 1 кг розчину
	включно		Від 15 до 30	20				Від 0,25 до 7	± 25	понад 10 до 25	40 % від значення
	Понад 30	15	Понад 30	15				понад 7	± 15	понад 25 до 100	15 мг фосфору на 1 кг розчину
										понад 100	25 % від значення

1	2			3		4			5	6	7	8
	Значення норм похибки, мг/кг ґрунту			Значення норми похибки визначення P ₂ O ₅		Значення норми похибки, мг/кг ґрунту						
	Вміст фракцій ґрунту менше ніж 0,01 мм, % (за Качинським)	Норма похибки, мг/кг ґрунту		Значення впливової величини, рН _{КСІ}	Норми похибки, мг/кг	Значення величини, що впливає (вміст фізичної глини, %)	Норма похибки, мг/кг ґрунту					
		показник, який визначають					показник, який визначають					
		P ₂ O ₅	K ₂ O				P ₂ O ₅	K ₂ O				
	6, не	-30	-30	До 15	30	<6	-25	-25				
	більше	-25	-20	Від 15 до	20	6-10	-20	-20				
	ніж	-20	-10	30	15	11-15	-15	-15				
	6-10	-15	-5			16-20	-10	-10				
	11-15	-10	-			46-50	-	10				
	16-20	-	-			51-55	-	20				
	21-25	-	10			56-60	-	30				
	41-45	-	20			60-65	-	40				
	46-50	-	30			>66-	-	50				
	51-55	-	40			70	-	-				
	56-60	-	50									
	60-65											
	66, не											
	менше											
	ніж											

Вимоги до обладнання при вимірюванні вимірювання фосфору за різними нормативними документами (обладнання)

Нормативний документ	ДСТУ 4405:2005 Якість ґрунту. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за методом Кірсанова в модифікації ННЦ ПА	ДСТУ 4114-2002 Ґрунти. Визначання рухомих хсполук фосфору і калію за модифікованим методом Мачигіна	ДСТУ 4115-2002 Ґрунти. Визначання рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова	ДСТУ 4727:2007 Якість ґрунту. Визначання рухомих сполук фосфору за методом Карпінського-Зам'ятіної в модифікації ННЦ ПА ім. О.Н. Соколовського	ДСТУ ISO 11263-2001 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук фосфору. Спектрометричний метод визначення фосфору в розчині гідрокарбонату натрію	ISO 22036-2014 ISO/TS 16965:2013 Визначення мікроелементів в екстрактах ґрунту з використанням спектрометрії індуктивно-зв'язаною плазмою (ІЗП -МС) або мас-спектрометрії з використанням індуктивно-зв'язаною плазмою (ІЗП -МС)
1	2	3	4	5	6	7
Спектрофотометр/ фотоколориметр	Фотоелектроколориметр з похибкою вимірювань коефіцієнтів пропускання не більше за +1 % за оптимальної щільності від 0 до 1,3 або спектрофотометр з похибкою вимірювань коефіцієнтів пропускання від 190 нм до 1100 нм не більш ніж 1 %	Фотоелектроколориметр Спектрофотометр	Фотоелектроколориметр Спектрофотометр	Фотоелектроколориметр або інший прилади, які дають змогу працювати в інтервалі довжин хвиль від 660 нм до 670 нм	За довжини хвиль до 900 нм та кювети 10 мм	Спектрометр з індуктивно-зв'язаною плазмою (ІЗП -МС) або мас-спектрометр з індуктивно-зв'язаною плазмою (ІЗП -МС)
рН/іономір		З похибкою вимірювання не			З точністю $\pm 0,01$ од. рН	З точністю $\pm 0,01$ од. рН

1	2	3	4	5	6	7
		більше 0,05 од рН				
Ваги лабораторні	1) Ваги лабораторні рівноплечі 2-го класу точності з максимальною вагою до 200 г 2) 3-го або 4-го класу точності з максимальною вагою до 500 г	1) ваги рівноплечі 2-го класу типу ВЛР-200 г 2) з максимальною вагою до 500 г	1) ваги рівноплечі 2-го класу типу ВЛР-200 г 2) з максимальною вагою до 500 г	2-го класу точності з з максимальною вагою 200 г	Ваги з точністю $\pm 0,001$ г	4-го класу точності з максимальною вагою до 500 г
Мішалка/струшувач	Мішалка з частотою коливань не менше ніж 700 хв^{-1} Струшувач з частотою коливань 75 хв^{-1}	Ротатор з частотою обертання не менше $30-40 \text{ хв}^{-1}$ Струшувач з частотою коливань 75 хв^{-1}	Ротатор з частотою обертання не менше $30-40 \text{ хв}^{-1}$ Струшувач з частотою коливань 75 хв^{-1}	З частотою обертання лопастей 750 хв^{-1}	Струшувач з частотою коливань 75 хв^{-1}	Мішалка з частотою коливань не менше ніж 700 хв^{-1} Струшувач з частотою коливань 75 хв^{-1}
Водяна баня					+	
Вода дистильована	Питома електропровідність, не більше ніж $5 \cdot 10^{-6}$ мСм/м за температури $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$,	Питома електропровідність, не більше ніж $5 \cdot 10^{-6}$ мСм/м за температури $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$,	Питома електропровідність, не більше ніж $5 \cdot 10^{-6}$ мСм/м за температури $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$,	Питома електропровідність, не більше ніж $5 \cdot 10^{-6}$ мСм/м за температури $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$,	Вода 2-го класу за ДСТУ ISO 3696	Вода 1-го класу за ДСТУ ISO 3696

Порівняння методик вимірювання рухомої сірки за різними нормативними документами

Нормативний документ	ДСТУ 8347:2015 Якість ґрунту. Визначення рухомої сірки в модифікації ННЦ ІГА імені О. Н. Соколовського	ДСТУ ISO 11048:2001 Якість ґрунту. Визначення вмісту водорозчинних та кислото розчинних сульфатів	FAO FERTILIZER AND PLANT NUTRITION BULLETIN 19, 2008 (adopted from Singh, Chhonkar and Pandey, 1999)	INTERNATIONAL CENTER FOR AGRICULTURAL RESEARCH IN THE DRY AREAS (ICARDA), 2013
1	2	3	4	5
Сфера застосування	Для всіх типів повітряно-сухих зразків ґрунтів	Для всіх типів повітряно-сухих зразків ґрунтів	Для всіх типів повітряно-сухих зразків ґрунтів	Для всіх типів повітряно-сухих зразків ґрунтів
Суть методу	Вилучення з ґрунту рухомих сполук сірки 1М розчином KCl за рН 5,6-6,0, осаджуванні сульфатів хлоридом барію та подальшому турбі-диметричному визначенні рухомої сірки на спектрофотометрі або фотоелектроколориметрі за оптичною густиною суспензії	Екстрагування рухомих сполук сірки ґрунту розбавленою соляною кислотою, або водою у співвідношенні вагова частина ґрунту - об'ємна частина води як 1:2 або 1:5 і визначення сульфатів гравіметричним методом шляхом додавання до водної або кислотної витяжки хлориду барію. Вміст сульфату розраховують від маси ґрунту, який використовували під час аналізування, та маси сульфату барію, який утворив осад	Вміст SO ₄ у ґрунтовій екстракті визначають турбі-диметрично на спектро-фотометрі або фотоелектро-колориметрі за оптичною густиною	1. Гравіметричний метод полягає в вилученні з ґрунту рухомих сполук сірки водою, додаванням розчину соляної кислоти і осаджуванням сульфатів хлоридом барію. 2. Турбідиметричне визначення рухомої сірки у лужних ґрунтах з попередньою екстракцією 0,15% CaCl ₂ ·H ₂ O, осадженням BaCl ₂ , вимірюванням на спектрофотометрі або фотоелектроколориметрі за оптичною густиною суспензії
Пробопідготовка	Згідно ДСТУ ISO 11464, діаметр часток не більше 1 мм	Згідно ДСТУ ISO 11464, діаметр часток не більше 2 мм	Згідно ISO 11464	Згідно ISO 11464 діаметр часток не більше 2 мм
Наважка проби	30,00±0,01 г	10±0,1 г (1 ґрунт : 5 вода) 50±0,01 г (1 ґрунт : 2 вода)	20,00±0,01 г	5 г в разі турбідиметричного визначення;

1	2	3	4	5
		2 г (соляна кислота) (маса зразка може варіювати від кількості сульфатів таким чином, щоб осад сульфату барію становив 0,2 г)		для гравіметричного наважка точно не вказана, але має містити від 0,05 до 0,5 мили-екв/л $\text{SO}_4\text{-S}$
Показник	Масова частка рухомої сірки	Масова частка водорозчинних і кислоторозчинних сульфатів	Масова частка доступної сірки	Масова частка розчинного SO_4
Одиниці вимірювання	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг для спектрометричного метода; мили-екв/л - для гравіметричного метода
Спосіб вимірювання	Спектрофотометричний	Гравіметричний	Спектрофотометричний	Спектрофотометричний Гравіметричний
Застереження	Фотометрування починають не раніше, ніж через 10 хв після приготування проби Суспензія досліджуваної проби оптично стійка протягом 7 годин	1. Визначають вмісту сухої речовини в сирих та повітряно-сухих зразках за температури не вище 75-80°C за ДСТУ ISO 11465 2. Метод кислотного екстрагування може призводити до руйнування сульфідів і переоцінювання вмісту сульфатів. В такому випадку кислотний зразок нагрівають до кипіння 10 разів. Сульфідні визначають як різницю між загальним вмістом сірки та вмістом сульфатів, у перерахунку на% SO_4 3. Сульфідні можуть бути присутні у сланцях та	Фосфат іони (за застосування монофосфату кальцію) переважно краще заміщують адсорбовані сульфат-іони. В якості екстрагувального розчину можна застосовувати CaCl_2 , він не такий ефективний як $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. В разі занадто низького вмісту сірки до екстракту додають розчин сірки відомої концентрації, аби підняти вміст сірки до точно вимірювального рівня	1. Під час екстрагування неможна застосовувати гумові пробки. Як варіант необхідно обернути гумову пробку в тонкий поліетилен. Помилки виникають внаслідок поступового окислення сполук S, наявних у пробці. 2. Не можна, щоб екстракти ґрунту і стандарти стояли довше 2-3 хв. перевимірюванням, при більш тривалому відстоюванні повторно струсіть суспензію перед спектрофотометричним визначенням. 3. Слід дотримуватись однакового проміжку часу між

1	2	3	4	5
		аргілітах, досить часто зустрічаються у залишках вугільних шахт та щлаках.		<p>струшуванням та вимірюванням для проб ґрунту і стандартів.</p> <p>4. Застосування солей Ca має суттєву перевагу перед солями Na або K, оскільки Ca запобігає дефлокуляції у важких текстурованих ґрунтах і призводить до легкої фільтрації. SO₄ в екстракті і вимірювати спектрофотометрично.</p> <p>5. Коли рівень вилученого SO₄ є занадто низьким для вимірювання, до екстракту ґрунту додають розчин із відомою концентрацією S, щоб підвищити концентрацію до рівня, який легко виміряти.</p> <p>4. Ґрунти, багаті залізом, сірководнем (H₂S), як правило, випадають у вигляді піриту (Fe₂S), що надає ґрунту чорного кольору.</p> <p>5. H₂S у ґрунтах не тільки токсичний для ґрунтових організмів, але й створює екологічні проблеми. Деякі бактерії, присутні в ґрунтах, здатні окислювати H₂S до S та SO₄.</p>

Примітка. Загальний вміст S у ґрунтах значно варіює від ґрунту до ґрунту. Піщані ґрунти у вологих регіонах як правило, мають низький вміст S (0,002%). Навпаки, ґрунти в посушливих регіонах можуть містити 5% SO₄-S. Рослини поглинають S здебільшого у формі SO₄, яка є доступною формою S. В аеробних умовах форма елементарної S окислюється до утворення SO₄ та в анаеробних умовах, вміст іону SO₄ знижується завдяки мікроорганізмам до SO₃ та S; заболочені ґрунти або рисові поля, особливо на болотах, забезпечують відповідне середовище для утворення сірководню (H₂S). Сірку у формі сульфатів можна екстрагувати водою, NaCl, CaCl₂, розчинами NH₄OAc, NaHCO₃ та Ca (H₂PO₄)₂. Загальноживаним методом визначення S в лужних ґрунтах є екстракція SO₄-S розчином 0,15% CaCl₂·2H₂O та вимірювання концентрації SO₄-S в

екстрактах турбідиметричним методом з використанням хлориду барію. Критичний діапазон 10-13 мг/ кг екстрагованого $\text{SO}_4\text{-S}$ за допомогою $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ зазвичай спостерігають для зернових (наприклад, пшениці, кукурудзи), олійних насіння (наприклад, гірчиці) та сільськогосподарських культур (Tandon, 1991).

Таблиця 16

Порівняння методик вимірювання рухомої сірки за різними нормативними документами (процес випробувань)

Нормативний документ	ДСТУ ISO 11048:2001 Якість ґрунту. Визначання вмісту водорозчинних та кислото розчинних сульфатів	INTERNATIONAL CENTER FOR AGRICULTURAL RESEARCH IN THE DRY AREAS (ICARDA), 2013
1	2	3
Метод	Гравіметричний	Гравіметричний
Екстрагувальний реагент	Вода дистильована Соляна кислота (HCl), водний розчин 1:1 1. Водорозчинна екстракція розрахована для сульфатів, доступних для рослин; мінімальні концентрації у наважці ґрунту від 50 до 20 мг/кг (0,005 – 0,002 % за масою); 2. Екстракція кислотою розрахована на визначення концентрації сульфатів у ґрунті 500 мг/кг (0,05 за масою); 3. Екстракція кислотою і кип'ятіння з сульфатом барію розрахована на визначення концентрації сульфатів у витяжці 25-5000 мг/л; за вищих концентрацій зменшують менші тест-проби. Нижня межа чутливості – 10 мг/л	Вода дистильована Соляна кислота (HCl), водний розчин 1:1
Реактиви	1. Червоний лакмусовий папір 2. Соляна кислота (HCl), водний розчин 1:1 3. Хлорид барію, $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 1 н	1. Індикатор метил оранжевий 0,1 % у воді 2. Соляна кислота (HCl), водний розчин 1:1 3. Хлорид барію ($\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), 1 н 4. Азотнокисле срібло AgNO_3
	4. Азотнокисле срібло AgNO_3 0,1 моль/л 5. Гідроксид натрію, NaOH, 5 моль/л 6. Етанол ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) 7. Індикатор метил оранжевий 0,1% у воді; 8. Хлорид натрію, 100 г/л 9. Карбонат натрію	

1	2	3
<p>Етапи випробування</p>	<p>I. Екстракція (водна витяжка) 1. Поміщають 10 г ґрунту у посудину для екстрагування, додають 50 мл дистильованої води, щільно закривають і струшують 16 годин. 2. Фільтрують через фільтрувальний папір у колбу, з'єднану з лійкою Бюхнера. I.A. Екстракція (кислотна витяжка) 2. Поміщають 2 г ґрунту у стакан, додають 100 мл розбавленої соляної кислоти, закривають захисним склом і кип'ятять 15 хвилин. 3. Промивають захисне скло дистильованою водою, додають декілька крапель конц. HNO_3, доки суспензія продовжуватиме кипіти I.A. Екстракція (кислотна витяжка) 1. Поміщають 2 г ґрунту у стакан, додають 100 мл розбавленої соляної кислоти, закривають захисним склом і кип'ятять 15 хвилин. 2. Промивають захисне скло дистильованою водою, додають декілька крапель конц. HNO_3, доки суспензія продовжуватиме кипіти. 3. Додають розбавлений розчин аміаку краплями з постійним перемішуванням, до суспензії яка продовжує кипіти. Додають поки не випаде в осад та забарвлення червоного лакмусового паперу не перетвориться на синій. 4. Фільтрують через фільтрувальний папір у колбу, з'єднану з лійкою Бюхнера. Промивають осад від хлоридів, їх наявність перевіряють за AgNO_3. II. А. Випробування 1. Відбирають екстракт проби ґрунту, об'ємом від 10 до 200 мл, який містить не більше ніж 50 мг сульфат-іонів. 5. У стакан з екстрактом додають 2-3 краплі метилового оранжевого, до розчину обережно додають розчин гідроксид натрію або соляної кислоти, в</p>	<p>I. Екстракція 1. Розчинні SO_4 отримують з насиченої пасти екстракцією водою як при визначенні рН або електропровідності ґрунтів. 2. Фільтрують через ватман №42</p> <p>II. Випробування 1. Відбирають у стакан аликвоту ґрунтового екстракту, що містить 0,05–0,5 мэкв $\text{SO}_4\text{-S}$, доводять до об'єму 50 мл. 2. Додають 1 мл 1:1 розчину HCl і 2-3 краплі метилового оранжевого для появи рожевого забарвлення; Розчин нагрівають до кипіння. 3. Додають 10 мл 1н розчину $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ в надлишку, щоб осадити SO_4 у вигляді сульфату барію.</p>

1	2	3
	<p>2. залежності від первинного рН. Додають 2 мл розбавленої HCl, потім, якщо потрібно, доводять загальний об'єм розчину до 200 мл. Кип'ятять розчин 5 хв. Після кип'ятіння додають 10 мл гарячого розчину BaCl₂·2H₂O (80 °C). 4. Кип'ятять 1 год. Відстоюють за 50°C. 5. Фільтрують осад, 5 мл фільтрату перевіряють на відсутність іонів Cl за реакцією з AgNO₃. Після промивання фільтрувальний папір з осадом поміщають у попередньо зважений і висушений порцеляновий тигель і ставлять у сушильну шафу за (105±2) °C на 1 год. Потім переносять тигель у муфельну піч, нагріту до 550 °C, і залишають золу до висихання на 2-3 години. Тигель із муфельної печі охолоджують і зважують на аналітичних вагах. Проводять розрахунок</p>	<p>4. Кип'ятять 10 хв. 5. Фільтрують, збирають осад сульфату барію на фільтрувальному папері, і промивають його кілька разів теплою водою, поки не залишиться сліду від іонів Cl. Перевіряють за AgNO₃. Після промивання фільтрувальний папір з осадом поміщають у попередньо зважений і висушений порцеляновий тигель і ставлять у сушильну шафу за 105 °C на 1 год. Потім переносять тигель у муфельну піч, нагріту до 550 °C, і залишають золу до висихання на 2-3 години. Тигель із муфельної печі охолоджують і зважують на аналітичних вагах Проводять розрахунок</p>

Таблиця 17

Порівняння методик вимірювання рухомої сірки за різними нормативними документами (методи)

Нормативний документ	ДСТУ 8347:2015 Якість ґрунту. Визначення рухомої сірки в модифікації ННЦ ІГА імені О. Н. Соколовського	FAO FERTILIZER AND PLANT NUTRITION BULLETIN 19, 2008 (adopted from Singh, Chhonkar and Pandey, 1999)	INTERNATIONAL CENTER FOR AGRICULTURAL RESEARCH IN THE DRY AREAS (ICARDA), 2013
1	2	3	4
Метод	Спектрофотометричний	Спектрофотометричний	Спектрофотометричний
Екстрагувальний реагент	Калій хлористий	Кальцій фосфорнокислий однозаміщений (Ca(H ₂ PO ₄) ₂ ·H ₂ O)	Хлорид кальцію дигідрат (CaCl ₂ ·2H ₂ O)

1	2	3	4
Реактиви	Хлорид барію, соляна кислота, трилон Б, натрію гідроксид, калію гідроксид, стабілізатор суспензії - розчинний крохмаль	Хлорид барію азотна кислота, оцтово-фосфорна кислота, сульфат барію, стабілізатор суспензії - гуміарабік в розчині оцтової кислоти.	Хлорид барію, соляна кислота сорбітол сульфат барію
Градуювальний графік	Стандартний зразок, сульфат-іон 15,00 мг/см ³	Розчин сульфату калію, 10,00 мг S/дм ³	Розчин сульфату калію, 10,00 мг S/дм ³
Етапи випробування	1. Наважку ґрунту (30±0,01) г заливають 1М розчином КСІ 2. Збовтують 1 хв. 3. Відстоюють 18-20 год (для витіснення сполук сірки), збовтують ще раз. 4. Фільтрують, відстоюють 10 хв 5. У фільтраті визначають вміст рухомої сірки. 6. Вимірюють на фотометрі за 520-540 нм.	1. Наважку ґрунту 20 г заливають 50% розчином Ca(H ₂ PO ₄) ₂ ·H ₂ O 2. Збовтують 1 годину 3. Фільтрують 4. Додають 25% оцтово-азотну кислоту і збовтують ще раз. Додають 0,5 мл сульфату барію і 0,2 г кристалів хлорид барію. Перемішують. Відстоюють 10 хв., перегортають 10 разів. Відстоюють 5 хв, перегортають 5 разів. 5. Знову 15 хв відстоюють і додають гуміарабік в розчині оцтової кислоти 6. Доводять загальний об'єм до 25 мл, перегортають 3 рази, відстоюють 90 хв. 7. Перегортають 10 разів. 8. Вимірюють на спектрофотометрі за 440 нм.	1. Наважку ґрунту 5 г заливають 0,15% розчином CaCl ₂ ·2H ₂ O. 2. Струшують 30 хвилин 3. Фільтрують 4. Відбирають 10 (або менше) мл екстракту, доводять до 10 мл водою. 5. Додають 6М соляну кислоту, 5 мл водного розчину 70% сорбітолу, 1 г кристалів хлориду барію. 6. Струшують інтенсивно 30 секунд, щоб розчинилися кристали барію. 7. Вимірюють на спектрофотометрі за 470 нм.
Градуювальний графік	За стандартним зразком сульфат-іону 15,00 мг/см ³	Розчин сульфату калію 10,00 мг S/дм ³	Розчин сульфату калію 10,00 мг S/дм ³

Порівняння методик вимірювання рухомої сірки за різними нормативними документами (точність вимірювань)

Нормативний документ	<p align="center">ДСТУ 8347:2015 Якість ґрунту. Визначення рухомої сірки в модифікації ННЦ ІГА імені О. Н. Соколовського</p>	<p align="center">ДСТУ ISO 11048:2001 Якість ґрунту. Визначання вмісту водорозчинних та кислото розчинних сульфатів</p>	<p align="center">FAO FERTILIZER AND PLANT NUTRITION BULLETIN 19, 2008 (adopted from Singh, Chhonkar and Pandey, 1999)</p>	<p align="center">INTERNATIONAL CENTER FOR AGRICULTURAL RESEARCH IN THE DRY AREAS (ICARDA), 2013</p>																																																									
<p align="center">Точність</p>	<p>Допустимі відносні відхили від середньо арифметичного результату повторних визначень за довірчої ймовірності $P=0,95$ під час вибіркового контролю збіжності не повинні перевищувати:</p> <table border="1" data-bbox="315 762 813 1145"> <thead> <tr> <th>Масова частка рухомої сірки в ґрунті, мг/кг</th> <th>Відхил від середньо арифметичного результату повторних визначень, %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>< 2,5</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>від 2,5 до 5,0</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>> 5,0</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	Масова частка рухомої сірки в ґрунті, мг/кг	Відхил від середньо арифметичного результату повторних визначень, %	< 2,5	35	від 2,5 до 5,0	15	> 5,0	10	<p align="center">Збіжність та середньоквадратичне відхилення відтворюваності</p> <table border="1" data-bbox="842 579 1547 1050"> <thead> <tr> <th>Вибірка</th> <th>Об'єм проби</th> <th>Масова концентрація сульфату, мг/л</th> <th>S_r, мг/л</th> <th>VC_r, %</th> <th>S_R, мг/л</th> <th>VC_R, %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>200</td> <td>50</td> <td>3,3</td> <td>–</td> <td>–</td> <td>–</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>20</td> <td>210</td> <td>3,3</td> <td>1,6</td> <td>1,6</td> <td>3,3</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>20</td> <td>583</td> <td>8,4</td> <td>1,4</td> <td>12,4</td> <td>3,3</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>20</td> <td>1160</td> <td>9,3</td> <td>0,8</td> <td>11,6</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>20</td> <td>1500</td> <td>21,3</td> <td>–</td> <td>–</td> <td>–</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>20</td> <td>5000</td> <td>29,4</td> <td>–</td> <td>–</td> <td>–</td> </tr> </tbody> </table> <p>S_r – середньоквадратичний відхил збіжності; VC_r – коефіцієнт варіації збіжності; S_R – середньоквадратичний відхил відтворюваності; VC_R – коефіцієнт варіації відтворюваності.</p>	Вибірка	Об'єм проби	Масова концентрація сульфату, мг/л	S_r , мг/л	VC_r , %	S_R , мг/л	VC_R , %	1	200	50	3,3	–	–	–	2	20	210	3,3	1,6	1,6	3,3	3	20	583	8,4	1,4	12,4	3,3	4	20	1160	9,3	0,8	11,6	1,0	5	20	1500	21,3	–	–	–	6	20	5000	29,4	–	–	–	<p align="center">Не вказано</p>	<p align="center">Не вказано</p>
	Масова частка рухомої сірки в ґрунті, мг/кг	Відхил від середньо арифметичного результату повторних визначень, %																																																											
< 2,5	35																																																												
від 2,5 до 5,0	15																																																												
> 5,0	10																																																												
Вибірка	Об'єм проби	Масова концентрація сульфату, мг/л	S_r , мг/л	VC_r , %	S_R , мг/л	VC_R , %																																																							
1	200	50	3,3	–	–	–																																																							
2	20	210	3,3	1,6	1,6	3,3																																																							
3	20	583	8,4	1,4	12,4	3,3																																																							
4	20	1160	9,3	0,8	11,6	1,0																																																							
5	20	1500	21,3	–	–	–																																																							
6	20	5000	29,4	–	–	–																																																							

Вимоги до обладнання при вимірюванні рухомих сполук сірки за різними нормативними документами (обладнання)

Нормативний документ	ДСТУ 8347:2015 Якість ґрунту. Визначення рухомої сірки в модифікації ННЦ ІГА імені О.Н. Соколовського	ДСТУ ISO 11048:2001 Якість ґрунту. Визначання вмісту водорозчинних та кислото розчинних сульфатів	FAO FERTILIZER AND PLANT NUTRITION BULLETIN 19, 2008 (ADOPTED FROM SINGH, CHHONKAR AND PANDEY, 1999)	INTERNATIONAL CENTER FOR AGRICULTURAL RESEARCH IN THE DRY AREAS (ICARDA), 2013
Спектрофотометр/ фотоелектроколориметр	Вимірювання за довжини хвилі 520 нм, з кюветами з довжиною оптичного шляху 50 мм або за світлофільтра з максимум пропускання від 500 до 540 нм	-	Вимірювання за довжини хвилі 440 нм (або синій фільтр)	+
рН/іономір	З похибкою вимірювання не більше 0,1 од рН	З похибкою вимірювання не більше 0,05 од рН	+	+
Ваги лабораторні	Точність 0,01, з найбільшою межею зважування 500 г	Точність зважування 0,001 г	Точність зважування 0,001 г	+
Баня водяна	+	-	-	+
Струшувач/шейкер/ мішілка	+	Здатний вміщувати 10 г ґрунту в 50 мл води	+	+
Сушильна шафа	-	+	-	
Сито	З діаметром отворів 1 мм	З діаметром отворів 2 мм	З діаметром отворів 1 мм	+
Вода дистильована	Питома електропровідність, не більше ніж $5 \cdot 10^{-6}$ мСм/м за температури (20±5)°С	Вода згідно ДСТУ ISO 3696, 3-го класу	+	+

Порівняння методик вимірювання легкогідролізованого азоту за різними нормативними документами

Нормативний документ	ДСТУ 7863:2015 Якість ґрунту. Визначення легкогідролізованого азоту методом Корнфілда	FAO FERTILIZER AND PLANT NUTRITION BULLETIN 19, 2008 (Subbiah, Asija, 1956)
1	2	3
Сфера застосування	Поширюється на ґрунти природнього та порушеного складу	Поширюється на усі види ґрунтів
Суть методу	Метод базується на гідролізі органічних сполук ґрунту розчином лугу молярної концентрації $c(\text{NaOH})=1$ моль/дм ³ у термостаті за температури $(28\pm 5)^\circ\text{C}$ у чашці Конвея з пришліфованою кришкою. Внаслідок гідролізу азот обмінного амонію, вільного та ввібраного аміаку, амідів, частково моноамінокислот, аміносахарів (глюкозоамінів, галактозоамінів) і деяких інших сполук виділяється з ґрунту у вигляді NH_3 , який завдяки дифузії потрапляє у внутрішнє відділення чашки і поглинається розчином борної кислоти. Після закінчення гідролізу аміак кількісно визначають титруванням розчином сірчаної кислоти молярної концентрації $c(1/2 \text{H}_2\text{SO}_4)=0,02$ моль/дм ³	Метод базується на гідролізі органічних сполук ґрунту лужним розчином KMnO_4 при нагріванні. Аміак що утворюється поглинається розчином борної кислоти. Останній в результаті титрують стандартним розчином сульфатної кислоти в присутності індикатору. Отримані значення є показником доступного азоту ґрунту
Показник	Масова частка азоту	Масова частка азоту
Одиниці вимірювання	мг/кг	мг/кг
Наважка проби	2,0 \pm 0,01 г	20 г
Реактиви	Гідроксид натрію, сірчана кислота, борна кислота, індикатор Гроака	Перманганат калію, гідроксид натрію, борна кислота, сірчана кислота, змішаний індикатор
Хід випробування	1. Наважку ґрунту поміщають в переферичну частину чашки Конвея. 2. У центральну частину чашки наливають 2 см ³ борної кислоти і дві краплі індикатора Гроака (0,14 г метилового червоного та 0,07 г метилового синього у 150 мл 95% етилового спирту). 3. У внутрішню частину чашки, не допускаючи змочування	1. Наважку ґрунту поміщають в колбу К'ельдаля та додають 10 см ³ дистильованої води. 2. Додають 100 см ³ 0,32% розчину KMnO_4 , 2-3 см ³ парафінової рідини та декілька намистин для кипіння. 3. У конічну колбу відміряють 20 см ³ 2% розчину борної кислоти із індикатором (0,099 г бромкрезолового зеленого + 0,066 г метиленового червоного у 100 см ³ етанолу)

	<p>грунту наливають 5 см³ гідроксиду натрію.</p> <p>4. Чашку закривають кришкою змащеною вазеліном і обережно змішують луг із зразком.</p> <p>5. Підготовлену чашку поміщають у термостат температурою 28 °С і витримують 24 години.</p> <p>6. Після завершення гідролізу з чашки знімають кришку і титрують поглинутий борною кислотою аміак 0,02М розчином H₂SO₄ до зміни забарвлення з зеленого на чорно-фіолетове.</p>	<p>4. Збирають установку для перегонки і занурюють газовідвідну трубку в розчин борної кислоти.</p> <p>5. В реакційну колбу додають 100 см³ 2,5% розчину NaOH і відразу щільно закривають пробкою.</p> <p>6. Вмикають нагрівач колби і пускають охолоджуючу воду в конденсатор і починають перегонку.</p> <p>7. Дистиляцію проводять допоки не збереться 100 см³ дистиляту.</p> <p>8. Титрують дистилят 0,02М розчином H₂SO₄ до отримання рожевого забарвлення</p>						
Перемішування	1 хв	–						
Відстоювання у термостаті	48 год	–						
Точність	<p>Стандарт забезпечує виконання вимірювань масової частки азоту в ґрунтах з відносною похибкою, значення якої за довірчої імовірності P=0,95 для результату з двох паралельних вимірювань, подано в таблиці 1.</p> <table border="1" data-bbox="483 847 1137 1002"> <thead> <tr> <th>Похибка, %</th> <th>Масова частка азоту, мг/кг</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>±15</td> <td>від 10 до 80,0</td> </tr> <tr> <td>±10</td> <td>понад 80,0</td> </tr> </tbody> </table>	Похибка, %	Масова частка азоту, мг/кг	±15	від 10 до 80,0	±10	понад 80,0	Не вказано
Похибка, %	Масова частка азоту, мг/кг							
±15	від 10 до 80,0							
±10	понад 80,0							

Вимоги до обладнання при вимірюванні легкогідролізованого азоту за різними нормативними документами (обладнання)

Нормативний документ	ДСТУ 7863:2015 Якість ґрунту. Визначення легкогідролізованого азоту методом Корнфілда	FAO FERTILIZER AND PLANT NUTRITION BULLETIN 19, 2008 (Subbiah, Asija, 1956)
1	2	3
Система аналізування сигментного потоку		
Спектрофотометр		
Установка для перегонки		+
pH-метр		
Ваги лабораторні	1) 2-го класу точності з найбільшим порогом зважування 200 г 2) 4-го класу точності з найбільшим порогом зважування 500 г	1) 2-го класу точності з найбільшим порогом зважування 200 г 2) 4-го класу точності з найбільшим порогом зважування 500 г
Термостат	З підтриманням температури 28±5°C	
Шафа сушильна	З підтриманням температурного режиму від 40°C до 150°C з похибкою ±5°C	
Млин	+	
Центрифуга		
Ротатор/струшувач		
Вода дистильована	Питома провідність, не вище ніж 0,2 мСм/м температури (20±5)°C	Питома провідність, не вище ніж 0,2мСм/м температури (20±5)°C

Порівняння методів вимірювання нітратного, амонійного та загального розчинного азоту

Нормативний документ	ДСТУ ISO 14255:2005 Якість ґрунту. Визначення нітратного азоту, амонійного азоту і загального розчинного азоту в повітряно-сухих ґрунтах з застосуванням розчину хлориду кальцію для екстрагування		
	Визначення нітратного азоту	Визначення амонійного азоту	Визначення загального розчинного азоту
1	2	3	4
Сфера застосування	Поширюється на всі повітряно-сухі зразки ґрунту		
Суть методу	У системі аналізування сегментованого потоку (АСП) проба спершу підлягає діалізу. Нітрат- та нітрит-іони з лабораторної проби проходять у мембрану і їх приймає нижній потік хлориду амонію. Тоді кадмій відновлює нітрат до нітриту. Після того додається дігідрохлорид – нафтилетилендіаміну і сульфаніламід, від чого в кислотному середовищі утворюється діазосполука червоного кольору. Її вбирання вимірюють на довжині хвилі 543 нм. Зазвичай вміст нітрату у ґрунті знехтувально малий. У таких випадках сума нітрату і нітриту відповідає вмісту нітрату. В особливих випадках, коли нітрифікація у ґрунтах видається неповною, вміст нітриту треба визначати окремо	У системі аналізування сегментованого потоку (АСП) проба спершу підлягає діалізу. Визначення амонію ґрунтується на реакції Бертелота, у якій похідні фенолу (в цьому випадку саліцилат) утворює індофенол за наявності амонію та гіпохлориту за каталітичної дії нітроферріціаніду натрію (нітропрусиду). У лужному середовищі утворений таким чином нітрофенол має зелено-блакитний колір, вбирання щодо якого вимірюють на довжині хвилі 660 нм	У системі аналізування сегментованого потоку (АСП) органічні сполуки в екстракті окиснюють за рН 4 персульфатом калію. Від цього іони амонію, наявні попередньо і утворені окисненням, перетворюються на нітрат окисненням персульфатом калію, каталізованим УФ випромінюванням. Пробу піддають діалізу, після чого визначають нітрат колориметрично після відновлювання до нітриту
Наважка проби	10 г	10 г	10 г
Показник	нітратний азот	амонійний азот	загальний розчинний азот
Одиниці вимірювання	мг/кг	мг/кг	мг/кг
Екстрагувальний реагент	Хлорид кальцію		
Перемішування	2 год	2 год	2 год

1	2	3	4
Що впливає	<p>Вміст екстрагованого амонію і органічного азоту в ґрунті дуже часто змінюється внаслідок висушування порівняно зі свіжими зразками ґрунту. Характер висушування впливає на результат</p> <p>Екстрагування здійснюється за постійної температури 20°C, тому що на обсяги екстрактивного амонійного азоту і розчинного органічного азоту впливає температура екстракційного розчину. Для особливих кліматичних умов можна обрати іншу постійну температуру. Застосовану температуру екстрагування треба зазначити у протоколі аналізування.</p> <p>Центрифугуванню віддано перевагу, тому що більшість типів фільтрувального паперу або вбирають речовини, або можуть бути забруднені амонієм. Коли екстракт фільтрують, фільтрувальний папір треба зберігати в ексікаторі над концентрованою сірчаною кислотою або осушувальним чинником, що містить сірчану кислоту, щонайменше протягом одного тижня перед застосуванням, а перші 20 см³ фільтрату потрібно відкинути.</p>		

Таблиця 21

Вимоги до обладнання при вимірюванні азоту за різними нормативними документами (обладнання)

Нормативний документ	ДСТУ 7863:2015 Якість ґрунту. Визначення легкогідролізованого азоту методом Корнфілда	FAO FERTILIZER AND PLANT NUTRITION BULLETIN 19, 2008 (Subbiah, Asija, 1956)	ДСТУ ISO 14255:2005 Якість ґрунту. Визначення нітратного азоту, амонійного азоту і загального розчинного азоту в повітряно-сухих ґрунтах з застосуванням розчину хлориду кальцію для екстрагування	ДСТУ ISO/TS 14256-1:2005 Якість ґрунту. Визначення нітрату, нітриту і амонію в ґрунтах польової вологості екстрагуванням розчином хлориду калію
1	2	3	4	5
Система аналізування сигментного потоку			+	
Спектрофотометр				Здатний вимірювати на довжині хвилі 543 нм
Установка для перегонки		+		
pH-метр				+
Ваги лабораторні	1) 2-го класу точності з найбільшим порогом зважування 200 г 2) 4-го класу точності з найбільшим порогом зважування 500 г	1) 2-го класу точності з найбільшим порогом зважування 200 г 2) 4-го класу точності з найбільшим порогом зважування 500 г	1) аналітичні ваги з точністю 10 мг.	1) ваги з точністю 10,1 г. 2) ваги з точністю 0,0001 г.

1	2	3	4	5
Термостат	З підтриманням температури $28 \pm 5^\circ\text{C}$			
Шафа сушильна	З підтриманням температурного режиму від 40°C до 150°C з похибкою $\pm 5^\circ\text{C}$			
Млин	+			
Центрифуга			+	
Ротатор/струшувач			Від 150 хв^{-1} до 250 хв^{-1}	З частотою 40 хв^{-1}
Вода дистильована	Питома провідність, не вище ніж $0,2 \text{ мСм/м}$ за температури $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$	Питома провідність, не вище ніж $0,2 \text{ мСм/м}$ за температури $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$	Питома провідність, не вище ніж $0,2 \text{ мСм/м}$ за температури $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$	Питома провідність, не вище ніж $0,2 \text{ мСм/м}$ за температури $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$

Порівняння методик приготування проби при вимірюванні масової частки (валового вмісту) мікроелементів за різними нормативними документами

Нормативний документ	<p>ДСТУ ISO 11047:2005 Якість ґрунту. Визначання кадмію, хрому, кобальту, купруму, плюмбуму, мангану, ніколу та цинку в екстракті, отриманому після оброблення ґрунту «царською водою». Методи полуменевої та електротермічної ААС</p>	<p>ДСТУ ISO 11466:2001 Якість ґрунту. Вилучання перехідних елементів, що розчиняються в царській водці</p>	<p>ДСТУ ISO 14869-1:2005 Якість ґрунту. Розчинення для визначення валового вмісту елементу. Частина 1. Розчинення плавиковою та перхлоратною кислотами</p>	<p>ДСТУ ISO 14869-2:2005 Якість ґрунту. Розчинення для загального вмісту елементу. Частина 2. Розчинення лужним плавленням</p>	<p>ISO 22036:2008 Soil quality – Determination of trace elements in extracts of soil by inductively coupled plasma - atomic emission spectrometry (ICP - AES) (ГОСТ ISO 22036-2014 Определение микроэлементов в экстрактах почвы с использованием атомно-эмиссионной спектроскопии)</p>	<p>ISO 14869-3:2017 Soil quality Dissolution for the determination of total element content – Part 3: Dissolution with hydrofluoric, hydrochloric and nitric acids using pressurised microwave technique (ISO 14869-3:2017 Якість ґрунту. Розчинення для загального вмісту елементу. Частина 3. Розчинення з використанням фтористоводневої, хлористоводневої та азотної кислот мікрохвильовим методом під тиском)</p>	<p>ISO 16729:2013 specifies a method for microwave digestion of sludge, treated biowaste and soil using nitric acid. (ISO 16729:2013 Якість ґрунту. Гідролітичне розкладання фракцій елементів, які розчинні в азотній кислоті)</p>
1	2	3	4	5	6	7	8

1	2	3	4	5	6	7	8
Сфера застосування	Цей стандарт встановлює два методи визначання за допомогою атомно-абсорбційної спектрометрії одного або більше елементів (кадмію, хрому, кобальту, купруму, плюмбуму, мангану, ніколу та цинку) в екстракті, отриманому після оброблення ґрунту «царською водою» відповідно до ISO 11466. Вибір методу для будь-якого з вказаних елементів залежить від очікуваної кількості цього елемента у зразку; обидва методи можуть бути потрібними для	Цей стандарт встановлює метод екстрагування перехідних елементів за допомогою царської водки з ґрунтів та подібних матеріалів, підготовлених згідно з ISO 11464, які містять менш ніж 20 % (<i>m/m</i>) органічного вуглецю згідно з ISO 10694. Матеріали, що містять більш ніж 20 % (<i>m/m</i>) органічного вуглецю, потребують додаткового оброблення азотною кислотою (див. примітку 8). Кінцевий розчин є придатним для визначання елементів за допомогою	Цей стандарт визначає метод повного розчинення, з застосуванням плавикової та перхлоратної кислот, наступних елементів у ґрунті: – Al, Ba, Cd, Ca, Cs, Cr, Co, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Sr, V, Zn. Ця процедура може надаватися для подальшого визначення інших елементів за умови, що їх концентрації достатньо високі відносно чутливості методів вимірювання. Низька концентрація кислоти у кінцевому розчині дозволяє застосування великого спектру схем аналізу, а	Цей стандарт визначає метод розчинення для визначання загального вмісту таких елементів у ґрунті: Na, K, Mg, Ca, Ti, Mn, Fe, Al, Si. Цей перелік не є винятковим, і для визначання доступні інші елементи за відповідних умов	Визначення мікроелементів в екстрактах після кислотного розкладання ґрунтів або в ґрунтових розчинах з використанням методу атомно-емісійної спектрометрії індуктивнозв'язаної плазми (ICP-AES) для 34 елементів	Всі типи ґрунтів. Визначання елементів: Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Hg, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, S, Se, Sb, Sr, Tl, V, Zn	Всі типи ґрунтів, силос, біологічні відходи. Визначання елементів: Al, Sb, As, Ba, Be, Bi, B), Cd, Ca, Ce, Cs, Cr, Co, Cu, Dy, Er), Eu, Gd, Ga, Ge, Au, Hf, Ho, In, Ir, Fe, La, Pb, Li, Lu, Mg, Mn, Hg, Mo, Nd, Ni, Pd, P, Pt, K, Pr, Rb, Re, Rh, Ru, Sm, Sc, Se, Si, Na, Sr, S, Te, Tb, Tl, Th, Tm, Sn, Ti, W, U, V, Yb, Y, Zn, Zr

1	2	3	4	5	6	7	8
Сфера застосування	<p>перекриття всіх елементів у зразку. Методи використовують залежно від обставин, коли вміст елементів, які екстрагують, вищий або нижчий за величину, вказану в таблиці 1 (у міліграмах на кілограм сухої речовини). Ці два методи описано окремо таким чином:</p> <p>Метод А: Визначання кадмію, хрому, кобальту, купруму, плюмбуму, мангану, ніколу та цинку за допомогою полуменевої атомно-абсорбційної спектрометрії.</p>	<p>спектрофотометрії. В розчинах з великим вмістом елементів, які визначають, можна спостерігати спектральну інтерференцію або фоновий шум.</p> <p>Примітка 1. <i>Царська водка не розчинятиме повністю більшість ґрунтів та подібних матеріалів. Повнота екстрагування різних елементів неоднакова. Вона може також відрізнятися для того самого елемента, вилученого з різних матеріалів. Користувачі цього стандарту повинні розробити програму аналізування,</i></p>	<p>випаровування кремнію полегшує аналітичні процедури</p>				

1	2	3	4	5	6	7	8
Сфера застосування	Метод В: Визначання кадмію, хрому, кобальту, купруму, плюмбуму, мангану, ніколу та цинку за допомогою електротермічної атомно-абсорбційної спектрометрії. Більшість процедур і реактивів спільні для обох методів, а також для різних елементів у межах кожного методу	<i>використовуючи довідкові матеріали, щоб впевнитися, що їм підходить цей метод. Вміст елементів, екстрагованих за допомогою царської водки, не можна назвати «валовим», з іншого боку, його не можна розглядати як «бiodоступну» фракцію, оскільки процедура екстрагування надмірно жорстка, щоб представляти будь-який біологічний процес</i>					
Реагенти (основні)	Кислота хлороводнева, 37 %; $r \sim 1,18 \text{ г/см}^3$	Хлористоводне-ва кислота, $c(\text{HCl})=12,0$ моль/л. $\rho \approx 1,19 \text{ г/мл}$	Плавікова кислота, $c(\text{HF}) = 27,8$ моль/л, $r = 1,16 \text{ г/мл}$	Тетраборат літію	Азотна кислота, $w(\text{HNO}_3) = 65\%$; $\sim 1,40 \text{ г/мл}$ ($\text{г} / \text{см}^3$)	Кислота фтористоводнева	Азотна кислота
	Кислота азотна, 65 %; $r \sim 1,42 \text{ г/см}^3$	Азотна кислота, $c(\text{HNO}_3) = 15,8$ моль/л. $\rho \approx 1,42$	Перхлоратна кислота, $c(\text{HClO}_4) = 11,6$ моль/л, $r =$	Метаборат літію	Азотна кислота (1 + 1) Додати 500 мл азотної	Кислота хлористоводнева	

1	2	3	4	5	6	7	8
Реагенти (основні)		г/мл	1,67 г/мл		кислоти до 400 мл води, перемішати і розбавити до 1 л		
	Кислота азотна, розведена 1:3 (V/V)	Азотна кислота, $c(\text{HNO}_3) = 0,5$ моль/л.	Соляна кислота, $c(\text{HCl}) = 12,1$ моль/л, $r = 1,19$ г/мл	Азотна кислота, $c(\text{HNO}_3) = 15,2$ моль/л, $r = 1,41$ г/мл	Соляна кислота, $w(\text{HCl}) = 37\%$; $\sim 1,18$ г/мл (г/см ³)	Азотна кислота	
	Кислота сірчана, 98 %; $r \sim 1,84$ г/см ³		Азотна кислота, $c(\text{HNO}_3) = 15,2$ моль/л, $r = 1,41$ г/мл	Азотна кислота, $c(\text{HNO}_3) = 0,5$ моль/л	Соляна кислота (1+1). Додати 500 мл соляної кислоти до 400 мл води, перемішати і розбавити до 1 л		
	Кислота сірчана, розведена 1:9 (V/V)		Азотна кислота, $c(\text{HNO}_3) = 1,5$ моль/л, розводять 100 мл азотної кислоти водою до 1л				
	Розчин лантану хлориду, 37 г/дм ³						
	Ацетон						
Принцип методу	Метод А. Метод базується на атомно-абсорбційних спектрометричних вимірюваннях концентрації елемента в екстракті, отриманому після оброблення	Висушені зразки (див. примітку 2) заливають сумішшю хлористоводневої та азотної кислот, залишають на 16 год за кімнатної температури, після чого кип'ятять зі	Просушений і розмелений зразок попередньо обробляють для зруйнування органічного матеріалу, а потім травлять сумішшю плавикової та перхлоратної	Для запобігання відновленню оксидів металів до металів, висушений і розмелений зразок спершу озольють за 450°C, а потім плавлять з сумішшю	Метод атомно-емісійної спектрометрії індуктивно зв'язаної плазми (ICP-AES) може бути використаний для визначення мікроелементів в розчині. Метод	Мікрохвильовий метод під тиском	Метод мікрохвильового гідролітичного розкладання

1	2	3	4	5	6	7	8
	<p>зразка «царською водою» відповідно до ISO 11466, з використанням інструментальних параметрів, наведених в таблиці.</p> <p>Метод Б. В електротермічній атомно-абсорбційній спектрометрії окремі порції зразка поміщають в графітову трубку (існує кілька їх типів), яку можна дуже швидко нагрівати контрольованим способом до температури, більшої за 2 800°C. Під час ступеневого зростання температури відбуваються такі процеси: висушування,</p>	<p>зворотним холодильником протягом двох годин. Потім витяжку прояснюють та доповнюють до об'єму азотною кислотою.</p>	<p>кислот. Після випаровування до майже сухого стану залишок розчиняють у соляній або азотній кислоті. Плавиков а кислота розкладає силікати за реакцією F з Si з утворенням леткого SiF₄. Коли він повністю випаровується, перхлоратна кислота утворює легкорозчинні перхлорати. Для мінімізації небезпеки викидів кислоти з причини інтенсивного окислення органічної речовини перхлоратною кислотою були прийняті дві альтернативні процедури</p>	<p>тетраборату літію (одна частка) і метаборату літію (чотири частки). Ще в рідкому стані розплав кількісно переносять у розведену азотну кислоту. Тоді суспензію перемішують до повного розчинення твердої фази</p>	<p>мультиелементного визначення застосовується до ґрунтових екстрактів, отриманих за допомогою: "царської водки" відповідно до ISO 11466, діетілентріамінпентаоктової кислоти (DTPA) відповідно до ISO 14870, або за допомогою інших слабких екстрагентів, а також для ґрунтових екстрактів при визначенні загального вмісту елемента за допомогою методу кислотного розкладу по ISO 14869-1 або методу сплавлення по ISO 14869-2.</p>		

1	2	3	4	5	6	7	8
	<p>термічне розкладання основи та термічна дисоціація на вільні атоми. З'являється сигнал імпульсного вигляду, в оптимальних умовах гострий та симетричний, із невеликою півшириною. Висота піка для більшості елементів пропорційна концентрації елементу в розчині. Для деяких елементів краще використовувати площу сигналу. Вимірювання проводять за довжин хвиль, наведених у таблиці</p>		<p>руйнування органічної речовини перед травленням: сухе озолення за 450°C; попереднє оброблення азотною кислотою</p>				

1	2	3	4	5	6	7	8
Підготовка проби	<p>Пробу готують відповідно до ISO 11466: Попередньо готують репрезентативну пробу повітряно-сухого зразка згідно з ISO 11464 або подрібнюють та просіюють через сито з діаметром отворів 150 мкм (5.2), якщо в цьому є потреба, щоб відібрати пробу приблизно 20 г. Використовують частину цієї проби для визначання вологості відповідно з ISO 11465</p> <p><i>Примітка. Грунт має бути підготовлений згідно з ISO 11464. Потрібно розмолоти для дигерування царською водкою</i></p>	<p>Попередньо готують репрезентативну пробу повітряно-сухого зразка згідно з ISO 11464 або подрібнюють та просіюють через сито з діаметром отворів 150 мкм (5.2), якщо в цьому є потреба, щоб відібрати пробу приблизно 20 г. Використовують частину цієї проби для визначання вологості відповідно з ISO 11465.</p> <p><i>Примітка 2. Грунт має бути підготовлений згідно з ISO 11464. Потрібно грунт розмолоти для дигерування царською водкою до розмірів від 150 мкм до 2 мм. Таке подрібнення</i></p>	<p>Розмелюють репрезентативну порцію висушеного зразка (приготовленого згідно з ISO 11464) як можливо дрібніше, щоб отримати вторинний зразок приблизно в 20 г. Використовують частину цього розмеленого зразка для визначення вмісту води згідно з ISO 11465</p>	<p>Розмелюють репрезентативну порцію висушеного зразка (приготовленого згідно з ISO 11464) як можливо дрібніше, щоб отримати вторинний зразок приблизно в 20 г. Використовують частину цього розмеленого зразка для визначення вмісту води згідно з ISO 11465</p>	<p>Проводять підготовку проб для отримання зразка у відповідності із ISO 11466, ISO 14870, ISO 14869-1 або ISO 14869-2 або інших стандартів</p>		

1	2	3	4	5	6	7	8
	до розмірів від 150 мкм до 2 мм. Таке подрібнення є необхідним для того, щоб: а) зробити зразок більш гомогенним в порівнянні з його початковим станом; б) підвищити ефективність впливу кислоти збільшенням площі поверхні часточок	є необхідним для того, щоб: а) зробити зразок більш гомогенним в порівнянні з його початковим станом; б) підвищити ефективність впливу кислоти збільшенням площі поверхні часточок					
Підготовка розчину	Зразок для аналізу. Використовують екстракти, отримані після оброблення ґрунту «царською водкою», відповід. до ISO 11466. Контрольний зразок. Готують розчин контрольного зразка одночасно зі зразками для аналізу.				Для аналізу необхідні два типи холостих розчинів: холостий калібрувальний розчин і холостий тест-розчин, який готується одночасно з випробуванням зразком. Холостий калібрувальний розчин. Цей розчин готується		

1	2	3	4	5	6	7	8
	<p>Екстракцію проводять за допомогою «царської водки» з очищеного кварцового піску замість зразка ґрунту, а потім виконують ті самі процедури, використавши ті самі кількості реактивів для визначення.</p> <p>Приготування калібрувальних розчинівПеред кожною серією вимірювань готують зі стандартних розчинів із концентрацією елемента 20 мг/см³ щонайменше п'ять розчинів для калібрування, які охоплюють потрібний діапазон концентрацій, як вказано нижче.</p>				<p>додаванням такої ж кількості кислоти, концентрації буферного розчину або концентрації солі, як і в калібрувальному розчині і розчині випробуваного зразка. Необхідно підготувати достатню кількість для промивання системи між стандартами і зразками, а також для використання в якості зразка контролю якості. У разі застосування еталонного елемента (внутрішнього стандарту) домагаються такої ж його концентрації, як і в використовуваних</p>		

1	2	3	4	5	6	7	8
	Свіжі розчини для калібрування на всі елементи треба готувати принаймні щомісяця.				стандартах і зразках [5 мг / л]. Холостий тест-розчин. Цей розчин готується в процесі екстракції або розчинення зразка. Холостий дослід проводять в той же час, що і екстракцію або розчинення зразків ґрунту згідно з тією ж процедурою підготовки проб, з тими ж кількостями всіх реагентів, взятих для аналізу, але без самої проби ґрунту. Якщо використовують розчин еталонного елемента (внутрішній стандарт), то його додають в тих же кількостях, що й в стандартах та зразках.		

1	2	3	4	5	6	7	8
					Контрольний дослід проводять в той же час, що і екстракцію або розкладання зразка ґрунту, згідно з тією ж процедурою.		
Проведення аналізу	Окремо в полум'я розпилюють розчин контрольного зразка і розчин зразка для аналізу. Для кожного елемента вимірюють поглинання. Реєструють сигнали щонайменше двічі та, якщо їх значення потрапляють у встановлені межі, проводять усереднення. Після кожного вимірювання розпилюють воду і, якщо це потрібно, заново встановлюють	Наважку 3 г лабораторного зразка з точністю до 0,001 г, переносять у реакційну посудину місткістю 250 мл. Змочують від 0,5 до 1,0 мл води і додають, ретельно перемішуючи, 21 мл хлористоводневої кислоти, а потім 7 мл азотної кислоти, якщо потрібно, по краплинах, щоб зменшити кількість піни, що утворюється. Додають 15 мл азотної кислоти в поглинальну	1. Зважують точно 0,250 г розмеленого зразка на вагах і переносять у тигель. Переносять тигель у піч і піднімають температуру до 450°C, поступово, не менше, ніж за 1 год. Підтримують цю температуру протягом 3 год. Залишають піч охолотитися до кімнатної температури і кількісно переносять золу у випарювальну політетрафторетиленову чашку мінімальною	1. Точно зважують на вагах приблизно 0,200 г розмеленого зразка і переносять у тигель. Переносять тигель у піч і поступово підвищують температуру до 450°C протягом 1 год. Підтримують цю температуру протягом 3 год. Залишають тигель охолотитися. 2. Зважують (0,200 ± 0,002) г тетраборату і (0,800 ± 0,005) г метаборату, переносять у тигель, в якому	Вимірювання виконують на холостому калібрувальному та калібрувальному розчинах, повірочному калібрувальному розчині, холостому тест-розчині та розчинах зразків, а також на розчинах контролю якості		

1	2	3	4	5	6	7	8
	<p>нуль. Якщо концент-рація елемента в розчині для аналізу перевищує діапазон калібрування, його розбавляють відповідним контрольним розчином. Для деяких елементів можуть знадобитись спеціальні прийоми. Якщо потрібно мати справу з невідомим типом зразка, то треба визначити концентрацію кожного елемента методом стандартних додатків. У тому разі, якщо аналітичні результати, отримані методами стандартних</p>	<p>посудину. З'єднують поглинальну посудину та холодильник з реакційною посудиною і залишають відстоятися 16 год за кімнатної температури, щоб в ґрунті відбувся повільний процес окислення органічної речовини. Дають змогу від-бутися першій реакції з царською водкою. Потім доливають додатково 1 мл азотної кислоти на кожні 0,1 г органічного вуглецю, що перевищує 0,5 г. В жодному разі не додають більш ніж 10 мл азотної кислоти і кожного разу дають змогу реакції затихнути перед додаванням</p>	<p>кількістю води. 2. Зважують точно 0,250 г розмеленого зразка на вагах, переносять у випарювальну чашку і додають 5 мл азотної кислоти. Переносять чашку на плиту з 150°C та випарюють, доки залишиться приблизно 1 мл азотної кислоти. Після останнього додавання азотної кислоти знімають чашку з плити і охолоджують до кімнатної температури перед травленням. 3. До попередньо обробленої дослідної порції у політетрафторети леновій чашці або платиновому тиглі на 30 мл додають 5 мл плавикової</p>	<p>мітиться озолений зразок, і ретельно перемішують пластиковим шпателем. 3. Нагрівають суміш до темп. 1000°C – 1100°C, доки борвмістні солі не розплавляться і зразок не розчиниться повністю. 4. До того як розплав отвердіє переносять його кількісно у мензурку, яка містить 200 см³ з розведеної азотної кислоти. 5. Перемішують розчин магнітною мішалкою, поки тверда фаза не розчиниться; зазвичай вистачає ви 15 хв до 20 хв. 6. Переносять цей розчин у мірну колбу 250 см³, 500 см³ з або 1000 см³</p>			

1	2	3	4	5	6	7	8
	<p>додатків і калібрувальної кривої, є однаковими, використовують метод калібрувальної кривої.</p> <p>Примітка. Температури усіх розчинів для калібрування й аналізу мають відрізнятися одна від одної під час атомно-абсорбційного вимірювання не більше ніж на 1°C</p>	<p>чергової порції кислоти. Поступово піднімають температуру реакційної суміші до досягнення зворотнього стоку рідини та підтримують її протягом 2 год, слідкуючи за тим, щоб зона конденсації була не більша 1/3 від висоти холодильника, потім дають охолонути. Додають вміст поглинальної посудини в реакційну посудину через холодильник, промиваючи поглинальну посудину та холодильник додатковою порцією азотної кислоти. Дають реакційній</p>	<p>кислоти та 1,5 мл перхлоратної кислоти .</p> <p>4.Нагрівають цю суміш на плиті, доки зникнуть густі випари перхлоратної кислоти та тетрафториду кремнію. Не дозволяють суміші упаритися до повної сухості.</p> <p>5.Забірають чашку з плити, залишають охолонутися, додають 1 мл соляної кислоти або 1 мл азотної кислоти і приблизно 5 мл води для розчинення залишку. Короткочасно нагрівають чашку на плиті для кращого розчинення. Кількісно переносять</p>	<p>залежно від рівнів концентрації, яких потребує метод вимірювання для елементів, які цікавлять. 7. Обполіскують мензурку розведеною азотною кислотою, додають ці змиви у колбу і доводять об'єм до позначки кислотою. Якщо цей розчин мутний, викидають його і проводять нове плавлення з новою дослідною порцією.</p> <p>8.За цією процедурою без зразка проводять один контрольний досід на кожен партію плавлень.</p> <p>9. Визначання треба виконати протягом трьох днів після плавлення.</p>			

1	2	3	4	5	6	7	8
		<p>посудині постояти, поки більшість часточок, що не розчинилися, осяде з суспензії. Обережно декантують рідину, відносно вільну від осаду, через фільтрувальний папір, збираючи фільтрат у мірну колбу на 100 мл. Профільтровують увесь початковий розчин, потім змивають нерозчинений залишок на фільтрувальний папір мінімальною кількістю азотної кислоти. Додають цей фільтрат до першого.</p>	<p>розчин у мірну колбу на 5 мл, доводять до мітки і добре перемішують. Холоста проба: Застосовують ту саму процедуру без зразка для виконання не менше, ніж однієї холостої проби на кожну партію.</p>				

Порівняння методик вимірювання рухомих сполук мікроелементів (Mn, Zn, Cu) за різними нормативними документами (Частина 1)

Нормативний документ	ДСТУ 4770.1:2007 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук марганцю в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом ААС	ДСТУ 4770.2:2007 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук цинку в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом ААС	ДСТУ 4770.6:2007 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук міді в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом ААС
1	2	3	4
Сфера застосування	Цей стандарт установлює метод визначення вмісту рухомих сполук марганцю у буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4.8 у ґрунтах за М.К. Крупським і Г.М. Александровою на атомно-абсорбційному спектрофотометрі.	Цей стандарт установлює метод визначення вмісту рухомих сполук цинку у буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4.8 у ґрунтах за М.К. Крупським і Г.М. Александровою на атомно-абсорбційному спектрофотометрі.	Цей стандарт установлює метод визначення вмісту рухомих сполук марганцю у буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4.8 у ґрунтах за М.К. Крупським і Г.М. Александровою на атомно-абсорбційному спектрофотометрі.
Суть методу	<i>Амонійно-ацетатний буферний розчин з рН 4,8, маючи високу буферну ємність, забезпечує стабільність реакції середовища при вилученні мікроелементів із різних типів ґрунтів, в тому числі карбонатних і засолених. За своїм складом і кислотним властивостям він не є агресивним і має розчинну здатність, близьку до розчинної здатності корневих систем рослин.</i>		
Реагенти (основні)	оцтовокислий амоній; оцтова кислота; стандартні зразки розчинів іонів марганцю з атестованим значенням масової концентрації.	оцтовокислий амоній; оцтова кислота; стандартні зразки розчинів іонів цинку з атестованим значенням масової концентрації.	оцтовокислий амоній; оцтова кислота; стандартні зразки розчинів іонів міді з атестованим значенням масової концентрації.

1	2	3	4
Готування проби	Із загальної проби масою 1 кг методом конверту відбирають середню пробу масою 200 г, розсипають на кальці й розминають товкачиком великі грудки. Потім вибирають включення – корені рослин, камені, скло, вугілля, кістки тварин, а також новоутворення – друзи гіпсу, вапняні журавчики та інше. Ґрунт розтирають у ступці товкачиком і просівають через поліетиленове сито з діаметром отворів 1 мм.		
Готування буферного розчину	У мірну колбу місткістю 1 дм ³ поміщають 77 г оцтовокислого амонію і вносять циліндром 50 см ³ оцтової кислоти, доводять дистильованою водою до мітки та перемішують. Значення рН готового розчину визначають на рН-метрі. Якщо відхилення рН від значення 4,8 перевищує ±0,05 одиниць, реакцію середовища встановлюють, обережно додаючи по краплях оцтову кислоту за рН>4,8 або водний аміак за рН<4,8. Розчин зберігають у поліетиленовому посуді. Зберігають розчин один рік.		
Показник	Масова концентрація марганцю у ґрунтах	Масова концентрація цинку у ґрунтах	Масова концентрація міді у ґрунтах
Одиниці вимірювання	мг/кг	мг/кг	мг/кг
Готування витяжки	Зважують 10 ± 0,1 г ґрунту на вагах лабораторних у двох повторюваннях. Наважки вміщують у поліетиленові колби місткістю 150 см ³ і заливають 50 см ³ амонійно-ацетатного буферного розчину з рН 4,8 (співвідношення ґрунт-розчин (1:5)). Струшують на ротаторі протягом години, відфільтровують крізь складчастий фільтр у поліетиленові колби через поліетиленові лійки. У отриманій витяжці визначають вміст марганцю. Паралельно готують холосту пробу з урахуванням усіх операцій пробопідготовки, крім взяття наважки проби.		
Вимірювання абсорбції ґрунтових витяжок	Вимірюють абсорбцію витяжок та паралельно вимірюють абсорбцію холостої проби й віднімають її від абсорбції витяжок. Результатом вимірювання абсорбції є середнє арифметичне з результатів двох паралельних вимірювань у трьох повторностях. Відповідне значення масової концентрації марганцю у розчині (C _{гр}) знаходять за допомогою калібрувальної кривої.	Вимірюють абсорбцію витяжок та паралельно вимірюють абсорбцію холостої проби й віднімають її від абсорбції витяжок. Результатом вимірювання абсорбції є середнє арифметичне з результатів двох паралельних вимірювань у трьох повторностях. Відповідне значення масової концентрації цинку у розчині (C _{гр}) знаходять за допомогою калібрувальної кривої.	Вимірюють абсорбцію витяжок та паралельно вимірюють абсорбцію холостої проби й віднімають її від абсорбції витяжок. Результатом вимірювання абсорбції є середнє арифметичне з результатів двох паралельних вимірювань у трьох повторностях. Відповідне значення масової концентрації міді у розчині (C _{гр}) знаходять за допомогою калібрувальної кривої.

1	2	3	4
Точність методу	Метод забезпечує виконання вимірювання масової концентрації марганцю у ґрунтах з відносною похибкою δ , значення якої при довірчій імовірності $P=0,95$ для результату, середнього з двох паралельних вимірювань у трьох повторностях не перевищує 21 %.	Метод забезпечує виконання вимірювання масової концентрації цинку у ґрунтах з відносною похибкою δ , значення якої при довірчій імовірності $P=0,95$ для результату, середнього з двох паралельних вимірювань у трьох повторностях не перевищує 23 %.	Метод забезпечує виконання вимірювання масової концентрації міді у ґрунтах з відносною похибкою δ , значення якої при довірчій імовірності $P=0,95$ для результату, середнього з двох паралельних вимірювань у трьох повторностях не перевищує 9 %.
Що впливає	При визначанні мікроелементів особливу увагу слід звертати на якість реактивів, води, посуду для аналізу та чистоту в лабораторії. Реактиви, воду, фільтри, посуд необхідно перевіряти на забруднення мікроелементом, визначання якого проводиться. Способом виявлення забруднень та урахування їх при аналізі є контрольний дослід, який включає всі стадії визначання, за виключенням взяття наважки проби ґрунту. Контрольний дослід виконують при кожній серії наважок не менше ніж у трикратному повторюванні, а середній результат відраховують від результатів аналізу проб. У випадку коли контрольний дослід дає значення, які порівнянні з кількістю мікроелемента в пробі, то методом виключення знаходять джерело забруднення та усувають його.		

Вимоги до обладнання при вимірюванні рухомих сполук мікроелементів (Mn, Zn, Cu) за різними нормативними документами (обладнання)

Нормативний документ	ДСТУ 4770.1:200 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук марганцю в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом ААС	ДСТУ 4770.2:2007 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук цинку в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом ААС	ДСТУ 4770.6:2007 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук міді в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом ААС
ААС	Атомно-абсорбційний спектрофотометр з полум'яним атомізатором типу ААС-1, С-115, "Сатурн" та лампою з порожнистим катодом на марганець. Стандартні робочі параметри атомно-абсорбційного спектрофотометра при визначенні марганцю такі: довжина хвилі – 279,5 нм; ширина віконця – 0,1 нм. Струм лампи – відповідно до паспорта на лампу з порожнистим катодом	Атомно-абсорбційний спектрофотометр з полум'яним атомізатором типу ААС-1, С-115, "Сатурн" та лампою з порожнистим катодом на цинк. Стандартні робочі параметри атомно-абсорбційного спектрофотометра при визначенні цинку такі: довжина хвилі – 213,9 нм; ширина віконця – 0,4 нм. Струм лампи – відповідно до паспорта на лампу з порожнистим катодом	Атомно-абсорбційний спектрофотометр з полум'яним атомізатором типу ААС-1, С-115, "Сатурн" та лампою з порожнистим катодом на мідь. Стандартні робочі параметри атомно-абсорбційного спектрофотометра при визначенні міді такі: довжина хвилі – 344,7 нм; ширина віконця – 0,2 нм. Струм лампи – відповідно до паспорта на лампу з порожнистим катодом.
рН/іономір	рН-метр із похибкою вимірювання не більше 0,1 рН зі скляним електродом.		
Ваги лабораторні	Ваги лабораторні загального призначення 3-го класу точності з найбільшим навантаженням 200 г та похибкою зважування не більше 0,05 г. Ваги аналітичні з найбільшим навантаженням 200 г та похибкою зважування не більше 0,0001 г		
Ротатор/струшувач	Ротатор з обертами на 360° і частотою обертання від 30 хв ⁻¹ до 40 хв ⁻¹ або струшувач з поворотно-поступальним рухом і частотою коливань не менше 75 хв ⁻¹ .		

Порівняння методик вимірювання рухомих сполук мікроелементів (Mn, Zn, Cu) за різними нормативними документами (Частина 2)

Нормативний документ	<p align="center">ДСТУ 7831:2015 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук міді в однонормальній солянокислій витяжці методом ААС</p>	<p align="center">ДСТУ 7853:2015 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук цинку в однонормальній солянокислій витяжці методом ААС</p>
1	2	3
<p align="center">Сфера застосування</p>	<p>Цей стандарт установлює метод визначення вмісту рухомих сполук міді в однонормальній солянокислій витяжці у некарбонатних ґрунтах за Пейве та Ринькісом на атомно-абсорбційному спектрофотометрі. Цей стандарт установлює метод визначення вмісту в ґрунтах рухомих сполук міді, зв'язаних з ґрунтами міцніше, ніж ті, що переходять до ацетатно-амонійної буферної витяжки, на атомно-абсорбційному спектрофотометрі.</p> <p>Якщо результати визначення вмісту міді з використанням ацетатно-амонійного буферного розчину з рН 4,8 характеризують найбільш рухомі, доступні для безпосереднього поглинання кореневими системами рослин сполуки міді, то в однонормальний розчин соляної кислоти переходить, крім найбільш рухомих, частина міцнозв'язаних сполук елементів, зокрема й обмінних.</p> <p>Ці фракції характеризують потенційно доступні для поглинання рослинами кількості міді, тобто вони найпридатніші для оцінювання техногенного забруднення ґрунтів важкими металами.</p> <p>Метод не можна застосовувати для аналізування карбонатних ґрунтів через значну похибку, спричинену реакцією соляної кислоти з карбонатами.</p>	<p>Цей стандарт установлює метод визначення вмісту рухомих сполук цинку в однонормальній солянокислій витяжці у некарбонатних ґрунтах на атомно-абсорбційному спектрофотометрі.</p> <p>Цей стандарт установлює метод визначення вмісту в ґрунтах рухомих сполук цинку, зв'язаних з ґрунтами міцніше, ніж ті, що переходять до ацетатно-амонійної буферної витяжки, на атомно-абсорбційному спектрофотометрі.</p> <p>Якщо результати визначення вмісту цинку з використанням ацетатно-амонійного буферного розчину з рН 4,8 характеризують найрухоміші, доступні для безпосереднього поглинання кореневими системами рослин сполуки цинку, то в однонормальний розчин соляної кислоти переходить, крім найрухоміших, частина міцнозв'язаних сполук елементів, зокрема й обмінних.</p> <p>Ці фракції характеризують потенційно доступні для поглинання рослинами кількості цинку, тобто вони найпридатніші для оцінювання техно-генного забруднення ґрунтів важкими металами.</p> <p>Метод не можна застосовувати для аналізування карбонатних ґрунтів через значну похибку, спричинену реакцією соляної кислоти з карбонатами.</p>

1	2	3
Суть методу	<p>Метод полягає у вилученні рухомих сполук міді з ґрунту однонормальним розчином соляної кислоти та наступному визначенні на спектрофотометрі після атомізації проби в повітряно-ацетиленовому полум'ї. Метод ґрунтується на властивості атомів у основному стані поглинати світло визначених і специфічних для кожного типу атомів довжин хвиль.</p> <p>Абсорбція пропорційна концентрації компонента, що визначають. У сильно окислювальному повітряно-ацетиленовому полум'ї впливів, що заважають визначенню, немає.</p>	<p>Метод полягає у вилученні рухомих сполук цинку з ґрунту однонормальним розчином соляної кислоти та наступному визначенні їхнього вмісту в розчині на спектрофотометрі після атомізації проби в повітряно-ацетиленовому полум'ї. Метод ґрунтується на властивості атомів у основному стані селективно поглинати резонансне випромінювання визначених і специфічних для кожного типу атомів довжин хвиль.</p> <p>Абсорбція пропорційна концентрації компонента, що визначають. У сильно окислювальному повітряно-ацетиленовому полум'ї впливів, що заважають визначенню, немає.</p>
Реагенти (основні)	<p>кислота соляна; стандартні зразки розчинів іонів міді з атестованим значенням масової концентрації.</p>	<p>кислота соляна; стандартні зразки розчинів іонів цинку з атестованим значенням масової концентрації.</p>
Приготування проби	<p>Із загальної проби масою 1 кг методом конверту відбирають середню пробу масою 200 г, розсипають на кальці й розминають товкачиком великі грудки. Потім вибирають домішки – корення рослин, каміння, скло, вугілля, кістки тварин, а також новоутворення – друзи гіпсу, вапняні журавчики та інше. Ґрунт розтирають у ступці товкачиком і просівають через поліетиленове сито з діаметром отворів 1 мм.</p>	
Приготування однонормального розчину соляної кислоти	<p>У мірну колбу місткістю 1 дм³ мірним циліндром вносять 500 см³ дистильованої води, потім іншим циліндром під витяжкою вносять 82 см³ концентрованої соляної кислоти, перемішують, доводять до позначки дистильованою водою, знову перемішують, охолоджують до кімнатної температури, переносять у поліетиленовий бутель і в ньому зберігають. Термін зберігання розчину необмежений.</p>	
Показник	Масова концентрація міді у ґрунтах	Масова концентрація цинку у ґрунтах
Одиниці вимірювання	мг/кг	мг/кг

1	2	3
Готування витяжки	Зважують ($5 \pm 0,1$) г ґрунту на лабораторних вагах у двох повторюваннях. Наважки поміщають у поліетиленові колби місткістю 150 см ³ і заливають 50 см ³ однонормального розчину соляної кислоти у співвідношенні ґрунт-розчин 1:10. Струшують на ротаторі протягом години, відфільтровують крізь складчастий фільтр у поліетиленові колби через поліетиленові лійки. В отриманій витяжці визначають вміст міді. Паралельно готують холосту пробу з урахуванням усіх операцій пробопідготування, крім взяття наважки проби.	Зважують ($5 \pm 0,05$) г ґрунту на лабораторних вагах у двох повторюваннях. Наважки поміщають у поліетиленові колби місткістю 150 см ³ і заливають 50 см ³ однонормального розчину соляної кислоти у співвідношенні ґрунт-розчин 1:10 за допомогою шприца-дозатора чи мірного циліндра місткістю 50 см ³ . Струшують на ротаторі протягом години, відфільтровують крізь складчастий фільтр у поліетиленові колби через поліетиленові лійки. В отриманій витяжці визначають вміст цинку. Паралельно готують холосту пробу з урахуванням усіх операцій пробопідготування, крім взяття наважки проби.
Вимірювання абсорбції ґрунтових витяжок	Вимірюють абсорбцію витяжок та паралельно вимірюють абсорбцію холостої проби й віднімають її від абсорбції витяжок. Результатом вимірювання абсорбції є середнє арифметичне з результатів двох паралельних вимірювань у трьох повторностях. Відповідне значення масової концентрації міді у розчині ($C_{гр}$) знаходять за допомогою калібрувальної кривої.	Вимірюють абсорбцію витяжок та паралельно вимірюють абсорбцію холостої проби й віднімають її від абсорбції витяжок. Результатом вимірювання абсорбції є середнє арифметичне з результатів двох паралельних вимірювань у трьох повторностях. Відповідне значення масової концентрації цинку у розчині ($C_{гр}$) знаходять за допомогою калібрувальної кривої.
Точність методу	Метод забезпечує виконання вимірювання масової концентрації міді у ґрунтах з відносною похибкою δ , значення якої при довірчій імовірності $P=0,95$ для результату, середнього з двох паралельних вимірювань у трьох повторностях не перевищує 9 %.	Метод забезпечує виконання вимірювання масової концентрації цинку у ґрунтах з відносною похибкою δ , значення якої при довірчій імовірності $P=0,95$ для результату, середнього з двох паралельних вимірювань у трьох повторностях не перевищує 30 %.
Що впливає	При визначанні мікроелементів особливу увагу слід звертати на якість реактивів, води, посуду для аналізу та чистоту в лабораторії. Реактиви, воду, фільтри, посуд необхідно перевіряти на забруднення мікроелементом, визначання якого проводиться. Способом виявлення забруднень та урахування їх при аналізі є контрольний дослід, який включає всі стадії визначання, за виключенням взяття наважки проби ґрунту. Контрольний дослід виконують при кожній серії наважок не менше ніж у трикратному повторюванні, а середній результат відраховують від результатів аналізу проб. У випадку коли контрольний дослід дає значення, які порівнянні з кількістю мікроелемента в пробі, то методом виключення знаходять джерело забруднення та усувають його.	

Вимоги до обладнання при вимірюванні рухомих сполук мікроелементів (Mn, Zn, Cu) за різними нормативними документами (обладнання)

Нормативний документ	ДСТУ 7831:2015 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук міді в однонормальній солянокислій витяжці методом ААС	ДСТУ 7853:2015 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук цинку в однонормальній солянокислій витяжці методом ААС
ААС	Атомно-абсорбційний спектрофотометр з полум'яним атомізатором типу ААС-1, С-115, "Сатурн" та лампою з порожнистим катодом на мідь. Стандартні робочі параметри атомно-абсорбційного спектрофотометра при визначенні міді такі: довжина хвилі – 344,7 нм; ширина віконця – 0,2 нм. Струм лампи – відповідно до паспорту на лампу з порожнистим катодом.	Атомно-абсорбційний спектрофотометр з полум'яним атомізатором типу ААС-1, С-115, "Сатурн" та лампою з порожнистим катодом на цинк. Стандартні робочі параметри атомно-абсорбційного спектрофотометра для визначення цинку такі: довжина хвилі – 213,9 нм; ширина дифракційної щілини – 0,5 нм. Струм лампи – відповідно до паспорту на лампу з порожнистим катодом.
Ваги лабораторні	Ваги лабораторні загального призначення 3-го класу точності з найбільшим навантаженням 200 г та похибкою зважування не більше 0,05 г Ваги аналітичні з найбільшим навантаженням 200 г та похибкою зважування не більше 0,0001 г	Ваги лабораторні загального призначення 3-го класу точності з найбільшим навантаженням 500 г та похибкою зважування не більше 5 мг Ваги аналітичні з найбільшим навантаженням 200 г та похибкою зважування не більше 1,5 мг
Ротатор/струшувач	Ротатор з обертами на 360° і частотою обертання від 30 хв ⁻¹ до 40 хв ⁻¹ або струшувач з поворотно-поступальним рухом і частотою коливань не менше 75 хв ⁻¹ .	

Порівняння методик вимірювання обмінного натрію за різними нормативними документами

Нормативний документ	ДСТУ 7861:2015 Якість ґрунту. Визначення обмінних кальцію, магнію, натрію і калію в ґрунтах за Шолленбергером у модифікації ННГ ІГА імені О.Н. Соколовського	ДСТУ 7912:2015 Якість ґрунту. Метод визначення обмінного натрію	ДСТУ ISO 11260-2001 Якість ґрунту. Визначення ємності катіонного обміну та насиченості основами з використанням розчину хлориду барію	ДСТУ ISO 13536-2001 Якість ґрунту. Визначення потенційної ємності катіонного обміну та вмісту обмінних катіонів із застосуванням буферного розчину хлориду барію з рН=8,1	FAO FERTILIZER AND PLANT NUTRITION BULLETIN 19, 2008 Cation exchange capacity
1	2	3	4	5	6
Сфера застосування	Всі типи ґрунтів, крім карбонатних, засолених та тих, що місять гіпс	Ґрунти природного та порушеного складу. Не поширюється на проби органічних горизонтів	Всі типи повітряно-сухих ґрунтів	Всі типи повітряно-сухих ґрунтів	Всі типи повітряно-сухих ґрунтів
Суть методу	Метод полягає у вилученні з ґрунту обмінного Na розчином оцтовокислого амонію молярної концентрації $c(\text{CH}_3\text{COONH}_4) = 1$ моль/дм ³ , рН 6,8-7,0 і подальшому визначенні натрію на полум'яному фотометрі. Визначення натрію проводять за допомогою інтерференційного світлофільтра Na 59	Вилучення обмінного Na з ґрунту розчином оцтовокислого амонію з масовою концентрацією 1,0 моль/дм ³ рН 7,0 за співвідношенням маси проби ґрунту до обсягу розчину 1:20 і наступним визначенням натрію у витяжці на полум'яному фотометрі. Одночасно визначають розчинний натрій у водній витяжці й за різницею обчислюють вміст обмінного натрію.	Визначення обмінних Na, K, Ca, Mg у ґрунтовій витяжці з хлоридом барію концентрацією 0,1 моль/л на полум'яному атомно - абсорбційному спектрометрі.	Натрій вимірюють у підкисленому хлоридно-барієвому-триетанол-аміновому екстракті ґрунтових зразків з використанням полум'яної емісійної спектрометрії	Метод полягає у вилученні з ґрунту обмінного Na розчином оцтовокислого амонію молярної концентрації $c(\text{CH}_3\text{COONH}_4) = 1$ моль/дм ³ , рН 7,0 і подальшому визначенні натрію на полум'яному фотометрі

1	2	3	4	5	6
Назва показника	Вміст обмінного Na	Вміст обмінного Na	Вміст обмінного Na	Вміст обмінного Na	Вміст обмінного Na
Одиниці вимірювання	ммоль/100 г ґрунту	ммоль/100 г ґрунту	мг-екв/100 г ґрунту	смоль ⁺ /кг	мілі-екв/100 г ґрунту або смоль ⁺ /кг
Вимоги до проби ґрунту	Згідно ДСТУ ISO 11464:2002; діаметр часток ≤ 1 мм	Повітряно-сухі проби ґрунту, подрібнені, просіяні, діаметр часток ≤ 1 мм	Згідно ДСТУ ISO 11464:2002; діаметр часток ≤ 2 мм	Згідно ДСТУ ISO 11464:2002	Згідно ДСТУ ISO 11464:2002
Наважка проби	(5,0 ±0,01) г	(5,0 ±0,1) г	(2,5±0,01) г	від 2,50 г до 5,00 г повітряно-сухого ґрунту з високим вмістом глини та/або гумусу 10 г піщаного ґрунту чи ґрунту з низьким вмістом гумусу (розмір частинок ≤ 2 мм)	(5,0 ±0,01) г
Екстрагувальний реагент	Оцтовокислий амоній рН 6,8-7,0	Оцтовокислий амоній, вода здистильована, водно-спиртовий розчин	Хлорид барію	Хлорид барію	Оцтовокислий амоній рН 7,0
Особливості проведення випробувань	До 5 г ґрунту додають розчин оцтовокислого амонію, так, щоб він вкрив шар ґрунту в 1 см. Збовтують і декантують. Операцію повторюють, поки кількість фільтрату не перевищить половину об'єму мірної колби (250 см ³). Далі проводять визначення повноти витиснення	У разі гіпсовмісних ґрунтів розчинний натрій визначають не у водній, а у водно-спиртовій витяжці.	1. Для запобігання іонізаційної інтерференції, у розчин, що аналізують, додають цезій у вигляді 1% розчину хлориду цезію з соляною кислотою. 2. Після кожного вимірювання слід перевіряти розчин з найбільшою концентрацією. 3. Як альтернативний	Розчин BaCl ₂ у соляній кислоті	До 5 г ґрунту додають 25 мл 1 М ацетату натрію і збовтують 5 хв., потім центрифугують 5 хв. Прозорий супернатант декантують і таку екстракцію проводять тричі. Потім повторюють етапи екстракції, але з етанолом або ізопропіловим спиртом. Щоб вилучити

1	2	3	4	5	6
	<p>обмінних катіонів за відсутністю іонів Са у фільтраті. Перевірку роблять за відсутністю осаду в результаті кип'ятіння фільтрату з 2 краплями 10% оцтової кислоти та 2 см³ насиченого розчину щавлевокислого амонію. Отриманій витяжці ґрунту визначають обмінний Na.</p>		<p>метод вимірювання можна застосовувати атомно-емісійну спектрометрію з індуктивно-зв'язаною плазмою.</p>		<p>адсорбований натрій, ті ж етапи повторюють з ацетатом амонію. Доводять об'єм отриманої надосадкової рідини до 100 мл ацетатом амонію і вимірюють вміст Na на полум'яному фотометрі.</p>
<p>Застереження</p>		<p>Не поширюється на аналізування проб органічних горизонтів</p>	<p>1. Якщо витяжка з BaCl₂ має жовто-коричневий колір це свідчить про наявність органічної речовини. Її наявність може призводити до заниження результатів. 2. Результати можуть бути завищені через присутні у ґрунті солі. 3. Для запобігання ложно-позитивних результатів, скляний посуд піддають обробленню азотною кислотою з концентрацією 4 моль/л.</p>	<p>1. Для запобігання забруднення натрієм вимочують скляний посуд протягом ночі у 4 моль/л азотній кислоті марки "технічна" 2. Перед застосуванням роздрібнюють хлорид калію та хлорид натрію, прожарюють одержані порошки або від 400 °С до 500 °С щонайменше 8 годин, або при приблизно 200 °С протягом 24-х годин, та охолоджують в ексикаторі.</p>	<p>Для отримання кращих результатів при побудові графіку у стандартні розчини NaCl додають LiCl з кінцевою концентрацією 5 міліекв/100 г</p>

1	2	3	4	5	6								
<p>Точність методу</p>	<p>Допустимі відносні відхили за довірчої імовірності $P=0,95$ від середньо арифметичного результату повторних визначень. За вибіркового контролю збіжності не повинні перевищувати значень: для вимірювання обмінного натрію – 11%</p>	<p>Дозволено відхили від середнього арифметичного результатів повторних аналізувань за $P=0,95$:</p> <table border="1" data-bbox="719 392 1055 828"> <thead> <tr> <th data-bbox="719 392 938 703">Вміст обмінного Na у ґрунті, ммоль/100 г ґрунту</th> <th data-bbox="938 392 1055 703">Відхилення від середнього арифметичного</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="719 703 938 743">до 1</td> <td data-bbox="938 703 1055 743">0,07</td> </tr> <tr> <td data-bbox="719 743 938 783">від 1 до 3</td> <td data-bbox="938 743 1055 783">0,3</td> </tr> <tr> <td data-bbox="719 783 938 828">більше ніж 3</td> <td data-bbox="938 783 1055 828">0,5</td> </tr> </tbody> </table> <p>Результат записують із заокругленням до другого десяткового знаку</p>	Вміст обмінного Na у ґрунті, ммоль/100 г ґрунту	Відхилення від середнього арифметичного	до 1	0,07	від 1 до 3	0,3	більше ніж 3	0,5	<p>1. Точність перевіряють за результатами міжлабораторних випробувань наведених у НД для різних типів ґрунтів. 2. Результат записують із заокругленням до третьої значущої цифри після коми.</p>	<p>Не вказано</p>	<p>Не вказано Абсолютні значення вміст обмінного натрію дорівнюють катіонообмінній здатності ґрунту.</p>
Вміст обмінного Na у ґрунті, ммоль/100 г ґрунту	Відхилення від середнього арифметичного												
до 1	0,07												
від 1 до 3	0,3												
більше ніж 3	0,5												

Вимоги до обладнання при вимірюванні обмінного натрію за різними нормативними документами

Нормативний документ	ДСТУ 7861:2015 Якість ґрунту. Визначення обмінних кальцію, магнію, натрію і калію в ґрунтах за Шолленбергером у модифікації ННГ ІГА імені О.Н. Соколовського	ДСТУ 7912:2015 Якість ґрунту. Метод визначення обмінного натрію	ДСТУ ISO 11260-2001 Якість ґрунту. Визначення ємності катіонного обміну та насиченості основами з використанням розчину хлориду барію	ДСТУ ISO 13536-2001 Якість ґрунту. Визначення потенційної ємності катіонного обміну та вмісту обмінних катіонів із застосуванням буферного розчину хлориду барію з рН=8,1	FAO FERTILIZER AND PLANT NUTRITION BULLETIN 19, 2008 Cation exchange capacity
1	2	3	4	5	6
Полум'яний фотометр	Фотометр полум'яний з інтерференційним світлофільтром Na 59	Фотометр полум'яний	Фотометр полум'яний	Фотометр полум'яний	Фотометр полум'яний
рН-метр, іономір	З похибкою не більше ніж 0,1 рН	З похибкою не більше ніж 0,05 рН	З похибкою не більше ніж 0,1 рН	З похибкою не більше ніж 0,1 рН	З похибкою не більше ніж 0,1 рН
Ваги лабораторні	Ваги лабораторні середнього класу точності з максимальною межею зважування до 500 г	1) з похибкою зважування не більше 0,75 мг 2) з похибкою зважування не більше 0,15 мг	Ваги аналітичні електронні з максимальною межею зважування до 500 г і точністю 0,001. Ваги аналітичні електронні з максимальною межею зважування до 200 г і точністю 0,0001	Ваги аналітичні електронні з максимальною межею зважування до 500 г і точністю 0,001. Ваги аналітичні електронні з максимальною межею зважування до 200 г і точністю 0,0001	Ваги аналітичні електронні з максимальною межею зважування до 500 г і точністю 0,001
Шафа сушильна		Має забезпечувати підтримання температури 500±5°C			
Збовтувач/шейкер		не менше ніж 75 хв ⁻¹	не менше ніж 75 хв ⁻¹		
Центрифуга			Здатна розвивати прискорення 3000 g	Здатна розвивати прискорення 3000 g	Здатна розвивати прискорення 2000 g

1	2	3	4	5	6
Газ для фотометру полуменевого	пропан-бутан-повітря	пропан-бутан-повітря	пропан-бутан-повітря	пропан-бутан-повітря або ацетилен	пропан-бутан-повітря
Вода дистильована	питома електропровідність, не більше ніж $5 \cdot 10^{-6}$ мСм/м температури $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$	питома електропровідність, не більше ніж $5 \cdot 10^{-6}$ мСм/м за температури $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$	питома електропровідність, не більше ніж $5 \cdot 10^{-6}$ мСм/м за температури $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$	питома електропровідність, не більше ніж $5 \cdot 10^{-6}$ мСм/м температури $(20 \pm 5)^\circ$	питома електропровідність, не більше ніж $5 \cdot 10^{-6}$ мСм/м температури $(20 \pm 5)^\circ$
Сита	Діаметр вічок 1 мм	Діаметр вічок 1 мм	Діаметр вічок ≤ 2 мм	Діаметр вічок ≤ 2 мм	Діаметр вічок ≤ 2 мм

Таблиця 29

Порівняння методик вимірювання органічної речовини за різними нормативними документами

Нормативний документ	ДСТУ 4289:2004 Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини	ГОСТ 26213-91 Почвы. Методы определения органического вещества	ДСТУ ISO 14235:1998 Визначення органічного вуглецю сульфохромним окислюванням	FAO FERTILIZER AND PLANT NUTRITION BULLETIN 19, 2008 SOIL ORGANIC CARBON WALKLEY-BLACK METHOD: Titration and Colorimetric Method (1934)	ДСТУ ISO 10694:2002 Якість ґрунту. Визначення вмісту органічного і загального вуглецю методом сухого спалювання (елементний аналіз)
1	2	3	4	5	6
Сфера застосування	Застосовують для всіх типів ґрунтів	Застосовують для всіх типів ґрунтів, окрім ґрунтів з масовою часткою Cl^- більше 0,6% та масовою часткою органічної речовини більше 15%.	Стандарт придатний для всіх типів повітряно-сухих ґрунтових проб. Даний стандарт не придатний для ґрунтів, що містять сполуки, що відновлюють мінерали, наприклад Cl^- або Fe^{2+} . Зазвичай вміст хлориду в тестовій порції не	Застосовують для всіх типів ґрунтів, крім тих, що містять значну кількість карбонатних включень. Наявність хлориду у кількості більше 0,5% Cl^- призводить до похибки у сольових ґрунтах. У ґрунтах з дуже високим вмістом органічного	Стандарт встановлює визначення загального вмісту вуглецю в усіх типах ґрунтів за допомогою сухого спалювання повітряно-сухих проб ґрунтів. Органічний вуглець визначають, як різницю між

1	2	3	4	5	6
			перевищуватиме 2 мг.	вуглецю метод може призвести до заниження результатів через неповне окислення органічного вуглецю у зразку. Для зразків з дуже високим вмістом вуглецю слід використовувати менші наважки	загальним вмістом вуглецю та вуглецем карбонатів.
Назва показника, одиниці вимірювання	Масова частка карбону органічної речовини, % Результат записують з точністю першого десяткового знаку після коми. Масова частка органічної речовини, за перерахунком із застосуванням коефіцієнтів в залежності від типу ґрунту	Масова частка органічної речовини, % Точність запису значень результату не вказана	Масова частка органічного вуглецю, г/кг Точність запису значень результату не вказана Вміст органічної речовини, г/кг	Масова частка органічного карбону у перерахунку на сухі речовини, % або мг/г. Результат записують до другого десяткового знаку після коми. Можливий перерахунок органічного карбону на органічну речовину за допомогою коефіцієнта 1,724. Можливо застосовувати інші коефіцієнти в залежності від типу ґрунту від 1,724 до 2,0.	Масова частка вуглецю г/кг Масова частка органічного вуглецю, г/кг
Прицип методу	Оксидометричний метод полягає в окисленні органічної речовини ґрунтів і порід розчином двохромовоокислого калію в сірчаній кислоті з подальшим визначенням вмісту органічного вуглецю	Метод заснований на окисленні органічного речовини розчином двохромовоокислого калію в сірчаній кислоті та наступним визначенням (Cr^{3+}), еквівалентного вмісту органічної речовини, на	Присутній органічний вуглець окислюється в суміші розчину біхромату калію та сірчаної кислоти при 135°C . Біхромат-іони, що дають жовтий колір розчину, відновлюються до Cr^{3+} які дають зелене	Вміст органічного вуглецю обчислюється за кількістю іону хрому (Cr^{3+}), що утворюється, методом титрування або фотокolorиметричним методом. Визначення органічного вуглецю ґрунту базується на	Вуглець, що знаходиться в ґрунті, окислюється до діоксиду вуглецю (CO_2) в потоці кисневмісного газу, очищеного від двоокису вуглецю під час нагрівання до

1	2	3	4	5	6
	через визначення двохромого калію після окислення методами титриметрії або спектрофотометрії	фотоелектроколориметрі або спектрофотометрі	забарвлення. Насиченість цього зеленого кольору визначається спектрофотометрично. Вважається, що при окисненні одного атома органічного вуглецю вивільняється чотири електрони, існує прямий зв'язок між утворенням Cr^{3+} та кількістю органічного вуглецю. Для калібрування методу використовується глюкоза.	вологому окисленні. Органічний вуглець у ґрунті окислюють розчином 0,167 М біхромату калію ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) у концентрованій сірчаній кислоті. Енергія, що утворюється під час реакції, підвищує температуру до такої, яка достатня, щоб спричинити значне окислення вуглецю ґрунту. Вміст Cr_2O_7 , відновленого під час реакції з ґрунтом, пропорційний наявності окисленого органічного С у зразку. Органічний С оцінюють за вимірюванням невідновленого біхромату, що залишився, шляхом зворотнього титрування з сульфатом заліза або сульфатом заліза амонію з використанням дифеніламіну або о-фенантролін-Fe комплексу в якості індикатору. Органічний С також може бути обчислений за кількістю (Cr^{3+}), що	температури 900°C. Кількість виділеного вуглецю визначають титруванням, гравіметрично, кондуктометрично, хроматографічно з використанням інфрачервоної спектрофотометрії залежно від приладу, який використовують, оскільки під час нагрівання до температури 900°C будь-які карбонати розкладаються з виділенням двоокису вуглецю, то для визначання вуглецю органічних сполук, карбонати попередньо видаляють за допомогою оброблення ґрунту соляною кислотою. В тому випадку, коли вміст карбонатів у ґрунті відомий, вміст органічного вуглецю обчислюють як різницю між загальним його

1	2	3	4	5	6																																												
				утворюється, фотоколориметрично за 588 нм	вмістом і вмістом вуглецю в карбонатах																																												
Вимоги до підготовки зразка ґрунту	Зразок ґрунту має бути висушений і просіяний через сито з вічками 2,5 мм	Зразок ґрунту має бути висушений і просіяний через сито з вічками 2,5 мм	Зразок ґрунту має бути висушений і просіяний через сито з вічками ≤ 2,0 мм	Зразок ґрунту має бути висушений і просіяний через сито з вічками ≤ 2,0 мм	Зразок ґрунту має бути висушений																																												
Наважка проби	Масу проби ґрунту чи породи визначають, виходячи із можливого вмісту органічної речовини:	Масу проби ґрунту або породи визначають, виходячи із можливого вмісту органічної речовини: проби ґрунту або породи зважують з похибкою не більше 1 мг	Маса вуглецю в тестовій порції не має перевищувати 20 мг. Однак треба, щоб використовувана маса тестової порції відповідала таблиці.	Наважка ґрунту 1,0 г за титриметричним методом. Н аважка ґрунту 0,5 г за фотоколориметричним методом. Наважку ґрунту можна змінювати в залежності від кольору ґрунту.	Згідно інструкції приладу																																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Вміст органічної речовини, %</th> <th>Маса проби, г</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7 - 10</td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td>4 -7</td> <td>0,2</td> </tr> <tr> <td>2-4</td> <td>0,3</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Вміст органічної речовини, %	Маса проби, г	7 - 10		0,1	4 -7	0,2	2-4	0,3			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Вміст органічної речовини, %</th> <th>Маса проби, мг</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>до 2</td> <td>500-700</td> </tr> <tr> <td>2-4</td> <td>250-350</td> </tr> <tr> <td>4-7</td> <td>100-200</td> </tr> <tr> <td>понад 7</td> <td>50-100</td> </tr> </tbody> </table>	Вміст органічної речовини, %	Маса проби, мг	до 2	500-700	2-4	250-350	4-7	100-200	понад 7	50-100	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Очіку- ваний вміст С, г/кг</th> <th>Маса порції, мг</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0-40</td> <td>400-500</td> </tr> <tr> <td>40-80</td> <td>200-250</td> </tr> <tr> <td>80-160</td> <td>100-125</td> </tr> <tr> <td>160-400</td> <td>45-50</td> </tr> <tr> <td>>400</td> <td>20-25</td> </tr> </tbody> </table>	Очіку- ваний вміст С, г/кг	Маса порції, мг	0-40	400-500	40-80	200-250	80-160	100-125	160-400	45-50	>400	20-25	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Вміст органічної речовини, %</th> <th>Маса проби, г</th> <th>Колір ґрунту</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>>2</td> <td>0,1</td> <td>чорний, темно сірий, темно- каштановий</td> </tr> <tr> <td>≤2</td> <td>0,25</td> <td>каштановий, темно- каштановий сірий, темносірий</td> </tr> <tr> <td><0,6</td> <td>0,5</td> <td>каштановий</td> </tr> </tbody> </table>	Вміст органічної речовини, %	Маса проби, г	Колір ґрунту	>2	0,1	чорний, темно сірий, темно- каштановий	≤2	0,25	каштановий, темно- каштановий сірий, темносірий	<0,6	0,5	каштановий
	Вміст органічної речовини, %	Маса проби, г																																															
	7 - 10	0,1																																															
4 -7	0,2																																																
2-4	0,3																																																
Вміст органічної речовини, %	Маса проби, мг																																																
до 2	500-700																																																
2-4	250-350																																																
4-7	100-200																																																
понад 7	50-100																																																
Очіку- ваний вміст С, г/кг	Маса порції, мг																																																
0-40	400-500																																																
40-80	200-250																																																
80-160	100-125																																																
160-400	45-50																																																
>400	20-25																																																
Вміст органічної речовини, %	Маса проби, г	Колір ґрунту																																															
>2	0,1	чорний, темно сірий, темно- каштановий																																															
≤2	0,25	каштановий, темно- каштановий сірий, темносірий																																															
<0,6	0,5	каштановий																																															
	Для піщаного ґрунту і порід низьким вмістом гумусу наважку збільшують до 1 г. Проби ґрунту чи породи зважують з точністю не більше ніж 1 мг																																																

1	2	3	4	5	6
Застереження	Не зазначено	Не застосовують для ґрунтів з масовою часткою Cl^- більше 0,6% та масовою часткою органічної речовини більше 15%	Не зазначено	Хлор, чорне залізо, високий вміст оксиду Mn призводять до хибних результатів. Присутність значних кількостей Fe^{2+} або Cl^- у ґрунті призводить до позитивної похибки, тоді як реакційноздатний MnO_2 у зразках ґрунту призводить до негативної та занижених значень для органічного C. Додавання H_3PO_4 після охолодження зразка сприяє усуненню складнощів за наявності Fe^{3+} . Похибки за наявності Cl^- можуть бути усунені промиванням ґрунту перед аналізом, або осадженням Cl^- , зокрема, AgCl шляхом додавання Ag_2SO_4 до кислоти	
Спосіб вимірювання	Титрування або спектрофотометрія	Спектрофотометрія	Спектрофотометрія	Титрування або спектрофотометрія	Спеціальний аналізатор

Порівняння методик вимірювання органічної речовини за різними нормативними документами (похибка методу)

Нормативний документ	ДСТУ 4289:2004 Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини	ГОСТ 26213-91 Почвы. Методы определения органического вещества	ДСТУ ISO 14235:1998 Визначення органічного вуглецю сульфохромним окислюванням	FAO FERTILIZER AND PLANT NUTRITION BULLETIN 19, 2008 SOIL ORGANIC CARBON WALKLEY-BLACK METHOD: Titration and Colorimetric Method (1934)	ДСТУ ISO 10694:2002 Якість ґрунту. Визначення вмісту органічного і загального вуглецю методом сухого спалювання (елементний аналіз)																										
1	2	3	4	5	6																										
Точність	<p>Титриметричний та спектрофотометричний методи</p> <p>Допустимі відхилення від атестованого значення стандартного зразка за довірчої вірогідності $P=0,95$</p>	<p>Спектрофотометричний метод</p> <p>Допустимі відхилення від атестованого значення стандартного зразка за довірчої вірогідності $P=0,95$</p>	<p>Спектрофотометричний метод</p> <p>Повторюваність визначення вмісту органічного вуглецю, проведеного в двох окремих, але послідовних вимірюваннях, має задовольняти умови, описані в таблиці.</p>	<p>Титриметричний та спектрофотометричний методи</p> <p>1. Проводять повторний аналіз 10% зразків у випробувальній партії. Розраховують відносне стандартне відхилення (% RSD). Порівнюють результат з цільовою точністю для концентрації аналіту за таблицею. Очікувана точність (повторюваність) як функція концентрації аналіту.</p>	<p>Відтворюваність</p> <table border="1" data-bbox="1805 651 2134 916"> <thead> <tr> <th>Вміст С, г/кг</th> <th>Прийнятна варіабельність</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,0-2,5</td> <td>0,25 г/кг</td> </tr> <tr> <td>2,5-75</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>понад 75</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table>	Вміст С, г/кг	Прийнятна варіабельність	0,0-2,5	0,25 г/кг	2,5-75	10%	понад 75	7																		
	Вміст С, г/кг	Прийнятна варіабельність																													
	0,0-2,5	0,25 г/кг																													
	2,5-75	10%																													
понад 75	7																														
<table border="1" data-bbox="277 1059 622 1401"> <thead> <tr> <th>Масова доля органічної речовини, %</th> <th>Відносна похибка, %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>до 3</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>від 3 до 5</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>більше ніж 5</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	Масова доля органічної речовини, %	Відносна похибка, %	до 3	20	від 3 до 5	15	більше ніж 5	10	<table border="1" data-bbox="645 1059 987 1362"> <thead> <tr> <th>Масова доля органічної речовини, %</th> <th>Відносна похибка, %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>до 3</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>від 3 до 5</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>» 5 » 15</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	Масова доля органічної речовини, %	Відносна похибка, %	до 3	20	від 3 до 5	15	» 5 » 15	10	<table border="1" data-bbox="1012 1059 1359 1417"> <thead> <tr> <th colspan="2">Вміст вуглецю, г/кг</th> <th rowspan="2">Прийнятна варіабельність</th> </tr> <tr> <th>більш ніж</th> <th>до та включно</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>10</td> <td>1 г/кг абс.зн.</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>-</td> <td>6,5%</td> </tr> </tbody> </table>	Вміст вуглецю, г/кг		Прийнятна варіабельність	більш ніж	до та включно	0	10	1 г/кг абс.зн.	10	-	6,5%		
Масова доля органічної речовини, %	Відносна похибка, %																														
до 3	20																														
від 3 до 5	15																														
більше ніж 5	10																														
Масова доля органічної речовини, %	Відносна похибка, %																														
до 3	20																														
від 3 до 5	15																														
» 5 » 15	10																														
Вміст вуглецю, г/кг		Прийнятна варіабельність																													
більш ніж	до та включно																														
0	10	1 г/кг абс.зн.																													
10	-	6,5%																													

1	2	3	4	5			6
				Аналіт, %	Одиниця вимірювання	Відносне стандартне відхилення (RSD, %)	
				100	100%	1,3	
				10	10%	1,9	
				1	1%	2,7	
				0,01	0,1%	3,7	
				0,001	100 мг/кг	5,3	
				0,0001	10 мг/кг	7,3	
				0,00001	1 мг/кг	11	
				0,000001	100 мкг/кг	15	
				0,0000001	10 мкг/кг	21	
				0,00000001	1 мкг/кг	30	
				<p>1. Участь у міжлабораторних випробуваннях раз на рік</p> <p>2. Проводять повторний аналіз сертифікованого еталонного матеріалу (CRM). Порівнюють отримані результати з результатами інших лабораторій вказані у сертифікаті CRM</p>			

Порівняння методик вимірювання органічної речовини за різними нормативними документами (обладнання)

Нормативний документ	ДСТУ 4289:2004 Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини	ГОСТ 26213-91 Почвы. Методы определения органического вещества	ДСТУ ISO 14235:1998 Визначення органічного вуглецю сульфохромним окислюванням	FAO FERTILIZER AND PLANT NUTRITION BULLETIN 19, 2008 SOIL ORGANIC CARBON WALKLEY-BLACK METHOD: Titration and Colorimetric Method (1934)
Фотоелектроколоримтр	Фотоелектроколориметр з довжиною хвиль 590-660 нм Кювета з довжиною оптичного шляху 10 мм	Фотоелектроколориметр з довжиною хвиль 590нм Кювета з довжиною оптичного шляху 10-20 мм	Спектрофотометр, здатний вимірювати за довжини хвилі 585 нм Кювета з довжиною оптичного шляху 10 мм	Спектрофотометр, здатний вимірювати за довжини хвилі 600 нм кювета з довжиною оптичного шляху 10 мм
Баня водяна	з діапазоном регулювання температури до 100°C	баня водяна	баня водяна	
Ваги лабораторні	1) Ваги аналітичні здатні зважувати з точністю до 1мг 2) Ваги аналітичні здатні зважувати з точністю до 0,1 мг	Торсійні або інші з похибкою зважування не більше 1 мг	Ваги аналітичні здатні зважувати з точністю до 0,1 мг	Ваги аналітичні здатні зважувати з точністю до 1 мг
Піч муфельна	з терморегулятором, температурою нагріву до 1000°C	з автоматичним терморегулюванням температури 525±25°C	Нагрівач здатний підтримувати 135±2°C	
Шафа сушильна	з терморегулятором від 10°C до 200°C	з автоматичним терморегулюванням температури 105±2°C	-	
Вода дистильована	Питома електропровідність, не більше ніж $5 \cdot 10^{-6}$ мСм/м, температури (20±5)°C,	Вимоги не вказані	Питома електропровідність, не більше ніж 0,2 мСм/м, температури (20±5)°C,	Показник електропровідності $< 1,5 \cdot 10^{-3}$ дСм/м
Сита	Діаметр вічок 0,25мм, 1 мм, 2 мм	Діаметр вічок 2 мм	Діаметр вічок 2 мм	Діаметр вічок 2 мм

Порівняння методик вимірювання органічної речовини за різними нормативними документами (титрометричний метод визначення)

Нормативний документ	ДСТУ 4289:2004 Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини	FAO FERTILIZER AND PLANT NUTRITION BULLETIN 19, 2008 SOIL ORGANIC CARBON WALKLEY-BLACK METHOD: Titration and Colorimetric Method (1934)
Метод	ТИТРОМЕТРИЯ	ТИТРОМЕТРИЯ
Реактиви	Сіль Мора $K_2Cr_2O_7$, $KMnO_4$, сірчана кислота, конц 96% натрій сірчаноокислий, гідроокис калію, індикатор-фенілантранілова кислота, Na_2CO_3	Сіль Мора (або залізо (II) сірчаноокисле 7-водне) $K_2Cr_2O_7$, сірчана кислота, конц 96% Ag_2SO_4 , індикатор - фенілантранілова кислота (або барій діфеніламін), H_3PO_4 конц. 85%, NaF , 2% розчин деіонізована вода, має мати показник електропровідності $< 1,5 \cdot 10^{-3}$ дСм/м
Етапи випробування	<ol style="list-style-type: none"> Зважують 0,1–0,3 г ($\pm 0,0001$ г) ґрунту, у конічну колбу на 100 мл Додають 10 мл розчину 0,4 г-екв/дм³ $K_2Cr_2O_7$. Ретельно перемішують і відстоюють за 150-160° С упродовж 20 хв у сушильній шафі. До реакційної суміші додають 20 мл води. Загальний об'єм доводять до 25-30 мл. До суміші додають індикатор – 0,2% розчин фенілантранілової кислоти з Na_2CO_3. Титрують 0,2 г-екв/дм³ розчином солі Мора до яскраво зеленого забарвлення. Паралельно проводять випробування холостої проби. 	<ol style="list-style-type: none"> Зважують 1,0 г ($\pm 0,01$ г) ґрунту, у конічну колбу на 500 мл. Додають 10 мл 0,167 М розчин $K_2Cr_2O_7$ і 20 мл конц. H_2SO_4, що містить Ag_2SO_4. Ретельно перемішують і відстоюють 30 хв. До реакційної суміші додають 200 мл води та 10 мл H_3PO_4. До суміші додають 10 мл розчину NaF і 3 краплі індикатор - 0,025М розчин фенілантранілової кислоти з Fe_2SO_4. Титрують 0,5М розчином солі Мора або 0,5М розчином $FeSO_4$ до яскраво зеленого забарвлення Паралельно проводять випробування холостої проби.

Порівняння методик вимірювання органічної речовини за різними нормативними документами (спектрометричний метод визначення)

Нормативний документ	ДСТУ 4289:2004 Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини	ГОСТ 26213-91 Почвы. Методы определения органического вещества	ДСТУ ISO 14235:1998 Визначення органічного вуглецю сульфохромним окислюванням	FAO FERTILIZER AND PLANT NUTRITION BULLETIN 19, 2008 SOIL ORGANIC CARBON WALKLEY-BLACK METHOD: Titration and Colorimetric Method (1934)
Метод	СПЕКТРОФОТОМЕТРИЯ	СПЕКТРОФОТОМЕТРИЯ	СПЕКТРОФОТОМЕТРИЯ	СПЕКТРОФОТОМЕТРИЯ
1	2	3	4	5
Реактиви	K ₂ Cr ₂ O ₇ , 0,4 г-екв/дм ³ , розчин сірчана кислота, конц 96% глюкоза або сахароза	Сіль Мора (або залізо (II) сірчаноокисле 7-водне), K ₂ Cr ₂ O ₇ , KMnO ₄ , сірчана кислота, натрій сірчаноокислий, гідроксид калію	K ₂ Cr ₂ O ₇ , розчин 0,27 моль/л сірчана кислота, конц 96% глюкоза безводна деіонізована вода, з показником електропровідності 0,2 мСм/м	K ₂ Cr ₂ O ₇ , розчин 10% (0,34 М) сірчана кислота, конц 96% із 1,25% Ag ₂ SO ₄ , сахароза, 4 мг/мл деіонізована вода, з показником електропровідності <1,5*10 ⁻³ дСм/м
Етапи випробування	1. Зважують 0,1–0,3 г (± 0,0001 г) ґрунту, у конічну колбу на 100 мл в залежності від очікуваного вмісту органічної речовини. 2. Додають 10 мл розчину 0,4 г-екв/дм ³ K ₂ Cr ₂ O ₇ із сірчаною кислотою. 3. Нагрівають у киплячій водянній бані упродовж 1 год. 4. Охолоджують. До реакційної суміші додають 5–10 мл води. Переносять у мірні колби, загальний об'єм	1. Відбирають наважку ґрунту від 0,05 до 0,7 г (± 0,0001 г) в залежності від очікуваного вмісту органічної речовини. 2. Додають 10 мл 10% розчину K ₂ Cr ₂ O ₇ із сірчаною кислотою. 3. Ретельно перемішують, нагрівають у киплячій водянній бані упродовж 1 год. 4. Охолоджують. Додають до суміші 40 мл води. Відстоюють, поки надосадкова рідина, не стане	1. Тестову пробу поміщають в волюметричну бюретку і додають 5 см ³ розчину біхромату і 7,5 см ³ сірчаної кислоти та перемішують. 2. Бюретку поміщають в попередньо нагрітий до 135°C нагрівач і залишають в ньому на 30 хв. 3. Після нагрівання бюретки швидко остиджують до кімнатної температури на водянній бані та додають в	1. Зважують 0,5 г (± 0,01 г) ґрунту або іншу наважку відповідно до кольору ґрунту у конічну колбу 100 мл. 2. Додають 2 (10) мл 10% розчину K ₂ Cr ₂ O ₇ і 5 (20) мл

1	2	3	4	1
	<p>доводять до 50 мл.</p> <p>5. Після відстоювання вимірюють оптичну густину проб за $\lambda=590$ нм.</p> <p>6. Масову частку вуглецю органічної речовини знаходять за градувальним графіком за вмістом глюкози.</p> <p>7. Паралельно проводять випробування холостої проби.</p>	<p>прозорою. Допускають фільтрування через знезолений фільтр (синя стрічка) 5. Після відстоювання вимірюють оптичну густину проб за $\lambda=590$ нм.</p> <p>6. Масову частку органічної речовини визначають за градувальним графіком за вмістом розчину солі Мора.</p> <p>7. Паралельно проводять випробування холостої проби.</p>	<p>кожну 50 см³ і знову остиджують.</p> <p>4. Вміст бюреток переносять в мірні колби на 100 см³ і доводять до мітки дистильованою водою.</p> <p>5. Суспензію центрифугують або фільтрують.</p> <p>6. Будують калібрувальний графік використовуючи наважки глюкози.</p> <p>7. Вимірюють абсорбцію при 585 нм.</p> <p>8. Паралельно проводять випробування холостої проби.</p> <p>9. Масову частку вуглецю органічної речовини знаходять за градувальним графіком за вмістом глюкози.</p>	<p>конц. H₂SO₄, що містить 1,25% Ag₂SO₄. Ретельно перемішують і відстоюють 30 хв.</p> <p>4. Додають до суміші 20 мл води і дають відстоятися упродовж ночі.</p> <p>5. Після відстоювання вимірюють оптичну густину за $\lambda=600$ нм.</p> <p>6. Масову частку органічного вуглецю знаходять за градувальним графіком за вмістом цукрози.</p> <p>7. Паралельно проводять випробування холостої проби.</p>

Порівняння методик вимірювання вмісту токсичних солей у ґрунті за різними нормативними документами (Частина 1)

Нормативний документ	<p align="center">ДСТУ 7827:2015 Якість ґрунту. Класифікація ґрунтів за ступенем вторинної засоленості</p>	<p align="center">ISO 22036:2008 Soil quality – Determination of trace elements in extracts of soil by inductively coupled plasma – atomic emission spectrometry (ICP – AES) ГОСТ ISO 22036-2014 Качество почвы. Определение микроэлементов в экстрактах почвы с использованием атомно-эмиссионной спектрометрии индуктивно связанной плазмы (ИСП-АЭС)</p>
1	2	3
Сфера застосування	<p>Цей стандарт установлює класифікацію ґрунтів за ступенем вторинної засоленості, а також визначає показники і параметри вторинної засоленості ґрунтів, на яких вирощують усі с/г культури. Класифікаційну категорію засоленості ґрунтів визначають за загальним умістом водорозчинних або вмістом токсичних водорозчинних солей у ґрунті з урахуванням типу засолення. В стандарті застосовано терміни: «засолені ґрунти» - це ґрунти, у яких вміст водорозчинних солей (хлоридів, сульфатів, гідрокарбонатів) перевищує поріг токсичності; «водорозчинні токсичні солі» - це солі ґрунтового розчину, які у певній концентрації пригнічують ріст і розвиток рослин</p>	<p>Визначення мікроелементів в ґрунтових розчинах з використанням методу атомно-емісійної спектрометрії індуктивно зв'язаної плазми (ICP-AES) для 34 елементів.</p>
Суть методу	<p>Ступінь засоленості ґрунтів установлюють на підставі загального вмісту солей у їхній водній витяжці або вмісту токсичних солей залежно від типу засолення. Орієнтовні шкали порогів токсичності іонів такі: $\text{Cl}^- > 0,01\%$ або кількість еквівалентів цього іона - 0,3 ммоль; SO_4^{2-} (зв'язаний з Na^+ і Mg^{2+}) $> 0,08\%$ або 1,7 ммоль; HCO_3^- (зв'язаний з Na^+ і Mg^{2+}) $> 0,06\%$ або 1,0 ммоль. До токсичних відносяться всі іони натрію, магнію, хлору, карбонат-іони, а також пов'язані з натрієм і магнієм сульфат- та бікарбонат-іони.</p>	<p>Метод атомно-емісійної спектрометрії індуктивно зв'язаної плазми (ICP-AES) може бути використаний для визначення мікроелементів в розчині. Метод мультиелементного визначення застосовується до ґрунтових екстрактів, отриманих за допомогою: діетилентріамінпентаоцтової кислоти (DTPA) відповідно до ISO 14870</p>

1	2	3
	<p>Нормативні посилання на методи визначення вмісту токсичних солей:*)</p> <p>ДСТУ ISO 10693-2001 Якість ґрунту. Визначення вмісту карбонатів. Об'ємний метод (ISO 10693:1995, IDT)</p> <p>ДСТУ ISO 11048-2001 Якість ґрунту. Визначення вмісту водорозчинних та кислоторозчинних сульфатів (ISO 11048:1995, IDT)</p> <p>ДСТУ 7943:2015 Якість ґрунту. Визначення іонів карбонатів та бікарбонатів у водній витяжці</p> <p>ДСТУ 7908:2015 Якість ґрунту. Визначення хлорид-іона у водній витяжці</p> <p>ДСТУ 7909:2015 Якість ґрунту. Визначення сульфат-іона у водній витяжці</p> <p>ДСТУ 7944:2015 Якість ґрунту. Визначення натрію і калію у водній витяжці</p> <p>ДСТУ 7945:2015 Якість ґрунту. Визначення кальцію та магнію у водній витяжці</p>	
Реагенти (основні)	У стандарті відсутні	<p>Як приклад нижче наведені реагенти, що використовуються для екстракції за допомогою "царської водки" відповідно до ISO 11466. Реагенти на основі інших міжнародних стандартів або інших документів повинні бути підготовлені відповідним чином.</p> <p>Азотна кислота, $w(\text{HNO}_3) = 65\%$; $\sim 1,40 \text{ г / мл (г / см}^3\text{)}$</p> <p>Азотна кислота (1 + 1) Додати 500 мл азотної кислоти до 400 мл води, перемішати і розбавити до 1 л.</p> <p>Соляна кислота, $w(\text{HCl}) = 37\%$; $\sim 1,18 \text{ г / мл (г / см}^3\text{)}$</p> <p>Соляна кислота (1 + 1) Додати 500 мл соляної кислоти до 400 мл води, перемішати і розбавити до 1 л.</p>
Показник	Запас солей	Масова частка елемента в зразку, мг/кг сухої речовини
Одиниці вимірювання	т/га	мг/кг

1	2	3
Приготування розчинів	У стандарті відсутні	<p>Для аналізу необхідні два типи холостих розчинів: холостий калібрувальний розчин і холостий тест-розчин, який готується одночасно з випробуванням зразком.</p> <p>Холостий калібрувальний розчин Цей розчин готують додаванням такої ж кількості кислоти, концентрації буферного розчину або концентрації солі, як і в калібрувальному розчині і розчині випробуваного зразка. Необхідно підготувати достатню кількість для промивання системи між стандартами і зразками, а також для використання в якості зразка контролю якості. У разі застосування еталонного елемента (внутрішнього стандарту) домагаються такої ж його концентрації, як і в використовуваних стандартах і зразках [5 мг/л].</p> <p>Холостий тест-розчин Цей розчин готують в процесі екстракції або розчинення зразка. Холостий дослід проводять в той же час, що і екстракцію або розчинення зразків ґрунту згідно з тією ж процедурою підготовки проб, з тими ж кількостями всіх реагентів, взятих для аналізу, але без самої проби ґрунту. Якщо використовують розчин еталонного елемента (внутрішній стандарт), то його додають в тих же кількостях, що й в стандартах та зразках. Контрольний дослід проводять в той же час, що і екстракцію або розкладання зразка ґрунту, згідно з тією ж процедурою.</p>
Точність методу	У стандарті відсутня; посилання на відповідні стандарти у частинах 2 та 3.	Похибка вимірювання отриманих результатів повинна відображати результати вимірювання контролю якості та включати відхилення між окремими показаннями для зразка. Загалом, значення не повинні висловлювати ступінь точності більш ніж трьома значущими цифрами. Округлення значень залежить від статистики процедури контролю якості та вимог аналізу.

* – характеристику стандартів подано в попередній таблиці

Таблиця 35

Вимоги до обладнання при вимірюванні вмісту токсичних солей у ґрунті за різними нормативними документами (обладнання)

Нормативний документ	<p align="center">ДСТУ 7827:2015 Якість ґрунту. Класифікація ґрунтів за ступенем вторинної засоленості</p>	<p align="center">ISO 22036:2008 Soil quality — Determination of trace elements in extracts of soil by inductively coupled plasma - atomic emission spectrometry (ICP - AES) (ГОСТ ISO 22036-2014) Качество почвы. Определение микроэлементов в экстрактах почвы с использованием атомно-эмиссионной спектрометрии индуктивно связанной плазмы (ИСП-АЭС)</p>
Обладнання	У стандарті прилади відсутні	ICP атомно-емісійний спектрометр

Таблиця 36

Порівняння методик вимірювання вмісту токсичних солей у ґрунті за різними нормативними документами (Частина 2)

Нормативний документ	ДСТУ ISO 10693-2001 Якість ґрунту. Визначення вмісту карбонатів. Об'ємний метод (ISO 10693:1995, IDT)	ДСТУ 7943:2015 Якість ґрунту. Визначення іонів карбонатів та бікарбонатів у водній витяжці	ДСТУ ISO 11048-2001 Якість ґрунту. Визначення вмісту водорозчинних та кислоторозчинних сульфатів (ISO 11048:1995, IDT)	ДСТУ 7909:2015 Якість ґрунту. Визначення сульфат-іона у водній витяжці
1	2	3	4	1
Сфера застосування	Цей стандарт встановлює метод визначення вмісту карбонатів у ґрунтових зразках і придатний для всіх типів повітряно-сухих ґрунтових зразків.	Стандарт установлює метод визначення іонів карбонатів і бікарбонатів у водній витяжці ґрунтів. Стандарт застосовують під час аналітичних робіт для ґрунтового, агрохімічного, меліоративного обстеження угідь, контролю за сольовим режимом ґрунтів, а також під час проведення інших пошукових і дослідницьких робіт.	Стандарт характеризує процедури щодо підготовки водної та кислотної витяжок із по-вітряно-сухих наважок ґрунтів та матеріалів подібних до ґрунтів. Вміст сульфату в цих витяжках визначають гравімет-ричним методом аналізування, в якому хлористий барій, доданий до водної або кислотної витяжки, та осад сульфату барію висушують і роблять його наважку. Вміст сульфатів	Стандарт установлює гравіметричний (ваговий) метод визначення сульфат-іона у водній витяжці з ґрунтів. Стандарт застосовують під час аналітичних робіт для ґрунтового, агрохімічного, меліоративного обстеження угідь, контролю за сольовим режимом ґрунтів, а також під час проведення інших пошукових і дослідницьких робіт.

1	2	3	4	1
			визначають, враховуючи масу матеріалу, який використовують під час аналізу-вання, та масу сульфату барію, що випадає в осад. Стандарт можна використовувати для всіх типів повітряно-сухих ґрунтів. Попереднє підготовлення зразків проводити відповідно до ISO 11464.	
Суть методу	До ґрунтового зразка додається соляна кислота для розкладання всіх присутніх карбонатів. Реакція у спрощеній формі має такий вигляд (Me означає метал): $\text{MeCO}_3 + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Me}^{2+} + \text{H}_2\text{CO}_3$ $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ (газоподібний стан). Об'єм продукованого діоксиду вуглецю вимірюється за допомогою приладу Шейблера та порівнюється з об'ємом діоксиду вуглецю, продукованого чистим карбонатом кальцію. Щоб уникнути необхідності в корекціях з приводу різниць температури та тиску, всі визначання проводять за одних і тих самих умов.	Метод ґрунтується на титруванні в досліджуваній пробі водної витяжки іонів карбонатів розчином сульфатної кислоти до рН 8,3, а бікарбонатів — до рН 4,4. Кінцеву точку титрування встановлюють візуально за зміною забарвлення індикаторів — фенол-фталеїну (рН 8,3) та метилоранжу (рН 4,4) або потенціометрично за допомогою скляного рН електрода. Під час аналізування забарвлених водних витяжок титрування проводять тільки потенціометрично. Подвійна кількість кислоти, витрач. на титрування водної витяжки до рН 8,3, еквівалентна вмісту іонів карбонату, оскільки карбонат—іон відтитровується наполовину. Кількість кислоти, витрачена на титрування до рН 4,4, еквівалентна вмісту іонів	Зразки повітряно-сухого ґрунту екстрагують: - розбавленою соляною кислотою, або - водою у співвідношенні вагова частина ґрунту - об'ємна частина води як 1:2 або 1:5. Вміст сульфату цих витяжок визначають гравіметричним методом аналізування, відповідно до якого хлорид барію додають до водної або кислотної витяжки, осад сульфату барію висушують та роблять його наважку. Вміст сульфату розраховують від маси ґрунту, яку використовували під час аналізування, та маси сульфату барію, який утворив осад. Інші придатні методи для визначання вмісту сульфату допустимі, вони не заборонені	1. Ваговий метод визначання сульфат-іона ґрунтується на осадженні сульфат-іона розчином хлористого барію з утворенням малорозчинного сульфату барію. Осад відфільтровують, промивають, висушують, прожарюють. За масою осаду розраховують вміст сульфат-іона. Для попередження осадження карбонатів, фосфату барію та інших сполук пробу, яку аналізують, підкислюють хлороводневою кислотою. 2. Об'ємний метод визначання сульфат-іона ґрунтується на титруванні сульфат-іона розчином хлористого барію в присутності нітрохромазо як метал-індикатору.

1	2	3	4	1
		бікарбонатів.	цим стандартом. Відповідні методи повинні містити: пряме титрування барієм; індуктивно сполучену плазмово-емісійну спектрометрію; безперервне інжекційне аналізування, використовуючи нефелометричний метод; продовжену безперервну ненаправлену спектрофотометрію, використовуючи 2-амінопіридин; колориметрію сегментованого повітрям безперервного потоку, яка використовує метилтимоль синій; іонну хроматографію.	
Реагенти (основні)	<p>Соляна кислота, $c(\text{HCl}) - 4$ моль/л Розчиняють 340 мл концентрованої соляної кислоти ($\rho = 1,19$ г/мл) у воді і доводять об'єм до 1000 мл.</p> <p>Карбонат кальцію, (CaCO_3), порошкоподібний</p> <p>Вода з питомою електропровідністю не вищою за 0,2 мСм/м за 25°C</p>	<p>Кислота сульфатна, стандарт-титри для готування розчину з молярною концентрацією $c(1/2 \text{H}_2\text{SO}_4)$: 0,1 моль/дм³ (0,1н)</p> <p>Фенолфталеїн, індикаторний розчин з масовою часткою 1,0%</p> <p>Метилловий оранжевий, індикаторний розчин з масовою часткою 1,0%.</p> <p>Спирт етиловий ректифікований технічний.</p> <p>Вода дистильована</p>	<p>Здистильована вода або вода екв. якості відповідно до 3-го класу</p> <p>Розбавлена соляна (хлороводнева) кислота</p> <p>Розчин нітрату срібла</p> <p>Концентрована азотна кислота, відносна густина становить 1,42</p> <p>Дигідрат хлориду барію, 100 г/л розчину</p> <p>Розчин гідроксиду натрію</p> <p>Індикатор метилоранж</p> <p>Етанол ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) або спирт ректифікат (95 % етанолу, 5 % води)</p> <p>Хлорид натрію, 100 г/л розчину</p>	<p>Барій хлорид 2-водний</p> <p>Кислота хлороводнева, розчин з масовою часткою 10%</p> <p>Кислота сульфатна, розчин з масовою часткою 10%.</p> <p>Метилловий червоний</p> <p>Спирт етиловий ректифікований технічний.</p> <p>Нітрохромазо, індикатор.</p> <p>Роданід, індикатор</p> <p>Срібло азотнокисле</p> <p>Вода дистильована</p>

1	2	3	4	1
			Карбонат натрію (Na_2CO_3), безводний	
Показник	Вміст карбонатів у ґрунті	Вміст карбонат- і бікарбонат-іонів у водній витяжці з ґрунту	Концентрація водорозчинних та кислоторозчинних сульфатів	Вміст сульфат-іону у водній витяжці з ґрунту
Одиниці вимірювання	г/кг	ммоль/100 г ґрунту	мг/кг	ммоль/100 г ґрунту; моль/дм ³
Готування зразка	<p>Застосовують фракцію < 2 мм повітряно-сухих ґрунтових зразків, попередньо оброблених згідно з ISO 11464. Використовують частину лабораторного зразка для визначання вмісту води згідно з ISO 11465.</p> <p>Для попереднього аналізу додати деяку кількість соляної кислоти до порції ґрунту на годинниковому скпі. Вміст карбонатів у зразку може бути оцінений на основі інтенсивності та часу скипання</p>	<p>Проби ґрунту доводять до повітряно-сухого стану, подрібнюють, пропускають крізь сито з діаметром отворів 1 мм і зберігають у коробках або пакетах. Пробу на аналіз із коробки відбирають шпателем або ложкою, попередньо перемішавши ґрунт на всю глибину коробки. З пакетів пробу висипають на рівну поверхню, ретельно перемішують, розрівнюють і відбирають не менше ніж з п'яти точок наважку для аналізування.</p>	<p>Висушують та підготовлюють лабораторний зразок, пропускаючи його крізь сито з діаметром вічка 2 мм. Для всіх зразків, які будуть аналізувати, дотримуються процедур, поданих у ISO 11464.</p> <p>Необхідно виділити із зразка, пропущеного через сито з діаметром вічка 2 мм почерговим просіюванням або іншим придатним способом (див. ISO 11464), пробу вагою приблизно 100/125 г. Подрібнюють цю пробу до розміру 250 мкм.</p> <p>Розділяють зразок почерговим відокремлюванням проби для аналізування вагою 10/50 г (необхідну для випробування пробу можна відбирати саме на цьому етапі, якщо це необхідно).</p> <p>Поміщають пробу у відповідну скляну посудину та висушують за температури, яка не перевищує 40°C. Пробу можна</p>	<p>Проби ґрунту доводять до повітряно-сухого стану, подрібнюють, пропускають крізь сито з діаметром отворів 1 мм і зберігають у коробках або пакетах. Пробу на аналіз із коробки відбирають шпателем або ложкою, попередньо перемішавши ґрунт на всю глибину коробки. З пакетів пробу висипають на рівну поверхню, ретельно перемішують, розрівнюють і відбирають не менше ніж з п'яти точок наважку для аналізування.</p>

1	2	3	4	1
			визнати сухою, якщо різниця ваги в почергових наважках в інтервалі 4 год не перевищує 0,1 % (за масою) проби. Охолоджують пробу(и) в ексикаторі.	
		<p>Готування водної витяжки Проби ґрунту масою 50 г, зважені з похибкою не більше ніж 0,1 г пересипають у склянки, встановлені в десятипозиційні касети або конічні колби місткістю 500 см³. До кожної проби доливають дозатором або циліндром 250 см³ здистильованої води. Склянки чи колби закривають гумовими пробками і збовтують упродовж 5 хв на електричній мішалці або ротаторі, після чого залишають на 5 год для відстоювання.</p> <p>Допускають пропорційну зміну маси проби ґрунту та об'єму дистильованої води за умови додержання співвідношення між ними 1:5.</p>	<p>Готування водної витяжки Екстрагування необхідно проводити в інтервалі температур від 20 до 25°C. Водна витяжка з ґрунту у співвідношенні ґрунт - вода як 1:5/1:2 для визначання вмісту водорозчинних сульфатів ґрунту проводять у повітряно-сухій наважці ґрунту: Треба помістити зразок ґрунту вагою (10±0,1)/(50±0,5)г у посудину для екстрагування. Додати (50±0,5)/(100±1) мл здистильованої води у посудину для екстрагування, відразу щільно закрити та помістити її у струшувач та струшувати протягом приблизно 16 год. Далі через відповідний фільтрувальний папір відфільтрувати ґрунтову суспензію у чисту та суху колбу, з'єднану з лійкою Бюхнера. Фільтрат необхідно зберегти для подальшого вимірювання</p>	<p>Готування водної витяжки Проби ґрунту масою 50 г, зважені з похибкою не більше ніж 0,1 г пересипають у склянки, встановлені в десятипозиційні касети або конічні колби місткістю 500 см³. До кожної проби доливають дозатором або циліндром 250 см³ здистильованої води. Склянки чи колби закривають гумовими пробками і збовтують упродовж 5 хв на електричній мішалці або ротаторі, після чого залишають на 5 год для відстоювання.</p> <p>Допускають пропорційну зміну маси проби ґрунту та об'єму дистильованої води за умови додержання співвідношення між ними 1:5.</p>

1	2	3	4	1
<p>Готування розчинів</p>			<p>вмісту сульфатів. Зафіксувати об'єм фільтрату. Готування кислотної витяжки а) Відібрати аналітичну пробу вагою 2 г у стакан місткістю 500 мл, зважити стакан та визначити масу аналітичного зразка за різницею. б) Додати (100 ± 1) мл розбавленої соляної кислоти до тестової порції; якщо відбувається змінювання, потрібні уважність і пильність для того, щоб гарантувати аналізування без втрат. в) Закрити стакан захисним склом, довести вміст стакана до кипіння та кип'ятити протягом 15 хв у витяжній шафі. г) Промити нижню сторону захисного скла у стакан здистильованою водою та додати декілька крапель концентрованої азотної кислоти, доки суспензія продовжуватиме кипіти. д) Додати розбавлений розчин аміаку дуже повільно, бажано за допомогою піпетки, краплями з постійним перемішуванням, до суспензії, яка продовжує кипіти. Додавати треба доки полуторні окисли рідини не випадають в</p>	

1	2	3	4	1																		
			осад та забарвлення червоного лакмусового паперу не перетвориться на синє. f) Профільтрувати суспензію через фільтрувальний папір більш ніж середнього ступеня щільності до конічного стакана місткістю 500 мл. Промивати фільтрувальний папір здистильованою водою доки не відмиються хлориди, останнє можна спостерігати, коли не буде помутніння в момент додавання краплі до малого об'єму розчину нітрату срібла. Зафіксувати загальний об'єм екстракту (кінцевий об'єм фільтрату не повинен перевищувати 200 мл).																			
Точність методу	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="331 946 546 1054">Вміст карбонатів, г/кг</th> <th data-bbox="546 946 768 1054">Граничне відхилення</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="331 1054 546 1129">Від 0 до 50 включно</td> <td data-bbox="546 1054 768 1129">3 г/кг</td> </tr> <tr> <td data-bbox="331 1129 546 1204">Понад 50 до 150</td> <td data-bbox="546 1129 768 1204">6% значення</td> </tr> <tr> <td data-bbox="331 1204 546 1279">Понад 150 до 180</td> <td data-bbox="546 1204 768 1279">9 г/кг</td> </tr> <tr> <td data-bbox="331 1279 546 1321">Понад 180</td> <td data-bbox="546 1279 768 1321">5% значення</td> </tr> </tbody> </table>	Вміст карбонатів, г/кг	Граничне відхилення	Від 0 до 50 включно	3 г/кг	Понад 50 до 150	6% значення	Понад 150 до 180	9 г/кг	Понад 180	5% значення	Допустимі відносні відхилення результатів визначення вмісту карбонат- і бікарбонат-іонів у водній витяжці від атестованого значення стандартного зразка для довірчої ймовірності $P = 0,95$ становлять 0,1 ммоль на 100 ґрунту	Збіжність та середньоквадратичний відхил відтворюваності визначено для методу, поданого в ISO 9280, зазначено в результатах, які отримано за допомогою міжлабораторних аналізів процедур, подано в додатку А цього стандарту.	<p>1. Допустиме відносне відхилення результатів аналізу визначення вмісту сульфат-іона у водній витяжці від атестованого значення стандартного зразка для довірчої ймовірності $P = 0,95$</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="1720 1171 1977 1321">Кількість еквівалентів іонів сульфату, ммоль/100 г ґрунту</th> <th data-bbox="1977 1171 2159 1321">Допустиме відносне відхилення, %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1720 1321 1977 1362">До 3</td> <td data-bbox="1977 1321 2159 1362">14</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1720 1362 1977 1404">Більше ніж 3</td> <td data-bbox="1977 1362 2159 1404">7</td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="1720 1404 2159 1437">Відповідно ДСТУ ISO 11048</td> </tr> </tbody> </table>	Кількість еквівалентів іонів сульфату, ммоль/100 г ґрунту	Допустиме відносне відхилення, %	До 3	14	Більше ніж 3	7	Відповідно ДСТУ ISO 11048	
Вміст карбонатів, г/кг	Граничне відхилення																					
Від 0 до 50 включно	3 г/кг																					
Понад 50 до 150	6% значення																					
Понад 150 до 180	9 г/кг																					
Понад 180	5% значення																					
Кількість еквівалентів іонів сульфату, ммоль/100 г ґрунту	Допустиме відносне відхилення, %																					
До 3	14																					
Більше ніж 3	7																					
Відповідно ДСТУ ISO 11048																						

1	2	3	4	1								
				<p>2. Допустиме відносне відхилення результатів аналізу вмісту сульфат-іона об'ємним методом у присутності індикатору нітрохромазо від атестованого значення стандартного зразка чи від середнього арифметичного за вибіркового повторного аналізу для довірчої імовірності $P = 0,99$</p> <table border="1" data-bbox="1720 614 2157 917"> <thead> <tr> <th data-bbox="1720 614 1960 798">Молярна концентрація еквівалента сульфат-іона, моль/дм³</th> <th data-bbox="1960 614 2157 798">Допустиме відносне відхилення, %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1720 798 1960 837">0,0034 до 0,0070</td> <td data-bbox="1960 798 2157 837">7,5</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1720 837 1960 877">$\geq 0,070 \geq 0,140$</td> <td data-bbox="1960 837 2157 877">6</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1720 877 1960 917">Понад 0,0140</td> <td data-bbox="1960 877 2157 917">5</td> </tr> </tbody> </table>	Молярна концентрація еквівалента сульфат-іона, моль/дм ³	Допустиме відносне відхилення, %	0,0034 до 0,0070	7,5	$\geq 0,070 \geq 0,140$	6	Понад 0,0140	5
Молярна концентрація еквівалента сульфат-іона, моль/дм ³	Допустиме відносне відхилення, %											
0,0034 до 0,0070	7,5											
$\geq 0,070 \geq 0,140$	6											
Понад 0,0140	5											

**Вимоги до обладнання при вимірюванні вмісту токсичних солей у ґрунті за різними нормативними документами (Частина 2) –
обладнання**

Нормативний документ	ДСТУ ISO 10693-2001 Якість ґрунту. Визначення вмісту карбонатів. Об'ємний метод (ISO 10693:1995, IDT)	ДСТУ 7943:2015 Якість ґрунту. Визначення іонів карбонатів та бікарбонатів у водній витяжці	ДСТУ ISO 11048-2001 Якість ґрунту. Визначення вмісту водорозчинних та кислоторозчинних сульфатів (ISO 11048:1995, IDT)	ДСТУ 7909:2015 Якість ґрунту. Визначення сульфат-іона у водній витяжці
Обладнання	Прилад Шейблера		Ексикатор , який містить безводний силікагель. Витяжна шафа . Терези , здатні зважувати з точністю до 0,001 г. Лійка Бюхнера , обладнана запобіжним пристроєм для вакуумного фільтрування. Аналітичні терези з точністю зважування до 0,0002 г. Струшувач	

Порівняння методик вимірювання вмісту токсичних солей у ґрунті за різними нормативними документами (Частина 3)

Нормативний документ	ДСТУ 7908:2015 Якість ґрунту. Визначення хлорид-іона у водній витяжці	ДСТУ 7944:2015 Якість ґрунту. Визначення натрію і калію у водній витяжці	ДСТУ 7945:2015 Якість ґрунту. Визначення кальцію та магнію у водній витяжці
1	2	3	4
Сфера застосування	Цей стандарт установлює аргентометричний, потенціометричний та меркурометричний методи визначення хлорид-іона у водній витяжці ґрунтів. Стандарт застосовують під час виконання аналітичних робіт для ґрунтового, агрохімічного, меліоративного обстеження угідь, контролю за сольовим режимом ґрунтів, а також під час проведення інших пошукових і дослідницьких робіт.	Цей стандарт установлює полуменево-фотометричний метод визначення іонів натрію і калію у водній витяжці. Стандарт застосовують під час виконання аналітичних робіт для ґрунтового, агрохімічного, меліоративного обстеження угідь, контролю за сольовим режимом ґрунтів, а також під час проведення інших пошукових робіт.	Цей стандарт установлює комплексометричний метод визначення іонів кальцію і магнію у водній витяжці з ґрунтів. Стандарт застосовують під час виконання аналітичних робіт для ґрунтового, агрохімічного, меліоративного обстеження угідь, для контролю за сольовим режимом ґрунтів, а також під час проведення інших пошукових і дослідницьких робіт.
Суть методу	<p>1. Аргентометричний метод за Мором полягає у титруванні хлорид-іона у водній витяжці розчином азотнокислого срібла, що утворює з хлорид-іоном малорозчинну сполуку. Для встановлення кінцевої точки титрування в розчин додають хромат калію. Калій утворює з надлишком срібла осад, з переходом кольору розчину від жовтого до червоно-бурого. Метод не використовують для аналізування темнозабарвлених витяжок.</p> <p>2. Потенціометричний метод полягає у визначенні різниці потенціалів</p>	Метод полягає у визначенні інтенсивності випромінювання атомів елементів, що визначаються за допомогою полуменевого фотометра. Натрій визначають за аналітичними лініями 589,0 нм та 589,9 нм; калій - за аналітичними лініями 766,5 нм та 769,9 нм.	Метод ґрунтується на комплексометричному титруванні іонів кальцію за рН від 12,5 до 13,0 та сумі іонів кальцію і магнію в одній за рН близько 10,0, використовуючи як індикатори мурексид і хромоген чорний відповідно.

1	2	3	4
Суть методу	<p>хлоридного іонселективного електрода і електрода порівняння, значення якої залежить від концентрації хлорид-іонів у розчині. Для запобігання впливу розчину KCl, що міститься всередині електрода порівняння, використовують електролітичний місточок, заповнений розчином азотнокислого калію з молярною концентрацією $c(\text{KNO}_3)$ c 1 моль/дм³.</p> <p>3. Меркурометричний метод</p> <p>грунтується на титруванні хлорид-іона розчином азотнокислої ртуті з використанням дифенілкарбазону як індикатора. Іони ртуті під час титрування зв'язуються з хлорид-іонами у малодисоціювальну сполуку HgCl_2, а їх надлишок утворює з дифенілкарбазоном комплекс фіолетового кольору. Титрування проводять за рН 3,0-3,5, який встановлюють за допомогою індикатора бромфенолового синього</p>		
Реагенти (основні)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Кислота сульфатна, стандарт-титри для готування розчину з молярною концентрацією $c(1/2 \text{H}_2\text{SO}_4)$ з 0,1 моль/дм³ (0,1 н.) 2. Фенолфталеїн, індикатор 3. Метилловий оранжевий, індикатор 4. Спирт етиловий ректифікований технічний 5. Вода здистильована 6. Калій хлористий 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Стандартний зразок складу розчину іонів натрію з атестованим значенням масової концентрації іонів натрію 1,00 мг/см³ або натрій хлористий. 2. Стандартний зразок складу розчину іонів калію з атестованим значенням масової концентрації іонів калію 1,00 мг/см³ або калій хлористий. 3. Вода здистильована 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вода здистильована згідно 2. Гідроксиламіну гідрохлорид 3. Натрію N,N-діетилдитіокарбамат, розчин з масовою часткою 5,0 % або натрію сульфат 9-ти водний, розчин з масовою часткою 1,0 %. 4. Натрію гідроксид, розчин з масовою часткою 10,0 %. 5. Амонію хлорид 6. Аміак водний, розчин з масовою часткою 20-25 %.

1	2	3	4
	7. Ртуть азотнокисла 8. Срібло азотнокисле 9. Дифенілкарбазон 10. Бромфеноловий синій 11. Натрій хлористий, стандарт-титри для готування розчину з молярною концентрацією c ($1/2 \text{ NaCl}$) з $0,1$ моль/дм ³ (0,1 н.) 12. Нітратна кислота		7. Магній сірчаноокислий, стандарт-титр, $c(1/2\text{MgSO}_4) = 0,1$ моль/дм ³ (0,1 н) 8. Сіль динатрієва етилендіамін , N,N, N', N' - тетраоцтової кислоти 2-водна (трилон Б). 9. Калію хлорид або натрію хлорид 10. Хромоген чорний або хром темно-синій, індикатор 11. Мурексид, індикатор
Показник	вміст хлорид-іона в ґрунті	вміст іонів натрію і калію у ґрунті	вміст іонів кальцію і магнію у ґрунті
Одиниці вимірювання	ммоль/100 г ґрунту	ммоль/100 г ґрунту	ммоль/100 г ґрунту
Готування зразка	Проби ґрунту доводять до повітряно-сухого стану, подрібнюють, пропускають крізь сито з діаметром отворів 1 мм і зберігають у коробках або пакетах. Пробу на аналіз з коробки відбирають шпателем або ложкою, попередньо перемішавши ґрунт на всю глибину коробки. З пакетів пробу висипають на рівну поверхню, ретельно перемішують, розрівнюють і відбирають не менше ніж із п'яти точок наважку для аналізування	Проби ґрунту доводять до повітряно-сухого стану, подрібнюють, пропускають крізь сито з діаметром отворів 1 мм і зберігають у коробках або пакетах. Пробу для аналізування з коробки відбирають шпателем або ложкою, попередньо перемішавши ґрунт на всю глибину коробки. Із пакетів пробу висипають на рівну поверхню, ретельно перемішують, розрівнюють і відбирають не менше ніж із п'яти точок наважку для аналізування	Проби ґрунту доводять до повітряно-сухого стану, подрібнюють, пропускають крізь сито з діаметром отворів 1 мм і зберігають у коробках або пакетах. Пробу для аналізування з коробки відбирають шпателем або ложкою, попередньо перемішавши ґрунт на всю глибину коробки. Із пакетів пробу висипають на рівну поверхню, ретельно перемішують, розрівнюють і відбирають не менше ніж із п'яти точок наважку для аналізування
	Готування до аналізування: Аргентометричним методом за Мором: 1. Готування розчину хлориду калію з молярною концентрацією c (KCl) = $0,1$ моль/дм ³ (0,1 н.) 2. Готування розчину хлориду калію з молярною концентрацією c (KCl) = $0,01$ моль/дм ³ (0,01 н.)	Готування градуювальних розчинів іонів натрію і калію: 1. Готування вихідного розчину іонів натрію і калію з масовою концентрацією іонів натрію і калію $0,1$ мг/см ³ 2. Готування серії градуювальних розчинів порівняння.	25 г хлориду амонію, зваженого з похибкою не більше ніж $0,1$ г, поміщають у мірну колбу місткістю 1 дм ³ , розчиняють у 100 см ³ здистильованої води, доливають 200 см ³ водного розчину аміаку з масовою часткою 25% і додають до розчину здистильовану воду до об'єму 1 дм ³). Розчин зберігають у склянці з притертою пробкою не більше ніж два

1	2	3	4
<p>Готування розчинів</p>	<p>3. Готування розчину азотнокислого срібла з молярною конц-цією $c(\text{AgNO}_3) = 0,01$ моль/дм³ (0,01 н.) Потенціометричним методом: 1. Готування вихідного розчину хлориду калію з молярною концентрацією $c(\text{KCl}) = 0,1$ моль/дм³ ($p_{\text{KCl}} = 1,11$) 2 Готування серії розчинів порівняння Меркурометричним методом: 1. Готування розчину натрію хлориду з молярною концентрацією $c(\text{NaCl}) = 0,1$ моль/дм³ (зі ст/-титру). 2. Готування розчину натрію хлориду з молярною концентрацією $c(\text{NaCl}) = 0,01$ моль/дм³ 3. Готування розчину азотнокислої ртуті з молярною концентрацією $c(1/2\text{Hg}(\text{NO}_3)_2) = 0,02$ моль/дм³</p>		<p>місяці.</p>
<p>Готування водної витяжки</p>	<p>Проби ґрунту масою 50 г, зважені з похибкою не більше ніж 0,1 г, пересипають у місткості, встановлені у десятипозиційні касети, або в конічні колби місткістю 500 см³. До кожної проби доливають дозатором або циліндром 250 см³ здистильованої води. Склянки або колби закривають гумовими пробками і збовтують упродовж 5 хв на струшувачі, електричній мішалці або ротаторі, після чого залишають на 5 год для відстоювання. Дозволено пропорційне змінювання маси проби ґрунту та</p>	<p>Проби ґрунту масою 50 г, зважені з похибкою не більше ніж 0,1 г пересипають у місткості, установлені в десятипозиційні касети, або в конічні колби місткістю 500 см³. До кожної проби доливають дозатором або циліндром 250 см³ здистильованої води. Склянки або колби закривають гумовими пробками і збовтують упродовж 5 хв на електричній мішалці або ротаторі, після чого залишають на 5 год для відстоювання. Дозволено пропорційно змінювати масу проби ґрунту та об'єм здистильованої води за умови дотримання співвідношення між</p>	<p>Проби ґрунту масою 50 г, зважені з похибкою не більше ніж 0,1 г пересипають у склянки, встановлені в десятипозиційні касети, або конічні колби місткістю 500 см³. До кожної проби доливають дозатором або циліндром 250 см³ здистильованої води. Склянки або колби закривають гумовими пробками і збовтують протягом 5 хв на електричній мішалці або ротаторі, після чого залишають на 5 год для відстоювання. Дозволено пропорційно змінити масу проби ґрунту та об'єм здистильованої води за умови додержання співвідношення між ними 1;5.</p>

1	2	3	4								
	об'єму здистильованої води за умови додержання співвідношення 1:5.	ними 1:5.									
Точність методу	<p>Допустимі відносні відхилення результатів визначення хлорид-іона у водній витяжці від атестованого значення стандартного зразка.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - за аргентометричним і меркуриметричним методами для довірчої ймовірності $P = 0,95$ складають: 21 % для кількості еквівалентів хлорид-іона до 2 ммоль /100 г ґрунту; 7 % - більше ніж 2 ммоль /100 г ґрунту - за потенціометричним методом для довірчої ймовірності $P = 0,95$ складають: 17 % - для кількості еквівалентів хлорид-іона до 0,5 ммоль/100 г ґрунту; 12 % - від більше ніж 0,5 ммоль до 50 ммоль/100 г ґрунту 	<p>Допустимі відносні відхилення результатів визначення вмісту іонів натрію та калію у водній витяжці від атестованого значення стандартного зразка для довірчої ймовірності $P = 0,95$ складають:</p> <ul style="list-style-type: none"> 11 % для визначення натрію, 14 % для визначення калію 	<p>Допустимі відносні відхилення результатів визначення вмісту кальцію і магнію від атестованого значення стандартного зразка для довірчої ймовірності $P = 0,95$ наведено у таблиці</p> <table border="1" data-bbox="1541 507 2154 810"> <thead> <tr> <th data-bbox="1541 507 1848 694">Кількість еквівалентів кальцію і магнію, 0,1 ммоль у 100г ґрунту</th> <th data-bbox="1848 507 2154 694">Допустиме відносне відхилення, %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1541 694 1848 730">до 2</td> <td data-bbox="1848 694 2154 730">18</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1541 730 1848 767">від 2 до 6</td> <td data-bbox="1848 730 2154 767">14</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1541 767 1848 810">більше ніж 6</td> <td data-bbox="1848 767 2154 810">7</td> </tr> </tbody> </table>	Кількість еквівалентів кальцію і магнію, 0,1 ммоль у 100г ґрунту	Допустиме відносне відхилення, %	до 2	18	від 2 до 6	14	більше ніж 6	7
Кількість еквівалентів кальцію і магнію, 0,1 ммоль у 100г ґрунту	Допустиме відносне відхилення, %										
до 2	18										
від 2 до 6	14										
більше ніж 6	7										

**Вимоги до обладнання при вимірюванні вмісту токсичних солей у ґрунті за різними нормативними документами (Частина 3) –
обладнання**

Нормативний документ	ДСТУ 7908:2015 Якість ґрунту. Визначення хлорид-іона у водній витяжці	ДСТУ 7944:2015 Якість ґрунту. Визначення натрію і калію у водній витяжці	ДСТУ 7945:2015 Якість ґрунту. Визначення кальцію та магнію у водній витяжці
Обладнання	<p>pH-метр або іонометр з похибкою вимірювань не більше ніж 0,05 рН</p> <p>Ваги лабораторні 2-го класу точності з найбільшим навантаженням 200 г, або 4-го класу точності з найбільшим навантаженням 500 г</p> <p>Шафа сушильна -- згідно з чинним нормативним документом.</p> <p>Струшувач зі зворотно-поступальним рухом з частотою коливань 75 хв^{-1} або ротатор з обертанням на 360° та частотою обертання не менше ніж 30 хв^{-1}, або електрична мішалка</p>	<p>Полуменевий фотометр із монохроматором або інтерференційним світлофільтром із максимумом пропускання в межах від 588 нм до 590 нм для визначення натрію та від 766 нм до 770 нм для визначення калію (дозволено використання газової суміші пропан-бутан-повітря та мережевого газу-повітря).</p> <p>Ваги лабораторні 2-го класу точності з найбільшим навантаженням зважування 200 г, або 4-го класу точності з найбільшим навантаженням 500 г</p> <p>Ваги аналітичні з найбільшим навантаженням 200 г 2-го класу та похибкою зважування не більше ніж 0,075.</p> <p>Шафа сушильна</p> <p>Збовтувач зі зворотно-поступальним рухом із частотою коливань 75 хв^{-1} або ротатор із обертанням на 360° або електрична мішалка з частотою обертання лопатей 700 хв^{-1} для перемішування ґрунту з водою</p>	<p>Ваги лабораторні 2-го класу точності з найбільшим навантаженням 200 г, або 4-го класу точності з найбільшим навантаженням 500 г.</p> <p>Шафа сушильна.</p> <p>Збовтувач зі зворотно-поступальним рухом із частотою коливань 75 хв^{-1} або ротатор із обертанням на 360° та частотою обертання не менше ніж 30 хв^{-1}, або електрична мішалка з частотою обертання лопатей 700 хв^{-1} для перемішування ґрунту</p>

Порівняння методик вимірювання вмісту токсичних солей у ґрунті за різними нормативними документами (Частина 3)

Нормативний документ	ДСТУ 7908:2015 Якість ґрунту. Визначення хлорид-іона у водній витяжці	ДСТУ 7944:2015 Якість ґрунту. Визначення натрію і калію у водній витяжці	ДСТУ 7945:2015 Якість ґрунту. Визначення кальцію та магнію у водній витяжці
1	2	3	4
Сфера застосування	Цей стандарт установлює аргентометричний, потенціометричний та меркурометричний методи визначення хлорид-іона у водній витяжці ґрунтів. Стандарт застосовують під час виконання аналітичних робіт для ґрунтового, агрохімічного, меліоративного обстеження угідь, контролю за сольовим режимом ґрунтів, а також під час проведення інших пошукових і дослідницьких робіт	Цей стандарт установлює полуменево-фотометричний метод визначення іонів натрію і калію у водній витяжці. Стандарт застосовують під час виконання аналітичних робіт для ґрунтового, агрохімічного, меліоративного обстеження угідь, контролю за сольовим режимом ґрунтів, а також під час проведення інших пошукових робіт	Цей стандарт установлює комплексометричний метод визначення іонів кальцію і магнію у водній витяжці з ґрунтів. Стандарт застосовують під час виконання аналітичних робіт для ґрунтового, агрохімічного, меліоративного обстеження угідь, для контролю за сольовим режимом ґрунтів, а також під час проведення інших пошукових і дослідницьких робіт
Суть методу	<p>1. Аргентометричний метод за Мором полягає у титруванні хлорид-іона у водній витяжці розчином азотнокислого срібла, що утворює з хлорид-іоном малорозчинну сполуку. Для встановлення кінцевої точки титрування в розчин додають хромат калію. Калій утворює з надлишком срібла осад, з переходом кольору розчину від жовтого до червоно-бурого. Метод не використовують для аналізування темнозбарвлених витяжок.</p> <p>2. Потенціометричний метод полягає у визначенні різниці потенціалів</p>	Метод полягає у визначенні інтенсивності випромінювання атомів елементів, що визначаються за допомогою полуменевого фотометра. Натрій визначають за аналітичними лініями 589,0 нм та 589,9 нм; калій - за аналітичними лініями 766,5 нм та 769,9 нм.	Метод ґрунтується на комплексометричному титруванні іонів кальцію за рН від 12,5 до 13,0 та сумі іонів кальцію і магнію в одній за рН близько 10,0, використовуючи як індикатори мурексид і хромоген чорний відповідно.

1	2	3	4
	<p>хлоридного іонселективного електрода і електрода порівняння, значення якої залежить від концентрації хлорид-іонів у розчині. Для запобігання впливу розчину KCl, що міститься всередині електрода порівняння, використовують електролітичний місточок, заповнений розчином азотнокислого калію з молярною концентрацією $c(\text{KNO}_3)$ c 1 моль/дм³.</p> <p>3. Меркурометричний метод</p> <p>грунтується на титруванні хлорид-іона розчином азотнокислої ртуті з використанням дифенілкарбазону як індикатора. Іони ртуті під час титрування зв'язуються з хлорид-іонами у малодисоціювальну сполуку HgCl_2, а їх надлишок утворює з дифенілкарбазоном комплекс фіолетового кольору. Титрування проводять за рН 3,0-3,5, який устанавлюють за допомогою індикатора бромфенолового синього</p>		
<p>Реагенти (основні)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Кислота сульфатна, стандарт-титри для готування розчину з молярною концентрацією $c(1/2 \text{H}_2\text{SO}_4)$ з 0,1 моль/дм³ (0,1 н.) 2. Фенолфталеїн, індикатор 3. Метилловий оранжевий, індикатор 4. Спирт етиловий ректифікований технічний 5. Вода здистильована 6. Калій хлористий 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Стандартний зразок складу розчину іонів натрію з атестованим значенням масової концентрації іонів натрію 1,00 мг/см³ або натрій хлористий. 2. Стандартний зразок складу розчину іонів калію з атестованим значенням масової концентрації іонів калію 1,00 мг/см³ або калій хлористий. 3. Вода здистильована 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вода здистильована згідно 2. Гідроксиламіну гідрохлорид 3. Натрію N,N-діетилдитіокарбамат, розчин з масовою часткою 5,0 % або натрію сульфат 9-ти водний, розчин з масовою часткою 1,0 %. 4. Натрію гідроксид, розчин з масовою часткою 10,0 %. 5. Амонію хлорид 6. Аміак водний, розчин з масовою часткою 20-25 %.

1	2	3	4
	7. Ртуть азотнокисла 8. Срібло азотнокисле 9. Дифенілкарбазон 10. Бромфеноловий синій 11. Натрій хлористий, стандарт-титри для готування розчину з молярною концентрацією $c(1/2 NaCl)$ з 0,1 моль/дм ³ (0,1 н.) 12. Нітратна кислота		7. Магній сірчаноокислий, стандарт-титр, $c(1/2MgSO_4) = 0,1$ моль/дм ³ (0,1 н) 8. Сіль динатрієва етилендіамін , N,N, N', N' - тетраоцтової кислоти 2-водна (трилон Б). 9. Калію хлорид або натрію хлорид 10. Хромоген чорний або хром темно-синій, індикатор 11. Мурексид, індикатор
Показник	вміст хлорид-іона в ґрунті	вміст іонів натрію і калію у ґрунті	вміст іонів кальцію і магнію у ґрунті
Одиниці вимірювання	ммоль/100 г ґрунту	ммоль/100 г ґрунту	ммоль/100 г ґрунту
Готування зразка	Проби ґрунту доводять до повітряно-сухого стану, подрібнюють, пропускають крізь сито з діаметром отворів 1 мм і зберігають у коробках або пакетах. Пробу на аналіз з коробки відбирають шпателем або ложкою, попередньо перемішавши ґрунт на всю глибину коробки. З пакетів пробу висипають на рівну поверхню, ретельно перемішують, розрівнюють і відбирають не менше ніж із п'яти точок наважку для аналізування.	Проби ґрунту доводять до повітряно-сухого стану, подрібнюють, пропускають крізь сито з діаметром отворів 1 мм і зберігають у коробках або пакетах. Пробу для аналізування з коробки відбирають шпателем або ложкою, попередньо перемішавши ґрунт на всю глибину коробки. Із пакетів пробу висипають на рівну поверхню, ретельно перемішують, розрівнюють і відбирають не менше ніж із п'яти точок наважку для аналізування.	Проби ґрунту доводять до повітряно-сухого стану, подрібнюють, пропускають крізь сито з діаметром отворів 1 мм і зберігають у коробках або пакетах. Пробу для аналізування з коробки відбирають шпателем або ложкою, попередньо перемішавши ґрунт на всю глибину коробки. Із пакетів пробу висипають на рівну поверхню, ретельно перемішують, розрівнюють і відбирають не менше ніж із п'яти точок наважку для аналізування.
Готування розчинів	Готування до аналізування: Аргентометричним методом за Мором: 1. Готування розчину хлориду калію з молярною концентрацією $c(KCl) = 0,1$ моль/дм ³ (0,1 н.) 2. Готування розчину хлориду калію з молярною концентрацією $c(KCl) = 0,01$ моль/дм ³ (0,01 н.)	Готування градуювальних розчинів іонів натрію і калію: 1. Готування вихідного розчину іонів натрію і калію з масовою концентрацією іонів натрію і калію 0,1 мг/см ³ 2. Готування серії градуювальних розчинів порівняння.	25 г хлориду амонію, зваженого з похибкою не більше ніж 0,1 г, поміщають у мірну колбу місткістю 1 дм ³ , розчиняють у 100 см ³ здистильованої води, доливають 200 см ³ водного розчину аміаку з масовою часткою 25 % і додають до розчину здистильовану воду до об'єму 1 дм ³). Розчин зберігають у склянці з притертою пробкою не більше ніж два місяці

1	2	3	4
	<p>3. Готування розчину азотнокислого срібла з молярною конц-цією c (AgNO_3) = 0,01 моль/дм³ (0,01 н.)</p> <p>Потенціометричним методом:</p> <p>1. Готування вихідного розчину хлориду калію з молярною концентрацією c (KCl) = 0,1 моль/дм³ ($p_{\text{KCl}} = 1,11$)</p> <p>2. Готування серії розчинів порівняння</p> <p>Меркурометричним методом:</p> <p>1. Готування розчину натрію хлориду з молярною концентрацією c (NaCl) = 0,1 моль/дм³ (зі ст/-титру).</p> <p>2. Готування розчину натрію хлориду з молярною концентрацією c (NaCl) = 0,01 моль/дм³</p> <p>3. Готування розчину азотнокислої ртуті з молярною концентрацією c ($1/2\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$) = 0,02 моль/дм³</p>		
<p>Готування водної витяжки</p>	<p>Проби ґрунту масою 50 г, зважені з похибкою не більше ніж 0,1 г, пересипають у місткості, встановлені у десятипозиційні касети, або в конічні колби місткістю 500 см³. До кожної проби доливають дозатором або циліндром 250 см³ здистильованої води. Склянки або колби закривають гумовими пробками і збовтують упродовж 5 хв на струшувачі, електричній мішалці або ротаторі, після чого залишають на 5 год для відстоювання. Дозволено пропорційне змінювання маси проби ґрунту та</p>	<p>Проби ґрунту масою 50 г, зважені з похибкою не більше ніж 0,1 г пересипають у місткості, установлені в десятипозиційні касети, або в конічні колби місткістю 500 см³. До кожної проби доливають дозатором або циліндром 250 см³ здистильованої води. Склянки або колби закривають гумовими пробками і збовтують упродовж 5 хв на електричній мішалці або ротаторі, після чого залишають на 5 год для відстоювання. Дозволено пропорційно змінювати масу проби ґрунту та об'єм здистильованої води за умови дотримання співвідношення між</p>	<p>Проби ґрунту масою 50 г, зважені з похибкою не більше ніж 0,1 г пересипають у склянки, встановлені в десятипозиційні касети, або конічні колби місткістю 500 см³. До кожної проби доливають дозатором або циліндром 250 см³ здистильованої води. Склянки або колби закривають гумовими пробками і збовтують протягом 5 хв на електричній мішалці або ротаторі, після чого залишають на 5 год для відстоювання. Дозволено пропорційно змінити масу проби ґрунту та об'єм здистильованої води за умови додержання співвідношення між ними 1;5.</p>

1	2	3	4								
	об'єму здистильованої води за умови додержання співвідношення 1:5.	ними 1:5.									
Точність методу	<p>Допустимі відносні відхилення результатів визначення хлорид-іона у водній витяжці від атестованого значення стандартного зразка.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - за аргентометричним і меркурометричним метода-ми для довірчої ймовірності $P = 0,95$ складають: 21 % для кількості еквівалентів хлорид-іона до 2 ммоль /100 г ґрунту; 7 % - більше ніж 2 ммоль /100 г ґрунту - за потенціометричним методом для довірчої ймовірності $P = 0,95$ складають: 17 % - для кількості еквівалентів хлорид-іона до 0,5 ммоль/100 г ґрунту; 12 % - від більше ніж 0,5 ммоль до 50 ммоль/100 г ґрунту 	<p>Допустимі відносні відхилення результатів визначення вмісту іонів натрію та калію у водній витяжці від атестованого значення стандартного зразка для довірчої ймовірності $P = 0,95$ складають:</p> <ul style="list-style-type: none"> 11 % для визначення натрію, 14 % для визначення калію 	<p>Допустимі відносні відхилення результатів визначення вмісту кальцію і магнію від атестованого значення стандартного зразка для довірчої ймовірності $P = 0,95$ наведено у таблиці</p> <table border="1" data-bbox="1541 507 2154 810"> <thead> <tr> <th data-bbox="1541 507 1848 694">Кількість еквівалентів кальцію і магнію, 0,1 ммоль у 100г ґрунту</th> <th data-bbox="1848 507 2154 694">Допустиме відносне відхилення, %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1541 694 1848 730">до 2</td> <td data-bbox="1848 694 2154 730">18</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1541 730 1848 767">від 2 до 6</td> <td data-bbox="1848 730 2154 767">14</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1541 767 1848 810">більше ніж 6</td> <td data-bbox="1848 767 2154 810">7</td> </tr> </tbody> </table>	Кількість еквівалентів кальцію і магнію, 0,1 ммоль у 100г ґрунту	Допустиме відносне відхилення, %	до 2	18	від 2 до 6	14	більше ніж 6	7
Кількість еквівалентів кальцію і магнію, 0,1 ммоль у 100г ґрунту	Допустиме відносне відхилення, %										
до 2	18										
від 2 до 6	14										
більше ніж 6	7										

**Вимоги до обладнання при вимірюванні вмісту токсичних солей у ґрунті за різними нормативними документами (Частина 3) –
обладнання**

Нормативний документ	ДСТУ 7908:2015 Якість ґрунту. Визначення хлорид-іона у водній витяжці	ДСТУ 7944:2015 Якість ґрунту. Визначення натрію і калію у водній витяжці	ДСТУ 7945:2015 Якість ґрунту. Визначення кальцію та магнію у водній витяжці
Обладнання	<p>pH-метр або іонометр з похибкою вимірювань не більше ніж 0,05 рН</p> <p>Ваги лабораторні 2-го класу точності з найбільшим навантаженням 200 г, або 4-го класу точності з найбільшим навантаженням 500 г</p> <p>Шафа сушильна – згідно з чинним нормативним документом.</p> <p>Струшувач зі зворотно-поступальним рухом з частотою коливань 75 хв^{-1} або ротатор з обертанням на 360° та частотою обертання не менше ніж 30 хв^{-1}, або електрична мішалка</p>	<p>Полуменевий фотометр із монохроматором або інтерференційним світлофільтром із максимумом пропускання в межах від 588 нм до 590 нм для визначення натрію та від 766 нм до 770 нм для визначення калію (дозволено використання газової суміші пропан-бутан-повітря та мережевого газу-повітря).</p> <p>Ваги лабораторні 2-го класу точності з найбільшим навантаженням зважування 200 г, або 4-го класу точності з найбільшим навантаженням 500 г.</p> <p>Ваги аналітичні з найбільшим навантаженням 200 г 2-го класу та похибкою зважування не більше ніж 0,075.</p> <p>Шафа сушильна.</p> <p>Збовтувач зі зворотно-поступальним рухом із частотою коливань 75 хв^{-1} або ротатор із обертанням на 360° або електрична мішалка з частотою обертання лопатей 700 хв^{-1} для перемішування ґрунту з водою</p>	<p>Ваги лабораторні 2-го класу точності з найбільшим навантаженням 200 г, або 4-го класу точності з найбільшим навантаженням 500 г.</p> <p>Шафа сушильна.</p> <p>Збовтувач зі зворотно-поступальним рухом із частотою коливань 75 хв^{-1} або Ротатор із обертанням на 360° та частотою обертання не менше ніж 30 хв^{-1}, або</p> <p>Електрична мішалка з частотою обертання лопатей 700 хв^{-1} для перемішування ґрунту</p>

Порівняння методик з визначення електропровідності ґрунту

Нормативний документ	ДСТУ 8346-2015 Якість ґрунту. Методи визначення питомої електропровідності, рН і щільного залишку водної витяжки	ДСТУ ISO 11265:2001 Якість ґрунту. Визначання питомої електропровідності	Методика ФАО
Принцип методу	Вилучення водорозчинних солей з ґрунту дистильованою водою у співвідношенні 1:5 ґрунту до води з подальшим вимірюванням електропровідності відфільтрованої витяжки	Повітряно – сухий ґрунт екстрагують водою у співвідношенні 1:5 для розчинення електролітів. Вимірюють електропровідність відфільтрованого екстракту	Приготування насиченої ґрунтової пасти з ґрунту та дистильованої води, з подальшою фільтрацією екстракту і визначення його електропровідності
Вихідний ґрунту для дослідження	Повітряно-сухий ґрунт	Повітряно-сухий ґрунт	Висушений на повітрі
Наважка, г	50	20	200-300
Об'єм води, см³	250	100	До утворення пасти
Час екстракції	5 хв збовтують 5 г настоюють	30 хв	12 год
Одиниці вимірювання	мСм/см	мСм/м	дСм/м
Вимоги до приладу	Кондуктометр з діапазоном вимірювань від 0,01 мСм/см до 100 мСм/см і похибкою вимірювань не більше ніж 5 % згідно з чинними нормативними документами.	Вимірювач електропровідності, обладнаний коміркою провідності, пристроєм регулювання діапазону вимірів і автоматичною температурною корекцією з точністю до 1 мСм/м за температури 20°C. Перевагу треба віддавати вимірювачеві електропровідності, обладнаному постійним контролем комірки.	Вимірювач електропровідності (кондуктометр)

Порівняння вимірювання хлорорганічних пестицидів за різними нормативними документами

Нормативний документ	ДСТУ ISO 10382:2004 Якість ґрунту. Визначення хлорорганічних пестицидів та поліхлорбіфенілів. Газово-хроматографічний метод з детектуванням захопленням електронів	СОУ 74.3-37-358:2005 Визначення хлорорганічних пестицидів у воді, ґрунті, рослинах методом газорідинної хроматографії	ДСТУ ISO 11264:2007 Якість ґрунту. Визначення гербіцидів. Метод з застосуванням вискоєфективної рідинної хроматографії (ВЕРХ) з ультрафіолетовим детектуванням
1	2	3	4
Сфера застосування	Цей стандарт установлює метод кількісного визначення семи поліхлорбіфенілів та сімнадцяти хлорорганічних пестицидів у ґрунті. Стандарт придатний для всіх типів ґрунтів. За умов, зазначених у цьому стандарті, можна досягти межі визначення від 0,1 мкг/кг до 4 мкг/кг у розрахунку на суху масу.	Цей стандарт застосовують при визначенні масової частки хлорорганічних пестицидів (далі-ХОП) (γ -ГХЦГ, гептахлору, 4,4'-ДДЕ, 4,4'-ДДД, 4,4'-ДДТ, альдрину) у воді, ґрунті, рослинах з використанням газорідинної хроматографії (далі – ГРХ)	У цьому стандарті встановлено метод вискоєфективної рідинної хроматографії (ВЕРХ) для кількісного та якісного визначення гербіцидів різних класів речовин у ґрунті. Цей метод охоплює триазини, разом із їх спорідненими метаболітами, сполуки фенілсечовини й інші гербіциди. Сполуки ідентифікують і кількісно визначають ультрафіолетовим детектуванням. Межа детектування для триазинів і сполук фенілсечовини ~ 0,01 мг/кг на суху речовину. Межа залежить як від сполуки, так і від ґрунтової основи.
Суть методу	Після попереднього готування зразок ґрунту екстрагують вуглеводневим розчинником. Екстракт концентрують; полярні сполуки видаляють пропусканням концентрованого екстракту крізь колонку, наповнену окисом алюмінію. Елюат концентрують. Елементну сірку за необхідності видаляють з концентрованого екстракту обробленням сульфідом	Метод базується на екстрагуванні пестицидів із досліджуваної проби органічним розчинником, очищенні отриманих екстрактів з подальшим визначенням методом газорідинної хроматографії.	Зразки ґрунту польової вологості екстрагують сумішшю ацетону й води (2:1). Після додавання NaCl та дихлорметану чи петролейного ефіру відокремлену органічну фазу концентрують і переносять у суміш ацетонітрил/вода та без подальшого очищення аналізують, застосовуючи ВЕРХ з оберненою фазою, градієнт ацетонітрил/вода, з ультрафіолетовим

1	2	3	4
	<p>тетрабутиламонію. Екстракт аналізують газовою хроматографією. Різні сполуки розділяють, застосовуючи капілярну колонку з нерухомою фазою низької полярності. Детектування здійснюють детектором захоплення електронів (ДЗЕ). Поліхлорбіфеніли (ПХБ) та хлорорганічні пестициди (ХОП) визначають якісно і кількісно порівнянням відносних часів утримування і відносних висот піків (або площ піків) щодо додаваних внутрішніх стандартів з відповідними значеннями для розчину зовнішнього стандарту. Ефективність процедури залежить від складу досліджуваного ґрунту. Описана процедура не розглядає екстракцію, неповну через структуру і склад ґрунтового зразка. Межа визначення залежить від об'єктів визначення, застосованого устаткування, кількості хімікаліїв, застосованих для екстракції із зразка ґрунту, та очищення екстракту</p>		<p>детектуванням. Результати можна підтвердити, застосовуючи ультрафіолетовий спектр діодних ґрат, ГХ-МС, ГХ-НПД або ГХ-АЕД (деякі методи можуть потребувати дериватизації)</p>
Вид хроматографії	Газова хроматографія із детектором ДЕЗ (<i>електроно-захоплювальний детектор</i>)	Газова хроматографія із детектором ДПР (<i>детектор постійної швидкості рекомбінації</i>)	Рідинна хроматографія з градієнтним елюентом та спектрофотометричним детектором (або діодно-матричним)
Наважка проби	20 г	10,0 ± 0,01 г	50 г
Одиниці вимірювання	мг/кг	мг/кг	мг/кг
Екстрагувальний реагент	Ацетон, петролейний ефір, вода	Ацетон, н-гексан, хлорид амонію (розчин), вода	Ацетон, вода, дихлорметан (альтернатива петролейний ефір)

1	2	3	4
Попередня обробка ґрунту	Струшування 15 хв з ацетоном (50 см ³)	Настоювання 24 год з розчином хлориду амонію (10 см ³)	Струшування 6 год з водою та ацетоном. (200 см ³ ацетону вода розраховується індивідуально)
Перший етап екстракції	Додавання 50 см ³ петролейного ефіру Закривають і струшують протягом 15 хв	Додавання 30 см ³ гексану і 30 см ³ ацетону Закривають і струшують протягом 1 год	30 г хлориду натрію та 150 см ³ дихлорметану чи петролейного ефіру. Закривають і струшують протягом 5 хв
Розділення суміші	Відстоювання	Центрифугування суспензії 5 хв 1000 об/хв	Декантація органічного шару
Продукт розділення для другого етапу	Ацетоновий шар	Осад	
Другий етап екстракції	Додавання 50 см ³ петролейного ефіру Закривають і струшують протягом 15 хв	10 см ³ 1 %-го розчину хлориду амонію + 30 см ³ гексану Екстракція 30 хв. Центрифугування суспензії 5 хв 1000 об/хв	
Промивання екстракту	Додавання 500 см ³ води. Струшування. Відстоювання	Додавання 250 см ³ води 5-7 хв. Струшування. Відстоювання	
Очищення екстракту	За допомогою колонкової очистки окисом алюмінію та ТБА для видалення сірки	Сірчана кислота насичена безводним сульфатом натрію (метод не придатний для капілярних колонок)	Не потребує
Осушення екстракту	Фільтрація ефірного шару через шар безводного сульфату натрію	Фільтрація через шар безводного сульфату натрію	50 г безводного сульфату натрію в колбі з пробкою змішують з органічною фазою екстракту. Закривають колбу й перемішують протягом не менше ніж 2 год
Концентрування екстракту	В потоці азоту, до об'єму проби 1 см ³	Вакуумний – роторний випаровувач, до об'єму проби 5 см ³	Вакуумний – роторний випаровувач, до об'єму проби 1 см ³
Аналітична колонка	Капілярна колонка, з плавленого кварцу, довжиною 50 м з внутрішнім діаметром близько 0,25 мм, вкрита плівкою перехресно-зв'язаного полісілоксану.	Скляна колонка 1м×3 мм, заповнена сорбентом Chromaton N-AW-DMCS, вкрита SE-30 масовою часткою 5% з розміром частинок від 0,125 мм до 0,160 мм	Розділювальна колонка довжиною 250 мм із внутрішнім діаметром 4 мм та тримачі для попередньої колонки
Рухома фаза	Гелій	Азот	Градiєнтна суміш ацетонітрилу та води

1	2	3	4
Умови хроматографування	Температура випаровувача: 210°C Температура детектора: 300°C Температура колонки: 80°C 4 хв з подальшим підвищенням до 300°C із швидкістю 4°C/хв. Швидкість газового потоку: 20-30 см ³ /хв	Об'єм інжекції: 2-3 мкл Температура випаровувача: 250°C Температура детектора: 300°C Температура колонки: 190°C Швидкість газового потоку: 35-40 см ³ /хв	Об'єм інжекції: 50 мкл Температура колонки: 30°C Швидкість потоку: 1 см ³ /хв Довжина хвилі детектування: 235 нм Варіюванням довжини хвилі між 220 нм та 309 нм можна оптимізувати інтенсивність сигналу різних класів речовин або індивідуальних сполук. Наприклад, 220 нм – для сполук триазину, 245 нм – для сполук фенілсечовини
Реагенти	Петролейний ефір, ацетон, н-гексан, безводний сульфат натрію, окис алюмінію (основний або нейтральний 200 м ² /г), тетрабутиламоній сульфат – аналітичної якості	Хлорид амонію, ацетон, н-гексан, сульфат натрію безводний, кислота сірчана. Всі класу ХЧ	Ацетон (аналоги), хлорид натрію, дихлорметан (аналоги), петролейний ефір, сульфат натрію безводний (аналоги), ацетонітрил (для ВЕРХ)
Вода дистильована	Питома електропровідність, не більше ніж 5 10-6 мСм/м за температури (20±5)°C	Питома електропровідність, не більше ніж 5 10-6 мСм/м за температури (20±5)°C	Питома електропровідність, не більше ніж 5 10-6 мСм/м за температури (20±5)°C

Порівняння нормативних документів із визначення радіоактивного забруднення ґрунту

1	2	3	4	5	6	7
Нормативний документ	Методика експресного радіологічного визначення по гамма-випромінюванню об'ємної та удельної активності радіонуклідів цезію в воді, ґрунті, продуктах харчування, продуктах тваринництва та рослинництва. М.1990	МУ по определению содержания стронция-90 и цезия-137 в почвах и растениях. М.: ЦИНАО, 1985	МВИ (^{137}Cs) «Удельная (объемная) активность гамма-излучающих радионуклидов в счетных образцах объектов технологических и природных сред. Методика выполнения измерений с использованием сцинтилляционных спектрометров энергий гамма-излучения с программным обеспечением AkWin». Киев. 2011	ДСТУ 7868:2015 ґрунти та продукція рослинництва. Визначення вмісту радіонуклідів цезію ^{137}Cs методом спектрометричного аналізу	ДСТУ ISO 18589-2:2015 Вимірювання радіоактивності у довкіллі. ґрунт. Ч. 2. Настанови щодо вибору стратегії відбирання проб, відбирання та попереднього оброблення проб	ДСТУ ISO 18589-5:2015 Вимірювання радіоактивності у довкіллі. ґрунт. Ч. 5. Вимірювання стронцію 90
Сфера застосування	Визначення об'ємної та питомої активності радіонуклідів цезію у воді, ґрунті, продуктах харчування, продуктах тваринництва та рослинництва	Визначення вмісту стронцію ^{90}Sr та цезію ^{137}Cs у ґрунтах та рослинах	Измерение удельной (объемной) активности гамма-излучающих радионуклидов (РН) в пробах объектов окружающей среды, продуктов питания, строительных материалов и др.	Визначення вмісту цезію ^{137}Cs у ґрунтах та продукції рослинництва	Ціль вимірювання радіоактивності ґрунту – контролювання впливу радіоактивних матеріалів на довкілля і/чи оцінювання радіоактивного впливу на населення	Вимірювання активності ^{90}Sr у рівновазі з ^{90}Y та ^{89}Sr , чисто бета-випромінювальних радіонуклідів, у ґрунтових зразках

1	2	3	4	5	6	7
Прицип методу	Метод спектрометричного аналізу – перетворювання енергії гама-випромінювання, яка поглинається матеріалом детектора, в імпульси, амплітуда яких пропорційна енергії їхнього накопичення	Цезій-137: Метод спектрометричного аналізу – перетворювання енергії гама-випромінювання, яка поглинається матеріалом детектора, в імпульси, амплітуда яких пропорційна енергії їхнього накопичення Стронцій-90: радіохімічний аналіз	Накопление спектров энергий гамма-излучения счетных образцов с помощью сцинтилляцион-ных спектрометров и математической обработки зарегистрированных спектров программным средством AkWin. Диапазон измерений зависит от геометрии измерений, нуклидного состава пробы и находится в пределах от 1 Бк/кг(л) до 100000 Бк/кг(л)	Метод спектрометричного аналізу – перетворювання енергії гама-випромінювання, яка поглинається матеріалом детектора, в імпульси, амплітуда яких пропорційна енергії їхнього накопичення в багатоканальному аналізаторі імпульсів	Вибір стратегії відбирання проб залежить від основних цілей і результатів попереднього дослідження цієї площі. Стратегії відбирання проб направлено на пізнання походження, об'ємної активності, просторового розподілу, а також змін стану радіонуклідів у часі, враховуючи зміни, спричинені міграцією, атмосферними умовами та використанням земель (ґрунтів)	Наведено різні методи відокремлення для приготування джерел стронцію та ітрію, активність яких вимірюють, застосовуючи ПЛ або РСЛ. Вибір методів вимірювання залежить від походження забрудненості, властивостей аналізованого ґрунту, потрібної точності вимірювання та ресурсів лабораторій. Ці методи застосовують для ґрунтового моніторингу, пов'язаного з радіаційними викидами у тому числі і глобальними викидами

1	2	3	4	5	6	7
<p>Прицип методу</p>	<p>Метод спектрометричного аналізу – перетворювання енергії гама-випромінювання, яка поглинається матеріалом детектора, в імпульси, амплітуда яких пропорційна енергії їхнього накопичення</p>	<p>Цезій-137: Метод спектрометричного аналізу – перетворювання енергії гама-випромінювання, яка поглинається матеріалом детектора, в імпульси, амплітуда яких пропорційна енергії їхнього накопичення Стронцій-90: Радіохімічний аналіз</p>	<p>Накопление спектров энергий гамма-излучения счетных образцов с помощью сцинтилляцион-ных спектрометров и математической обработки зарегистрированных спектров программным средством AkWin. Диапазон измерений зависит от геометрии измерений, нуклидного состава пробы и находится в пределах от 1 Бк/кг(л) до 100000 Бк/кг(л)</p>	<p>Метод спектрометричного аналізу – перетворювання енергії гама-випромінювання, яка поглинається матеріалом детектора, в імпульси, амплітуда яких пропорційна енергії їхнього накопичення в багатоканальному аналізаторі імпульсів</p>	<p>Вибір стратегії відбирання проб залежить від основних цілей і результатів попереднього дослідження цієї площі. Стратегії відбирання проб направлено на пізнання походження, об'ємної активності, просторового розподілу, а також змін стану радіонуклідів у часі, враховуючи зміни, спричинені міграцією, атмосферними умовами та використанням земель (ґрунтів)</p>	<p>Наведено різні методи відокремлення для приготування джерел стронцію та ітрію, активність яких вимірюють, застосовуючи ПЛ або РСЛ. Вибір методів вимірювання залежить від походження забрудненості, властивостей аналізованого ґрунту, потрібної точності вимірювання та ресурсів лабораторій. Ці методи застосовують для ґрунтового моніторингу, пов'язаного з радіаційними викидами у тому числі і глобальними викидами</p>

1	2	3	4	5	6	7
<p>Особливості методики</p>	<p>Радіоактивність проби ґрунту реєструють й обчислюють спеціалізованими спектрометрами та за допомогою програмного забезпечення</p>	<p>1. Активність цезію-137 в пробі ґрунту реєструють й обчислюють спеціалізованими спектрометрами та за допомогою програмного забезпечення. 2. Активність стронцію-90 визначається методами радіохімії: а). Оксалатний метод виділення ітрію-90 та стронцію-90 шляхом оброблення озолоної проби розчином 6 моль/дм³ соляної кислоти при нагріванні; б). Експрес-метод виділення стронція із озолоної проби 6 моль/дм³ азотної кислоти</p>	<p>Метод измерения активности основан на регистрации энергетических спектров гамма-излучения счетных образцов с помощью сцинтилляционного спектрометра и последующей автоматической обработке накопленных спектров на персональном компьютере с использованием ПО AkWin. Программное средство AkWin предоставляет пользователю возможность анализировать накопленные спектры по выбору одним из двух методов: по пикам полного поглощения (ППП) и методом энергетических интервалов (ЭИ), называемым</p>	<p>Радіоактивність проби ґрунту реєструють й обчислюють спеціалізованими спектрометрами та за допомогою програмного забезпечення</p>	<p>Перед виконанням будь-якого попереднього оброблення проводять первинне аналізування лабора-торного зразка гамма-спектрометричним методом, за допомогою якого можна встановити наявність летких радіонуклідів і, відповідно, вибрати адекватну процедуру попереднього оброблення, сумісну з кількісною оцінкою їхньої активності</p>	<p>Стронцій можна вимірювати безпосередньо або визначати через вимірювання його продукту розпаду - ітрію. Усі вимірювання спираються на етап хімічного відокремлення, після якого виконують бета-лічбу елемента, застосовуючи пропорційний лічильник (ПЛ) або рідинний сцинтиляційний лічильник (РСЛ): а) стронцій, що міститься у досліджуваній порції ґрунту, екстрагують простим розчиненням азотною кислотою. б) стронцій осаджують додаванням азотної кислоти. Ітрії та інші елементи-</p>

1	2	3	4	5	6	7
			<p>методом окон. Непосредственно измеряемыми величинами являются общие количества импульсов, зарегистрированных в зонах пиков полного поглощения или в установленных энергетических интервалах. В результате деления количества импульсов в ППП или в ЭИ на “живое” время измерения и вычитания фоновых скоростей счета в этих зонах получают чистые скорости счета (ССч) импульсов, соответствующие обнаруженным радионуклидам и используемые для расчета их активности</p>			<p>завади видаляють осадженням гідроксидів з подальшим осадженням хроматом барію. Кінцевий продукт – осад карбонату стронцію – можна виміряти пропорційною лічбою чи рідинно-сцинтиляційною лічбою після розчинення. Ще одна можливість – відокремлення ітрію від стронцію після досягнення рівноваги осадженням у формі оксалату з подальшим вимірюванням лічильником ПЛ або РСЛ. в) Ітрій екстрагують з розчину проби, застосовуючи органічний розчинник, Д2ЕГФК, за рН 1,4. Після промивання</p>

1	2	3	4	5	6	7
						<p>органічної фази 1-молярною НСІ та реекстрагування ітрію з цієї самої фази з використанням 9-молярної НСІ розчин знову очищують, застосовуючи розчин ТОМ. Потім ітрію осаджують як оксалат і озолують у печі за 900°С, після чого вимірюють за варіантом Д-лічби, використовуючи пропорційний лічильник.</p>
<p>Показник, одиниця вимірювання</p>	<p>Питома активність, бекерель на кілограм (Бк/кг). Перерахунок на несистемну одиницю, кюри на квадратний кілометр (Ки/км²)</p>	<p>Питома активність, бекерель на кілограм (Бк/кг). Перерахунок на несистемну одиницю, кюри на квадратний кілометр (Ки/км²)</p>	<p>Питома активність, бекерель на кілограм (Бк/кг). Перерахунок на несистемну одиницю, кюри на квадратний кілометр (Ки/км²)</p>	<p>Вміст радіоактивного нукліда цезію в пробі, бекерель на кілограм (Бк/кг)</p>	<p>Не регламентується</p>	<p>Вміст радіоактивного нукліда стронцію в пробі, бекерель на кілограм (Бк/кг)</p>

1	2	3	4	5	6	7
Приладна база	Радіометри типів: РУБ-01П6, РКГ-05П тощо, гама-спектрометр типу АИ-1024	Радіометри типів: РУБ-01П6, РКГ-05П тощо, гама-спектрометр типу АИ-1024; Радіометр УМФ-1500	Сцинтиляційний спектрометр енергій гамма-излучения, имеющий следующие основные технические характеристики: – диапазон регистрации спектра энергий гамма-излучения от 50 кэВ до 3000 кэВ; энергетическое разрешение на линии 662 кэВ не более 10 % (в зависимости от типа применяемого детектора)	1. Аналізатор багатоканальний амплітудний АМА-03Ф 2. Блок детектування спектрометричний БДЕГ-2-23 3. Підсилювач спектрометричний БУИ-3К	Не регламентується	1. Атомно-абсорбційний спектрометр (ААС) чи атомно-емісійний спектрометр (ІСП-АЕС), або мас-спектрометр (ІСП-МС), або гамма-спектрометр. 2. Пропорційний або рідинно-сцинтиляційний лічильник. 3. рН-метр
Пробо-підготовка зразків	Розмелену повітряно-суху пробу ґрунту поміщають у посудину Марінеллі місткістю 1000 см ³ до її повного наповнення та зважують із	Розмелену повітряно-суху пробу ґрунту поміщають у посудину Марінеллі місткістю 1000 см ³ до її повного наповнення та зважують із	Розмелену повітряно-суху пробу ґрунту поміщають у посудину Марінеллі місткістю 1000 см ³ до її повного наповнення та зважують із точністю до + 0,1 г.	Розмелену повітряно-суху пробу ґрунту поміщають у посудину Марінеллі місткістю 1000 см ³ до її повного	Фізичне оброблення лабораторних зразків ґрунту для вимірювання радіоактивних нуклідів передбачає такі кроки:	а). Беруть наважку від 0,1 г до 50 г з досліджуваного зразка, приготовленого згідно з ISO 18589-Маса досліджуваної порції залежить від очікуваної

1	2	3	4	5	6	7
	точністю до + 0,1 г. Масу проби ґрунту визначають як різницю мас зваженої проби й тари	точністю до + 0,1 г. Масу проби ґрунту визначають як різницю мас зваженої проби й тари	Масу проби ґрунту визначають як різницю мас зваженої проби й тари	наповнення та зважують із точністю до + 0,1 г. Масу проби ґрунту визначають як різницю мас зваженої проби й тари. Радіоактивність проби в посудині Марінеллі вимірюють аналізатором АМА-ОЗФ	висушування, подрібнення, просіювання та гомогенізацію	активності зразка, бажаної межі визначення та вибраного методу. б) Маса досліджуваної порції мас відповідати передбачуваний активності зразка та бажаній межі визначення. Методика застосовна для твердих проб від 1 г до 50 г. в) Маса досліджуваної порції залежить від очікуваної активності зразка і бажаної межі визначення. Методика застосовна до твердих проб, що важать від 5 г до 10 г. г). Лужноземельні елементи (стронцій, кальцій, барій) осаджують у формі фосфатів у лужному

1	2	3	4	5	6	7
						<p>середовищі. Барій, якщо він наявний у великому обсязі, видаляють у формі нітрату. Стронцій селективно адсорбують у колонці зі специфічною краун-ефірною смолою в середовищі HNO (від 3 моль/дм³ до 8 моль/дм³), потім стронцій вимивають, застосовуючи 0,5-молярний розчин HNO. Бета-активність ⁹⁰Sr вимірюють методом рідинної сцинтиляції або лічби, застосовуючи пропорційний лічильник після того, як розчин випарили на дослідному планшеті.</p>
Збіжність	Не регламентується	Не регламентується	Не регламентується	Оперативний контроль збіжності результатів вимірювання	Не регламентується	Не регламентується

1	2	3	4	5	6	7
				виконують за допомогою контрольних карт Шухарта згідно з вимогами ДСТУ ISO 8258.		
Відтворюваність	Не регламентується	Не регламентується	Не регламентується	Не регламентується	Не регламентується	Не регламентується
Точність, похибка	Похибка обмежена межами основної похибки радіометра і становить до 50%	Похибка обмежена межами основної похибки радіометра і становить до 50%	Похибка обмежена межами основної похибки спектрометра і становить до 30%	Результати обчислення точності аналізування радіоактивності цезію ^{137}Cs у пробах ґрунту та продукції рослинництва відображаються на екрані монітора комп'ютера в бекерелях на кілограм. Нижня межа зареєстрованої радіоактивності становить 2,0 Бк/кг, верхня - $5 \cdot 10^4$ Бк/кг. Величина похибки для аналізатора АМА-03Ф становить 15 % від значення вимірюваної величини.	Не регламентується	Не регламентується

2. Стандартизована структура та формат даних, зібраних за моніторинговими ділянками

В Україні підпунктом 3.4 наказу Мінагрополітики України № 51 від 26.02.2004 р. передбачено, що проведення моніторингу ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення здійснюється також у такому порядку:

проведення комплексних та спеціальних спостережень на стаціонарних контрольних ділянках за станом ґрунтів з метою вивчення процесів трансформації та міграції біогенних і хімічних речовин у ґрунтах.

Усього по Україні закладено 750 моніторингових ділянок, які знаходяться у кожній області, де досліджуються ґрунти за агрофізичними, агрохімічними, фізико-хімічними, токсикологічними та радіологічними показниками.

Також досліджується рослинна продукція за якісними показниками та на вміст радіонуклідів, важких металів, залишків пестицидів.

Основними цілями моніторингу ґрунтів у мережі спостережень на моніторингових ділянках є:

1. Створення просторово-часової системи спостережень за показниками агроекологічного стану ґрунтів для виявлення тенденцій у змінах їх агрохімічних та екологічних характеристик під впливом господарської діяльності, несприятливих метеорологічних факторів та техногенних екологічних катастроф. При закладанні моніторингових ділянок враховується тип і підтип ґрунту, тип рельєфу, найбільш характерні для конкретної області типи земельних угідь (орні землі, сінокоси, пасовища, багаторічні насадження тощо). Кожна ділянка повинна мати свій індивідуальний код, схему розташування та прив'язку до системи географічних координат.

2. Створити національну базу даних агроекологічного стану ґрунтів земель сільськогосподарського призначення.

3. Створення моделей, що описують зміни показників родючості ґрунтів і якості рослинної продукції, при різних антропогенних навантаженнях та несприятливих метеорологічних факторах.

4. Визначення оптимальних та критичних рівнів навантажень на агроландшафти та суміжні об'єкти довкілля.

5. Інформаційне забезпечення органів державної виконавчої влади і органів місцевого самоврядування для прийняття необхідних управлінських рішень в галузі охорони ґрунтів та об'єктів довкілля.

6. Прийняття оперативних рішень при проведенні робіт у зоні надзвичайних екологічних ситуацій.

Комплекс досліджень у мережі моніторингових ділянок дозволяє:

- своєчасно виявити змін стану ґрунтів, їх оцінки, відвернення наслідків негативних процесів та визначити оптимальні та критичні рівні навантажень на агроландшафти та суміжні об'єкти довкілля.

- невідкладно інформувати землевласника/землекористувача або органи місцевого самоврядування про погіршення екологічної ситуації (виявлення забруднюючих речовин що перевищують ГДК) та надавати відповідні рекомендації щодо впровадження контрзаходів для усунення негативних наслідків;

- здійснювати прогнозування змін навколишнього середовища щоб упередити можливі негативні прояви на об'єкти довкілля;

- визначати коефіцієнти переходу забруднюючих речовин в системі ґрунт-рослина в залежності від ґрунтово-кліматичних зон, типу ґрунту та сільськогосподарської продукції, яка вирощується;

- залучити результати досліджень до формування висновків щодо до стану деградованості ґрунтів України, оцінки ризиків погіршення сучасного стану, розробка та планування запобіжних заходів;

- розробити наукові рекомендації щодо використання даних моніторингу для сталого управління земельними ресурсами на державному, регіональному та локальному рівнях;

- стати однією із складових системи моніторингу довкілля у відповідній мережі ЄС при інтеграції України в ЄС.

В системі моніторингу довкілля України державна установа «Інститут охорони ґрунтів України» здійснює обстеження ґрунтів земель сільськогосподарських угідь у мережі спостережень на 750 моніторингових ділянках, які мають прив'язку до системи географічних координат, і є найбільш характерними об'єктами мережі спостережень.

2.1. Розробка методичного підходу до стандартизованих даних, зібраних з 750 моніторингових ділянок

З метою дотримання умов листа-угоди між офісом Продовольчої та Сільськогосподарської організації Об'єднаних Націй (ФАО) та державної установи «Інститут охорони ґрунтів України» було розроблено методичний підхід до стандартизації агрохімічних даних ґрунтів, представлених в паспортах моніторингових ділянок, а саме:

1. Фахівцями ДУ «Держґрунтохорона» спільно з експертами ФАО розроблено реєстр індикаторів (табл. 1), що складається з 31 показника для створення та наповнення бази даних з досліджень ґрунту на моніторингових ділянках. Проаналізовано та уніфіковано назви індикаторів; їх позначення; формування відповідного переліку чинних нормативних документів, які використовуються для визначення того чи іншого показника; встановлення до якої значущої цифри після коми необхідно подавати результати по кожному показнику.

2. Для актуалізації вихідних даних паспорта моніторингової ділянки ґрунтів земель сільськогосподарського призначення залишено 31 показник з 50, що внесені до реєстру визначених індикаторів шляхом виокремлення показників дослідження ґрунту, які надають більшість філій ДУ «Держґрунтохорона» (табл. 1).

3. Проведено зміну назв показників відповідно до погоджених назв індикаторів, а саме:

- ґрунтова агровиробнича група (код) – агровиробнича група ґрунту (шифр);
- потужність гумусованого шару ґрунту – потужність гумусованого горизонту (см);
- рН сольової витяжки – реакція ґрунтового розчину (рН вод або рН сол) – од. рН;
- сума увібраних основ, мг-екв/100 г ґрунту – сума увібраних основ, ммоль/100 г ґрунту;
- обмінний кальцій і магній, мг-екв/100 г ґрунту – кальцій і магній обмінний, ммоль/100 г ґрунту;
- обмінний натрій, мг-екв/100 г ґрунту – натрій обмінний, ммоль/100 г ґрунту;
- азот лужногідралізований – азот, що легко гідролізується (мг/кг ґрунту);
- рухомий фосфор – фосфор рухомий (Ч, М, К) (мг/кг ґрунту);
- обмінний калій – калій рухомий (Ч, М, К) (мг/кг ґрунту);
- цинк (ААБ-4,8) – цинк рухомий (мг/кг ґрунту);
- марганець (ААБ-4,8) – марганець рухомий (мг/кг ґрунту);
- мідь (ААБ-4,8) – мідь рухома (мг/кг ґрунту);
- кобальт (ААБ-4,8) – кобальт рухомий (мг/кг ґрунту);
- кадмій (ААБ-4,8) – кадмій рухомий (мг/кг ґрунту);
- свинець (ААБ-4,8) – свинець рухомий (мг/кг ґрунту);
- бор (ААБ-4,8) – бор рухомий (мг/кг ґрунту);
- цинк (1м НСІ) – цинк міцнофіксований (мг/кг ґрунту);

- мідь (1м HCl) – мідь міцнофіксована (мг/кг ґрунту);
- кадмій (1м HCl) – кадмій міцнофіксований (мг/кг ґрунту);
- свинець (1м HCl) – свинець міцнофіксований (мг/кг ґрунту);
- ртуть (ДСТУ ISO 16772:2005) – ртуть міцнофіксована *dstu* або *tu* (мг/кг ґрунту);
- цезій-137, Бк/кг – щільність забруднення Cs-137, Кі/км²;
- стронцій-90, Бк/кг – щільність забруднення Sr-90, Кі/км².

2.2. Розробити макет для баз даних за моніторинговими ділянками

З метою дотримання умов листа-угоди між офісом Продовольчої та Сільськогосподарської організації Об'єднаних Націй (ФАО) та державної установи «Інститут охорони ґрунтів України», фахівцями ДУ «Держґрунтохорона» спільно з експертами ФАО було:

1. Розроблено та проаналізовано макет баз даних за моніторинговими ділянками (рис. 2.2.1);

2. Упорядковано та приведено до одного формату даних 31 показника родючості та екологічної безпеки, а саме: агровиробнича група ґрунту (шифр); потужність гумусованого горизонту (см); реакція ґрунтового розчину (рН вод або рН сол); сума увібраних основ, кальцій і магній обмінний; натрій обмінний; азот, що легко гідролізується; фосфор рухомий (Ч, М, К); калій рухомий (Ч, М, К); цинк рухомий (ААБ-4,8); марганець рухомий (ААБ-4,8); мідь рухома (ААБ-4,8); кобальт рухомий (ААБ-4,8); кадмій рухомий (ААБ-4,8); свинець рухомий (ААБ-4,8); бор рухомий (ААБ-4,8); цинк міцнофіксований (1м HCl); мідь міцнофіксована (1м HCl); кадмій міцнофіксований (1м HCl); свинець міцнофіксований (1м HCl); ртуть міцнофіксована; щільність забруднення Cs-137; щільність забруднення Sr-90;

3. Узгоджено з експертами ФАО кінцевий методологічний підхід (перелік показників, нормативних документів, формату даних, зокрема форм таблиць) та внесено відповідні правки;

4. На основі відкритих джерел, а саме карти Google (www.google.com.ua/maps) перевірено та перетворено координати 750 точок моніторингових ділянок в систему координат WGS-84 та внесено дану інформацію в уніфіковану форму таблиці;

5. Перевірено цільове призначення земель на яких розміщені моніторингові ділянки за допомогою інформаційного порталу «Публічна кадастрова карта України»;

6. Проведено вибірку перевірку якості внесення даних у затвержені уніфіковані форми.

ПАСПОРТ									
МОНІТОРИНГОВОЇ ДІЛЯНКИ						№ UA592538350329			
Країна Україна						UA			
Область Сумська						5900000000			
Район Шосткинський						5925300000			
Населений пункт с.Богданівка						5925383503			
Порядковий номер моніторингової ділянки №						29			
Географічні координати						51,878889,33,376944			
Тип ґрунту: Торфво-болотн ґрунти									
Показники			UA № 592538350329						
			Рік дослідження						
			2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Агровиробнича група ґрунту (шифр)			146						
1. Загальні	1.1	Потужність гумусованого горизонту, см	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	
	1.2	Глибина орного шару ґрунту, см							
2. Фізико-хімічні	2.1	Гідролітична кислотність, ммоль/100 г ґрунту	4,1	3,7	4,1	4,3	4,3	4,3	
	2.2.1	Реакція ґрунтового розчину (рН сол)	4,9	4,9	5,0	5,1	5,1	5,1	
	2.3	Сума увібраних основ, ммоль/100 г ґрунту	21,8	21,3	20,1	21,4	21,4	21,4	
	2.4	Кальцій і магній обмінний, ммоль/100 г ґрунту							
	2.5	Натрій обмінний, ммоль/100 г ґрунту							
	2.6	Фосфор валовий, %	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	
	2.7	Калій валовий, %	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	
	2.8	СО ₂ карбонатів, ммоль/100 г ґрунту							
3. Агрохімічні	3.1	Гумус, %	6,73	6,75	6,74	6,73	6,73	6,73	
	3.2	Азот нітратний, мг/кг							
	3.3.2	Фосфор рухомий(Ч), мг/кг	113	110	111	112	112	112	
	3.4.2	Калій рухомий (Ч), мг/кг	91	93	88	84	84	84	
	3.5	Азот, що легко гідролізується, мг/кг							
4. Хімічні елементи	ААБ-4,6	4.1	Цинк рухомий, мг/кг	0,98	0,85	0,91	0,93	0,88	0,84
		4.2	Марганець рухомий, мг/кг	5,8	6,5	7,2	6,8	5,7	6,3
		4.3	Мідь рухома, мг/кг	0,11	0,14	0,12	0,1	0,13	0,11
		4.4	Кобальт рухомий, мг/кг	0,17	0,16	0,14	0,16	0,19	0,17
		4.5	Кадмій рухомий, мг/кг	0,1	0,08	0,12	0,1	0,13	0,12
		4.6	Свинець рухомий, мг/кг	0,47	0,56	0,63	0,61	0,69	0,62
		4.7	Бор рухомий, мг/кг						
		4.8	Сірка рухома, мг/кг						
5. Хімічні елементи	1м НСІ	5.1	Цинк міцнофіксований, мг/кг	7,1	8,4	8,0	7,6	7,2	6,9
		5.2	Мідь міцнофіксована, мг/кг	3,4	2,6	3,3	3,1	2,7	2,4
		5.3	Кадмій міцнофіксований, мг/кг	0,23	0,21	0,24	0,23	0,25	0,22
		5.4	Свинець міцнофіксований, мг/кг	7,3	8,5	8,1	8,5	8,8	9,0
		5.5.1	Ртуть міцнофіксована (тп), мг/кг						
6. Забруднення радіонуклідами	мБк	6.1	Питома активність Cs-137, кБк/кг						
		6.2	Щільність забруднення Cs-137, Кі/км ²	1,1	1,0	1,4	1,4	1,2	1,1
		6.3	Щільність забруднення Sr-90, Кі/км ²	0,038	0,035	0,041	0,043	0,043	0,043

Рис. 2.2.1. Приклад паспорту моніторингової ділянки

2.3. Створити таблиці метаданих для баз даних за моніторинговими ділянками

Таблиці метаданих для баз даних за моніторинговими ділянками наведено у п. 1.1 та 1.3 Розділу 1 (табл. 2; табл. 4 – 43).

3. Створити набір стандартизованих даних агрохімічної паспортизації (не менше 30000 полів не менше ніж 3000 господарств) для лісостепової зони України.

3.1. Розробка пілотного набору стандартизованих даних агрохімічної паспортизації

З метою дотримання умов листа-угоди між офісом Продовольчої та Сільськогосподарської організації Об'єднаних Націй (ФАО) та державної установи «Інститут охорони ґрунтів України» було:

1. Спільно з експертами ФАО розроблено реєстр індикаторів (табл. 1, рис. 3.1.1), для створення та наповнення бази даних досліджень ґрунту. Проаналізовано та уніфіковано назви індикаторів; їх позначення; формування відповідного переліку чинних нормативних документів, які використовуються для визначення того чи іншого показника; встановлення до якої значущої цифри після коми необхідно подавати результати по кожному показнику;

2. Сформовано масив атрибутивних даних та внесено до атрибутивної таблиці даних про кількісні, якісні та інші характеристики (атрибути), що описують об'єкти векторного шару. Атрибутивна таблиця складається з стовпців та рядків. Кожен стовпець відповідає певному атрибуту об'єкта інформаційного векторного шару. Кожен рядок відповідає певному об'єкту векторного інформаційного шару. На перетині стовпців та рядків утворюються поля, в які безпосередньо вносяться значення атрибутів;

fields - Всего объектов: 278, Отфильтровано: 278, Выделено: 0

id	koatus	DocRazrob	date	FermGosp	NumPole	northern	east	p221	p222	p31	p32	p35	p331	p332	p333	p341	p342	p343	Area
1	101	5922989100 ДУ "Держґрунтохорона"	2019	ТОВ АФ "Басиліка"	40	50,610586	34,270291	6,5	NULL	4,6	NULL	131,0	NULL	73,00	NULL	NULL	71,00	NULL	0,189
2	102	5922989100 ДУ "Держґрунтохорона"	2019	ТОВ АФ "Басиліка"	38	50,615578	34,264403	6,6	NULL	4,5	NULL	140,0	NULL	69,00	NULL	NULL	74,00	NULL	66,4822
3	103	5922989100 ДУ "Держґрунтохорона"	2019	ТОВ АФ "Басиліка"	39	50,606241	34,262179	6,2	NULL	4,6	NULL	145,0	NULL	81,00	NULL	NULL	74,00	NULL	0,3706
4	104	5922989100 ДУ "Держґрунтохорона"	2019	ТОВ АФ "Басиліка"	37	50,606680	34,250105	6,2	NULL	4,4	NULL	147,0	NULL	73,00	NULL	NULL	74,00	NULL	103,6779
5	105	5922987100 ДУ "Держґрунтохорона"	2019	СТОВ "Перемога"	1	50,752346	34,321202	6,4	NULL	4,9	NULL	125,0	NULL	110,00	NULL	NULL	90,00	NULL	47,5925
6	106	5922987100 ДУ "Держґрунтохорона"	2019	СТОВ "Перемога"	2	50,745907	34,332879	6,1	NULL	4,6	NULL	98,0	NULL	100,00	NULL	NULL	67,00	NULL	47,4093

Рис. 3.1.1. Приклад заповненої атрибутивної таблиці векторного шару

3. Проаналізовано атрибутивну інформацію масиву даних агрохімічної паспортизації лісостепової зони України. Встановлено необхідність її доповнення інформацією щодо шифрів агропромислових груп ґрунтів, які дозволяють краще охарактеризувати ґрунти, їх властивості, цінність та придатність до вирощування сільськогосподарських культур (рис. 3.1.2);

id	koatus	DocRazrob	date	FermGosp	NumPole	northern	east	p221	p222	p31	p32	p35	p331	p332	p333	p341	p342	p343	Area	soil
1	1974	7121280400 ДУ "Держґрунтохорона"	2017	ТОВ "НФФ "УРОЖАЙ"	2	49,086741	31,141356	6,8	NULL	3,0	NULL	92,0	NULL	121,00	NULL	NULL	158,00	NULL	12,9184	50c; 49c; 41c; 41a
2	1975	7121280400 ДУ "Держґрунтохорона"	2017	ТОВ "НФФ "УРОЖАЙ"	16	49,050451	31,112534	6,4	NULL	3,7	NULL	92,0	NULL	35,00	NULL	NULL	92,00	NULL	13,2394	50c; 49c; 41a; 50a; 49a
3	1976	7121280400 ДУ "Держґрунтохорона"	2017	ТОВ "НФФ "УРОЖАЙ"	15	49,038872	31,108569	7,0	NULL	3,2	NULL	81,0	NULL	39,00	NULL	NULL	110,00	NULL	44,1013	50c; 49c; 51c; 92c; 141
4	1977	7121280400 ДУ "Держґрунтохорона"	2017	ТОВ "НФФ "УРОЖАЙ"	14	49,033508	31,100174	6,6	NULL	3,6	NULL	84,0	NULL	49,00	NULL	NULL	99,00	NULL	13,8064	50c; 49c; 41c
5	1978	7121281600 ДУ "Держґрунтохорона"	2017	СФГ "ВОЛОДИМИР"	8	49,087468	30,766703	4,8	NULL	2,1	NULL	73,0	NULL	30,00	NULL	NULL	102,00	NULL	15,1925	209a; 39a; 215a; 39a
6	1979	7121281600 ДУ "Держґрунтохорона"	2017	СФГ "ВОЛОДИМИР"	9	49,117878	30,778632	5,2	NULL	1,8	NULL	84,0	NULL	106,00	NULL	NULL	122,00	NULL	14,3059	37a; 29a
7	1980	7121281600 ДУ "Держґрунтохорона"	2017	СФГ "ВОЛОДИМИР"	7	49,119998	30,760661	5,2	NULL	2,2	NULL	73,0	NULL	98,00	NULL	NULL	106,00	NULL	92,7293	37a; 29a; 40c; 29c; 38a; 215a; 209a
8	1981	7121281600 ДУ "Держґрунтохорона"	2017	СФГ "ВОЛОДИМИР"	1	49,152664	30,767648	5,1	NULL	2,3	NULL	75,0	NULL	65,00	NULL	NULL	106,00	NULL	46,6006	40a; 49c; 49a; 141; 215a; 50a; 51a
9	1982	7121281600 ДУ "Держґрунтохорона"	2017	СФГ "ВОЛОДИМИР"	3	49,147212	30,794637	6,3	NULL	2,0	NULL	70,0	NULL	35,00	NULL	NULL	113,00	NULL	44,6309	50a; 210a; 215a; 29a; 39c; 51c; 49a; 51a; 219; 50a
10	1983	7121281600 ДУ "Держґрунтохорона"	2017	СФГ "ВОЛОДИМИР"	2	49,139631	30,792734	5,7	NULL	2,3	NULL	75,0	NULL	390,00	NULL	NULL	133,00	NULL	10,2182	40a; 29a; 51a; 39a
11	1984	7121283400 ДУ "Держґрунтохорона"	2017	СТОВ "ЗЛАГОДА"	4	49,123205	30,833777	5,5	NULL	3,2	NULL	106,0	NULL	112,00	NULL	NULL	97,00	NULL	100,3113	141; 49a; 50a; 41a; 40a
12	1985	7121283400 ДУ "Держґрунтохорона"	2017	СТОВ "ЗЛАГОДА"	3	49,119233	30,824930	5,1	NULL	3,5	NULL	115,0	NULL	54,00	NULL	NULL	91,00	NULL	58,9191	49a; 141; 51a; 50a; 41a; 40a
13	1986	7121283400 ДУ "Держґрунтохорона"	2017	СТОВ "ЗЛАГОДА"	1	49,111403	30,834763	5,3	NULL	3,3	NULL	98,0	NULL	69,00	NULL	NULL	123,00	NULL	100,8602	41a; 40a; 210c; 49a; 51a
14	1987	7121283400 ДУ "Держґрунтохорона"	2017	СТОВ "ЗЛАГОДА"	2	49,089724	30,844786	5,1	NULL	3,1	NULL	95,0	NULL	70,00	NULL	NULL	113,00	NULL	50,2484	41a; 40a; 49a; 51a; 210c; 50a
15	1988	7121283400 ДУ "Держґрунтохорона"	2017	СТОВ "ЗЛАГОДА"	9	49,104245	30,849990	5,2	NULL	3,0	NULL	106,0	NULL	64,00	NULL	NULL	83,00	NULL	26,0997	41a; 40a; 49a
16	1989	7121280400 ДУ "Держґрунтохорона"	2017	СТОВ "Стебне"	7	49,100304	31,043957	4,8	NULL	2,1	NULL	70,0	NULL	77,00	NULL	NULL	108,00	NULL	96,9827	40a; 29a; 50a; 49a; 38a; 37a
17	1990	7121280400 ДУ "Держґрунтохорона"	2017	СТОВ "Стебне"	5	49,083642	31,042739	5,7	NULL	2,3	NULL	73,0	NULL	157,00	NULL	NULL	142,00	NULL	39,8982	29a; 40a
18	1991	7121280400 ДУ "Держґрунтохорона"	2017	ТОВ "НФФ "УРОЖАЙ"	2	49,278954	31,012309	5,5	NULL	2,0	NULL	90,0	NULL	161,00	NULL	NULL	124,00	NULL	88,0608	29c; 41a; 39c; 38c; 37c; 49a; 209a; 40a
19	1992	7121284000 ДУ "Держґрунтохорона"	2017	ТОВ "НФФ "УРОЖАЙ"	4	49,281475	31,050243	5,8	NULL	1,8	NULL	78,0	NULL	136,00	NULL	NULL	136,00	NULL	89,7907	209a; 41a; 49a; 38c; 37c; 51a; 209c; 39c; 50a
20	1993	7121284000 ДУ "Держґрунтохорона"	2017	ТОВ "НФФ "УРОЖАЙ"	6	49,273864	31,044050	4,9	NULL	2,0	NULL	84,0	NULL	102,00	NULL	NULL	95,00	NULL	87,8367	209a; 40a; 50a; 40a; 41a; 51a

Рис. 3.1.2. Приклад актуалізованої заповненої атрибутивної таблиці векторного шару

4. Оновлену форму атрибутивної таблиці доповнено інформацією щодо шифрів агровиробничих груп ґрунтів.

3.2. Векторизація меж полів для пілотного набору даних

Відповідно до завдання 3.3 листа-угоди між офісом Продовольчої та Сільськогосподарської організації Об'єднаних Націй (ФАО») та державної установи «Інститут охорони ґрунтів України» було:

1. Створено цифрові моделі меж полів агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення шляхом дешифрування ортофотопланів та по наявним картографічним матеріалам у геоінформаційній системі «Quantum GIS» за допомогою відкритих джерел, такі як: публічна кадастрова карта України (www.map.land.gov.ua), карти Google (www.google.com.ua/maps) (рис. 3.2.1.);



Рис. 3.2.1. Векторний об'єкт поля агрохімічної паспортизації

2. Перевірено топологічну цілісність векторних об'єктів. Топологія передбачає узгодження елементів (точок, сегментів) суміжних просторових об'єктів. При формуванні топологічно коректних геопросторових об'єктів дотримано основних правил топології:

- просторові об'єкти не накладаються між собою;
- просторові об'єкти суміщені між собою по спільній межі.

3. Передано 3000 векторизованих даних у форматі ESRI Shapefile, система координат WGS-84 (широта/довгота), кодування windows-1251;

4. За узгодженням із експертами ФАО, векторизовані дані 3000 полів агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення у форматі ESRI Shapefile передані у повному обсязі.

4. Створити набір стандартизованих даних ґрунтів за моніторинговими ділянками (за період з 2015–2020 рр.)

4.1. Розробка пілотного набору стандартизованих даних за моніторинговими ділянками

Відповідно до завдання 4.1 фахівцями ДУ «Держґрунтохорона» завершено збір матеріалів за результатами комплексу досліджень на моніторингових ділянках земель сільськогосподарського призначення за період з 2015 по 2020 роки у повному обсязі та проведено їх опрацювання, а саме:

1. Спільно з експертами ФАО розроблено реєстр індикаторів для створення та наповнення бази даних агрохімічними показниками (табл. 1);

2. Упорядковано та уніфіковано показники 750 моніторингових ділянок відповідно до реєстру індикаторів;

3. Узгоджено з експертами ФАО розроблену стандартизовану структуру/форму (у форматі .xlsx) (рис. 4.1.1);

4. Узгоджену структуру таблиці розширено у частині років дослідження: з 2015 по 2020 роки включно, окрім деяких регіонів, де в ці роки не було змоги проводити обстеження (АР Крим, частково Луганська та Донецька області) дані були наведені за останні роки обстеження;

5. Проведено перевірку, перетворення та трансформування координат точок в систему координат WGS-84 для 750 ділянок;

6. Перевірено цільове призначення 750 земельних ділянок за допомогою інформаційного порталу «Публічна кадастрова карта України»;

7. Актуалізовані координати точок 750 моніторингових ділянок 24 областей України та АР Крим внесено в паспорт моніторингової ділянки ґрунтів земель сільськогосподарського призначення:

- АР Крим – 30 шт.;
- Вінницька область – 27 шт.;
- Волинська область – 36 шт.;
- Дніпропетровська область – 29 шт.;
- Донецька область – 12 шт.;
- Житомирська область – 54 шт.;
- Закарпатська область – 25 шт.;
- Запорізька область – 45 шт.;
- Івано-Франківська область – 15 шт.;
- Київська область – 25 шт.;
- Кіровоградська область – 24 шт.;
- Луганська область – 27 шт.;
- Львівська область – 37 шт.;
- Миколаївська – 52 шт.;
- Одеська область – 28 шт.;
- Полтавська область – 40 шт.;
- Рівненська область – 29 шт.;
- Сумська область – 29 шт.;
- Тернопільська область – 35 шт.;
- Харківська область – 14;
- Херсонська область – 25 шт.;
- Хмельницька область – 16 шт.;
- Черкаська область – 29 шт.;
- Чернівецька область – 33 шт.
- Чернігівська область – 27 шт.

8. Фахівцями установи проведено перевірку якості внесення даних якісного стану ґрунту на моніторингових ділянках у кількості 750 штук на території 24 областей України та АР Крим.

9. За звітний період за узгодженням із експертами ФАО, інформація про показники якісного стану ґрунтів 750 моніторингових ділянок у форматі .xlsx передана у повному обсязі.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Підтверджено необхідність проведення обстеження ґрунтового покриву, що пояснюється зростанням інтенсивності та поширення деградаційних процесів у всіх регіонах України на землях сільськогосподарського призначення.

За участі експертів ФАО розроблено методичний підхід до стандартизації агрохімічних даних ґрунтів, представлених в паспортах бази агрохімічної паспортизації (лісостепова зона) та паспортах моніторингових ділянок.

Перевірено актуалізовану стандартизовану структуру агрохімічного паспорта поля/ґрунту.

Проаналізовано та доповнено розроблений формат даних, якими буде наповнюватись стандартизована структура/форма.

Продовжено формування бази даних агрохімічної паспортизації лісостепової зони та перевірки якості внесених даних.

Узгоджено з експертами ФАО оптимальний кінцевий методологічний підхід (перелік показників, нормативних документів, формату надання даних, зокрема форм таблиць) та внесено відповідні правки.

Проведено роботу щодо корегування табличного матеріалу бази даних агрохімічної паспортизації господарств лісостепової зони відповідно уніфікованій формі таблиці.

Фахівцями установи за уніфікованою формою (з визначеними координатами центрів полів у системі координат WGS–84) підготовлено та передано 4000 полів.

В метадані внесено нормативні документи на методи випробувань за українськими та міжнародними стандартами.

За узгодженням із експертами ФАО, інформація про показники якісного стану ґрунтів 750 моніторингових ділянок у форматі .xlsx та векторизовані дані 3000 полів агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення у форматі ESRI Shapefile передані у повному обсязі.

Зазначимо, що завдання листа-угоди між офісом Продовольчої та Сільськогосподарської організації Об'єднаних Націй («ФАО») та державною установою «Інститут охорони ґрунтів України» за темою «Посилення потенціалу зі збору та узгодження агрохімічних даних про ґрунти для подальшої автоматичної обробки: приклад лісостепової зони в Україні» було виконано у повному обсязі, за винятком передачі даних за результатами агрохімічної паспортизації для 30000 полів (передано дані для 4000 полів), у зв'язку з форс-мажорними обставинами, що склалися в енергетичній системі України внаслідок військової агресії російської федерації. Вважаємо, що за умови укладання нової Угоди виконавець зможе додати до бази даних й інші результати, які було заплановано даною угодою (+26000 полів).

Основні джерела посилань

1. Земельний кодекс України від 25.10.2001 р. (зі змін. та доп.), № 2768-III // Офіц. вісн. України. – 2001. – № 46.– Ст. 2038.

2. Періодична доповідь про стан ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення України. За результатами X туру (2011–2015 рр.) агрохімічного обстеження земель / за ред. І. П. Яцука. Київ: «Вік прінт», 2020. 208 с.

3. Про охорону земель : Закон України від 19.06.2003 № 962-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/962-15#Text>

4. Про державний контроль за використанням та охороною земель : Закон України від 19.06.2003 № 963-IV. URL: Закон України від 19.06.2003 № 962-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/963-15#Text>

5. Про суцільну агрохімічну паспортизацію земель сільськогосподарського призначення : Указ Президента України від 02.12.1995 №1118/95. URL: zakon.rada.gov.ua/laws/show/1118/95#Text
6. Про затвердження Порядку ведення агрохімічного паспорта поля, земельної ділянки : Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 11.10.2011 №536. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1517-11#Text>
7. Тофан М. С. Система заходів направлених проти дії водної та вітрової ерозії. *Економіка природокористування*. 2014. №1 (33). С. 303–306. URL: <http://www.mubip.org.ua/wp-content/uploads/2015/11/59141.pdf>
8. Гирля Л. М. Збереження родючості ґрунтів України – запорука покращення якості сільськогосподарської продукції. *Вісник аграрної науки пртчорноморя. Науковий журнал*. 2017. Вип. 3 (95). С. 137–145.
9. Балюк С. А., Медведєв В. В., Мірошниченко М. М. та ін. Екологічний стан ґрунтів України. *Український географічний журнал*. 2012. №2. С. 38–42. URL: https://ukrgeojournal.org.ua/sites/default/files/UGJ-2012-2-38_0.pdf
10. Національна доповідь про стан навколишнього середовища в Україні у 2021 році. 2021. С. 125-126. URL: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/01/Natsdopovid-2021-n.pdf>
11. Величко В.А. Родючість ґрунтів України за агропотенціалами основних сільськогосподарських культур: автореф. д-ра с.-г. наук: 06.01.03. Харків, 2009. 43 с.
12. Медведєв В.В. Моніторинг ґрунтів (цикл лекцій). Харків. Видавництво ХНАУ, 2012. 128 с.
13. Булигін С. Ю., Вітвіцький С. В., Буланій О. В., Тонха О. Л. Моніторинг якості ґрунтів. Підручник. Київ: Видавництво НУБіП України, 2019. С. 25–26. URL: http://dglip.nubip.edu.ua/bitstream/123456789/6189/1/Yulugin_Monitoring%20yakosti%20gruntiv.pdf
14. Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення / за ред. І. П. Яцука, С. А. Балюка. Київ: Вік принт, 2019. 104 с.
15. Методичні вказівки щодо проведення моніторингу ґрунтів земель сільськогосподарського призначення у мережі спостережень на моніторингових ділянках / Центрдержродючість. Київ. 2011. 28 с.
16. Атлас почв Украинской ССР / под ред. Н. К. Крупского, Н. И. Полупана. Киев: Урожай, 1979. 16 с.
17. Медведєв В. В., Лактионова Т. Н. Гранулометрический состав почв Украины (генетический, экологический и агрономический аспекты). Харків. 2011. 292 с.
18. Йовенко Н. Г. Водно-физические свойства и водный режим почв УССР / под ред. А. М. Кекуха. Ленинград: Гидрометеорологическое издательство, 1960. 352 с.
19. ДСТУ 7537–2014. Якість ґрунту. Визначення гідролітичної кислотності. [Чинний від 2015–04–01]. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 2014. 12 с.
20. ДСТУ ISO 10390:2007. Якість ґрунту. Визначення рН. [Чинний від 2009-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінекономрозвитку України, 2007. 8 с.
21. ГОСТ 27821-88. Почвы. Определение суммы поглощённых оснований по методу Каппена. Вид. офіц. Москва: Государственный агропромышленный комитет СССР, 1988. 7 с.
22. ДСТУ 4289:2004. Якість ґрунту. Методи визначання органічної речовини. [Чинний від 2005–07–01]. Вид. офіц. Київ: «Держспоживстандарт», 2005. 14 с.
23. ДСТУ 4362:2004. Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів. [Чинний від 2006–01–01]. Вид. офіц. Київ: «Держспоживстандарт», 2006. 23 с.
24. ДСТУ 7863:2015. Якість ґрунту. Визначення легкогідролізного азоту методом Корнфілда. [Чинний від 2016–07–01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 9 с.

25. ДСТУ 8347:2015. Якість ґрунту. Визначення рухомої сірки в модифікації ННЦ ІГА імені О. Н. Соколовського. [Чинний від 2017-07-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017. 11 с.

26. ДСТУ 4115-2002. Ґрунти. Визначання рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова. [Чинний від 2003-01-01]. Вид. офіц. Київ: Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2002. 10 с.

27. ОСТ 10150-88. Методы агрохимического анализа. Определение подвижного бора в почвах по Бергеру и Труогу в модификации ЦИНАО.

28. ДСТУ 4770.1:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук марганцю в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ: «Держспоживстандарт», 2009. 14 с.

29. ДСТУ 4770.6:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук міді в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ: «Держспоживстандарт», 2008. 4 с.

30. ДСТУ 4770.5:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук кобальту в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ: «Держспоживстандарт», 2009. 14 с.

31. ДСТУ 4770.2:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук цинку в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ: «Держспоживстандарт», 2009. 14 с.

32. ДСТУ 4770.3:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук кадмію в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ: «Держспоживстандарт», 2009. 14 с.

33. ДСТУ 4770.9:2007 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук свинцю в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ: «Держспоживстандарт», 2009. 14 с.

34. Методические указания по определению хлорорганических пестицидов в воде, продуктах питания кормах и табачных изделиях, почве методом хроматографии в тонком слое. Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде. Киев: Урожай. 1983.

35. Методика экспрессного радиологического определения по гамма-излучению объемной и удельной активности радионуклидов цезия в воде, почве, продуктах питания, продуктах животноводства и растениеводства – М., 1990.

36. МУ по определению содержания стронция - 90 и цезия - 137 в почвах и растениях. Москва: ЦИНАО, 1985.

37. ДСТУ 7861:2015. Якість ґрунту. Визначення обмінних кальцію, магнію, натрію і калію в ґрунті за Шолленбергером у модифікації ННЦ ІГА імені О. Н. Соколовського рН. [Чинний від 2016-07-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 12 с.

38. ДСТУ 7912:2015. Якість ґрунту. Метод визначення обмінного натрію. [Чинний від 2016-07-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 9 с.

39. ДСТУ 4290:2004. Якість ґрунту. Методи визначання валового фосфору і валового калію в модифікації ННЦ ІГА ім. О. Н. Соколовського. [Чинний від 2005-07-01]. Вид. офіц. Київ: «Держспоживстандарт», 2005. 14 с.

40. ДСТУ 7943:2015. Якість ґрунту. Визначення іонів карбонатів і бікарбонатів у водній витяжці. [Чинний від 2016-09-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 9 с.

41. ДСТУ 4729:2007. Якість ґрунту. Визначання нітратного і амонійного азоту в модифік ації ННЦ ІГА ім.О.Н.Соколовського. [Чинний від 2008-01-01]. Вид. офіц. Київ: «Держспоживстандарт», 2008. 14с.
42. ДСТУ 4114-2002. Ґрунти. Визначання рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Мачигіна. [Чинний від 2001-01-01]. Вид. офіц. Київ: Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2002. 11 с.
43. ДСТУ 4405:2005. Якість ґрунту. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за методом Кірсанова в модифікації ННЦ ІГА. [Чинний від 2006-07-01]. Вид. офіц. Київ: «Держспоживстандарт», 2006. 11 с.
44. ДСТУ 7853:2015. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук цинку в однонормальній солянокислій витяжці методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2016-07-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 14 с.
45. ДСТУ 7831:2015. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук міді в однонормальній солянокислій витяжці методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2016-07-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 12 с.
46. ДСТУ 7607:2014. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук кадмію в однонормальній солянокислій витяжці методом атомноабсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2015-07-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2015. 14 с.
47. ДСТУ 7832:2015. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук свинцю в однонормальній солянокислій витяжці методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2015-07-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2015. 12 с.
48. МУ по определению тяжелых металлов в почвах сельхоз угодий и продукции растениеводства. Москва. 1992.
49. ДСТУ ISO 16772:2005. Якість ґрунту. Визначення ртуті в ґрунтових екстрактах царською водкою методом атомної спектрометрії холодної пари або атомнофлуоресцентної спектрометрії холодної пари (ISO 16772:2004, IDT). [Чинний від 2008-01-01]. Вид. офіц. Київ: «Держспоживстандарт», 2007. 12 с.
50. ДСТУ 7868:2015. Ґрунти та продукція рослинництва. Визначення вмісту радіонуклідів цезію ^{137}Cs методом спектрометричного аналізу. [Чинний від 2016-07-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 14 с.
51. Методика экспрессного радиологического определения по гамма-излучению объемной и удельной активности радионуклидов цезия в воде, почве, продуктах питания, продуктах животноводства и растениеводства. Москва. 1990.