

DOI <https://doi.org/10.36059/978-966-397-240-4-22>

Мороз О. С.

*кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства
Національний університет водного господарства та
природокористування
м. Рівне*

Фурман В. М.

*кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства
Національний університет водного господарства та
природокористування
м. Рівне*

Люсак А. В.

*кандидат технічних наук,
доцент кафедри землеустрою, кадастру,
моніторингу земель та геоінформатики
Національний університет водного господарства та
природокористування
м. Рівне*

Солодка Т. М.

*кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства
Національний університет водного господарства
та природокористування
м. Рівне*

**ЕКОЛОГІЧНА ПРОБЛЕМА ҐРУНТІВ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ
УКРАЇНИ ТА ПЕРСПЕКТИВНІ ШЛЯХИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ**

***Анотація.** В роботі викладені результати досліджень екологічної проблеми, що пов'язана з аварією на ЧАЕС – забруднення ґрунтів Західного Полісся України радіонуклідами. Встановлено, що більша частина території Полісся зайнята дерново-підзолистими*

грунтами, які характеризуються цілим рядом властивостей, що спричиняють швидку міграцію радіонуклідів в системі «грунт – рослина». Особливе місце в окультуренні цих ґрунтів та зниженню надходження радіонуклідів в рослинницю продукцію відводиться покращенню їх складу шляхом внесення різних меліорантів – проведенням структурних меліорацій.

В складі розвіданих місцевих суглинків, туфів та мергелів в значних кількостях знаходяться всі компоненти, що дозволяють віднести їх до природних сорбентів і меліорантів. Встановлено, що внесення в дерново-підзолисті ґрунти меліорантів супроводжується покращенням складу ґрунту за рахунок зростання вмісту гумусу та поліпшення його якості, покращенням водно-фізичних та фізико-хімічних показників в наслідок підвищення їх вологоємності, зниження кислотності та нагромадження елементів живлення. Найвищу врожайність сільськогосподарських культур та найбільше зменшення міграційної здатності цезію-137 в системі «грунт-рослина» забезпечує внесення 300 т/га суглинку на цих ґрунтах, 40т/га мергелю або 10т/га туфу на фоні повного мінерального добрива. При тих самих дозах меліорантів спостерігається зменшення вмісту радіонуклідів в продукції в 5...7 разів. Розроблена методика прогнозування вмісту радіонуклідів в сільськогосподарській продукції.

Вступ

Ґрунтовий покрив є одним з найцінніших природних ресурсів, який несе на собі непомірні навантаження суспільства та весь час підлягає значним змінам, зачасти – негативним. Саме тому потрібно постійно слідкувати за цими змінами, щоб вчасно запобігти деградації та втраті ґрунтів. Моніторинг ґрунтового покриву – один з дієвих засобів систематичного отримання та поновлення інформації про ґрунти у просторі та часі, лише за результатами якого можна зберегти їх родючість, а отже, найраціональніше використовувати та охороняти землі.

Регіон Полісся займає приблизно 20 % території України, серед яких більше 15 % сільськогосподарських угідь і 13 % орних земель. До 90 % площі всіх ґрунтів Полісся забруднені радіонуклідами, що осіли на ґрунтовий покрив в результаті аварії на ЧАЕС[1].

Забруднення ґрунту біологічно-активними радіонуклідами цезію-137 та стронцію-90 спричинило великі складності при веденні сільськогосподарського виробництва. Проблема полягає і

в тому, що регіон Полісся складається з різних типів ґрунтів, які відрізняються між собою як складом так і генезисом.

Більша половина (до 60 %) території Полісся занята дерново-підзолистими ґрунтами, які характеризуються цілим рядом властивостей, що спричиняють швидку міграцію радіонуклідів в системі «ґрунт-рослина»[2].

Дерново-підзолисті ґрунти формуються під впливом перемінної або сумісної дії підзолистого і дернового процесів. Ці ґрунти характеризуються низьким вмістом гумусу і поживних речовин. Це обумовлено тим, що дерновому процесу постійно протистоїть підзолистий процес, а також тим, що органічні рештки трав'янистих рослин, які виростили на бідному підзолистому ґрунті, містять мало зольних елементів і азоту. Крім цього, горизонти додатково обеззолюються при надходженні у ґрунти опадів [3; 4].

Слід відмітити, що при використанні дерново-підзолистих ґрунтів необхідно підвищувати їх родючість шляхом проведення комплексу агротехнічних і агро меліоративних заходів, які були б направлені на покращення властивостей, процесів і режимів дерново-підзолистих ґрунтів.

Особливе місце в окультуренні дерново-підзолистих ґрунтів повинно відводитись покращенню їх складу шляхом внесення різного роду меліорантів – проведенням структурних меліорацій.

При оструктуренні змінюється мінералогічний склад дерново-підзолистих ґрунтів, відбувається часткова вермикулітація гідролюд, з'являються смектити, що свідчить про покращення мінералогічного складу ґрунту [5].

Оструктурення ґрунтів, зокрема збагачення їх глинистими частками в поєднанні з системою органо-мінерального добрива та вапнування, сприяє підвищенню вмісту гумусу та оптимізації його якісного складу. Існують рекомендації щодо внесення меліорантів на забруднених радіонуклідами ґрунтах Західного Полісся [6], в яких визначені оптимальні норми піску, суглинку або глини (200–400 т/га). Для легких дерново-підзолистих ґрунтів, з метою зниження надходження радіонуклідів до рослин, необхідно вносити на фоні органо-мінеральних добрив глину, суглинок до 20–30 т/га, або мергель до 40–60 т/га [6; 7]. Слід відмітити, що оструктурення необхідно проводити на фоні внесення органо-мінеральних добрив та з метою підвищення водоутримуючої здатності, вмісту елементів живлення, продуктивності легких піщаних ґрунтів.

1. Запаси, поширення та властивості місцевих меліорантів

Відомо, що корисні копалини місцевого значення і особливо ті, що відносяться до четвертичної, крейдянної системи характеризуються позитивними властивостями при використанні не тільки для хімічних меліорацій, але й як меліоранти – сорбенти для закріплення катіонів, в тому числі і радіонуклідів [6; 8].

В зв'язку з цим, нами був проведений аналіз даних геологічних досліджень Комплексної геологічної партії «Північгеологія», яка вивчала запаси та поширення корисних копалин місцевого значення. Запаси та поширення їх вивчалось нами в Рівненський області. Мергелі, суглинки та туфи відносяться до четвертинних геологічних відкладів.

Четвертинні відклади, на відміну від більш давніх геологічних утворень, на Рівненщині поширені майже повсюди і відсутні лише на невеликих ерозійних останцях, або, де не де порушені техногенним втручанням людини. Четвертинна система охоплює плейстоценовий та голоценовий розділи, які включають, відповідно, нижню, середню, верхню і сучасну ланки. Найбільш давніми відкладами на Рівненщині є породи, приурочені до глибоких западин каньоно-видних річкових долин і улоговин льодовикового виорювання та розмивів. Нижньочетвертинні відклади найменше поширені серед всього комплексу порід антропогену, тому найменше вивчені (рис. 1).

Геологічні породи, відклади яких планується використовувати в якості меліорантів, відносяться до відкладів середнього плейстоцену. Середньочетвертинні відклади найбільш розповсюджені з плейстоценових як по потужності, так і по площі. Про місце знаходження четвертичних та середньочетвертичних порід можна говорити лише умовно (місцями їх важко навіть відрізнити та відділити від давніших, чи молодших).

Нижньозавадовські відклади приурочені до найбільш понижених ділянок рельєфу, які утворились після відмирання тілігульського (окського) льодовика та формувались в умовах досить глибоких, слабопроточних і замкнутих водойм. Тому вони представлені озерними і озерно-алювіальними фаціями (1а, ПІІ, зVІ). По літологічному складу відклади специфічні, бо представлені набором піщано-глинистих гумусованих (суглинки, супіски, піски кварцеві від тонко до крупнозернистих), карбонатних (мергелі, мергелисті суглинки) та кремнистих (діатоміти) порід. В середньозавадовський час відклади накопичувались в неглибоких, замкнутих і слабо проточних водоймах та на прибережних заболочених рівнинах в умовах теплого вологого клімату.

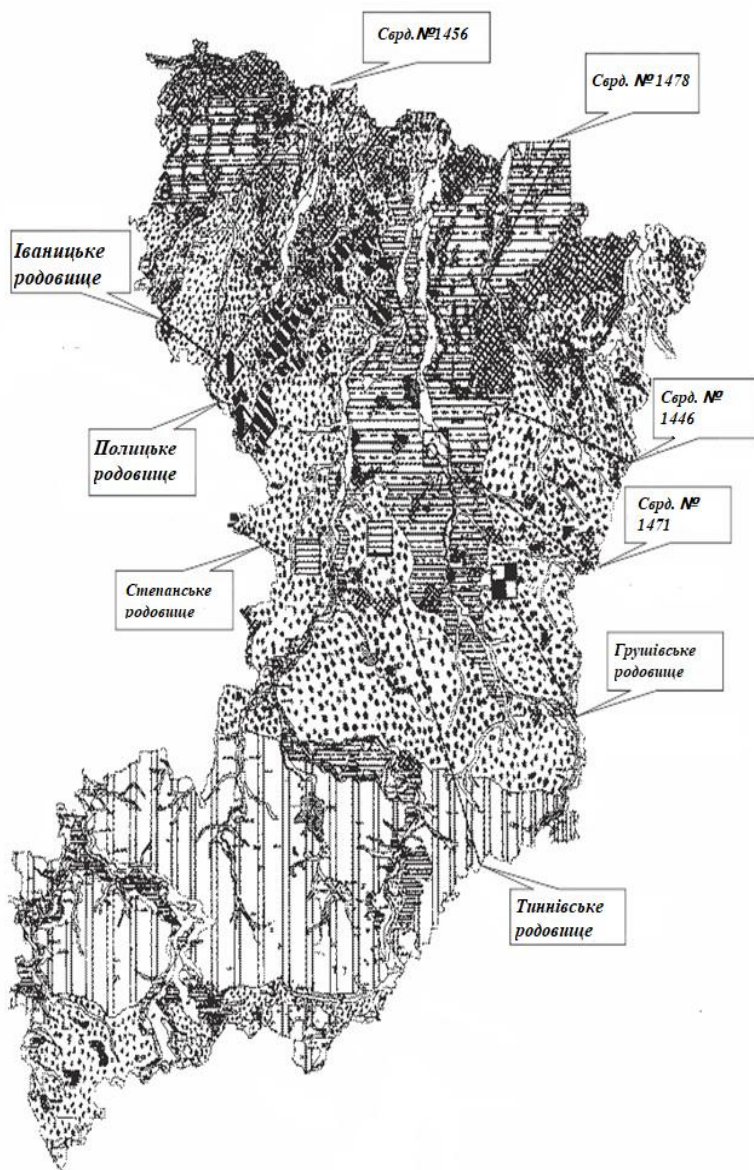


Рис. 1. Геологічна карта четвертинних відкладів Рівненської області (за даними «Північгеології»)

Аналізуючі дані про запаси корисних копалин, слід відмітити, що суглинки, глини, мергель та туфи зустрічаються на території області в Здол-бунівському, Костопільському, Володимирецькому, Березнівському, Гощанському, Дубнівському, Дубровицькому, Заріччянському, Млинівському, Острозькому, Рівненському, Радивилівському, Сарненському родовищах. До родовищ на території області, де були виявлені суглинки, відносяться родовища Здолбунівського, Березнівського, Володимирецького, Гощанського, Дубнівського, Заріччянського, Костопільського, Дубровицького та Радивилівського районів.

Запаси корисних копалин місцевого значення по родовищам Здолбунівського району складають 11462 тис. тонн. Запаси суглинку в родовищах Березнівського району складають 545 тис. тонн. У Володимирецькому районі запаси суглинків складають 427 тис.. Запаси суглинку, які в Гощанському районі розвідані в п'яти родовищах, складають 2447 тис. тон. В Дубнівському районі суглинок розвіданий також в декількох родовищах.

Підраховані запаси складають 1486 тис. тонн. В Дубровицькому районі суглинки розвідані тільки в одному родовищі. Запаси їх складають 829 тис. тонн. Одне родовище, де розвіданий суглинок, є і в Заріччянському районі. Запаси суглинку в ньому складають 903 тис. тонн.

В декількох родовищах розвіданий суглинок і в Корецькому районі. Запаси суглинку в районі складають 2117 тис. тонн. В доповнення до вже названих цифр запасів суглинку слід додати дані про запаси ще трьох родовищ цього ж району. Ці запаси складають 437 тис. тонн. В семи родовищах Млинівського району розвідані запаси суглинку, які складають 1372 тис. тонн.

Запаси суглинків в Острозькому районі в окремих родовищах складають: Краївське -1144 тис. тонн, Острозьке - I – 530 тис. тонн, Острозьке – II – 639 тис. тонн. В Рівненському районі запаси суглинків розвідані в восьми родовищах і складають 13715 тис. тонн. В Радивилівському районі запаси суглинку складають 2658 тис. тонн. Щодо Сарненського району, то запаси суглинку в ньому були розвідані більш точно. Мергель, суглинок та глина були розвідані в Грушівському, Степанському та Тиннівському родовищах цього району.

Корисні копалини місцевого значення розрізняються за своїм мінералогічним, гранулометричним, хімічним складом, вбирною здатністю. Особливо важливою властивістю копалин місцевого значення є

їх вбирна здатність, яка в найбільшій мірі обумовлюється наявністю фракцій фізичної глини та мулу. Для нейтралізації ґрунтової кислотності важливою ознакою меліорантів є наявність кальцію. До високодисперсних аморфних сполук відносяться також гумусні речовини, вулканічні туфи.

Від вмісту, природи аморфних речовин залежать властивості ґрунтів. На території Рівненської області зустрічаються осадові породи у вигляді вапняків, в тому числі мергелісті вапняки з вмістом глини не більше 15 %, мергелі з вмістом глини до 30 %, глинисті мергелі з вмістом глини до 50 %, вапнякові мергелі з вмістом кальцію більше 50 % та крейда.

Основні поклади мергелю та крейди залягають в Сарненському, Костопільському, Рівненському та Здолбунівському районах. Хімічний склад вапняків та мергелів наводиться в таблиці 1.

Таблиця 1

Вміст основних складових частин у вапняках і мергелях

Назва і місцевість	Хімічний склад %						Втрати при прожаренні
	CaO ₃	MgO	SO ₄	SiC ₂	Al ₂ O ₃	FeO ₃	
Вапняк (с. Денешів)	44,30	Сліди		9,52	-	1,91	41,54
Мергель (с. Багачка)	48,41	1,12	1,15	9,30	1,56	0,64	31,26

Із таблиці видно, що в складі мергелів переважають сполуки CaCO₃-48,4 %, SiO₂-9,3 %, Al₂O₃-1,56 % та MgO – 1,12 %. Поряд з цим, в складі мергелів міститься значна кількість глинистих фракцій, в тому числі мулистих, що дозволяє використовувати ці породи як засіб хімічних і структурних меліорацій ґрунтів.

На території області також зустрічаються значні поклади суглинків. Ці породи зустрічаються в зоні колишнього поширення льодовика на територіях Дубровицького, Зарічнянського, Березнівського, Костопільського, Гоцанського, Рівненського, Млинівського, Острівського та Радивилівського районів. Суглинки мають палево-жовтувате забарвлення. Іноді бувають горизонтально шаруватими. За гранулометричним складом це грубопиловидні легкі суглинки, в більшості випадків – піщані або піщано-легкі суглинки. При їх оглеєнні переважає світлосірий колір з голубуватим відтінком. У лесовидних суглинках зустрічаються карбонати. Аналіз даних по хімічному та гранулометричному складу суглинків проведений нами на основі матеріалів комплексної геологорозвідувальної партії «Північгеологія».

З родовищ, нами аналізувались родовища Сарненського району. Це Грушівське, Тинненське, Степанське родовища. Дані про хімічний склад суглинку Тинненського родовища (табл. 2) говорять про те, що у складі суглинків родовища переважають сполуки SiO_2 – 61,1–84,36 %, за ними йдуть сполуки $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2$ – 7,02–13,54 %, $\text{CaO}+\text{MgO}$ – 0,72–12,04 %. Також, в складі суглинків присутні сполуки $\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3$ – 1,84–3,55 %, $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$ – 0,41–2,69 % та SO_3 – 1,04–1,43 %.

Таблиця 2

**Хімічний склад (%) суглинку родовища Тинненське,
Сарненського району**

Копалина	SiO_2	$\text{Al}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2$	$\text{CaO}+\text{MgO}$	$\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$	SO_3
суглинок	61,1– 84,36	7,02– 13,54	0,72– 12,04	1,84– 3,55	0,41– 2,69	1,04– 1,43

Хімічний склад суглинків Грушівського родовища показує, що у складі суглинку (табл. 3) родовища переважають сполуки SiO_2 – 71,85–74,56 %, Al_2O_3 –6,41–7,09 %, Fe_2O_3 –2,61–2,64 %. В суглинках родовища також присутні TiO_2 –0,49–0,5 %, CaO – 5,18–7,05 % та MgO – 0,69–0,87 %.

Таблиця 3

**Хімічний склад (%) суглинку Грушівського родовища,
Сарненського району**

Копалина	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	SO_3
Суглинок	71,85– 74,56	6,41– 7,09	2,61– 2,64	0,49– 0,5	5,18– 7,05	0,69– 0,87	-

Суглинки Степанського родовища, дані про хімічний склад яких приведений в таблиці 4, свідчать про те, що найбільший вміст в хімічному складі суглинків родовища мають сполуки SiO_2 – 77,7 %, Al_2O_3 – 7,06 %, Fe_2O_3 – 3,23 %. Також у складі суглинків присутні сполуки TiO_2 – 0,52 %, CaO – 3,54 %, MgO – 0,87 %.

Таблиця 4

**Хімічний склад (%) суглинку Степанського родовища,
Сарненського району**

Копалина	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	SO_3
Суглинок	77,7	7,06	3,23	0,52	3,54	0,87	-

Наявність в суглинках та глинах значного вмісту фізичної глини, макроелементів кальцію, магнію, калію дозволяє використовувати їх для структурних меліорацій ґрунтів.

Поряд з цими корисними копалинами місцевого значення на території Рівненської області розвідані значні запаси туфів. Але, за даними геологічного картування, проведеного Рівненською комплексною геологорозвідувальною експедицією, у Волино-Подільському регіоні вулканічні туфи простежуються вздовж західного схилу Українського кристалічного щита у вигляді смуги шириною 1–10 км на глибинах від 5 до 200 м. На денну поверхню туфи виступають лише в 5 км на північний схід від м. Славута Хмельницької області та в базальтових кар'єрах Берестовець, Іванова Долина, Полиці Рівненської області. Туфи залягають шарами, формуючи товщі потужністю від кількох метрів до 140 метрів. Найбільш широко у Волино-Поділлі розповсюджені середньо та дрібноуламкові різновиди вулканічних туфів.

Візуально – це зеленувато-сірі та шоколадно-бурі, відносно м'які гірські породи (за шкалою Ф. Мооса твердість близька 3) із зернистою структурою та смугастою текстурою. Вони являють собою вулканічний попіл та пісок складений пірокластичними уламками розміром від 0,01 мм до кількох міліметрів. Уламки в них представлені магматичними породами: вулканічним склом, базальтами, шлаками, а також мінералами, в основному цеолітами, в меншій кількості – хлоритом і кварцем. За вмістом пет-рогенних оксидів туфи Берестовецької свити в середньому відповідають базальтам вапняно-лужної серії (табл. 5).

Як видно з таблиці 5, в них переважають сполуки SiO_2 – 49,91 %, Al_2O_3 – 15,86 %, Fe_2O_3 – 8,36 %.

Таблиця 5

Хімічний склад (%) туфів Берестовецької свити базальтів на території Рівненської області

Копалина	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	SO_3
туф	49,91	1,97	15,86	8,36	4,45	0,24	8,08	4,34	4,89	1,16	0,18	0,04

Також, в складі туфів присутні сполуки FeO – 4,45 %, MgO – 8,08 %, CaO – 4,34 %, Na_2O – 4,89 %, K_2O – 1,16 %, P_2O_5 – 0,18 %, SO_3 – 0,04 %. Що ж до ємності вбирання, то у глинистих мінералів монтморілонітової групи, які мають дуже високу дисперсність (до 60 % колоїдних часток та до 80 % часток < 0,001 мм) вона складає 80–120 мг. екв. на 100 г

грунту. Ємність вбирання в сапонітових туфах складає 74,7 мг. екв. на 100 г ґрунту. До складу вбирного комплексу входять переважно магній, кальцій, в меншій кількості – натрій та калій.

Позитивні, мінералогічні, хімічні та екологічні властивості туфів волинської серії, зокрема їх висока здатність до сорбції радіонуклідів, дозволяють розглядати дану сировину як корисну копалину, що може служити природним меліорантом радіоактивно забруднених ґрунтів. Проведені дослідження по вивченню запасів, поширення та властивостей копалин місцевого значення засвідчують, що в північних районах області найбільше розвідані і розробляються запаси суглинків, туфів та мергелю. В складі суглинків, туфів та мергелів в значних кількостях знаходяться кальцій, магній, калій, фракції фізичної глини, вторинні мінерали, що дозволяє віднести їх до груп природних сорбентів і, враховуючи їх запаси та поширення, рекомендувати їх для хімічних та структурних меліорацій.

2. Вплив меліорантів на склад та властивості дерново-підзолистого ґрунту

Встановлено, що внесення в ґрунт меліорантів, сорбентів, гною та торфу сприяє збільшенню вмісту в ґрунті гумусу, покращенню властивостей, режимів та процесів ґрунтів. Дослідженнями по вивченню кількості гумусу в дерново-підзолистих ґрунтах західного Полісся встановлено, що вміст його коливається в діапазоні 0,58–4,22 % (табл. 6).

Із таблиці 6 видно, що кількість гумусу в дерново-підзолистих ґрунтах зростає при збільшенні в них вмісту фізичної глини та ступеню зволоженості. У ґрунтових відмінах з вмістом фізичної глини до 10 % вміст гумусу в орному шарі ґрунту коливається в межах від 0,6 до 1,6 %.

Зв'язок між вмістом гумусу в дерново-підзолистих ґрунтах та вмістом фізичної глини описується залежністю, яка має наступний вид для автоморфних ґрунтів:

$$y = 0,2 + 0,072x \quad (1)$$

для гідроморфних ґрунтів:

$$y = -0,1 + 0,11x \quad (2)$$

де: y – вміст гумусу в орному шарі ґрунту (%); x – вміст фізичної глини (%).

Таблиця 6
Вміст та якісний склад гумусу дерново-підзолистих ґрунтів західного Полісся

Населений пункт. Назва ґрунту.	Вміст фізичної глини %	Гумус загальний %	С _{гк} %	С _{фк} %	С _{гк}		С _{гк} зв'язаний з Са	% від С _{гк}
					С _{фк}	С _{гк} зв'язаний з R ₂ O ₃		
с. Дерть дерново-підзолисті глейові	25	0,52	0,13	0,17	0,76	0,10	0,03	23
с. Дерть дерново-гідзолісті глейові	25	0,66	0,24	0,14	1,71	0,22	0,02	8 84
с. Борове дерново-глейові осушені	15	3,91	1,60	0,62	2,58	0,26	1,38	
с. Борове дерново-глейові осушені	15	4,22	1,50	0,99	1,52	0,23	1,23	85
с. Карпівка дерново-підзолисті піщані	19	1,85	0,55	0,53	1,04	0,24	0,31	56
м. Сарни дерново-підзолисті піщані	10	0,93	0,27	0,28	0,96	0,22	0,05	19
с. Бронне дерново-підзолисті піщані	10	0,58	0,17	0,17	1,00	0,15	0,04	21

Кореляційне відношення складає від 0,65 до 0,89. Розрахунки показують, що при вмісті в дерново-підзолистих ґрунтах фізичної глини до 5 % вміст гумусу в них буде коливатись в межах від 0,16 до 0,45 %. Підвищити вміст гумусу на ґрунтах з низьким вмістом фізичної глини можливо за умов внесення в них мулистих та колоїдних часток. Так, внесення в дерново-підзолисті ґрунти меліорантів в досліді № 1 супроводжувалось підвищенням вмісту гумусу (табл. 7).

Із таблиці 7 видно, що внесення в ґрунт 100 т/га суглинку по фоні повного мінерального добрива підвищило вміст гумусу з 0,58 % до 0,83 %. Використання 100 т/га суглинку в поєднанні з мінеральними та органічними добривами забезпечувало подальше зростання вмісту гумусу. Приріст гумусу на даному варіанті в порівнянні з фоном складав 0,3 %. Найвищий вміст гумусу-0,95 %, спостерігається на варіанті з внесенням суглинку, мінеральних та органічних добрив та вапнякових матеріалів.

Внесення меліорантів суттєво впливає також на якісний склад гумусу. Із таблиці 7 видно, що внесення в ґрунт суглинку і добрив забезпечує зростання в складі гумусу гумінових кислот, кислот зв'язаних з кальцієм, що свідчить про покращення умов гумусонакопичення в ґрунтах та його якісного складу. Поряд з цим, нами встановлений позитивний вплив меліорантів на фізико-хімічні властивості дерново-підзолистих ґрунтів (таблиця 8). Найбільш суттєві зміни фізико-хімічних показників спостерігаються на варіанті з внесенням суглинку, гною, вапнякових матеріалів по фоні мінеральних добрив. На цьому варіанті має місце підвищення кислотності до 5,07 проти 4,77 на контролі, підвищення ємності вбирання з 2,8 до 4,56 мг-екв. на 100 г ґрунту, зростання обмінного кальцію на 1,8 мг-екв. на 100 г ґрунту.

Встановлено, що внесення меліорантів покращує також поживний режим дерново-підзолистих ґрунтів (таблиця 9). Із таблиці видно, що внесення 100 т/га суглинку в поєднанні з органічними та мінеральними добривами покращує азотний та калійний режими цих ґрунтів. Так, якщо на контролі вміст легкогідролізованого азоту складав 43,4–53,2 мг/кг ґрунту, то на варіантах з внесенням меліорантів він піднімався до показників 61,6–65,8 мг/кг ґрунту. Внесення меліорантів мало змінило вміст рухомого фосфору, але суттєво покращило їх калійний режим. На варіантах з внесенням меліорантів вміст рухомого калію зріс з 77,8–102,0 мг/кг до 171–210 мг/кг ґрунту.

Таблиця 7

Вплив добрив та меліорантів на якісний склад гумусу Дослід № 1

Населений пункт. Назва ґрунту.	Гумус загальний %	C _{ГК} %	C _{ФК} %	C _{ГК} / C _{ФК}		Сгк зв'язаний з R ₂ Oз	Сгк зв'язані з Са
Контроль	0,58	0,16	0,18	0,88	0,15	0,04	
K ₆₀ P ₉₀ K ₁₂₀ (Фон)	0,60	0,17	0,20	0,85	0,12	0,05	
Фон+100т/га суглинку	0,83	0,20	0,25	0,80	0,17	0,05	
Фон+100т/га суглинку + 30 т/га торфу	0,86	0,35	0,34	1,02	0,29	0,06	
Фон+100т/га суглинку+60т/га гною	0,89	0,34	0,36	0,94	0,27	0,07	
Фон+100т/га суглинку + 60 т/га гною + 3 т/га СаСО ₃	0,95	0,37	0,35	1,06	0,20	0,17	

Таблиця 8

Вплив меліорантів на фізико-хімічні властивості дерново-підзолистих піщаних ґрунтів досліді № 2

Варіанти досліді	рН _{сол}	Са ²⁺	Mg ²⁺	Hг	Е	Са від Е
		мг-екв. на 100г ґрунту				
Контроль	4,77	0,56	0,50	1,74	2,80	20,0
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	4,69	0,68	0,62	1,65	2,95	23,0
(Фон)	4,67	1,18	0,62	1,95	3,75	31,4
Фон+100 т/га суглинку	4,80	1,25	0,25	1,74	3,24	38,6
Фон+100 т/га суглинку + 30 т/га торфу	4,92	1,25	0,25	1,87	3,37	37,1
Фон+100 т/га суглинку + 60 т/га гною	4,86	1,62	0,44	1,91	3,97	40,8
Фон+100 т/га суглинку + 60 т/га гною + 3 т/га СаСО ₃	5,07	2,16	0,44	1,96	4,56	47,4

Таблиця 9

**Вплив меліорантів на вміст поживних елементів
в дерново-підзолистих ґрунтах досліді № 1, мг/кг**

Варіанти досліді	Шар ґрунту, см.	Легкогідролізований азот		P ₂ O ₅		K ₂ O	
		липень	вересень	липень	вересень	липень	вересень
Контроль	0-20	43,4	53,2	57,2	8,7	77,8	102,0
	20-40			40,9	18,6	50,2	34,0
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0-20	54,6	42,0	50,6	32,0	85,2	68,0
	20-40			38,6	16,5	32,6	23,0
N ₉₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀ (Фон)	0-20	42,0	51,8	70,4	21,6	138,2	142,0
	20-40			54,3	27,5	25,1	33,0
Фон+100 т/га суглинку	0-20	50,4	56,0	54,6	32,0	110,8	1220
	20-40			49,2	30,3	42,2	23,0
Фон+100 т/га суглинку + 30 т/га торфу	0-20	61,6	56,0	29,9	29,6	186,4	190,0
	20-40			27,6	36,0	20,0	28,0
Фон+100 т/га суглинку + 60 т/га гною	0-20	49,0	65,8	24,0	27,5	176,3	115,0
	20-40				35,3	17,6	250,0
Фон+100 т/га суглинку + 60 т/га гною + 3 т/га CaCO ₃	0-20	61,6	65,8	26,0	33,5	171,4	210,0
	20-40			18,4	30,3	20,0	25,0

Таким чином, встановлено, що внесення в дерново-підзолисті ґрунти меліорантів супроводжується покращенням складу ґрунту за рахунок зростання вмісту гумусу та поліпшення його якості, покращенням водно-фізичних та фізико-хімічних показників в наслідок підвищення їх вологості, зниження кислотності та нагромадженню елементів живлення.

3. Вплив добрив та меліорантів на врожайність сільськогосподарських культур та надходження до них радіонуклідів

3.1. Вплив меліорантів на врожайність сільськогосподарських культур

Як відомо, одним із заходів підвищення потенційної та ефективної родючості дерново-підзолистих ґрунтів легкого грануло-

метричного складу є збагачення їх органічною речовиною та колоїдними частками [9].

Дані досліджень показують, що внесення в ґрунт гною, меліорантів (суглинку, сапропелю, торфу) суттєво покращує склад цих ґрунтів та сприяє росту врожайності сільськогосподарських культур на 20–30 % [7]. Аналогічні результати по впливу меліорантів на урожайність сільськогосподарських культур отримані в польовому досліді № 1 (табл. 10).

Таблиця 10

**Вплив добрив та меліорантів на зміну врожайності
і вмісту радіоцезію, %. Дослід № 1**

№	Варіанти	Вико-вівсяна суміш		Кукурудза	
		Урожай- ність	Вміст радіо- нуклідів	Урожай- ність	Вміст радіо- нуклідів
1	Контроль	100	100	100	100
2	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	128	70	150	80
3	N ₉₀ P ₁₆₀ K ₁₈₀ (Фон)	149	53	173	63
4	Фон +100 т/га суглинку	174,8	40	223	50
5	Фон +100 т/га суглинку +30 т/га торфу	224	37	255	37
6	Фон +100 т/га суглинку +60 т/га гною	255	12	297	35
7	Фон +100 т/га суглинку + 60 т/га гною + 3 т/га СаСО ₃	294	12	354	26

Із таблиці 10 видно, що врожайність на варіанті без добрив у вівсяно-горохової суміші складала 66,2 ц/га, а по кукурудзі 98,3 ц/га, відповідно. Внесення мінеральних добрив в нормі N₉₀ P₉₀ K₉₀ підвищило урожайність цих культур на 28 і 50 %, відповідно. Подвоєння норми внесення фосфорно-калійних добрив на фоні азотних супроводжувалось подальшим ростом урожайності вико-вівсяної суміші та кукурудзи. Прибавка врожаю, при цьому, була 49 % по ви-ко-вівсяній суміші та 173 % по кукурудзі.

Внесення меліорантів суглинку, суглинку в поєднанні з торфом, гноем та вапнякових матеріалів забезпечувало подальше зростання врожайності цих культур. Так, на варіанті з внесенням 100 т/га суглинку по фоні повного мінерального добрива урожайність

культур в порівнянні з фоном зростала: по вико-вівсяній суміші на 74,8 %, по кукурудзі – на 113 %.

Внесення суглинку в поєднанні з торфом та гноєм забезпечувало отримання достовірних приростів врожаю вико-вівсяної суміші та кукурудзи. Найвищу врожайність сільськогосподарських культур забезпечувало внесення в ґрунт по фоні мінеральних добрив 100 т/га суглинку в поєднанні з 60 т/га гною та 3 т/га CaCO₃. При внесенні цих сумішей була отримана врожайність вико-вівсяної суміші на рівні 200 ц/га, кукурудзи – 300 ц/га, а приросток врожаю складала відповідно 104 % і 254 %.

Слід зауважити, що зростання врожайності на цій ділянці забезпечувалось за рахунок підвищення вмісту в ґрунті рухомих сполук азоту, фосфору, калію та гумусу та зниженням кислотності цих ґрунтів. Подібні результати по впливу меліорантів на врожайність сільськогосподарських культур отримані нами в польовому досліді № 2.

Результати по впливу меліорантів на урожайність сільськогосподарських культур отримані в польовому досліді № 2 (табл. 11), показують, що на варіанті без добрив урожайність кукурудзи складала 92,4 ц/га. Внесення мінеральних добрив в нормі N₆₀ P₉₀ K₁₂₀ в поєднанні з 30 т/га торфу підвищило врожайність цієї культури на 18 %.

Внесення меліорантів суглинку в нормі 100 т/га по фоні мінеральних добрив, 200 т/га суглинку та 300 т/га суглинку супроводжувалось подальшим ростом урожайності кукурудзи. Приросток врожаю кукурудзи, при цьому, складала від 83 % до 196 %, відповідно. Внесення меліорантів суглинку, мергелю, туфу забезпечувало подальше зростання врожайності сільськогосподарських культур.

Внесення збільшеної дози суглинку, мергелю та туфу забезпечувало отримання достовірних приростів врожаю по картоплі та кукурудзі. Так, при внесенні суглинку в нормі 200 т/га та 300 т/га по фоні мінеральних добрив була отримана приросток врожаю по картоплі 50 % та 139 % відповідно. По кукурудзі з тими ж нормами меліорантів – 186 % та 196 % відповідно. Внесення мергелю в нормі 40 т/га та 80 т/га по фоні мінеральних добрив дало приросток врожаю по картоплі 100 % та 121 %, а по кукурудзі 236 % та 244 % відповідно.

Внесення туфу в нормі 10 т/га та 20 т/га по фоні мінеральних добрив не забезпечило підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Приросток врожаю на цих варіантах по картоплі складала 110 %, по кукурудзі – 199 %.

Таблиця 11

**Вплив добрив та меліорантів на зміну урожайності
і вмісту радіоцезію, % Дослід № 2**

№	Варіанти	Картопля		Кукурудза	
		Урожай- ність	Вміст радіо- нуклідів	Урожай- ність	Вміст радіо- нуклідів
1	Контроль	100	100	100	100
2	N ₆₀ P ₉₀ K ₁₂₀ + 30т/га торфу (Фон)	122	94	218	80
3	Фон +100 т/га суглинку	133	88	283	72
4	Фон + 200 т/га суглинку	150	21	286	36
5	Фон + 300 т/га суглинку	239	16	296	32
6	Фон + 40 т/га мергелю	200	12,5	336	8
7	Фон + 80 т/га мергелю	221	17,5	344	7
8	Фон +10 т/га туфу	210	10	299	10
9	Фон + 20 т/га туфу	191	11,2	254	8
10	Фон + 40 т/га мергелю + 70 т/га суглинку	205	17	232	9

Найбільшу врожайність картоплі та кукурудзи забезпечувало внесення в ґрунт по фоні мінеральних добрив 300 т/га суглинку, 40–80 т/га мергелю та 10 т/га туфу. При внесенні цих меліорантів отримана врожайність по кукурудзі 400 ц/га; картоплі – 220 ц/га.

Виходячи з цього, слід відмітити, що зростання врожайності на варіантах з внесенням суглинку, мергелю та туфу забезпечується за рахунок покращення агроекологічних показників ґрунту і насамперед збільшення фракцій фізичної глини, зменшення кислотності, покращенню властивостей ґрунтів.

3.2. Вплив меліорантів на надходження радіонуклідів в сільськогосподарські культури

Внесення в дерново-підзолисті ґрунти меліорантів у вигляді суглинків, мергелів, туфів, торфу супроводжується не тільки ростом урожайності сільськогосподарських культур, а й зменшенням надходження радіонуклідів в основну та побічну продукцію. Так, в умовах Житомирської області при щільності забруднення дерново-підзолистого ґрунту біля 5 Кі/км² мало місце зменшення надходження цезію-137 в вико-вівсяну суміш та кукурудзу (таблиця 11).

Так, внесення мінеральних добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ супроводжувалось зниженням надходження його в вико-вівсяну суміш на 30 % порівняно з контролем без добрив, а при вирощуванні кукурудзи на 20 % відповідно. Внесення підвищеної норми фосфорно-калійних добрив сприяло зниженню в середньому за період досліджень вмісту цезію в вико-вівсяній суміші на 30 %, у кукурудзі – на 37 %.

Застосування суглинку по фоні мінеральних добрив привело до подальшого значного зниження вмісту цезію-137 в вико-вівсяній суміші на 60 %, у кукурудзі на 50 % відповідно. Застосування торфу в поєднанні із суглинком забезпечувало суттєве зниження надходження цезію лише по кукурудзі. Застосування гною виявилось більш ефективним при внесенні його під вико-вівсяну суміш. Зниження надходження цезію-137 на цьому варіанті складало 18 % порівняно з контролем.

В досліді № 1 при вирощуванні вико-вівсяної суміші та кукурудзи найбільший ефект отриманий при комплексному застосуванні суглинку, органіки та вапнякових матеріалів. На цьому варіанті отриманий урожай з найнижчим вмістом цезію-137 в сільськогосподарській продукції. Зниження надходження цезію-137 на цих варіантах в порівнянні з контролем складало для вико-вівсяної суміші в 8,3 рази, а по кукурудзі – в 3,8 рази.

Подібні результати по впливу меліорантів на надходження радіонуклідів до сільськогосподарських культур отримані нами в досліді № 2 (таблиця 11). Як видно з даних таблиці, надходження цезію-137 в значній мірі обумовлювалось внесенням мінеральних добрив та торфу. Так, внесення мінеральних добрив в нормі $N_{60}P_{90}K_{120}$ в поєднанні з 30 т/га торфу забезпечувало зменшення вмісту радіоцезію в картоплі на 6 %, кукурудзі – на 20 %.

Застосування суглинку по фоні мінеральних добрив та торфу привело до подальшого зменшення його вмісту в сільськогосподарських культурах. Так, при нормі суглинку 100 т/га відмічалось зменшення радіоцезію в картоплі на 12 %, кукурудзі – на 28 %.

Внесення в дерново-підзолисті ґрунти 200–300 т/га суглинку забезпечувало подальше зменшення вмісту радіоцезію як в картоплі так і в кукурудзі, відповідно на 84–64 %. Найкращий ефект по зниженню надходження цезію-137 отриманий при внесенні під картоплю та кукурудзу по фоні 40 т/га мергелю.

Кратність зниження надходження радіоцезію на цьому варіанті по картоплі складає в 8 разів, кукурудзі – 12,5 рази.

Внесення туфу по фоні 10–20 т/га було рівноцінним за ефектом зниження надходження цезію-137 внесенню 40 т/га мергелю.

Внесення 40 т/га мергелю та 70т/га суглинку за ефектом зниження рівноцінне внесенню 40 т/га мергелю, але значно перевищує варіанти з внесенням 100 т/га суглинку по фону N₆₀ P₉₀ K₁₂₀ та 30 т/га торфу.

Таким чином, проведені дослідження показують, що використання корисних копалин місцевого значення, поклади яких в зоні Полісся дуже значні, є доцільним, так як дозволяє знижувати надходження цезію-137 в сільськогосподарські культури в 5–7 разів.

3.3. Розробка методики прогнозування вмісту радіонуклідів в сільськогосподарській продукції.

Відомі методики та методи прогнозування вмісту радіонуклідів в сільськогосподарській продукції та культурах, які базуються на розрахунку вмісту радіонуклідів в сільськогосподарську продукцію та культури, які базуються на розрахунку вмісту радіонуклідів з використанням показників щільності, забруднення ґрунту, коефіцієнту переходу радіонуклідів до культур [10; 11].

Відомі також методи розрахунку вмісту радіонуклідів в культурах, в основу яких покладено використання рівнянь залежності цього показника від наявності в ґрунті сполук азоту, фосфору, калію та кислотності ґрунту.

Складання прогнозу в цьому випадку ускладнюється підбором коефіцієнтів переходу для окремих відмін і різновидностей дерново-підзолистих ґрунтів та затратою часу і коштів на визначення показників властивостей ґрунту.

В зв'язку з цим, виникає необхідність у розробці і використанні більш простих і надійних методик і методів прогнозу надходження радіонуклідів до сільськогосподарських культур на дерново-підзолистих ґрунтах Полісся.

Методика складання прогнозу полягає в тому, що для побудови номограм використовуються вже обраховані значення вмісту цезію-137 в сільськогосподарській продукції та значення показників родючості дерново-підзолистих ґрунтів. На основі цих даних і будуються номограми. Методика складання прогнозу вмісту радіонуклідів в сільськогосподарській продукції описана в літературі [7], тому в даному випадку ми не будемо наводити її повністю.

В основу розробки методики і методу покладені дані обстежень полов 42 господарств Рівненської і Житомирської областей. За основні показники вибрані: вміст фізичної глини, вміст гумусу, ступінь оглеєності, що найбільш повно характеризує склад та генезис цих

ґрунтів. Інформація про них міститься в генетичній назві ґрунту та картографічних матеріалах агрохімічних турів обстеження.

Математична обробка експериментальних даних та даних 42 господарств показує, що залежність надходження радіонуклідів до сільськогосподарських культур в залежності від оглеєності, вмісту фізичної глини та гумусу описується рівнянням гіперболи, а ступінь оглеєння – рівнянням параболу другого порядку.

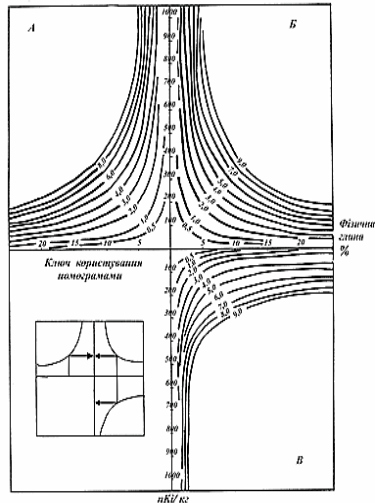


Рис. 2. Номограми визначення вмісту Cs-137 (nCi/kg) в сільськогосподарських культурах, в дерново-підзолистих ґрунтах різного гранулометричного складу: А – багаторічні трави; Б – викасуміш; В – овес. (Веремеєнко С.І., Мороз О.С.)

Кореляційні відношення отриманих залежностей коливаються в межах 0,89–0,98, що свідчить про тісний зв'язок між вказаними факторами (табл. 12).

Дані прогнозу за допомогою математичних рівнянь, які наведені в таблиці 13, дозволяють розраховувати прогнозне значення вмісту цезію-137 в сільськогосподарських культурах. Але, даний метод розрахунку, хоча він є дуже зручним, одночасно є дуже громіздким, а значить збільшує час на складання подальшого прогнозу. Виходячи з цього, пропонується більш швидкий метод складання прогнозу вмісту радіонуклідів в сільськогосподарській продукції. Таким методом є графічний метод.

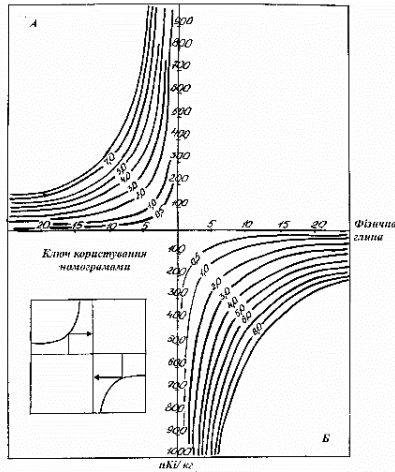


Рис. 3. Номограми визначення вмісту Cs-137 (nKi/кг) в ільськогосподарських культурах, в дерново-підзолистих ґрунтах різного гранулометричного складу: А – природні трави; Б – конюшина. (Веремєєнко С.І., Мороз О.С.)

Суть його полягає в тому, що щільність забруднення сільськогосподарської продукції радіонуклідами можна визначити за допомогою номограм.

Номограми будуються на основі обрахованих значень вмісту цезію-137 при різній щільності забруднення за рівняннями наведеними в таблиці 12.

Таблиця 12

Математичні моделі вмісту Cs-137 в сільськогосподарських культурах в залежності від показників родючості дерново-підзолистих ґрунтів

Показники	Багаторічні трави	Виковівсяна суміш	Овес
Вміст фізичної глини, %	$y = \frac{21,9 + 469}{x}$	$y = \frac{15,9 + 435,5}{x}$	$y = \frac{21,6 + 132,4}{x}$
Вміст гумусу, %	$y = 1,48 + \frac{30,5}{x}$	$y = 21,87 + \frac{35,6}{x}$	$y = 4,95 + \frac{8,05}{x}$
Ступінь оглеєння, %	$y = 2307x^2 - 4337x + 2283$	$y = 370x^2 - 670x + 342$	$y = 374x^2 - 679x + 340$

При цьому, криві номограм будуються відповідно для кожної щільності забруднення від $0,5 \text{ Ки/км}^2$ до 10 Ки/км^2 . Номограми представлені на рисунках (рис. 2–6) з наведеним ключом користування.

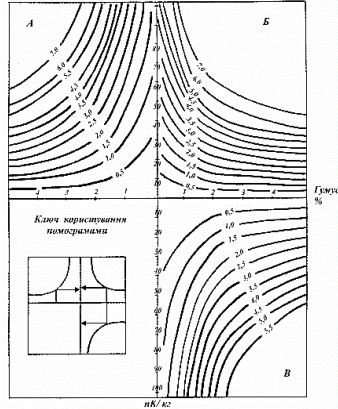


Рис. 4. Номограми визначення вмісту Cs-137 (nKi/kg) в сільськогосподарській продукції, в дерново-підзолистих ґрунтах в залежності від вмісту гумусу: А – багаторічні трави; Б – овес; В – викосуміш (Веремєєнко С.І., Мороз О.С.)

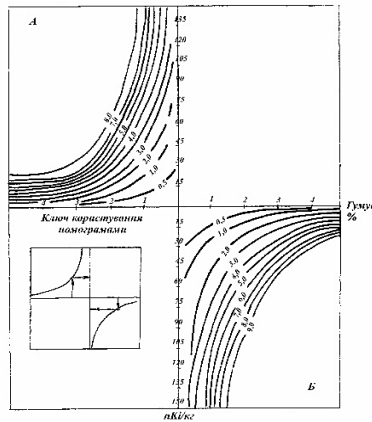


Рис. 5. Номограми визначення вмісту Cs-137 (nKi/kg) в сільськогосподарській продукції, в дерново-підзолистих ґрунтах в залежності від вмісту гумусу: А – природні трави; Б – конюшина (Веремєєнко С.І., Мороз О.С.)

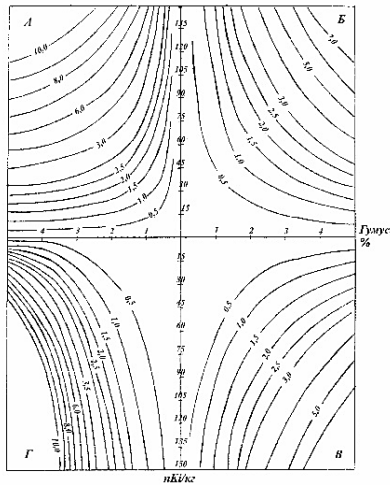


Рис. 6. Номограми визначення вмісту Cs-137 (нКі/кг) в сільськогосподарській продукції, в дерново-підзолистих ґрунтах в залежності від вмісту гумусу: А – жито; Б – картопля; В – кукурудза на з.м.; Г-льон. (Веремеєнко С.І., Мороз О.С.)

Наприклад, якщо ґрунт з щільністю забруднення 1 Ки/км^2 має оглеєність $0,8 \text{ м}$, вміст фізичної глини – 7% та вміст гумусу – $1,5 \%$, то надходження цезію-137 до багаторічних трав (сіно), згідно номограм буде складати в залежності від оглеєння 260 нКі/кг , від вмісту фізичної глини – 70 нКі/кг та по вмісту гумусу – 23 нКі/кг .

Розрахунок вмісту цезію-137 в багаторічних травах згідно рівнянь (табл. 12) засвідчує, що при цих же показниках родючості рівень забруднення буде складати по оглеєності – $263,8 \text{ нКі/кг}$, по вмісту фізичної глини – $70,1 \text{ нКі/кг}$, по вмісту гумусу – $21,8 \text{ нКі/кг}$.

Отримані результати несуттєво відрізняються від величин отриманих згідно запропонованого графічного методу. Виходячи з цього, розроблений графічний метод встановлення щільності забруднення сільськогосподарських культур пропонується для використання у фермерських та кооперативних господарствах.

Поряд з цим, нами для більш точного прогнозу вмісту радіонуклідів в сільськогосподарській продукції запропонована залежність, яка враховує вміст в ґрунті гумусу та фізичної глини. Залежність має вигляд багаточлену:

$$y = a + bx_1 + cx_2 \quad (3)$$

де y – вміст в сільськогосподарській продукції цезію-137 (пКі/кг);
 x_1 – вміст гумусу (%); x_2 – вміст фізичної глини (%);
 a, b, c – коефіцієнти залежності.

Для багаторічних трав рівняння має вигляд:

$$y = -31050,31 + 4333,35x_1 + (-46747,83)x_2 \quad (4)$$

За даними, отриманими в результаті розрахунку по залежності (4) та рівняннями, наведеними в таблиці 13, при вмісті в ґрунті гумусу 1% і 10% фізичної глини видно, що різниця по розрахованих величинах складає 3 пКі/км.

Таким чином, проведені дослідження показують, що внесення в дерново-підзолисті ґрунти меліорантів (суглинку, мергелю, торфу та туфу) сприяє підвищенню врожайності сільськогосподарських культур та зниженню надходження цезію-137 до рослинницької продукції.

Найвищу врожайність сільськогосподарських культур та найбільше зменшення міграційної здатності цезію-137 в системі ґрунт-рослина забезпечує внесення під сільськогосподарські культури 300 т/га суглинку на цих ґрунтах, 40 т/га мергелю або 10 т/га туфу по фоні повного мінерального добрива.

Таким чином, проведені дослідження показують, що найкращий вплив на врожайність сільськогосподарських культур отриманий при внесенні 300 т/га суглинку, 40 т/га мергелю або 10 т/га туфу на фоні мінеральних добрив. При тих самих дозах меліорантів спостерігається зменшення вмісту радіонуклідів в 5–7 разів.

Висновки

В результаті аварії на ЧАЕС виникла нова екологічна проблема ґрунтів Західного Полісся України – забруднення їх радіонуклідами.

Більша половина (до 60%) території Полісся зайнята дерново-підзолистими ґрунтами, які характеризуються цілим рядом властивостей, що спричиняють швидку міграцію радіонуклідів в системі «ґрунт-рослина».

Особливе місце в окультуренні дерново-підзолистих ґрунтів та зниження надходження радіонуклідів до рослин повинно відводитись покращенню їх складу шляхом внесення різного роду меліорантів – проведенням структурних меліорацій.

Проведені дослідження по вивченню запасів, поширення та властивостей копалин місцевого значення засвідчують, що в північних районах області найбільше розвідані і розробляються запаси суглинків, туфів та мергелю. В складі суглинків, туфів та мергелів в значних кількостях знаходяться кальцій, магній, калій, фракції фізичної глини, вторинні мінерали, що дозволяє віднести їх до груп природних сорбентів і, враховуючи їх запаси та поширення, рекомендувати їх для хімічних та структурних меліорацій.

Встановлено, що внесення в дерново-підзолисті ґрунти меліорантів супроводжується покращенням складу ґрунту за рахунок зростання вмісту гумусу та поліпшення його якості, покращенням водно-фізичних та фізико-хімічних показників в наслідок підвищення їх вологоємності, зниження кислотності та нагромадженню елементів живлення.

Таким чином, проведені дослідження показують, що найкращий вплив на врожайність сільськогосподарських культур отриманий при внесенні 300 т/га суглинку, 40 т/га мергелю або 10 т/га туфу на фоні мінеральних добрив. При тих самих дозах меліорантів спостерігається зменшення вмісту радіонуклідів в 5–7 разів.

На основі досліджень була розроблена методика по прогнозуванню вмісту радіонуклідів в сільськогосподарській продукції.

Список використаних джерел:

1. Кауричев И. С., Орлов Д. С. Окислительно-восстановительные процессы и их роль в генезисе и плодородии почв. М. : Колос, 1982. 247 с.
2. Обеспеченность почв УССР макро-и микроэлементами / Носко Б. С. и другие. К. : Урожай, 1988. Т. 2. С. 19–34.
3. Веремеенко С. И. Экологические принципы мелиорации и окультуривания почв Полесья Украины. *Биоконверсия органических отходов и охрана окружающей среды* : сборник материалов Киев, 1996. С. 199.
4. Смаглий А. Ф. Предварительные итоги научных исследований поведения радионуклидов в сельскохозяйственной цепи: почва – растения – животные – продукция животноводства. *Проблемы сельскохозяйственной радиоэкологии – пять лет спустя после аварии на ЧАЭС* : тезисы докладов региональной научно-практической конференции. Житомир, 1991. С. 13–18.
5. Вознюк С. Т. Торфяные почвы Полесья и лесостепи УССР (свойства, окультуривание и повышение эффективности плод-

родия) : автореф. дис. на соискание уч. степени д-ра с.-х. наук : 53.20.00. / Харьковский ордена Трудового Красного Знамени сельскохозяйственный институт имени В. В. Докучаева. Харьков, 1969. 37 с.

6. Чтобы не убывало плодородие земли / В. В. Медведев, Г. М. Кривоносова, П. И. Кукоба и др.; под ред. В. В. Медведева. К. : Урожай, 1989. С. 45–46.

7. Вознюк С. Т. Геохимические особенности и плодородие почв УССР. *Труды Харьковского СХИ им. В.В. Докучаева*. Харьков, 1969. Т. 23 (90). С. 83–93.

8. Вознюк С. Т., Клименко Н. А. Окислительно-восстановительный режим осушаемых торфяных почв Полесья УССР. *Почвоведение*, 1983. № 3. С. 127–133.

9. Веремеенко С. И. Гумусовое состояние мелиорируемых черноземов. *Мелиорация и освоение тяжелых грунтов*. Ровно, 1990. С. 34.

10. Веремеенко С. І. Еволюція та управління продуктивністю ґрунтів Полісся України : монографія. Луцьк : Надстир'я, 1997. 314 с.

11. Клименко О. М., Мороз О. С. Особливості меліорації забруднених радіонуклідами ґрунтів Західного Полісся. *Вісник УДАВГ*. 1997. № 1. С. 73–76.