

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

ПОГОДЖЕНО
Декан агробіологічного факультету

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри

(назва кафедри)

(підпис)

(ім'я ПРІЗВИЩЕ)

— ” _____ 20__ р.

(підпис)

(ім'я ПРІЗВИЩЕ)

— ” _____ 20__ р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему —**Рекультивация земель порушених внаслідок військових дій**—

Спеціальність — 201 «Агрономія»

Освітня програма — «Агрохімія і ґрунтознавство»

Орієнтація освітньої програми — освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

доктор с.-г. наук, професор _____ Віктор ЗАБАЛУЄВ

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

доктор с.-г. наук, професор _____ Віктор ЗАБАЛУЄВ

Виконав _____ **Олександр ЗАГИНАЙКО**

КИЇВ – 2025

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
кандидат с.-г. наук, доцент

Ростислав БОГДАНОВИЧ

— ” _____ 2025 р.

З А В Д А Н Н Я

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧУ

Загинайко Александру Сергійовичу

Спеціальність — 201 «Агрономія»

Освітня програма — «Агрохімія і ґрунтознавство»

Орієнтація освітньої програми — освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи «Рекультивация земель порушених внаслідок військових дій» затверджена наказом від «12» грудня 2024 р. № 2220

Термін подання завершеної роботи на кафедру — 1.12.2025 р.

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: матеріали ґрунтового обстеження мілітарно пошкодженої земельної ділянки поля №3 польової сівозміни агрофірми «Катеринівська» Нікопольського району Дніпропетровської області

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Аналіз літературних джерел з теми роботи.
2. Розробка заходів з інженерно-технічної рекультивациі механічно пошкодженої земельної ділянки поля №3 польової сівозміни.
3. Підбір рослин-фітомеліорантів для біологічного етапу рекультивациі порушеної земельної ділянки
4. Розробка фітомеліораційних заходів з біологічної рекультивациі механічно пошкодженої земельної ділянки поля №3 польової сівозміни.

Дата видачі завдання «12.12.2024 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____ Віктор ЗАБАЛУСВ
(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____ Олександр ЗАГИНАЙКО

Зміст

	Стор
Вступ.....	5
Розділ 1. Аналіз літературних джерел за темою дослідження...	7
Розділ 2. Природні умови і характеристика об'єктів дослідження.....	20
2.1. Клімат.....	20
2.2. Рослинність	23
2.3. Ґрунти території досліджень	24
2.3.1. Визначення параметрів (глибини) гумусованого шару ґрунту, на землях, пошкоджених воєнними діями які підлягають рекультивації.....	26
Розділ 3. Принципи конструювання техноземних ґрунтів на земельних ділянках, механічно пошкоджених бойовими діями	28
3.1. Гумусована ґрунтова маса як субстрат для конструювання техноземних ґрунтів	28
3.2. Можливість використання потенційно родючих гірських порід як субстратів для конструювання техноземних ґрунтів.....	29
3.3. Меліоративні матеріали, використання яких здатні покращити властивостей техноземів.....	32
3.4. Моделі техноземних ґрунтів для рекультивації техногенно пошкодженого ґрунтового покриву, у т.ч. воєнними діями.	33
3.5. Заходи із запобігання просідання поверхні рекультивованої земельної ділянки.....	35
Глава 4. Розробка рекультиваційних і фітомеліоративних заходів з відновлення родючості земельної ділянки, порушеної воєнними діями.....	38
4.1. Роботи на інженерно-технічному етапі рекультивації.....	41
4.2. Біологічний етап рекультивації.....	43
4.3. Асортимент рослин для фітомеліорації порушеної ділянки...	44
4.4. Оптимальне чергування агроценозів на земельних ділянках, де здійснювали рекультивацію	46
Висновки і пропозиції виробництву.....	48
Використані літературні джерела.....	50

ВСТУП

Воєнна агресія росії обумовила масштабні руйнації ґрунтового покриву України. Воєнні дії як антропогенно керований чинник спричиняють масштабні некеровані деградації ґрунтів, що ускладнює, а в гіршому випадку – унеможлиблює виконання ґрунтом їх біосферно-екологічних та продуктивних функцій, відновлення яких потребує впровадження комплексних заходів з їх відновлення (рекультивації, консервації) з метою мінімізації чи усунення цього негативного впливу.

У зонах активних бойових дій фіксуються прояви різних видів деградації ґрунтів: механічної (порушення ґрунтового профілю, винос на поверхню та перемішування ґрунтової маси та ґрунтотвірної породи, поширення на територію, яка перевищує в кілька разів площу порушення, поява невластивих природному ґрунту включень військового походження), фізичної (ущільнення, знеструктурення); хімічної (забруднення), фізико-хімічної (дегуміфікація, підкислення, підлуження); біологічної (зменшення біорізноманіття), що у сукупності складає новий тип деградації - воєнний

Бойові дії в Україні охоплюють значні території в зонах поширення чорноземних ґрунтів із високою потенційною родючістю. Це призводить до широкомасштабної руйнації ґрунтового покриву з притаманними ґрунту високопродуктивними та екологічно-відновлювальними функціями, до деформацій поверхні, захаращення та вивертання на поверхню низькородючих і безплідних гірських порід, часто забруднених токсичними хімічними речовинами. Негативність цих чинників посилюється пірогенним впливом, що полягає у випалюванні/вигоранні поверхні ґрунту, що також посилює вірогідність розвитку вітрової та водної ерозії. Переущільнення ґрунту призводить до втрати зниження родючості і врожаю впродовж наступних років. Ці впливи суттєво розповсюджені на орних землях внаслідок ведення бойових дій, насамперед в регіонах, де відбувалися і відбуваються позиційні бої, де війська знаходяться понад один місяць. На таких землях фіксується затримка росту і розвитку рослин порівняно з непорушеними ґрунтами.

Згідно із Законом України «Про охорону земель» (2003) деградація ґрунтів полягає у погіршенні корисних властивостей та родючості ґрунту внаслідок впливу природних чи антропогенних факторів, тобто відбувається погіршення реалізації біосферно-екологічних та/або продуктивних функцій ґрунтів під впливом прискорення, уповільнення, викривлення природних або усталених елементарних ґрунтових процесів. Тому актуальними є дослідження з вивчення наслідків механічного руйнування ґрунтового покриття, впливу переуцільнення на ґрунти та розвиток культурних рослин, а також на урожайність культур. Також ґрунти у зонах ведення бойових дій містять різну кількість включень - снарядів та їх уламків, які, хоч і є відносно інертними, проте перешкоджають проведенню обробітку ґрунту, можуть зберігати вибухові уражуючі властивості.

Метою магістерської роботи є аналіз чинників, що обумовлюють деградації ґрунтового покриву внаслідок воєнних дій, а також розробка заходів на прикладі конкретної порушеної воєнними діями земельної ділянки щодо її реабілітації, рекультивації і подальшого раціонального використання для виробництва продукції рослинництва.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ЗА ТЕМОЮ ДОСЛІДЖЕННЯ

Аналіз літературних джерел зі впливу воєнних дій на ґрунти України свідчить про занепокоєність громадськості та науковців із-за поширення негативного впливу через пошкодження, псування і забруднення сільськогосподарських угідь на значних площах, що унеможлиблює їх раціональне використання. Фахівці Київської школи економіки стверджують, що під ризиком пошкодження та забруднення опинилося майже 200 тисяч квадратних кілометрів земель – близько 30% всієї території України. З них на понад 20 тисяч квадратних кілометрів фіксується пошкодження до 75% площі. Загальні збитки від цих пошкоджень та порушень ґрунтів внаслідок військових дій оцінюються в 9,8 млрд. дол. США [22, 24]. Ці загрозові показники унеможливають раціональне безпечне використання пошкоджених і зіпсованих угідь, що обумовлює необхідність проведення рекультивації, розмінування територій та знешкодження боєприпасів.

Під терміном «*деградовані землі*» розуміємо земельні ділянки, на яких унаслідок природних процесів або антропогенного впливу (до якого можна зарахувати і воєнний вплив) порушений поверхневий профіль або погіршений якісний стан ґрунтового покриву [8, 13, 20].

До складу деградованих земель України належать: земельні ділянки, поверхневий профіль яких порушений унаслідок землетрусу, зсувів, ерозії, карстоутворення, повеней, добування корисних копалин відкритим способом та інших природних процесів і господарської діяльності; земельні ділянки з еродованими, дефльованими, перезволоженими, з підвищеною кислотністю і засоленістю, надмірно ущільненими, забрудненими хімічними речовинами ґрунтами та інші; земельні ділянки, на яких унаслідок воєнних дій відбулася активізація одного або кількох видів деградації (механічної, фізичної, хімічної, фізико-хімічної, пірогенної та ін.) [3, 19, 21, 25, 30, 31].

Малопродуктивні землі - це земельні ділянки, залучені до сільськогосподарського використання, ґрунти яких характеризуються природними негативними властивостями і низькою родючістю, землеробське використання яких економічно неефективне, а в екологічному аспекті переважно шкідливе. Деградовані та малопродуктивні землі, використання яких у господарському виробництві є екологічно недоцільним й економічно збитковим, а також понаднормово забруднені землі радіоактивними, хімічними й іншими шкідливими речовинами, на яких неможливо одержати екологічно чисту продукцію, підлягають виведенню з обробітку та консервації [8].

За інформацією А.Б. Ачасова, С.А. Балюка, В.О. Забалуєва та ін. [1, 2, 3, 4, 33], антропогенно керованим чинником негативного впливу на ґрунти є руйнівний вплив воєнних дій, які узагальнено поділяють на фізичні, а саме – руйнування ґрунтового профілю внаслідок будівництва фортифікаційних споруд і бойових дій (утворення вирв від різних снарядів), ущільнення через рух воєнної техніки та розмінування території; хімічні — потрапляння у ґрунт від детонації снарядів різних видів та потужностей низки забруднювальних речовин, таких як важкі метали, нітроароматичні вибухові речовини, фосфорорганічні нервово-паралітичні речовини, діоксини або радіоактивні елементи, а також забруднення ґрунтів паливно-мастильними матеріалами та іншими нафтопродуктами, застосування хімічної зброї; біологічні - застосування біологічної зброї - збудників смертельних для людей хвороб, отруєння джерел води, вивільнення трупних отрут у місцях стихійних або масових поховань.

Враховуючи специфіку та характер впливу чинників війни на стан і якість ґрунтів пропонується класифікація їх деградаційних змін, яка має свої особливості та відміни порівняно з наведеною в ДСТУ 7874 [5].

Комплекс природоохоронних і меліоративних заходів щодо відтворення родючості ушкоджених ґрунтів має бути адресним і обґрунтованим, в основу його мають бути покладені результати контролю стану ґрунтових ресурсів на основі оцінювання їх мілітарних деградацій [3].

Українськими вченими на основі узагальнення чинників і механізмів впливу воєнних дій на ґрунти розроблено класифікацію деградаційних змін у ґрунтах, спричинених війною, основні положення якої викладено у табл 1.

Таблиця 1.

**Типізація деградаційних змін у ґрунтах, спричинених війною
(Балюк та ін. [3])**

<i>Тип деградації</i>	<i>Вид деградації</i>	<i>Механізм впливу та/або характер змін</i>
Механічна (профілеруйнувальна)	Механічні руйнування: лінійні площинні	Деформація морфологічної будови профілю, переміщення горизонтів ґрунту цілеспрямованої дії через будівництво фортифікаційних споруд; локальні вирви від снарядів різного діаметра та глибини, зсуви й осідання
	Включення мілітарного походження	Наявність у масі ґрунту решток органічного та/або предметів промислового походження через воєнні дії
Фізична	Ущільнення	Через рух важкої воєнної техніки
	Деструктуризація: диспергування консолідація	Через рух важкої воєнної техніки, вибухову силу здетонованих снарядів, забруднення паливно-мастильними матеріалами
	Зміни водного та температурного режиму	Через механічне переміщення / змішування верхніх горизонтів з нижніми шарами або випалювання поверхні ґрунту
Хімічна	Дегуміфікація	Втрати органічного вуглецю, зміна його якісних характеристик внаслідок випалювання або переміщення горизонтів ґрунту різної гумусованос-
	Дистрофізація	Погіршення трофічного статусу ґрунту через зменшення вмісту елементів живлення або їх залучення у вигляді токсичних сполук чи їх складових
	Засолення	Збільшення вмісту солей
	Забруднення	Паливно-мастильними матеріалами та іншими нафтопродуктами, різними хімічними речовинами від детонації снарядів різних видів та потужностей, через застосування хімічної зброї

Фізико-хімічна	Підкислення Підлуження Осолонцювання Декальцинація	Зміна складу обмінно-увібраних катіонів через надходження відповідних сполук або перемішування горизонтів ґрунту чи їх вивертання
Біологічна	Дефоліація	Повна або часткова втрата рослинного покриву
	Девертебрація та зниження чисельності мезофауни	Скорочення чисельності землеріїв, чисельності та видового різноманіття мезофауни
	Зниження мікробіологічної та ферментативної активності	Через комплексний вплив чинників воєнних дій
	Погіршення санітарного стану	В епідеміологічному та хімічному відношенні через надходження екзогенних хімічних або біологічних речовин
	Токсичність ґрунту	Перевищення летальної дози токсичних речовин різного походження (токсину, патогену)
Радіаційна	Радіоактивне забруднення	Забруднення штучними радіонуклідами

Згідно цієї класифікації, оцінювання мілітарних деградацій ґрунтового покриву здійснюють на основі змін параметрів показників відносно початкових значень (при умові, що на пошкодженій земельній ділянці були відібрані ґрунтові зразки ще до початку воєнних дій). За відсутності початкових показників оцінювання здійснюють на основі еталонних значень. У якості еталонних показників для оцінювання мілітарної деградації ґрунтів застосовують (за пріоритетністю): параметри непошкодженого недеградованого ґрунту з аналогічними факторами ґрунтоутворення, розташованого найближче до досліджуваного; модальний параметр, який найчастіше спостерігають в аналогічних (відповідно до класифікації) ґрунтах; оптимальний параметр ґрунту згідно ДСТУ 4362.

Ряд авторів [3, 6, 33] пропонують такі ступені типів деградації ґрунтів окремої земельної ділянки (поля) внаслідок збройної агресії: деградація від-

сутня або практично відсутня - менше 10 % площі поля; деградація слабо виражена — 10—25 % площі поля; деградація помірно виражена - 25,1—50 % площі поля; деградація сильно виражена - 50,1-75 % площі поля; деградація катастрофічна - понад 75 % площі поля.

Для оцінювання мілітарної деградації ґрунтів запропоновано використовувати найбільш репрезентабельні та інтегральні показники, які найповніше характеризують тип деградації ґрунтів [3].

Узагальнені класифікаційні критерії та оцінювання ступеня деградації ґрунтів, спричиненої бойовими діями, показники оцінювання деградаційних процесів за типами деградації ґрунтів наведено у *табл. 2*.

Таблиця 2.2. Система класифікації та оцінювання ступеня деградації ґрунтів, спричиненої бойовими діями внаслідок збройної агресії рф (В. Соловей, М. Захарова, О. Найдьонова, І. Пліско, К. Смірнова, М. Солоха, 2023)

Деградація	тип	підтип	Вид	Показник оцінювання	Ступінь деградації					Нормативні посилання
					відсутня	слабо виражена	помірно виражена	сильно виражена	катастрофічна	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Механічна			Зменшення глибини профілю	Зменшення, %	<10	10-25	25-35	35-50	>50	
			Зменшення вмісту гумусу	Зменшення вмісту гумусу, %	<5	5-10	10-15	15-20	>20	ДСТУ 7872:2015
			Утворення вирв, траншей, ям	Морфологічна характеристика, % від глибини профілю ґрунту	<10	10-30	30-50	50-70	>70	
			Утворення насипу	Морфологічна характеристика, % до глибини профілю ґрунту	<10	10-30	30-50	50-70	>70	
Фізична			Антропогенна скелетність	Мілітарні уламки, %	<5	5-10	10-15	15-20	>20	
			Погіршення фізичних властивостей	Перевіщення рівноважної щільності будови ґрунту, %	<10	10-20	20-30	30-40	>40	
			Стойкі зміни гранулометричного складу	Зменшення вмісту фізичної глини, %	<5	5-15	15-25	25-32	>32	ДСТУ 7872:2015
				Збільшення вмісту фізичного піску, %	<5	5-15	15-25	20-25	>25	

Ангурець О., Хазан П., Колесникова К. та ін. [2] стверджують, що деградаційні процеси у ґрунтах обумовлюють погіршення їх властивостей, що зумовлено зміною умов ґрунтоутворення внаслідок господарської діяльності людини або природних процесів, стимульованих цією діяльністю, і супроводжується втратою ґрунтами екологічних і продуктивних функцій, у результаті чого зростатиме ризик недоотримання сільськогосподарської продукції.

В умовах ведення воєнних дій широкого розповсюдження в Україні набули різні види деградації, зокрема механічна та фізична. Руйнування, пов'язані із сучасною війною, є особливо катастрофічними через масштаби та тривалість війни. Ці збурення великої величини радикально змінюють форму ландшафту, обмежуючи здатність повертатися до початкового стану.

Воєнні дії призводять до прямого знищення ґрунтово-рослинного покриття, в результаті чого відбувається механічна та фізична деградація і, як наслідок, - зниження або втрата родючості ґрунтів.

Основні причини та наслідки механічної та фізичної деградації, що виникає через ведення воєнних дій, на основі літературних джерел, узагальнено у табл. 3 [1, 2, 3, 6, 19, 21, 26, 31, 32, 35, 39].

Таблиця 3.

**Причини та наслідки механічного та фізичного впливу на ґрунти
внаслідок ведення воєнних дій**

(узагально за літературними джерелами [1, 2, 3, 6, 19, 21, 26, 31, 32, 35, 39])

<i>Причина</i>	<i>Наслідки</i>
Переміщення колісної та гусеничної військової техніки, рух військових підрозділів	Ущільнення ґрунту (до 1,4-1,5 г/см ³ , особливо у верхньому шарі ґрунту 0-15 см)
	Зміна структури ґрунту
	Зниження загальної пористості ґрунту
	Ризик поширення водної та вітрової ерозії

Будівництво наземних і підземних захисних споруд - траншеї, окопи, бліндажі, сховище бойових снарядів та паливно-мастильних матеріалів (порушення та переміщення або видалення ґрунтового матеріалу)	Зміна фізичних характеристик рельєфу (зсуви, осідання, заболочування)
	Зміна гідрологічної поведінки поверхневих і підземних водних систем
	Знищення рослинного покриву
	Унеможливлення обробітку земель
Бомби та снаряди	Утворення кратерів та воронок, які заповнюються дощовими і талими водами та стають осередками розвитку непригамних певному ґрунту процесів
	Руйнування послідовності ґрунтових горизонтів
	Ущільнення ґрунту по стінках воронки
	Механічне засмічення ґрунту гільзами, осколками, пакувальним матеріалом з-під боєприпасів
	Ерозія ґрунту від вибухів
Вібрація під час ведення бойових дій (імпульси та вибухові хвилі від вибухів боєприпасів та стрільби з різної зброї чи роботи військової техніки)	Ущільнення ґрунту
	Зміна мікрорельєфу
	Просідання поверхні
	Утворення порожнин у ґрунті
Закопування протитанкових і протипіхотних мін	Збурення ґрунту
	Забруднення залишками вибухових речовин, засмічення металевими та пластиковими уламками
	Унеможливлення обробітку земель
	Вилучення земель зі складу сільськогосподарських угідь (до повного розмінування)
Процес розмінування	Руйнування гумусового шару
	Зміна гранулометричного та агрегатного стану
	Ущільнення ґрунту важкою розмінувальною технікою
	Втрата рослинного покриву
	Втрата водоутримувальної здатності та розвиток ерозії
Пожежі у посівах або лісах	Ризик поширення ерозії на схилах та вигорілих поверхнях

	Обмеження проникнення води
	Втрата урожаю

Під *механічною деградацією (пошкодженням) ґрунтів* розуміють процес погіршення якісних характеристик ґрунту. Це може проявлятися у механічній деформації ґрунтового покриву під час переміщення військової колісної та гусеничної техніки, тимчасової або довготривалої дислокації військових підрозділів, при будівництві наземних і підземних капонірів і інших захисних споруд, утворення кратерів від бомбардування, при мінуванні та/або розмінуванні територій, при будівництві інших об'єктів оборонної інфраструктури тощо [3, 6, 33].

Механічні пошкодження ґрунтів у результаті ведення воєнних дій відображаються у переміщенні важкої військової техніки на бойових маневрах, будівництві укріплень, вибухах, спалюванні боєприпасів, що спричиняє порушення верхнього шару ґрунту, зниження його родючості та природного ландшафту. До механічного руйнування ґрунтів призводять також вибухи боєприпасів, риття окопів, бліндажів, влаштування бойових позицій. Це характерно для стрільбищ, танкових полігонів та ін. Крім того, на полігонах ґрунти є забрудненими металевими відходами у вигляді гільз, вибухових речовин та боєприпасів, які не розірвалися. Останні являють велику небезпеку для життя людини та навколишнього природного середовища. У місцях польових таборів, привалів і казарм територія полігонів найчастіше є засміченою промасленим сміттям та ганчір'ям, пакувальними матеріалами з-під боєприпасів, маскувальним матеріалом, комунально-побутовими відходами, детергентами, пестицидами тощо.

Механічна деформація ґрунтів під військовим навантаженням супроводжується складними процесами: стисненням твердих часток, стисненням води та повітря, що знаходяться в порах ґрунту, руйнуванням зв'язків між частками та їхнім взаємним зміщенням, зміною товщини плівок води та віджи-

манням вільної води з пор ґрунту. Ущільнений унаслідок механічного впливу ґрунт стає більш стійким до подальшого воєнного впливу в умовах постійної нестачі продуктивної вологи. Механічна деградація проявляється у вигляді розтріскування та переміщення ґрунту, посилення його неоднорідності, знищення рослинності, що призводить до посилення розвитку вітрової ерозії.

Велику шкоду завдають воєнні дії саме сільськогосподарським угіддям, особливо ріллі, що відображається у знищенні родючого шару ґрунту. Це створює ризики для продовольчої безпеки у світі, яка є глобальним сучасним пріоритетом та складовою формули миру України. Для відновлення природного ґрунтового покриву необхідні роки. Зокрема, для того, щоб природа знову поновила зруйнований гумусований шар у 20 см, необхідно від 1500 до 7400 років. За 100 років відновиться лише 0,5-2 см.

Отже, механічні порушення ґрунтів і ґрунтового покриву внаслідок ведення воєнних дій потребують проведення додаткових ґрунтово-географічних досліджень, картографування ґрунтового покриву пошкоджених територій, вивчення властивостей порушених ґрунтів, їхнього агроекологічного оцінювання з метою поліпшення їх стану.

За оцінками ООН, ґрунти та рослини у постраждалих від війни районах зазнають як прямого, так і непрямого впливу, що обґрунтовує необхідність розробки обов'язкової програми реабілітації ґрунтів після закінчення бойових дій та проведення моніторингу пошкоджених ґрунтів.

Фізичну деградацію ґрунтів визначають як комплекс процесів, які викликають руйнування, переміщення та відкладення частинок і маси ґрунту, спрощення будови і мікробудови ґрунту й негативні зміни його режимів (водного, повітряного та температурного), що являє найбільшу небезпеку (Медведев, 2013) [20]. Це процес зміни фізичних параметрів ґрунту, зокрема щільності будови, структурно-агрегатного складу, між- та внутрішньоагрегатної пористості. Зазвичай, фізична деградація є неминучим супутником незбалансованого та надмірно інтенсивного використання ґрунтів, але у сучасних

умовах додатковим чинником розвитку фізичної деградації ґрунтів є ведення воєнних дій на території країни.

Діагностичні ознаки фізичної деградації проявляються у переуцільненні ґрунту, втраті структури, її якості, утворенні в поверхневому прошарку брил, кірки і тріщин, а в основі орного шару - плужної підшви, зниженні між- і внутрішньоагрегатної пористості, формуванні нехарактерних для природних ґрунтів преференційних потоків вологи.

Нормативи для діагностики й оцінювання фізичної деградації за показниками структурності та щільності будови для ґрунтів суглинкового і легкоглинистого гранулометричного складу наведено у табл. 4.

Таблиця 4.

Нормативи для діагностики та оцінювання фізичної деградації за показниками структурності та щільності будови [20] (Медведєв та ін., 2020)

Показник	Недеградований ґрунт	Ступінь деградації		
		слабкий	середній	сильний
Структурно-агрегатний склад:				
Уміст повітряно-сухих агрегатів 10-0,25 мм, %	>70	60-70	40-60	<40
Уміст водостійких агрегатів > 0,25 мм, %	>45	35-45	25-35	<25
Рівноважна щільність будови, г/см ³ :				
Важкі за гранулометричним складом ґрунти	<1,3	1,3-1,4	1,4-1,6	>1,6
Легкі за гранулометричним складом ґрунти	<1,3	1,3-1,5	1,5-1,6	>1,6

Переуцільнення ґрунту виникає через рух та маневри колісної або гусеничної важкої військової техніки, внаслідок чого збільшується щільність

будови ґрунту та зменшується його пористість. Негативний вплив проходів важкої техніки по полю лише посилюється за умов збільшення вологості ґрунту, що призводить до збільшення глибини ущільнення в профілі ґрунту та підсилення розвитку ерозійних процесів, замулення або заболочення місцевості.

За розповсюдженістю фізична та механічна деградація внаслідок воєнних дій проявляється: *регіонально* – тобто у межах окремих масивів, адміністративних областей (нині найбільш ураженими є території Донецької, Луганської, Запорізької, Херсонської, Миколаївської, Харківської, Сумської, Чернігівської та Київської областей); *локально* – у точках вибухів після масового ракетного обстрілу всієї країни або в місцях збитих крилатих ракет.

Нині необхідність повернення в господарський обіг порушених земель закріплена законодавчо Земельним кодексом України (2002), законами України «Про охорону земель» (2003), «Про державний контроль за використанням та охороною земель» (2003), «Про охорону навколишнього природного середовища» (1991) і регламентується національними стандартами України (ДСТУ 7705:2015; ДСТУ 7905:2015; ДСТУ 7906:2015). Рекультивація земель проводиться за розробленими проектами землеустрою відповідно до правил розроблення робочих проектів землеустрою (Постанова КМУ № 86 від 02.02.2022). Проте питання рекультивації земель, порушених унаслідок проведення воєнних дій, цими документами не визначено. Порядок ведення Державного земельного кадастру доповнено додатком 64, згідно з Постановою КМУ № 665 від 30.06.2023, яким визначено групи, назви та напрями заходів щодо охорони земель та ґрунтів. Так, для обліку земель, ведення земельного кадастру рекультивація земель, порушених унаслідок збройної агресії та бойових дій, визначена як комплекс організаційних, технічних і біо-технологічних заходів, спрямованих на відновлення ґрунтового покриву, поліпшення стану та продуктивності земель, порушених унаслідок надзвичайних ситуацій та/або збройної агресії, та бойових дій під час дії воєнного стану за напрямками: сільськогосподарський (створення на порушених землях сільсь-

когосподарських угідь), рибогосподарський (створення рибогосподарських водних об'єктів (їхніх частин) у пониженнях техногенного рельєфу), водогосподарський (створення водойм багатопільового водовикористання), рекреаційний (створення об'єктів відпочинку), санітарно-гігієнічний (консервація порушених земель, які чинять негативний вплив на навколишнє природне середовище), будівельний (приведення порушених земель у стан, придатний для промислового і цивільного будівництва).

Науковцями ННЦ «ІА імені О. Н. Соколовського» запропоновано виділити ступені поширення типів деградації ґрунтів окремої земельної ділянки, а саме: слабкий - менше 10 % площі земельної ділянки; слабо виражений - 10-25; помірний - 25,1-50; сильний - 50,1-75 %; катастрофічний - понад 75 % (див. підрозділ 2.2), підраховано площі кожного типу ґрунту, які постраждали внаслідок воєнних дій і надалі потребують обстеження.

Рекультивация земель, порушених унаслідок воєнних дій, має проводитись після розмінування земельних ділянок, видалення уламків знарядь, воєнної техніки тощо, отримання відповідного дозволу на проведення робіт; і передбачає проведення підготовчого, технічного та біологічного етапів.

Підготовчий етап рекультивации — включає використання матеріалів дистанційного зондування території земельної ділянки (за необхідністю); проведення польового обстеження з відбором ґрунтових проб; лабораторно-аналітичні дослідження щодо визначення агрохімічних, фізико-хімічних, фізичних властивостей ґрунтів; проведення комплексного аналізу та оцінювання змін якісного стану порушених ґрунтів та площ поширення порушень, виявлення негативних явищ і кризових територій, обґрунтування, планування заходів щодо проведення технічного та біологічного етапів рекультивации. *Технічний етап рекультивации* передбачає підготовку ґрунтів земельної ділянки для їхнього подальшого використання способом пошарового нанесення ґрунтової маси, материнської породи в порядку, який забезпечує найвищу продуктивність ґрунтів, дотримуючись послідовності та строків їхнього укладання, що забезпечить мінімальні процеси усадки, зокрема створення капілярно-

перериваючих екранів із потенційно родючих порід у разі наявності в ґрунтовій масі та/або материнській породі токсичних сполук; вирівнювання поверхні рекультивованих ґрунтів; проведення, в разі потреби, протиерозійних, гідромеліоративних і культуртехнічних заходів.

Роботи з технічного етапу рекультивації виконують згідно з робочими проектами землеустрою щодо рекультивації порушених земель із визначенням основних проектних рішень, виконання яких забезпечує ефективне використання рекультивованих ділянок, установлення обсягів, технології та черговості проведення відновлювальних робіт, визначення кошторисної вартості рекультивації (Правила розроблення робочих проектів землеустрою, 2022). Виконання проектних робіт здійснюють з урахуванням видів порушень, щільності поширення на земельній ділянці, їхньої якісної характеристики, особливостей місцевих умов, тривалості проведення робіт із відновлення ґрунтів, прийнятого напрямку подальшого використання.

Біологічний етап рекультивації включає заходи з відновлення родючості ґрунтів, які здійснюються після технічного етапу. Біологічна рекультивація включає комплекс агротехнічних та інших заходів з відновлення родючості ґрунтів, підвищення продуктивності сільськогосподарських і лісових культур, а також усунення негативних дій порушених земель на навколишнє природне середовище (Правила розроблення робочих проектів землеустрою, 2022) і виконують згідно з робочими проектами з рекультивації земель.

РОЗДІЛ 2

ПРИРОДНІ УМОВИ І ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Земельна ділянка, де проводили дослідження, розташована у Нікопольському районі Дніпропетровської області на сільськогосподарських угіддях території агрофірми «Катеринівська». Вона розташована поблизу м. Орджонікідзе Дніпропетровської області і відноситься до південного Степу України.

2.1. Клімат

Клімат території району досліджень помірно-континентальний з недостатнім та нестійким зволоженням. За даними Нікопольської метеостанції, середньорічна температура повітря становить $9,8^{\circ}\text{C}$ з коливаннями по рокам від $7,7^{\circ}\text{C}$ до $12,6^{\circ}\text{C}$. Середня річна сума атмосферних опадів в зоні проведення досліджень становить 448,1 мм., з коливаннями по рокам спостережень в межах від 317 до 626 мм. Помісячно опади розподіляються нерівномірно. Найбільша їх кількість випадає за період травень-серпень, найменша – у лютому-березні. Опади у травні-липні мають переважно зливовий характер, тому виявляються недостатньо продуктивними. По сезонам року опади розподілені наступним чином: взимку – 27,7 % від річної кількості, навесні – 19,2, влітку – 36,5 і восени – 16,6 %. Із несприятливих для землеробства умов найбільш суттєвими є періодичні посухи, суховії, нестабільність снігового покриву, утворення льодяної кірки та різкі коливання температури повітря в зимовий період.

Сума річних температур вище $+10^{\circ}\text{C}$, за даними Нікопольської метеостанції, становить 3100-3200 $^{\circ}\text{C}$, тривалість безморозного періоду – 160-190 днів, що є достатнім для вегетації більшості сільськогосподарських культур.

Перехід від зими до весни виражений доволі різко і зазвичай супроводжується інтенсивним наростанням температури повітря. В літні місяці спостерігається тепла, потім спекотна та малоохмарна погода з переважанням південно-східних сухих вітрів, а також низькою відносною вологістю повітря.

Осінь характеризується збільшенням числа хмарних днів, нічними заморозками та загальним інтенсивним зниженням температури.

Гідротермічний режим вегетації польових культур характеризується переважанням випаровуваності над випаданням атмосферних опадів. За вегетаційний період випадає 270-290 мм опадів. Початок весни (перехід середньодобової температури через 0°C) спостерігається в першій половині березня, повне відтавання ґрунту звичайно фіксується в другу декаду березня, на початок квітня ґрунт прогрівається на глибині 10 см до $+5^{\circ}\text{C}$. Температура повітря в весняний період наростає швидко і до 20 квітня досягає $+10^{\circ}\text{C}$, а 10-15 травня відмічається початок теплого періоду з температурою $+15^{\circ}\text{C}$. Весною переважає хмарна тепла погода. До часу настання середньодобових температур $+5^{\circ}\text{C}$ в верхньому горизонті ґрунту зазвичай накопичені добрі запаси продуктивної вологи, яких цілком достатньо для отримання дружних сходів дрібнонасіньових культур.

Літній період починається з переходом середньодобової температури через $+15^{\circ}\text{C}$ і триває до вересня. На початку літа стоїть малохмарна тепла погода, яка поступово переходить в суху і спекотну з високими температурами повітря та ґрунту. Середньодобова температура в травні досягає $19-21^{\circ}\text{C}$, в червні $23-24^{\circ}$, в липні $25-27^{\circ}$. Відносна вологість повітря з травня по вересень коливається в межах від 40 до 50% и тільки в жовтні досягає 55-70%. В посушливі роки вона становить 20-30%, а в вологі – піднімається до 60-70%.

За початок осіннього періоду прийнято вважати дату переходу середньодобової температури повітря через $+15^{\circ}\text{C}$, що буває в кінці першої – початку другої декади вересня. Восени збільшується кількість хмарних днів до 54-72%. В кінці жовтня фіксуються перші заморозки, але зниження температури повітря восени відбувається повільнішими темпами в порівнянні з їх наростанням весною. При зниженні середньодобових температур до 0°C , яке фіксується в першій половині листопаду, закінчується осінній період.

Початок зимового періоду визначається встановленням середньодобових температур нижче 0°C, що зазвичай відмічається в кінці листопаду і триває до першої декади березня. Тривалість холодного періоду із середньодобовою температурою нижче 0°C становить 120 днів. Найнижча середньомісячна температура спостерігається в січні і по багаторічним спостереженням становить 3,8°C.

Середня висота снігового покриву коливається від 7 до 16 см, в окремі роки протягом кількох тижнів він може бути відсутнім. Часта відсутність снігового покриву і різкі зміни температури повітря взимку можуть сприяти утворенню льодової кірки, яка часто є однією з основних причин пошкодження та загибелі посівів озимих і багаторічних культур.

2.2. Рослинність

В геоботанічному відношенні район досліджень відноситься до зони справжніх степів і представляє собою перехідну зону від дернинно-злакової багаторізнотравної підзони до дернинно-злакової біднорізнотравної.

Природна рослинність в районі проведення досліджень практично не збереглася через високий рівень розораності земель. Змінена природна рослинність інколи зустрічається на невеликих ділянках схилів та балок (родини *Stipa L.*, *Festuca L.*, *Koeleria Pers.*, *Achillea L.*, *Artemisia L.*, *Euphorbia L.* та ін.).

Специфічна рослинність формується на ґрунтах засоленого та гідроморфного ряду, які залягають в заплавах річок Базавлук, Солона та Чортомлик, балочних та інших ділянках. Незасолені сухі, та особливо вологі луки характеризуються різними формах лучних асоціацій, представлених злаковими, злаково-різнотравними та різнотравно-бобово-злаковими угрупованнями.

Підвищення рівня засолення едафотопів в цій зоні супроводжується появою в асоціаціях рослин роду *Scirpus L.*, *Salicornia L.* та інших галофітів. Часто такі луки, особливо по днищах балок, через інтенсивний випас перетворюються в збої, де панують рослини роду *Chenopodium L.* та родини *Polygonaceae*.

Знання структурно-функціональної організації природних фітоценозів дозволяє обґрунтовано підходити до підбору асортименту рослин для складних агроценозів при освоєнні та використанні рекультивованих земель.

Основними культурами, які вирощуються в господарствах, території яких прилягають до зони проведення рекультиваційних робіт є озима пшениця, ярий ячмінь, кукурудза, люцерна, еспарцет, овочеві та інші культури, типові для південного Степу України.

2.3. Ґрунти території досліджень

Територія досліджень розташована в Нікопольському районі на межі північного та південного Степу України ґрунтовий покрив цієї території поєднує властивості чорноземів звичайних та чорноземів південних.

Подібність зональних ґрунтів із чорноземами південними проявляється в тому, що вони мають компакту "білозірку—яка трапляється з глибини 80–85 см, грудковато-горіхувату структуру, помітну ущільненість в першому перехідному горизонті (Нр), дещо знижений вміст гумусу і, інколи, новоутворення (друзи) з гіпсу нижче горизонту "білозірки—.

З чорноземами звичайними зональні ґрунти подібні завдяки наявності таких властивостей як порівняно глибокий гумусований профіль (70–72 см), дещо знижена «лінія скіпання» (з глибини 50-55 см), інколи з'являється "карбонатна пліснява—.

Ґрунтовий покрив території був детально вивчений у 1957-1962 рр., коли створювали ґрунтові карти сільськогосподарських підприємств. В результаті ґрунтових обстежень в районі проведення досліджень були виявлені такі основні генетичні групи: чорноземи звичайні повнопрофільні, чорноземи південні повнопрофільні, чорноземи звичайні та чорноземи південні слабееродовані, чорноземи південні середньо- та сильноеродовані.

Потужність верхнього гумусного горизонту (Н) чорноземів південних складає 30-35 см, а всього гумусованого профілю – 62-74 см. Поява карбонатних новоутворень відмічаються з глибини 70-80 см. Для використання ґрунтової маси з метою формування техноземних ґрунтів такий профіль визначає

глибину зняття маси чорнозему 50 см. Нижчерозташовані горизонти містять гумусу менше 1% і їх недоцільно використовувати.

Чорноземи південні Нікопольського району містять 3-4% гумусу і тому забарвлені дещо світліше ніж чорноземи звичайні. В зв'язку із зменшенням вмісту гумусу помітно знижується водотривкість структурних агрегатів, в результаті чого верхній горизонт профілю більш розпилений та схильний до замулення, ущільнення і кіркутворення. В порівнянні з чорноземи звичайними чорноземи південні менше забезпечені рухомими формами макроелементів. У орному шарі чорноземів південних міститься 3,2-4,8% гумусу, форм азоту, що гідролізуються – 6,2-8,8 мг/100 г ґрунту, рухомого фосфору – 10-12 мг на 100 г ґрунту, обмінного калію – 14,8-24,6 мг/100 г ґрунту; сума поглинених основ ($\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$) складає 32,8-34,5 мг-екв/100 г ґрунту.

Гранулометричний склад чорноземів південних, розташованих на вододілах, переважно важко суглинковий.

Слабоеродовані чорноземи південні залягають на схилах крутизною від 1 до 3°, що приводить до зменшення глибини гумусованого профілю, погіршення фізичних властивостей, зменшення загальних запасів поживних речовин і гумусу. Середньо- і сильноеродовані чорноземи займають схили вододілів крутизною більше 4-6°. В зв'язку з втратою родючої частини ґрунту в еродованих чорноземах, в порівнянні з повнопрофільними, зменшуються запаси поживних речовин, кількість гумусу, знижується ємність поглинання, погіршуються водно-повітряні властивості. Так, кількість гумусу у середньоеродованих ґрунтів на 1,5-2%, а в сильноеродованих – на 2-3% менше, ніж у повнопрофільних.

В зв'язку з скороченістю гумусованого профілю еродованих чорноземів, при використанні ділянок для отримання родючої ґрунтової маси, глибину розробки (зняття) доцільно зменшити до 30-50 см.

Серед чорноземів південних трапляються й слабосолонцюваті різновиди, які відрізняються від чорноземів південних більшою розпиленістю верхнього гумусового горизонту і помітним ущільненням перехідного горизонту.

Їм властива насиченість кальцієм і наявність незначної кількості поглиненого натрію. Співвідношення Ca:Mg складає як 3,5:1. Уміст гумусу становить 3,5-4,0%. Для рекультивації використовують верхні генетичні горизонти. При використанні лучних ґрунтів можливо збільшувати глибину гумусованого шару до 60-80, а в окремих випадках – навіть до 110 см.

2.3.1. Визначення параметрів (глибини) гумусованого шару ґрунту, на землях, пошкоджених воєнними діями які підлягають рекультивації.

При визначенні потужності гумусованого шару ґрунту, що підлягає зняттю, треба враховувати, що він не знімається на неповнорозвинених та змитих ґрунтах з потужністю профілю менше 25 см. Це стосується ґрунтів, які сформовано на продуктах вивітрювання елювію твердих карбонатних, магматичних порід, пісковиків, глинистих сланців, конгломератів, вулканічних порід та ґрунтах, що ними підстеляються, норми зняття визначаються в кожному випадку окремо. Це стосується і солонцюватих ґрунтів в комплексі солонців, кислих поверхнево оглеєних, щебенюватих і щебенистих ґрунтах з вмістом скелету 20 % від об'єму ґрунту.

Знімати гумусований шар ґрунту у відповідності до вищезначених вимог належить не тільки з повно профільних різновидів, а й еродованих; на комплексних ґрунтах потужність зняття повинна встановлюватися по найгірших ґрунтах цього комплексу; на засоленних ґрунтах, а також комплексах солонців з зональними ґрунтами потужність зняття гумусованого шару повинна визначатися межею появи водорозчинних токсичних солей, глибиною залягання сильно загіпсованих і сильноокарбонатованих карбонатно-гіпсових горизонтів.

За означеними критеріями та вимогами ґрунти пропонується розділити на три групи. До першої групи віднесено ґрунти, на яких доцільно окремо знімати гумусований шар ґрунту - це повнопрофільні ґрунти з кращими агро-виробничими властивостями для вирощування сільськогосподарських культур. До другої групи віднесено ґрунти, на яких доцільно окремо знімати гумусований шар ґрунту при відсутності родючих ґрунтів на місцях, а також залежно

від екологічного і економічного обґрунтування у кожному конкретному випадку. Ці ґрунти мають меншу потужність гумусованого шару ґрунту, підвищену лужності або кислотності, гірші фізико-хімічні і агрофізичні властивості порівняно з ґрунтами першої групи. Тому їх можна означити як умовно придатні для зняття гумусованого шару ґрунту. До третьої групи віднесено ґрунти, у яких недоцільно окремо знімати гумусований шар ґрунту із-за незадовільних агровиробничих властивостей або через складність умов виконання гірничих робіт. Це ґрунти різних типів, підтипів як за показниками гумусованості, еродованості, гідроморфності і літологічним складом.

Зняття гумусованого шару ґрунту з крутих схилів визначається можливістю техніки, а за умови високого рівня ґрунтових вод - після їх пониження.

Інформація щодо агровиробничого групування певних землекористувачів з картографічними матеріалами знаходяться в обласних філіях ДП «Головний науково-дослідний інститут землеустрою».

Отже, унаслідок збройної агресії російської федерації ґрунти України зазнали масштабної руйнації, особливо у зонах активних бойових дій, що призвело сукупного вияву різних видів деградації ґрунтів: механічної (порушення ґрунтового профілю, винос на поверхню та перемішування ґрунтової маси та ґрунтотворної породи, поширення на територію, яка перевищує в кілька разів площу порушення, поява невластивих природному ґрунту включень військового походження), фізичної (ущільнення, знеструктурення); хімічної (забруднення), фізико-хімічної (дегуміфікація, підкислення, підлуження); біологічної (зменшення біорізноманіття), що у сукупності складає новий тип деградації - воєнний (Стан і завдання..., 2023). При цьому на одній земельній ділянці відбувається вияв кількох видів деградації, що спонукає до проведення комплексного підходу до відновлення цих ґрунтів, повернення їх у господарський обіг або їхньої консервації.

РОЗДІЛ 3

ПРИНЦИПИ КОНСТРУЮВАННЯ ТЕХНОЗЕМНИХ ҐРУНТІВ НА ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНКАХ, МЕХАНІЧНО ПОШКОДЖЕНИХ БОЙОВИМИ ДІЯМИ

Ґрунтове конструювання є новим напрямом у ґрунтознавстві та ландшафтній архітектурі, яке дозволяє за допомогою інженерних технологій та математичних розрахунків і моделювання створювати оптимальні за своїми характеристиками штучні родючі ґрунти (конструктоземи) з використанням наявних ґрунтових ресурсів, а також субстратів із натуральних або синтетичних матеріалів [33]. Найбільш раціональний шлях ґрунтового конструювання полягає в пошаровому способі формування техноземного профілю з використанням відповідних едафічних субстратів. Такий спосіб конструювання техноземного ґрунтового тіла імітує реально існуючий у природі процес вертикальної диференціації ґрунтів на окремі шари-горизонти, які розрізняються за своїм складом, властивостями і функціональними якостями.

Основним елементом конструкції є так званий «біоактивний (корневмісний) шар», в якому зосереджена основна маса корневих систем рослин та мікроорганізмів. З цього шару здійснюється основне споживання рослинами елементів живлення та вологи. Для формування біоактивного шару використовують найбільш часто гумусовану ґрунтову масу, а за її дефіциту – потенційно родючі субстрати гірських порід.

3.1. Гумусована ґрунтова маса як субстрат для конструювання техноземних ґрунтів

Потужність родючого шару, а також кількість шарів конструкції розраховуються залежно від специфіки об'єкта (гранулометричного складу, показників родючості, водно-фізичних властивостей ґрунтів, підстилаючої основи з потенційно родючих гірських порід, положення рівня ґрунтових вод і ін.).

На основі даних [33] щодо залежності врожайності озимої пшениці від потужності чорноземного шару і від підстилаючої породи видно, що лесовидний суглинок кращий за суміш глин як підстилаюча порода на всіх варіантах та потужність насипу чорноземного шару сильно впливає до його потужності у 60 см, потім іде дуже незначне підвищення врожайності. Тому для розробки моделей рекультивованих земель буде використовуватись моделі з потужністю насипного шару 30, 50 і 80 см з використанням лесовидного суглинку як підстилаюча порода.

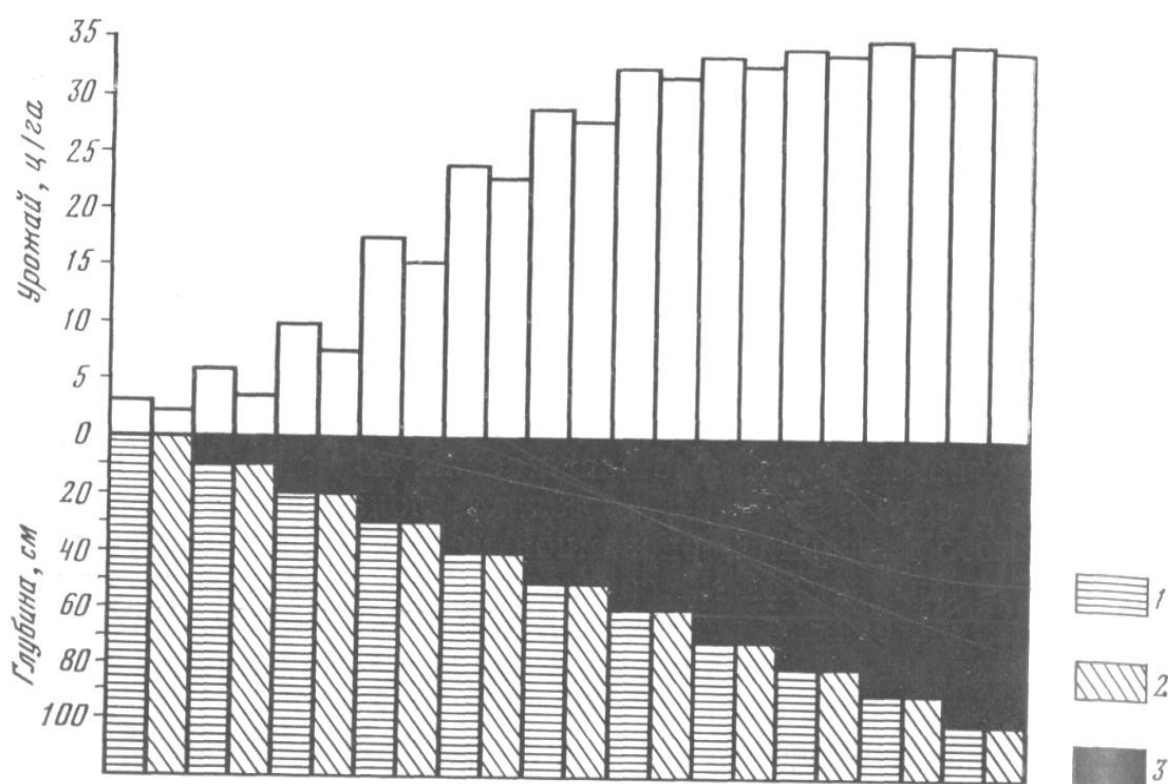


Рис. 1. Врожайність озимої пшениці на техноземі, сформованому чорноземною масою різної потужності на різноякісній підстилаючій основі з гірських порід 1- лесовидний суглинок; 2- суміш глин; 3- чорноземна маса

3.2. Можливість використання потенційно родючих гірських порід як субстратів для конструювання техноземних ґрунтів

Найбільш поширеними ґрунтоутворюючими породами Степу України є лесові відклади, які займають понад 65% території з потужністю відкладів до

15-50 м. Вони характеризуються сприятливим гранулометричним та хіміко-мінералогічним складом, що обумовлює задовільні водно-фізичні властивості. Однак лесові відклади низько забезпечені біофільними макроелементами (перш за все азотом і фосфором), часто бувають засоленими. Це ускладнює їх використання при створенні моделей техноземів при рекультивованих земель для вирощування вимогливих до рівня родючості сільськогосподарських культур. Разом з тим, для багаторічних бобових трав лесоподібні суглинки є родючими субстратами, що створює умови для їх господарського використання.

Таблиця 5

Участь окремих шарів штучно створеного профілю технозему на рекультивованій ділянці у формуванні врожаю зерна озимої пшениці [33]

Шар ґрунту, см	Частка кожного 10 см шару ґрунту, %	
	чорноземів звичайних	чорноземів південних
0–10	8–10	5–7
10–20	10–12	12–14
20–30	16–25	23–25
30–40	15–18	21–22
40–50	13–14	15–16
50–60	11–12	11–12
60–70	11–12	2–3
70–80	3–6	1–2
80–90	2–5	1–2
90–100	1–2	0–1

Лесові породи належать до одного з найбільш розповсюджених літолого-генетичних типів осадових пухких порід. У наукову літературу термін *лес* уперше був запропонований К. Леонардом ще у 1823 р. Потужність по-

кладів лесу значною мірою варіює і становить від 8 метрів в Нідерландах, до 40 метрів в Східній Європі та до 330 метрів в Китаї. На півночі України їх потужність не перевищує 15 м, а на території Причорноморської низовини й у середній та нижній течії Дніпра вона сягає 50 м. У долинах Дніпра вона звичайно зростає від першої надзапальної тераси до рівнинних вододілів.

При невисокій вологості, звичайній для лесових порід, вони мають світло-палевий і жовтувато-бурий колір. У нижній частині лесової товщі через підвищену (внаслідок близькості ґрунтових вод) природну вологість забарвлення порід стає шоколадним, червоно- і темно-бурим, трапляються окремі оглеєні плями.

Лесоподібний суглинок відноситься до четвертинних відкладів і розповсюджений практично повсюдно в Нікопольському басейні, за винятком деяких невеликих ділянок схилів річкових долин та балок, де на поверхню виходять дочетвертинні породи.

Лесоподібним відкладенням України характерні значні варіювання властивостей, що обумовлюється відмінностями умов їх формування в різні геологічні епохи. Формування лесових відкладів тісно пов'язане з історією розвитку рельєфу місцевості і тому їх генезис, вік, склад та властивості неоднакові на різних геоморфологічних елементах.

Питання про потужність лесових порід на різних елементах рельєфу представляє великий інтерес. Звичайно потужність їх зростає від першої надзапальної тераси до вододільного плато. Якщо прийняти, наприклад, потужність лесового покриву в Середньому Придніпров'ї на вододілі за 100%, то на його схилах потужність зменшується на 10-15%, на терасах: 5-й - на 43-47%, 4-й - на 64-70%, 3-й - на 85-88%.

Первинний лес є продуктом, сформованим унаслідок тертя льодовика об поверхню землі та наступного розвіювання водно-льодовикових відкладів. У більшості випадків важко ідентифікувати місце, з якого походять первинні лесові матеріали тому, що різні поклади лесів мають подібні мінералогічні характеристики. Нівелюючий вплив льодовика на значних територіях з різ-

ною мінералогією та подальше перемішування та гомогенізація під час розвіювання флювіогляціальних та алювіальних відкладів може бути поясненням цього феномену. Лесові відкладення відсутні в регіонах, що були покриті льодовиком під час останнього льодовикового періоду.

За мінералогічним складом у типовому лесі переважають кварц, польовий шпат, слюди, карбонати кальцію та глинисті мінерали.

За гранулометричним складом лесоподібні породи трапляються від пилюватих супісків до глин; у цьому відношенні вони менш однорідні, ніж типовий лес. Для лесових порід характерний високий вміст (50 % і більше) пилюватих фракцій з переважанням крупнопилюватих часток. Кількість глинистої фракції фіксується у межах 3–30%.

Як правило, лесові породи містять до 20% карбонатів кальцію у тонко-дисперсному стані й у формі конкрецій і плівок. Еолове походження лесів доводиться багатьма фактами і перш за все – широким розповсюдженням відкладів і їх великою потужністю незалежно від топографії регіонів. Відклади лесу потужніші з підвітряного боку природних перепон. Абсолютно відсутня кореляція між мінералогією лесового покриву та порід нижче розташованих горизонтів.

За умовами залягання лесові породи повсюдно займають покривне положення, є материнським субстратом для ґрунтів і підстилаються різноманітними породами. Для території України типове зростання потужності лесових порід від височин (Донбас, Придністров'я й ін.), до низин. У річкових долинах вони складають верхню частину надзаплавних терас, залягають на піщано-глинистих породах, іноді на галечниках.

3.3. Меліоративні матеріали, використання яких здатні покращити властивостей техноземів.

Разом з традиційними меліоративними матеріалами (вапно- і гіпсовмісними), у сучасній практиці з цією метою найчастіше використовуються органічні добрива, компости, торф, гумусові і мікробні препарати.

3.4. Моделі техноземних ґрунтів для рекультивації техногенно по-

шкодженого ґрунтового покриву, у т.ч. воєнними діями

Оскільки інтенсивність біодеструкції органічних речовин знижується з глибиною ґрунту, у більшості типів конструкцій ґрунтomodифікатори рекомендується розташовувати на деякому віддаленні від поверхні. Часто в конструкціях формується не один родючий шар, а кілька, щоб рослини в міру зростання та розвитку кореневих систем могли забезпечити свої потреби необхідною кількістю елементів живлення та вологи. Не менш суттєва й інша властивість шаруватих конструкцій, а саме – розрив капілярної суцільності в ґрунтоґрунті.

Капілярний ефект є основним фізичним механізмом забруднення та засолення ґрунтів, як повсюдного чинника їхньої деградації та втрати якості. Саме з капілярним струмом вологи техногенні політанти у вигляді сольових розчинів підтягуються до поверхні ґрунту і концентруються там після випаровування вологи.

Прошарок з чужорідного матеріалу суттєво уповільнює такий рух до повного припинення у разі використання грубодисперсних матеріалів, позбавлених капілярності. Тому для ефективної боротьби з антропогенним забрудненням та засоленням рекомендують багатошарові ґрунтові конструкції з екраном із грубодисперсного матеріалу (гравію, щебеню, керамзиту, грубозернистого піску, тощо) або з гідрофобними просоченнями.

Подібний екран, руйнуючи капілярний гідравлічний зв'язок, відсікає «робочий шар» від ґрунту, що лежить нижче. У результаті вимиті за межі екрана періодичними опадами або поливами водорозчинні полютанти не мають можливості повернутися до кореневмісної товщі при висхідних до поверхні потоках вологи. Очищена таким чином коренева зона утримує додаткову кількість вологи за рахунок ефекту «антидренажу» (підвішування ґрунтової вологи) від екрану, а також внесення високодисперсних органічних ґрунтomodифікаторів природного або синтетичного генезису. Тим самим у ґрунтових конструкціях вдається впоратися з основними факторами, що лімітують ріст і розвиток рослин – забрудненням (засоленням) і нестачею продуктивної воло-

ги в посушливий літній період. Такі технології забезпечують підвищення запасів продуктивної вологи, врожайності (продуктивності) насаджень та загальної біологічної активності ґрунтових конструкцій у 1,5-3 рази порівняно з контрольними ділянками при надійному захисті від техногенного забруднення та вторинного засолення.

На механічно порушених і пошкоджених земельних ділянках здійснюють *інженерно-технічну рекультивацію* – комплекс гірничотехнічних робіт, спрямованих на підготовку зруйнованих воєнними діями ділянок територій після завершення бойових дій, які призвели до локального порушення земної поверхні, з метою їх подальшого використання.

На порушених територіях інженерно-технічна рекультивація передбачає такі заходи:

- Інженерну підготовку процесу і території. Підведення і створення необхідних комунікацій і технічних засобів, облаштування тимчасових і постійних доріг, будівництво гідротехнічних і інших об'єктів.
- Транспортування гумусованої маси ґрунту для зберігання або безпосередньо для нанесення на іншій підготовленій для рекультивації земельній ділянці.
- складування гумусованої маси ґрунту.
- зберігання гумусованої маси ґрунту.
- за необхідності – розробляння, транспортування, складування і зберігання потенційно родючих розкривних гірських порід і порід з меліоративними властивостями (мергельні, карбонатні, гіпсові геологічні відклади)
- формування геометрії товщі (тіла) ландшафту: виположування або терасування укосів вирви виїмок;
- формування рельєфу земельної ділянки залежно від подальшого цільового використання: грубе і чистове планування поверхні;
- стабілізаційний період. Тривалість періоду стабілізації рекультивованої ділянки залежить від:
 - глибини порушеної товщі;

- способу формування тіла відвалу (валовий, селективний)
 - характеристик ґрунтової маси (усадочність, грансклад, переущільнення). За відсутності необхідної кількості гумусованої ґрунтової маси використовують осадові потенційно родючі гірські породи, якими засипають вирви, траншеї і інші порушені ділянки.
 - якості і кількості планувань поверхні протягом стабілізаційного періоду (з метою запобігання формування блюдець)
- формування універсальної або спеціальних моделей техноземних ґрунтових тіл залежно від подальшого цільового використання рекультивованих ділянок;
 - комплекс меліоративних заходів, спрямованих на поліпшення хімічних і фізичних властивостей рекультивованих ділянок ґрунтів, з яких складається поверхневий шар рекультивованих земель (за необхідності).
 - ліквідацію наслідків осідання поверхні і протиерозійні заходи;

Деталізований набір робіт і терміни їх виконання встановлюються робочим проектом відповідно до прийнятого напрямку рекультивації.

3.5. Заходи із запобігання просідання поверхні рекультивованої земельної ділянки

Просторова неоднорідність ґрунтового покриву проявляється на глобальному, регіональному, локальному і мікро - рівнях. Мікрорельєф, визначаючи напрямок процесів ґрунтоутворення, суттєво впливає на властивості ґрунтів, створюючи умови для формування на невеликій території не тільки різноманітних видів і, але і типів ґрунтів.

Неоднорідність (плямистість) ґрунтового покриву утворюється гомогенними ґрунтовими комплексами. Відмінності в будові ґрунтів, які утворюють строкатість (плямистість), головним чином полягають в глибині заляган-

ня карбонатів, яка характеризується глибиною скипання гірської породи від обробки 10% HCl.

Нерівномірне просідання лесових материнських порід, і як наслідок – поширення западин пояснюється нерівномірним перерозподілом пустот в породах (щілини, тріщини, кротовини), а також різним вмістом вимиваних солей в породах. Тому, напевно, й причини просідання поверхні (утворення западин) в різних зонах будуть різні. Факт застою атмосферних опадів фіксується насамперед у понижених елементах мікро- і мезорельєфу (западинах) навесні після сніготанення, а також після злив влітку. Причиною застою води вважають наявність щільного ілювіального горизонту в ґрунтах западин. Поступове зникнення води в западинах пояснюється не тільки процесом просочування її в глибину, а також і випаровуванням, боковим відтоком і транспірацією рослинами.

Гетерогенність ґрунту може бути класифікована на дві основні категорії. Перша - це літологічна неоднорідність, яка може проявлятися у вигляді тонких м'яких / жорстких шарів, вбудованих в більш жорсткі / м'якші середовища, або шляхом включення «кишень» різної літології в більш однорідну масу ґрунту. Друге джерело неоднорідності може бути пов'язане з внутрішньою просторовою мінливістю ґрунту, яка є зміною властивості ґрунту від однієї точки до іншої в простір через різні умов осадження.

Проведені розрахунки по встановлених параметрах показали, що просідання можуть становити до 5% насипної товщі. Перш за все, це проявляється в появі замкнених мікропонижень і незаповнених ґрунтовою масою пустот. Це призводить до локальних просідань поверхні рекультивованих полів, перерозподілу поверхневого стоку, переміщення ґрунтової маси, а в ряді випадків розвитку засолення та заболочування.

Формування мікро- і мезорельєфу із замкнутими і слабо стічними пониженнями обумовлює порушення термінів виконання технологічних процесів вирощування сільськогосподарських культур, суттєво погіршує якість рекультивованих земель: на первинно горизонтально спланованій площі через

25 років експлуатації зареєстровано локальні пониження з різницею між відмітками від 0,2 до 2,5 м на 28-55 % поверхні [33]. З цієї причини необхідно проводити ремонтні роботи (виймання з понижень чорноземної маси, заповнення впадин більш сприятливими породами, покриття прогалин чорноземною масою, планування і т.д.), аж до затухання просадкових явищ. В цей період не має сенсу покривати породи чорноземною масою, тому що в іншому випадку виникає неоднорідність родючості земель і втрати чорнозему.

Такі негативні наслідки викликані існуючою технологією рекультивації, яка передбачає повернення земель в господарське використання не пізніше, ніж через 5 років після їх порушення. Згідно з нормативними актами, що регламентують проведення рекультиваційних робіт, необхідне введення стабілізаційного періоду на три роки в проміжок часу між розрівнюванням відвалів та перед відсипкою шару чорноземної маси.

ГЛАВА 4

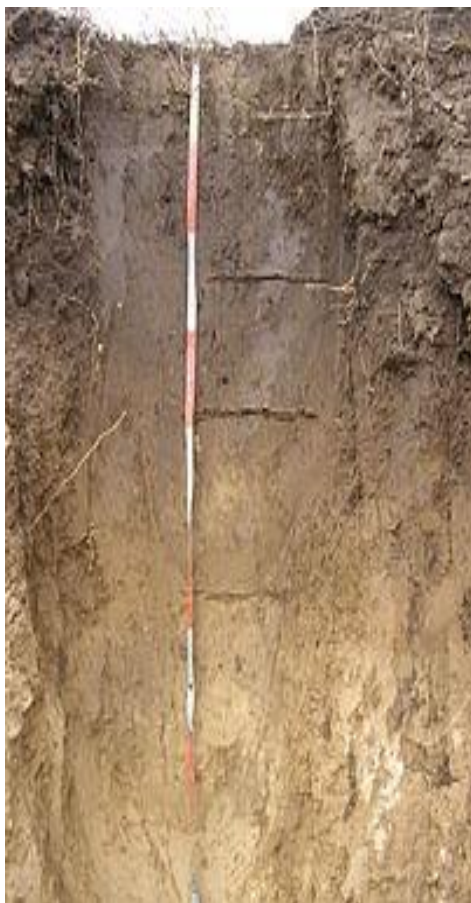
РОЗРОБКА РЕКУЛЬТИВАЦІЙНИХ І ФІТОМЕЛІОРАТИВНИХ ЗАХОДІВ З ВІДНОВЛЕННЯ РОДЮЧОСТІ ЗЕМЕЛЬНОЇ ДІЛЯНКИ, ПОРУШЕНОЇ ВОЄННИМИ ДІЯМИ

Для розробки заходів з рекультивації земельної ділянки, яка зазнала механічних пошкоджень від бомботурбацій нами обрано частину поля №3 польової сівозміни агрофірми «Катеринівська» площею 48 га, на якій механічні пошкодження мілітарного характеру ґрунтового покриву складають понад 32% від площі ділянки, що згідно класифікації відповідає середньому ступеню деградації.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем південний важкосуглинковий на лесоподібному суглинку. Сформувався під різнотравно-ковилово-типчачовою рослинністю на лесових породах і червоно-бурих глинах.

В умовах жорсткого гідротермального режиму в цих ґрунтах гальмується процес гумусоутворення, профіль стає більш коротким. Діагностичними ознаками цих ґрунтів є наявність у нижній частині профілю (Phk і Pk) карбонатів у вигляді білозірки, в породі з глибини 4 м трапляється друзи гіпсу, а ще глибше – інші водорозчинні солі. Спостерігається розпорошеність структури в орному шарі. Горизонти з білозіркою ущільнені. У межах перехідних горизонтів також виділяється карбонатний псевдоміцелій, рідше прожилки. Скипання від HCl – з нижньої частини перехідного горизонту (Hрк).

Будова профілю:



N — гумусовий горизонт до 40 см, темно-сірий, у вологому стані майже чорний, добре виражена зерниста структура, багато копролітів, перехід поступовий;

NPK — верхній перехідний горизонт до 20–30 см, темнувато-сірий з буруватим відтінком, зернисто-грудочкувато-горіхуватий, багато копролітів, карбонатна цвіль, перехід поступовий;

Phk — нижній перехідний горизонт до 80 (120) см, палево-сірий з буруватим відтінком, розсіяна білозірка, карбонатна цвіль, кротовини, перехід поступовий;

Rk — материнська порода, частіше бурувато-палевий лес.

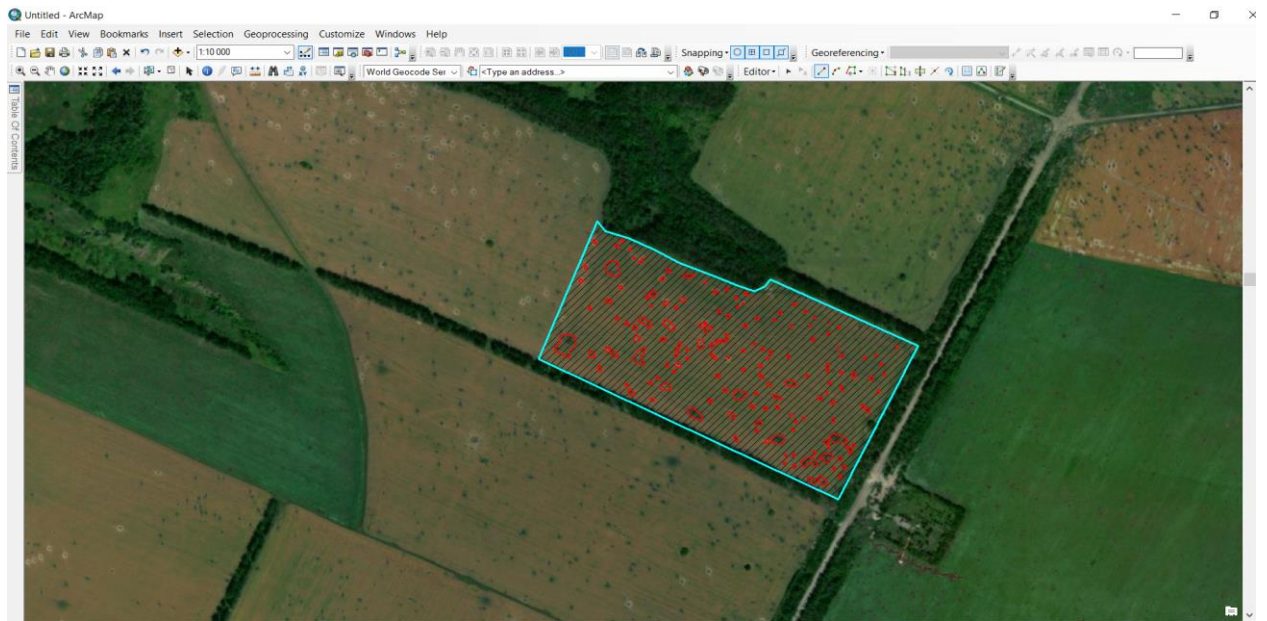


Рис. 2. Пошкоджена внаслідок бойових дій земельна ділянка, яка підлягає рекультивації

Гумус є найбільш цінною складовою ґрунтів, оскільки він обумовлює водотривку структуру, від якої у свою чергу залежить багато фізичних, фізико-хімічних і біохімічних властивостей. Крім того, в гумусі міститься близько 5% азоту, 2-2,5% P_2O_5 , 1,5-2% K_2O , мікроелементи. При розкладанні гумусу ці елементи вивільнюються і стають доступними рослинам.

Вміст і запаси гумусу в окремих генетичних горизонтах чорнозему південного і їх сумішей

Генетичні горизонти та їх суміші	Середній вміст гумусу, %	Загальні запаси гумусу, т/га
H₍₀₋₃₁₎	4,2	169
HP₍₃₂₋₅₃₎	2,8	86
Phk₍₅₄₋₆₉₎	1,7	41
Pk	0,6	24
H+HP₍₀₋₅₃₎	3,4	255
HP+Phk₍₀₋₃₈₎	2,4	127
H+HP+PHk₍₀₋₆₉₎	3,1	296

Середній вміст гумусу в верхньому гумусо-акумулятивному горизонті чорнозему південного (шар 31 см) складає 4,2%, а загальні запаси 169 т/га, які не можуть задовольнити оптимальні параметри. Проаналізувавши суміш горизонтів H і HP шаром 53 см, можна сказати, що середній вміст гумусу 3,4 % і загальні запаси на рівні 255 т/га наближаються до оптимальних. Тому, в подальшому, буде використовуватись саме така суміш гумусованих горизонтів.

4.1. Роботи на інженерно-технічному етапі рекультивації

Роботи на інженерно-технічному етапі рекультивації проводять у теплий сухий період року. Об'єктом рекультивації є вирви (кратери) від вибухів снарядів і бомб. Вирви можуть бути різної форми, глибини, діаметру, об'єму. Їх рекультивація здійснюється шляхом засипання об'єму вирви субстратами, розташованими насамперед безпосередньо у зоні бомботурбації. Це ділянки, поверхня якої сформована виверженим матеріалом гумусованої ґрунтової маси і (у разі значних глибин) субстратом з материнської гірської породи.

Технологія рекультивації вирв залежить насамперед від їх глибини. Так, вирви глибиною, що не перевищує межі гумусованого профілю, засипають

гумусованою ґрунтовою масою з території, яка безпосередньо знаходиться поряд з вирвою. Для заповнення 1 м³ вирви достатньо зняти і перемістити шар ґрунту у 2–3 см з прилеглої до кратеру площі у 30–50 м².



Рис. 3. Визначення параметрів вирв для розрахунку об'єму неорбхідних для рекультивації субстратів

Вирви, глибина яких перевищує межі гумусованого профілю, рекультивують у два етапи. Таких об'єктів на досліджуваній ділянці зафіксовано всього 8 одиниць. Їх загальний об'єм для заповнення субстратом складає 67 м³, з яких частка гумусованої ґрунтової маси складає 45 м³, а лесоподібних відкладів – 22 м³.

Спочатку дно вирви засипають субстратом, подібним до материнської породи. Як правило, це потенційно родючі гірські породи згідно ДСТУ 7906:2015. Можливе й використання інших нефітотоксичних дисперсних матеріалів природного або штучного походження з подібними фізичними параметрами, насамперед за дисперсністю (допустиме відхилення $\pm 10\%$ за вмістом фракції «фізичної глини»), які відповідають вимогам до субстратів-ґрунтозамінників.

Верхньою межею відсіпки цим субстратом є нижня відмітка гумусованого профілю ґрунту у непорушеному стані. Верхня частина профілю відновлюваного ґрунтового тіла формується з ґрунтової маси, яку використовують з прилеглої території, знімаючи шар не більше 3 см. Для заповнення кожного 1 м³ вирви необхідно перемістити ґрунтову масу з 30-50 м² площі. Цей субстрат складається як з гумусованої ґрунтової маси верхнього горизонту профілю ґрунту, так і з ґрунтової суміші, яка була вивержена і переміщена у результаті бомботурбації. Таке «скальпування» неушкодженого ґрунту суттєво не вплине на рівень його родючості і за виконання відповідних фітомеліоративних і агрохімічних заходів досить швидко оптимізує ґрунтові режими і властивості.

4.2. Біологічний етап рекультивації

Метою біологічного етапу рекультивації земельних ділянок, ушкоджених бомботурбаціями, є оптимізація властивостей і режимів ґрунту для забезпечення відповідних умов для вирощування відповідного асортименту сільськогосподарських культур з вираженими ґрунтополіпшуючими фітомеліоративними можливостями, застосуванням підвищених норм органічних, мінеральних і бактеріальних добрив, а також сидерації.

Найбільш адаптованим до специфічних умов виявився агрофітоценоз, до складу якого входить люцерна посівна, еспарцет піщаний, стоколос безостий та житняк вузькоколосий. Екологічна стійкість такого агрофітоценозу забезпечується різним відношенням компонентів: до вологи – мезофіти (люцерна, стоколос), ксерофіт (житняк) і ксеромезофіт (еспарцет); до умов живлення - мегатрофи (стоколос, житняк) і еврїтрофи (люцерна, еспарцет); до світла: геліофіти (люцерна, житняк, стоколос), тіневитривалий (еспарцет); до аерації едафотопу - аерофіти (люцерна, еспарцет, стоколос) та здатний переносити умови ущільнення (житняк); по здібності переносити несприятливі погодні умови – гемікриптофіти (люцерна, еспарцет), геофіт (стоколос) і хамефіт (житняк). Дослідження не виявили фітоценотичної несумісності компонентів.

4.3. Асортимент рослин для фітомеліорації порушеної ділянки

Коротка характеристика багаторічних трав, рекомендованих для створення фітомеліоративних агроценозів на рекультивованих земельних ділянках.

Буркун білий (*Melilotus albus*) - дворічна висоурожайна (до 6 т/ га сіна) бобова рослина, добре росте на еродованих землях. Відзначається високою зимостійкістю та посухостійкістю. Відмінний медонос. Збагачує ґрунт біологічним азотом. Норма висіву насіння в чистих посівах складає від 15 до 20 кг/га.

Люцерна посівна (*Medicago sativa*) - найбільш поширена в степовій зоні багаторічна бобова рослина з добре розвинутою кореневою системою. Збагачує ґрунт біологічним азотом (до 300 кг/ га) та органічними рештками (до 10-12 т/га). Широко використовується, як основний компонент, в сіножатах та пасовищах. Дає декілька укосів за рік. Досить холодостійка і вологолюбива культура. Краще почуває себе на північних схилах. Норма висіву насіння в чистих посівах - 15-20 кг/га.

Еспарцет піщаний (*Onobrychis arenaria*) - багаторічна бобова рослина, відзначається високою посухостійкістю і невибагливістю до умов вирощування. Цінний медонос. Менше вибагливий до ґрунтів в порівнянні з люцерною. Холодостійкий. Здатний засвоювати важкорозчинні поживні речовини. Відзначається більш високими темпами розвитку, ніж люцерна. Норма висіву насіння в чистих посівах - 70-80 кг/га.

Стоколос безостий (*Bromopsis inermis*) - багаторічний кореневищний верховий злак, має добре облистяні високі генеративні і численні вегетативні пагони, утворює довгі підземні кореневища. Відзначається тривалим довголіттям і високою продуктивністю. Рано відростає весною. Негативно реагує на часте скошування та інтенсивне випасання. Норма висіву насіння в чистих посівах - 12-15 кг/га.

Житняк вузькоколосий (*Agropyrum desertorum*) - багаторічний нещільнокущовий злак з добре облистяними стеблами. Посухостійкий, морозо- та солестійкий. Добре витримує витоптування та випасання. Не витримує тривалого затоплення. Норма висіву в чистих посівах - 8-10 кг/га схожого насіння.

Райграс високий (*Arrhenatherum elatius*) - багаторічний нещільнокущовий верховий злак, утворює добре облистяний кущ з сильно розвиненою кореневою системою. Посухостійкий, досить холодовитривалий, але погано переносить малосніжні холодні зими, після скошування інтенсивно відростає. Норма висіву в чистих посівах - 10-12 кг/га схожого насіння.

Бобово-злакові травосумішки більш врожайні, ніж сумішки з одних бобових трав. Більше нагромаджують вони і корених та стерневих решток. Травосумішки, які складаються з представників різних біологічних груп багаторічних трав, забезпечують одержання високих і стійких щорічних урожаїв. Їх травостої добре протистоять змиву і розмиву ґрунту, оскільки компоненти травосумішок, що відрізняються між собою за характером росту і куціння, формують зімкнутий травостій і міцну дернину. При підборі компонентів травосумішей належну увагу варто приділяти кількісному співвідношенню бобових і злакових трав, що забезпечує прогнозовану зміну домінантів, заміну недовголітніх трав більш довголітніми.

При складанні травосумішей підбирають види трав із близькими термінами настання фази цвітіння і здатні забезпечити високі врожаї в наступних укосах. Важливо передбачити взаємозамінність у травостоях одних видів іншими. Жоден вид не здатний повністю використовувати наявні ресурси середовища. Можливість спільного росту видів визначається їх екологічною і біологічною своєрідністю, а також просторовою і тимчасовою гетерогенністю екотопу. Кожна видова популяція своєрідна у відношенні середовищеутворення.

Сучасні принципи підбора травосумішей ґрунтуються на глибокому вивченні видового складу травосумішей, їхньої залежності від біологічних і

екологічних факторів. Це дозволяє виявляти етапи їхнього життєвого довголіття і проективного покриття. Перший етап розвитку і росту, як правило, продовжується протягом 1-2 років після сівби. У цей період активно проявляють себе в травостоях як бобові, так і злакові трави. За подальшого використання агроценозів починають зникати бобові трави, а злакові середнього довголіття поступаються місцем більш довголітнім травам.

4.4. Оптимальне чергування агроценозів на земельних ділянках, де здійснювали рекультивацію

Після біологічного етапу рекультивації, який рекомендовано здійснювати шляхом вирощування фітомеліоративних бобово-злакових багаторічних агроценозів, переходять до впровадження фітомеліоративних сівозмін. Сівозміна, як науково обґрунтоване чергування сільськогосподарських культур, відіграє надзвичайно велику роль у рекультивації земель. Це обумовлено її багатостороннім впливом на родючість відновлюваних після порушень земельних ділянок та на урожайність сільськогосподарських культур, а також більш повним використанням біологічних чинників, поліпшенням фізико-хімічних властивостей ґрунтів і порід, водного й поживного режимів, мікробіологічної та ферментативної діяльності ґрунту, зниженням шкоди від бур'янів, хвороб і шкідників.

Практика засвідчує, що жоден агротехнологічний чинник не здатен так впливати на властивості ґрунту й урожай культур, як сівозміна. У поєднанні з культурними сінокосами, пасовищами і лісовими насадженнями сівозміни формують відповідний ландшафт місцевості, найбільш сприятливий для життєдіяльності всієї флори й фауни та росту врожайності вирощуваних культур.

На перших етапах господарського використання рекультивованих ділянок найбільшу продуктивність забезпечують сівозміни, насичені багаторічними травами до 60 %, з таким чергуванням:

- 1) ранні ярі колосові з підсівом багаторічної бобової трави;
- 2) багаторічні бобові трави першого року використання;

3) багаторічні бобові трави другого року використання;

4) озимі культури (жито, пшениця, ріпак).

Така сівозміна на рекультивованих земельних ділянках забезпечує вихід з 1 га 6,2 т кормових одиниць, 0,91 т перетравного протеїну і до 6,9 т/га повітряно-сухих післяжнивних залишків у шарі 0-30 см. У подальшому можливий перехід на зональні рекомендовані сівозміни з урахуванням спеціалізації агропідприємства.

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Реабілітація (рекультивация, відновлення якості) сільськогосподарських угідь, порушених воєнними діями, є важливим викликом перед ґрунтознавчою наукою і аграрним виробництвом, адже руйнівні наслідки воєнних дій (особливо інтенсивні бомботурбації) на значних територіях призводять до деградації ґрунтових ресурсів, унеможлиблюють їх використання для виробництва продукції рослинництва. Деградація властивостей ґрунту суттєво знижує їх продукційний потенціал, природне самовідновлення якого може бути достатньо тривалим процесом, тому проведення рекультиваційних робіт є найбільш дієвим заходом повернення ґрунтових ресурсів для господарського використання.

Успішність рекультивації локально порушених земельних ділянок унаслідок воєнних дій залежить від: розмірів порушень (морфометрія, амплітуда антропогенних форм рельєфу, площа, зайнята порушеними ділянками); інженерно-геологічних параметрів території (тип, кислотність і засоленість ґрунтів, режим і джерела живлення ґрунтових вод, природних форм рельєфу); властивостей ґрунтів території; технічних і економічних засобів для відновлення територій.

Технологія рекультивації угідь, пошкоджених бомботурбаціями залежить від глибини утворених вирв. Якщо глибина вирви не перевищує глибину гумусованого профілю, такі вирви заповнюють гумусованою ґрунтовою масою, відібраною з поряд розташованими ділянками. Такі субстрати складаються як з матеріалу, виверженого при бомботурбаціях, так і з верхнього гумусованого шару неушкодженого ґрунту. Для рекультивації використовують субстрати з поверхні прилеглої до вирви території. Враховуючи досить потужну глибину гумусованого профілю чорноземних ґрунтів, глибина зрізання для отримання субстрату може складати 3-5 см (5-8% від глибини гумусованого профілю) . Тобто, для заповнення об'єму вирви 1 м^3 достатньо матеріалу з площі 20-30 м^2 .

Глибокi вирви, у яких пошкоджено не лише весь гумусований профiль, а й пiдстиляюча основа, складена материнською породою, рекультивують у два прийоми. Спочатку днище ями засипають субстратом потенційно родючої гiрської породи, подiбноi до пiдстиляючої материнської породи, якість якої повинна вiдповiдати ДСТУ7906:2015. Потiм їх засипають на 5 см вище рiвня поверхнi гумусованим матерiалом, вiдбраним з поряд розташованими дiлянками i ущiльнюють котками. Глибина зрiзання ґрунту для отримання субстрату може складати 3-5 см. Тобто, для заповнення об'єму вирви 1 м³ достатньо площi 20-30 м².

На бiологiчному етапi для оптимiзацiї ґрунтових характеристик вирощують агроценози з фiтомелiоративними якостями (багаторiчнi бобовi трави, злаково-бобовi травосумiшки, сидерати), застосовують пiдвищенi на 25-30 % норми органiчних i мiнеральних добрив. Для активiзацiї бiологiчного режиму доцiльне також використання мiкробiологiчних препаратiв.

З метою запобiгання утворення локальних просiдань рекультивованої поверхнi необхідно здiйснювати щорiчне планування агротехнологiчними прийомами (боронуванням, культивацiєю, планувальниками) впродовж 3-4 рокiв, доки не вiдбудеться самоущiльнення насипiв до показникiв рiвноважної щiльностi ґрунту.

ВИКОРИСТАНІ ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА

1. Ачасов А.Б., Селіверстов О.Ю., Ачасова А. О. Екологічні наслідки бойових дій: ґрунтовий аспект. Сучасний стан ґрунтового покриву України в умовах збройної агресії російської федерації. збірник тез Міжнар. наук.-практ. конф. (20 жовтня 2022, м. Харків). Харків: ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського», 2022. С. 12- 14.
2. Ангурець О., Хазан П., Колесникова К. та ін. Вплив бойових дій на земельні ресурси України. Наслідки для довкілля війни росії проти України. 2022. С. 27-34.
3. Балюк С.А., Кучер А.В., Солоха М.О. та ін. Вплив збройної агресії та воєнних дій на сучасний стан ґрунтового покриву, оцінка шкоди та збитків, заходи з відновлення: наук. доп. Харків: ФОП Бровін О.В., 2022. 102 с.
4. Балюк С.А., Кучер А.В., Максименко Н.В. Ґрунтові ресурси України: стан, проблеми і стратегія сталого управління. Український географічний журнал. 2021. № 2 (114). С. 3-11.
5. ДСТУ 4362:2004. Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів. [Чинний від. 2006-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 18 с.
6. Биндич Т.Ю. Оцінювання диференціації ґрунтового покриву за допомогою космічних зображень. Таврійський науковий вісник. 2019. № 109. 4.2. С. 162-170.
7. Голубцов О., Сорокіна Л., Сплодитель А., Чумаченко С. Вплив війни росії проти України на стан українських ґрунтів. Результати аналізу. Київ: ГО «Центр екологічних ініціатив «Екодія», 2023. 32 с.
8. Державна програма використання та охорони земель (ґрунтово- агрохімічні аспекти); за наук. ред. С.А. Балюка, М.М. Мірошніченка, Р.С. Трускавецького. Київ: Аграрна наука, 2023. 96 с.
9. ДСТУ 4362:2004. Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів. [Чинний від. 2006-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2006.18 с.

10. ДСТУ 7705:2015. Захист довкілля. Рекультивація земель. Терміни та визначення понять. [Чинний від 2016-08-01]. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 17 с. (Державний стандарт України).
11. ДСТУ ГОСТ 17.4.3.01:2019. Охорона довкілля. Якість ґрунту. Загальні вимоги до відбирання проб. [Чинний від 2019.04.01]. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. (Національний стандарт України).
12. ДСТУ ГОСТ 17.4.4.02:2019. Охорона довкілля. Якість ґрунту. Методи відбирання та підготування проб для хімічного, бактеріологічного, гельмінтологічного аналізу. [Чинний від 2019.04.01]. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. (Національний стандарт України).
13. ДСТУ 7874:2015. Охорона ґрунтів. Деградація ґрунтів. Основні положення. [Чинний від 2015-06-22]. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 9 с.
14. ДСТУ 7905:2015. Захист довкілля. Придатність порушених земель для рекультивації. [Чинний від 2016-07-01]. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 15 с. (Державний стандарт України).
15. ДСТУ 7906:2015. Захист довкілля. Придатність розкритих та вмішувальних гірських порід для біологічної рекультивації. [Чинний від 2016-07-01]. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 9 с. (Державний стандарт України).
16. ДСТУ 7874:2015. Охорона ґрунтів. Деградація ґрунтів. Основні положення. [Чинний від 2015-06-22]. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 9 с.
17. ДСТУ ГОСТ 17.4.3.01:2019. Охорона довкілля. Якість ґрунту. Загальні вимоги до відбирання проб. [Чинний від 2019.04.01]. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. (Національний стандарт України).
18. ДСТУ ГОСТ 17.4.4.02:2019. Охорона довкілля. Якість ґрунту. Методи відбирання та підготування проб для хімічного, бактеріологічного, гельмінтологічного аналізу. [Чинний від 2019.04.01]. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. (Національний стандарт України).
19. Макаренко Н.А., Строкаль В.П., Бережняк Є.М. та ін. Вплив російської воєнної агресії на природні ресурси України: аналіз ситуації, методологія оцінювання. Наукові доповіді НУБіП України. 2022. № 4 (98).

20. Медведев В.В., Пліско І.В., Крилан С.І. та ін. Фізична деградація орних ґрунтів України (оцінювання, профілактика, призупинення). Харків: ФОП Бровін О.В., 2020. 110 с.
21. Ревтьє-Уварова А.В., Ніконенко В.М., Сліденко О.І. Вплив воєнних дій на функціонування довготривалі польових дослідів України. Сучасний стан ґрунтового покриву України в умовах збройної агресії російської федерації", збірник тез Міжнар. наук.-практ. конф., 2022. С. 116-120.
22. Ревтьє-Уварова А.В. Війна як антропогенний чинник деградації ґрунтів. Формування інноваційних агротехнологій в умовах змін клімату для забезпечення сталого розвитку агропромислового комплексу України: зб. матеріалів Міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених, присвяч. до Дня науки в Україні (18- 19 травня 2023, м. Одеса,). Одеса, 2023. С. 158-160.
23. Солоха М.О., Смірнова К.Б., Вінокурова Н.В., Семенцова К.О. Варіабельність геохімічного та гранулометричного складу ґрунтів Лісостепу України під впливом бойових дій. Аграрні інновації. 2022. № 14. С. 109-116.
24. Сплодитель А., Голубцов О., Чумаченко С, Сорокіна Л. Вплив війни росії проти України на стан українських ґрунтів. Результати аналізу; за ред. Н. Гозак, М. Дячук, Л. Федорова. Київ: ГО Центр екологічних ініціатив «Екодія», 2023. 32 с.
25. Стан і завдання наукового забезпечення управління ґрунтовими ресурсами на етапі збройної агресії та післявоєнного відновлення: монографія; за ред. С.А. Балюка, А.В. Кучера. Київ: Аграрна наука, 2023. 168 с.
26. Шевченко М.В., Кудря С.І., Хасьянов Д.О. та ін. Ефективність прийомів обробітку ґрунту з урахуванням просторової неоднорідності агрофізичних показників. Вісник ХНАУ. Серія Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів. 2020. № 1. С. 131-140.
27. Якість ґрунту. Відбирання проб. Ч. 1. Настанови щодо складання програм

- відбирання проб (ІСО 10381-1:2002, ІОТ): ДСТУ ІСО 10381-1:2004. [Чинний від 2006.04.01]. Київ: Держ-споживстандарт України, 2006. 36 с. (Національний стандарт України).
28. Якість ґрунту. Відбирання проб. Ч. 2. Настанови з методів відбирання проб (ІСО 10381-2:2002, ІОТ): ДСТУ 180 10381- 2:2004; [Чинний від 2006.04.01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 29 с. (Національний стандарт України).
29. Якість ґрунту. Настанови щодо складання та виконання моніторингових програм (ІСО 16133:2004, ІОТ): ДСТУ ІСО 16133:2005. [Чинний від 2011.01.01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 28 с. (Національний стандарт України).
30. Рекомендації з відновлення та реабілітації пошкоджених земель сільськогосподарського призначення. Укладачі: Забалуєв В.О., Літвінов Д.В., Тонха О.Л., Забалуєв С.В., Кошель А.О. Андрійчук В.Л, Месеча А.В. К.: НУБіП України, 2024. 64 с.
31. Остапенко Н. С., Бондаренко Л. В., Кириченко В. А., Крючкова С. В. До питання оцінки екологічних наслідків змін стану земель внаслідок військових дій. Продовольча та екологічна безпека в умовах війни та повоєнної відбудови: виклики для України та світу: мат. Міжн. наук.-практ. конф., секція 2: Післявоєнне відновлення рослинних ресурсів та екологічна безпека країни (м. Київ, 25 трав. 2023 р.). Київ, 2023. С. 80-83.
32. Наумовська О. І., Голубцова В. В. Екологічні ризики трансформації ґрунтового покриву агроценозів у воєнних умовах. Продовольча та екологічна безпека в умовах війни та повоєнної відбудови: виклики для України та світу: мат. Міжн. наук.-практ. конф., секція 2: Післявоєнне відновлення рослинних ресурсів та екологічна безпека країни (м. Київ, 25 трав. 2023 р.). Київ, 2023. С. 123-125.
33. Трофименко П. І., Забалуєв В. О., Безгодкова Ю. В., Трофименко Н. В., Степаненко Д. О., Могилко М. Ю. Наслідки негативного впливу війсь-

кової агресії на ґрунти України та шляхи їхньої реабілітації Продовольча та екологічна безпека в умовах війни та повоєнної відбудови: виклики для України та світу: мат. Міжн. наук.-практ. конф., секція 2: Післявоєнне відновлення рослинних ресурсів та екологічна безпека країни (м. Київ, 25 трав. 2023 р.). Київ, 2023. С. 165-168.

34. Бережняк Є. М. Вплив військової діяльності на ґрунтові ресурси України. Продовольча та екологічна безпека в умовах війни та повоєнної відбудови: виклики для України та світу: мат. Міжн. наук.-практ. конф., секція 2: Післявоєнне відновлення рослинних ресурсів та екологічна безпека країни (м. Київ, 25 трав. 2023 р.). Київ, 2023. С. 303-305.
35. Чайка Т. О., Короткова І. В. Порушення фізичних властивостей ґрунтів внаслідок воєнних дій. Продовольча та екологічна безпека в умовах війни та повоєнної відбудови: виклики для України та світу: мат. Міжн. наук.-практ. конф., секція 2: Післявоєнне відновлення рослинних ресурсів та екологічна безпека країни (м. Київ, 25 трав. 2023 р.). Київ, 2023. С. 357-360.
36. Забалуєв В.О., Забалуєв С.В., Носенко В. Г., Трофименко П.І., Трофименко Н.В., Андійчук В., Любицький В., Босий Д. О., Файда М. Потенціал ґрунтоутворення розкривних гірських порід та його реалізація за сільськогосподарського використання рекультивованих земель
37. Балаєв А.Д., Забалуєв С.В. Гумусонакопичення в різноякісних за літогенним складом техноземах в умовах південного Степу України // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агрономія, 2013. № С. 206–210.
38. Забалуєв С.В., Балаєв А.Д. Літологічна характеристика осадових гірських порід як передумова їх здатності до ґрунтоутворення // Біоресурси і природокористування. 2014. - №1-2.- С. 45–49.
39. Чайка Т. О., Короткова І. В. Відновлення родючості ґрунту в Україні після воєнних дій. Захист і відновлення екологічної рівноваги та забезпечення самовідновлення екосистем : колективна монографія ; за заг. ред.

Т. О. Чайки. Полтава : Астрая, 2023. С. 232–281.

40. Althoff P. S., Thien S. J. Impact of M1A1 main battle tank disturbance on soil quality, invertebrates, and vegetation characteristics. *Journal of Terramechanics*. 2005. Vol. 42. P. 159–176.
41. Certini G., Scalenghe R., Woods W. I. The impact of warfare on the soil environment. *Earth-Science Reviews*. 2013. Vol. 127. P. 1–15. doi: 10.1016/j.earscirev.2013.08.009.
42. France's Zone Rouge is a lingering reminder of World War I's Battle of Verdun. URL: <https://education.nationalgeographic.org/resource/red-zone>.