

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

Вітвіцький Ярослав Йосипович

УДК [631.445.4:632.125](282.247.314-192.2)(043.5)

ДИСЕРТАЦІЯ
ДЕГРАДАЦІЯ ЧОРНОЗЕМІВ ПРИДНІСТЕРСЬКОЇ ВИСОЧИНИ

Спеціальність – 103 «Науки про Землю»

Галузь знань – 10 «Природничі науки»

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Я. Й. Вітвіцький

Науковий керівник
Гаськевич Володимир Георгійович
доктор географічних наук, професор

Львів – 2023

АНОТАЦІЯ

Вітвіцький Я. Й. Деградація чорноземів Придністерської височини. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю **103 «Науки про Землю»** галузі знань **10 «Природничі науки»**. – Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів, 2023.

Деградація ґрунтів вважається однією із найбільших загроз збалансованого управління ґрунтовими ресурсами та є своєрідним викликом для сталого розвитку суспільства, загострюючи проблеми як екологічного, так і соціально-економічного характеру. У системі наукових досліджень деградація ґрунтів належить до числа найбільш актуальних проблем ґрунтознавства, екології та землеробства. Особлива увага приділена сучасному стану орних чорноземів, що пов'язано з їхньою продуктивністю і важливим економічним значенням для продовольчої безпеки країни.

Придністерська височина вважається регіоном зі значним природно-ресурсним потенціалом, і зокрема родючими ґрунтами, основу яких складають чорноземи. Разом з тим, це регіон давнього землеробства. У структурі ґрунтового покриву височини загальна площа чорноземів становить 406 тис. га (62 % території височини), з них на чорноземи типові припадає 260 тис. га (39 %), чорноземи опідзолені займають площу 146 тис. га (23 %).

Сучасний стан чорноземів Придністерської височини, як і України загалом, викликає все більше занепокоєння у зв'язку з інтенсифікацією деградаційних процесів. Аналіз літературних джерел та узагальнені порівняння властивостей орних чорноземів засвідчують, що за останні 40–50 років найбільш загрозливими деградаційними процесами в регіоні є: дегуміфікація, ерозійне зменшення потужності гумусового горизонту чорноземів, ущільнення ґрунту в польових сівозмінах, особливо на ріллі, побічним наслідком чого є руйнування структури. Згадані процеси небезпечні тим, що їхній прояв

відбувається непомітно, однак синергетичний ефект відчутно відображається на продуктивності ґрунтів. Ситуація також ускладнюється домінуванням схилового рельєфу у структурі посівних площ, які за умови періодичних опадів зливового характеру та нехтування протиерозійними заходами зазнають посиленої деградації.

Зважаючи на це, основною метою дисертаційної роботи є дослідження домінуючих деградаційних процесів, які проявляються в чорноземах Придністерської височини в умовах території з розчленованим рельєфом.

Наукова новизна отриманих результатів:

– проведено комплексне дослідження і оцінку деградаційних процесів, які домінують у чорноземах Придністерської височини (дегуміфікація, ущільнення, знеструктурення);

– досліджено й схарактеризовано просторову неоднорідність хроматичної та ахроматичної складових кольору чорноземів, диференціація яких пов'язана з деградаційними процесами;

– апробовано практичне застосування технології контактного сканування твердої фази ґрунту на макроморфологічному рівні для оцінки вмісту гумусу;

– проведено оцінку деградаційних процесів виражених у чорноземах Придністерської височини з урахуванням морфометричних параметрів рельєфу.

Придністерська структурно-денудаційна височина – це частина Подільської височини на лівобережжі Дністра, у межиріччі Збруча й Калюса, площею 6,7 тис. км². Сучасні обриси топографічної поверхні території сформувалися під впливом ранньочетвертинного епейрогенічного підняття. Значна тріщинуватість порід, наявність потужної товщі пухких четвертинних відкладів, активна ерозійна діяльність річкових та поверхневих текучих вод визначили морфоскульптурні особливості Придністерської височини. Просторова неоднорідність прояву рельєфоформуючих факторів зумовила утворення системи паралельних смуг, які в рельєфі представлені плоскими, полого-хвилястими, опуклими межиріччями та терасовими

комплексами, до яких приурочені ареали чорноземів Придністерської височини.

За результатами ГІС-аналізу з'ясовано, що приблизно 63 % площі ареалів чорноземів представлено схиловою поверхнею крутістю до 3°. У розрізі наведених даних, переважаючими є похилі схили, загальна площа яких становить – 1 700 км² (42 %). У поєднанні з кліматичними особливостями регіону, геоморфологічний фактор має значний вплив на інтенсивність прояву деградації чорноземів.

Відповідно до зміни біокліматичних та геоморфологічних особливостей території дослідження закладено чотири ключові ділянки, які відображають типові риси агроландшафтів, сформованих при розорюванні цілинних чорноземів території дослідження. Ґрунтові розрізи закладені у вигляді катени на однорідній літологічній основі (лесоподібні суглинки), у межах рівнинного вододільного рельєфу та прилеглих схилових мікрозон.

Результати морфологічного аналізу чорноземів Придністерської височини, отримані під час польових досліджень 2019–2020 рр., свідчать про суттєві зміни морфологічних ознак, які зумовлені тривалим сільськогосподарським використанням ґрунтів під ріллею. Насамперед, системний механічний вплив призвів до формування диференційованих за щільністю складення горизонтів: орного (з нетиповою порохувато-грудкуватою структурою) та ущільненого підорного (з характерною брилувато-грудкуватою структурою). Крім того, наявність вираженої плужної підшви (8–12 см) призвело до формування водотривкого шару, який часто є своєрідним бар'єром для розвитку кореневої системи сільськогосподарських культур. Низька кількість морфологічно виражених червоточин, копролітів, в ущільнених горизонтах свідчить про зниження інтенсивності зоотурбації у досліджуваних чорноземах.

Особливо суттєвими є зміни морфологічних ознак еродованих чорноземів. Зокрема, зі зростанням крутості схилового рельєфу потужність гумусового-аккумулятивного горизонту знижується з 60–50 см до 18 см на

сильноеродованих опуклих ділянках. Водночас залучення в оранку нижніх перехідних горизонтів корелюється зі зміною кольору орного шару. Також спостерігається тенденція до зміни гранулометричного складу чорноземів опідзолених важкосуглинкових при збільшенні їхнього ступеня еродованості.

Залучення чорноземів у сільськогосподарське виробництво в умовах дефіциту органічної речовини призвело до прояву дегуміфікації. За останнє століття вміст гумусу в чорноземах Придністерської височини знизився з 5–6 % до рівня 3–4 %. Результати досліджень вказують на помітний прояв дегуміфікації в межах орного горизонту (0–20 см), яка посилюється при зміні морфометричних параметрів рельєфу та через інтенсивність прояву ерозійних процесів. Так, на фоні нееродованих відмін в орному горизонті чорноземів схилових ділянок, крутістю 1–2° запаси гумусу зменшуються на 10–12 %. Найбільші втрати гумусу зафіксовані на опуклих та увігнутих схилових ділянках. Отримані показники $S_{гк} : S_{фк}$ свідчать про домінування гуматного типу гумусу в автоморфних умовах та плавну зміну з гуматного на фульватно-гуматний тип гумусу в межах схилів.

Площинний змив, приорювання нижніх перехідних горизонтів, механічне переміщення ґрунтової маси під впливом агротехнічних операцій прямо вплинули на вміст деяких фракцій. Порівняльний аналіз даних вмісту фізичної глини на різних частинах катен свідчить про те, що в чорноземах типових та опідзолених середньосуглинкових спостерігається слабовиражена тенденція до полегшання гранулометричного складу на еродованих схилах. Протилежний процес спостерігається в чорноземах опідзолених важкосуглинкових. Значного перерозподілу зазнає мулиста фракція, вміст якої змінюється зі зростанням еродованості рельєфу.

Згідно з отриманими результатами, орним чорноземам території дослідження притаманний прояв просторової неоднорідності показників щільності будови та відповідно пористості, яка проявляється у вертикальному та горизонтальному напрямках. Найменші значення щільності будови притаманні орному горизонту чорноземів рівнинних вододільних ділянок

досягаючи значень 1,14–1,32 г/см³. В еродованих відмінах даний показник зростає до 1,35–1,48 г/см³. На рівні підорного горизонту в усіх розрізах зафіксоване зростання щільності будови на 0,07–0,2 г/см³. Ефект механічного ущільнення машино-тракторних агрегатів простежується до глибини 40–65 см. У межах середньо- та сильноеродованих схилових ділянок фіксується відчутний прояв ущільнення орних чорноземів. Зокрема, статистичні дані орних та підорних горизонтів свідчать про незадовільну пористість (<50 %).

Першопричиною деградації структури чорноземів є її руйнування важкою сільськогосподарською технікою та ґрунтооброблювальними агрегатами. Характерною рисою для орного горизонту досліджуваних ґрунтів є абсолютне домінування брилистої фракції (>10 мм), вміст якої становить 31–42 % в межах вододільних плато та зростає до 58 % на сильноеродованих схилових ділянках. Розпилення орного горизонту чорноземів при цьому не надто виражене, вміст агрегатів розміром менше 0,25 мм становить 2–7 %. Очікувано, найбільшій трансформації зазнали підорні горизонти (20–40 см). Надмірний механічний вплив призвів до погіршення структурно-агрегатного складу вміст агрономічно цінних агрегатів (0,25–10 мм) знизився на 8–13 % до рівня задовільного структурного стану. Результати дослідження вказують на погіршення, структурного стану чорноземів зі зростанням ступеня еродованості та поступовим приорюванням нижніх перехідних горизонтів.

Застосування колориметрії дало змогу ідентифікувати прояв знебарвлення чорноземів у межах орного горизонту. На основі візуального аналізу цифрових знімків, помітні колірні відмінності спостерігаються лише між зразками відібраними на вододільних плато та сильноеродованих ділянках. Крім того, експериментально встановлено значний вплив зволоження на зміну кількісних даних колірних параметрів твердої фази ґрунту. Зокрема, при зволоженні яскравість (L^*) зразків знизилася на 54–62 %, водночас ахроматичним показникам a^* та b^* притаманні незначні коливання. За оцінкою величини коефіцієнта кореляції підтверджено тісний взаємозв'язок між яскравістю (L^*) чорноземів та вмістом гумусу. Результатами колориметрії

ідентифіковано зміни природного кольору чорноземів, інтенсивність яких зростає з посиленням деградаційних процесів. За оцінкою показника колірної відмінності (ΔE) з урахуванням візуального сприйняття кольору спостерігачем, чіткого знебарвлення зазнали чорноземи схилових ділянок крутістю понад 3° .

За даними вмісту агрономічно цінних повітряно-сухих агрегатів, щільності будови, пористості, використаних у якості діагностичних критеріїв, встановлено різний ступінь прояву ущільнення та знеструктурення на рівні орного та підорного горизонтів чорноземів вододільних плато та схилового рельєфу. Результати досліджень засвідчують відсутність чорноземів, з критичним ступенем фізичної деградації. В автоморфних умовах чорноземи вирізняються слабким, рідше середнім, ступенем прояву знеструктурення та ущільнення. У межах схилового рельєфу ступінь фізичної деградації чорноземів оцінюється переважно як сильний.

Відповідно до висвітлених результатів досліджень, шляхи мінімізації прояву деградаційних процесів і регулювання обумовлених ними негативних явищ повинні базуватись на основі врахування регіональних ґрунтово-ландшафтних умов території. Поступовий перехід від класичної до диференційованої системи обробітку ґрунту дозволить покращити гумусовий стан, фізичні властивості та водно-повітряний режим деградованих чорноземів, при цьому без надмірного економічного навантаження для господарств регіону.

Отримані результати висвітлюють особливості трансформації орних чорноземів у сучасних умовах ґрунтокористування, зокрема їхніх морфологічних ознак, а також фізичних і фізико-хімічних властивостей. Основний зміст роботи спрямований на дослідженні деградаційних процесів, їхніх особливостях прояву, інтенсивності та спрямуванні в чорноземах Придністерської височини на катенарному рівні з урахуванням геоморфологічних умов території.

Ключові слова: чорноземи, Придністерська височина, деградація, рельєф, орний горизонт, морфологія, гумус, фізичні властивості ґрунту, колір ґрунту, колориметрія.

SUMMARY

Vitvitskyi Ya. Y. “Degradation of chernozems of the Prydnisterska upland”. – Qualified scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy degree in specialty **103 “Earth sciences”** field of studies **10 “Natural sciences”**. – Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, 2023.

Soil degradation is considered one of the biggest threats to the balanced management of soil resources and is a unique challenge for the sustainable development of society, exacerbating problems of both ecological and socio-economic nature. In the system of scientific research, soil degradation as a result of irrational land use is one of the most urgent problems of soil science, ecology, and agriculture. Special attention is paid to the current state of arable chernozems, which is related to their productivity and important economic importance for the food security of the country.

The Prydnisterska upland is considered to be a region with significant natural resource potential and, in particular, fertile soils, the basis of which are chernozems. At the same time, this is a region of ancient agriculture. The structure of the upland soil cover is dominated by chernozems, which reaches an area of 406 thousand hectares (62 % of the territory of the upland), of which typical chernozems account for 260 thousand hectares (39 %), and podzolised chernozems have an area of 146 thousand hectares (23 %).

The current state of the chernozems of the Prydnisterska upland, as well as Ukraine in general, is causing increasing concern due to the intensification of degradation processes. The literature sources analysis and generalized comparisons of the arable chernozems properties show that over the past 40–50 years, the most threatening degradation processes in the region have been: dehumidification, erosion of the chernozem humus horizon, soil compaction in field crop rotations, especially on arable land, which results in the structural destruction. These processes are

dangerous because they are unnoticeable, but the synergistic effect has a significant impact on soil productivity. The situation is also complicated by the dominance of the sloping topography in the structure of cultivated areas, which, under conditions of periodic torrential rainfall and neglect of anti-erosion measures, undergo increased degradation.

Considering this, the main goal of the dissertation is to study the dominant degradation processes that are manifested in the chernozems of the Prydnisterska upland in the conditions of the territory with a fragmented relief.

Novelty in research:

- a comprehensive study of the degradation processes that dominate the chernozems of the Prydnisterska upland (dehumidification, compaction, and disintegration) was conducted;

- the spatial heterogeneity of the chromatic and achromatic color components of chernozems is investigated and characterized;

- the practical application of the solid phase contact scanning technology of the soil at the macromorphological level for assessing the humus content was demonstrated;

- evaluation of the degradation processes expressed in the chernozems of the Prydnisterska upland was carried out, taking into account the morphometric parameters of the relief.

The Prydnisterska structural-denudation upland is a part of the Podillya upland on the left bank of the Dniester, between the Zbruch and Kalyus rivers, with an area of 6.7 thousand km². The topographic surface current outlines of the territory were formed under the influence of early Quaternary ephemerogenic uplift. Significant rock fracturing, the presence of a thick layer of loose Quaternary sediments, and active erosion activity of river and surface flowing waters determined the morphosculptural features of the Prydnisterska upland. The spatial heterogeneity of the relief-forming factors has led to the parallel strip system formation, which is represented in the relief by flat, gently undulating, convex interfluves and terrace

complexes, to which the main areas of the chernozems of the Prydnisterska upland are confined.

According to the results of the GIS analysis, approximately 63 % of the area of chernozems areas is represented by slopes with a steepness of up to 3°. According to the given data, steep slopes are predominant, the total area of which is 1,700 km² (42 %). The geomorphological factor has a significant impact on the intensity of arable chernozems degradation in combination with the climatic features of the territory.

According to the changes in the bioclimatic and geomorphological features of the study area, four key areas were established that reflect the typical features of agricultural landscapes formed during the plowing of virgin chernozems in the study area. The soil transects are laid out in the form of a catena on a homogeneous lithological base (loess-like loam), within the plain watershed relief and adjacent elementary slope microzones.

The morphological analysis results of the Prydnisterska upland chernozems obtained during field research in 2019–2020 indicate significant changes in morphological features due to long-term agricultural use of soils under arable land. First of all, the systemic mechanical impact led to the formation of horizons differentiated by the density of the compositions: arable with an atypical powdery-lumpy structure and compacted subsoil with a characteristic clayey-lumpy structure. In addition, the presence of a prominent plow sole (8–12 cm) led to the formation of a water-resistant and waterproof layer, which is often a kind of barrier to the development of the root system of the agricultural crops. The low number of morphologically pronounced wormholes, coprolites in compacted horizons indicates a decrease in the intensity of bioturbation in the studied chernozems.

Changes in the morphological characteristics of eroded chernozems are particularly significant. In particular, as the steepness of the slope relief increases, the thickness of the humus-accumulative horizon decreases from 60–50 cm to 18 cm on strongly eroded convex areas. At the same time, the involvement of the lower transitional horizons in plowing correlates with a change in the color of the arable

layer. There is also a tendency to change the granulometric composition of podzolized heavy loam chernozems with an increase in their degree of erosion.

The involvement of chernozems in agricultural production under conditions of organic matter deficit has led to dehumidification. Over the last century, the humus content in the chernozems of the Prydnisterska upland has dropped from 5–6 % to 3–4 %. The results of the research indicate a noticeable degree of dehumidification within the arable horizon (0–20 cm), which increases with changes in the morphometric parameters of the relief and due to the intensity of erosion processes. Thus, against the background of non-eroded differences in the arable horizon of the chernozems of the slope areas, with a steepness of 1–2°, humus reserves decrease by 10–12 %. The largest losses of humus were recorded on convex and concave slope microzones. The obtained values of $C_{tc}:C_{fc}$ indicate the dominance of humate type of humus in automorphic conditions and a smooth change from humate to fulvate-humate type of humus within the slopes.

Surface leaching, plowing of the lower transitional horizons, and mechanical movement of the soil mass under the influence of agricultural operations directly affected the content of some components. A comparative analysis of the data on the content of physical clay in different parts of the catenas shows that typical and podzolized medium loamy chernozems have a weak tendency to lighten the particle size distribution on eroded slopes. The opposite process is observed in podzolized heavy loam chernozems. The silt fraction undergoes significant redistribution, the content of which changes with the growth of eroded relief.

According to the obtained results, the arable chernozems of the study area are characterized by spatial heterogeneity of structure density and, accordingly, porosity, which manifests itself in the vertical and horizontal directions. The lowest values of structure density are inherent in the arable horizon of chernozems of plain watershed areas, reaching values of 1.14–1.32 g/cm³. In eroded deposits, this figure increases to 1.35–1.48 g/cm³. At the level of the subsoil horizon, an increase in the density of the structure by 0.07 – 0.2 g/cm³ was recorded in all sections. The effect of mechanical compaction of machine and tractor units can be traced to a depth of 40–65 cm. A

noticeable manifestation of arable chernozems compaction is recorded in moderately and strongly eroded slope areas. In particular, the statistical data of arable and sub-arable horizons indicate unsatisfactory porosity (<50 %).

The primary reason for the degradation of the chernozem structure is its destruction by heavy agricultural machinery and tillage equipment.

A characteristic feature of the arable horizon of the studied soils is the absolute dominance of the cobble fraction (>10 mm), the content of which is 31–42 % within the watershed plateaus and increases to 58% on highly eroded slopes. At the same time, the spraying of the arable horizon of chernozems is not very marked, the content of aggregates smaller than 0.25 mm is 2–7 %. As expected, the most transformed were the subsoil horizons (20–40 cm). Excessive mechanical impact led to a deterioration in the structural and aggregate composition, with the content of agronomically valuable aggregates (0.25–10 mm) decreasing by 8–13 % to a level of satisfactory structural condition. The results of the study indicate a deterioration in the structural condition of chernozems with an increase in the degree of erosion and plowing of the lower transition horizons.

The use of colorimetry made it possible to identify the discoloration of chernozems within the arable horizon. Based on the visual analysis of digital images, noticeable color differences are observed between samples taken from watershed plateaus and highly eroded areas. In addition, a significant influence of humidification on the objectivity of quantitative data of color parameters was established. In particular, when moistened, the brightness (L^*) of the samples decreased by 54–62 %, while the achromatic indicators a^* and b^* showed slight fluctuations. The correlation coefficient estimates confirmed a close relationship between the brightness (L^*) of chernozems and humus content. The results of colorimetry identified changes in the natural color of chernozems, the intensity of which increases with the intensification of degradation processes. According to the color difference index (ΔE), which takes into account the visual perception of color by an observer, the chernozems of slopes with a steepness of more than 3° were clearly discolored.

According to the content of agronomically valuable air-dry aggregates, structure density, and porosity used as diagnostic criteria, different degrees of compaction and disintegration were found at the level of arable and sub-arable horizons of chernozems of watershed plateaus and slope relief. The research results show that there are no chernozems with a critical degree of physical degradation. Under automorphic conditions, chernozems are characterized by a low, rarely medium degree of disintegration and compaction. Within the sloping terrain, the degree of physical degradation of chernozems is assessed as mostly severe.

According to the research results, the ways to minimize the manifestation of degradation processes and regulating the negative phenomena caused by them should be based on the consideration of regional soil and landscape conditions of the territory. A gradual transition from the classical to the differentiated system of soil cultivation will improve the humus state, physical properties, and water-air regime of degraded chernozems, without excessive economic burden for farmers in the region.

The obtained results highlight the peculiarities of arable soil transformation under modern soil management conditions, in particular, their morphological features, as well as physical and physicochemical properties. The main content of the work is aimed at studying the degradation processes, their peculiarities of manifestation, intensity and direction in the chernozems of the Prydnisterska upland at the catenary level, taking into account the geomorphological conditions of the territory.

Keywords: chernozems, Prydnisterska upland, degradation, relief, arable horizon, morphology, humus, physical properties of the soil, soil color, colorimetry.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

Статті у наукових фахових виданнях України

1. Вітвіцький Я. Вплив рельєфу на ерозійну деградацію чорноземів Придністерської височини. *Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій*. Збірник наукових праць. Вип. 1 (11). 2020. С. 280–293.

2. Вітвіцький Я. Й., Гаськевич В.Г. Просторово-часові особливості дегумуфікації чорноземів Придністерської височини. *Вісник Одеського національного університету. Серія: Географічні і геологічні науки*. 2022. Т. 27. Вип. 1 (40). С. 41–50. (особистий внесок автора: проведення польових та лабораторно-аналітичних досліджень, систематизація різночасових даних вмісту гумусу у досліджуваних ґрунтах, аналіз отриманих відомостей).

3. Вітвіцький Я., Гаськевич В. Переуцілювання чорноземів Придністерської височини в умовах агротехнічного навантаження. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. Серія: Географія. 2022. Вип. 2. (53). С. 27–35. (особистий внесок автора: проведення польових та лабораторно-аналітичних досліджень, аналітична інтерпретація результатів досліджень щільності будови та пористості орних чорноземів, написання висновків).

Публікації у наукових фахових виданнях, які включені до

міжнародних наукометричних баз

4. Vitvitskyi Ya., Haskevych V., Pozniak S., Kasiianyk I. Features and assessment of decolorization of chernozems of Ukraine. *Soil Science Annual*. 2022. 73(1):147483 (**Scopus**). (Особистий внесок автора: відбір та підготовка ґрунтових зразків, оцінка результатів колориметрії, визначення показника колірної відмінності ґрунтових зразків).

5. Haskevych V., Lemeha N., Vitvitskyi Ya. Soil-degradation zoning of Lviv Oblast. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 2022. 31(1). P. 45–58.

(Web of Science). (Особистий внесок автора: аналіз картографічних матеріалів, розробка змісту і картографічна генералізація картосхеми ґрунтово-деградаційного районування Львівської області).

Публікації в інших виданнях, тези наукових доповідей

6. Вітвіцький Я. Й. Морфологічні особливості чорноземів типових Придністерської височини. *«Реформування та розвиток гуманітарних та природничих наук»*. Всеукраїнська науково-практична конференція (м. Полтава, 22–23 травня 2020р.). Херсон : Видавництво «Молодий вчений», 2020. Ч. 1. С. 64–69. Форма участі : дистанційна.

7. Вітвіцький Я., Палій О. Зміна властивостей чорноземів Придністерської височини внаслідок деградаційних процесів. *Матеріали наукової інтернет-конференції «Горизонти ґрунтознавства»* (Львів, 12 травня, 2021). Львів, 2021. С. 14–22. Форма участі : дистанційна.

8. Вітвіцький Я. Трансформація гумусового стану чорноземів Придністерської височини під впливом деградації. *Матеріали наукової інтернет-конференції «Горизонти ґрунтознавства»* (Львів, 17 травня, 2022). Львів, 2022 . С. 29–35. Форма участі : дистанційна.

9. Вітвіцький Я. Й., Гаськевич В.Г. Горизонтальна неоднорідність потужності чорноземів опідзолених Придністерської височини. *«Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку»*. Міжнародна науково-практична конференція. (м. Херсон – Кропивницький, 27–28 жовтня 2022 р.). Одеса : «Олді+», 2022. С. 65–68. Форма участі : дистанційна.

10. Вітвіцький Я. Й. Еколого-економічна оцінка наслідків деградації чорноземів Придністерської височини. *«Проблеми використання, збереження та відтворення ґрунтів в умовах сталого розвитку агросфери»*. Міжнародна наукова конференція (Кам'янець-Подільський, 5 грудня 2022 р.). Кам'янець-Подільський : Заклад вищої освіти «Подільський державний університет», 2023. С. 31–33. Форма участі : дистанційна.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	18
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕГРАДАЦІЇ ЧОРНОЗЕМІВ.....	26
1.1. Теоретико-методологічні аспекти	26
1.2. Історичні аспекти дослідження деградації чорноземів	30
1.3. Методика і методи дослідження деградації	39
1.3.1. Лабораторно-аналітичні методи дослідження	43
1.3.2. Застосування колориметрії та засобів геоінформаційних систем	44
1.4. Вибір і характеристика ключових ділянок	50
Висновки до розділу 1	54
РОЗДІЛ 2. ОЦІНКА ЧИННИКІВ ДЕГРАДАЦІЇ ЧОРНОЗЕМІВ	55
2.1. Геологічна будова та ґрунотворні породи	58
2.2. Рельєф	62
2.3. Клімат	70
2.4. Рослинність	75
2.5. Антропогенна діяльність	79
Висновки до розділу 2	84
РОЗДІЛ 3. ТРАНСФОРМАЦІЯ МОРФОЛОГІЧНИХ ОЗНАК ЧОРНОЗЕМІВ..	86
Висновки до розділу 3	99
РОЗДІЛ 4. ДЕГРАДАЦІЯ ЧОРНОЗЕМІВ ПРИДНІСТЕРСЬКОЇ ВИСОЧИНИ	100
4.1. Дегуміфікація.....	101
4.2. Фізична деградація.....	110
4.2.1. Просторова неоднорідність гранулометричного складу.....	111
4.2.2. Ущільнення	122
4.2.3. Знеструктурування	134
4.2.4. Знебарвлення	140
Висновки до розділу до розділу 4.....	150

РОЗДІЛ 5. НАСЛІДКИ ДЕГРАДАЦІЇ ТА ШЛЯХИ МІНІМІЗАЦІЇ ЇЇ ПРОЯВУ	
.....	152
5.1. Оцінка деградації чорноземів	152
5.2. Шляхи мінімізації прояву деградаційних процесів	161
Висновки до розділу 5	170
ВИСНОВКИ.....	172
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	176
ДОДАТКИ.....	191

ВСТУП

Актуальність теми. Деградація ґрунтів є однією із найбільших загроз збалансованого управління ґрунтовими ресурсами та вважається глобальною екологічною проблемою, яка протягом останніх десятиріч займає провідне місце серед актуальних наукових досліджень. Особлива увага приділена сучасному стану орних чорноземів, що зумовлено їхньою продуктивністю і важливим економічним значенням як ключового земельного ресурсу, який визначає продовольчу безпеку країни.

Зародження та поширення відтворювального господарства дало поштовх до освоєння перш за все територій зі сприятливими ґрунтово-кліматичними умовами. Не виняток і територія Придністерської височини, якою пролягали шляхи заселення Центральної та Північної Європи, а перші поселення тут датовані 400–300 тис. років тому (стоянка біля с. Лука Врублівецька). Хоча землеробське освоєння території почалося значно пізніше, все ж воно пов'язане з поширенням трипільської культури. Пізніше, в наслідок зростаючої проблеми безземелля, спостерігається масштабне освоєння території височини. Станом на початок XIX століття розорано останні «острівки» цілинних чорноземів. Недарма, за площею освоєних чорноземів та показниками збору зернових, В. Гульдман називав Подільську губернію (куди і входить територія дослідження) «житницею російської імперії». Тривале сільськогосподарське ґрунтокористування, яке в другій половині XX століття супроводжувалося застосуванням важких машино-тракторних агрегатів, споживацьким ставленням до земельних ресурсів, спричинило погіршення властивостей та зниження продуктивності орних ґрунтів.

Сучасний стан чорноземів Придністерської височини, як і України загалом, викликає все більше занепокоєння у зв'язку інтенсифікацією деградаційних процесів. Аналіз літературних джерел та узагальнені порівняння властивостей орних чорноземів засвідчують, що за останні 40–50 років найбільш загрозливими деградаційними процесами в регіоні є: дегуміфікація,

ерозійне зменшення потужності гумусового горизонту чорноземів, ущільнення ґрунту в польових сівозмінах, особливо на ріллі, побічним наслідком чого є руйнування структури. Особливу небезпеку викликає недооцінювання та низька увага до загрози погіршення агрофізичного стану орних ґрунтів. З цією думкою погоджуються такі авторитетні ґрунтознавці як: Б. С. Носко (2006), А. І. Крупеніков (2008), Д. Р. Монтгомері (2015), С. Ю. Булигін (2016), В. В. Медведєв (2017), І. В. Пліско (2019), В. Giri (2020) та інші. Ситуація також ускладнюється домінуванням схилового рельєфу у структурі посівних площ, які за умови періодичних опадів зливового характеру та нехтування протиерозійними заходами зазнають посиленої деградації.

Прояви деградації чорноземів в межах Придністерської височини досягли загрозливих масштабів і помітні візуально. Перш за все, це розріджена рослинність на еродованих схилах, брили при оранці, зміна кольору орного шару та приорювання нижніх перехідних горизонтів в межах опуклих схилових ділянок, утворення промоїн які важко нівелювати при агротехнічних операціях.

Загалом дослідження деградації ґрунтів є актуальним з точки зору встановлення причин виникнення деградаційних процесів й пов'язаних з ними змін морфологічних ознак і трансформації фізичних та фізико-хімічних властивостей. Детальні дослідження деградації чорноземів Придністерської височини значно розширюють теоретичні і прикладні аспекти стосовно їхньої еволюції в умовах агрогенезу, дають можливість оцінити сучасний агроекологічний стан ґрунтів та визначити шляхи мінімізації проявів деградаційних процесів. Окрім того, отримані результати матимуть вагоме комплексне значення для подальших досліджень, щодо розвитку ґрунтового покриву регіону.

Таким чином наведені проблеми та обставини визначили необхідність подальших поглиблених досліджень чорноземів Придністерської височини в умовах сільськогосподарського використання.

Актуальність проблеми, її теоретичне і практичне значення визначили мету, завдання, методику досліджень об'єкт, предмет, наукову новизну і практичну цінність виконаних досліджень.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Обраний напрям дисертаційного дослідження пов'язаний з «Загальнодержавною цільовою програмою використання та охорони земель» до 2032 року; відіграє важливе значення у досягненні окремих цілей передбачених Стратегією розвитку Хмельницької області на 2021–2027 роки; одержані результати досліджень можуть бути використані в рамках «Програми розвитку агропромислового комплексу Хмельницької області» на 2023–2027 рр. та «Програми розвитку земельних відносин територіальних громад» передбаченої на період 2021–2025 рр.

Проведені дослідження тісно пов'язані з кафедральними державними бюджетними темами Львівського національного університету імені Івана Франка «Ґрунтово-земельні ресурси Карпатського регіону України та їхня інвестиційна привабливість» (0120U102542) і «Геоєкологічні фактори адаптації землекористування до регіональних і глобальних змін» (0120U104942).

Мета і завдання дослідження. Основною метою дисертації є дослідження домінуючих деградаційних процесів, які проявляються у чорноземах Придністерської височини.

Досягнення поставленої мети передбачає вирішення наступних завдань:

- проаналізувати теоретико-методологічні особливості дослідження деградації чорноземів;
- охарактеризувати природно-антропогенні чинники, які впливають на регіональний характер прояву деградаційних процесів;
- з'ясувати особливості трансформації морфологічних ознак та властивостей чорноземів під впливом деградаційних процесів в умовах території з розчленованим рельєфом;

- на підставі аналітичних досліджень визначити інтенсивність та спрямованість прояву домінуючих деградаційних процесів пов'язаних зі зниженням вмісту органічної речовини та погіршенням агрофізичного стану чорноземів;
- провести оцінку та запропонувати шляхи регулювання прояву деградаційних процесів у чорноземах Придністерської височини.

Об'єкт дослідження – домінуючі деградаційні процеси у чорноземах Придністерської височини.

Предмет дослідження – просторова неоднорідність прояву, спрямованість, оцінка деградаційних процесів виражених трансформацією морфологічних ознак, зниженням вмісту органічної речовини та погіршенням агрофізичного стану чорноземів Придністерської височини.

Методи дослідження. При вивченні деградаційних процесів у чорноземах Придністерської височини використано порівняльно-географічний, порівняльно-морфолого-генетичний (профільно-генетичний) та порівняльно-аналітичний методи. Окрім вище перелічених методів у роботі також використовуються морфологічний, картографічний методи та метод катен. Для ідентифікації впливу деградації на колірні параметри чорноземів застосовано колориметричний метод. Для дослідження фізичних та фізико-хімічних властивостей чорноземів використано комплекс лабораторно-аналітичних методів, які виконані за загальноприйнятими методиками аналізу ґрунтів ДСТУ ISO, що дає можливість порівнювати отримані відомості із результатами досліджень інших науковців. Визначення спрямованості та інтенсивності прояву деградаційних процесів в умовах територій з розчленованим рельєфом реалізовано на основі просторового аналізу даних із залученням відкритої геоінформаційної системи Quantum GIS.

Первинні аналітичні дані статистично та графічно оброблені на основі програмних можливостей текстових і графічних редакторів.

Наукова новизна одержаних результатів:

У дисертації вперше:

- проведено комплексне дослідження і оцінку деградаційних процесів, які домінують у чорноземах Придністерської височини (дегуміфікація, ущільнення, знеструктурення);

- досліджено й схарактеризовано просторову неоднорідність хроматичної та ахроматичної складових кольору чорноземів, диференціація яких пов'язана з деградаційними процесами;

- апробовано практичне застосування технології контактного сканування твердої фази ґрунту на макроморфологічному рівні для оцінки вмісту гумусу;

- проведено оцінку деградаційних процесів виражених у чорноземах Придністерської височини з урахуванням морфометричних параметрів рельєфу;

удосконалено:

- хронологічну періодизацію досліджень чорноземів Придністерської височини;

- теоретико-методологічні підходи дослідження деградації чорноземів в умовах агроландшафтів з розчленованим рельєфом;

- методику регіональної діагностики та оцінки деградаційних процесів у чорноземах;

набули подальшого розвитку:

- теоретичні засади морфогенетичного аналізу повнопрофільних та еродованих чорноземів;

- інтерпретація особливостей групового і фракційного складу гумусу, ступеня гуміфікації органічної речовини та неоднорідності якісного складу гумусу чорноземів різного ступеня змитості;

- науково обґрунтовані підходи до охорони та оптимального використання чорноземів.

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є самостійно виконаним дослідженням, у якому викладено авторський підхід до вивчення теоретико-методологічних і практичних проблем деградації чорноземів на

територіях з розчленованим рельєфом. Автором опрацьовано значний об'єм архівних та фондових матеріалів, наукових праць у бібліотеках Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка, Львівського національного університету імені Івана Франка, Подільського державного університету, що дало змогу удосконалити періодизацію науково-прикладних досліджень деградації ґрунтів, яка розкриває хронологічні межі, зміст та напрямки вивчення ґрунтів, і зокрема, чорноземів у межах Придністерської височини. Здобувачем особисто проведено польові та лабораторно-аналітичні дослідження, спрямовані на вивчення морфогенетичних властивостей чорноземів. Застосувавши технологію контактного сканування, автором проведено експрес-оцінку чорноземів на макроморфологічному рівні за зміною параметрів колірної системи CIE L*a*b*. Використання методів просторового аналізу, дозволило схарактеризувати інтенсивність та спрямованість розвитку деградаційних процесів у повнопрофільних та еродованих чорноземах, що відображено в дисертаційній роботі та опублікованих наукових працях. Здобувачем приділена значна увага інтерпретації статистичних даних поданих у вигляді матриць порівняння, комбінованих діаграм з поєднанням двовимірних моделей (катен) та розробленого картографічного матеріалу. Результати польових і лабораторно-аналітичних досліджень, що наведені у дисертації та опубліковані у наукових статтях, належать автору і є його власним науковим надбанням.

Апробація результатів дисертації. Результати наукових досліджень обговорювались на: Всеукраїнській науково-практичній конференції (м. Полтава, 22–23 травня 2020 р.), Міжнародній науково-практичній конференції (м. Херсон – Кропивницький, 27–28 жовтня 2022 р.), Міжнародній науковій конференції (Кам'янець-Подільський, 5 грудня 2022 р.); представлені у матеріалах щорічних наукових конференціях професорсько-викладацького складу Львівського національного університету імені Івана Франка (2021–2023 рр.).

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що їхнє застосування має сприяти підвищенню ефективності й результативності сталого управління ґрунтовими ресурсами та досягненню нейтрального рівня деградації чорноземів регіону. На основі цілісного підходу до розгляду масштабів деградації ґрунтів і її еколого-економічних наслідків з'являється можливість вирішення цієї проблеми через застосування комплексу стратегічних заходів щодо охорони земель і відтворення родючості чорноземів.

Зважаючи на регіон досліджень, результати висвітлені у роботі можуть бути використані: кафедрою географії та методики її викладання Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка при виконанні кафедральної державної теми «Проблеми природокористування на рівні ОТГ та роль географа у їх вирішенні»; у науково-дослідній роботі Національного природного парку «Подільські Товтри», Хмельницької філії державної установи «Інститут охорони ґрунтів України» та Хмельницького науково-дослідного та проектного інституту землеустрою; наведені аналітичні дані слугуватимуть доповненням у вирішенні проблеми захисту ґрунтів і збалансованого природокористування, які є ключовими напрямками наукових досліджень факультету агротехнологій і природокористування Подільського державного університету (м. Кам'янець-Подільський), кафедри екології та біологічної освіти Хмельницького національного університету.

На основі результатів досліджень обґрунтовано й удосконалено диференційовану систему обробітку ґрунту, спрямовану на зменшення агротехнічного навантаження та оптимізацію агрофізичного стану еродованих чорноземів схилового рельєфу в умовах ТОВ «АГРО-СЛАВА 2017» (с. Ходорівці, Кам'янець-Подільського р-н, Хмельницької області) (Акт про впровадження від 08.02.2023, Додаток К).

Публікації. За результатами дисертаційної роботи опубліковано 10 наукових праць, загальним об'ємом 4,8 друк. арк., з них у фахових наукових виданнях, рекомендованих ДАК Міністерства освіти і науки України – 3, у

реферативній базі Scopus – 1, у реферативній базі Web of Science – 1, наукових праць, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації – 5.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел (з 158 найменувань) та додатків. Загальний обсяг дисертації становить 214 сторінок, (156 сторінок основного тексту). Робота містить 15 таблиць, 20 рисунків, 9 додатків.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕГРАДАЦІЇ ЧОРНОЗЕМІВ

1.1. Теоретико-методологічні аспекти

Деградація ґрунтів є однією з пріоритетних проблем ґрунтознавства, як на глобальному, так і на національному чи регіональному рівнях. Особлива важливість цієї проблеми є результатом значних зусиль, докладених науковцями для пошуку раціональних рішень, щодо збереження та сталого управління ґрунтовими ресурсами.

В умовах глобальних кліматичних змін (з непередбачуваними наслідками в коротко- або середньостроковій перспективі) та посиленого антропогенного впливу, швидкість процесів деградації значно зросла. За прогнозами науковців, ймовірно, що людство зіткнеться з гострою екологічною та продовольчою кризами. Численні дослідження постійно підтверджують загальну тенденцію до погіршення стану орних ґрунтів. Певною мірою, це дало поштовх розвитку новим концепціям охорони ґрунтів та сталого управління ними. Однак, реальний стан сільськогосподарських угідь свідчить про низьку практичну їхню реалізацію [94].

У сучасній практиці ґрунтознавства процеси деградації ґрунтів найчастіше оцінюють за антропоцентричними критеріями (можливості ґрунтокористування оцінюють майже виключно у зв'язку з безпосередніми інтересами людини). Підтвердженням цьому є визначення наведене С. П. Позняком: *«Деградація ґрунтів – це спричинений людиною процес погіршення і (або) втрати властивостей та якості ґрунту результат, якого сприяє збільшенню затрат ресурсів для досягнення раніше отримуваної кількості та якості продукції і (або) збільшує обмеження на подальшу діяльність людини»* [92]. Ми погоджуємось з думкою автора, адже надмірний антропогенний вплив є своєрідним «пусковим механізмом», який призвів до масштабної деградації земельних ресурсів. Особливо цінним аргументом у даному визначенні є порівняння витрат на кількість одержуваної продукції,

який не потребує додаткового роз'яснення і зрозумілий кожному. З іншої сторони, така вузька спрямованість знижує об'єктивність оцінки завданої шкоди тим прилеглим територіям, які не зазнають безпосереднього агрогенного впливу. До прикладу: посилення ерозійного розчленування прилеглих заліснених схилів річкових долин Придністерської височини, чи скорочення біорізноманіття під впливом хімізації. Своєрідним ключем до компромісу, вважаємо ретельний підбір методів відповідно до об'єкту дослідження.

Зважаючи на вищезазначені завдання дисертації, доцільно зупинитися на проблемах, які висвітлюють особливості теоретико-методологічного вивчення найбільш поширених деградаційних процесів, пов'язаних зі зниженням вмісту органічної речовини, механічним руйнуванням та ущільненням ґрунту, погіршенням структури, ерозійним зменшенням потужності чорноземів Придністерської височини в умовах території з розчленованим рельєфом. На нашу думку, це додатково допоможе уточнити механізми досліджень та з'ясувати труднощі, які виникли в процесі дослідження.

У науковій термінології поняття «деградація», об'єднує під однією назвою процеси, які мають зовсім різну природу, а отже, й іншу схему виникнення та еволюції. Складність і відносно велика різноманітність даних процесів викликає необхідність їхньої чіткої класифікації, з метою виділення груп процесів, близьких за рівнем небезпеки та характером впливу на ґрунт. Аналіз вітчизняної літератури вказує на відсутність єдиного бачення щодо виокремлення деградаційних процесів. Серед широкого кола класифікацій деградації ґрунтів, ми зупинились на варіанті запропонованому С. П. Позняком та В. Г. Гаськевичем, згідно з яким чорноземи Придністерської височини зазнають домінуючого впливу фізичної та фізико-хімічної деградації [32, с. 335].

Питанню встановлення пріоритетів з екологічного та економічного поглядів небезпеки окремих деградаційних процесів, а відповідно черговості й швидкості розвитку деградації приділено незначна увага. Це пояснюється браком тривалих спостережень за зміною орних чорноземів в сучасних умовах

агрогенезу. Потенційна стійкість ґрунтів до деградації залежить від їхньої здатності протидіяти різним видам природно-антропогенної дії, тобто визначається складом і властивостями ґрунтів, наявністю чи відсутністю чинників, які захищають ґрунти від деградації [73].

Важливим аспектом в об'єктивному висвітленні проблеми деградації чорноземів є встановлення причинно-наслідкових зв'язків між фоновими та «супутніми» видами деградації, аналіз яких дає змогу з'ясувати механізми їхнього прояву. Класичним прикладом взаємовпливу є погіршення фізичних властивостей ґрунтів через зниження гумусованості або ерозію. Даний зв'язок підтверджується і власними результатами досліджень, висвітлених у наступних підрозділах.

Вивчення деградації ґрунтів в основному побудоване на визначенні якісних і кількісних характеристик та їхнього відхилення від еталонних параметрів. На думку С. В. Канівця вирішальним моментом в об'єктивній інтерпретації результатів досліджень є вибір «ідеального» варіанту еталону порівняння [42]. Нажаль, під час обстеження території нами не виявлено цілинних чорноземів, які б відображали регіональні та генетичні особливості, а спроба використання у цій ролі умовно непорушених чорноземів під лісосмугами не виправдала наші сподівання. Тому вивчення орних відмін, в нашому випадку, побудоване на основі індивідуального підходу з максимальним врахування ландшафтних та господарських умов території.

Невідкладного вирішення потребує проблема оцінки ерозійних втрат чорноземів. За даними В. Б. Гаврилюка кожен другий гектар ріллі Хмельницької області зазнає ерозії різної інтенсивності [17]. Використання автоморфних відмін, в якості еталону порівняння для схилених ґрунтів не завжди коректно відображає інтенсивність прояву деградаційних процесів. До прикладу, втрата 10-ти сантиметрового шару гумусо-аккумулятивного горизонту у повнопрофільних чорноземах, майже не помітна на фоні опуклих еродованих схилених ділянок, де його потужність співставна з орним горизонтом. На основі

власних спостережень, саме ці схилі ділянки перебувають у критичному стані та є епіцентрами інтенсивного прояву та поширення деградації.

Важливою проблемою є узагальнення агрофізичних даних під час обстеження земельних ділянок з розчленованим рельєфом. Як стверджує В. В. Медведєв низька увага до агрофізичного стану ґрунтів є результатом неефективних підходів оцінки земель. Використання застарілого апаратного обладнання нівелює зусилля численних фахівців та знижує попит на замовлення наукових обстежень [70]. Низький рівень інформаційної відкритості та невиправдане «приховування» державними установами матеріалів різночасових великомасштабних обстежень, унеможлиблюють вивчення динаміки прояву деградаційних процесів у часовому вимірі. У роботі ця проблема частково вирішена створенням картографічного матеріалу з координатною прив'язкою для можливості майбутнього просторового порівняння результатів досліджень.

Наразі розроблено, випробувано і вдосконалено численні методи вимірювання деградації ґрунтів та моделювання окремих процесів. Незважаючи на це, точних даних про ступінь деградації недостатньо і територіально представлені вкрай нерівномірно. В ідеальних умовах, оперування сільськогосподарськими підприємствами цілим набором статистичних даних, які відображають стан ґрунтів, є ключем до впровадження ґрунтозберігаючих технологій та розуміння механізмів прояву деградації. Особливо, це важливо при оцінці якості земельної ділянки, скорочення продуктивності якої може бути зумовлене не тільки погодними умовами, але й погіршенням агрофізичного стану. Проте, з прагматичної точки зору, землекористувачі не зацікавлені інвестувати в збереження ґрунтів, якщо деградація не відображається на об'ємах збору продукції сільськогосподарських культур.

Порівняно з кількісними аналітичними вимірюваннями, перспективними є методи побудовані на основі візуальної оцінки властивостей та ознак ґрунтів. Концепція деградації ґрунту розроблена на досить високому рівні, однак питання візуальної оцінки трансформації природних властивостей

ґрунтів залишається відкритим. Візуальна оцінка ґрунту (VAS) стає все більш популярною серед фермерів і агрохолдингів європейських країн, які займаються рослинництвом, оскільки вона забезпечує об'єктивну оцінку стану ґрунту, об'єднуючи різні їхні властивості [146]. При тривалому впровадженні даної технології, це придатний інструмент для виявлення ґрунтів, які зазнають деградації. В польових умовах аграрії постійно стикаються з явищами, що вказують на прояв деградації: зміна кольору орного шару еродованої ділянки, наявність значної кількості брил або неагрегованого пилу після технологічних операцій, зростання витрат палива при обробці переуцілених ґрунтів, формування промоїн по траєкторії колій на схилах, непропорційний розвиток кореневої системи рослин, зниження чисельності ґрунтової макрофауни. Даний вид інформації можна вдало використати в якості індикаторів, при популяризації проблеми збереження орних ґрунтів. У своїй роботі ми намагались це врахувати та частково акцентували увагу на «візуальних проявах» деградації, що буде корисним для нефахівців з мінімальним досвідом аналізу морфології ґрунтів.

Слід мати на увазі, що деградовані ґрунти є небезпечними природними об'єктами, оскільки перестають виконувати екологічні захисні функції та можуть ініціювати процеси загальної деградації земної поверхні. Деградація ґрунтів приносить також величезні економічні збитки, порушуючи екологічну рівновагу, що склалася, і погіршуючи соціальні умови життя людей [33]. Тож дослідження даної проблеми має значне науково-теоретичне і практичне значення, важливим кроком в усвідомленні якої є її ступінь вивченості. Внесок багатьох науковців до розв'язання проблеми деградації чорноземів Придністерської височини розглянутий у наступному підрозділі.

1.2. Історичні аспекти дослідження деградації чорноземів

Еволюційний шлях людської цивілізації тісно пов'язаний з накопиченням знань, осмисленням проблем, пошуком шляхів вирішення кризових ситуацій, в тому числі і у ґрунтокористуванні. Важливість знань про ґрунти, їхня передача

з покоління до покоління та практична реалізація, давно оцінена істориками, науковцями, філософами різних історичних епох. В умовах сьогодення, вивчаються теоретико-методологічні та практичні напрацювання різних світових ґрунтознавчих шкіл, систематизовано значний фактичний матеріал, на основі якого проаналізовано загальноісторичний розвиток ґрунтознавчої науки. Однак, саме регіональне вивчення історії розвитку ґрунтознавства та накопичення відомостей про ґрунтовий покрив території дослідження дає змогу об'єктивно оцінити слабкі та сильні сторони наукових напрацювань, проаналізувати попередні та визначити перспективні нові напрямки досліджень, локалізувати маловивчені території, ефективно впровадити сучасні теоретико-методологічні основи вивчення ґрунтів. На базі систематизації різночасової статистичної інформації з'являється можливість порівняння даних та визначення динаміки прояву окремих явищ і процесів.

На основі опрацювання значної кількості історико-географічних описів, наукових праць, результатів ґрунтознавчих експедиційних обстежень, нами розроблено періодизацію історії вивчення чорноземів Придністерської височини. У якій відображено еволюційний шлях від накопичення інформації про ґрунти до зародження і розвитку ґрунтознавчої науки на теренах Поділля. Запропонована періодизація ґрунтується на принципах історизму та науковості. Загалом нами виокремлено п'ять періодів, назви яких відображають еволюційний характер основних спрямувань наукових досліджень (табл. 1.1).

Описовий період (до середини XIX ст.)

У часовому вимірі даний період вирізняється найбільшою тривалістю і відображає передісторію становлення ґрунтознавчої науки. Характерною особливістю цього періоду є накопичення емпіричного матеріалу загальноописового характеру, який висвітлює відомості про ґрунтових покрив та сільське господарство території дослідження.

Таблиця 1.1.

Періодизація досліджень чорноземів Придністерської височини

Назва періоду	Тривалість періоду	Дослідники	Основні напрямки досліджень
Описовий період	до середини XIX ст.	М. Меховський, К. Екстер, В. Рудлицький.	Накопичення інформації про ґрунтовий покрив, опис особливостей ґрунтокористування, статистичний облік земель та врожайності.
Період фундаментальних досліджень	середина XIX ст. – 1919 р.	В. І. Чаславський, О. О. Красюк, О. Г. Набоких, Г. Г. Злокович, Г. Ф. Позняков, П. А. Тутковський В. К. Гульдман.	Вивчення географії ґрунтового покриву, ґрунтове картографування. Дослідження морфології та фізичних властивостей чорноземів.
Період комплексних агро-досліджень	1919 – 1950 рр.	І. А. Олійник, В. В. Акімцев, І. Лепкіш, А. Г. Михайловський, С. І. Городецький.	Генеza, просторова структура, родючість ґрунтів Поділля. Аграрні методи підвищення родючості чорноземів.
Період детального вивчення ґрунтів	1950 – 1995 рр.	Н. М. Іжевська, Н. Б. Вернандер, М. Г. Кіт, Й. Я. Вишневецький.	Великомасштабні обстеження, картографування ґрунтів колективних господарств. Обґрунтування методів покращення систем ґрунтокористування: сівозмін, меліорації, обробітку ґрунту, підживлення та боротьби з ерозією.
Період сучасних ґрунтознавчих досліджень	1995 р. – до наших днів	С. П. Позняк, І. Я. Папіш, А. С. Лісовський, Б. В. Гаврилюк В. С. Вахняк, В. М. Яворов.	ґрунтово-екологічні дослідження, моніторинг та механізми охорони ґрунтів.

Починаючи з XV – XVI ст. з'являються описи родючості ґрунтів території України, серед яких є інформація і про регіон Поділля. Більш конкретні описи сільськогосподарських угідь зустрічаються серед матеріалів, що стосуються реєстрації земельних наділів або грамот, які засвідчують право власності на землю. Здебільшого у таких джерелах зазначаються якісні характеристики

земельних наділів та особливості господарювання з локальною прив'язкою до природних об'єктів [63; 75].

Значний фактичний матеріал про особливості ґрунтового покриву, розподіл земельних наділів, обсяги врожаю та збитків від несприятливих метеорологічних явищ, міститься в статистичних описах Подільської губернії, які проводились на замовлення колоніальної російської управи для збору даних про окремі регіони імперії. Зокрема, уже на початку ХІХ ст. губернським землеміром К. Екстером видано праці «Топографічний і камеральний опис Подільської губернії» (1800 р.), «Географічний, гідрографічний, топографічний і економічний опис Подільської губернії і до нього атлас» (1806 р.). На основі власних спостережень автор відзначав родючість місцевих ґрунтів, які навіть без внесення добрив вирізнялись значними показниками врожайності зернових [82].

В. Рудлицький описуючи Поділля, звертає увагу на характер ґрунтового покриву і, зокрема вказує на геоморфологічну нішу чорноземів. Автор наводить опис сільськогосподарських угідь в розрізі статистичних зведень, описує систему землеробства, якою користувались селяни та великі землевласники, наводить приклади способів удобрення земельних угідь [43].

Відомості про природні умови Подільської губернії, де окремий параграф присвячений рельєфу та ґрунтам, висвітлено у книзі «Военно-статистическое обозрение российской империи» (1849 р.). Відносно ґрунтового покриву, зазначається, що в Кам'янець-Подільському повіті, за виключенням невеликих площ, всюди поширений чорнозем, тільки біля берегів Дністра та його приток: «...глинистая или песчаная и каменисто-хрящеватая почва». Згадується також і те, що внаслідок тривалих дощів усі дороги Поділля перетворюються на болото, а на полях формуються численні промоїни, які під впливом сильних вітрів швидко висихають [16].

Період фундаментальних досліджень (середина ХІХ ст. – 1919 р.)

Після скасування кріпацтва в російській імперії, виникає потреба модернізації сільського господарства, як у виробничому, так і в освітньому

плані. Земельні реформи першочергово вимагали картографування, наукового обстеження ґрунтового покриву, рельєфу і дослідження кліматичних умов. З цією метою державні установи проводять фінансування наукових досліджень, для реалізації держаних програм розвитку промисловості та сільського господарства [63; 91].

З середини ХІХ ст. з'являються перші оглядові рукописні карти ґрунтів авторів К. С. Веселковського та В. І. Чаславського, на яких ґрунтовий покрив Подільської губернії переважно представлений чорноземами. При описах Подільської губернії, В. В. Докучаєв більш конкретизує усе різноманіття ґрунтового покриву. Однак, ми припускаємо, що матеріал для опису ґрунтів, зокрема західної її частини, автором взято із статистичних військових звітів. Автор також звертає увагу на те, що внаслідок значної родючості чорноземів більшість землевласників відмовлялися від удобрення полів, навіть при оренді земельної ділянки орендатору не дозволялось вносити органічні добрива [122].

На основі власних спостережень та свідчень місцевого населення П. А. Тутковський звертає увагу на проблему знецінення та деградації земельних наділів селян, в межах Придністер'я, через еродованість схилів територій [123].

В іншому описі Подільської губернії, автора В. К. Гульдмана, висвітлено особливості ґрунтового покриву, де вказується, що в Кам'янецькому, Ново-Ушицькому та Проскурівському повітах великі площі займає *«тучний чернозём»*. На основі обширних площ розораних чорноземів та високих показників збору зернових автор називає Подільську губернію *«житницею російської імперії»* [31].

Привертає увагу 15-ти томна енциклопедія «Географічний словник королівства Польського та інших слов'янських країн». В окремому 8-му томі подається детальна опис Поділля: природні умови, особливості ведення господарства, місцеві ґрунти. Зокрема, вказується, що в Ушицькому, Кам'янецькому, Проскурівському повітах родючий чорнозем, проте серед

згаданих повітів Кам'янецький вирізнявся найбільшим ступенем розораності, до 75% від усієї території повіту. Також згадуються особливості весняного обробітку ґрунтів та сівби зернових. Наведене цікаве судження, яким керувалось місцеве населення: «*Siej w boloto bedjie zloto*» («*Сій в болото буде золото*») [154].

Чималий інтерес викликають статистичні огляди Подільської губернії протягом 1888–1912 рр. Більш докладно, ніж в попередніх джерелах, тут подається географія ґрунтового покриву, особливості розвитку сільського господарства, завдані збитки від зливових опадів, градобоїв, зазначаються площі пошкоджених сільськогосподарських угідь [82; 16].

Починаючи з 1904 р., в межах Подільської губернії усі соціально-економічні та господарські питання вирішувались відповідно до «Положення про управління земським господарством у губерніях». Серед основних завдань, діяльності Подільського губернського земства, ключове місце посідало впровадження заходів з: «*..укрыпленни овраговь, задержани летучихь песковь и осушени болоть..*». Також, в цей період у Кам'янці-Подільському відкрито першу хімічну лабораторію, яка займалась дослідженням ґрунтів та насіння [20].

В 1909 році проводяться проектні роботи для будівництва залізничної дороги сполученням Шепетівка–Кам'янець-Подільський з детальним вивченням ґрунтового покриву. Безпосереднім збором та аналізом інформації займався О. О. Красюк, як представник Бюро Землеробства та Ґрунтознавства Ученого Комітету під керівництвом П. С. Коссовича. Автором вперше широко застосовані аналітичні методи з вивчення хімічного складу та фізичних властивостей ґрунтів Поділля [55].

Фундаментальний науковий вклад у вивчення чорноземів Придністерської височини здійснено О. Г. Набоких. Особливої уваги заслуговують результати експедиційних досліджень 1914–1916 рр., проведених на замовлення статистичного відділу земської управи Подільської губернії [64]. Зокрема, автором проаналізовано морфологію ґрунтів, вміст гумусу та кальцій

карбонатів. Окремо описано материнські породи, їхні морфологічні особливості та географію поширення. Автор звертає увагу на відсутність сівозмін та вирощування цукрового буряка в умовах монокультури, внаслідок чого відбуваються зміни у структурі ґрунтових горизонтів. Вінцем наукової роботи науковця є картографування ґрунтового покриву території. Варто додати, що у створенні ґрунтової карти Подільської губернії, відіграли велику роль маршрутні дослідження Г. Г. Злоковича та Г. Ф. Познякова, які проводились і в межах Придністерської височини [64; 77].

Період комплексних агродосліджень (1919 – 1950 рр.)

Даний період пов'язаний з відкриттям сільськогосподарського факультету при Кам'янець-Подільському державному українському університеті, який через два роки реорганізовано в Кам'янець-Подільський сільськогосподарський інститут, що вивело розвиток ґрунтознавчої науки на новий рівень. Вивчення ґрунтового покриву здійснювалось кафедрою «Геології, мінералогії та ґрунтознавства», при якій діяли лабораторії з ґрунтознавства та хліборобства. У той же час головні напрямки досліджень сконцентровані на аграрному розвитку господарства Поділля, під керівництвом проф. О. В. Красівського [19]. У 1927 році організовано перший семінар з ґрунтознавства, на якому заслухано наступні доповіді: І. Лепкіш «Ґрунти Поділля», І. А. Олійник «Ґрунти Кам'яниччини», О. В. Красівський «Геологічна будова берегів Дністра» та ін. В університеті активно розвивався агрономічний гурток, мета якого – поглиблене вивчення ґрунтового покриву для ефективного ведення сільського господарства, впровадження нових теоретико-методологічних підходів вивчення ґрунтів. На основі отриманих результатів, уже 1930 року у Москві, на II Міжнародному конгресі ґрунтознавців, В. В. Акімцев виступив із доповіддю «Деякі особливості деградованих подільських чорноземів» [86].

На базі Кам'янецького дослідного поля, А. Г. Михайловським, проводились дослідження родючості чорноземів з врахуванням різних систем обробітку. Окрім цього, значна увага приділялась дослідженню процесів

надходження макроелементів (N, P, K), вивчались особливості проведення вапнування та його вплив на врожайність культур [15].

У 1929 році опубліковано працю С. І. Городецького «Сільське господарство Поділля», в якій здійснено комплексний аналіз стану промисловості та сільського господарства Поділля перед Першою світовою війною. На основі даних ґрунтознавчих досліджень О. Г. Набоких, метеорологічних даних, геолого-геоморфологічних обстежень, статистичної звітності земств, автором вперше здійснено фізико-географічне та сільськогосподарське районування Поділля. Територію Придністерської височини, автор поділяє на два фізико-географічні райони. Перший охоплює південь Кам'янець-Подільського повіту з *«темнокольоровим»* ґрунтовим покривом, який включає: *«темно-сірі лісові суглинки та деградовані чорноземлі»*. Другий – займає південну частину території Ушицького та весь Могилівський повіти. В контексті аналізу метеорологічних даних, автор звертає увагу негативного впливу зливових опадів, які призводять до розвитку ерозійних процесів, водночас наводить окремі види деградації [30].

Початок 30-х років ознаменувався загостренням відносин між радянською владою та українським населенням, тотальна колективізація, репресії та переслідування, призвели до занепаду науково-дослідної діяльності в стінах Кам'янець-Подільського сільськогосподарського інституту, проте окремі напрямки дослідження проводились до середини ХХ століття.

Період детального вивчення ґрунтів 1950 – 1995 рр.

У повоєнний період дослідження ґрунтів Придністерської височини проводились для детального картографування та створення великомасштабних карт (1:25000) колективних господарств УРСР. В межах території дослідження основні роботи виконувались Хмельницькою державною сільськогосподарською дослідною станцією разом із Українською академією сільськогосподарських наук (УАСГН), та Науково-дослідним інститутом землеробства і тваринництва західних районів УРСР [60]. В розрізі масштабних досліджень велика увага приділялась питанню меліорації для збільшення площі

сільськогосподарських угідь та покращення фізико-хімічних властивостей ґрунтів. Реалізуються проекти з насадження захисних лісосмуг, терасування та укріплення схилів поверхонь. Для підвищення родючості ґрунтів проводяться заходи з гіпсування, вапнування, впровадження системи сівозмін. Відповідно до висновків експедиційних досліджень здійснювалось обґрунтування систем ведення сільського господарства для кожного колгоспу, радгоспу і використовувались для складання перспективних планів господарювання. В подальшому, такі обстеження проводились для уточнення результатів гранулометричного складу, хімічних аналізів, вмісту гумусу та рівня еродованості ґрунтів [7; 102].

В результаті масштабних ґрунтознавчих досліджень, науковцями інституту «Укрземпроект», створено ґрунтову карту масштабом 1:200000 для Хмельницької області. На основі численних експедиційних досліджень, Н. М. Іжевською видана монографія «Ґрунти Хмельницької області» (1968 р.) [60].

Ґрунтовий покрив Придністерської височини проаналізований у науковій праці, за редакцією К. І. Геренчука, у якій в окремому розділі порушується питання охорони ґрунтів та аналізується стан земельних ресурсів [102].

На базі регіональних ґрунтознавчих досліджень наукових установ Києва, Харкова, Одеси, Львова публікується серія праць «Природа Украинской ССР», за редакцією Н. Б. Вернандер, Д. О. Тютюнника, І. М. Гоголева, в розділі «Почвы», аналізується ґрунтовий покрив усієї України, наведено загальноісторичні особливості розвитку ґрунтознавчої науки, розглянуто питання трансформації ґрунтів під впливом антропогенного фактору, проведено оцінку земельних ресурсів, запропоновано напрямки раціонального використання та охорони ґрунтів [7].

З 1989 року працівниками ґрунтознавчої експедиції (НДЛ-50) Львівського державного університету імені Івана Франка проводяться великомасштабні дослідження ґрунтів Кам'янець-Подільського, Городоцького, Дунаєвецького

районів Хмельницької області. Обстеження здійснювались під керівництвом старших наукових співробітників М. Г. Кіта та Й. Я. Вишневського [119; 60].

Період сучасних ґрунтознавчих досліджень (1995 р. – до сьогодні)

Сучасні дослідження чорноземів Придністерської височини проводяться різними науковими установами Західного регіону України. Однією із них є кафедра «Ґрунтознавства і географії ґрунтів» географічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка. Результати наукових досліджень географічних закономірностей, біокліматичних особливостей формування чорноземів Поділля, вивчення їхніх морфогенетичних, фізико-хімічних та хімічних властивостей наведені у працях І. Я. Папіша та С. П. Позняка [18]. Просторово-часовий аналіз формування генетичного профілю, еволюційні особливості мінеральних, органогенних та морфологічних змін чорноземів типових Придністерського Поділля висвітлено у роботі А. С. Лісовського [60].

Проблема сучасного стану та збереження продуктивності ґрунтів Хмельниччини проаналізовано у публікаціях науковців Подільського державного університету (ПДУ) Б. В. Гаврилюка, В. С. Вахняка, В. М. Яворова. Особливо цінною є монографія «Ґрунти Хмельниччини. Сучасний якісний стан; збереження, відтворення та поліпшення їх родючості» (2010 р.), у якій розглянуто причини зниження родючості, висвітлено результати агрохімічного обстеження земель сільськогосподарського призначення, виконаних Хмельницьким обласним державним проектно-технологічним центром охорони родючості ґрунтів і якості продукції.

1.3. Методика і методи дослідження деградації

Погіршення природних властивостей орних чорноземах свідчить про те, що збереження та відновлення природної стійкості чорноземів неможливе без мінімізації прояву деградаційних процесів. Зважаючи на реальну картину у сфері ґрунтокористування, важливо не тільки вивчати сучасний стан агроґрунтів з позиції їхньої продуктивності, а й з'ясувати причини її

погіршення. Це дасть змогу якомога краще зрозуміти механізми прояву та різноманітність деградаційних процесів, які сформувались у результаті нераціонального ґрунтокористування. У цьому випадку вибір методів дослідження відіграє ключову роль у висвітленні об'єктивних та достовірних результатів, які є основою для формування перспективних раціональних стратегій управління земельними ресурсами.

В даний час, порівняння як специфічний логічний прийом пронизує більшість методів ґрунтово-географічних досліджень. У вивченні деградаційних процесів порівняння допомагає точніше і повніше описати відмінності між цілиними та орними ґрунтами, ідентифікувати нетипові явища та морфологічні ознаки, з'ясувати логічні закономірності, які відображають особливості трансформації природніх властивостей ґрунтів під впливом антропогенного фактора. Застосування цього прийому відоме уже давно. Досить часто цей прийом використовувався землеробами для вирішення практичних завдань, який не втратив своєї актуальності і сьогодні.

Зважаючи на порівняльний характер у роботі використано порівняльно-географічний, порівняльно-морфолого-генетичного (профільно-генетичного) та порівняльно-аналітичний методи. Окрім вище перелічених методів у роботі також використовуються морфологічний, картографічний методи та метод катен.

Традиційним методом, яким користуються у ґрунтознавчих дослідженнях впродовж тривалого часу є порівняльно-географічний, на основі якого розкривається вчення про ключову роль чинників ґрунтогенезу. На думку О. А. Роде вивчення ґрунтів особливо зміни їхньої будови та властивостей повинно відбуватись паралельно з комплексним аналізом природніх умов, або окремих факторів ґрунтогенезу [105, с. 21]. Згідно з точкою зору С. П. Позняка, Є. Н. Красехи та М. Г. Кіта даний підхід варто використовувати як методологічний напрям, що найповніше розкриває вивчення ґрунтового покриву на всіх рівнях ґрунтово-географічних досліджень [96]. Варто зазначити, що порівняльно-географічний метод не вважається головним у

грунтознавстві, адже він є популярним у дослідженнях усіх географічних наук. У роботі даний метод реалізовувався на етапі пошуку емпіричних залежностей прояву деградації з врахуванням природних умов ґрунтогенезу та антропогенного впливу.

Ключовим методом для розуміння природи ґрунту на думку А. О. Роде є порівняльно-морфолого-генетичний (профільно-генетичний) метод. Суть даного методу полягає у дослідженні будови ґрунтового покриву на основі аналізу генетичних горизонтів ґрунтових профілів [105]. Важливість цього методу підкреслив В. А. Ковда зазначаючи, що вивчення будь-яких властивостей ґрунтів повинно проводитись у відповідності до диференціації ґрунтових горизонтів на всю потужність ґрунтової товщі. Крім того, для просторової оцінки зміни генетичних горизонтів в горизонтальному напрямі, автор пропонує застосовувати окрім ґрунтових профілів траншеї [52, с. 33]. Широкого застосування цей метод отримав у дослідженнях А. І. Купенікова, а пізніше В. Г. Гаськевича зокрема при вивченні профільної деградації чорноземів [56; 23]. З огляду на практичну цінність, у роботі на основі цього методу проаналізовано потужність чорноземів вододільних плато та прилеглих еродованих схилів.

З інтенсифікацією антропогенного впливу на ґрунти та контролем за їхньою продуктивністю зростає роль кількісної оцінки складу, властивостей та власне ґрунтових процесів. Ключовим для кількісної характеристики систематизованої статистичної інформації є порівняльно-аналітичний метод. Суть його полягає у порівнянні речовинного складу і мінеральної частини кожного ґрунтового горизонту зверху вниз в межах ґрунтового профілю [105, с. 26]. Простота та зрозумілість цього методу на основі кількісних даних та математичних статистичних операцій дають змогу об'єктивно сформулювати висновки про ті чи інші процеси, або дати прогностичну оцінку їхнього прояву.

Невід'ємним у ґрунтознавчих дослідженнях є морфологічний метод, який повноцінно реалізований під час польового етапу робіт. Важливість цього

методу високо оцінена ще на початку ХХ ст. у дослідженнях Г. Махіва [65]. Практичний досвід показав, що даний метод окрім польової діагностики ґрунтів та ґрунтових горизонтів є ефективним способом первинної (візуальної) ідентифікації прояву деградаційних процесів у досліджуваних чорноземах. До прикладу, уже при закладанні ґрунтових горизонтів ми зіткнулись з проблемою формування так званої плужної підшви, а зважаючи на колірні ознаки орного горизонту ідентифіковано прояви інтенсивної ерозії чорноземів на схилових ділянках рельєфу.

Специфічним методом у ґрунтознавстві вважається метод катен, який досить популярний серед ґрунтознавців Європи, США та Канади. У перше цей термін введений Г. Мільном в 1930 році під час дослідження висотного чергування ґрунтів Східної Африки. Катена на будь-якому відрізьку є результатом складного взаємовпливу форми рельєфу, ґрунту і часу. Суть даного методу полягає висвітленні взаємозв'язку між ґрунтовим покривом і геометричною поверхнею рельєфу, а також ґрунтовими та геоморфологічними процесами [39, с. 70–80]. У дослідженнях просторового прояву деградаційних процесів в ґрунтах Західного регіону даний метод часто використовувався у публікаціях В. Г. Гаськевича, М. І. Пшевлоцького, Н. М. Лемеги та ін [19; 59; 104].

Зважаючи на те, що ключовою проблемою у збереженні та відновленні чорноземів території дослідження є поширення ерозійних процесів, які є пусковим механізмом для прояву інших видів деградації, застосування методу катен є необхідним переш за все для вивчення просторової неоднорідності ґрунтового покриву. У роботі взаємозв'язок рельєфу та ґрунтового покриву розглянуто на катенарному рівні. Зокрема, застосування даного методу дало змогу з'ясувати причинно-наслідковий зв'язок між станом чорноземів вододільних плато і схилового рельєфу та факторами, які впливають на прояв деградації.

Зважаючи на те що у наших дослідженнях акцентується значна увага на рельєфі території, ефективним є використання картографічного

методу. Використання карти або картографічного матеріалу, як просторово-часової моделі дійсності, дозволяє краще зрозуміти процесно-наслідкові зв'язки між рельєфом та ґрунтом [96]. В роботі картографічний матеріал у вигляді картосхем призначений для: демонстрації кінцевої інформації отриманої з використанням різних методів (картосхеми які висвітлюють природні умови ґрунтоутворення) та картометрії (відображення рельєфу дослідних ділянок, гіпсометрія ділянок, побудова профілю рельєфу за картографічною основою).

1.3.1. Лабораторно-аналітичні методи дослідження

Відповідно до завдань наукової роботи визначено комплекс аналітичних досліджень, який спрямований на вивчення фізичних та фізико-хімічних властивостей чорноземів Придністерської височини. Відбір ґрунтових проб проводився у післявегетаційний період за однорідних погодних умов. Підготовка зразків ґрунту проводилась в лабораторних умовах на основі загальноприйнятих методик ДСТУ ISO в Україні. Серед комплексу аналітичних методів визначено:

1. гранулометричний склад – за методом Н. А. Качинського з підготовкою ґрунту пірофосфатним методом (ДСТУ 12536-79:2004);
2. структурно-агрегатний склад:
 - 2.1 сухе просіювання – ситовим методом (ДСТУ 4744:2007);
 - 2.2 водостійкість ґрунтових агрегатів за методом Саввінова (ДСТУ 4744:2007);
3. щільність твердої фази – пікнометричним методом (ДСТУ 4745:2007);
4. щільність будови – методом ріжучого кільця;
5. загальна шпаруватість – розрахунково;
6. шпаруватість аерації – розрахунково;
7. груповий і фракційний склад гумусу – за методом І. В. Тюріна в модифікації В. В. Пономарьової і Т. А. Плотнікової (ДСТУ 4289:2004);
8. загальний гумус – методом І. В. Тюріна в модифікації Є. Д. Нікітіна (ДСТУ ISO 14235:2005);

9. гігроскопічна волога – термостатно-ваговим методом (ДСТУ ISO 11465:2001).

Кількісні дані польових та лабораторно-аналітичних досліджень статистично оброблені на основі загальноприйнятих методик [40]. Для відображення лінійного кореляційного зв'язку статистичних даних між окремими взаємопов'язаними параметрами застосовано коефіцієнт кореляції Пірсона [87]. Усі статистичні операції реалізовано на базі програмних редакторів.

1.3.2. Застосування колориметрії та засобів геоінформаційних систем

Колориметрію твердої фази ґрунтових зразків проведено на основі аналізу цифрових зображень отриманих в процесі контактного сканування. В ролі апаратного обладнання, для визначення кольору ґрунтових зразків, використано офісний сканер (CanoScan LiDE 70). Доцільність даного способу вбачаємо в об'єктивності отримання інформації з мінімальним впливом зовнішніх джерел освітлення та уніфікованим процесом графічного відтворення отриманих результатів.

Для колориметричного аналізу у лабораторних умовах попередньо просушені зразки ґрунту просіювали крізь сито 1 мм. Для максимальної однорідності кольору отриманого дрібнозему скрупульозно відібрано різні включення та новоутворення. У заздалегідь підготовленому посуді просіяний дрібнозем зволожували та перемішували до пастоподібного стану. Часте перемішування дало змогу отримати однорідну масу, якою наповнювали пластикові контейнери об'ємом 3 см³. Усі зразки ґрунту одночасно, в контейнерах висушували до повітряно-сухого стану. Перед скануванням отримані контейнери з підготовленими зразками рівномірно розподілялись на скляні поверхні сканера. Після сканування усі ґрунтові зразки зволожувались до рівня максимальної вологості та сканувались вдруге. Рівень максимальної вологості підготовлених зразків визначався експериментально та індивідуально для кожного зразка, адже він залежить від гранулометричного складу і

дисперсності ґрунту. Загалом для середньосуглинкових чорноземів об'єм води взятої для зволоження підготовлених зразків становила 0,7–1 мл, для важкасуглинкових 0,9–1,3 мл.

Два етапи сканування дозволило отримати дані, які пізніше використовувались для встановлення колірної відмінності зразків у повітряно-сухому та вологому стані у відповідності до методики [143].

Керування процесом сканування реалізовано на базі програми CanoScan Toolbox 5.0.1.2a. у кольоровому режимі з показником оптичної роздільної здатності 300 dpi. Датчик контактного зображення CIS (Contact Image Sensor). Джерело світла 3-colour (RGB) LED. Корекція кольору отриманих зображень здійснена в цільовому режимі sRGB IEC61966–2.1. Дані колірних параметрів представлені в колірній моделі RGB. Для визначення кількісних даних за параметрами RGB отримані цифрові зображення твердої фази ґрунту опрацьовувались у графічному редакторі IrfanView 64, з використанням інструменту «Гістограма» (Histogram).

Як зазначає N. Moritsuka колориметрія є важливим методом пізнання ознак та властивостей ґрунтів, проте для максимальної передачі потрібного колірного параметру варто звернути увагу на особливості колірних моделей та генетичні ознаки ґрунтів [149]. Зважаючи на експериментальні дослідження закордонних та вітчизняних науковців у визначенні кількісних даних колірних параметрів для чорноземів найбільш інформативною є колірна модель CIE $L^*a^*b^*$ з відповідним набором параметрів (табл. 1.2).

В даній моделі колір чорноземів представлений домінуванням групи ахроматичних кольорів (темноколірної тональності різної яскравості) в гумусо-аккумулятивному горизонті, плавне змішування хроматичних та ахроматичних кольорів простежується у перехідних горизонтах та домінування хроматичних кольорів (червоної та жовтої складової кольору) на рівні материнської породи (лесоподібні суглинки).

Таблиця 1.2.

Характеристика параметрів колірної системи CIE L*a*b* [117]

Колір	Параметр	Символ	Діапазон зміни показників
Ахроматичний	Яскравість	L*	0 – 100 0 чорний 100 білий
Хроматичний	Червоно-зелена колірна складова	a*	> 0 червоний < 0 зелений
	Жовто-синя колірна складова	b*	> 0 жовтий < 0 синій

Примітка: таблиця модифікована автором

Наступний крок включав конвертацію кількісних даних з колірної моделі RGB в CIE L*a*b*. Цей процес реалізовано на основі алгоритму конвертації кількісних даних колірних параметрів в середовищі програми Microsoft Excel. Зручність використання даного алгоритму в тому, що він є у відкритому доступі у підготовленому форматі (.xls) [141]. Ввівши кількісні дані RGB алгоритм автоматично конвертує інформацію у параметри CIE L*a*b*.

На наступному етапі при визначенні прояву знебарвлення (деколонізації) чорноземів, яка проявляється через зміну природного кольору орного горизонту, ми керувались статистичними даними колірних параметрів. На думку А. І. Крупенікова «світлішання» чорноземів (на макрорівні) є прямим наслідком порушеного процесу гумусонокопичення, що в результаті призводить до зростання яскравості чорного кольору [56]. Роль ключового параметру у вивченні деколонізації чорноземів відводилась показнику L*, для еродованих відмін додаткового використовувались параметри a* та b*.

Висновки про трансформацію природного кольору ґрунтуються на порівнянні кількісних даних та визначенні показника колірної відмінності (ΔE_{00}). Визначення даного показника реалізовано автоматично на базі алгоритму (Sharma et al., 2005) в середовищі програми Microsoft Excel, який є у відкритому доступі у форматі (.xls).

Для об'єктивності результатів колориметрії додатково проведені аналітичні дослідження з визначення вмісту гумусу у досліджуваних зразках. Дані колориметрії та вмісту гумусу дали змогу встановити обернений корелятивний зв'язок, який проаналізований в одному із підзрозділів розділів нашої роботи.

Окрім вище згаданих методів у роботі також використовуються **засоби геоінформаційних систем**. В умовах сьогодення існує чимало трактувань поняття «географічна інформаційна система або ГІС» (Geographical Information System), що насамперед визначається популярністю застосування та охопленням широко спектру прикладних завдань. Для наших цілей вважаємо найбільш прийнятне є визначення Т. С. Ямелинця: «ГІС – це засіб збирання, зберігання, перетворення, відображення та поширення просторово-координатної географічної інформації» [135, с. 6].

Прикладів застосування автоматизованих геоінформаційних систем (ГІС) у ґрунтознавстві досить багато. Це підтверджено значним об'ємом публікацій як вітчизняних так і закордонних науковців. Вагомим аргументом впровадження ГІС технологій є вимоги у сфері раціонального землекористування для країн, які вступають до Європейського Співтовариства та вимоги передбачені Законом України «Про національну програму інформатизації» [127].

Популярність геоінформаційних систем (ГІС) пов'язане зі значною кількістю методів аналізу просторових даних, які в сукупності із засобами введення, зберігання, маніпулювання та представлення просторово-координованої інформації становлять основу технологій геоінформаційних систем [135, с. 7]. На думку В. Д. Шипуліна просторовий аналіз є своєрідним «серцем» ГІС [133, с. 38].

Для вивчення проблеми деградації чорноземів Придністерської височини використано геоінформаційну систему відкритого типу Quantum GIS 3.10, яка включає настільну інструментальну (QGIS Desktop) та серверну (QGIS Server)

частини. В основному усі операції, які проводились з геоданими реалізовано в середовищі QGIS Desktop.

На основі аналізу геоданих формується якісно нова інформація з певним набором отриманих закономірностей. Серед засобів геопросторового аналізу у роботі основне місце відведено картографічному моделюванню, в якості синхронізованого аналізу просторових і тематичних характеристик геоданих. Тематичний компонент геопросторової інформації аналізувався на основі статистичних операцій з даними, а просторові характеристики геопросторової інформації отримані методами просторового аналізу [133, с. 251].

Важливим чинником, який значною мірою визначає детальність дослідження і метод вирішення даної проблеми, є уявлення про призначення результатів ГІС-аналізу. Тому зважаючи на практичну цінність у роботі використано такі методи ГІС-аналізу [127]:

- картометричні операції – реалізовано під час вимірювання протяжності височини, обчислення площі ареалів чорноземів, розподілу схилів за крутістю, побудова профілів рельєфу, катен та локалізації ґрунтових розрізів зі створенням відповідних картосхем,
- просторово-часова статистика – використана у під час висвітлення просторової неоднорідності фізичних властивостей чорноземів вододільних плато і схилового рельєфу.
- оверлейнові операції – проведені під час встановлення зв'язку між рельєфом та закономірності поширення ареалів чорноземів в межах Придністерської височини. Дані операції реалізовані шляхом накладання векторних шарів ареалів чорноземів та цифрової моделі рельєфу. Це дало змогу ідентифікувати площі ареалів чорноземів в межах вододільних плато та схилового рельєфу.

Виконання підготовчих та аналітичних операцій в середовищі QGIS Desktop реалізовано на основі використання сукупності програмних

модулів. Такі модулі є в вільному доступі, їхній широкий функціонал дає змогу проводити різноманітні операції над геоданими. Зважаючи на те, що у роботі приділена значна увага рельєфу, як одного із вагомих чинників формування просторової неоднорідності ознак та властивостей чорноземів вододільних плато і схилового рельєфу, виникає потреба у вивченні морфометричних параметрів території. Для цього використано модуль морфометричного аналізу (Raster Terrain Analysis Plugin), який використаний при створення картосхем рельєфу території (спосіб колірної відмивки), визначення крутизни та експозиції схилів. В ролі основи (підкладки) під час створення картосхем використано високороздільні супутникові знімки та топокарти, які завантажені на основі плагіна QuickMapServices. Географічна прив'язка растрових даних (зокрема ґрунтових карт) для подальшого оцифрування реалізовано на основі плагіну «Прив'язка растрів (GDAL)». Коректність векторних даних перевірено на основі плагіну «Перевірка топології» (Topology Checker Plugin), що дало змогу уникнути помилок при векторизації даних (лінійних та полігональних шарів). Показники площі визначено з використанням опції «Калькулятор поля» з додаванням додаткової колонки у таблиці атрибутів.

Важливим етапом відображення просторової інформації є підготовка картографічного матеріалу. У відповідності до функціонального призначення та змісту, використано загальну схему картографування та картографічного дизайну запропоновану Т. Саттоном на прикладі Quantum GIS [107].

Тематичний картографічний матеріал з відповідним набором даних відображений в єдиній системі координат WGS 84/UTM zone 35N. Відображення геопросторових даних реалізовано на основі shape-файлів полігонального, лінійного та точкового типу геометрії. Аналіз рельєфу території проведено на основі цифрової моделі висот Землі SRTM (NASA Shuttle Radar Topographic Mission).

1.4. Вибір і характеристика ключових ділянок

Традиційно у системі ґрунтознавчих досліджень вивчення ґрунтів та їхня діагностика реалізується на основі принципу ключових (репрезентативних) ділянок шляхом закладання ґрунтових розрізів у визначеній кількості відповідно до методичних вимог на вибраній ділянці певної місцевості.

На підставі аналізу супутникових знімків, топографічних карт (великомасштабних та середньомасштабних), ґрунтових карт регіону, картограм бонітування ґрунтів території сільських рад (Кам'янець-Подільського та Хмельницького районів), матеріалів великомасштабних обстежень ґрунтів колективних господарств (проведеного науковцями Львівського університету НДЛ-50 у 90-х роках), а також фондів матеріалів досліджень геологічної та геоморфологічної будови території, визначено ключові ділянки для висвітлення стану чорноземів Придністерської височини та прояву деградаційних процесів.

У відповідності до зміни біокліматичних та геоморфологічних особливостей території дослідження нами закладено чотири ключові ділянки: «Басівка», «Савинці», «Кадиївці» та «Руда», в межах Жванчицького та Городоцького ландшафтних районів (Генерчук, 1989), які вирізняються найбільшою площею ареалів чорноземів (рис. 1.1, табл. 1.3).

Ділянки відображають найбільш типові риси агроландшафтів, сформованих при розорюванні цілинних чорноземів території дослідження. Назви ключових ділянок відповідають населеним пунктам поблизу яких вони закладались. За конфігурацією це прямокутні виокремлені ділянки сільськогосподарських угідь, які систематично обробляються і використовуються під ріллею. У структуру включені ділянки вододільних плато з прилеглими схилами. Ґрунтові розрізи закладені у вигляді катени на однорідній літологічній основі (лесоподібні суглинки). За класифікацією це ерозійні катени, які відображають диференціацію ґрунтового покриву агроландшафтів зумовлену ерозійними процесами [96]. Загалом у кожній ділянці виокремлено по чотири ґрунтові розрізи з певною кількістю прикопок.

Закладання розрізів на вододільних плато проводилось з максимальним врахуванням автоморфних умов ґрунтоутворення, уникаючи понижень чи ділянок з мікрорельєфом.

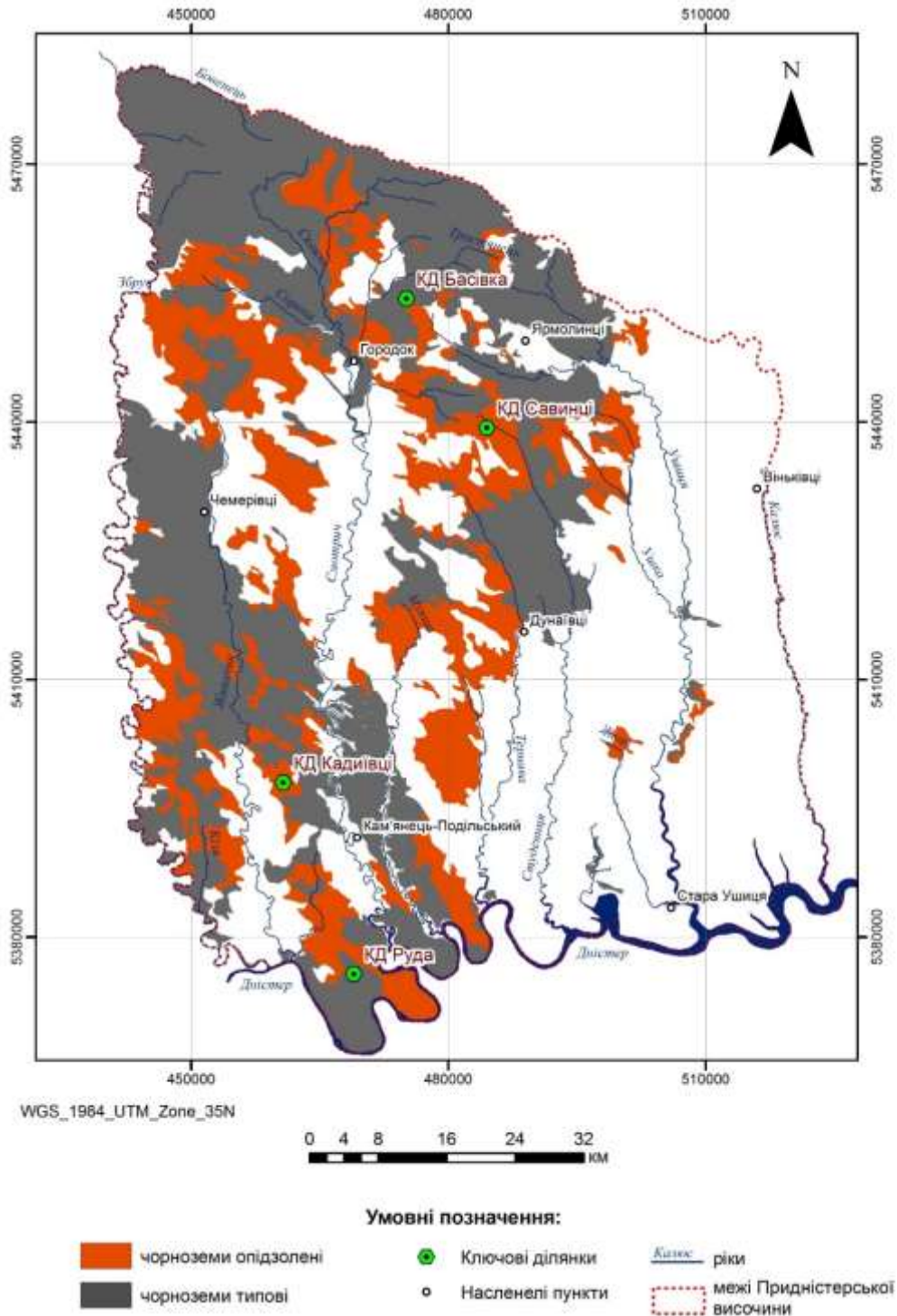


Рис. 1.1. Картосхема ареалів чорноземів Придністерської височини та локалізації ключових ділянок

Таблиця 1.3.

Загальна характеристика ключових ділянок

Ключова ділянка	Розміщення згідно районування		Рельєф	Ґрунотвірна порода	Угіддя (культура)
	адміністративного	ландшафтного*			
Басівка	Городоцька ОТГ, Хмельницький р-н, Хмельницька обл.	Городоцький	Частина широкого плато між верхів'ями р. Тростянець та Ушиця, з прилеглим макросхилом південно-західної експозиції. Перепад висот становить 37 м.	лесоподібний суглинок	рілля (пшениця)
Савинці	Ярмолинецька ОТГ Хмельницький р-н, Хмельницька обл.	Городоцький	Плоскоопукла рівнинна вододільна частина верхів'я р. Студениці, з прилеглим макросхилом південної експозиції. Перепад висот становить 28 м.	лесоподібний суглинок	рілля (пшениця)
Кадіївці	Орининська ОТГ Кам'янець-Подільський р-н, Хмельницька обл.	Жванчицький	Слабохвиляста частина межиріччя Жванчика та Смотрича, з прилеглим макросхилом південно-західної експозиції. Перепад висот становить 40 м.	лесоподібний суглинок	рілля (кукурудза)
Руда	Жванецька ОТГ Кам'янець-Подільський р-н, Хмельницька обл.	Жванчицький	Частина широкого давньотерасового комплексу р. Дністер з прилеглим макросхилом південної експозиції. Перепад висот становить 11 м.	лесоподібний суглинок	рілля (кукурудза)

*Примітка: ландшафтне районування запропоноване К. І. Геренчуком (1980)

З огляду на морфометричні параметри, схиліві частини дослідних ділянок розділено (у напрямку зверху в них) на мікрозони з показником крутості 1–2°, 2–3°, 3–5°. Тобто, в основному охоплені елювіальні та транселювіальні елементарні схиліві мікрозони, в яких закладено певну кількість ґрунтових розрізів та прикопок. Індeksi розрізів включають комбінацію літер, які відповідають скороченому варіанту назв населених пунктів та номеру, що відображає порядок їхнього розміщення в межах сформованих катен.

Розташування ґрунтових розрізів в межах ключових ділянок зафіксовано з допомогою застосунку ViewRanger GPS, який попередньо був встановлений на мобільний телефон. Це досить популярний GPS-застосунок для навігації з певним набором топографічних карт та супутникових знімків. Він є безкоштовним та дозволяє інтегрувати необхідні функції типового GPS-трекера для потреб картометрії, окрім цього дає змогу сформувати відкриту базу даних зображень з географічною прив'язку до локації. Інформація про географічну прив'язку відображена у картосхемах розміщення ґрунтових розрізів наведена в додатках Б–Д.

В рамках польового етапу робіт, на базі ґрунтових розрізів, описано морфологічні особливості чорноземів, проведено морфометрію та відбір ґрунтових зразків, пошарово у відповідності до генетичних горизонтів. Напіврозрізи (прикопки) використовували для визначення просторової неоднорідності потужності чорноземів на локальному рівні.

Відбір ґрунтових зразків проводився у післявегетаційний період. Наявність та розподіл кальцій карбонатів в профілі визначали з використанням 10% розчину хлоридної кислоти (HCl). У польових умовах вивчали щільність будови чорноземів використовуючи циліндри (об'єм 50 см³) пошарово у трикратній послідовності. У лабораторії термостатно-ваговим методом визначено польову вологу. Візуальну ідентифікацію кольору ґрунтових зразків повітряно-сухого стану проведено за шкалою Манселла [150].

Висновки до розділу 1

1. Деградація ґрунтів не обмежується конкретним регіоном та вважається глобальною проблемою. В основі ідентифікації та оцінки деградаційних процесів лежать антропоцентричні критерії, які засвідчують винятковий вплив господарської діяльності людини на стан орних ґрунтів. Ключовими проблемами вивчення деградаційних змін фізичних властивостей чорноземів залишаються: неоднозначність встановлення причинно-наслідкових зв'язків між видами деградації, вибір регіональних ґрунтових еталонів, низький рівень інформаційної відкритості результатів попередніх досліджень, низький рівень вивченості якісних характеристик та візуальної оцінка деградованого ґрунту.

2. На основі аналізу фондкових та архівних матеріалів виокремлено п'ять історичних періодів, які відображають еволюційний характер основних векторів наукових досліджень чорноземів Придністерської височини: описовий (до середини ХІХ ст.); період фундаментальних досліджень (середина ХІХ ст. – 1919 р.); період комплексних агро досліджень (1919–1950 рр.), період детального вивчення ґрунтів (1950 – 1995 рр.), період сучасних ґрунтознавчих досліджень (1995 р. – до наших днів).

3. Для дослідження деградації чорноземів Придністерської височини використано порівняльно-географічний, порівняльно-морфолого-генетичний (профільно-генетичного) порівняльно-аналітичний, картографічний методи та метод катен. Окрім вище перелічених у роботі також застосовано комплекс методів геоінформаційного аналізу, колориметрії ґрунту та загальноприйнятих методів аналітичних досліджень.

4. Вивчення ознак та властивостей чорноземів реалізовано на базі чотирьох дослідних ділянок, які відображають найбільш типові риси агроландшафтів та біокліматичні умови території дослідження. При закладанні ґрунтових розрізів враховано морфометричні параметри рельєфу та просторову неоднорідність потужності гумусо-акумулятивного горизонту.

РОЗДІЛ 2. ОЦІНКА ЧИННИКІВ ДЕГРАДАЦІЇ ЧОРНОЗЕМІВ

Придністерська височина – це частина Подільської височини на лівобережжі Дністра, у межиріччі Збруча і Калюса [8]. В адміністративному плані становить південну частину Хмельницької області, і зокрема, весь Кам'янець-Подільський та південну частину Хмельницького районів. Через адміністративну прив'язку, у публікаціях науковців Подільського регіону територію височини ще називають Хмельницьким Придністер'ям.

На сьогоднішній день, виокремлення меж Придністерської височини є доволі дискусійним питанням. Це пояснюється подібністю рельєфу Придністерських частин території Вінницької, Хмельницької та Тернопільської областей. Для конкретизації та уникнення неточностей з цього питання, у роботі ми використали результати регіональних геоморфологічних досліджень К. І. Геренчука та В. П. Палієнко, у які засвідчують чітку прив'язку меж височини [26; 102].

Орографічно Придністерська структурно-денудаційна височина окреслюються майже з усіх сторін річковими долинами. З півночі та північного-сходу прилягає Верхньобузька височина, а лінію розмежування проводять по р. Бовенець (ліва притока Збруча), через верхів'я р. Смотрич і р. Вовчок, до витоків р. Калюс. Ця межа співпадає з лінією вододілу, що розділяє річкові басейни Південного Бугу та Дністра. Східною межею прийняти вважати долину р. Калюс, від витоків до гирла. З півдня Придністерська височина окреслюється глибоковрізаною долиною річки Дністер, на відрізьку від гирла р. Збруч до гирла р. Калюс. На сьогоднішній день ця ділянка річкової долини Дністра є підтопленою і представлена Дністровським водосховищем, що вважається межею між Придністерською та Хотинською височинами. Західною межею прийнято вважати долина р. Збруч, від місця впадіння р. Бовенець (на півночі) до гирлової частини (на півдні) [102]. Південніше м. Скала-Подільська вона розділяє подібні між собою Придністерську височину та Придністерську глибоко розчленовану рівнину, які відрізняються амплітудами неотектонічних

піднять, абсолютними висотами рельєфу та показниками розчленування території.

За формою контурів територія височини умовно нагадує фігуру вертикальної трапеції. У зазначених межах найбільша протяжність Придністерської височини з півночі на південь становить 117 км (по лінії населених пунктів Поляни–Гринчук), а зі заходу на схід – 80 км (по лінії населених пунктів Пукляки–Нова Ушиця) (рис. 2.1).

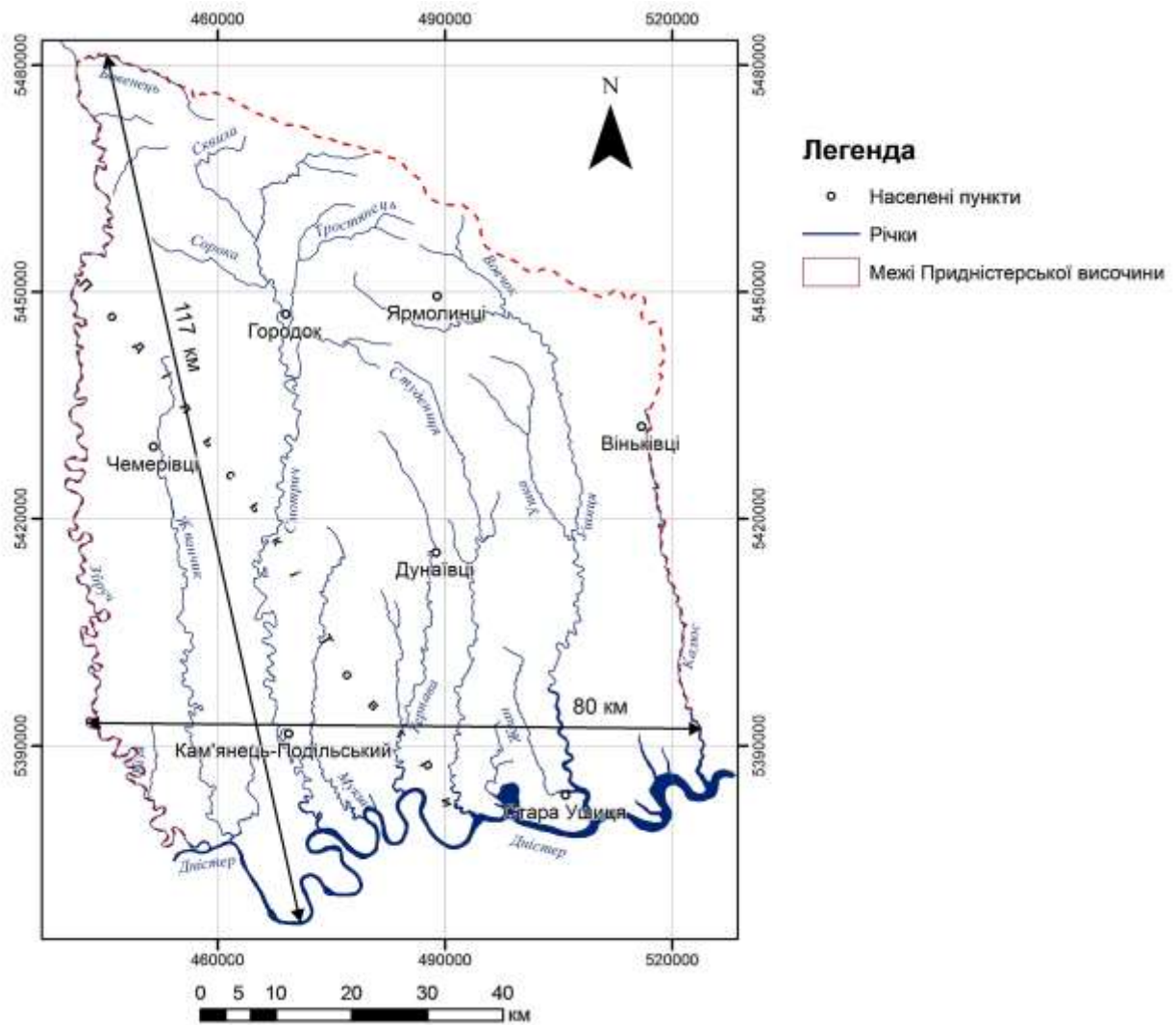


Рис. 2.1. Територія Придністерської височини

Загальна площа території становить 6,7 тис. км². Поверхня плавно знижується в південному напрямі і розчленована річковими долинами на систему паралельних смуг, які в рельєфі представлені плоскими, полого-

хвилястими та опуклими межиріччями. Загальний рівномірний південний ухил поверхні височини порушується Товтровим масивом, рифові споруди якого піднімаються на 30–50 м над довколишньою місцевістю, улоговинами стоку давніх прохідних долин, глибоковрізаними річковими долинами з прилеглими яружно-балковими системами, які формують обриси гірського елементу рельєфу.

Територія Придністерської височини уже більше століття привертає увагу дослідників. Однак, аналіз літературних джерел свідчить про незначну увагу до вивчення проблеми деградації ґрунтового покриву. Посилений антропогенний вплив, високий рівень освоєння земельного фонду, незбалансована система землеробства, спричинили дестабілізацію екологічної рівноваги в агроландшафтах, що відповідно відобразилось на продуктивності орних ґрунтів.

Дослідження деградації є важливим із погляду регіональної адаптації підходів ґрунтокористування, оптимізації прояву деградаційних процесів та вивчення сучасного стану земельних ресурсів. Відповідно до мети дисертаційного дослідження ми розуміємо, що неможливо повноцінно провести аналіз цілого спектру деградаційних процесів та сформувати відповідну схему районування, яка до прикладу запропонована для території Львівської області [138]. Однак, систематизація інформації про природні та природно-антропогенні чинники, які є своєрідним каталізатором таких деградаційних процесів, як водна та вітрова ерозія, підтоплення, розвиток суфозійних процесів, формуванням поверхневого карсту, вторинного окарбоначення, скорочення біологічного різноманіття є початковим кроком у формуванні цілісної картини територіальних особливостей Придністерської височини, об'єднаних однаковими чинниками ґрунтоутворення, подібним ґрунтовым покривом, антропогенним навантаженням, що спричинює прояв однотипових деградаційних процесів або поєднання декількох типів деградацій.

2.1. Геологічна будова та ґрунтоутворні породи

У геоструктурному відношенні територія Придністерської височини знаходиться у південно-західній частині Східноєвропейської платформи, в межах Волино-Подільської плити і приурочена до Дністровського перикратону [78].

Геологічна будова тісно пов'язана з тривалими стадійними розвитками сидементаційних басейнів, які формувались в її межах внаслідок періодичного занурення західної частини Подільського кристалічного блоку. Сформована осадова товща порід моноклінально залягає на докембрійському кристалічному фундаменті, що складається з гранітів та інших вивержених і метаморфічних утворень виявлених глибокими свердловинами поблизу р. Дністер, с. Зарічанка та м. Городок [103]. Регіональний нахил кристалічного фундаменту має західний та південно-західний напрямок, занурення якого зростає від 0,5 до 1,5 км, середній градієнт занурення 9 – 10 м/км, на захід від р. Збруч 20 – 22 м/км [118]. За геофізичними даними поступове опускання кристалічного фундаменту порушується в районі Подільського розлому, який фіксується поблизу населених пунктів Могилів-Подільський – с. Галайківці – смт Нова Ушиця – с. Майдан Морозівський – с. Сутківці. На думку К. І. Геренчука більшість локальних деформацій верхньодокембрійського чохла пов'язані з вертикальними переміщеннями блоків фундаменту, які особливо активізувались в альпійську епоху тектоногенезу [102, с. 23].

Осадовий комплекс порід Придністерської височини являє собою монокліналь з пологим нахилом відкладів фанерозою. На регіональному рівні ускладнення тектонічної структури у вигляді незначних перекосів простежується у південно-східному напрямі від лінії Чемерівці – Віньківці [118].

Відклади верхнього протерозою безпосередньо залягають на кристалічній поверхні фундаменту, утворюючи товщу тонковерстуватих темносірих і чорних аргілітів з прошарками дрібнозернистих пісковиків та алевролітів, які зазнають інтенсивного вивітрювання у місцях відслонення в

межах річкової долини Дністра та його лівих приток Студениці, Ушиці, Калюса.

На основі даних свердловин палеозойські відклади формують найпотужнішу товщу осадових порід, що простягається суцільним масивом і відслонюються у південній та південно-західній частині Придністерської височини. Відклади представлені утворенням трьох систем: кембрійської, ордовицької та силурійської. Стратиграфічно породи кембрійського періоду залягають на розмитій поверхні верхнього протерозою і складені темно-сірими алевролітами з проверстками аргілітів, вапнистими та глауконіто-кварцовими пісковиками. Потужність ордовицьких відкладів надзвичайно мінлива 1 – 2 м зрідка 4,5 м. Переважно складені ясно-сірими кварцовими пісковиками та сірими верстуватими вапняками. Еталонні відслонення можна спостерігати у річкових долинах Студениці й Тернави, на берегах Дністра [103].

У межах Придністерської височини відклади силуру формують потужну осадову товщу, виходи якої фіксуються по глибоковрізаних річкових долинах від Збруча на заході до Студениці на сході і представлені двома відділами: нижнім та верхнім. Нижній силур складений мергельно-вапняковими породами та аргілітами загальною потужністю до 100 м. Згідно біостратиграфічних даних верхньосилурійські відклади вирізняються більшою потужністю 300 – 400 м, і представлені лагунними та теригенно-карбонатними породами збагачених органікою [116]. Значна тріщинуватість порід провокує формування лінійних ерозійних форм.

Крейдові відклади залягають трансгресивно на розмитій поверхні різновікових порід палеозою, загальною потужністю 5 – 35 м, яка зростає в західному напрямку. На півдні височини окремими малопотужними пластами зустрічаються породи нижньої крейди представлені кварцово-глауконітовими пісками, опоками та спонгілітами. Значна фаціальна мінливість та потужність притаманна верхньокрейдовим відкладам складеними спонгілітами, опоками, опало-глауконіто-кварцовими пісками з шарами спонгілітів. Відслонення

крейдових відкладів спостерігаються на берегах річкових долин та прилеглих глибоковрізаних ярах [114, с. 103].

Неогенові відклади поширені на всій території височини представлені тортонським та сарматським ярусом міоцену, що залягають на розмитій поверхні більш давніх порід й покриваються потужною товщею четвертинних континентальних відкладів.

Породи нижнього тортону зустрічаються майже по всій території височини до широтної лінії Городок – Віньківці. Представлені кварцовими пісками та пісковиками загальною потужністю 2 – 6 м. Верхній тортон представлений значно більшим охопленням території, північно-східна межа проходить своєрідним трикутником від верхів'я Збруча до гирла Калюса. Літологічний склад порід надзвичайно мінливий і пов'язаний з регіональними коливаннями території [103]. Зокрема в нижній частині басейну Збруча сформувались потужні відклади гіпсів та ангідритів з глинисто-карбонатними прошарками. Зверху гіпсова товща перекрита вапняками та кварцово-глауконітовими пісками [102; 103]. Наявність водорозчинних порід проковує розвиток суфозійних процесів, характерною особливістю яких є вимивання мінеральних частинок породи та формування так званих суфозійних лійок. На поверхні рельєфу даний процес супроводжується локальним просіданням території, формуванням поверхневого карсту з підтопленням окремих ділянок в межа слабодренованих вододілів.

Сарматський ярус представлений відкладами нижнього та середнього під'ярусів. На північ та північний схід від Товтр відклади нижнього сармату представлені мергелями та мергельними глинами, які розкриті свердловинами в межиріччях Смотрича, Ушиці та Калюса. Значне поширення характерне для оолітових вапняків, які формують малопотужні верстви з перешаруваннями глинисто-мергельно-трепелоподібними утвореннями [115].

Після відступу Сарматського моря формуються континентальні умови розвитку території. У ранньочетвертинну епоху відбувається значне епейрогенічне підняття території в наслідок чого формуються сучасні обриси

орографічних елементів рельєфу з активним накопиченням пухких четвертинних відкладів.

Четвертинні відклади представлені породами алювіальної, еолово-делювіальної, елювіальної, делювіальної та еолової генези, формування яких відбувалось у плейстоцен-голоценовий період [103]. В межах території дослідження формують майже суцільний покрив досить неоднорідної потужності, від незначних прошарків до 30 м і більше. У зв'язку з активною ерозійною діяльністю відсутність відкладів простежується в межах крутих схилів каньйоноподібних річкових долин Дністра та його приток, а також на скелястих вершинах Товтрового пасма.

Загалом формування осадового комплексу відбувалось в умовах диференційних епейрогенічних рухів, які вплинули на формування розривних порушень та значну тріщинуватість корінних порід. Диференційовані рухи окремих блоків спричинили зростання ерозійного розчленування території. Широке розповсюдження глинистих сланців, мергелів, спонгілітів, алевролітів у поєднанні з діяльністю підземних вод зумовлюють формування зсувних та карстових процесів.

Найбільш поширеними ґрунтоутвірними породами, в тому числі і для чорноземів, є покривні лесоподібні суглинки, які залягають на різних елементах рельєфу (вододілах, привододільних схилах та терасах). Формують майже суцільний покрив за винятком ділянок активного змиву крутих схилів каньйоноподібних річкових долин Дністра та його лівих приток. Потужність лесової товщі в межах височини неоднорідний і знижується у південному напрямку. Нераціональна господарська діяльність в межах схилового рельєфу призвела до інтенсивного яроутворення, яке має максимально сприятливі природні умови для його розвитку в межах Придністерської височини.

Іноді дочетвертинні лесоподібні суглинки підстелюються щільними глинами, які вирізняються сизувато зеленим забарвленням та вкрай низькою водопроникністю. У вологому стані дуже в'язкі. Утворюючи певний бар'єр вони призводять до сильного оглеєння нижньої частини ґрунтового профілю та

появи глейових відмін. Елювій вапняків та пісковиків, що відслонююся на крутих схилах яружно-балкових систем є осередками для формування дернових слаборозвинених ґрунтів.

2.2. Рельєф

У геоморфологічному відношенні Придністерська височина – це структурно-денудаційна, глибоко розчленована територія з розгалуженою мережею яружно-балкових систем. Сучасні риси рельєфу сформувались впродовж неотектонічного етапу розвитку території в умовах різної інтенсивності (у просторі і часі) амплітудних коливань земної кори.

Загальною особливістю височини є своєрідне поєднання пластового та горбистого рельєфу. На фоні домінуючої Придністерської частини Подільського плато вкритого лесоподібними суглинками, контрастно виділяється денудаційна скеляста Товтрова гряда. В рельєфі височини гряда представлена своєрідним ланцюгом «викопних» рифових масивів з максимальною шириною до 20 км, що простягається поблизу населених пунктів Сатанів – Вишнівчик – Карачківці – Черче – Привороття – Китайгород [102].

Морфоскульптурні особливості Придністерської височини характеризуються генетичним поєднанням реліктових і сучасних форм рельєфу, ускладненими екзогенними процесами різної інтенсивності прояву. Сучасні обриси топографічної поверхні височини сформувались в основному під впливом діяльності річкових та поверхневих текучих вод. Результатом їхнього впливу є найголовніші флювіальні морфоскульптури – каньйоноподібні річкові долини, балки та яри [8].

Важливим елементом рельєфу височини є долина річки Дністер, яка відіграє роль ключового базису ерозійного розчленування території, особливо для південної її частини. На відрізку, між гирлами приток Збруч та Калюс, Дністер формує врізані меандри різного радіусу, однак найбільші з них утворюють так звані меандрові вузли згадані у наукових дослідженнях

М. П. Цися, К. І. Геренчука та ін. [102; 126]. Зокрема найбільший меандровий вузол сформувався між гирлами рік Збруч – Мукша, з внутрішньої сторони якого розвинута широка полого нахилена слабдорозчленована терасована поверхня з чорноземами типовими та опідзоленими.

Ключовою рисою річкової мережі Придністерської височини є так званий паралелізм, який проявляється в меридіональному формуванні паралельних річкових долин, які врізаються в поверхню Подільського плато. Сформовані межиріччя також нагадують паралельні смуги, периферія яких почленована притоками нищих порядків та яружно-балковими системами. Ширина межирічч між каньйоноподібними долинами різна, від 1–3 км до 8–10 км, північніше Товтрового пасма зростає до 12–14 км.

Просторова неоднорідність прояву рельєфоформуючих факторів зумовила формування певних локальних специфічних геоморфологічних відмінностей з характерним та унікальними рисами. Чітко обґрунтоване та детальне геоморфологічне районування Придністерської височини виконав К. І. Геренчук (1984). В його основу автором покладені структурно-тектонічний, літологічний, типологічний та морфолого-генетичний принципи [102].

Відповідно до геоморфологічних особливостей території височини, К. І. Геренчук виділяє чотири райони (з півночі на південь): Городоцький, Ушицький, Товтровий, Жванчицький, для кожного з яких характерні індивідуальні риси рельєфу (рис. 2.2).

Городоцький геоморфологічний район (I) охоплює найменш розчленовану північну частину височини, у верхів'ях Смотрича, Тернави, Студениці, Ушиці та Калюса, загальною площею 1,98 тис. км² (29,5% території височини). Переважає слабохвилястий рельєф з поєднанням плоских понижених вододільних поверхонь вкритих чорноземами типовими рідше опідзоленими. У східній частині району з розгалуженою мережею яружно-балкових систем домінують ґрунти лісової генези, які формують суцільний ареал на межиріччі Ушиця – Калюс.

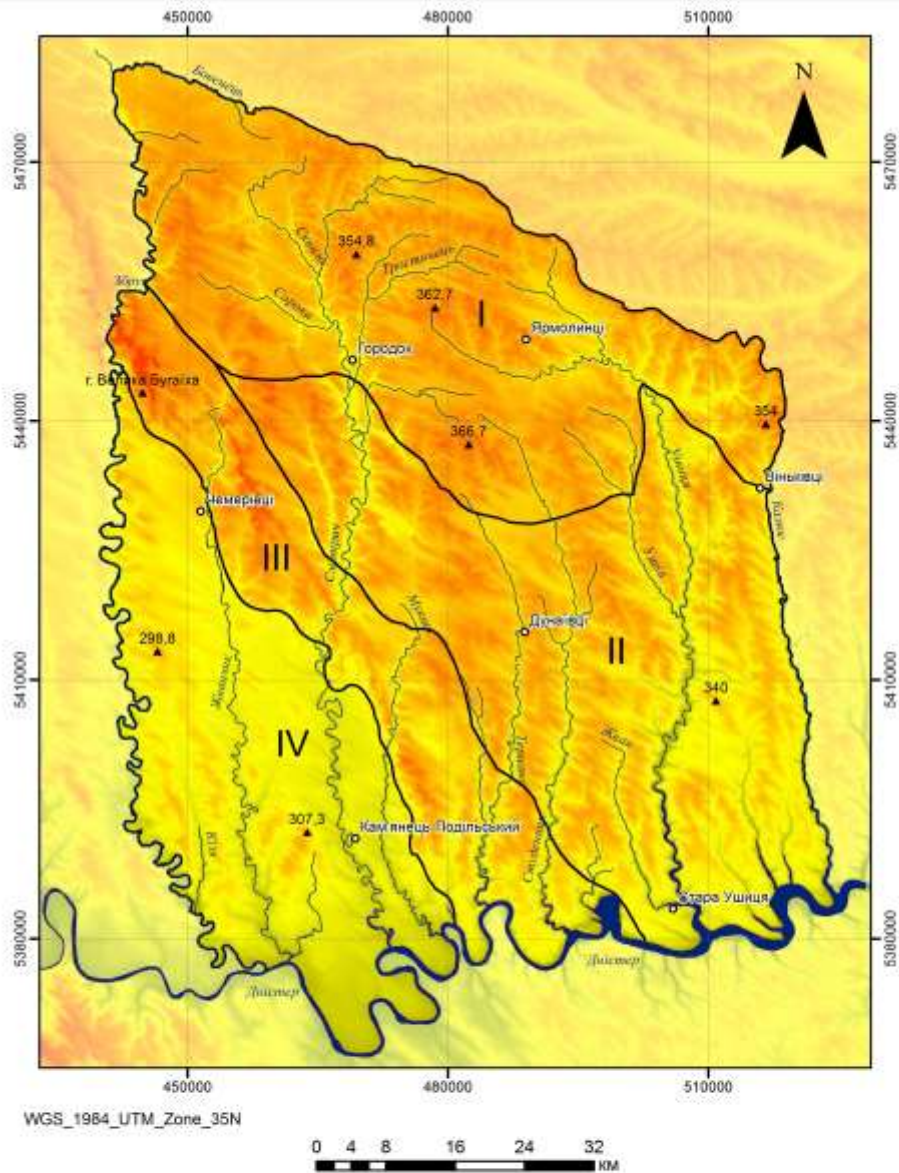


Рис. 2.2. Рельєф Придністерської височини

Глибина врізання долинно-балкової мережі зростає в південному напрямку досягаючи в середньому 40 м. Абсолютні висоти на рівні вододільних частин становлять 298–307 м над рівнем моря.

Притоки другого порядку Збруча, Смотрича та Ушиці формують систему скульптурно-ерозійних масивів з пологими та опуклими схилами південно-західної та північно-східної експозиції. Значна кількість опадів, тотальне розорювання схилів призвели до активізації ерозійних процесів та формування значної частки еродованих ґрунтів, площа яких перевищує 50 % території сільськогосподарських угідь. Під час польового етапу робіт ми неодноразово спостерігали ділянки розмиву чорноземів схилового рельєфу, які чітко вирізнялись за кольором. Аналіз супутникових знімків відповідної території підтвердив формування плямистої поверхні орних чорноземів різного ступеня прояву.

Ушицький геоморфологічний район (II) є найбільш розчленованою частиною Придністерської височини, загальною площею 2,24 тис. км² (33,4 %). У рельєфі домінують опуклі вододільні поверхні, периферія яких розчленована густою мережею яружно-балкових систем. Глибоке врізання річкових долин та поглиблення базисів ерозії формує вигляд гірського елемента рельєфу з каньйоноподібними долинами та стрімкими схилами. Характерними рисами цього району є терасовані фрагментарно заліснені схилі території.

У структурі ґрунтового покриву домінують сірі та ясно сірі лісові ґрунти. Ареали чорноземів зустрічаються лише у північно-західній частині району та приурочені до слабзорозчленованих вододільних поверхонь між Смотричем і Студеницею. Зокрема, чорноземи типові займають широкі вододільні території (днища реліктових долин) та виположені схили яружно-балкових систем. До місцевостей горбисто-балкових поверхонь з пологими, слабоспадистими та спадистими схилами приурочені чорноземи опідзолені. У східній частині району чорноземи поширені невеликими ізольованими ареалами на вирівняних ділянках межирічч Ушиця – Данилівка, Ушиця – Студениця. Абсолютні висоти вододільних місцевостей становлять 340–350 м н.р.м [8].

Інтенсивне використання та розорювання привододільних територій, розрідження деревостану захисних лісосмуг на схилах призвело до активізації

ерозійних процесів та проникнення ярів на периферію плакорів, прояви яких важко нівелюються оранкою.

Товтровий геоморфологічний район в межах Придністерської височини є найменшим за площею – 0,98 тис. км² (14,6 %), представлений в рельєфі викопним рифовим масивом, шириною до 20 км. Характерними рисами рельєфу являються головне пасмо у вигляді плосковипуклого хребта шириною 100 – 300 м, з крутими скелястими схилами та бічні товтрові останці з гострими вершинами. Максимальні висоти приурочені до головного пасма г. Велика Бугаїха (400,9 м), г. Сокіл (348 м), Лиса гора (352 м), Кармелюкова гора (360 м). Прилеглі конусоподібні пагорби з відносною вистою 30–40 м формують фрагментарні ланцюжки лінійно витягнутих пагорбів. У ґрунтовому покриві домінують сірі лісові ґрунти. У міжтовтрових долинах та на прилеглих рівнинних територіях зустрічаються чорноземи опідзолені та типові. Значне розорювання схилових поверхонь активізували прояв площинної та лінійної ерозії, особливо при руйнування природного рослинного покриву. Інтенсивного освоєння зазнали схили крутістю 1–3° та 3–5°. На схилах крутістю понад 5°, спостерігається фрагментарне освоєння здебільшого для потреб присадибних домогосподарств. У міжтовтрових долинах з відсутнім природним дренажем спостерігається оглеєння та перезволоження ґрунтів. Вагомий вплив на ґрунтовий покрив та перебіг геоморфологічних процесів становлять гірничовидобувні роботи та відведення територій під відвали для потреб розробки кар'єрів.

Жванчицький геоморфологічний район вирізняється найбільшою площею чорноземів, які формують декілька великих суцільних масивів. Ключову роль у поширенні чорноземів відіграли регіональні особливості рельєфу. Загальна площа району становить 1,49 тис. км² (22,2 % території височини), більшу частину якого займає смуга реліктових долин, що простягається паралельно до Товтрового масиву і простежуються на межиріччях Збруча, Жванчика, Смотрича, Мукші досягаючи давньотерасових комплексів р. Дністер. У рельєфі домінують плоскі та слабоувігнуті поверхні, які в місцях перетину

каньйоноподібних долин формують крутосхили, що різко переходять в так звані «стілки». На периферії таких плакорних ділянок формуються умови інтенсивного прояву площинної ерозії, зокрема фіксувались випадки, де на окремих ділянках за достатньо інтенсивних опадів змивалось до половини потужності гумусового горизонту.

На увігнутих поверхнях зустрічаються перезволожені ділянки лучно-чорноземних ґрунтів, які в більшості розорані або через високий рівень ґрунтових вод не залучаються в оранку, та формують острівки вологолюбної, рудеральної рослинності серед ріллі. Останніми роками значні площі меліорованих плакорних ділянок в умовах недостатнього зволоження зазнають переосушення, що прямо відображаються на запасах вологи у вегетаційний період.

Ще один великий масив чорноземів приурочений до рівнів надканьйонних терас (зокрема сьомої та шостої) р. Дністер та його лівих приток. За гіпсометричним рівнями дві найстарших сьома і шоста тераси є надканьйонними широкими терасовими комплексами, які відіграли важливу роль у поширенні тут лісостепової рослинності з наступним формуванням ареалів чорноземів.

На основі аналізу топографічної та ґрунтової карти встановлено, що відповідно до гіпсометрії території, чорноземи типові займають відносно рівні слабодреновані вододіли, високі лесові тераси. На ділянках з підвищеною дренованістю поширені опідзолені чорноземи.

За результатами ГІС-аналізу рельєфу ареалів чорноземів Придністерської височини визначено, що приблизно 63 % площі території становить схилова поверхня крутістю 3° і менше. Однак, у розрізі наведених даних, переважаючими є похилі схили, загальна площа яких становить – 1 700 км² (42 %). Здебільшого це привододільні та терасові ділянки рельєфу, середньої довжини 500–2 000 м, ускладнені мікроулоговинами. Площа слабопохилих схилів становить 850 км² (21 %) де практично відсутні ерозійні процеси, лише в межах мікрорельєфу з культивованими просапними культурами спостерігається

незначна ерозія [8]. У контексті розподілу ерозійних втрат чорноземів, схили крутістю до 3° є найсприятливішими для ґрунтокористування (табл. 2.1). Класифікація схилів, за крутістю, проведена на основі градації Брауде вдосконаленої науковцями кафедри геоморфології і палеогеографії Львівського національного університету імені Івана Франка [54].

Таблиця 2.1.

Розподіл території ареалів чорноземів Придністерської височини за крутістю поверхні рельєфу [8]

Крутизна поверхні	Площа (км ²)	Частка площі схилів (%)	Характеристика схилу
0-1°	850	21	слабопохилий
1-3°	1700	42	похилий
3-5°	960	24	слабоспадистий
5-8°	420	10	спадистий
8-12°	75	2	стрімкоспадистий
12-17°	23	0,7	крутий
17° >	11	0,3	дуже крутий

Проведення агротехнічних робіт в межах слабоспадистих та спадистих схилів, повинно ґрунтуватись на дотриманні ґрунтозахисної агротехніки, адже такі ділянки вирізняються посиленням площинним змивом та формуванням промоїн, які проблемно нівелювати оранкою. У рельєфі, це схили довжиною 100–300 м, приурочені до виположених балок, улоговин або надканьйонних терас [8].

Стрімкоспадисті та круті схили генетично пов'язані з активним врізанням річкових долин, утворенням фрагментарних надканьйонних терасових комплексів. Часто, середня довжина таких схилів не перевищує 50–100 м, що виположуються у бік вододілу, або прилеглої тераси. Сукупність таких схилів утворює своєрідну смугу, розорювання якої характеризується активним проявом лінійної ерозії [44].

Схили крутістю понад 17°, приурочені до глибокорозчленованих річкових долин та яружно-балкової мережі. Серед схилових процесів домінують: площинний змив, розвиток лінійних ерозійних форм, гравітаційні

процеси, особливо на ділянках зовнішнього вигину річкових меандр, лівих приток р. Дністер.

Окрім крутості схилової поверхні, важливими факторами розвитку ерозії є експозиція, форма профілю та конфігурації схилу. Домінуючий експозиційний розподіл поверхні досліджуваної території є результатом формування гідрографічної мережі і має такі загальні особливості:

- схили із західною та східною експозицією притаманні меридіональним річковим долинам з терасовими комплексами;
- схили південної, південно-західної, північної та північно-східної експозиції відповідають субширотному напрямку приток другого та третього порядку, утвореним яружно-балковим системам та фрагментарним терасовим комплексам [8].

Особливості прояву еродованих ділянок пов'язані з формою профілю та конфігурацією схилу. Плакори зі слабовираженим мікрорельєфом у формі незначних понижень здебільшого характеризуються невеликими площами однопологих слабовипуклих схилів. Периферія територій вирізняється контрастними межами в зоні прилеглих схилів, що опускаються в річкові долини, або прилеглі яружно-балкові системи [45]. Зазвичай це схили поперечно-випуклої форми крутістю понад 8° . Через активне розорювання периферійної частини плакорів спостерігаються виходи лінійних ерозійних форм за межі захисних лісосмуг, характерних для активного яроутворення. За результатами ґрунтових морфологічних досліджень встановлено, що у місцях перегину схилових поверхонь $5-8^\circ$ чорноземи опідзолені зазнають активної ерозії, зі зростанням крутості понад 8° характеризуються як сильнозмиті [8].

Загроза ерозії чорноземів типових на високих лесових терасах здебільшого пов'язаний з поперечно-випуклими та слабовипуклими схилами. Однак, на спадистих схилах крутістю $3-5^\circ$ складної форми чорноземи типові можуть мати змитий весь гумусовий горизонт.

На слабовипуклих межиріччях та у верхів'ях річкових долин зі слабохвилястим рельєфом домінують поперечно-прямі, поперечно-випуклі та

поперечно-ввігнуті схили; за характером конфігурації трапляються як однопологі, так і складні. Доволі критичний ступінь еродованості ґрунтового покриву складних схилів. Кризова ситуація пов'язана з прискореною ерозією спостерігається в надканьйонній частині річкових меандр та меандрових вузлів, схили яких переважно складної конфігурації та поперечно-випуклої форми крутістю 8–12°. Аналізуючи космознімки, такі ділянки можна ідентифікувати за світлішим забарвленням плямистого характеру, що часто перерізаються промінами з акумульованим дрібноземом [8].

2.3. Клімат

Згідно кліматичного районування території України Придністерська височина належить до зони помірних широт Північної атлантико-континентальної кліматичної області рівнинної підобласті [101]. Погодні процеси та кліматичні умови території дослідження є результатом домінуючого впливу атлантичних циркуляційних повітряних мас. Загалом для території характерна м'яка зима з нетривалою весною, теплим вологим літом та порівняно сухою осінню [61; 62].

Середні показники сумарної сонячної радіації зростають від 4200 МДж/м² (південніше Верхньобузької височини) до 4300 МДж/м² (в районі долини р. Дністер). В літній період ці показники становлять 1750–1850 МДж/м² відповідно. Варто зазначити, що наведені величини можуть змінюватися, зростати в залежності від висоти сонця та експозиції схилів. Радіаційний баланс у цілому за рік є додатнім і сягає 40–43 ккал/см². Тільки окремі зимові місяці (грудень та січень) вирізняються від'ємними показниками радіаційного балансу (-0,4 та -0,3 ккал/см²) [129].

Хмарність та тривалість сонячного сяйва відіграють важливу роль у розподілі сонячної радіації. В середньому загальна річна кількість сонячних днів становить 270–290 та зростає в південному і південно-східному напрямку. Перша половина зимового періоду є найбільш хмарною. Закономірно, найменші за тривалістю періоди сонячного сяйва

характерні для грудня та січня (47–50 год), що пов'язано з тривалістю світлового дня та зростанням рівня хмарності. Найбільші показники тривалості сонячного сяйва фіксуються в липні – 300 год (м. Кам'янець-Подільський) і зменшуються в північному та північно-західному напрямку [128].

Для більшої частини території дослідження у теплий період року притаманне переважання днів із ясною погодою (63–60 %) над хмарною (37–40 %). У зимовий період зростання кількості хмарних днів фіксується під час активної циклонічної діяльності в результаті проходження теплих і холодних атмосферних фронтів траєкторія руху яких зміщується на південь в сторону субтропічного поясу.

В міру свого географічного положення територія Придністерської височини, особливо її південна частина перебуває в зоні впливу циклонів, які формуються зимою над Чорним морем. Крім того в теплу пору року через широкі річкові долини Прута, Сірету, Дністра та його приток сюди проникає сухе континентальне та морське тропічне повітря [130]

Вітровий режим тісно пов'язаний з формуванням тимчасових та постійних баричних центрів. У холодну пору року найбільша повторюваність характерна для вітрів південно-східного напрямку, однак з квітня спостерігається домінування вітрів північно-західного та меншою мірою північного напрямків. Середня річна швидкість вітру в регіоні незначна і становить 3–3,5 м/с. В межах території дослідження зимові місяці є найбільш вітряними – середні показники швидкості вітру становлять 3,5–5 м/с. У літні місяці даний показник 2,4–2,6 м/с. На вододільних частинах рельєфу зі збільшенням абсолютної висоти швидкість вітру зростає. Максимальні фіксовані дані швидкості вітру перевищували 35 м/с. Загальна кількість днів із швидкістю вітру штормової сили в середньому становить 20–25 [131]. В період активного передпосівного обробітку ґрунту сильні пориви вітру, швидкість яких переважає 15 м/с, провокують значне запилення повітря інколи з короткочасним локальним проявом пилових бур, які фіксувались у 2015, 2020 – 2022 рр. в межах території дослідження. Крім того, у теплу пору року можуть

формуватися суховії різної інтенсивності. В середньому повторюваність суховіїв досягає 15–20 днів на рік.

Ключовими показниками термічного режиму є середня місячна температура повітря та її абсолютний мінімум і максимум. Річний розподіл показників температури повітря корелюється з радіаційним режимом. Середня багаторічна температура повітря Придністерської височини становить $+8,0 - +8,5^{\circ}\text{C}$ (табл. 2.2). Найхолоднішим місяцем зимового періоду є січень, середня місячна температура якого досягає позначки $-4,0^{\circ}\text{C}$. Середня багаторічна температура найтеплішого місяця (липень) $+19,0 + 20,0^{\circ}\text{C}$.

Згідно даних таблиці 2.2. спостерігається повільне збільшення середньорічної амплітуди температури найтеплішого та найхолоднішого місяців року у напрямку з півночі на південь, що свідчить про певну тенденцію плавного зростання континентальності клімату у відповідному напрямку. Абсолютний річний максимум температури повітря становить $+36^{\circ}\text{C}$, мінімум -25°C .

Таблиця 2.2.

Середньомісячні та річні показники температури повітря [124]

Метеостанції	Місяці												За рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Хмельницький	-4	-4	1	9	15	18	19	18	15	9	3	-3	8
Нова Ушиця	-4	-2	2	9	15	18	20	18	16	9	4	-2	8,6
Кам'янець-Подільський	-4	-3	3	5	16	18	20	19	15	10	4	-2	8,4

На території Придністерської височини тривалість періоду активної вегетації зростає з півночі на південь. Зокрема сума активних температур повітря (вище $+10^{\circ}\text{C}$) змінюється від 2500°C до 2750°C (рис. 2.3). Тривалість активного вегетаційного періоду у північній та центральній частині території становить 155–160 днів. На широті Кам'янця-Подільського та Нової Ушиці цей період є тривалішим на 5–7 днів [130].

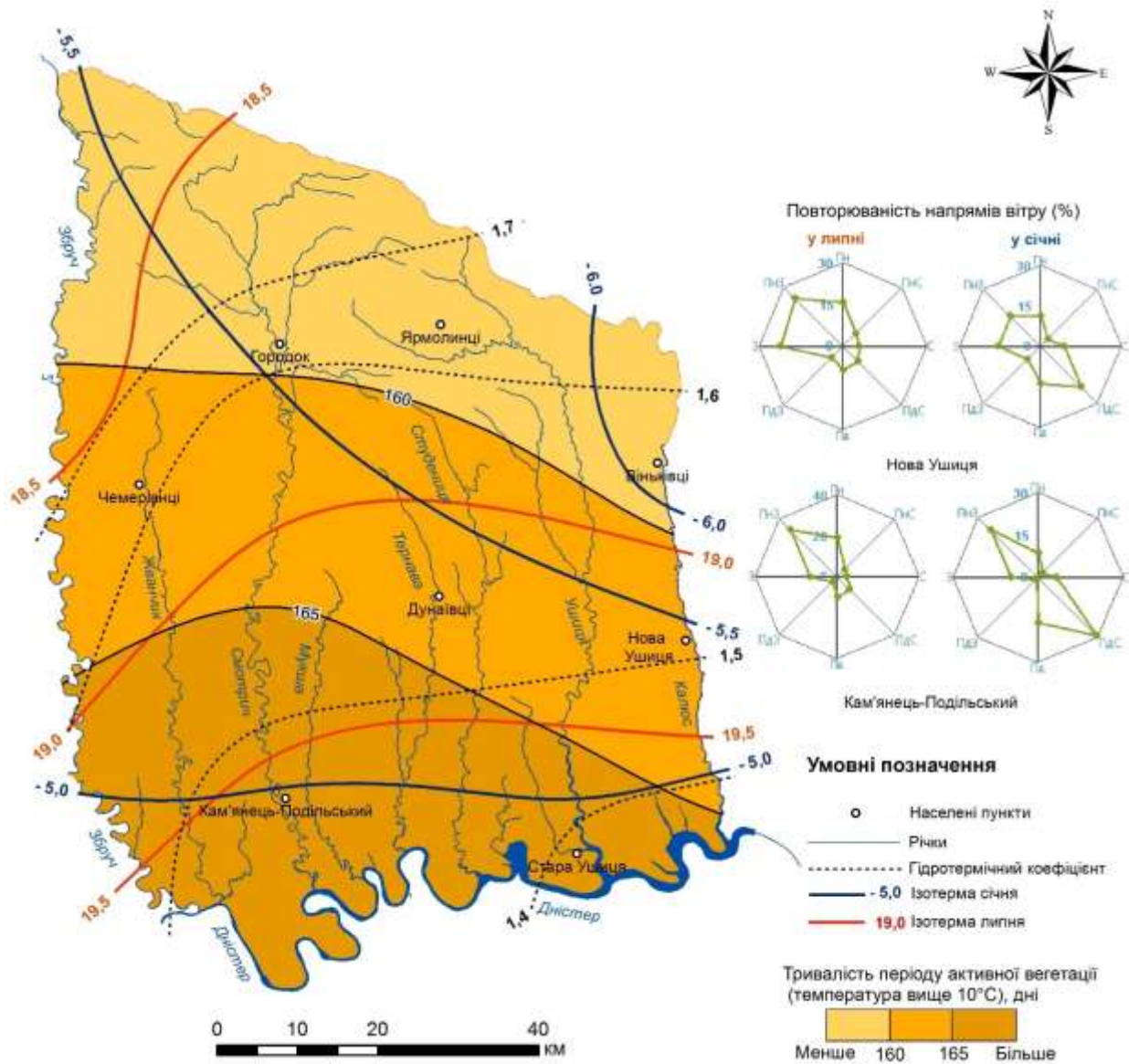


Рис. 2.3. Кліматичні умови Придністерської височини (картограма модифікована автором на основі наукових публікацій) [124; 128; 130]

Безморозний період розпочинається з кінця квітня і триває до початку жовтня. Тривалість безморозного періоду в повітрі більша, ніж на поверхні ґрунту. Вона зростає від 167 до 190 днів у повітрі і від 140 до 150 днів на поверхні ґрунту [128].

Промерзання ґрунтового покриву розпочинається з грудня і досягає максимальної глибини 10–25 см у січні-лютому. У кінці березня спостерігається повноцінне розмерзання ґрунту. На схилах південної експозиції цей термін на 4–5 днів настає раніше.

У зимовий період на території Придністерської височини встановлення стійкого снігового покриву є нестабільним, тривалість зменшується з півночі на південь від 1–1,5 місяців до декількох тижнів. Висота снігового покриву в середньому становить 8–15 см. Здебільшого інтенсивні снігопади спостерігаються у першій половині лютого з максимальною висотою снігового покриву 30–35 см [61; 62]. Під час відлиг нерідко спостерігається прояв площинного змиву верхнього пухкого шару ґрунту, особливо за відсутності рослинного покриву.

Середньорічна кількість опадів на території Придністерської височини зменшується від 670 мм у північній частині до 600 мм в східній і південно-східній частині, причому на навітряних схилах найбільш високих ділянок височини сума опадів збільшується на декілька десятків міліметрів на рік (табл. 2.3).

Таблиця 2.3.

Середньомісячні та річні показники кількості опадів [124]

Метеостанції	Місяці												За рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Хмельницький	38	40	31	49	64	105	107	69	51	30	42	43	669
Нова Ушиця	40	40	34	49	66	98	95	60	46	29	42	45	644
Кам'янець-Подільський	37	36	33	51	65	101	80	60	48	27	38	40	616

Найбільші суми опадів випадають у літні місяці (червень-липень) до 80–100 мм в місяць, а найбільша кількість днів з опадами спостерігається в холодну пору року. На теплий період припадає 75–80 % від річної суми опадів. За період з квітня по жовтень сума опадів зменшується від 475 мм на півночі до 420 мм на півдні. В середньому найменші місячні суми опадів (30–40 мм) характерні для середини зимового, початку весняного та частково осіннього періодів. Дощі зливогого характеру, які зумовлюють інтенсифікацію ерозійних процесів, фіксуються з кінця квітня до середини липня.

Гідротермічні умови Придністерської височини плавно змінюються з північного-заходу на південний схід. Показник ГДК становить 1,4–1,7. Це свідчить про оптимальні агрометеорологічні умови для вирощування багатьох сільськогосподарських культур.

Згідно з агрокліматичним районуванням, більша частина території дослідження знаходиться в зоні достатнього зволоження, лише південно-східна частина у вигляді неширокої смуги прилеглої до долини Дністра належить до зони з недостатнім зволоженням [78].

2.4. Рослинність

За геоботанічним районуванням територія Придністерської височини належить до двох геоботанічних областей: Європейської широколистянолісової та Європейсько-Сибірської лісостепової [25]. Більша частина височини належить до лісостепової області, лише південно-східна частина височини між ріками Студениця – Калюс належить до широколистянолісової.

Рівнинний рельєф Подільського плато та достатня кількість опадів сприяли формуванню лісостепових формацій. В межах височини територія лісостепу розділена Товтровим масивом на два ареали, які входять до складу Північноподільського геоботанічного округу (лучних степів та дубових лісів) та Західноподільського геоботанічного округу (дубово-грабових та дубових лісів і лучних степів). У доагрокультурний період ця територія була вкрита лісостепом з перемінним домінуванням лісових масивів та лучно-степових формацій, що відображається характером ґрунтового покриву.

Літературні дані про природну рослинність лучних степів Поділля дуже обмежені. На сьогоднішній день ці території з чорноземами майже повністю розорані. Ізольовані острівки лучно-степової рослинності перебувають в депресивному стані і фрагментарно зустрічається на силах річкових долин та балок.

Уже на початку ХІХ ст., через значний приріст населення та гостру проблему безземелля активно вирубуються вододільні ліси та розорюються

останні лучно-степові ділянки, що раніше були власністю поміщиків і великих землевласників. Останніми цілиними лучними степами були ділянки вододільних плато поблизу Кам'янця-Подільського в Довжоцькому маєтку та поблизу м. Лянцкорунь (зараз с. Зарічанка).

Початкові змістовні відомості про рослинність території Придністерської височини і загалом Поділля наводяться у працях О. Савостіянова. Автор звертає увагу, на тому що загальний характер розподілу рослинності лісових та лучно-степових формації, яка повністю видозмінена господарською діяльністю, відображається у характері ґрунтового покриву. На формування лісостепу з домінуванням лісових масивів на окремих частинах території значний вплив в сторону розширення лісостепу шляхом трансформації рослинності мала людина її господарська діяльність та заміна лісових ценозів з наступним повноцінним знищенням. У південній частині території поблизу р. Дністер розширення ареалів степової рослинності та скорочення лісів автор пов'язує із просуванням сюди так званого південного «передстепу» [106].

Аналіз структури земельних угідь Придністерської височини у ХХ ст. вказує на домінування ріллі над іншими сільськогосподарськими угіддями. Так, С. Городецький наводить дані з яких можна зробити висновок, про те що Поділля станом на 1887 рік посідало перше місце серед губернь України за темпами розорювання земель (близько 64 % території). Через 25 років цей показник зріз до 79 %. Зазвичай розширення ріллі відбувалось за рахунок розорювання сіножатей та пасовиськ. Зокрема в Кам'янецькому повіті рілля становила 71 % пасовиська 0,6–1,9 % в непридатних земель близько 4,8 % [30].

В умовах сьогодення різноманітність геолого-геоморфологічних, кліматичних умов та посиленій антропогенний вплив обумовили певні просторові відмінності у видовій різноманітності та характері розподілу рослинності на території височини. Зокрема, С. В. Трохимчук виокремив лісовий, лучний, степовий та болотний типи рослинності, які тут зустрічаються.

Ліси займають близько 17 % території височини. Найбільші площі лісових масивів зосереджені на Товтровому масиві та сильнопочленованих

ділянках межирічч Смотрича, Тернави, Студениці, Ушиці. Значні площі лісокультурних насаджень приурочені до схилового рельєфу основних річкових долин. Вік деревостану у середньому 50–60 років. Лісова рослинність характеризується переважанням дубових та дубово-грабових формації з певною домішкою середземноморських видів (бук, явір, дерен справжній, берест, клен гостролистий) [102].

Насадження дубових та дубово-грабових лісів займають найбільш підняті та розчленовані вододільні ділянки рельєфу. Часто покривають похилі схили балок та річкових долин. Зазвичай лісові масиви такого типу є двоярусними. Перший ярус представлений дубом звичайним (*Quercus robur* L.) з домішками ясена звичайного (*Fraxinus excelsior* L.), клена гостролистого (*Acer platanoides* L.). У розрідженому нищому ярусі поширені граб звичайний (*Carpinus betulus* L.), липа серцелиста (*Tilia cordata* Mill.), черешня (*Prunus avium*), явір (*Acer pseudoplatanus*), в'яз (*Ulmus*). Масиви «Дубовий ліс» (с. Слобітка-Сотрицька), «Середня Дубина» (с. Чорна). У підліску зустрічається клен татарський (*Acer tataricum*), глід (*Crataegus*), ліщина звичайна (*Corylus avellana* L.), бузина чорна (*Sambucus nigra* L.), скумпія звичайна (*Cotinus coggygria* Scop.), свидина (*Cornus sanguinea*). Трав'яний покрив складають осока парвська (*Carex brevicollis*), гравілат річковий (*Geum rivale* L.), зірочник лісовий (*Stellaria holostea* L.), яглиця звичайна (*Aegopodium podagraria* L.), конвалія травнева (*Convallaria majalis* L.), копитняк звичайний (*Asarum europaeum* L.) [120].

Грабово-дубові ліси з домішками дуба скельного (*Quercus petraea*) поширені в південній частині височини і приурочені здебільшого до горбогірних ділянок Товтровою пасма та схилів глибоковрізаної долин Дністра і його лівих приток. Утворюють суцільні пасма з досить густим деревостаном. У ярусі травостою зустрічаються: осока парвська (*Carex brevicollis*), самосил гайовий (*Teucrium chamaedrys* L.), сокироносиця струнка (*Securigera elegans* L.), буглосоїдес польовий (*Buglossoides arvensis*), яглиця звичайна (*Aegopodium podagraria* L.), холодок тонколистий (*Asparagus tenuifolius*), підмаренник чіпкий (*Galium aparine* L.) [102].

Фрагментарно на терасованих схилах річкових долин сформовані малопродуктивні монокультурні ліси з сосни чорної (*Pinus nigra*) та звичайної (*Pinus sylvestris L.*). На сьогоднішній день чимало таких ділянок втратило свою протиерозійну здатність та активно замінюються чагарниковою рослинністю.

На заплавах, у підтоплених гирлових ділянках та поблизу штучних водойм сформувались невеликі вербові ліси з густим покривом вологолюбної рослинності у підліску.

Серед трав'янистих формацій панівне місце належить лукам. Ареали лучної рослинності збереглися невеликими масивами у верхів'ях річкових басейнів Жванчика, Смотрича, Студениці та Ушиці. Крім того, острівки природної лучної рослинності зустрічаються на перезволожених ділянках реліктових прохідних долин в межах плакорів та пологих схилів з близьким заляганням ґрунтових вод (поблизу сіл Андрійківці, Миньківці, Тарнава, Летава, Зарічанка). У травостої домінують китник лучний (*Alopecurus pratensis*), вівсяниця лучна (*Lolium pratense*), мітлиця тонка (*Agrostis capillaris*), тонконіг лучний (*Poa pratensis*), куничник наземний (*Calamagrostis epigejos*), трясучка середня (*Briza media*), розхідник звичайний (*Glechoma hederacea*), чина лучна (*Lathyrus pratensis*), трясучка середня (*Briza media*) [28].

У долинах Бовенця, Сквили, Тростянця, Чорноводки поширені справжні луки з різноманітним травостоєм. На них росте костриця лучна, трясучка середня, костриця червона, куничник наземний, пирій повзучий, чина лучна, люцерна серповидна і буркун лікарський. В межах забалочених днищ балок зустрічаються вологі луки, де поширені мітлиця повзуча, тонконіг болотний, осока лисяча, щучник дернистий, молінія голуба, хвощ багновий, підмаренник болотний, калюжниця болотна, вербозілля і частуха подошнікова [28].

Найбільші площі заплавної луки формують у верхів'ях річкових басейнів. В середній та нижній течіях основних річкових долин вони простягаються вузькими пасмами. У їхньому травостої найбільша роль належить злакам, бобовим, хрестоцвітим і осокам.

Степовий тип рослинності зберігся винятково в межах так званих «стрімчаків» (стрімких схилів Дністра та його приток), а також на скелястих схилах Товтрів. В основному це ксерофітний тип рослинності з поєднанням трав'яних угруповань та чагарників. Серед травостою зустрічаються ковила волосиста (*Stipa capillata*), оман мечолистий (*Inula ensifolia*), осока приземкувата (*Carex humilis*), бородач звичайний (*Bothriochloa ischaetum*), куцоніжка пірчаста (*Brachypodium pinnatum*) [102].

Зарості чагарників поширені значно більше і практично відіграють роль перехідної ланки між лісовими та степовими ділянками. В умовах агроландшафтів формують своєрідні бордюри особливо в межах крутих схилів, які прилягають до розораних плакорів. Зазвичай чагарники поширюються на територіях зі складними ландшафтними умовами або непридатних для ведення сільського господарства. Домінуюче місце в чагарникових асоціаціях становлять дерезняки, шипшинники та терняки. Вони вкривають ерозійно нестабільні схилі ділянки тим самим мінімізують прояв деградаційних процесів.

2.5. Антропогенна діяльність

Ґрунт – це біокосне тіло, яке сформувалось в результаті взаємовпливу атмо-, гідро-, літо- та біосфери з відповідним колообігом речовини та енергії. В умовах сьогодення, зважаючи на те що людина впливає на усі перелічені компоненти, ґрунти не можуть не зазнавати антропогенного впливу [92, с. 56]. Ряд науковців, таких як А. І. Крупеніков, В. В. Медведєв, Б. С. Носко та ін. вважають, що на планеті майже не залишилось територій, ґрунтовий покрив яких не зазнавав би деструктивного впливу зумовленого діяльністю людини [56; 68; 79].

Активне освоєння території Придністерської височини пов'язане із зародженням та поширенням землеробських культур в межах Поділля (буго-дністровська, трипільська, чорноліська) [38, с. 55]. Наступні тривалі еволюційні зміни систем землеробства, які визначались відповідними соціальними

потребами, природно-територіальними умовами, а також технологічними та енергетичними можливостями, сформуvalи стійку тенденцію до розширення площ агроландшафтів. Уже на початку ХХ ст. масштабна інтенсифікація сільського господарства досягла свого апогею. На цьому етапі остаточно сформувались сучасні обриси природно-антропогенної ландшафтної структури території височини. Буквально за декілька десятиліть було меліоровано та розорано «останні» придатні для рільництва території. На сьогоднішній день, абсолютне домінування агроландшафтів, у структурі яких рілля є фоновим складовим компонентом, свідчить про надмірний антропогенний тиск та порушення рівноваги всіх компонентів природного ландшафту [11].

Знищення природної рослинності з наступним переведенням території в категорію сільськогосподарських земель та системне вирощування культурних рослин докорінно змінило обриси ландшафтної структури території. На супутникових знімках височини чітко проглядається своєрідна штучна мозаїчність, зумовлена різними агроєкосистемами (рілля, багаторічні насадження, переліг, пасовиська, лісокультурні насадження), які відрізняються інтенсивністю, механізмом, характером, тривалістю господарювання і наслідками функціонування для екосистеми [83].

На думку С. П. Позняка та Є. Н. Красехи, антропогенний вплив на ґрунти можна розділити на дві загальні взаємопов'язані групи: опосередкований та прямий. Перша група проявляється через зміну умов ґрунтоутворення шляхом антропогенного впливу на атмо-гідро-літосфери та біоту. Наслідками ж безпосереднього впливу є агрогенне використання ґрунту з усіма технологічними операціями. Як перша, так і друга групи спостерігаються в межах території дослідження [95].

Глобальні кліматичні ризики (особливо зростання температури повітря, зміна сезонності та інтенсивності випадання опадів, засухи) уже певною мірою призводять до трансформації ґрунтових режимів. Окрім того, відсутність регіональних програм адаптації аграрного виробництва до умов потепління загострює проблему збереження та раціонального використання ґрунтових

ресурсів регіону. Важливим фактором погіршення природних властивостей ґрунтів є хімічне забруднення повітря поблизу автомагістралей, виробничих об'єктів. До прикладу найбільшим забруднювачем повітря регіону є ПАТ «Подільський цемент» (м. Кам'янець-Подільський) обсяги викидів якого у 2020 році склали 7,545 тис. т [111]. Зважаючи на те, що підприємство знаходиться на межиріччі Смотрича – Тернави з поширеними тут чорноземами типовими, які використовуються під ріллею, прилеглі території однозначно зазнають впливу. Також, інтенсивна розробка силурійських та неогенових вапняків зумовлює запилення повітря з наступним осіданням пилюватих частинок на прилеглі сільськогосподарські угіддя.

Штучне коливання рівня поверхневих та ґрунтових вод, порушення природних умов дренажу території, хімічне забруднення вод зумовлює трансформацію ґрунтових режимів і прояв таких процесів як: вилуговування, оглеєння, окиснення, інтоксикації ґрунтів. Порушення природного дренажу внаслідок недотримання вимог прокладання автошляхів чи експлуатації водовідвідних систем є частим явищем, що призводить до підтоплення прилеглих частин сільськогосподарських угідь з сезонним «вимоканням» культур. Особливо ця проблема актуальна для територій де автошляхи прокладені впоперек пологих схилових ділянок вододілів та в місцях перетину древніх прохідних долин. Будівництво штучних водних об'єктів (ставків, відстійників, водосховищ) призводить до коливання рівня ґрунтових вод.

Зміна природних базисів ерозії шляхом розширення кар'єрів та формування стихійних кар'єрів в межах схилового типу рельєфу є пусковим механізмом у перебудові ділянок стоку та інтенсивності ерозійних процесів.

Нажаль ареали природної рослинності сьогодні збереглись лише на незначній площі і представлені здебільшого лісовими та лучними формаціями. Ізольованими острівками зустрічається степова рослинність запорукою збереження якої є складні геоморфологічні умови. Останніми роками поширюється проблема весняних стихійних підпалів травостою в межах пасовиськ, сіножатей та пустищ. Активний випас ВРХ призвів до

трансформації природних фітоценозів та зростання їхньої забуряненості. Агресивне і неконтрольоване поширення інвазійних видів рослин перетворює окремі ділянки продуктивних угідь на малоцінні, відновлення яких потребує певних фінансових затрат. Досить локально поширений процес розкорчування занедбаних садів колишніх колективних господарств, територія яких відводиться під кормові угіддя або розорюється і використовується як рілля.

Не беручи до уваги глобальні кліматичні зміни, загадані прояви опосередкованого впливу на чорноземі території дослідження і вирізняються своєю прив'язаністю до певних об'єктів (автошляхи, виробничі чи штучні водні об'єкти). Значно більшого поширення зазнають наслідки прямого впливу на чорноземі в процесі їхнього агрогенного використання.

Під впливом тривалого землеробського використання природний ґрунт трансформується у так званий агроґрунт, який вирізняється іншими властивостями та режимами [69, с. 94].

Негативні зміни орних чорноземів території пов'язані з надмірною розораністю, посиленням механічним навантаженням, нераціональним використанням добрив та отрутохімікатів, необґрунтованою меліорацією та відсутністю організаційно-господарських протиерозійних заходів.

Насамперед, при агрогенному ґрунтокористуванні порушуються природні фактори ґрунтоутворення, які відображаються на балансі органічної речовини. З інтенсифікацією сільського господарства у 60-х роках та збільшенням площ просапних культур у структурі сівозмін, гумусованість чорноземів активно почала знижуватись. Згідно даних великомасштабних обстежень виконаних працівниками Львівського державного університету (протягом 1989 – 1991 рр.) встановлено, що орні чорноземі Придністерської височини зазнали суттєвих змін гумусного стану. У порівнянні з початком ХХ ст. середній показник вмісту гумусу в орному горизонті знизився на 28–30 % [11]. Загалом за узагальненими даними В. Б. Гаврилюка та ін. до кінця 80-х років ХХ ст. об'єми внесення добрив в регіоні зросли майже в двічі [17].

Серед деструктивних ґрунтових процесів, у межах Придністерської височини, вагоме місце посідає ерозія. Наслідками якої є погіршення якісного стану земель сільськогосподарського призначення та збільшення площ різного ступеня еродованості, що зумовлено посиленням ґрунтокористуванням на схилах. Загалом проблема розвитку ерозії обумовлюється ще й геоморфологічними особливостями, адже територія височини належить до ерозійно-активних територій [8].

Механічний обробіток чорноземів, як фактор регулювання агрофізичних властивостей є невід'ємною складовою сучасних технологічних операцій в системі землеробства. Парадоксально, але агротехнічні заходи, які спрямовані на розпушування орного шару в той же момент зумовлюють надмірне механічне навантаження на нижні горизонти, в результаті чого погіршуються умови для розвитку кореневої системи культурних рослин [14].

Нехтування даними фізичного стану орних чорноземів в умовах тривалого зростаючого агротехнічного навантаження призвело до підвищеної консолідації ґрунтової маси, брилоутворення, гальмування процесів агрегації, порушення режимів водопроникнення, що опосередковано спричинило інтенсифікацію ерозійних процесів

Трансформація природних процесів ґрунтоутворення може зумовлюватися також зміною природних базисів ерозії, нераціональним просторовим формуванням лінійних меж і конфігурації земельних ділянок. Зокрема, система понижених польових доріг, паралельна до проекції схилу, під впливом механічного ущільнення та інтенсивного розмиву поверхні сприяє утворенню периферійних еродованих ділянок.

Нераціональний землевпорядний розподіл сільськогосподарських угідь і земельних ділянок створив таку їхню конфігурацію, яка певною мірою сприяє розвитку деградаційних процесів. Часто площинні параметри ділянки, розташованої на схилі, унеможливають проведення технологічних заходів із запобігання розвитку ерозії чи зміну орієнтації рядків при вирощуванні просапних культур і закладанні садів.

В умовах сьогодення домінуючою все-таки залишається класична система землеробства, яка лише загострює проблему збереження та відновлення природної стійкості агроґрунтів. Для чорноземів, які інтенсивно використовуються під ріллею формуються умови прояву горизонтальної та вертикальної просторової неоднорідності ознак та властивостей.

Висновки до розділу 2

1. Придністерська структурно-денудаційної височина – це глибоко розчленована частина Подільської височини у межиріччі Збруча і Калюса, загальною площею 6,7 тис. км². Орографічно межі височини виражені досить чітко і співпадають з річковими долинами.

2. Геологічна будова представлена комплексом осадових порід, що моноклінально залягає на докембрійському кристалічному фундаменті. Активізація неотектонічних рухів у ранньочетвертинну епоху призвела до підняття території в наслідок чого формувались сучасні обриси орографічних елементів рельєфу з активним накопиченням пухких лесоподібних суглинків, які в більшості є материнськими породами для досліджуваних ґрунтів.

3. Серед чинників прояву деградаційних процесів рельєф відіграє ключову роль. На основі ГІС-аналізу території ареалів чорноземів встановлено домінування похилих та слабоспадистих схилів, приурочених до плакорів, слабохвилястих межирічч, фрагментарних терасових комплексів. Зважаючи на те, що близько 80 % площ чорноземів представлена схиловим рельєфом виникає необхідність оптимізації ерозійних процесів.

4. Визначальний вплив на погодні процеси та кліматичні умови території створюють атлантичні циркуляційні повітряні маси. Серед негативний явищ, які впливають на досліджувані чорноземи знижуючи їхню продуктивність можна назвати суховії, засухи, зливові опади і тривалі відлиги.

5. В умовах агроценозів природа рослинність під якою формувались чорноземи замінена на сільськогосподарські культури. До початку активного

розорювання території Придністерської височини, літературні джерела вказують на значні острівні ареали степової та лучно-степової рослинності, які на сьогоднішній день збереглись лише на малоцінних територіях.

6. Інтенсивне освоєння території височини призвело до трансформації природних властивостей чорноземів внаслідок прямого та опосередкованого впливу. Загроза прояву деградаційних процесів пов'язана з надмірною розораністю, посиленням агротехнічним навантаженням, необґрунтованою меліорацією та відсутністю організаційно-господарських протиерозійних заходів.

РОЗДІЛ 3. ТРАНСФОРМАЦІЯ МОРФОЛОГІЧНИХ ОЗНАК ЧОРНОЗЕМІВ

Вивчення ґрунтів, реалізоване в польових умовах, здебільшого ґрунтується на аналізі їхнього зовнішнього вигляду. Будь-який ґрунт у наслідок складного комплексу фізичних, фізико-хімічних, хімічних та біологічних процесів, набуває цілу низку зовнішніх або морфологічних ознак, за якими виділяють певні морфологічні елементи ґрунту: генетичні горизонти, структурні агрегати, шпари та тріщини різної конфігурації та розмірного класу, новоутворення, включення тощо. Кожному із перелічених елементів притаманні індивідуальні ознаки або властивості, що ідентифікуються за кольором, щільністю, складенням, формою структурних агрегатів, гранулометричним складом та характером меж. Як зазначає М. Г. Кіт, під час морфологічного опису ґрунт виконує своєрідну роль анатомічного об'єкта, вивчення якого дає змогу зрозуміти різноманітність умов ґрунтогенезу [49].

У системі ґрунтознавчих досліджень морфологічні особливості чорноземів Західного регіону вивчені на досить високому рівні. Детальні описи наведені у працях: О. Г. Набоких, О. Красюка, І. Я. Папіша, А. С. Лісовського, В. Б. Гаврилюка [55; 77; 83; 60; 17]. Переважна більшість цих авторів морфологічні особливості аналізує, або з точки зору генетико-географічних особливостей формування, або з позиції агрономічної цінності.

В умовах сьогодення відкритим залишається питання ідентифікації деградаційних процесів за видозміною морфологічних ознак, що пояснюється певним суб'єктивізмом і застарілими підходами оцінки рівнів деградованості ґрунтів. Загально відомо, що погіршення продуктивності орних чорноземів прямо відображається на їхньому зовнішньому вигляді.

Очевидно, що із накладанням антропогенного впливу на природні процеси ґрунтогенезу, зовнішні ознаки чорноземів набуватимуть різноманітних відтінків і різного ступеня вираженості й трансформації, ідентифікація яких вимагає певної системності та еталонів порівняння. Ідеальним варіантом для

з'ясування цієї проблеми є порівняння цілинних та орних чорноземів з ідентичними морфометричними параметрами рельєфу, умовами ґрунтогенезу, за окремий часовий проміжок. Однак, під час обстеження території Придністерської височини нами не виявлено цілинних відмін, які можна було б використати в якості еталона.

Результати морфологічного аналізу чорноземів Придністерської височини, отримані під час польових досліджень 2019–2020 рр., представлені у додатку Е. Для позначення генетичних горизонтів застосовано систему індексації розроблену О. Н. Соколовським (1956), детально розглянутої у праці М. Г. Кіта [49]. Загальна оцінка трансформації морфологічних ознак виконана на основі системи ґрунтових розрізів, закладених в межах сільськогосподарських угідь (рілля) з урахування ландшафтних умов території.

У системі ґрунтознавчих досліджень вивчення чорноземів і зокрема найбільш вразливого гумусо-акумулятивного горизонту посідає ключове місце. Досі залишається відкритим питання збереження потужності чорноземів на територіях з розчленованим ерозійним рельєфом. Серед значної кількості чинників еволюції чорноземів в умовах ріллі, вагомою загрозою є ерозія, прояв якої значно посилюється через нехтування ґрунтозахисними технологіями. Візуально, ерозійні втрати орного шару оцінити досить важко, крім того, постійні ґрунтооброблювальні операції нівелюють мікроформи лінійного та площинного розмиву. Зважаючи на те, що агротурбація в однаковій мірі проводиться по всій земельній ділянці та за зовнішніми ознаками не завжди можна чітко ідентифікувати залучення в оранку нижніх перехідних горизонтів, часто аграрії формують хибне уявлення про те, що потужність чорноземів більш менш є однорідною не залежно від зміни гіпсометричних умов [69; 79]. Однак, проведені морфометричні вимірювання у ґрунтових розрізах вказують на протилежне. Для підтвердження цього наводимо знімки ґрунтових розрізів закладених в межах вододільного плато і прилеглої схилу (рис.3.1).

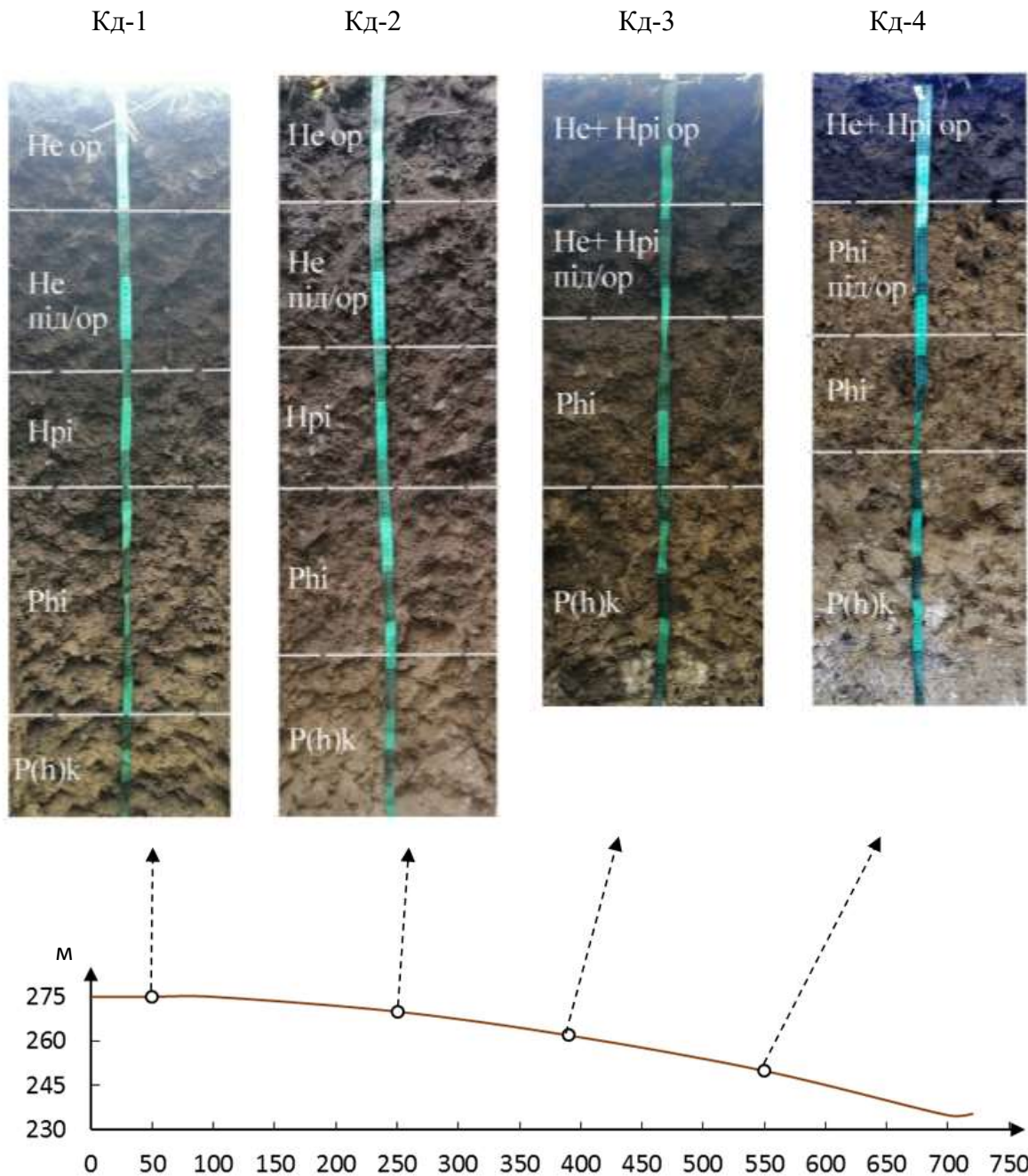


Рис. 3.1. Зміна потужності чорнозему опідзоленого в межах вододільного плато і прилеглого схилу (КД «Кадіївці»)

На фоні вододільних плато, для схилилового рельєфу притаманна помітна неоднорідність потужності гумусо-акумулятивного горизонту. На думку Б. С. Носка, такі відмінності у формуванні профілів зумовлені як

особливостями ґрунтогенезу так і антропогенним впливом (агротурбація та ерозія) [79].

Найбільша для території дослідження потужність гумусово-акумулятивного горизонту зафіксована в автоморфних умовах і становить для чорноземів типовий (Н+Нр) 67–85 см, чорноземів опідзолених (Не+Нрі) 65–70 см. У межах схилу даний показник змінюється зі зростанням крутості поверхні. Зокрема, для пологої верхньої частини схилу з крутістю 1–2°, потужність гумусо-акумулятивного горизонту є наближеною до вододілу зменшуючись лише на 8–15 см. Тобто, простежується плавний перехід між потужністю чорноземів вододільних плато та прилеглого схилового рельєфу. При зростанні крутості поверхні схилу до 3° потужність горизонтів Н+Нр та Не+Нрі знижується до 40 см. На опуклих та увігнутих схилових ділянках гумусовий горизонт незначної потужності, що збігається з глибиною оранки [12].

Згідно зі сучасним уявленням про генезу орних чорноземів, агрогенний вплив насамперед створює передумови для формування нового ґрунтового профілю з відповідними набором горизонтів: $H_{op}+H_{pid/op}+H_{pk}+Phk+Pk$ та $He_{op}+He_{pid/op}+H_{ri}+Phi+P$. На думку В. В. Медведєва, диференціація ґрунтового горизонту за щільністю та іншими властивостями є характерною рисою для ґрунтів в умовах агрогенезу, більше того тривалий обробіток формує своєрідний горизонтальний профіль, неоднорідність якого посилюється зі зміною морфометричних параметрів рельєфу [69]. Для виявлення неоднорідності чорноземів Придністерської височини проведено порівняльний аналіз морфологічних ознак та властивостей, представлений в табличному вигляді (табл. 3.1).

Результатом інтенсивної агротурбації, як невід’ємної складової класичної системи землеробства, є диференціація гумусо-акумулятивного горизонту Н та Не за щільністю на так звані технологічні горизонти (або шари). На думку Т. Г. Тихоненка, орний шар це новий генетичний горизонт зі специфічною

будовою, який залежності від агротехнологічних операцій він може поділятися на посівний і підпосівний шари [121].

Таблиця 3.1.

Морфологічні ознаки та властивості повнопрофільних та еродованих чорноземів Придністерської височини

Генетичні горизонти	Глибина см	Колір*	Структура ґрунту	Гранулометричний склад
1	2	3	4	5
КД «Басівка» (Бс)				
Чорнозем типовий глибокий малогумусний сереньосуглинковий на лесоподібному суглинку (розріз Бс-1)				
Н ор	0-20	темно-сірий (10YR3/2)	грудкувато-зерниста	середньо-суглинковий
Н під/ор	20-50	темно-сірий (10YR3/2)	горіхувато-дрібногрудкувата	середньо-суглинковий
Нр	50-85	темнувато сірий з бурим відтінком (10YR4/1)	зернисто-дрібногрудкувата	середньо-суглинковий
Рh	85-100	бурий з сіруватим відтінком (10YR5/2)	грудкувато-призматична	середньо-суглинковий
Р(h)k	100-140	бурий (10YR6/3)	грудкувато-призматична	середньо-суглинковий
Чорнозем типовий слабогумусований слабозмитий сереньосуглинковий на лесоподібному суглинку (розріз Бс-2)				
Н ор	0-20	темно-сірий (10YR3/2)	грудкувато-зерниста	середньо-суглинковий
Н під/ор	20-43	темно-сірий (10YR3/2)	горіхувато-дрібнобрилувата	середньо-суглинковий
Нр	43-70	темнувато сірий з бурим відтінком (10YR4/1)	зернисто-дрібногрудкувата	середньо-суглинковий
Рh	70-95	бурий з сіруватим відтінком (10YR5/2)	грудкувато-призматична	середньо-суглинковий
Р(h)k	95-140	бурий (10YR6/3)	грудкувато-призматична	середньо-суглинковий
Чорнозем типовий слабогумусований середньозмитий сереньосуглинковий на лесоподібному суглинку (розріз Бс-3)				
Н+Нр ор	0-17	темно-сірий з буруватим відтінком (10YR4/2)	дрібнобрилувата	середньо-суглинковий
Нр під/ор	17-40	темно-сірий з буруватим відтінком (10YR4/2)	грубогоріхувато-дрібнобрилувата	середньо-суглинковий
Рhk	40-60	бурий з сіруватим відтінком (10YR5/2)	грудкувато-призматична	середньо-суглинковий
Р(h)k	60-100	бурий (10YR6/4)	грудкувато-призматична	середньо-суглинковий

Продовження табл. 3.1.

Чорнозем типовий слабогумусований сильнозмитий сереньосуглинковий на лесоподібному суглинку (розріз Бс-4)				
H+Hr op	0-18	темно-сірий з буруватим відтінком (10YR4/2)	дрібногоріхувата	середньо-суглинковий
Phk під/op	18-35	бурий з сіруватим відтінком (10YR5/2)	брилувата	середньо-суглинковий
Phk	35-50	бурий з сіруватим відтінком (10YR5/2)	грудкувато-призматична	середньо-суглинковий
P(h)k	50-100	бурий (10YR6/4)	грудкувато-призматична	середньо-суглинковий
КД «Руда» (Рд)				
Чорнозем типовий середньоглибокий малогумусний сереньосуглинковий на лесоподібному суглинку (розріз Рд-1)				
H op	0-20	темно-сірий (10YR3/2)	дрібногрудкувато-горіхувата	середньо-суглинковий
H під/op	20-40	темно-сірий (10YR3/2)	оприсійна	середньо-суглинковий
Hr	40-67	темнувата сірий з бурим відтінком (10YR4/1)	зернисто-дрібногрудкувата	середньо-суглинковий
Ph	67-96	бурий з сіруватим відтінком (10YR5/2)	грудкувато-призматична	середньо-суглинковий
P(h)k	96-140	бурий (10YR6/3)	слабовиражена грудкувата	середньо-суглинковий
Чорнозем типовий середньоглибокий слабогумусований слабозмитий сереньосуглинковий на лесоподібному суглинку (розріз Рд-2)				
H op	0-17	темно-сірий (10YR3/2)	грудкувато-порохувата	середньо-суглинковий
H під/op	17-30	темно-сірий (10YR3/2)	дрібногрудкувато-брилувата	середньо-суглинковий
Hr	30-47	темнувата сірий з бурим відтінком (10YR4/1)	дрібногрудкувато-грубозерниста	середньо-суглинковий
Ph	47-60	бурий з сіруватим відтінком (10YR5/2)	грудкувато-призматична	середньо-суглинковий
P(h)k	60-140	бурий (10YR6/3)	дрібногрудкувата	середньо-суглинковий
Чорнозем типовий слабогумусований середньозмитий сереньосуглинковий на лесоподібному суглинку (розріз Рд-3)				
H+Hr op	0-14	темно-сірий з буруватим відтінком (10YR4/2)	порохувато-грудкувата	середньо-суглинковий
H+Hr під/op	14-22	темно-сірий з буруватим відтінком (10YR4/2)	дрібногрудкувато-брилувата	середньо-суглинковий
H+Hr під/op	14-22	темно-сірий з буруватим відтінком (10YR4/2)	дрібногрудкувато-брилувата	середньо-суглинковий
Ph	22-31	бурий з сіруватим відтінком (10YR5/3)	дрібногрудкувато-грубозерниста	середньо-суглинковий
P(h)k	31-100	бурий (10YR6/4)	слабовиражена грудкувата	середньо-суглинковий

Продовження табл. 3.1.

Чорнозем типовий слабогумусований середньозмитий сереньосуглинковий на лесоподібному суглинку (розріз Рд-4)				
H+Hr op	0-10	темно-сірий з буруватим відтінком (10YR4/3)	грудкувато-порохуватої	середньо-суглинковий
H+Hr під/op	10-20	темно-сірий з буруватим відтінком (10YR4/3)	грудкувато-брилуват	середньо-суглинковий
Ph під/op	20-32	бурий з сіруватим відтінком (10YR5/4)	дрібногрудкувато-грубозерниста	середньо-суглинковий
P(h)k	32-100	бурий (10YR6/4)	слабовиражена грудкувата	середньо-суглинковий
КД «Савинці» (Св)				
Чорнозем опідзолений глеюватий важкосуглинковий на лесоподібному суглинку (розріз Св-1)				
He op	0-20	темно-сірий (10YR3/2)	дрібногрудкувато-порохувата	важко-суглинковий
He під/op	20-47	темно-сірий (10YR3/2)	великогрудкувато-зерниста	важко-суглинковий
Hri	47-70	темно-сірий з буруватим відтінком (10YR4/2)	грудкувата	важко-суглинковий
Phi	70-112	бурий з сіруватим відтінком (10YR5/4)	роздільна крупногоріхувата	важко-суглинковий
P(h)igl	112-140	бурий (10YR6/4)	великогоріхувата	важко-суглинковий
Чорнозем опідзолений глеюватий слабозмийтий важкосуглинковий на лесоподібному суглинку (розріз Св-2)				
He op	0-20	темно-сірий (10YR3/2)	дрібногрудкувато-порохувата	важко-суглинковий
He під/op	20-45	темно-сірий (10YR3/2)	великогрудкувато-плитчасто-зерниста	важко-суглинковий
Hri	45-62	темно-сірий з буруватим відтінком (10YR4/2)	грудкувата	важко-суглинковий
Phi	62-100	бурий з сіруватим відтінком (10YR5/4)	роздільна грудкувато-призматична	важко-суглинковий
P(h)igl	100-140	бурий (10YR6/4)	великогоріхувато-призматична	важко-суглинковий
Чорнозем опідзолений глеюватий середньозмитий важкосуглинковий на лесоподібному суглинку (розріз Св-3)				
He+ Hri op	0-15	темно-сірий з буруватим відтінком (10YR4/2)	грудкувато-порохувата	важко-суглинковий
He+ Hri під/op	15-35	темно-сірий з буруватим відтінком (10YR4/2)	плитчасто-грудкувата	важко-суглинковий
Phi	35-67	бурий з сіруватим відтінком (10YR5/2)	грудкувата	важко-суглинковий
P(h)igl	67-100	бурий (10YR6/4)	призматична	важко-суглинковий

Продовження табл. 3.1.

Чорнозем опідзолений глеюватий сильнозмитий важкосуглинковий на лесоподібному суглинку (розріз Св-4)				
He+ Hri op	0-17	темно-сірий з буруватим відтінком (10YR4/2-4/3)	грудкувато- порохувата	важко- суглинковий
Phi під/op	17-35	бурий з сіруватим відтінком (10YR5/2)	плитчасто- грудкувата	легко- глинистий
Phi	35-45	бурий з сіруватим відтінком (10YR5/2)	призматична	легко- глинистий
P(h)igl	50-100	бурий (10YR6/4)	призматична	легко- глинистий
КД «Кадіївці» (Кд)				
Чорнозем опідзолений слабореградований середньосуглинковий на лесоподібному суглинку (розріз Кд-1)				
He op	0-20	темно-сірий (10YR3/2)	дрібногрудкувато- порохувата	середньо- суглинковий
He під/op	20-45	темно-сірий (10YR3/2)	грубогоріхувата оприсійна	середньо- суглинковий
Hri	45-67	сірий з буруватим відтінком (10YR4/2)	дрібногоріхувато- грудкувата	середньо- суглинковий
Phi	67-120	бурий з сіруватим відтінком (10YR5/1)	крупногоріхувата	середньо- суглинковий
P(h)k	120-140	бурий (10YR6/2)	дрібногоріхувата	середньо- суглинковий
Чорнозем опідзолений слабореградований слабозмитий середньосуглинковий на лесоподібному суглинку (розріз Кд-2)				
He op	0-20	темно-сірий (10YR3/2)	грудкувато- порохувата	середньо- суглинковий
He під/op	20-42	темно-сірий (10YR3/2)	грубогоріхувата оприсійна	середньо- суглинковий
Hri	42-65	сірий з буруватим відтінком (10YR4/2)	дрібногоріхувато- грудкувата	середньо- суглинковий
Phi	65-96	бурий з сіруватим відтінком (10YR5/1)	крупногоріхувата	середньо- суглинковий
P(h)k	96-140	бурий (10YR6/2)	неміцна горіхувата	середньо- суглинковий
Чорнозем опідзолений слабореградований середньозмитий середньосуглинковий на лесоподібному суглинку (розріз Кд-3)				
He+ Hri op	0-17	темно-сірий з буруватим відтінком (10YR4/2)	грудкувато- порохувата	середньо- суглинковий
He+ Hri під/op	17-35	темно-сірий з буруватим відтінком (10YR4/2-4/3)	плитчасто- грудкувата	середньо- суглинковий
Phi	35-64	бурий з сіруватим відтінком (10YR5/2)	горіхувата	середньо- суглинковий
P(h)k	64-100	бурий (10YR6/4)	неміцна горіхувата	середньо- суглинковий

Закінчення табл. 3.1.

Чорнозем опідзолений середньореградований сильнозмитий середньосуглинковий на лесоподібному суглинку (розріз Кд-4)				
He+ Hri op	0-17	темно-сірий з буруватим відтінком (10YR4/2-4/3)	дрібногрудкувата	середньо- суглинковий
Phi під/op	17-37	бурий з сіруватим відтінком (10YR5/2)	плитчасто- грудкувата	середньо- суглинковий
Phi	37-58	бурий з сіруватим відтінком (10YR5/2)	горіхувата	середньо- суглинковий
P(h)ik	58-100	бурий (10YR6/4)	слабовиражена грудкувата	середньо- суглинковий

*Примітка: визначення кольору проведено за шкалою Манселла [150].

В польових умовах діагностування орного горизонту Н op та He op виконано на основі глибини проникнення леза ножа та візуального аналізу складення ґрунту. Загально відомо, що його потужність формується систематичним обробіткою ґрунту на певну глибину. Здебільшого орний горизонт досліджуваних ґрунтів з характерним пухким складенням простежується до глибини 20–15 см. Порохувато-грудкувата структура, «штучно» розпушений шар пронизаний корінням культурних рослин вказує на гальмування процесів природної агрегації. Системний механічний вплив машино-тракторних агрегатів призводить до подрібнювання і руйнування структурних агрегатів, посилюючи процес знеструктурування. Крім того, погіршення структури може супроводжуватись зниженням вмісту гумусу, детриту, інших органічних речовин. Інколи в межах цього прошарку спостерігались приорані напіврозкладені органічні решки культури-попередника.

Помітний вплив на структурність ґрунту чинить його замерзання-відтавання. Вода, збільшуючись в об'ємі при замерзанні, сприяє розриву зв'язків між частками та виникненню різних за розмірами тріщин. Надалі при відтаванні ґрунту ці тріщини сприяють утворенню площин послаблення і оформленню структурних частинок. Нерідко у ранньовесняний період на

чорноземах опідзолених (Кд «Савинці») спостерігався фект «запливання» і формування слабовираженої кірки.

Відсутність густого покриву природної рослинності у засушливі періоди провокує активне випаровування вологи, що призводить до формування розгалуженої мережі тріщин різного розмірного класу. На основі власних спостережень, можна стверджувати про певний вплив агрофону на тріщинуватість орного шару. Зокрема, на ділянках з загальним сівом зернових спостерігались поверхнева тріщинуватість з шириною тріщин до 1 см, у міжряддях просапних культур (кукурудза) розмір тріщин зростав до 3 см, які поширювались на глибину 50 см і більше.

Злегка хвиляста грудкувата поверхня орного шару, під культурами, вказує на проведення ґрунтооброблювальних операцій, сліди яких частково збереглись до післявегетаційного періоду. У міжряддях просапних культур (кукурудза) на схилових ділянках спостерігались поодинокі брили, які під впливом опадів зазнали «згладження» гострих граней.

Нище, різке ущільнення ґрунтової товщі вказує на формування підорного горизонту Н під/ор та Не під/ор з плужною підшовою, глибина формування якої залежить від технології оранки. Інформація щодо потужності та просторових особливостей формування плужної підшови досить обмежена. Зокрема у наукових роботах присвячених дослідженню чорноземів Західного регіону йдеться про потужність 8–12 см, аномально переущільненого шару ідентифікованого як плужна підшова (оприсійний горизонт) [60, 83]. На основі морфологічного аналізу ґрунтових розрізів та аналітичних досліджень можемо стверджувати про подібну потужність плужної підшови у досліджуваних ґрунтах з характерною грудкувато-брилуватою або призматичною структурою.

Утворення плужної підшови зумовлює формування водотривкого водонепроникного шару ґрунту і як наслідок порушення водноповітряного режиму та зміни мікрорельєфу поля, інтенсифікації ерозійних процесів особливо під час зливових опадів, порушення біологічних процесів формування кореневої системи сільськогосподарських культур тощо [72].

Літературний аналіз дозволив з'ясувати, що явище утворення плужної підшви спостерігається не лише при застосуванні традиційних плугів, але і при обробітку ґрунтів плоскорізами та культиваторами. Найдієвішим способом запобігання утворенню, а в більшості випадків руйнування плужної підшви, залишається її механічний обробіток, який здійснюється поглибленим розпушуванням підорних шарів ґрунту, що на практиці реалізується так званими «ґрунтопоглиблювачами» [6; 72; 69]. Нище рівня плужної підшви відчувається ущільнення ґрунтової товщі, яке з глибиною плавно знижується і на рівні 40–60 см відповідає генетичним властивостям ґрунтів.

Як свідчать результати досліджень, формування переущільненого підорного горизонту не завжди обмежується горизонтами Н та Не. Варто звернути увагу на опуклі частини схилів де ущільнення зазнають перехідні горизонти (Нр, Нрі та Phi). В польових умовах це створює певні труднощі в індексації горизонтів, особливо коли переущільнення зазнають одночасно два генетичних горизонти, до прикладу малопотужний верхній і нижній перехідні горизонти на схилах.

У чорноземах типових на рівні ущільнених підорних горизонтів домінує грудкувата та дрібнобрилувата структура, в опідзолених горіхувато-брилувата. Зниження потужності чорноземів в низ по схилу відображається і на продуктивності ріллі. Зокрема, на еродованих схилових ділянках орний горизонт погіршується за рахунок приорювання малопродуктивних нижніх перехідних горизонтів з грудкувато-призматичною структурою [10].

З ґрунтово-генетичної точки зору колір є ключовою морфологічною ознакою на основі якої фахівець проводить виокремлення генетичних горизонтів [49]. У повнопрофільних чорноземах зміна кольору з глибиною відбувається плавно, з темно-сірого (10YR3/2) до бурого (10YR6/3–6/4). На схилах вертикальна зміна кольору «прив'язана» до набору генетичних горизонтів. До прикладу у розрізах Кд-4, Рд-4 де потужність гумусо-аккумулятивного горизонту не перевищує 20 см вертикальна зміна кольору є різкою.

В умовах відкритої поверхні спостерігається горизонтальна неоднорідність кольору, що візуально простежується на супутникових знімках, чи в період передпосівного обробітку ґрунту. Для ідентифікації деградації зміна кольору є важливим показником, проте вимагає об'єктивного обґрунтування. В полі, людина може спостерігати лише явно виражені ознаки деградації, однак початкові її прояви важко помітити. В такому випадку можуть допомогти оптичні прилади, які за певних умов фіксують колірні параметри з подальшою можливістю визначити найменші колірні відмінності твердої фази ґрунту. Саме таку адаптацію технології контактного сканування до визначення просторової неоднорідності кольору орного горизонту розглянуто у підрозділі 4.2.4.

Антропогенні зміни відобразились і на гранулометричному складі, які ідентифіковані на ділянці «Савинці» з чорноземами опідзоленими важкосуглинковими. Зокрема, для чорноземів рівнинної вододільної поверхні та верхньої частини схилу притаманний важкосуглинковий гранулометричний склад, а от нижче по схилу у розрізі Св-4 морфологічно діагностовано зміну гранулометричного складу на рівні підорного горизонту до легкоглинистого. Це безперечна ознака змивання гумусового та залучення нижнього перехідного горизонтів, що може стати причиною суттєвого погіршення фізико-хімічних властивостей та зниження продуктивності чорноземів загалом.

Виконуючи морфометричні заміри глибини залягання кальцій карбонатів, ми побачили закономірність, яка особливо притаманна чорноземам типовим. Зі зростання крутості схилу та зменшенням потужності гумусо-аккумулятивного горизонту рівень залягання кальцій карбонатів зменшується. Найближче до поверхні кальцій карбонати підтягуються на опуклих ділянках де вони фіксуються на глибині 30–40 см [10]. З агрономічної точки зору закарбоначування ґрунту суттєво впливає на живлення та розвиток сільськогосподарських культур. Отже, інформація про рівень підтягування кальцій карбонатів є перспективною для впровадження технологій точного землеробства особливо в період внесення добрив.

При порівнянні результатів морфологічного опису чорноземів опідзолених вододільних плато та ерозійного рельєфу спостерігається різна глибина формування та ступінь вираження кремнеземистої присипки. В автоморфних умовах вона проглядається на рівні 50–60 см, а на схилах помітне збільшення частки кремнезему в орному горизонті, наявність якого фіксується через склоподібний блиск дрібних зерен кварцу.

Важливим агрономічним критерієм орних ґрунтів є глибина кореневмісного шару. Для чорноземів потужність гумусово-акумулятивного горизонту з його оптимальними агрофізичними параметрами вважається найкращим об'єктивним показником для збалансованого розвитку сільськогосподарських культур. За умови оптимальних агрофізичних властивостей найбільш сприятливим для розвитку кореневої системи є повнопрофільні чорноземи вододільних плато і менш перспективні еродовані схиліві ділянки.

При проведенні морфологічного аналізу ґрунтових горизонтів характер розвитку кореневої системи культурних рослин допомагає візуально розгледіти переущільнені частини горизонту, а їхня густина на різних рівнях вказує на диференціацію профілю за щільністю.

Низька кількість морфологічно виражених червоточин, копролітів, в ущільнених горизонтах свідчить про зниження інтенсивності зоотурбації у досліджуваних чорноземах. Специфіка зоотурбаційних процесів проявляється у морфології кротовин. В окремих ґрунтових розрізах зустрічаються поодинокі кротовини, контури яких можна побачити до глибини 100–140 см. У верхніх перехідних горизонтах кротовини чітко проглядаються за бурим відтінком наповнювача, в нижніх за темно-сірим. Інтенсивний перерозподіл матеріалу по ходах землеріїв є підтвердженням активної зоотурбації в природних цілинних екосистемах.

Висновки до розділу 3

1. В умовах агроландшафтів трансформація природних процесів та зміна інтенсивності чорноземоутворення відобразились на потужності гумусо-аккумулятивного горизонту досліджуваних ґрунтів. В автоморфних умовах потужність горизонтів Н+Н_р та Н_е+Н_р_і становить 67–85 см, зі зростання крутості схилового рельєфу даний показник знижується до 18 см на еродованих опуклих ділянках.

2. Систематична агротурбація призвела до формування диференційованих за щільністю складення орного, оприсійного (плужної підшви) та підорного горизонтів. Механічний вплив машино-тракторних агрегатів призвів до повної втрати зернистої структури та формування нетипової порохувато-грудкуватої в орному горизонті та брилистої структури в підорному. Значне погіршення структури спостерігається на схилових ділянках де в оранку залучаються нижні перехідні горизонти.

3. У ґрунтових розрізах з порушеним еродованим профілем спостерігається зміна характеру вертикального розподілу колірної тональності. Також сільськогосподарське використання чорноземів призвело до зміни забарвлення орного горизонту на схилах у бік збільшення буруватого відтінку (10YR4/2–4/3), що свідчить про втрату продуктивного гумусо-аккумулятивного генетичного горизонту.

4. Еволюція чорноземів типових в умовах агрогенезу відобразилась на рівні підтягування кальцій карбонатів. Зі зростанням крутості рельєфу спостерігається зменшення глибини залягання кальцій карбонатів, що фіксується на еродованих схилах.

РОЗДІЛ 4. ДЕГРАДАЦІЯ ЧОРНОЗЕМІВ ПРИДНІСТЕРСЬКОЇ ВИСОЧИНИ

Рушійною силою агрогенної еволюції чорноземів є виробнича діяльність людини, попри те що ґрунтові процеси і режими контролюються природними чинниками, особливо рельєфом та кліматом. При цьому потрібно зазначити, що для цілинних відмін характерним є поступовий і незворотній напрям еволюції і самовідновлення, а в орних – процес самовідновлення постійно знижується в дії, або взагалі руйнується без періодичного регулювального впливу людини (внесення добрив, обробіток ґрунту тощо). Дані особливості відрізняють розвиток цілинних та орних чорноземів, що знаходить відображення у комплексі морфологічних ознак та властивостей. Нажаль інтенсивність трансформаційних процесів зростає, погіршуючи стан ріллі, під впливом деградації [121].

Дегуміфікація, ерозійне зменшення потужності чорноземів, ущільнення ріллі та руйнування структури реальні проблеми збереження та відновлення продуктивності орних чорноземів, які доагрокультурного освоєння формувались під лучно-степовими формаціями в умовах активного накопичення органічної речовини.

Неефективність радянських ідеалізованих узагальнених підходів у сфері ґрунтокористування обумовила переосмислення ролі фізичних властивостей ґрунтів, в якості ключових індикаторів для впровадження сучасних систем землеробства. Підтвердженням цьому слугує дедалі більша увага науковців до розробки теоретичних і прикладних аспектів дослідження неоднорідності ґрунтового покриву, вивчення інтенсивності прояву деградаційних процесів пов'язаних з погіршенням фізичних властивостей ґрунтів та накопиченням запасів органічної речовини.

4.1. Дегуміфікація

Формування чорноземів тісно пов'язане процесами нагромадження значної кількості відмерлої фітомаси та акумуляції гумусових речовин. Високий вміст гумусу формує кращу структурність, що зумовлює сприятливий поживний, водно-повітряний і тепловий режими ґрунтів. З огляду на це, існує тісний кореляційний зв'язок між агрофізичним станом, врожайністю сільськогосподарських культур, з однієї сторони та гумусованістю чорноземів з іншої.

Проблема дефіциту гумусу починає виникати відразу ж після залучення ґрунтів у сільськогосподарське виробництво. Якщо в умовах цілинного ґрунтоутворення процес гуміфікації переважає над мінералізацією, то в орних відмінах цей процес є зворотнім і веде до зниження вмісту гумусу, спричиняючи дегуміфікацію [88].

Дегуміфікація є однією із найагресивніших видів деградації чорноземів. Вона вважається стрижнем для більшості інших типів деградації. На думку І. А. Крупенікова, проблема прояву від'ємного балансу гумусу у чорноземах локально проявлялась уже давно, але з другої половини ХІХ століття досягла особливо загрозливого характеру [11].

Дегуміфікація чорноземів охарактеризована у працях А. І. Крупенікова, Г. В. Добровольського, В. В. Медведєва та інших [56; 33; 69]. Результати дослідження згаданих авторів послужили основою для встановлення причин та наслідків зумовлених зменшенням вмісту і запасів гумусу. Еволюція гумусного стану чорноземів в умовах агрогенезу посідає ключове місце у системі ґрунтознавчих досліджень В. В. Медведєва, Б. С. Носка, В. В. Дегтярьова [69; 79; 34]. Авторами наводяться дані тривалих експериментальних досліджень гумусного стану чорноземів різних екосистемах з різними умовами ґрунтокористування. Трансформація генетичних властивостей, зміна екологічного стану автоморфних ґрунтів Західного регіону і зокрема чорноземів, проблеми оптимізації прояву деградаційних процесів розглянуті у

працях В. Г. Гаськевича, І. Я. Папіша, Г. С. Іванюк, М. І. Пшевлочького, В. Б. Гаврилюка та інших [23; 41; 88; 83; 104; 17].

Дегуміфікація чорноземів є складним процесом, який проявляється через зменшення показника запасів гумусу, потужності гумусо-акумулятивного горизонту, погіршення якісного складу органічної речовини. Дослідження даної проблеми вимагає якомога більшого обсягу вихідних даних про гумусовий стан чорноземів за певні проміжки часу. Зважаючи на часовий фактор втрати органічної речовини на одиницю часу є функцією вихідного вмісту гумусу. В даному контексті, доступність баз даних регулярних обстежень та архівних матеріалів ґрунтознавчих досліджень дає змогу оцінити інтенсивність та направленість дегуміфікації. Попередній аналіз результатів досліджень чорноземів Придністерської височини, проведених на початку ХХ ст. свідчить про значну їхню гумусованість [11]. Для підтвердження наводимо поодинокі локальні дані вмісту гумусу, отриманих ґрунтознавчими експедиціями під керівництвом О. Г. Набоких та О. О. Красюка (табл. 4.1).

Таблиця 4.1.

Дані вмісту гумусу у чорноземах Придністерської височини на початку ХХ століття [11]

Науковці	Період досліджень	Місця відбору зразків*	Вміст гумусу %
О. Г. Набоких	1914-1915 рр.	Лясківці, плато, правобережжя р. Жванчик	5,25
		4 версти від Лісківців по дорозі на Фрідрівці, вершина плато	5,44
		При виїзді із с. Кадіївці, по дорозі на Кам'янець-Подільський, край плато з пологим схилом південної експозиції	5,29
		Край плато зі схилом північної експозиції, 5 верств від м. Кам'янець-Подільський по дорозі на Китайгород	5,14
О. О. Красюк	1913 р.	Виїмка №142, Подільська губернія, Ушицький повіт, с. Савинці.	6,22

*За матеріалами першоджерел [77; 55]

Подібні результати вмісту гумусу чорноземів північної та західної частини Придністерської височини у передвоєнний період наводить С. І. Городецький

(1929) вказуючи, що: «...дільниці чорноземель передісторичних степів, з вмістом гумусу 5–6 % формують своєрідну зону, яка проходить через Кам'янецький та Проскурівський повіти».

З інтенсифікацією сільського господарства у 60-х роках та збільшенням площ просапних культур у структурі сівозмін, гумусованість чорноземів активно почала знижуватись. Згідно з даними великомасштабних обстежень отриманих працівниками Львівського державного університету (упродовж 1989–1991 рр.) встановлено, що орні чорноземи Придністерської височини зазнали суттєвих змін гумусного стану. Порівнюючи з початком ХХ ст. середній показник вмісту гумусу в орному горизонті знизився на 28–37 %. Сумарні втрати гумусу за даний період становили 36–48 т/га [11]. Збільшення продуктивності чорноземів надалі вимагало вже чималих зусиль і витрат на обробіток та удобрення. Загалом, за даними В. Б. Гаврилюка, до кінця 80-х років ХХ ст. обсяги внесення добрив зросли майже в двічі [17].

Більш детально зміну гумусованості чорноземів Придністерської височини нами розглянуто на основі порівняння результатів агрохімічного обстеження даних земельних ділянок виконаного Хмельницьким обласним державним проектно-технологічним центром охорони родючості ґрунтів впродовж 2013–2014 років із власними результатами досліджень проведених у 2019–2020 роках.

Сучасний гумусовий стан чорноземів є результатом багатовікової еволюції під переважаючим впливом антропогенного чинника. Зокрема, за рівнем гумусованості чорноземи нееродованих відмін у межах території дослідження характеризуються як низькогумусні з вмістом гумусу 3–4 %. Дещо вищий рівень гумусованості орних чорноземів спостерігається в структурі земельних угідь фермерських господарств із тваринницькими комплексами, які є ключовим джерелом органічних добрив [11]. Порівняльний аналіз статистичних даних за 6 років, на прикладі дослідних ділянок свідчить про від'ємний гумусовий баланс (рис. 4.1).

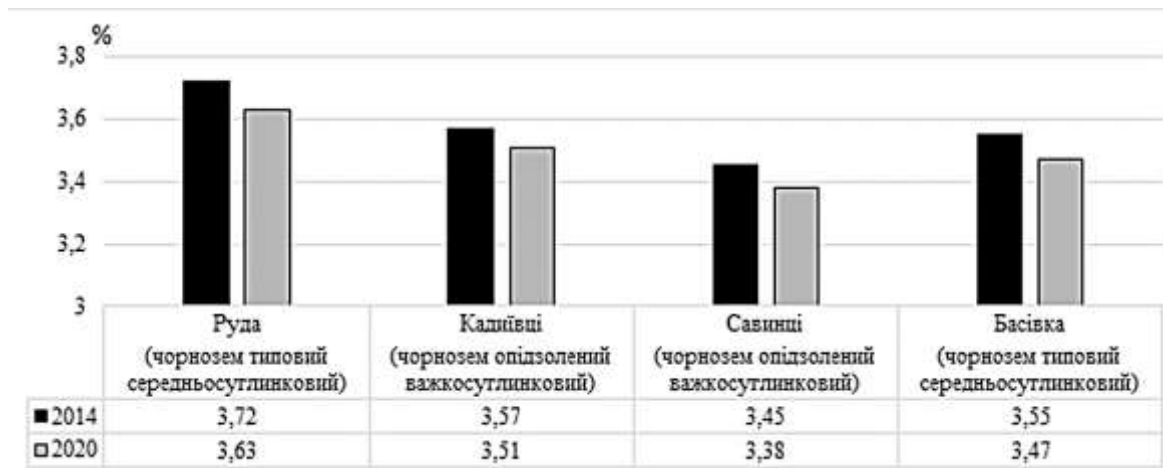


Рис. 4.1. Динаміка вмісту гумусу в автоморфних чорноземах Придністерської височини (впродовж 2014–2020 рр.)

За вказаний період інтенсивність втрати гумусу (у шарі 0–20 см) дещо знизилась і становила 0,28–0,36 т/рік. Однак, ці дані корелюються залежно від структури сівозмін, технологій обробітку ґрунту та норм внесення добрив [11].

Загалом від’ємний баланс гумусу чорноземів вододільних плато здебільшого зумовлений біологічними втратами, які пов’язані посиленням мінералізації і зменшення надходження в ґрунт органічної речовини [33]. Більш значні втрати гумусу простежуються на схилових ділянках. Це підтверджено результатами власних дослідження гумусного стану чорноземів вододільних плато та прилеглих схилових територій з ідентичними особливостями ґрунтокористування (рис. 4.2.).

Наведені дані вказують на прояв дегуміфікації в межах орного горизонту (0–20 см), яка посилюється при зміні морфометричних параметрів рельєфу та через інтенсивність прояву ерозійних процесів. Так, на фоні нееродованих відмін в орному горизонті чорноземів схилових ділянок, крутістю 1–2° запаси гумусу зменшуються на 10–12 % [13]. Найбільші втрати гумусу зафіксовані на опуклих та увігнутих схилових мікронах. Крім того, схили складної будови або з вираженими формами мікрорельєфу характеризуються різким посиленням неоднорідності гумусового стану.

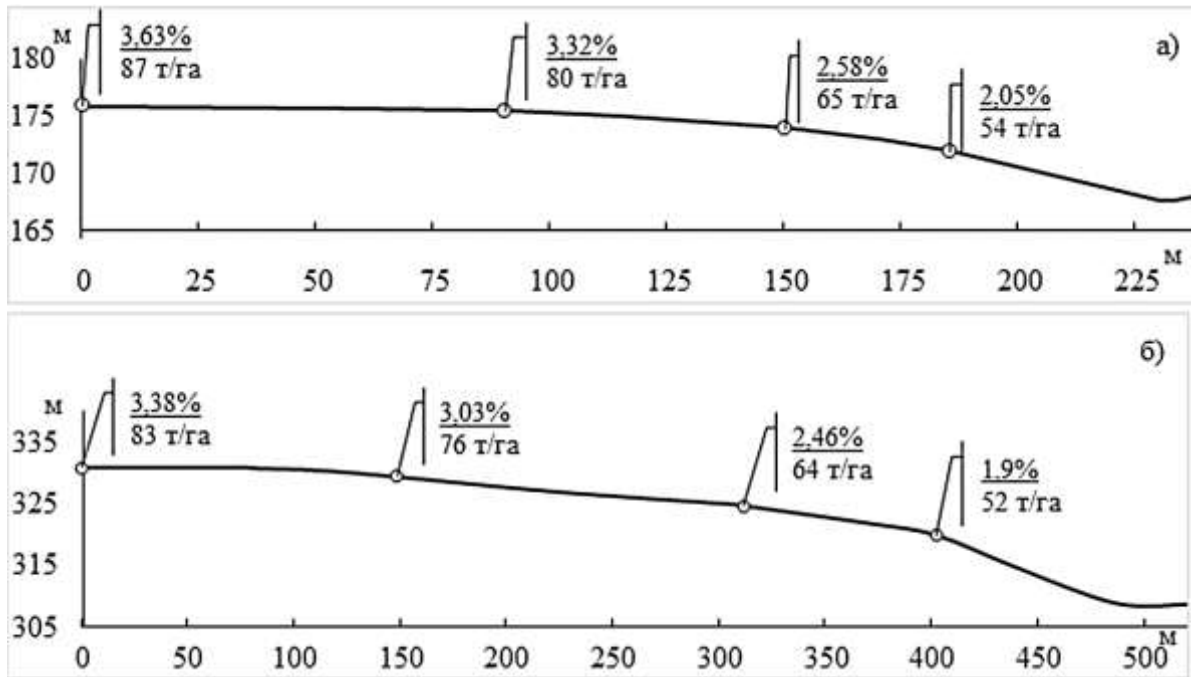


Рис. 4.2. Просторова неоднорідність вмісту гумусу (у шарі 0-20 см) повнопрофільних та еродованих чорноземів (а) КД «Руда» (Рд), чорнозем типовий середньосуглинковий; б) КД «Савинці» (Св), чорнозем опідзолений важкосуглинковий, (знаменник – вміст гумусу; чисельник – запаси гумусу)

Профільний розподіл вмісту гумусу в автоморфних чорноземах Придністерської височини також неоднорідний. Якщо для чорноземів типових середньосуглинкових характерне плавне зниження показників у напрямку материнської породи то в опідзолених важкосуглинкових спостерігається незначні коливання в перехідних горизонтах. В еродованих ґрунтових розрізах, на схилах діапазон зміни показників вмісту гумусу зменшується зі зменшенням товщини гумусо-аккумулятивного горизонту. У розрізі Св-4 на глибині 80 см вміст гумусу нище 1% [11].

В умовах нехтування ґрунтозахисними технологіями погіршення гумусового стану схилкових чорноземів зумовлено активними ерозійними процесами та посиленням механічного впливу. Зокрема, приорювання нижніх перехідних горизонтів призводить до зниження й так низьких показників вмісту гумусу.

Більш інформативним показником ніж розподіл гумусу по профілю є його запаси в ґрунті, які обчислююся з врахуванням щільності будови. Зважаючи на просторову неоднорідність показників щільності будови та потужності гумусо-аккумулятивного горизонту, нами визначено запаси гумусу на фіксовану потужність орного горизонту (0–20 см), який є найбільш чутливим до зовнішнього впливу.

Згідно отриманих результатів, для нееродованих відмін, як чорноземів типових так і опідзолених, запаси гумусу (у шарі 0–20 см) становлять 90–80 т/га, що за градацією (Ковда, 1988) є низьким показником. У межах верхньої частини схилу цей показник знижується до 80–75 т/га. Найменший вміст гумусу зафіксований на схилових ділянках крутизною 5–6° на рівні 55–45 т/га.

Морфометричні дослідження показали, що потужність гумусового горизонту на вододілах становить, для чорноземів типовий (Н+Нр) 67–85 см, чорноземів опідзолених (Не+Нрі) 65–70 см, яка перевищує потужність гумусового горизонту на схилах у середньому майже в половину. Однак, при оцінці потужності гумусового горизонту чорноземів на схилах варто враховувати особливості ґрунтогенезу, адже вплив схилових процесів відображається й на потужності гумусового горизонту цілинних аналогів. Керуючись морфологічними ознаками ґрунтових горизонтів та порівняльно-профільним методом встановлено, що схилові ділянки на відміну від вододільних плато, з крутістю 1–2°, характеризуються незначним зменшенням потужності гумусового горизонту, у середньому на 7–15 см. Тобто, простежується плавний перехід між потужністю чорноземів рівнинного вододільного та прилеглого схилового рельєфу. При зростанні крутості поверхні схилу до 3–5° потужність горизонтів Н+Нр та Не+Нрі знижується майже у двічі. Найменша потужність гумусового горизонту 17–20 см зафіксована в межах опуклих схилових ділянок із крутістю 5–6°. Локально саме ці ділянки вирізняються залученням в оранку нижнього перехідного горизонту з «мізерним» вмістом гумусу [11]. Візуально на

загальному фоні вони чітко виділяються колірними ознаками, що свідчить про їхній кризовий стан (рис. 4.3).

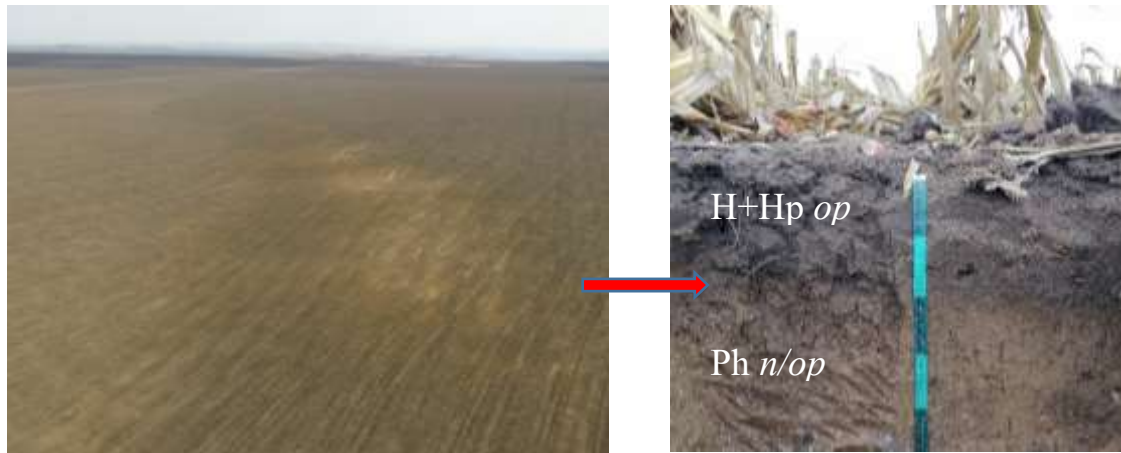


Рис. 4.3. Утворення сильноеродованих ділянок чорнозему типового в межах схилового рельєфу (КД «Руда»)

Окрім кількісної, важливе значення становить і якісна характеристика гумусу ґрунтів, яка має велике практичне значення. Якісний склад гумусу оцінюють за показниками ступеня гуміфікації, результатами фракційного та групового складу, а також природою гумінових кислот [5].

Найбільш інформативним показником, за всієї його умовності, є відношення кількості Карбону гумінових кислот до кількості Карбону в складі фульвокислот (Сгк:Сфк). Цей показник відображає зрілість ґрунту, він максимальний у ґрунтах із найбільшою біологічною активністю. Орні ґрунти із найбільшою величиною співвідношення Сгк:Сфк є найпродуктивнішими та найбільш стійкі до ерозії [41].

Важливо, також оцінити ступінь гуміфікації – частку гуміфікованого матеріалу (гумінових кислот) у складі органічної речовини. Цей показник відображає, наскільки повно органічні рештки перетворюються в гумінові речовини [41]. Отримані результати вивчення якісного складу гумусу підтверджують посилення неоднорідності повнопрофільних та еродованих чорноземів, які проявляються зі зміною гіпсометричного рівня та зростанням ступеня змитості гумусового горизонту (табл. 4.2).

Таблиця 4.2.

Фракційно-груповий склад гумусу повнопрофільних та еродованих чорноземів Придністерської височини
(% від загального Карбону)

Фракційно-груповий склад гумусу ґрунтів (% від загального Карбону)																		
Генетичні горизонти	Глибина відбору зразків, см	Вміст гумусу, %	С заг, %	Гумінові кислоти (%)				Фульвокислоти (%)				Сума фракцій, %	Нерозчин. залишок, %	Сгк:Сфк	ГК1:ФК1	ГК2:ФК2	ГК3:ФК3	
				Фракції			Σ	Фракції			Σ							
				1	2	3		1а	1	2								3
Розріз Бс-1 (вододільне плато)																		
Н op	0-20	3,47	2,01	1,49	41,29	9,45	52,24	3,48	5,47	3,48	11,44	23,88	76,12	23,88	2,19	0,17	11,86	0,83
Н п/op	20-40	3,34	1,93	0,52	35,23	14,51	50,26	4,15	0,52	5,70	10,36	20,73	70,98	29,02	2,43	0,11	6,18	1,40
Нр	50-70	3,02	1,79	1,12	39,66	10,06	50,84	2,79	4,47	6,15	8,94	22,35	73,18	26,82	2,28	0,15	6,45	1,13
Розріз Бс-2 (верхня похила частина схилу)																		
Н op	0-20	3,28	1,9	4,74	35,26	11,58	51,58	3,16	7,37	4,21	8,95	23,68	75,26	24,74	2,18	0,45	8,38	1,29
Н п/op	20-40		1,73	4,05	33,53	9,25	46,82	2,31	6,36	3,47	6,36	18,50	65,32	34,68	2,53	0,47	9,67	1,45
Розріз Бс-4 (середня опукла частина схилу)																		
Н+Нр op	0-18	2,71	1,57	3,82	28,03	11,46	43,31	3,18	5,73	6,37	7,01	22,29	65,61	34,39	1,94	0,43	4,40	1,64
Phk п/op	18-40	2,04	1,48	3,38	26,35	12,84	42,57	5,41	5,41	6,76	6,08	23,65	66,22	33,78	1,8	0,31	3,90	2,11

Серед нечисленних публікацій, вплив ерозії на трансформацію якісного складу чорноземів проаналізовано у колективні публікації Г. С. Іванюк [41].

На прикладі ділянки «Басівка» (Бс) з'ясовано, що для чорноземів в автоморфних умовах (розріз Бс-1) характерний гуматний тип гумусу. У межах гумусо-акумулятивного горизонту (Н+Нр) Сгк:Сфк перевищує 2, з глибиною даний показник збільшується й на рівні 50–70 см становить 2,38. Ступінь гуміфікації органічної речовини дуже високий (понад 50 %). Характерне різке домінування гумінових кислот (ГК) 50,84–52,24 % від загального карбону. Вміст фульвокислот змінюється в межах профілю від 20,73 до 23,88 % від загального карбону. Вміст гуміну дуже низький 23,88–29,02 % від загального карбону.

У межах пологої верхньої частини схилу (розріз Бс-2) (у шарі 0–40 см) зафіксований гуматний тип гумусу, Сгк:Сфк становить 2,18–2,53. Ступінь гуміфікації органічної речовини дуже високий, змінюється в межах 49,8–51,8 %. Як і в попередньому розрізі притаманне домінування гумінових кислот (ГК) 51,58–46,82 % від загального карбону. Вміст фульвокислот становить 18,50–23,68 % від загального карбону. Вміст гуміну становить 24,74–34,68 % від загального карбону.

Для опуклої частини схилу з найменшою потужністю гумусо-акумулятивного горизонту (не перевищує 20 см) притаманний фульватно-гуматний тип гумусу, Сгк:Сфк становить 1,94–1,8. Ступінь гуміфікації органічної речовини високий змінюється в межах 39,3–42,6 %. Спостерігається зменшення діапазону між вмістом гумінових та фульвокислот. Вміст гуміну досягає 33,78–34,39 % від загального карбону.

Загалом показники вмісту і якісного стану гумусу чорноземів території дослідження, не є оптимальними та не відповідають нормативним вимогам. З агрономічної точки зору, такі ґрунти не здатні забезпечити одержання високих і сталих урожаїв сільськогосподарських культур. Показники фракційно-групового

складу гумусу підтверджують значні відмінності якісного складу гумусу чорноземів вододільних плато і схилового рельєфу, зумовлених агрогенним впливом та деградаційними процесами.

Закономірно, що за класичної системи землеробства характерними рисами, якої є зменшення вмісту гумусу, погіршення фізичних властивостей чорноземів є неминучим взаємопов'язаним явищем, прояви якого більш детально розглянуті в наступних підрозділах.

4.2. Фізична деградація

Трансформація природних властивостей ґрунтів під агроландшафтами є результатом тривалих еволюційних змін систем землеробства, які визначались відповідними соціальними потребами, природно-територіальними умовами, а також технологічними та енергетичними можливостями [14]. В різні історичні періоди агротехнічний вплив певною мірою призводив до видозміни природніх ґрунтових режимів, відображаючись на ознаках та властивостях ґрунтів. На думку Т. Batey (2009), ще задовго до появи механізованого землеробства, тривале використання плуга на одних і тих ділянках уже призводило до часткового ущільнення ґрунтів. В реальних же умовах надмірний вплив машино-тракторних агрегатів та невиправдана кількість ґрунтооброблювальних операцій загострили проблему збереження продуктивного потенціалу та відновлення агрофізичного стану орних чорноземів території дослідження.

Фізична деградація – це комплекс процесів, які спричиняють руйнування, переміщення, відкладення частинок і маси ґрунту або їхнє внутрішнє перегрупування і спрощення будови ґрунту [32].

В межах Придністерської височини фізична деградація чорноземів проявляється насамперед у їхній морфологічній будові, що продемонстровано у попередньому розділі. Морфометричні дані засвідчили, що потужність верхніх

гумусових горизонтів чорноземів вододільних плато є безапелючно вищою, ніж потужність чорноземів схилового рельєфу. Така неоднорідність пов'язана як з природними умовами ґрунтогенезу так і з нераціональною господарською діяльністю. Проте ключовою проблемою втрати ріллею потужності гумусових горизонтів є ерозійні процеси та агротехнічний вплив, особливо в межах схилового рельєфу. Окрім того, фізична деградація обумовлена низькою культурою рільництва, прояви якої пов'язані з погіршенням фізичних властивостей як повнопрофільних, так й еродованих ґрунтів. Чорноземи досліджуваної території значною мірою піддаються фізичній деградації, що проявляється через просторову неоднорідність вмісту гранулометричних фракцій, погіршення показників щільності будови, шпаруватості (далі пористості – авт.), здатності до агрегації та водостійкості. Внаслідок дефіциту органічної речовини та прискореної ерозії спостерігається процес знебарвлення (деколонізації) орного горизонту чорноземів в умовах території з розчленованим ерозійним рельєфом.

4.2.1. Просторова неоднорідність гранулометричного складу

Однією з важливих агрофізичних властивостей орних ґрунтів є гранулометричний склад. В значній мірі від нього залежить інтенсивність процесів ґрунтогенезу, акумуляція і перетворення органічної речовини та її зв'язок з мінеральною складовою ґрунту. Відомо, що гранулометричний склад генетично пов'язаний з ґрунотвірними породами і впливає на фізичні, фізико-механічні, водно-фізичні, теплові властивості ґрунтів тощо [71].

Інформація про гранулометричний склад є одним із важливих параметрів оцінки продуктивності ґрунтів, а зміна співвідношення окремих гранулометричних фракцій є своєрідним індикатором інтенсивності антропогенного впливу та прояву деградаційних процесів [24].

В генетичних класифікаціях гранулометричний склад є ключовим показником, який використовують для розподілу ґрунтів на різновиди. Найбільш досконалою та загально визнаною є класифікація ґрунтів за гранулометричним складом запропонована М. А. Качинським, яка використана у нашій роботі для відповідної оцінки досліджуваних чорноземів [22].

Загалом, первинну інформацію про гранулометричний стан чорноземів Придністерської височини ми отримали ще на етапі виконання польових робіт. Застосування органолептичного методу в поєднанні з аналізом морфологічних ознак та властивостей, дозволило помітити певні просторові неоднорідності, які проявлялись з посиленням еродованості гумусового горизонту.

З огляду на аналіз літературних джерел, проблема просторової неоднорідності властивостей орних ґрунтів, зумовленої деградацією на територіях з розчленованим рельєфом, висвітлена частково. Зокрема у працях С. П. Позняка, В. Г. Гаськевича, М. І. Пшевлоцького, А. І. Крупенікова та В. В. Медведєва підтверджено зміну гранулометричного складу ґрунту під впливом антропогенного фактора та деградації [93; 24; 104; 56]. Цінними у цьому плані є результати експериментальних досліджень гранулометричного складу чорноземів на різних елементах рельєфу висвітлених у публікаціях А. А. Ачасової та Н. В. Поляшенка [2; 99].

Наукове підтвердження наших припущень, сформованих в польових умовах, стало передумовою для конкретизації результатів досліджень гранулометричного складу чорноземів Придністерської височини з урахуванням морфометричних параметрів рельєфу дослідних ділянок. На основі лабораторних аналітичних досліджень ми ставили перед собою наступні завдання:

1. З'ясувати гранулометричний склад чорноземів Придністерської височини в автоморфних умовах;

2. Виявити вектори трансформації гранулометричного складу чорноземів схилового рельєфу.

Як зазначає В. В. Медведєв, важливою умовою коректної інтерпретації даних гранулометричного складу ґрунту території є однорідність материнської породи [67]. В нашому випадку ця умова повноцінно дотримана. Зокрема в межах дослідних ділянок материнськими породами виступають лесоподібні суглинки. Вибірковий аналіз зразків материнських порід свідчить про те, що для середнього суглинку характерний 40–49 % вмісту фізичної глини, грубого пілу 40–45 %, та мулу 16–20 %. Для важкого суглинку притаманне зростання вмісту фізичної глини до рівня 53–65 % і зменшення грубого пілу до 30–38 %.

Відповідно до вищезазначеної мети, в першу чергу нами проаналізовані дані гранулометричного складу ґрунтових зразків відібраних на вододільних плато у розрізах (Рд-1, Кд-1, Св-1, Бс-1) глибиною до 140 см (рис. 4.4).

Формування чорноземів на поверхні пухких карбонатних лесоподібних суглинках Придністерської височини поза зоною прояву ерозійних процесів позитивно вплинуло на накопичення органічної речовини та характер розподілу гранулометричних фракцій, який в більшій мірі успадкувався від материнських порід.

Фондові матеріали обстеження ґрунтового покриву та власні результати досліджень свідчать про те, що в автоморфних умовах домінують середньосуглинкові, рідше важкосуглинкові чорноземи. Серед усіх ключових ділянок поважчання гранулометричного складу зафіксоване лише в межах ділянки «Савинці», де у нижній частині профілю (Св-1) спостерігались сліди оглеєння нижніх перехідних ґрунтових горизонтів. Більш детальна інформація про вміст та розподіл гранулометричних фракцій представлена в табличному варіанті у додатку Ж.

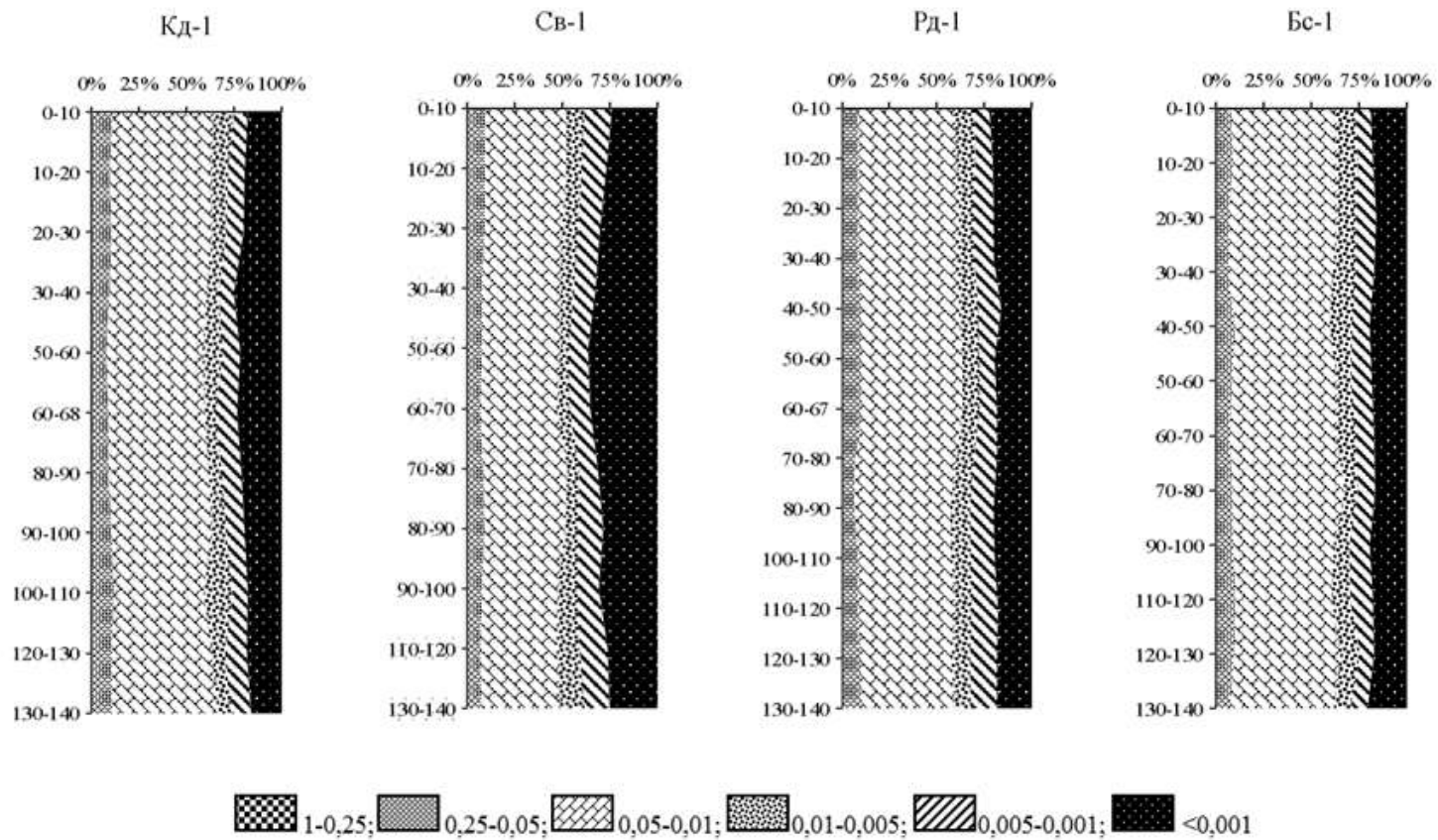


Рис. 4.4. Гранулометричний склад автоморфних чорноземів Придністерської височини

Загалом гранулометричний склад чорноземів типових та опідзолених Придністерської височини відображає загальні риси притаманні чорноземам Поділля, генетичні особливості яких розглянуті у роботах І. Я. Папіша (2022) та А. С. Лісовського (2014) і підтверджуються результатами наших досліджень з певним регіональним уточненням.

Спільною рисою для автоморфних чорноземів Придністерської височини являється домінування грубопилуватої фракції (0,05–0,01) вміст якої змінюється від 47–56 % у середньосуглинкових та 36–43 % у важкосуглинкових відмінах. На думку В. В. Медведєва, високий вміст даної фракції прямо пов'язаний з регіональними особливостями лесових відкладів [67, с. 55].

Вміст гранулометричних фракцій розміром 1–0,25 мм не перевищує 1 %, зафіксований на рівні нижніх перехідних ґрунтових горизонтів у розрізах Рд-1, Кд-1 та Св-1. На фоні попередніх, фракція дрібного піску ідентифікована в усіх відібраних зразках чорноземів в межах вододільних плато. Характер профільного розподілу рівномірний, вміст змінюється з різним діапазоном коливань в межах 6–13 %, що свідчить про незначну опіщаненість чорноземі території дослідження та відносну однорідність материнської породи.

Важливе значення для агрогенного ґрунтокористування відіграє відсотковий вміст дрібного та середнього пилу. Зокрема, наявність значної кількості даних фракцій зумовлює низьку водопроникність, здатність до набухання і просідання, липкість, тріщинуватість, щільне складення [71].

Для досліджуваних чорноземів притаманний більш менш рівномірний профільний розподіл середнього та дрібного пилу в межах 7–14 %, дещо вищим він є у важкосуглинкових відмінах. Найбільше зростання дрібнопилуватої фракції фіксується на рівні горизонтів зі слідами оглеєння досягаючи 17 %.

Ключову роль у формуванні продуктивності чорноземів відіграє фракція мулу (<0,001). На основі отриманих статистичних даних, абсолютно можна стверджувати про те, що ця фракція є другою за відсотковим співвідношенням і становить 16–24 % у середньосуглинокових (розрізи Рд-1, Кд-1, Бс-1) та 25–34 % у важкосуглинкових (розріз Св-1) відмінах.

Мулиста фракція є доволі мобільною і виступає в ролі індикатора перебігу внутрішньогрунтових процесів [67]. Значна протяжність території дослідження з півночі на південь та наявність Товтрової гряди зумовлюють біокліматичні регіональні відмінності, які за дослідженнями І. Я. Папіша (2022) мають вагомий вплив на профільний розподіл мулистої фракції ($<0,001$). Це спостерігається і у наших дослідженнях, однак виразність цих відмінностей відповідає регіональним генетичним особливостям досліджуваних чорноземів.

Про комплексний вплив біокліматичних умов на перебіг внутрішньогрунтових процесів свідчить і загальний ступінь диференціації ґрунтового профілю, що визначається за співвідношенням мулистих часток в порівнюваних ґрунтових горизонтах і виражається показником S [49, с. 30].

На основі аналізу статистичних даних встановлено, що в більшості чорноземи території дослідження характеризуються як слабодиференційовані ґрунти. Однак, серед них чорноземи опідзолені важкосуглинкові північної частини території дослідження вирізняються наближенням показника S до порогового значення середньодиференційованих (розріз Св-1).

За аналізом статистичних даних в автоморфних чорноземах простежуються ознаки прояву вилуговування, лесиважу та оглинення, інтенсивність яких змінюється у напрямку з півночі на південь.

Зокрема, при порівнянні чорноземів типових середньосуглинкових на дослідних ділянках, відстань між якими становить 67 км (розрізи Рд-1 та Бс-1), різниця вмісту мулу в гумусо-акумулятивному горизонті (Н) становить 3–5 %. Характер профільного розподілу вказує на те, що для північної частини височини з більшою кількістю опадів у чорноземах типових спостерігається прояв лесиважу з плавним накопиченням мулу у середній частині профілю. На південь від Товтрової гряди, зі зменшення гідротермічного коефіцієнту зростає інтенсивність оглинення верхньої частини гумусо-акумулятивного горизонту *in situ*, на що вказують статистичні дані (розріз Рд-1).

З усіх досліджуваних відмін, найбільш чітко виражені ознаки лесиважу простежуються у чорноземах опідзолених важкосуглинкових (розріз Св-

1). Зокрема, вміст мулу досягає свого максимуму в горизонті Нрі, де його кількість зростає на 6 % у порівнянні з орним горизонтом. Відсутність кальцій карбонатів у ґрунтовому розрізі та явні сліди оглеєння свідчать про активний процес вилуговування.

У чорноземах опідзолених середньосуглинкових реградованих (розріз Кд-1) процес лесиважу виражений слабше, що підтверджується майже рівномірним розподілом мулу. Порівняно невисока кількість опадів та наявність кальцій карбонатів формують передумови зниження інтенсивності міграції даної фракції.

На етапі польових досліджень у всіх розрізах автоморфних чорноземів опідзолених спостерігались морфологічно слабовиражені ознаки опідзолення у вигляді кремнеземистої присипки.

Отже, в автоморфних умовах гранулометричний склад орних чорноземів є доволі стійкою властивістю до зовнішніх впливів і відображає загальні генетичні тенденції перебігу внутрішньогрунтових процесів. Дещо більша трансформація цієї властивості простежується в межах схилового рельєфу у вигляді просторової неоднорідності розподілу гранулометричних фракцій. Площинний змив, приорювання нижніх перехідних горизонтів, механічне переміщення ґрунтової маси під впливом агротехнічних операцій прямо впливають на вміст окремих фракцій. Порівняльний аналіз даних гранулометричного складу чорноземів на різних частинах катен свідчить про формування декількох векторів просторової видозміни у співвідношенні «піск : пил : мул» (див. додаток Ж).

Спільною рисою для чорноземів типових середньосуглинкової вододільних та схилових ділянок (КД «Руда» та «Басівка») є домінування грубопилюватої фракції. Однак, зі зростанням еродованості схилу простежується неоднорідність вмісту мулистий фракцій. Зокрема вміст мулу в орному горизонті знижується з 20–24 % (у верхній частині схилу) до 14–18 % (на опуклих ділянках). Також, криві профільного розподілу мулистий фракції

вказують на зниження інтенсивності перебігу внутрішньогрунтових процесів, які спостерігались в автоморфних умовах (рис. 4.5).

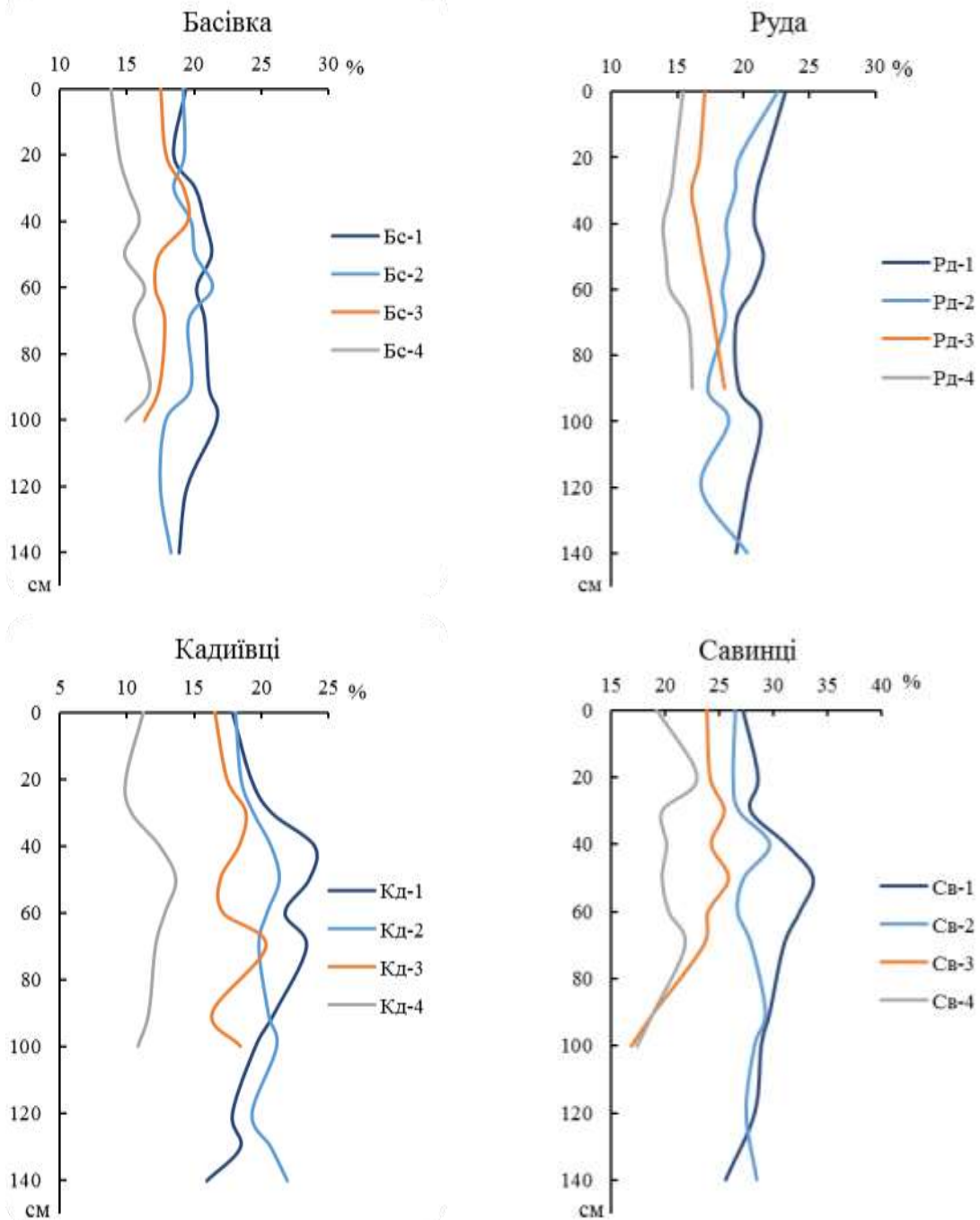


Рис. 4.5. Профільний розподіл мулистої фракції у повнопрофільних та еродованих чорноземах Придністерської височини (Св-1, Рд-3 ... – ґрунтові розрізи)

У місцях, де в оранку залучаються нижні перехідні горизонти зафіксовано зростання вмісту дрібного піску до 9–13% та крупнопилуватої фракції 53–56 %.

Дані вмісту фізичної глини в межах сильноеродованих ділянок (розріз Рд-4 та Бс-4) на глибині 30–50 см свідчать про полегшення гранулометричного складу в сторону легкосуглинкового.

У чорноземах опідзолених середньосуглинкових (КД «Кадіївці») в межах схилового рельєфу фіксується подібна тенденція до полегшення гранулометричного складу в межах одного класифікаційного ряду. Вміст фізичної глини в орному горизонті (0–20 см) плавно знижується в низ по схилу, в середньому з 37 % до 29 %.

Таке зменшення вмісту фізичної глини обумовлене ерозійними процесами здебільшого за рахунок механічного перенесення мулистої фракції. Крім того, спостерігається вертикальне переміщення мулистої фракції з помітною акумуляцією на рівні підорного горизонту (глибина 30–60 см). Нище цього рівня механічне перенесення даної фракції сповільнюється. На це вказує зниження вираженості кутан у ґрунтових розрізах, а закарбоначування нижньої частини профілів свідчить про посилення процесу реградації.

Чорноземи опідзолені схилового рельєфу (КД «Савинці») характеризуються важкосуглинковим гранулометричним складом. В усіх розрізах домінуючою є фракція грубого пилу, вміст якого знижується з глибиною і в межах горизонту $P(h)_{igl}$ досягає найменшого значення 30–33 %. На відміну від попередніх середньосуглинкових відмін, відчутно зростає вміст дрібного (0,005–0,001) та середнього пилу (0,01–0,005). У горизонтах зі слідами оглеєння вміст дрібнопилуватої фракції перевищує 20 %, що на 6–10 % більше ніж в орному шарі. Як і в межах вододільних плато, у ґрунтових розрізах закладених вниз по схилу фіксується винесення мулу з верхніх горизонтів та накопичення його у горизонтах H_{pi} та Phi , проте з дещо меншою інтенсивністю.

Загальний вміст фізичної глини вказує на поважчення гранулометричного складу чорноземів в низ по схилу. Крім того, відчутне поважчення гранулометричного складу фіксується в межах сильноеродованих ділянок, де в оранку залучаються нижні перехідні глеюваті горизонти. Зокрема, у розрізі Св-

4 верхній частині профілю (до глибини 20 см) притаманний важкосуглинковий гранулометричний склад, а нище змінюється на легкоглинистий.

Таким чином ерозійне зменшення потужності чорноземів, залучення в оранку нижніх перехідних горизонтів прямо відображається на просторовій неоднорідності гранулометричного складу чорноземів. Особливо, це стосується верхніх горизонтів, які зазнають зовнішнього впливу. Для підтвердження цього, нами використано коефіцієнт втрати та акумуляції окремих гранулометричних фракцій наведений у роботі В. В. Медведєва, що дасть змогу з'ясувати їхній латеральний перерозподіл в різних частинах схилового рельєфу. Суть даного коефіцієнта відображає відношення вмісту відповідних гранулометричних фракцій з різних частин катен до еталону порівняння. Індекс $> 1,0$ вказує на акумуляцію, а $< 1,0$ – втрати окремих фракцій [67, с. 76].

В нашому випадку, еталоном виступають дані гранулометричного складу чорноземів верхньої частини схилів (розрізи Рд-2, Бс-2, Кд-2, Св-2). Коефіцієнтний аналіз співвідношення гранулометричних фракцій проведений в межах 10-ти сантиметрового шару для орних (0–10 см) та підорних (20–30 см) горизонтів, які є найбільш чутливими до зовнішніх чинників (водна ерозія, агротурбація). Статистичні обрахунки проведені на основі даних представлених у додатку Ж, а отримані результати висвітлені у таблиці 4.3. Передбачається, що значення коефіцієнта для схилових ділянок в зоні активного прояву ерозійних процесів не повинно перевищувати 1,0.

Зважаючи на відносну однорідність ґрунтовірних порід отримані результати вказують на зміну вмісту гранулометричних фракцій в низ по схилу. Інтенсивного перерозподілу зазнає мулиста фракція, вміст якої змінюється зі зростанням еродованості рельєфу. Найбільші втрати мулу фіксуються у чорноземах типових та опідзолених середньосуглинкових на сильноеродованих ділянках крутістю $\geq 5^\circ$. Також ці втрати не обмежуються лише орним горизонтом, а й закономірно простежуються на рівні підорного, хоча і з дещо меншою інтенсивністю.

Таблиця 4.3.

Данці коефіцієнту акумуляції (або втрат) гранулометричних фракцій в межах схилового рельєфу

№ рзрізу	Крутість поверхні рельєфу (°)	Генетичний горизонт	Глибина відбору (см)	Розмір частинок в мм, кількість у %						<0,01
				Фізичний пісок			Фізична глина			
				пісок		пил		мул		
				1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	
Ділянка «Руда» чорнозем типовий еродований (схил)										
Рд-2 етал.	1	Н ор	0-10	-	-	-	-	-	-	-
		Н під/ор	20-30	-	-	-	-	-	-	-
Рд-3	3	Н+Нр ор	0-10	+	0,9	1,1	1,1	1,0	0,8	0,9
		Н+Нр під/ор	20-30	+	0,7	1,1	1,1	1,2	0,8	1,0
Рд-4	5	Н+Нр ор	0-10	+	1,4	1,1	0,9	1,2	0,7	0,8
		Н+Нр під/ор	20-30	+	1,8	0,9	0,9	1,1	0,7	0,9
Ділянка «Басівка» чорнозем типовий еродований (схил)										
Бс-2 етал.	1	Н ор	0-10	-	-	-	-	-	-	-
		Н під/ор	20-30	-	-	-	-	-	-	-
Бс-3	3	Н+Нр ор	0-10	+	1,2	1,0	1,0	1,2	0,9	1,0
		Н+Нр під/ор	20-30	+	1,0	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0
Бс-4	5	Н+Нр ор	0-10	+	1,5	1,0	1,1	1,0	0,7	0,9
		Phk під/ор	20-30	+	1,2	1,1	0,8	0,8	0,8	0,8
Ділянка «Кадіївці» чорнозем опідзолений еродований (схил)										
Кд-2 етал.	1	Не ор	0-10	-	-	-	-	-	-	-
		Не під/ор	20-30	-	-	-	-	-	-	-
Кд-3	3	Не+ Нрі ор	0-10	+	1,0	1,0	0,9	1,2	0,9	1,0
		Не+ Нрі під/ор	20-30	+	1,0	1,1	0,8	1,2	1,0	1,0
Кд-4	5	Не+ Нрі ор	0-10	+	1,0	1,1	1,0	1,4	0,7	0,9
		Phi під/ор	20-30	+	1,0	1,1	1,0	1,6	0,6	0,9
Ділянка «Савинці» чорнозем опідзолений важкосуглинковий еродований (схил)										
Св-2 етал.	2	Не ор	0-10	-	-	-	-	-	-	-
		Не під/ор	20-30	-	-	-	-	-	-	-
Св -3	3	Не+ Нрі ор	0-10	+	0,8	1,0	1,2	1,1	0,9	1,0
		Не+ Нрі під/ор	20-30	+	1,0	1,0	1,2	1,2	1,0	1,0
Св -4	6	Не+ Нрі ор	0-10	+	0,8	0,9	1,4	1,7	0,7	1,1
		Phi під/ор	20-30	+	0,9	0,9	1,5	1,6	0,7	1,1

Примітка: етал.-еталон; + - незначні дані

На основі порівняння даних можна стверджувати, що схиліві процеси майже не впливають на вміст грубопилуватої фракції (0,05–0,01), яка зазнає найменшого впливу площинного змиву. Подібна тенденція притаманна фракції середнього пилу. Проте, підвищення вмісту дрібного пилу у верхніх горизонтах

еродованих чорноземів опідзолених важкосуглинкових ми припускаємо більшою мірою відбувається через приорювання слабоілювійованих перехідних горизонтів. Що стосується мулистої фракції показник $< 1,0$ свідчить про помітне зменшення її вмісту зі зростанням ступеня еродованості чорнозему.

У підсумку варто зазначити, що наші міркування щодо зміни розподілу гранулометричних фракцій у чорноземах вододільних плато і схилового рельєфу побудовані на основі статистичних даних з додатковим врахуванням діагностичних морфологічних ознак прояву внутрішньогрунтових процесів. Зі зміною ландшафтних умов доволі складно встановити вплив конкретного фактора на трансформацію гранулометричного складу чорноземів височини в умовах території з розчленованим ерозійним рельєфом, адже це вимагає тривалих експериментальних стаціонарних досліджень з проведенням додаткових мінералогічних та хімічних аналізів фракційного матеріалу. Особливо, проблемною є оцінка гранулометричного складу чорноземів на сильноеродованих опуклих схилових ділянках, де потужність гумусового горизонту є найменшою, а в оранку періодично залучаються нижні перехідні горизонти. Варто зазначити, що за умови відносної однорідності ґрунотвірних порід дані про зміну вмісту фізичної глини та мулистої фракції можуть слугувати додатковими аргументами для підтвердження прояву фізичної деградації особливо в межах схилового рельєфу.

4.2.2. Ущільнення

Станом на сьогодні, основна частка площ чорноземів території дослідження зазнала посиленого агротехнічного навантаження та використовується під ріллею. У структурі земельних ресурсів це найпродуктивніші сільськогосподарські угіддя регіону, в межах яких спостерігається тенденція до погіршення оптимальних агрофізичних властивостей, що свідчить про досі низьку культуру землеробства та недостатнє усвідомлення суспільством загрози переущільнення орних ґрунтів. Починаючи з середини ХХ ст. активна механізація сільського

господарства та часто не виправдана кількість агротехнічних заходів, які впроваджувались без належного обґрунтування, призвели до порушення природної стійкості ґрунтів агроландшафтів в тому числі й високопродуктивних чорноземів [14].

Ущільнення ґунту, як один із проявів фізичної деградації діагностується за погіршенням показників щільності будови та пористості. Для кожного типу ґрунту характерні індивідуальні значення вище згаданих показників, які відображають генетичні особливості і залежать від гранулометричного складу, структурно-агрегатного складу, водостійкості, вологи та вмісту органічних речовин. Проте навіть один і той же ґрунт в межах однієї території, але з різними умовами ґрунтокористування може відрізнитись за загальними фізичними властивостями [72].

У природних умовах чорноземам притаманне пухке структурне складення з високою шпаруватістю та водопроникністю, обумовлене відповідним упакуванням ґрунтової маси особливо, в межах гумусового горизонту. Відсутність механічного впливу та інтенсивна біогенна активність формують стабільні багаторічні показники фізичного стану. За дослідженнями А. І. Крупенікова щільність будови цілинних чорноземів вважається еталонною і становить 1 г/см^3 (з незначним коливанням $\pm 0,15 \text{ г/см}^3$). Дане статистичне значення є своєрідною точкою відліку для оцінки орних відмін і часто використовується в агрономічній практиці [56; 69, с. 62].

При розорюванні чорноземів порушується природний процес ґрунтогенезу, що насамперед відображається на геометрії порового простору. На відміну від цілини для ріллі притаманна яскраво виражена динамічність та сезонність показників щільності будови та пористості, особливо у верхніх горизонтах, що обумовлюється антропогенним впливом з накладанням природних умов.

Беззаперечно, агрофізичний стан орних чорноземів залежить від системи землеробства, технологій обробки ґрунту та ефективності машинно-тракторних агрегатів. Попри активний розвиток на вітчизняному ринку ґрунтозберігаючих

технологій (mini-, strip-, no-till), у регіоні все-таки домінуючою залишається класична система землеробства інтенсивного спрямування, у якій механічний обробіток залишається основним фактором формування оптимальних агрофізичних умов для вегетаційного розвитку культур.

На основі експериментальних досліджень, проведених на земельних ділянках з вирощуванням зернових загальним посівом, В. В. Медведєв виділив декілька стадій трансформації показників щільності будови орних чорноземів: мінімальна, рівноважна і проміжна. Мінімальна щільність будови формується в результаті оранки (у після вегетаційний та передпосівний періоди) досягаючи $0,96 - 0,98 \text{ г/см}^3$. Приблизно через 2 місяці після глибокої обробки та до збору врожаю формується рівноважна щільність, яка відображає багатолітній агрофізичний стан ґрунту і є найбільш інформативною. Проміжна щільність будови вирізняється короткотривалим терміном формування, особливо в період розмерзання ґрунту, інтенсивних засух або зливових опадів [72, с. 111].

Зважаючи на сезонний характер зміни загальних фізичних властивостей, аналізи щільності будови проводились у після вегетаційний період і спрямовані на висвітлення неоднорідності даного параметру в конкретний часовий проміжок в межах вододільних плато і схилового рельєфу. Відбір зразків проводився з урахуванням методичних вимог, поза зоною локально переущільнених мікроділянок. Додатково, для з'ясування впливу проходів МТА (машино-тракторних агрегатів) на орний шар, зразки відібрано на тимчасових коліях сформованих в процесі збору врожаю. Дослідження виконано перед основним обробітком ґрунту для ідентифікації глибини та формування ущільнених шарів (плужної підшви та підорного горизонту).

Згідно з отриманими результатами, орним чорноземам території дослідження притаманний прояв просторової неоднорідності показників щільності будови та відповідно пористості. Для детального висвітлення цього явища розглянемо статистичні дані представлені у таблиці 4.4.

Таблиця 4.4.

Загальні фізичні властивості повнопрофільних та еродованих чорноземів
Придністерської височини

Глибина відбору, см	d	dv	P заг.	d	dv	P заг.	d	dv	P заг.	d	dv	P заг.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
КД «Савинці» (чорнозем опідзолений, важкосуглинковий)												
	Св-1			Св-2			Св-3			Св-4		
0-10	1,18	2,46	52,1	1,19	2,41	50,6	1,21	2,41	49,8	1,21	2,35	48,5
10-20	1,23	2,37	48	1,27	2,28	44,3	1,31	2,34	44	1,36	2,47	44,9
20-30	1,31	2,44	46,3	1,42	2,54	44,1	1,45	2,53	42,6	1,46	2,62	44,2
30-40	1,38	2,61	47,1	1,39	2,56	45,7	1,43	2,59	44,8	1,41	2,55	44,7
40-50	1,36	2,62	48,06	1,4	2,59	45,88	1,39	2,45	43,31	1,41	2,49	43,30
50-60	1,39	2,74	49,23	1,38	2,74	49,63	1,38	2,52	45,14	1,39	2,59	46,24
60-70	1,34	2,73	50,95	1,36	2,67	49,05	1,37	2,61	47,55	1,37	2,58	46,97
70-80	1,31	2,57	49,03	1,34	2,65	49,43	1,39	2,73	49,08	1,35	2,57	47,55
80-90	1,29	2,55	49,43	1,34	2,67	49,82	1,41	2,74	48,54	1,39	2,73	49,08
90-100	1,32	2,56	48,50	1,36	2,73	51,99	1,46	2,74	46,72	1,42	2,80	49,28
100-110	1,35	2,73	50,55	1,33	2,73	51,26	-	-	-	-	-	-
110-120	1,31	2,56	48,92	1,35	2,78	51,46	-	-	-	-	-	-
120-130	1,36	2,68	49,28	1,33	2,71	50,89	-	-	-	-	-	-
130-140	1,39	2,68	48,06	1,38	2,55	45,88	-	-	-	-	-	-
X середн.	1,32	2,59	48,97	1,35	2,62	48,57	1,38	2,57	46,15	1,38	2,58	46,47
КД «Кадиївці» (чорнозем опідзолений, середньосуглинковий)												
	Кд-1			Кд-2			Кд-3			Кд-4		
0-10	1,17	2,49	53,01	1,14	2,53	54,94	1,17	2,52	53,57	1,2	2,54	52,76
10-20	1,23	2,48	50,40	1,19	2,47	51,82	1,18	2,56	53,91	1,4	2,61	46,36
20-30	1,4	2,57	45,53	1,37	2,55	46,27	1,34	2,62	48,85	1,43	2,55	43,92
30-40	1,36	2,58	47,29	1,44	2,52	42,86	1,38	2,56	46,09	1,46	2,63	44,49
40-50	1,34	2,53	47,04	1,41	2,57	45,14	1,4	2,49	43,78	1,45	2,63	44,87
50-60	1,32	2,64	50,00	1,4	2,61	46,36	1,42	2,61	45,59	1,41	2,74	48,54
60-70	1,35	2,59	47,88	1,37	2,49	44,98	1,37	2,69	49,07	1,44	2,65	45,66
70-80	1,34	2,57	47,86	1,34	2,72	50,74	1,37	2,65	48,30	1,39	2,59	46,33
80-90	1,3	2,63	50,57	1,32	2,66	50,38	1,3	2,55	49,02	1,35	2,56	47,27
90-100	1,32	2,62	49,62	1,34	2,61	48,66	1,27	2,48	48,79	1,31	2,58	49,22
100-110	1,31	2,71	51,66	1,33	2,61	49,04	-	-	-	-	-	-
110-120	1,3	2,62	50,38	1,36	2,67	49,06	-	-	-	-	-	-
120-130	1,34	2,55	47,45	1,35	2,74	50,73	-	-	-	-	-	-
130-140	1,38	2,53	45,45	1,34	2,68	50,00	-	-	-	-	-	-
X середн.	1,32	2,58	48,87	1,34	2,60	48,64	1,32	2,57	48,70	1,38	2,61	46,94
КД «Руда» (чорнозем типовий, середньосуглинковий)												
	Рд-1			Рд-2			Рд-3			Рд-4		
0-10	1,19	2,40	50,4	1,21	2,43	50,2	1,21	2,40	49,6	1,26	2,30	45,3
10-20	1,37	2,60	47,3	1,37	2,52	45,6	1,41	2,50	43,7	1,48	2,63	43,8
20-30	1,41	2,60	45,8	1,42	2,62	45,8	1,46	2,60	43,8	1,45	2,62	44,6
30-40	1,43	2,71	47,2	1,42	2,56	44,5	1,45	2,60	44,3	1,44	2,59	44,4

Закінчення табл. 4.4.

40-50	1,38	2,60	46,93	1,45	2,65	45,31	1,38	2,45	43,70	1,44	2,58	44,19
50-60	1,37	2,61	47,58	1,39	2,48	44,06	1,37	2,51	45,35	1,41	2,56	44,87
60-70	1,34	2,65	49,45	1,37	2,58	46,90	1,35	2,62	48,45	1,39	2,55	45,56
70-80	1,31	2,53	48,27	1,31	2,52	48,06	1,34	2,57	47,84	1,36	2,65	48,68
80-90	1,29	2,61	50,63	1,29	2,62	50,81	1,33	2,72	51,15	1,34	2,71	50,57
90-100	1,3	2,62	50,38	1,24	2,55	51,34	1,31	2,69	51,38	1,35	2,76	51,04
100-110	1,30	2,64	50,76	1,27	2,54	50,00	-	-	-	-	-	-
110-120	1,27	2,57	50,58	1,32	2,61	49,43	-	-	-	-	-	-
120-130	1,25	2,61	52,11	1,29	2,63	50,95	-	-	-	-	-	-
130-140	1,22	2,59	52,90	1,29	2,59	50,19	-	-	-	-	-	-
X середн.	1,32	2,59	48,97	1,35	2,62	48,57	1,38	2,57	46,15	1,38	2,58	46,47
КД «Басівка» (чорнозем типовий, середньосуглинковий)												
	Бс-1			Бс-2			Бс-3			Бс-4		
0-10	1,13	2,51	54,98	1,14	2,53	54,94	1,25	2,52	50,40	1,31	2,54	48,43
10-20	1,22	2,55	52,16	1,22	2,48	50,81	1,33	2,52	47,22	1,35	2,57	47,47
20-30	1,29	2,6	50,38	1,31	2,55	48,63	1,4	2,58	45,74	1,48	2,55	41,96
30-40	1,31	2,58	49,22	1,37	2,52	45,63	1,41	2,56	44,92	1,48	2,56	42,19
40-50	1,35	2,53	46,64	1,39	2,52	44,84	1,43	2,63	45,63	1,43	2,63	45,63
50-60	1,35	2,55	47,06	1,38	2,52	45,24	1,4	2,63	46,77	1,38	2,61	47,13
60-70	1,32	2,57	48,64	1,34	2,49	46,18	1,35	2,63	48,67	1,37	2,65	48,30
70-80	1,29	2,57	49,81	1,36	2,54	46,46	1,37	2,65	48,30	1,34	2,64	49,24
80-90	1,31	2,54	48,43	1,37	2,57	46,69	1,28	2,61	50,96	1,36	2,57	47,08
90-100	1,27	2,51	49,40	1,33	2,56	48,05	1,31	2,55	48,63	1,29	2,61	50,57
100-110	1,25	2,57	51,36	1,28	2,61	50,96	-	-	-	-	-	-
110-120	1,29	2,62	50,76	1,3	2,57	49,42	-	-	-	-	-	-
120-130	1,31	2,66	50,75	1,32	2,59	49,03	-	-	-	-	-	-
130-140	1,33	2,58	48,45	1,33	2,61	49,04	-	-	-	-	-	-
X середн.	1,29	2,57	49,86	1,32	2,55	48,28	1,35	2,59	47,72	1,38	2,59	46,80

Примітка: ρ_v – щільність будови; ρ_d – щільність твердої фази; P заг. – загальна шпаруватість (пористість); $X_{\text{середн.}}$ – середнє значення за профілем

За класифікацією щільності орних ґрунтів М. А Качинського (1965), чорноземи дослідних ділянок в більшості характеризуються як середньощільні (щільність будови в шарі 0–20 см змінюється в межах). Закономірно найменші значення щільності будови фіксуються в межах орного горизонту ($H_{\text{ор}}$ та $H_{\text{еор}}$), який постійно зазнає агротехнічного впливу (механічне подрібнення та розпушення ґрунту). Це підтверджується отриманими даними, при порівнянні яких, спостерігається і певна залежність від агрофону необхідного для вирощування сільськогосподарських культур. Зокрема, на дослідних ділянках де вирощувалась кукурудза («Руда» та «Кадиївці»), міжряддя зазнали

посиленого навантаження, що вплинуло на зростання показників щільність будови. Відносно ділянок з посівом зернових («Басівка», «Савинці»), щільність будови орного шару є дещо нищою, що на нашу думку пов'язано з порівняно меншим агротехнічним навантаженням, позитивним впливом та фізіологічною активністю мичкуватої кореневої системи злакових. Подібні результати представлені у публікаціях Медведєва, де вивчався вплив сільськогосподарських культур на агрофізичні властивості ґрунтів. [66, с. 166].

Зважаючи на те, що агротурбація орних ґрунтів в однаковій мірі проводиться по всій земельній ділянці, часто аграрії формують хибне уявлення про те що, щільність орного горизонту більш менш є однорідною не залежно від зміни гіпсометричних умов. Проаналізувавши результати досліджень наведені у колективній монографії С. Ю. Булигіна зі співавторами [6], ми погоджуємось з тим, що в перші тижні після оранки верхній шар ґрунту вирізняється надмірною розпушеністю з тенденцією до поступового самоущільнення. Проте результати виконаних власних досліджень у період формування рівноважної щільності, вказують на певні просторові неоднорідності.

У порівнянні з вододільною частиною рельєфу щільність будови орних чорноземів на схилах зростає у міру зростання еродованості рельєфу. Так, на фоні рівнинних вододільних ділянок показник щільності будови (у шарі 0–10 см) середньосуглинкових відмінах змінюється в межах 1,14–1,3 г/см³, у важкосуглинкових 1,19–1,24 г/см³. Найбільш відчутне зростання щільності будови в горизонтальному напрямку спостерігається у чорноземах типових (ділянка «Басівка») з максимальним показником на опуклій частині схилу (розріз Бс-4). Причиною цьому можуть слугувати зменшення потужності гумусового горизонту та залученням в оранку нижніх перехідних ґрунтових горизонтів з порівняно низькою пористістю [15].

Парадоксально, але агротехнічні заходи які спрямовані на розпушування орного шару, в той же момент зумовлюють надмірне механічне навантаження

на нижні горизонти, в результаті чого погіршуються умови для розвитку кореневої системи культурних рослин.

На відміну від орного шару, підорний є умовно прихованим і не завжди зазнає зовнішнього механічного впливу (розпушення, подрібнення). За даними В. В. Медведєва, ущільнений підорний горизонт чорноземів формується до глибини 50 см [69]. Однак, аналіз отриманих результатів засвідчив певні просторові відмінності формування нижньої межі підорного горизонту. Наприклад, на рівнинних вододільних ділянках переущільнена товща з показником $\geq 1,4$ г/см³ досягає глибини 40–50 см. В межах схилів, це й же показник фіксується до глибини 60–65 см [14].

Більш детальний аналіз профільного розподілу показників щільності будови в межах підорного горизонту засвідчує певну варіабельність ущільнення, яка проявляється з глибиною (рис. 4.6–4.7).

Зокрема, найбільші показники ущільнення фіксуються у верхній його частині на контакті з орним горизонтом. Відомо, що даний переущільнений технологічний прошарок ґрунту виділений науковцями під назвою плужна підощва (опресійний горизонт) [69], глибина формування якої залежить від технології оранки. Інформація щодо потужності та просторових особливостей формування плужної підощви досить обмежена. У наукових роботах присвячених дослідженню чорноземів Західного регіону йдеться про потужність 8–12 см, аномально переущільненого шару ідентифікованого як плужна підощва [60; 83]. На основі морфологічного аналізу ґрунтових розрізів та аналітичних досліджень можемо стверджувати про подібну потужність плужної підощви у досліджуваних ґрунтах з найбільшими фіксованими показниками щільності будови 1,4–1,5 г/см³. Крім того, варто зазначити, що ступінь вираження плужної підощви не однаковий. В окремих ґрунтових профілях (Кд-1, Бс-1, Бс-2) щільність будови на цьому рівні плавно зростає з глибиною, без різких відхилень. Ми припускаємо, це пов'язано з глибиною проникнення ґрунтооброблювальних механізмів, які можливо частково вплинули на розпушенням підорного горизонту. Варто зазначити, що саме у

плужній підшві акумулюється ущільнення й утворюються умови для поступового формування переущільнення в активній частині кореневмісного шару.

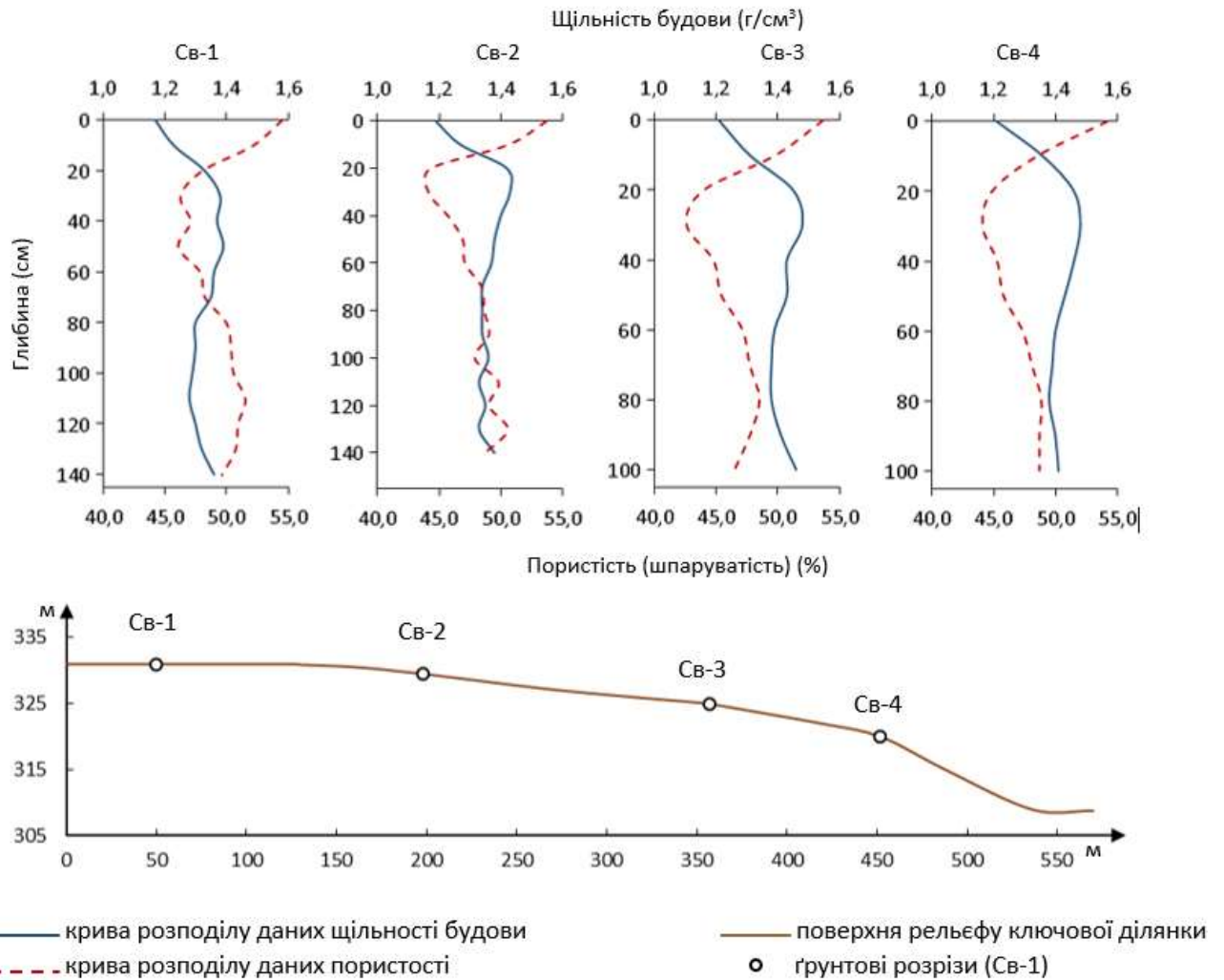


Рис. 4.6. Просторова неоднорідність показників щільності будови та пористості (КД «Савинці», ґрунт: чорнозем опідзолений важкосуглинковий)

Нище підорного горизонту щільність будови чорноземів типових відчутно зменшується, особливо при наявності кальцій карбонатів та ділянок з активною зоотурбацією (ділянки з кротовинами, численними мурашиними ходами та червоточинами) $1,25\text{--}1,32\text{ г/см}^3$. Інша картина простежується у чорноземах опідзолених де діапазон зміни показників щільності будови є доволі малим з чіткою тенденцією до зростання, особливо у горизонтах з ознаками оглеєння $1,4\text{--}1,46\text{ г/см}^3$.

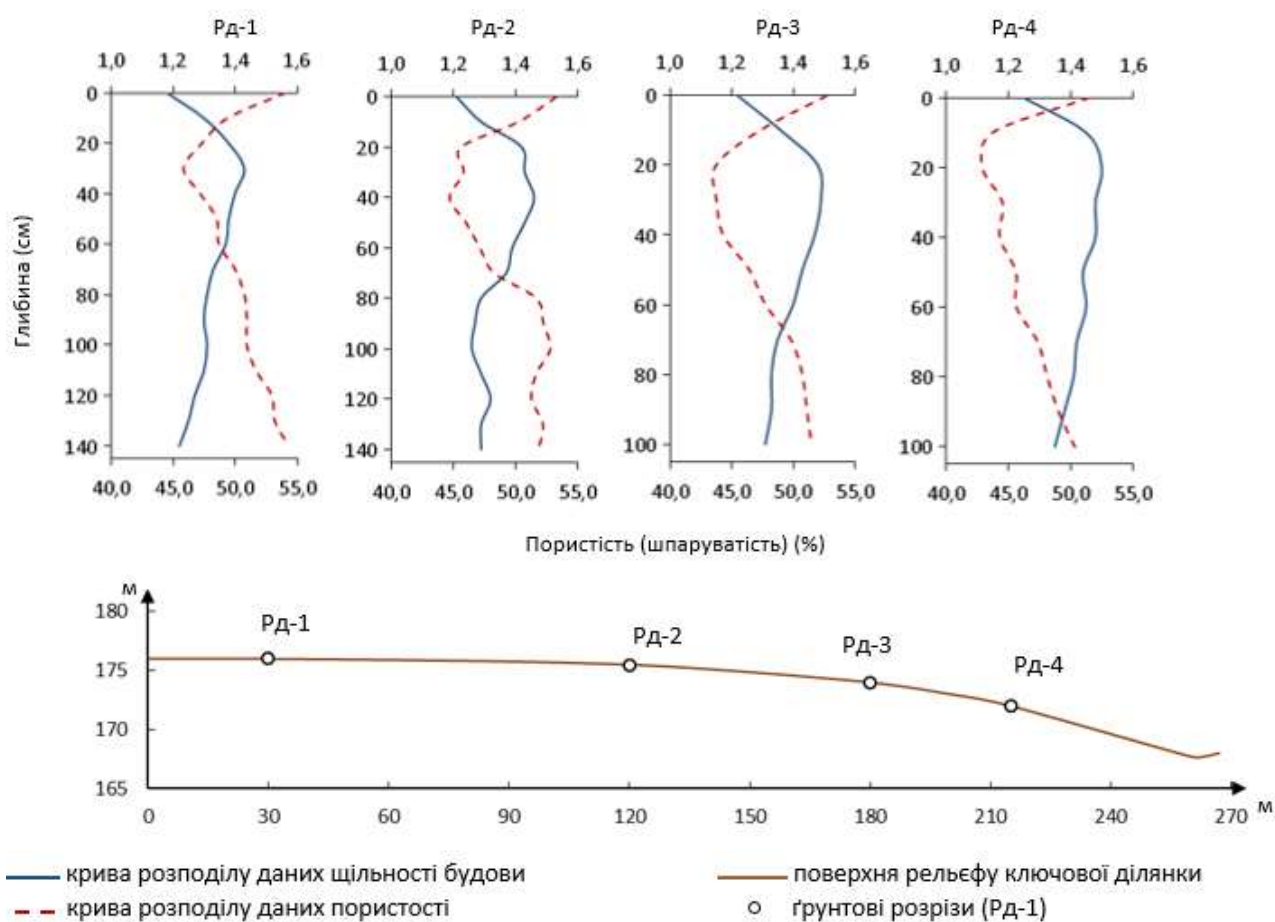


Рис. 4.7. Просторова неоднорідність показників щільності будови та пористості (КД «Руда», ґрунт: чорнозем типовий середньосуглинковий)

З наведених вище даних, **пористість** чорноземів перебуває у тісному взаємозв'язку із щільністю будови. Цей зв'язок виражається в обернено пропорційній залежності, тобто зі збільшенням пористості закономірно щільність будови зменшується і навпаки [22]. Насамперед агрогенний вплив зумовлює не тільки зміни геометрії, але й зменшення порового простору ґрунтових горизонтів. У середньому величина пористості коливається в межах 40–60 % від об'єму ґрунту. В орних ґрунтах пористість нижче 30–40 % вважається агрономічно не сприятливою (Ковда, 1973). Як зазначає В. В. Медведєв, розорювання цілинних чорноземів призводить до зростання міжагрегатної та зниження внутрішньоагрегатної пористості [69]. Дослідженнями О. В. Демиденка встановлено, що при системній оранці на

одиницю зростання загальної шпаруватості (пористості) відбувається зниження об'єму шпарин із капілярною вологою та шпарин, зайнятих повітрям у співвідношенні 1,7:1, а за поверхневого обробітку – 0,25:1 [36].

Власні результати досліджень виразно вказують на профільну диференціацію чорноземів височини за показниками пористості, які корелюються у відповідності з величиною щільності будови. Зокрема орні горизонти чорноземів вододільних плато та прилеглих слабопохилих частин схилів характеризуються відмінною пористістю (50–60 %). В межах підорних горизонтів чітко простежується тенденція до зменшення, а в окремих випадках до різкого зменшення пористості.

В межах середньо- та сильноеродованих схилових ділянок фіксується відчутне погіршення фізичних властивостей орних чорноземів території дослідження. Зокрема, статистичні дані орних та підорних горизонтів свідчать про незадовільну пористість (<50 %). На етапі польових робіт це відчувалось при закладанні розрізів та підтверджено під час морфологічного опису ґрунтових горизонтів.

Важливо відзначити, що неоднорідність розподілу гранулометричних фракцій, структурно-агрегатного складу, вмісту органічної речовини, особливостей обробітку відображаються і на показниках пористості. Для доказу цього, досить розглянути матрицю даних, яка відображає зростання різниці між показниками пористості порівнюваних горизонтів з різних частин дослідних ділянок вододільних плато і схилового рельєфу. Зокрема, найбільш вітчутна різниця за показниками пористості спостерігається на рівні підорного горизонту в межах середньо- та сильноеродованих ділянок. Зі зміною ландшафтних умов (між вододільним плато та схиловим рельєфом) спостерігається плавне зростання просторової неоднорідності за показниками пористості (рис. 4.8). Зокрема, найбільш вітчутна різниця за показниками пористості спостерігається на рівні підорного горизонту в межах середньо- та сильноеродованих ділянок. Зі зміною ландшафтних умов (між рівнинним

вододільним та схиловим рельєфом) спостерігається плавне зростання просторової неоднорідності за показниками пористості.

КД «Басівка» (Бс) чорнозем типовий середньосуглинковий

Глибина (0-10 см)					Глибина (20-30 см)					Глибина (50-60 см)				
	Бс-1	Бс-2	Бс-3	Бс-4		Бс-1	Бс-2	Бс-3	Бс-4		Бс-1	Бс-2	Бс-3	Бс-4
Бс-1	-	0,04	4,58	6,55	Бс-1	-	1,75	4,64	8,42	Бс-1	-	1,82	0,29	0,07
Бс-2	0,04	-	4,54	6,51	Бс-2	1,75	-	2,89	6,67	Бс-2	1,82	-	1,53	1,89
Бс-3	4,58	4,54	-	1,97	Бс-3	4,64	2,89	-	3,78	Бс-3	0,29	1,53	-	0,36
Бс-4	6,55	6,51	1,97	-	Бс-4	8,42	6,67	3,78	-	Бс-4	0,07	1,89	0,36	-

КД «Савинці» (Св) чорнозем опідзолений важкосуглинковий

Глибина (0-10 см)					Глибина (20-30 см)					Глибина (50-60 см)				
	Св-1	Св-2	Св-3	Св-4		Св-1	Св-2	Св-3	Св-4		Св-1	Св-2	Св-3	Св-4
Св-1	-	1,5	2,3	3,6	Св-1	-	2,2	3,7	2,1	Св-1	-	0,4	4,09	2,99
Св-2	1,5	-	0,8	2,1	Св-2	2,2	-	1,5	0,1	Св-2	0,4	-	4,49	3,39
Св-3	2,3	0,8	-	1,3	Св-3	3,7	1,5	-	1,6	Св-3	4,09	4,49	-	1,1
Св-4	3,6	2,1	1,3	-	Св-4	2,1	0,1	1,6	-	Св-4	2,99	3,39	1,1	-

Класи показників різниці пористості (%):

	<1		3-6
	1-3		>6

Рис. 4.8. Матриці порівняння даних різниці пористості повнопрофільних та еродованих чорноземів Придністерської височини (Бс-1, Св-1... – ґрунтові розрізи)

Додатково локальне зростання просторової неоднорідності фізичних властивостей орних ґрунтів в тому числі і чорноземів може зумовлюватись утворенням аномально переуцільнених лінійних ділянок внаслідок проходів машинно-тракторних агрегатів. Фактично ущільнення орного горизонту в зоні контакту шин та ґрунту є беззаперечним фактом [71]. Однак, інтенсивність такого впливу визначається ваговою категорією та кількістю проходів МТА в межах однієї і тієї ж колії.

Це засвідчено і нашими дослідженнями. Зокрема в межах колії, сформованої після одноразового проходження зернозбирального комбайна, показники щільності будови зростають на 4–5 %, а на ділянках багаторазового проходження сільськогосподарської техніки зростання фіксуються на рівні 9–13 % [14].

Переуцільнення орного та підорного горизонту в межах технологічної колії різко знижує пористість, об'єм інфільтрації опадів, що в кінцевому результаті призводить до посилення площинного змиву та ерозійної нестабільності [15]. Окрім того, формування переуцільнених лінійних ділянок паралельних проєкції схилу зумовлює утворення мікрозаглиблень, які часто виступають тальвегами стоку для надлишку опадів (рис. 4.9).



Рис. 4.9. Утворення вимоїн в межах ущільнених коліях машинно-тракторних агрегатів [14]

Інтенсивного переущільнення зазнають периферійні частини земельних ділянок, де часто спостерігається найбільша концентрація колій машинно-тракторних агрегатів. Під час проведення польового етапу робіт ми фіксували аномально переущільненні периферійні ділянки поля, де очевидно концентровано розташовувалась значна кількість сільськогосподарської техніки для збору та транспортування врожаю. Насамперед, такі ділянки вирізнялись низькою кількістю рослинних залишків у вигляді стерні та сильно ущільненою поверхнею з «хаотичною» траєкторією колій, в межах яких спостерігаються численні тріщини шириною до 2 см [14].

4.2.3. Знеструктурення

В умовах традиційної системи землеробства, структура чорнозему є одним із ключових факторів, який визначає його продуктивність, оскільки обумовлює формування водно-повітряного, теплового режимів та впливає на розвиток біоти. З агрономічної точки зору, це один із найбільш динамічних показників, який змінюється в часі і просторі. Утворення структурних окремоостей (агрегатів) відбувається в результаті склеювання гранулометричних фракцій ґрунту органічними та мінеральними колоїдами [66].

Агрегація орних ґрунтів є результатом взаємозв'язку природного педогенезу та антропогенного впливу. Аналіз літературних джерел дав змогу виокремити низку причин, які впливають на даний процес. Зокрема, трансформація структурної організації та морфологічне вираження структурних агрегатів в конкретний проміжок часу пов'язані з:

- погодно-кліматичними явищами, які зумовлюють утворення площин ослаблення та тріщини (природне зволоження та висушування, замерзання і відтавання ґрунтової маси, набухання та зсідання);
- впливом кореневої системи сільськогосподарських культур, ґрунтової фауни різного розмірного класу;

- агротурбацією, що спричинює розпад ґрунтової маси на макро- і мікроагрегати під механічним впливом МТА та знарядь для обробітку ґрунту.

На відміну від періодичної трансформації, стійке довготривале погіршення структурно-агрегатного стану ріллі обумовлюється інтенсивністю прояву деградаційних процесів. Найбільш швидка втрата водостійкої ґрунтової структури відбувається на фоні зниження вмісту органічної речовини [6].

Загалом питання взаємозв'язку структурного стану ґрунтів з органічною речовиною вважається одним із ключових ґрунтознавчої науки для розробки механізмів накопичення та збереження вуглецю орними ґрунтами. Експериментальними дослідженнями, наведеними у колективних публікаціях Jastrow J.D et al. (1996), E. Meurer et al. (2020) підтверджено те, що переважна більшість органічного вуглецю зосереджено в макроагрегатах. Очевидно, руйнування структурно-агрегатних окремоостей цього розмірного класу є однією із причин посилення мінералізації гумусу. Згідно з дослідженнями фахівців зі Словацького університету сільського господарства (м. Нітра), вразливість структури ґрунту визначається не тільки кількісним, але й якісним складом гумусу [153].

У науковій літературі зустрічається значна кількість варіантів трактування поняття «знеструктурення». Зважаючи на вагомі досягнення у дослідженнях деградації чорноземів, у роботі ми використали варіант даного поняття запропонованого В. В. Медведєвим. Зокрема, під знеструктуренням ґрунту автор розуміє трансформацію макро- і мікроморфологічної будови зменшення кількості і водостійкості агрегатів, утворення брил кірки і тріщин [69]. Як критерії прояву знеструктурення використовують дані про структурний склад, коефіцієнти структурності та водостійкості.

Дослідження загрози знеструктурення чорноземів Придністерської височини проводились на основі даних структурно-агрегатного складу, в межах орного (0–20 см) та підорного (20–40 см) горизонтів, які зазнають посиленої періодичної трансформації під дією зовнішнього впливу. За результатами структурно-агрегатного складу проаналізовано вміст структурних агрегатів та

їхній розподіл за відповідним розмірним класом. В агрономічному аспекті, найбільш цінними вважаються агрегати розмірного класу від 0,25 до 10 мм. Понад 10 мм – брила, а менше 0,25 мм – пил. На основі даних сухого просіювання ситовим методом розраховано співвідношення між сумою агрономічно цінних та агрегатів (>10 мм і $<0,25$ мм), відображене коефіцієнтом структурності (K_c). Вважається, що чим вище значення показника K_c , тим краще оструктурені ґрунти. Мокре просіювання фракцій ґрунтових агрегатів проводилось методом Саввінова, на його основі розраховано та проаналізовано кількість водостійких агрегатів певного розміру разом з показником водостійкості.

Результати досліджень структурно-агрегатного стану чорноземів Придністерської височини наведені у додатку 3 та узгоджуються з даними макроморфологічного аналізу. В ході досліджень підтверджено агротехнічний вплив на структурно-агрегатний стан орних чорноземів вододільних плато і схилового рельєфу.

Загальний характер структурно-агрегатного складу чорноземів типових та опідзолених відображає риси притаманні орним відмінам. Аналіз даних вказує на просторові неоднорідності показників вмісту структурних агрегатів різного розміру, коефіцієнтів структурності та водостійкості, які змінюються в межах вододільних плато та схилового рельєфу.

З агрономічної точки зору добре оструктуреними є ті ґрунти, у яких переважають агрегати розміром 0,25–10 мм (агрономічно цінні). За оцінкою структурного стану ґрунтів (розробленою С. І. Долговим та П. У. Бахтіним) в автоморфних умовах чорноземи типові характеризуються добрим структурним станом. Вміст агрономічно цінних агрегатів в орному горизонті (0–20 см) становить 61,77–62,67 %. Помітне зниження даного показника простежується у чорноземах опідзолених (52,03–60,96 %), що вказує на задовільний структурний стан.

В умовах періодичних ґрунтооброблювальних операцій чорноземи території дослідження зазнали інтенсивної трансформації структури. Спільною

рисуою для досліджуваних ґрунтів є абсолютне домінування брилистої фракції (>10 мм), вміст якої становить 31–42 %. Найбільший вміст даної фракції характерний для чорноземів опідзолених важкосуглинкових (розріз Св-1). Вміст пилу (<0,25 мм) коливається в межах 5–7 %. Найменший вміст неагрегованого пилу зафіксований на ділянці «Басівка» (розріз Бс-1) – 2,19 %. Серед агрономічно цінних агрегатів домінують грубозерниста (5–7 мм) та зерниста (3–2 мм) фракції. Коефіцієнт структурності орного горизонту перевищує 1. Найбільший він становить для чорноземів типових 1,6.

На період польових досліджень орні горизонти вирізнялись грудкувато-порохуватою структурою. В підорних горизонтах акумуляція механічного впливу зумовила формування горіхувато-грудкуватої рідше оприсійної структури. Очікувано, найбільшої трансформації зазнали підорні горизонти (20–40 см). Надмірний механічний вплив призвів до погіршення структурно-агрегатного складу вміст агрономічно цінних агрегатів знизився на 8–13 % до рівня задовільного структурного стану. Це призвело до зниження коефіцієнта структурності ґрунту (на глибині 20–40 см), який для нееродованих чорноземів опідзолених становить 0,85–1,2, та типових – 1,36–1,49. Зниження коефіцієнта структурності відбувається за рахунок зростання брилистих та грудкуватих структурних агрегатів.

Агрегатний склад – динамічна характеристика. Агрегати періодично утворюються і руйнуються. Ступінь змін структури ґрунту залежить від його стійкості до зовнішніх впливів [66]. Зважаючи на це, не всі агрегати розміром 0,25 – 10 мм є агрономічно цінними. Такими можуть бути, лише ті з них, які є водотривкими, тобто здатні протистояти руйнівній дії води. Водостійкість структурних фракцій збільшується обернено пропорційно до їхніх розмірів. На думку В. В. Медведєва, тривалий агрогенний вплив призводить до значного зменшення вмісту водостійких агрегатів (0,25–10 мм). За оцінкою вмісту водостійких агрегатів чорноземи опідзолені вирізняються задовільним структурним станом. Добрий структурний стан притаманний чорноземам типовим.

Отже, серед автоморфних відмін найкращі показники структурно-агрегатного складу притаманні чорноземам типовим (КД «Руда»). Сільськогосподарський вплив значно погіршив структурний стан чорноземів опідзолених важкосуглинкових (КД «Савинці»).

Нехтування ґрунтозахисними технологіями в межах схилового рельєфу призводить до посиленої деформації та руйнування макроагрегатів, що в кінцевому результаті призводить до зниження здатності агрегатів чинити опір руйнуванню, через надмірний механічний вплив та деградацію. Під час польового етапу робіт ми неодноразово спостерігали прояви знеструктурування, як в межах вододільних плато, так і еродованого схилового рельєфу (рис. 4. 10).



а)



б)

Рис. 4.10. Структурно-агрегатний стан орного шару у передпосівний період (КД «Савинці», чорнозем опідзолений) (а) вододільне плато; б) еродована ділянка схилу)

Як показали аналітичні дослідження, структурний стан чорноземів схилового рельєфу змінюється зі зростанням еродованості території. У структурно-агрегатному складі ґрунтів переважають брилисті фракції розміром понад 10 мм, вміст яких коливається від 40,18 % до 58,72 %. Розпилення орного горизонту ґрунтів при цьому не надто виражене, вміст агрегатів розміром менше 0,25 мм становить 0,25–3,58 %. За агротехнічними вимогами показник

брилуватості понад 30 % свідчить про низьку ефективність ґрунтообробних операцій. Якщо восени значна кількість брил після оранки не є критичною, тому що сприяє затримуванню снігу в зимовий період і до весни їхня кількість значно знижується, то в передпосівний весняний період помітна брилуватість є неприпустимою.

Для чорноземів опідзолених еродованих схилового рельєфу вміст агрономічно цінних агрегатів в орному шарі знижується відповідно до крутості поверхні з 53–48 % у верхній частині схилу до 44–37 % на опуклих еродованих ділянках. Подібна тенденція простежується на рівні підорного горизонту з певним зниженням показників на 5–10 %, відповідно.

Чорноземи типові еродовані Придністерської височини за вмістом агрегатів розміром 10–0,25 мм в більшості характеризуються задовільним структурним станом (40–60 %), лише середньо- та сильноеродовані відміни вирізняються помітним зниженням даного показника до рівня незадовільного структурного стану. Серед мезоагрегатів переважають дрібноґрундкуваті. Оранка та ерозійні процеси значно змінили структурний стан чорноземів типових, для яких в цілих умовах характерне домінування зернистої фракції.

Загалом структурний стан чорноземів схилового рельєфу змінюється від задовільного до незадовільного та корелюється з величиною коефіцієнта структурності – 1,2–0,5. Показник водостійкості в орному горизонті становить 95–120 та 107–130 – в підорному. Добра водостійкість властива орним горизонтам незмитих відмін досліджуваних ґрунтів. Різного ступеня еродовані чорноземи вирізняються задовільною водостійкістю.

У вивченні проблеми знеструктурення схилових чорноземів розподіл розмірів агрегатів сухого просіювання можна використовувати для прогнозування стійкості до механічних впливів та вітрової ерозії. Зниження стійкості ґрунтових агрегатів може слугувати причиною розвитку негативних процесів, в тому числі ерозії ґрунту та інших форм деградації земель [90].

4.2.4. Знебарвлення

У системі ґрунтознавчих досліджень проблема трансформації природного кольору чорноземів майже не розглядається. Ми припускаємо, це пов'язано зі значною суб'єктивністю наявних методів оцінки, великими витратами на високоточне оптичне обладнання та широким колом факторів, які впливають на інтенсивність прояву колірної тональності.

В перше, колір як індикатор прояву деградаційних процесів розглянуто у фундаментальній праці А. І. Крупенікова. На основі експериментальних досліджень, автор вказує на зв'язок між кольором орного горизонту чорноземів та температурним режимом, який формується під впливом сонячної радіації. Крім того, основною причиною знебарвлення чорноземів автор називає дегуміфікацію [56].

У своїй роботі ми погоджуємось з думками авторитетного ґрунтознавця і вважаємо, що інформація про колір (колірні параметри – авт.) має широке прикладне значення при аерофотозйомці та картографуванні, для оцінки теплового балансу ґрунтів, однак найважливішим аспектом є розробка швидких кількісних методів аналізу відкритої поверхні орних ґрунтів та ідентифікації осередків прояву деградаційних процесів (дегуміфікації та ерозії).

Зважаючи на те, що гумусо-акумулятивний горизонт чорноземів є найчутливішим до впливу зовнішнього середовища і найактивніше зазнає трансформації природних властивостей, дані кількісного моніторингу колірних параметрів дадуть змогу сформувати чітку систему ризиків та індивідуально визначити межу «шкідливості» наявних технологій ґрунтокористування. Як свідчить світова практика, ці дані широко використовуються для потреб точного землеробства, запровадження технологій агролісівництва та адаптивно ландшафтно-екологічної системи землеробства, як перспективних напрямків раціонального ґрунтокористування у боротьбі з кліматичними змінами [157].

У даному підрозділі нами здійснена спроба на базі технології контактного сканування ґрунтових зразків (відібраних з орного горизонту) підтвердити прояв знебарвлення чорноземів на макроморфологічному рівні. За основу взято

методику проведення колориметрії ґрунту розглянутої у публікаціях, як вітчизняних, так і закордонних фахівців: Viscarra Rossel (2006), І. В. Костенко (2008), К. В. Андрусевич (2013), Н. П. Кірілової (2015), В. А. Горбаня та ін. (2019). У роботі Levin et al. (2005) вказується на певну суб'єктивність при визначенні кольору ґрунту на основі шкали Манселла, тому для апаратного визначення кольору чорнозему ми використали сканер бюджетної моделі CanoScan LiDE 70 та заздалегідь підготовлені ґрунтові зразки. Детальний алгоритм виконання колориметрії наведений у підрозділі 1.3.1.

Первинну інформацію про колір орного шару досліджуваних ґрунтів ми отримали на етапі виконання польових робіт. В польових умовах, візуально чітка зміна кольору гумусо-аккумулятивного горизонту спостерігалась лише при порівнянні зразків з протилежних частин катен. Окрім цього, у певний проміжок часу ми побачили зміну колірної тональності цих же зразків, що пов'язано зі зменшенням вологості ґрунтової маси.

На основі аналізу літературних джерел та власних спостережень для ідентифікації прояву деколоризації ми ставили перед собою наступні завдання:

1. За ідентичних умов з'ясувати зміну колірних параметрів зразків у сухому та зволоженому стані;
2. На основі корелятивного аналізу встановити вплив вмісту гумусу на зміну колірних параметрів зразків;
3. На основі порівняльного аналізу даних та математичних обчислень визначити кількісне вираження колірної відмінності ґрунтових зразків.

Сканування твердої фази на макроморфологічному рівні дало змогу отримати цифрові зображення за стандартизованих умов для усіх зразків загалом. Це дозволило провести загальний візуальний аналіз зображень та сформулювати загальне уявлення про зміну кольору (рис. 4.11).

Зміна колірної тональності простежується в усіх варіантах. У зразках вологого стану спостерігається зниження ступеня вираження колірної відмінності, що пов'язано зі світлопоглинальними властивостями води. Ця

оптична властивість ґрунту важлива при вивченні вологості та вмісту органічної речовини.

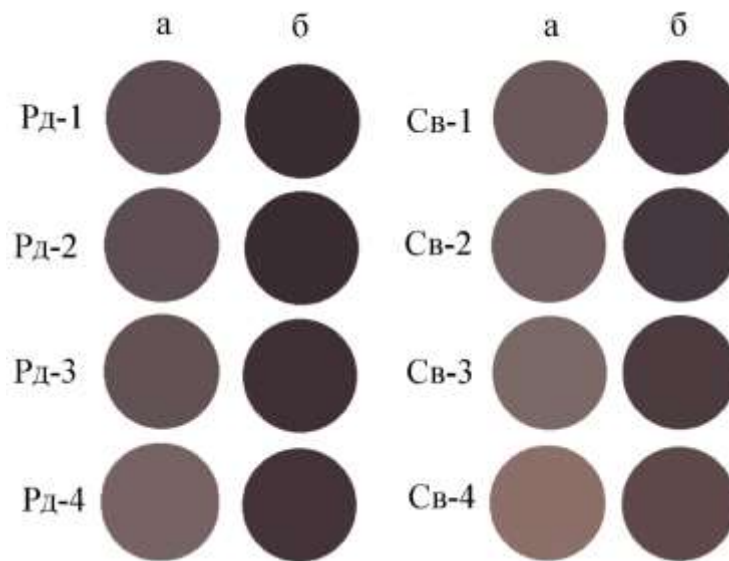


Рис. 4.11. Колір ґрунтових зразків у сухому (а) та зволоженому (б) стані

В контексті зорового сприйняття людиною-спостерігачем цифрові зображення зволжених та сухих зразків сприймаються, як домінування двох різних за яскравістю темноколірних тонів. Серед варіантів порівняння зразків у сухого стану, помітні колірні відмінності спостерігаються між зразками відібраними на вододільних плато (розрізи Рд-1 та Св-1) та опуклих схилових ділянках (розрізи Рд-4, Св-4).

Однак, для визначення колірних відмінностей візуального аналізу недостатньо, тому отримані цифрові зображення сканів опрацьовувались у відкритому графічному редакторі Irfan View, для отримання кількісних даних за градаціями каналів RGB з використанням опції «Гістограма». Наступний крок включав конвертацію отриманих даних в колірну систему СІЕ (Internationale Commission de l'eclairage) $L^*a^*b^*$. Алгоритм перетворювання реалізовано на базі математичної моделі [141].

У дослідженні кольору чорноземів система СІЕ $L^*a^*b^*$ зручна тим, що величина ахроматичного параметру яскравості (L^*) залежить від вмісту, гумусу та зволоження, хроматичні параметри (a^*) та (b^*) свідчать про концентрацію

мінеральної складової [156; 158]. Окрім цього, діапазони показника колірних відмінностей (ΔE_{00}) адаптовані до візуальної оцінки спостерігачів, що полегшує інтерпретацію сприйняття кольору при порівнянні ґрунтових зразків [148]. Зважаючи на це, дані параметрів L^* , a^* та b^* ми використали, як базові для встановлення загальних кількісних порівнянь та визначення показника колірної відмінності (ΔE_{00}). Отримані результати вмісту гумусу та колориметричних даних ґрунтових зразків чорноземів Придністерської височини наведені у таблиці 4.6 [157].

Таблиця 4.6.

Колориметричні дані ґрунтових зразків сухого та вологого стану

Розріз	Зразок №	n	Ґрунтовий горизонт	Глибина см	Вміст гумусу %	Зволожені			Сухі			ΔE_{00}
						L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*	
КД «Басівка» (Бс), чорнозе типовий середньосуглинковий												
Бс-1	Бс-1Н	3	Н <i>ор</i>	0-20	3,47	19,3	10,1	-0,2	36	11	1,7	12,67
Бс-2	Бс-2Н	3	Н <i>ор</i>	0-20	3,21	19,9	10,5	-0,1	36,6	11,3	1,8	12,75
Бс-3	Бс-3Н	3	Н+Нр <i>ор</i>	0-20	2,42	21,6	11,2	0,6	39,02	12	3,1	13,67
Бс-4	Бс-4Н	3	Н+Нр <i>ор</i>	0-20	1,83	23,8	11,5	0,5	41,3	11,8	4,3	14,26
КД «Руда» (Рд), чорнозем типовий середньосуглинковий												
Рд-1	Рд-1Н	3	Н <i>ор</i>	0-20	3,63	18,6	10,1	-0,2	34,4	10,8	0,8	11,77
Рд-2	Рд-2Н	3	Н <i>ор</i>	0-20	3,32	19,2	10,3	-0,1	34,9	10,9	1,4	11,80
Рд-3	Рд-3Н	3	Н+Нр <i>ор</i>	0-20	2,58	20,7	11,2	0,7	36,8	10,8	2,3	12,34
Рд-4	Рд-4Н	3	Н+Нр <i>ор</i>	0-20	2,05	22,6	11,7	1,1	38,7	12	3,8	12,72
КД «Савинці» (Св), чорнозем опідзолений важкосуглинковий												
Св-1	Св-1Н	3	Не <i>ор</i>	0-20	3,38	23,1	10,7	-2,4	40,1	12,4	3,2	16,66
Св-2	Св-2Н	3	Не <i>ор</i>	0-20	3,03	25	8,7	-1	41,7	11,3	2,4	13,89
Св-3	Св-3Н	3	Не+Нрі <i>ор</i>	0-20	2,46	27,3	11	1,9	47,3	10	4,8	15,27
Св-4	Св-4Н	3	Не+Нрі <i>ор</i>	0-20	1,9	34,4	14,1	4	51,1	14,8	9,9	15,87
КД «Кадиївці» (Кд), чорнозем опідзолений середньосуглинковий												
Кд-1	Кд-1Н	3	Не <i>ор</i>	0-20	3,51	21,3	8,7	-1,4	37,2	9	1,2	12,37
Кд-2	Кд-2Н	3	Не <i>ор</i>	0-20	3,43	21,7	13,4	0,2	41,4	10,3	1,5	15,77
Кд-3	Кд-3Н	3	Не+Нрі <i>ор</i>	0-20	2,96	23,4	11,8	1	42,8	11,4	4,6	15,83
Кд-4	Кд-4Н	3	Не+Нрі <i>ор</i>	0-20	2,18	29,7	12,1	3,3	45,9	11,8	6,2	14,01

Примітка: n – повторність

Для визначення особливостей впливу зволоження на зміну кольору чорноземів, фіксація колірних параметрів відібраних зразків відбувалась у два

етапи: сканування заздалегідь підготовлених зразків у сухому стані та сканування цих же зразків у стані максимального зволоження.

Порівняльний аналіз отриманих результатів свідчить про явну зміну кольору ґрунтових зразків під впливом зволоження. Серед колірних параметрів найбільший діапазон коливання притаманний для яскравості (L^*). Зокрема, при зволоженні яскравість, зразків знизилась на 54–62 %. Незначні коливання притаманні ахроматичному показнику a^* , значення якого > 0 і вказують на присутність червоної складової кольору. Перемінна зміна статистичних значень показника b^* свідчить про зміну тональності в сторону жовтої та синьої складової кольору. Крім того зволоження в усіх випадках призводить до зниження показника b^* .

Варто зазначити, що при порівнянні даних колірних параметрів твердої фази зразків двох станів спостерігається нерівномірний діапазон їхньої різниці. Для більш глибокої оцінки кольору розраховано показник ΔE_{00} . Для чорноземів типових середній показник ΔE_{00} становить 12,75, в – опідзолених він досягає рівня 14,96. За оцінкою показника ΔE_{00} , наведеній у публікації W.S. Mokrzycki (2012), при порівнянні цифрових знімків твердої фази сухого і зволоженого стану формується враження, що це два різних кольори.

Отже, за результатами візуального аналізу та кількісних розрахунків, можна стверджувати про значний «маскувальний» вплив вологи на об'єктивне визначення кольору твердої фази чорноземів.

Наступний крок у визначенні взаємозв'язку між гумусованістю та кольором твердої фази чорноземів, побудований на аналізі даних вмісту гумусу та колірних параметрів зразків лише сухого стану.

Зважаючи на природу формування гумусо-акумулятивного горизонту чорноземів, вміст органічної речовини беззаперечно впливає на його колір. В польових умовах за відсутності даних складних аналітичних досліджень оцінка окремих властивостей ґрунтів проводиться доволі узагальнено, проте оперуючи об'єктивними колориметричними даними з'являється можливість якісної і кількісної характеристики ґрунтів з високим рівнем деталізації відповідної

інформації. Зокрема, у публікації Moritsuka et al. (2014) звертається увага на можливість використання колірних параметрів системи CIE L*a*b* для оцінки вмісту органічної речовини та заліза в поверхневих шарах орних ґрунтів. Результати експериментальних досліджень на ведених у публікаціях Н. Gunal et al. (2008), В. А. Горбань та ін. (2019), А. І. Herts et al. (2021) свідчать про існування зв'язку між умістом органічної речовини (С %) та значенням яскравості (L*) кольору ґрунту, відображеного в просторі системи CIE L*a*b*.

Високий рівень узагальненості інформації та відсутність уніфікованої математичної моделі, відображення взаємозв'язку між вмістом гумусу та кольором твердої фази на макроморфологічному рівні, обумовили проведення кореляційного аналізу між зазначеними величинами на основі власних статистичних даних. При проведенні даного аналізу враховувались коректність взаємозалежності, характер розподілу та кількісний вимір параметрів наведених у таблиці 4.6. Також для відображення залежності між величинами, визначено достовірність апроксимації статистичних даних у вигляді рівняння регресії та встановлено вид залежності $y=f(x)$ відповідно до виду емпіричної формули. Результати аналізу предствалені у вигляді комбінованої точкової діаграми, яка вважається найкращою для ілюстрації ступеня кореляції двох змінних (рис. 4. 12).

Представлені результати цілком узгоджуються з висновками наведених у вищезазначених колективних публікаціях. На основі корелятивного аналізу відображено тісний зворотній зв'язок між загальним умістом гумусу та параметром яскравості (L*) ґрунтових зразків, як чорноземів типових так і опідзолених. За оцінкою величини коефіцієнта кореляції для чорноземів типових характерний дуже сильний зв'язок між зазначеними величинами ($R^2 = 0,9$), тоді як для чорноземів опідзолених $R^2 = 0,81$ і свідчить про дещо меншу тісноту зв'язків. На нашу думку це зумовлено присутністю кремнеземистої присипки у ґрунтових зразках відібраних на схилових ділянках з чітко вираженою еродованістю (розрізів Св-4 та Кд-4).

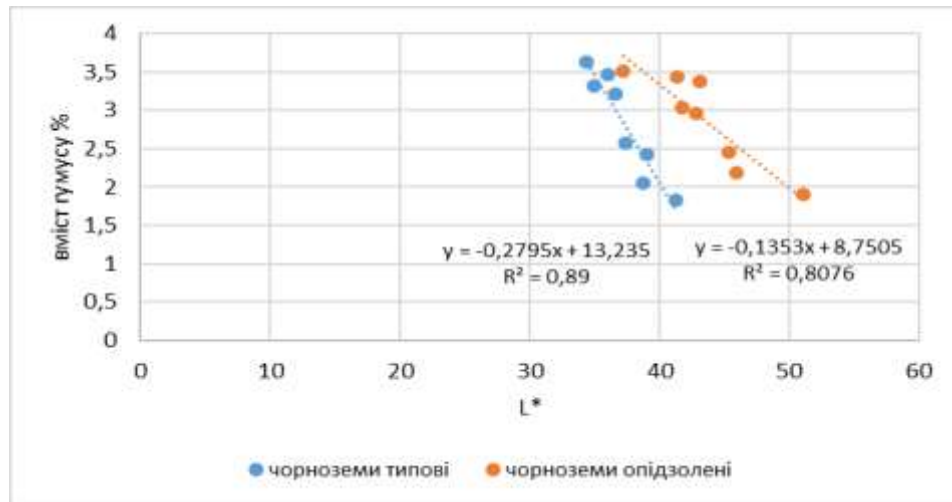


Рис. 4.12. Взаємозалежність яскравості від вмісту гумусу

В рамках колориметричних досліджень ґрунту на базі системі СІЕ $L^*a^*b^*$, окрім яскравості, важливу роль відіграють хроматичні складові кольору a^* та b^* . Особливу цінність ці параметри мають для ґрунтів з домінуючою мінеральною складовою. Оскільки дегуміфікація впливає на вміст гумусу та його якісний склад, а приорювання нижніх перехідних горизонтів змінює темноколірну тональність гумусо-акумулятивного горизонту, ймовірно це повинно вплинути на зростання показників a^* та b^* [157]. Загально відомо, що колір гумінових кислот наближений до чорного, а фульвокислот до жовтого. Для підтвердження наших припущень, ми провели відповідний корелятивний аналіз з визначення взаємозв'язку між вмістом гумусу у зразках та ахроматичними параметрами кольору a^* та b^* твердої фази у сухому стані (табл. 4.6). Результати аналогічно представлені у вигляді точкової діаграми з математичними моделями обрахунків (рис. 4.13).

Дані показника a^* в усіх випадках >0 , що свідчить про наявність червоної складової кольору у цифрових зображеннях твердої фази досліджуваних ґрунтів. Однак, величина коефіцієнта кореляції даного показника ($R^2 = 0,32$) вказує на слабкий її вплив у формуванні кольору чорноземів. Хоча при порівнянні статистичних даних найбільше зростання показника a^* зафіксоване у зразку Св-4Н відібраному на еродованій опуклі ділянці схилу.

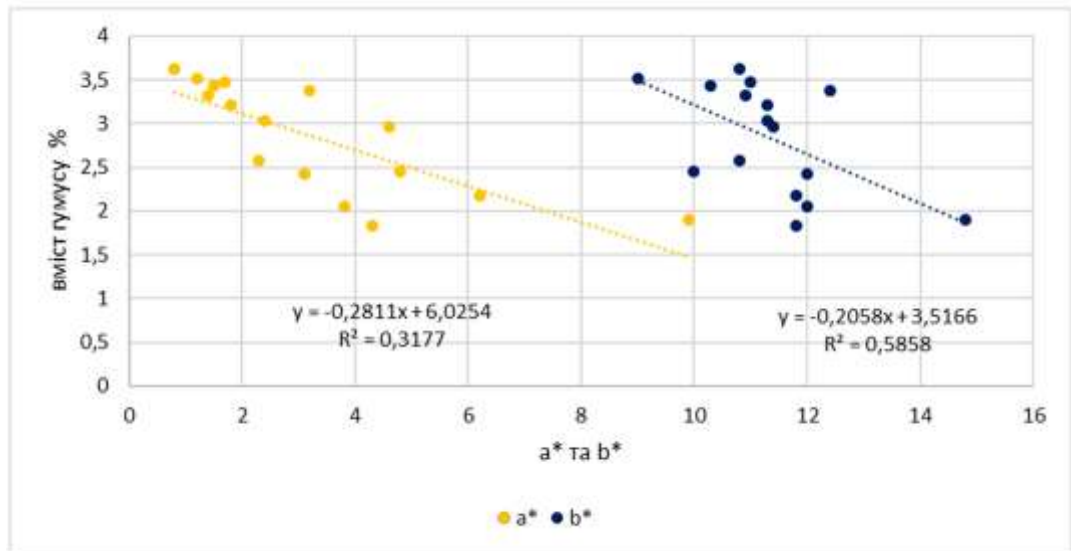


Рис. 4.13. Взаємозалежність хроматичних параметрів (a^* та b^*) від вмісту гумусу

Що стосується показника b^* , то у розподілі ахроматичних кольорів спостерігаються домішки жовтої компоненти кольору ($b^* > 0$). Коефіцієнт кореляції ($R^2 = 0,59$) свідчить про зростання ролі даного показника у формуванні кольору твердої фази чорноземів. Особливо це чітко проглядається при порівнянні статистичних даних показника b^* , характерною рисою якого є зростання вниз по схилу.

Наступний етап дослідження спрямований на встановлення загальної колірної відмінності (ΔE_{00}), що дасть змогу з'ясувати інтенсивність прояву деколоризації чорноземів по відношенню до еталону порівняння. В нашому випадку еталонами вважаються дані колірних параметрів ґрунтових зразків сухого стану відібраних в межах вододільних плато. Для кожної дослідної ділянки визначений індивідуальний еталон. Почергове порівняння статистичних даних з наступним визначенням показника ΔE_{00} , реалізовано на базі алгоритму розробленого G. Sharma et al., (2005), що є у відкритому доступі у форматі (.xls). Оцінка отриманих даних проведена на основі градації показника ΔE_{00} наведеної у колективній публікації Mokrzycki (2012). Зручність використання цієї класифікації полягає в адаптації даних показника ΔE_{00} до особливостей візуального сприйняття кольору спостерігачем. Для ефективної

інтерпретації даних отримані результати досліджень відображені у вигляді матриці порівняння. Фон комірки відповідає визначеному класу (рис. 4.14).

На основі порівняння показників ΔE_{00} ми можемо стверджувати про чітку неоднорідність колірних параметрів орного шару дослідних ділянок. Проведені дослідження не дають змоги визначити ролі конкретного деградаційного процесу у погіршенні природного кольору чорноземів. Однак, з'являється можливість комплексно ідентифікувати просторові особливості та характер прояву знебарвлення чорноземів. Також варто зазначити, що за еталон взяті найбільш гумусовані ділянки вододільних плато, які зазнають дегуміфікації хоча з зменшою інтенсивністю у порівняно зі схилами.

Отже, ми можемо стверджувати, що внаслідок посиленого антропогенного впливу чорноземи зазнають трансформації свого природного кольору, в основному через прояв дегуміфікації та ерозійне зменшення потужності гумусо-акумулятивного горизонту. В межах дослідних ділянок ступінь вираження знебарвлення неоднорідний і залежить від перебігу згаданих деградаційних процесів. Найбільш інтенсивного знебарвлення ($\Delta E_{00} > 5$) зазнав орний горизонт дослідних ділянок «Савинці», «Кадиївці» та «Басівка». Наближення до порогового рівня фіксується на ділянці «Руда».

У підсумку слід зазначити, що використання кількісних і якісних характеристик кольору з використанням апаратного оптичного обладнання, дає змогу ідентифікувати прояв процесу знебарвлення орного шару з мінімальними витратами ресурсів і часу. Продемонстрована кореляція між показником яскравості та вмістом гумусу вказує на можливість використання колориметричних даних для оцінки вмісту гумусу на макроморфологічному рівні. Також застосування колориметрії є ефективним при дослідженні територій з неоднорідною структурою ґрунтового покриву або вивченні ґрунтів на заповідних територіях вкритих деревною рослинністю, непорушеним трав'яним покривом покрив, де колір ґрунту є прихований в умовах дистанційного зондування.

КД «Басівка» чорнозем типовий					КД «Руда» чорнозем типовий				
-	Бс-1Н	Бс-2Н	Бс-3Н	Бс-4Н	-	Рд-1Н	Рд-2Н	Рд-3Н	Рд-4Н
Бс-1Н	-	0,51	2,88	5,01	Рд-1Н	-	0,62	2,30	4,35
Бс-2Н	0,51	-	2,40	4,52	Рд-2Н	0,62	-	1,73	3,76
Бс-3Н	2,88	2,40	-	2,23	Рд-3Н	2,30	1,73	-	2,17
Бс-4Н	5,01	4,52	2,23	-	Рд-4Н	4,35	3,76	2,17	-

КД «Савинці» чорнозем опідзолений					КД «Кадіївці» чорнозем опідзолений				
-	Св-1Н	Св-2Н	Св-3Н	Св-4Н	-	Кд-1Н	Кд-2Н	Кд-3Н	Кд-4Н
Св-1Н	-	1,77	7,16	11,6	Кд-1Н	-	3,85	5,89	8,94
Св-2Н	1,77	-	5,75	10,74	Кд-2Н	3,85	-	2,79	5,57
Св-3Н	7,16	5,75	-	6,08	Кд-3Н	5,89	2,79	-	3,15
Св-4Н	11,6	10,74	6,08	-	Кд-4Н	8,94	5,57	3,15	-

Оцінка показника колірної відмінності (ΔE) з урахуванням візуального сприйняття кольору [148]

Межі класів	Характеристика	Колір*
$0 < \Delta E < 1$	різниця непомітна	
$1 < \Delta E < 2$	різницю помітить лише досвідчений спостерігач	
$2 < \Delta E < 3,5$	різницю помітить і недосвідчений спостерігач	
$3,5 < \Delta E < 5$	різниця чітко помітна	
$5 < \Delta E$	створюється враження, що це два різних кольори	

Примітка: модифіковано автором для візуальної інтерпретації даних; Св-1Н... – ґрунтові зразки відібрані в межах орного горизонту.

Рис. 4.14. Просторова неоднорідність колірних параметрів чорноземів Придністерської височини в межах орного горизонту

Вважаємо, що використання кольору, як індикатора фізичного стану ґрунту є перспективним для точкової оцінки ґрунтів дрібних фермерських господарств та присадибних ділянок реалізованої на основі регіональних

еталонних порівнянь. В умовах великих фермерських господарств застосування колориметрії ґрунту є доречним лише в поєднанні з аерофотозйомкою території на основі розроблених алгоритмів взаємодоповнення.

Висновки до розділу до розділу 4

1. Інтенсифікація сільського господарства впродовж останнього століття призвела до зниження вмісту гумусу у чорноземах в середньому на 37–40 %. За визначений часовий проміжок, найбільш інтенсивні втрати гумусу спостерігались на початку 80-х років. Аналіз статистичних даних підтвердив, помітний прояв дегуміфікації з різною просторовою інтенсивністю. Зокрема, вододільні плато є більш однорідними за вмістом гумусу, зміна якого визначається об'ємом надходження органічної речовини та інтенсивності його мінералізації. Для чорноземів схилів характерна чітка неоднорідність гумусованості в горизонтальному напрямі, яка посилюється у відповідності до ступеня змитості. Отримані показники Сгк:Сфк свідчать про домінування гуматного типу гумусу в автоморфних умовах та плавну зміну з гуматного на фульватно-гуматний тип гумусу в межах схилів.

2. Дослідження гранулометричного складу чорноземів вододільних плато та схилового рельєфу вказують на просторові відмінності у розподілі гранулометричних фракцій. В автоморфних умовах мобільність мулистої фракції чорноземів в більшості залежить від типу внутрішньогрунтових процесів, формування яких визначається генетичною природою ґрунтів та регіональними біокліматичними умовами. Аридизація мікроклімату, зміна інтенсивності внутрішньогрунтових процесів, ерозія, агротурбація в комплексі посилюють неоднорідність гранулометричного складу чорноземів на схилах. Зі зміною ландшафтних умов у чорноземах типових та опідзолених середньосуглинкових спостерігається тенденція до полегшання гранулометричного складу. Протилежний процес спостерігається у чорноземах опідзолених важкосуглинкових.

3. Переуцільнення чорноземів території дослідження є прямим наслідком агротехнічного впливу. Аналіз кривих розподілу показників щільності будови орних чорноземів засвідчив чітку профільну диференціацію ґрунтових горизонтів у вертикальному напрямі. Різкі коливання показників щільності будови та пористості фіксуються в зоні агротехнічного впливу, потужність якої становить 40–65 см. Найбільше ущільнення ґрунтової маси простежується на рівні плужної підшви, де показники щільності будови та пористості перевищують оптимальні значення. У стані рівноважної щільності будови простежується просторова неоднорідність агрофізичного стану чорноземів в горизонтальному напрямі, посилення якої зростає при наявності колій МТА.

4. Результати досліджень свідчать про неоднорідність структурного стану орних чорноземів, посилення якої зростає зі зміною ландшафтних умов. Найбільш стабільний агрегатний стан притаманний чорноземам вододільних плато, для яких характерне домінування агрономічно цінних агрегатів. Найнижчою стійкістю структурних агрегатів вирізняються чорноземи, сформовані на опуклих схилових ділянках, через явний вплив ерозійних процесів. Разом з тим, спостерігається вплив генетичної природи ґрунтів на вміст агрономічно цінних фракцій та водостійкість агрегатів: найбільш оструктуреними виявилися чорноземи типові.

5. Результати колориметрії та візуальний аналіз цифрових зображень твердої фази ґрунту вказують на явні ознаки знебарвлення орного горизонту досліджуваних чорноземів. Загалом, для всіх ґрунтових зразків доведено тісний зворотній зв'язок між загальним умістом гумусу, вологістю та параметром яскравості (L^*). Встановлено, що максимально об'єктивні колірні дані ґрунту формуються за умови найменшої вологості. Зростання показника яскравості (L^*) свідчить про зменшення вмісту основної пігментуючої речовини – гумусу, який забарвлює чорноземи у темноколірні відтінки. На фоні автоморфних чорноземів, чорноземи схилового рельєфу вирізняються динамічним процесом трансформації природного кольору.

РОЗДІЛ 5. НАСЛІДКИ ДЕГРАДАЦІЇ ТА ШЛЯХИ МІНІМІЗАЦІЇ ЇЇ ПРОЯВУ

5.1. Оцінка деградації чорноземів

Погіршення агрофізичного стану чорноземів унаслідок нераціонального ґрунтокористування, у наукових колах є широко відомим явищем [6]. Водночас, у країні останніми роками практично не впроваджується жодних масштабних програм, щоб мінімізувати деградацію ріллі. На думку О. В. Демиденка, основною причиною цієї проблеми є невідповідність застосовуваних агротехнологій принципам природного формування чорноземів. Автор вважає, що один із реальних напрямів розв'язання проблеми деградації чорноземів полягає у вдосконаленні технології обробітку ґрунту способом широкого впровадження ресурсощадних технологій, завдяки яким можна досягти подальшої адаптації сільськогосподарських культур до складних сучасних природно-кліматичних умов та зберегти агрофізичну рівновагу [36].

Інтенсивність процесу еволюції чорноземів в умовах агрогенезу є віддзеркаленням рівня антропогенного навантаження. Ґрунтовому покриву притаманна досить висока чутливість до дії зовнішніх чинників, у наслідок чого це один із найвразливіших компонентів біосфери. Отже, при зростанні антропогенного пресингу й порушенні збалансованих екологічних зв'язків у чорноземах розвиваються негативні процеси, які погіршують властивості та призводять до локального його руйнування [17].

Динамічність процесів, що відбуваються в ґрунті під впливом обробітку, а також його дія на родючість потребують систематичного вивчення змін агрофізичних показників чорноземів. У сучасних наукових публікаціях неодноразово порушувалося питання внесення інформації про агрофізичний стан орних ґрунтів під час паспортизації земель сільськогосподарського призначення, проте вони скоріш носять рекомендаційний характер і потребують механізмів адміністративного врегулювання.

Нехтування оцінкою агрофізичного стану орних ґрунтів є результатом споживацького підходу радянської системи, яка не вважала за доцільність вивчення фізичних властивостей ґрунтів під час великомасштабних обстежень. Цей вид інформації взагалі рідко використовувався в обґрунтування стратегій щодо підвищення родючості ґрунтів. Вважалося, що регулювання агрохімічного стану сприятиме зростанню врожайності культур. Лише в розрізі останніх десятиліть у зв'язку з глобальними явищами переущільнення, знеструктурення, ерозії, дегуміфікації орних ґрунтів зростає роль моніторингу загальних фізичних властивостей [70].

Важливою умовою об'єктивного агрофізичного обстеження є врахування генетичних особливостей, оскільки вони характеризують родючість ґрунтів та їхню здатність до опору і відновлення після антропогенних та природних впливів. Зокрема, інформація про генетичні властивості ґрунтів необхідна для встановлення можливих меж змін та спрямованості деградаційних процесів. Огляд наукових праць присвячених чорноземам Західного регіону свідчить про високий рівень вивченості їхніх генетичних властивостей, особливо автоморфних відмін [23; 41; 59; 60; 83; 104]. Водночас, поза увагою науковців залишаються умови чорноземоутворення на схилах, що компенсовано власними результатами досліджень морфологічних ознак та загальних фізичних властивостей. Зазвичай, за відсутності цілих еталонів порівняння, доволі складно з'ясувати яка була потужність гумусово-аккумулятивного горизонту на схилах, чи його фізичний стан, у доагрокультурний період. Проте, на основі наявної системи оцінки нормативних ґрунтових параметрів, підтвердженої численними експериментальними дослідженнями, з'являється можливість сформулювати уявлення про сучасний стан чорноземів агроландшафтів з розчленованим рельєфом.

Ключовим завданням проведення оцінки стану чорноземів є встановлення просторової неоднорідності прояву деградаційних процесів, яка підтверджена в попередніх підрозділах. Крім того, явна просторова неоднорідність даних

вказує на неприйнятність узагальнення результатів досліджень загалом для дослідних ділянок. Адже це призведе до зростання ступеня деградованості чорноземів вододільних плато і зменшення в межах схилового рельєфу.

Відповідно до мети дисертаційної роботи, оцінка деградаційних процесів, виражених погіршенням фізичних властивостей чорноземів Придністерської височини в умовах території з розчленованим рельєфом, проведена на основі результатів аналітичних досліджень структурно-агрегатного стану, щільності будови та пористості. Для визначення ступеня деградації чорноземів використано ряд діагностичних критеріїв, проаналізованих у публікаціях В. Г. Гаськевича [21; 19; 20]. Вагомою причиною даного вибору є чітке виокремлення ступенів деградації на основі діапазону статистичних даних конкретного параметру, без використання еталонів порівняння.

Тривала періодична агротурбація призводить до значної трансформації природної структури чорноземів. За даними В. В. Медведєва відзначається, що в природних умовах структура чорноземів відносно стабільна, як у річному так і сезонному циклах. При механічній обробці в середньо- і важкосуглинкових ґрунтів в умовах дефіциту органічної речовини, формуються нетипові структурні агрегати (брили), які утруднюють проведення ґрунтооброблювальних операцій [66].

Діагностичним критерієм оцінки знеструктурення є вміст агрономічно цінних повітряно-сухих агрегатів (0,25–10 мм). Як свідчать результати досліджень, погіршення структурного стану чорноземів відбувається внаслідок руйнування природної зернистої структури та збільшення вмісту брилуватої фракції (>10 мм). Показники ступеня деградації структурно-агрегатного складу чорноземів Придністерської височини за вмістом повітряно-сухих агрономічно цінних агрегатів наведено у таблиці 5.1.

З усіх досліджуваних ділянок найбільш інтенсивного знеструктурення зазнали чорноземи опідзолені в межах ділянки «Савинці». В основному спостерігається зниження показників до рівня середнього ступеня деградації.

Таблиця 5.1.

Оцінка рівнів деградації повнопрофільних та еродованих чорноземів Придністерської височини за вмістом повітряно-сухих агрономічно-цінних агрегатів [15]

Ключова ділянка	Розріз	Глибина відбору, см	Ступінь деградації				
			I	II	III	IV	V
			>60	60-50	50-40	40-30	<30
Савинці	Св-1	0-10		52,03			
		20-30			45,85		
	Св-2	0-10			49,00		
		20-30			48,43		
	Св-3	0-10			41,89		
		20-30				34,43	
	Св-4	0-10				37,44	
		20-30				32,37	
Кадиївці	Кд-1	0-10	60,96				
		20-30		54,79			
	Кд-2	0-10		53,68			
		20-30		53,72			
	Кд-3	0-10		50,42			
		20-30		54,20			
	Кд-4	0-10			44,98		
		20-30				37,78	
Басівка	Бс-1	0-10	61,77				
		20-30		57,54			
	Бс-2	0-10		56,27			
		20-30		55,29			
	Бс-3	0-10			48,18		
		20-30				39,37	
	Бс-4	0-10				36,08	
		20-30				33,62	
Руда	Рд-1	0-10	62,67				
		20-30		59,88			
	Рд-2	0-10	60,66				
		20-30		54,44			
	Рд-3	0-10	60,79				
		20-30		56,12			
	Рд-4	0-10			41,97		
		20-30				38,08	

Примітка: Група деградації: фізична. Різновид деградації: погіршення структурно-агрегатного стану. Діагностичний критерій: вміст агрономічно-цінних повітряно-сухих агрегатів. Одиниця виміру: відсотки. Ступінь деградації: I – нема, II – слабкий, III – середній, IV – сильний, V – кризовий.

Для орного горизонту вододільних плато притаманний слабкий прояв деградації. Погіршення показників до кризового стану простежується на схилової ділянки крутістю $>5^\circ$ (розріз Св-4). Порівняно з попередніми, чорноземи опідзолені ділянки «Кадиївці», на більшій частині, вирізняються слабким ступенем деградації. В автоморфних умовах результати структурно-агрегатного стану свідчать про слабкий прояв деградації. На фоні схилового рельєфу аномально сильний ступінь деградації зафіксований у розрізі Кд-4 на рівні підорного горизонту.

Для чорноземів типових зміна ступеня деградації простежується зі зміною ландшафтних умов. Зокрема на ділянці «Басівка» в межах вододільного плато вміст агрономічно цінних агрегатів вказує про формування слабого ступеня деградації. В межах схилової частини рельєфу (в низ по схилу) очікувано зростає інтенсивність погіршення структурно агрегатного стану. В розрізі Бс-4 на рівні підорного горизонту фіксується найменший вміст агрономічно цінних агрегатів серед чорноземів типових схилового рельєфу.

Слабким ступенем деградації, в більшій частині катени, вирізняються чорноземи типові південної частини височини (КД «Руда»). На фоні верхньої пологої частини схилу явно контрастує опукла схилова ділянка (розріз Рд-4) з високим ступенем деградації.

Діагностичними критеріями деградації ґрунтів пов'язаної з переущільнення є щільність будови та пористість. Згідно з нормативними параметрами деградованості ґрунтів за величиною щільності будови у чорноземах спостерігається слабкий, середній та сильний ступінь деградації (табл. 5.2). Простежується чітка закономірність формування різних ступенів деградації в орному та підорному горизонтах.

В цілому величина щільності будови орного горизонту автоморфних відмін не перевищує показник $1,2 \text{ г/см}^3$, що свідчить про відсутність загрози ущільнення, проте статистичні дані вказують про наближення до слабого прояву деградації за відповідним показником. Серед дослідних ділянок найменш ущільненими є чорноземи типові (ділянка «Басівка»), тут

зафіксований найменший показник щільності будови (у шарі 0–10 см) 1,13 г/см³.

Таблиця 5.2.

Оцінка рівнів деградації повнопрофільних та еродованих чорноземів
Придністерської височини за показниками щільності будови [74]

Ключова ділянка	Розріз	Глибина відбору, см	Ступінь деградації				
			I	II	III	IV	V
			<1,2	1,2-1,3	1,3-1,4	1,4-1,5	>1,5
Савинці	Св-1	0-10	1,18				
		20-30			1,31		
	Св-2	0-10	1,19				
		20-30				1,42	
	Св-3	0-10		1,21			
		20-30				1,45	
	Св-4	0-10		1,21			
		20-30				1,46	
Кадіївці	Кд-1	0-10	1,17				
		20-30			1,4		
	Кд-2	0-10	1,14				
		20-30			1,37		
	Кд-3	0-10	1,17				
		20-30			1,34		
	Кд-4	0-10		1,2			
		20-30				1,43	
Басівка	Бс-1	0-10	1,13				
		20-30		1,29			
	Бс-2	0-10	1,14				
		20-30			1,31		
	Бс-3	0-10		1,25			
		20-30			1,4		
	Бс-4	0-10			1,31		
		20-30				1,48	
Руда	Рд-1	0-10	1,19				
		20-30				1,41	
	Рд-2	0-10		1,21			
		20-30				1,42	
	Рд-3	0-10		1,21			
		20-30				1,46	
	Рд-4	0-10		1,26			
		20-30				1,45	

Примітка: Група деградації: фізична. Різновид деградації: ущільнення ґрунту. Діагностичний критерій: щільність будови. Одиниця виміру: г/см³. Ступінь деградації: I – нема, II – слабкий, III – середній, IV – сильний, V – кризовий.

У процесі тривалого екстенсивного ґрунтокористування, механічний вплив МТА призвів до зростання інтенсивності ущільнення чорноземів на рівні підорного горизонту. Зокрема, для чорноземів вододільних плато, діапазон коливання показників щільності будови (у шарі 20–30 см) становить 1,29–1,4 г/см³, тобто в межах середнього ступеня деградації. Рідше зустрічається деградація слабкого ступеня. Чіткий контраст між орним та підорним горизонтами за щільністю будови простежується на ділянці «Руда» (розріз Рд-1).

Така ж неоднорідність щільності будови, зумовила різні ступені деградації чорноземів на схилах. Зі зростанням крутості рельєфу зростає ступінь деградації, як в орних так і в підорних горизонтах. На схилових ділянках крутістю до 3° спостерігається слабкий ступінь деградації орного горизонту. Посилення деградації зафіксоване на ділянках 3–5°.

Ущільненим підорним горизонтам схилового рельєфу притаманний середній та сильний ступінь деградації. Показники щільності будови (у шарі 20–30 см) змінюються в межах 1,3–1,48 г/см³. Щільність будови підорних горизонтів опуклих схилових ділянок наближається до кризового стану.

Додатковим діагностичним критерієм деградації ґрунтів пов'язаної з переущільнення вважається пористість. У результаті агрогенної еволюції чорноземів агроландшафтів та неоднорідних ландшафтних умов, спостерігається аналогічна картина зміни показників пористості. Опіраючись на отримані нами дані у чорноземах спостерігається слабкий, середній та сильний ступінь деградації (табл. 5.3).

Пористість чорноземів, яка є похідною та безпосередньо пов'язаною зі щільністю будови, характеризується практично тими ж закономірностями прояву погіршення показників. В. В. Медведєв вважає, що для забезпечення оптимальних умов суглинкових ґрунтів пористість орного шару повинна становити 55–60 % [68]. У нашому випадку, пористість орних чорноземів (у шарі 0–10) см автоморфних відмін становить 50–55% і є наближеною до оптимальної. За градацією показників це слабкий ступінь деградації. У

більшості варіантів, погіршення фізичних властивостей на рівні підорного горизонту призвело до середнього ступеня деградації 50–45 %.

Таблиця 5.3.

Оцінка рівнів деградації повнопрофільних та еродованих чорноземів
Придністерської височини за показниками пористості [74]

Ділянка	Розріз	Глибина відбору, см	Ступінь деградації				
			I	II	III	IV	V
			>55	55-50	50-45	45-40	<40
Савинці	Св-1	0-10		52,1			
		20-30			46,3		
	Св-2	0-10		50,6			
		20-30				44,1	
	Св-3	0-10			49,8		
		20-30				42,6	
	Св-4	0-10			48,5		
		20-30				44,2	
Кадіївці	Кд-1	0-10		53,01			
		20-30			45,53		
	Кд-2	0-10		54,94			
		20-30			46,27		
	Кд-3	0-10		53,57			
		20-30			48,85		
	Кд-4	0-10		52,76			
		20-30				43,92	
Басівка	Бс-1	0-10		54,98			
		20-30		50,38			
	Бс-2	0-10		54,94			
		20-30			48,63		
	Бс-3	0-10		50,40			
		20-30			45,74		
	Бс-4	0-10			48,43		
		20-30				41,96	
Руда	Рд-1	0-10		50,4			
		20-30			45,8		
	Рд-2	0-10		50,2			
		20-30			45,8		
	Рд-3	0-10			49,6		
		20-30				43,8	
	Рд-4	0-10			45,3		
		20-30				44,6	

Примітка: Група деградації: фізична. Різновид деградації: ущільнення ґрунту. Діагностичний критерій: пористість. Одиниця виміру: відсотки. Ступінь деградації: I – нема, II – слабкий, III – середній, IV – сильний, V – кризовий.

В межах схилового рельєфу показники пористості плавно наближаються до середнього ступеня деградації, а на ділянках крутістю $>3^\circ$ чітко виражений даний ступінь деградації.

Низька пористість є одним із важливих факторів, який обумовлює незадовільну водопроникність ґрунту, сприяючи інтенсифікації процесів площинного змиву. Зниження показників пористості нище рівня 50 % при інтенсивних зливових дощах є однією із причин розвитку ерозійних процесів навіть на схилах крутістю $<3^\circ$.

Отже, просторова оцінка деградаційних процесів пов'язаних з погіршенням структурно-агрегатного стану, щільності будови та пористості свідчить про неоднорідність прояву деградації повнопрофільних та еродованих чорноземів. Ключовими причинами прояву фізичної деградації є застосування МТА з високим питомим тиском, які ущільнюють чорноземи, руйнують його структуру, недосконалість технологій вирощування сільськогосподарських культур і обробітку ґрунту. Ущільнюючи верхні ґрунтові горизонти та руйнуючи їхню структуру, фермери сприяють активізації ерозійних процесів. На думку В. В. Медведєва нераціональні технології вирощування сільськогосподарських культур зумовлюють велику кількість проходів МТА по полях, що у 3–5 разів перевищує оптимальні норми. При цьому реальна якість виконання ґрунтооброблювальних операцій у 3 рази менша від оптимальної [70].

Важливим фактором інтенсивності прояву фізичної деградації є рельєф, який виконує роль ретранслятора речовини та енергії. Зменшення потужності чорноземів та залучення в оранку нижніх перехідних горизонтів одразу відображається на агрофізичному стані чорноземів.

Зважаючи на проведену оцінку є всі підстави вважати, що чорноземи Придністерської височини не зазнали катастрофічної фізичної деградації. В автоморфних умовах слабка та середня інтенсивність прояву деградаційних процесів дає змогу, за умови раціонального ґрунтокористування, мінімізувати фізичну деградацію на ранніх стадіях прояву, відповідно з певним розміром

економічних затрат, за відносно короткий проміжок часу у порівнянні з еродованими відмінами.

Середній та сильний ступінь деградації чорноземів схилового рельєфу вимагає більш ретельного підходу до вибору ґрунтозберігаючих технологій та проектування систем сівозмін. На думку А. О. Ачасової, деградаційні процеси, найчастіше, розвиваються в комплексі, одночасно декілька видів деградації, з яких один є первинним (причиною), а інші – вторинними (наслідком) [3]. Зрозуміло, що боротьба з наслідками, якщо не подолати причину, не принесе результатів. Ми вважаємо, що марно намагатись відновити потужність гумусо-аккумулятивного горизонту з оптимальними агрофізичними властивостями, коли схили піддаються ерозії. Механічне переміщення ґрунтової маси в низ по схилу під дією ґрунтооброблювальних агрегатів лише загострює стан чорноземів на опуклих схилових ділянках простої чи складної конфігурації.

Отже, врахування ландшафтних умов для мінімізації прояву деградації чорноземів Придністерської височини є ключовим у збереженні та відновленні їхньої екологічної стійкості, а також дає змогу детальніше оцінити ефективність впровадження адаптивно-ландшафтного підходу у землеробстві.

5.2. Шляхи мінімізації прояву деградаційних процесів

Серед пріоритетних напрямків у стратегії розвитку Хмельницької області на 2021–2027 рр., підвищення продуктивності агропромислового сектору є ключем до зростання конкурентоспроможності регіональної економіки. За даними управління розвитку агропромислового комплексу та земельних відносин Хмельницької області, провідним напрямком землеробства є зернове господарство, яке повною мірою забезпечує продовольчу безпеку регіону [113]. Беззаперечно, сприятливий клімат та висока частка чорноземів у структурі ґрунтового покриву області формують передумови для економічного зростання на базі високотехнологічного аграрного виробництва. За власними узагальненими оцінками, площа чорноземів Придністерської височини

становить близько 18 % території області, що підтверджує важливість збереження їхньої продуктивності для розвитку регіону.

З огляду на представлені результати, незбалансованість сучасної класичної системи землеробства стало причиною погіршення продуктивності чорноземів і прояву деградаційних процесів. На думку С. П. Позняка, вагомим її недоліком є значне узагальнення змісту, що відображає зональні особливості, але ігнорує регіональні природні умови території [94, с. 203].

Безсумнівно, агрофізичні властивості ґрунту є ключовим індикатором стану орних ґрунтів та ефективності системи землеробства. Зважаючи на їхній динамічний характер та просторову неоднорідність, за умови системного аналізу з'являється можливість простежити, у коротко часовій перспективі, позитивні та негативні сторони впроваджених ґрунтооброблювальних технологій, інтенсивність та спрямування деградаційних процесів, з'ясувати чутливість до зовнішнього впливу та екологічну стійкість орних чорноземів.

В умовах сьогодення, повнота інформації про фізичні властивості орних ґрунтів відіграє стратегічну роль для ефективного розвитку сільського господарства та збалансованого ґрунтокористування. Нажаль, відсутність об'єктивних механізмів збору, обробки та систематизації моніторингових даних стану сільськогосподарських угідь, на регіональному рівні, унеможлиблюють проведення повноцінної оцінки ґрунтових ресурсів регіону. Представлені результати досліджень, у поєднанні з просторовим аналізом території ареалів чорноземів Придністерської височини, дають змогу лише говорити про потенційні масштаби прояву деградаційних процесів, пов'язаних з погіршенням фізичних властивостей. Однак, факт їхньої трансформації в межах вододільних плато і схилового рельєфу однозначно підтверджений та є підставою для впровадження ґрунтозберігаючих технологій, щоб мінімізувати прояв деградаційних процесів.

Досвід власних спостережень показує, що значна розчленованість рельєфу та ґрунтово-кліматичні умови території дослідження, обумовлюють необхідність скрупульозного планування ґрунтооброблювальних операцій та

підбору культур. Крім того, переважаючі малогумусні чорноземи потребують відповідного об'єму внесення мінеральних та органічних добрив [9].

У гонитві за високоякісним ґрунтом, аграрії як правило, намагаються створити високо «структуровані» ґрунти із дрібногрудкуватою або наближеною до неї структурою. Проте, ефективний вплив обробітку на ґрунт посилюється лише тоді, коли глибина, способи і заходи здійснюються в науково обґрунтованій послідовності та тісній взаємодії з усіма ланками системи землеробства. При цьому слід враховувати, що надмірно інтенсивний обробіток призводить до руйнування ґрунту і зниження його родючості. З огляду на реальні можливості фермерських господарств Ю. В. Гаврилюк (2016) рекомендує впровадження диференційованої системи (чергування полицевого та безполицевого) обробітку ґрунту, яка сприяє більшому накопиченню вологи на полях і формуванню оптимальних показників агрофізичного стану.

Дослідження показали, що у більшості випадків автоморфні чорноземи Придністерської височини характеризуються наближеними до оптимальних агрофізичними властивостями та слабким (рідше середнім) ступенем прояву фізичної деградації і як правило, не потребують надмірної кількості технологічних операцій, особливого розпушування з оборотом пласта. Оранка, в умовах недостатньої вологості призводить лише до швидкого висушування та диференціації гумусо-акумулятивного горизонту за показниками щільності будови.

Одним із проявів фізичної деградації є ущільнення підорного горизонту і формування так званої плужної підшви. Для усунення цієї проблеми застосовують смугове розпушення ґрунтової товщі (чизелювання) на глибину 50–60 см. Проте, кришення верхнього шару вкрай нерівномірне і суттєво ускладнює прямий посів культур. Крім того, періодичне чизелювання відображається на енергоємності розпушення ґрунту та потребує чималих витрат [68]. Відомі випадки, коли через посушливий осінній період аграрії відмовлялись від класичної оранки на користь глибокого розпушування. Проте,

брилуватість поверхні зберегалася до посівного періоду, що вимагало додаткових ґрунтооброблювальних операцій.

На думку О. В. Демиденка компромісом для зменшення механічного навантаження та економічних витрат є перехід на безполицевий обробіток ґрунту. За результатами досліджень автора, тривале застосування безполицевого обробітку чорнозему типового сприяє зростанню вмісту гумусу, оптимізації рівня аерації, зволоження, температури, зростання кількості рослинних решток, які надходять у шар ґрунту 0–20 см, що посилює біогенність та умови гуміфікації побічної продукції [37].

Як свідчить досвід європейських країн, врахування ґрунтово-ландшафтних умов території є важливим аспектом управління продуктивністю ґрунтів. Якщо вище зазначені технології ґрунтокористування допустимо реалізовувати для повнопрофільних чорноземів вододільних плато то на схилах вони є неефективними. Базовими заходами для фермерських господарств з великою часткою схилових земель є організаційно-господарські, які охоплюють проектування контурної організації території (з врахуванням перш за все геоморфологічних умов), оптимізацію структури сільськогосподарських угідь та системи сівозмін, консервацію деградованих земель тощо [68].

Вибір заходів боротьби з процесами ерозії значно залежить від характеру рельєфу. Якщо вододільних плато є придатними для вирощування будь-яких районованих сільськогосподарських культур без застосування протиерозійних заходів, то вже на схилах крутістю понад 1° доцільно добирати агротехнічні заходи, як і самі культури. Зокрема, на схилах крутістю 1–3° рекомендовано проводити оранку впоперек схилу, без перевертання пласта. Збільшення крутості схилових ділянок до 3–5° відображається на потужності чорноземів, яка знижується в низ по схилу з 50 см до 20–18 см. На таких ділянках доцільно впроваджувати кормові ґрунтозахисні (зерно-трав'яні, трав'яно-зернові) сівозміни та збільшити площі посіву багаторічних трав. Використання схилів крутістю >5° у сільському господарстві є обмеженим, тут необхідно проводити

залуження для мінімізації ерозійних процесів. Зернопросапні та зернопарові сівозміни рекомендовано впроваджувати на землях крутістю до 3° [80; 81].

На ділянках зі складним рельєфом і значною небезпекою розвитку ерозійних процесів межі полів, дороги, лісосмуги, а також обробіток ґрунту варто спрямовувати контурно, вздовж горизонталей або з допустимим відхиленням від них. Найбільш небезпечним є відхилення від горизонталей на 45° , оскільки у цьому випадку лінійні об'єкти (межі полів борозни тощо) концентрують найбільшу кількість поверхневого стоку. Водночас варто зазначити, що контурно-смугову організацію території доречно впровадити у великих господарствах та агрохолдингах [59].

Окрім ерозійних процесів, важливий вплив на потужність схилових ґрунтів становлять системні ґрунтооброблювальні операції. На думку англійського науковця Дж. Куїнтонна проблема зменшення потужності орних ґрунтів на схилах під впливом механічного обробітку потребує особливої уваги. Автор стверджує, що в деякій мірі проведення ґрунтооброблювальних операцій паралельно проекції схилу призводить до інтенсивнішого переміщення ґрунтової маси ніж площинний змив [151]. В результаті так званого «скальпування» схилових ґрунтів під впливом механічного переміщення ґрунтової маси формуються мікроділянки з бурим кольором приорених нижніх перехідних горизонтів.

Дослідження ННЦ «Інститут механізації й електрифікації сільського господарства» НААН України засвідчили, що проведення обробітку на схилах $>3^\circ$ призводить до збільшення витрати пального на 30–40%. Скорочення площ орних земель може поліпшити стан кормової бази тваринництва і взагалі стан галузі тваринництва. Разом із рослинництвом ці галузі є взаємодоповнюючими та обумовлюють ефективність господарювання загалом. Адже за рахунок тваринництва, що генерує органічні добрива, біофільні речовини повертаються в ґрунти полів, що інтенсивно використовуються. Самі по собі проекти сівозмін не є гарантією запобігання втрати родючості, але є обов'язковою передумовою

до збереження властивостей ґрунтів, за умови дотримання принципів ґрунтозахисного контурно-меліоративного землеробства [68].

Ґрунтозахисні сівозміни, які рекомендовано для земель крутістю $>3^\circ$, повинні мати до 50% площі культур суцільного посіву (багаторічні трави, озимі та ярі зернові), чистий пар доцільно замінити сидеральним. За умови, коли схиліві землі займають значні площі у межах господарств і відмовитися від посіву просапних культур неможливо, їх розміщують уперек схилів смугами завширшки 30–50 м, які чергують зі смугами багаторічних трав [125].

Нажаль, в результаті бездумного реформування сільського господарства в регіоні за останні 20 років було втрачено систему сівозмін, практично припинено внесення органічних добрив. Частина полів, на яких у часи колгоспів планувалися ґрунтозахисні сівозміни, були роздані під городи, що унеможливило оранку вперек схилів. виправити це без негативних соціальних наслідків практично не можливо до тих пір, поки ці наділи будуть використовуватись. У результаті занепаду тваринницьких комплексів із сівозмін «випали» багаторічні трави. Фермерство в регіоні значного розвитку так і не набуло, а більшість паїв потрапили в оренду до агрохолдингів рослинницького спрямування, що активно використовують мінеральні добрива та важку сільськогосподарську техніку.

Численні публікації доводять перевагу ґрунтозахисного обробітку щодо покращення родючості і протиерозійної стійкості ґрунтів. В межах території дослідження окремими фермерськими господарствами успішно адаптована технологія No-till. Зокрема, проведені дослідження на чорноземах типових середньосуглинкових (фермерське господарство «Макалюк» Дунаєвецького району Хмельницької області) свідчать про інтенсивне відновлення оптимальних агрофізичних параметрів уже на 3 рік впровадження. Чимало аграріїв регіону відмовляються від цієї технології через погіршення агрофізичного стану в перші роки впровадження, адже підтримання необхідної щільності в орному шарі під час вегетації рослин дуже важко здійснити з технічних причин [134]. Тому необхідно шляхом відповідного підбору

сівозміни надати ґрунту властивостей, які підтримували б його в оптимальному фізичному стані протягом усього часу.

Одним із негативних наслідків погіршення агрофізичних властивостей чорноземів Придністерської височини є зменшення вмісту поживних елементів. Неefективне реформування сільського господарства регіону, в продовж 20-ти останніх років, призвело до спрощення системи сівозмін та рекордного скорочення об'ємів внесення органічних добрив. У контексті поповнення запасів органічного вуглецю в ґрунтах регіону, враховуючи дефіцит традиційних органічних добрив, значно зростає роль залучення органічної сировини, особливо сидератів [9].

Важливим аспектом збереження продуктивності чорноземів території дослідження є оптимізація втрат вологи через непродуктивне випаровування та поверхневий стік для територій з розчленованим рельєфом. В умовах глобальної зміни клімату, впровадження вологозберігаючих технологій вирощування та підбір посухостійких сортів культур може значно покращити ефективність сільського господарства. За науковими прогнозами, підвищення середньорічної температури на 1°C спричиняє скорочення обсягу виробництва аграрної продукції на 10%, а прогнозоване підвищення середньорічної температури на 1–3°C у найближчому майбутньому найбільшою мірою вплине на виробництво зернових [144].

Зважаючи на статистичні дані, клімат Придністерської височини є загалом сприятливим, більшу небезпеку становить мінливість погодних умов. Оскільки основним джерелом надходження вологи для чорноземів території дослідження є атмосферні опади, ключовим завданням аграріїв є їхнє максимальне накопичення в ґрунтовій товщі. Особливої уваги потребує збереження вологи для ефективного проведення ґрунтообробувальних операцій. В цьому плані, негативним явищем для Придністерської височини є швидке зростання середньодобових температур та відсутність опадів у ранньовесняний період і після вегетаційний період, що в умовах відкритого пару призводить до інтенсивного випаровування. Крім того, проведення

грунтообробних операцій в умовах дефіциту вологи, призводить до розпилення орного шару. За період дослідження, нами зафіксовано факти локального прояву умовної дефляції чорноземів на Поділлі, яка виражена видуванням дрібнозему в період посіву ярих культур (рис. 5.1)



Рис. 5.1. Прояв пилової бурі (весняний період, 2021 року)

Для вирішення цієї проблеми раціонально впроваджувати мульчування та вирощувати сидерати як проміжні культури. Зокрема, з весни до збирання вирощується основна культура, а після збирання основної культури сіються сидерати. Найскладніші умови посіву сидератів формуються у післяжнивний період (липень – серпень), який характеризується найбільшим дефіцитом вологи. Аби не допустити повного випаровування води з призначеного під сидерати ґрунту, треба разом зі збиранням озимини, і, як виняток, через один день після збирання, провести поверхневий обробіток ґрунту, що складається з дискування на глибину 5–6 см [27].

Аналіз метеорологічних даних підтверджує факт потепління, ефект якого в регіоні явно простежується у зимові місяці. Відсутність стійкого снігового покриву та тривалого морозного періоду порушують загальне уявлення аграріїв про зниження брилуватості ґрунтів в результаті замерзання та розтавання орного шару. Навпаки, часті відлиги призводять до латерального переміщення

дрібних агрегатів в низ по схилу, здебільшого на полях з відсутнім стійким культурним рослинним покривом.

Ранньовесняних дефіцит вологи у чорноземах верхньої та середньої частини схилів на нашу думку спричинено не лише особливостями перерозподілу опадів, а й зниженням водоутримуючої здатності орного горизонту на цих ділянках. Незначний за потужністю гумусо-акумулятивного горизонту зі стійкою плужної підшвою неспроможний до акумулювання опадів.

Нетоварна частина урожаю сільськогосподарських культур є джерелом відтворення органічної речовини в ґрунті, поживним та енергетичним субстратом для мікроорганізмів, продуцентом низькомолекулярних розчинних органічних сполук, які мають принципове значення для метаболізму ґрунту. Агрономічна ефективність застосування соломи, як добрива, доведена численними дослідженнями і практикою. Крім того, сформований шар органічних решток дозволить сповільнити випаровування та збільшити протиерозійну стійкість верхнього шару ґрунту. Проте, недоліком решток сільськогосподарських культур є той факт, що органічні сполуки в їхньому складі повільно розкладаються в ґрунті [110].

За результатами тривалих стаціонарних дослідів ННЦ «Інститут землеробства НААН» застосування лише рослинних решток не компенсує втрати гумусу ґрунту внаслідок посиленої мінералізації, тому доцільно вносити органічні добрива в рідкому вигляді. Також на коефіцієнти гуміфікації органічних добрив значно впливає норма їхнього внесення. Зі збільшенням норм гною проти рекомендованих посилюється мінералізація органічної речовини з одночасним зниженням інтенсивності гумусоутворення. Тільки за рівномірного розподілу в масі ґрунту органічних речовин гною можна досягти зростання вмісту гумусу. За даними наукових досліджень, внесення гною в нормі 100 т/га на чорноземі типовому за ротацію сівозміни сприяє зменшенню дефіциту елементів живлення на 35–52 % [50]. Тому збільшення норм внесення гною в межах схилового рельєфу є раціональним способом відновлення

продуктивності схилених чорноземів Придністерської височини, частка яких у структурі території ареалів становить понад 70 % [8].

Отже, збереження продуктивності чорноземів Придністерської височини насамперед пов'язане з урахуванням комплексу ландшафтно-кліматичних умов та впровадженням ґрунтозахисних технологій. Зважаючи на реальну економічну спроможність фермерських господарств заміна класичної системи землеробства повинна бути плавною з поступовим впровадженням диференційованої системи обробітку ґрунту. Чергування систем сівозмін з ротаційним висівом сидератів дає змогу зменшити ризик прояву деградаційних процесів. Накопичення нетоварних частин сільськогосподарських культур сприятиме зниженню непродуктивної втрати вологи та гумусонакопиченню. Усі агротехнічні заходи повинні здійснюватися у визначені календарні строки, адже запізнення з виконанням чергової операції може призвести до зниження якості агрофізичного стану чорнозему.

Стимулювання екологізації землеробства зі сторони держави матиме далекоглядний еколого-економічний ефект, адже збереження земельних ресурсів означає продовольчу безпеку, можливість держави бути стійким конкурентом на світовому ринку, підвищення рівня життя населення.

Висновки до розділу 5

1. Домінування класичної системи обробітку ґрунту з нераціональним використанням машино-тракторних агрегатів в умовах дефіциту органічної речовини призвели до погіршення фізичних властивостей чорноземів Придністерської височини;

2. За даними вмісту агрономічно цінних повітряно-сухих агрегатів, щільності будови, пористості, використаних в якості діагностичних критеріїв, встановлено різний ступінь прояву ущільнення та знеструктурування на рівні орного та підорного горизонтів орних чорноземів вододільних плато та схилового рельєфу. Результати досліджень засвідчують відсутність чорноземів, з критичним ступенем фізичної деградації;

3. В усіх варіантах оцінки рівнів деградації орних чорноземів підтверджено зростання степеня прояву деградаційних процесів при зростанні крутості схилового рельєфу та вниз по профілю (в межах орного та підорного горизонтів). В автоморфних умовах орні чорноземи вирізняються слабким, рідше середнім, ступенем прояву знеструктурення та ущільнення. Нехтування ґрунтозахисними технологіями на схилах обумовило зростання інтенсивності прояву деградації зі стійкою тенденцією наближення до кризового стану;

4. Ключовою проблемою погіршення агрофізичного стану орних чорноземів є недооцінювання аграріями загрози дегуміфікації та посилення фізичної деградації. Зважаючи на реальні економічні можливості фермерських господарств, шлях до мінімізації деградаційних процесів, доцільно розпочати з диференційованої системи обробітку ґрунту, комбінованих посівів сидератів і зернових культур, вчасного проведення ґрунтооброблювальних операцій з урахуванням ландшафтно-кліматичних умов території.

5. Стійке формування збалансованого агрофізичного стану чорноземів можливе за умови впровадження ґрунтозберігаючих технологій адаптованих до регіональних ландшафтно-кліматичних умов та внесення оптимальних обсягів органічних добрив.

ВИСНОВКИ

Дослідження деградації чорноземів Придністерської височини проведені на основі визначених теоретико-методологічних принципів, комплексу сучасних загальноприйнятих ґрунтознавчо-географічних методів та власних спостережень, дали змогу сформулювати висновки і рекомендації, що забезпечують вирішення основних завдань роботи відповідно до поставленої мети.

1. За результатами аналізу значної кількості історико-географічних описів, наукових праць, матеріалів ґрунтознавчих експедиційних обстежень виокремлено 5 періодів, які відображають еволюційний шлях від накопичення інформації про ґрунти до зародження і розвитку ґрунтознавства на теренах Поділля крізь призму загальноісторичного розвитку науки та осмислення проблеми деградації чорноземів регіону. Запропонована періодизація дала змогу систематизувати різночасовий матеріал, що відображає характер основних спрямувань наукових описів та досліджень з початку ХІХ століття.

2. Формування морфоскульптури території Придністерської височини зумовлене флювіально-ерозійними процесами з різною інтенсивністю прояву. З огляду на сприятливі природні умови ґрунтогенезу, загальна площа ареалів чорноземів становить 62 % площі території дослідження. Геоморфологічна ніша чорноземів представлена слабохвилястим вододільним рельєфом, плакорами та полого нахиленими давньотерасовими комплексами. Активне освоєння лучно-степових ландшафтів Придністерської височини та тривала історія ведення сільського господарства призвели до прояву деградації орних чорноземів. Посиленої деградації зазнають чорноземи схилового рельєфу, частка яких у структурі території ареалів становить понад 70 %. Серед несприятливих погодних явищ варто назвати: сильні пориви вітру та суховії, часті відлиги у зимовий період, дощі зливого характеру (з кінця квітня до середини липня), формування нестійких посушливих умов з мінімальною кількістю опадів на початку весняного та осіннього періодів. Природний

рослинний покрив повністю трансформований у агрофітоценози. В умовах агрогенезу чорноземи зазнають прямого та опосередкованого антропогенного впливу.

3. Інтенсивність трансформації природних морфологічних ознак та властивостей чорноземів Придністерської височини обумовлюється агротехнічним навантаженням, негативний вплив якого посилюється при нехтуванні ландшафтно-кліматичними умовами території на локальному рівні. Скорочення потужності чорноземів в межах схилового рельєфу формує загрозу втрати найбільш продуктивного гумусо-акумулятивного горизонту з притаманною йому високою екологічною стійкістю. Приорювання нижніх перехідних горизонтів, на опуклих схилових ділянках, уже призвело до видозміни ключової атрибутивної ознаки чорноземів – темноколірної тональності. Наявність розпушеного орного горизонту з характерною грудкувато-порохуватою структурою та ущільненого підорного горизонту з різним ступенем вираження брилуватої структури, нажалі є типовими якісними характеристиками орних чорноземів Придністерської височини. Відсутність густого культурного рослинного покриву в умовах дефіциту вологи призводить до формування мережі тріщин різного розмірного класу на глибину 50 см і більше. Зменшення глибини закипання кальцій карбонатів у ґрунтових профілях на різних елементах рельєфу свідчить про закарбоначування чорноземів типових та посилення процесу реградації у чорноземах опідзолених. Низька якість кореневої системи та кількість морфологічно виражених червоточин, копролітів, в ущільнених горизонтах свідчить про зниження інтенсивності біотурбації.

4. Зважаючи на посилений антропогенний вплив, пояснення прояву деградації орних відмін неможливе без аналізу гумусного стану. За узагальненими даними, впродовж останнього століття вміст гумусу у чорноземах знизився майже на половину, в межах схилового рельєфу ці втрати ще більші. Посиленням мінералізації, ерозія і зменшення обсягів надходження в ґрунт органічної речовини призвели до прояву дегуміфікації чорноземів,

інтенсивність якої зростає зі зміною ландшафтних умов. Згадані проблеми вплинули і на якісний склад гумусу ґрунтів, який змінюється з гуматного в автоморфних умовах до фульватно-гуматний тип гумусу на порушених схилових ділянках.

5. Системний механічний вплив машино-тракторних агрегатів в мовах дефіциту органічної речовини та нехтування ґрунтозахисними технологіями призвів до погіршення фізичних властивостей орних чорноземів, у вигляді прояву гранулометричної неоднорідності, ущільнення, знеструктурення, та знебарвлення чорноземів. Порівняльний аналіз даних гранулометричного складу чорноземів з різних частинах рельєфу свідчить про формування декількох векторів просторові неоднорідності у співвідношенні гранулометричних фракцій. Для чорноземів середньосуглинкових простежується тенденція до полегшання, а у важкосуглинкових відмінах до поважчення гранулометричного складу, здебільшого за рахунок оголення нижніх перехідних горизонтів. Зниження рівня опірності чорноземів до механічного здавлювання, зумовило диференціацію гумусо-акумулятивного горизонту за показниками щільності будови та пористості. На вододільних плато переущільнена товща з показником $\geq 1,4$ г/см³ досягає глибини 40–50 см, а в межах схилів, це й же показник фіксується до глибини 60–65 см. Спільною рисою для чорноземів Придністерської височини є абсолютне домінування брилистої фракції (>10 мм), вміст якої становить 31–42 % в орному та 50–58 % в підорному горизонтах. На основі аналізу колірних даних ґрунтових зразків вперше кількісно підтверджено знебарвлення чорноземів на макроморфологічному рівні. Зростання показників яскравості та ахроматичної складової кольору зумовлює зміни у темноколірній тональності чорноземів. Зі зміною ландшафтних умов дослідних ділянок колірна неоднорідність чорноземів зростає.

6. Аналіз ландшафтних особливостей території та оцінка фізичного стану чорноземів дозволила комплексно з'ясувати напрямленість та інтенсивність прояву деградаційних процесів, що є основою для впровадження

ефективних управлінських рішень спрямованих на раціональне ґрунтокористування. За оцінкою показників вмісту агрономічно цінних повітряно-сухих агрегатів, щільності будови та пористості, використаних в якості діагностичних критеріїв, орні чорноземи Придністерської височини зазнали різного ступеня деградації. Зокрема, помірний характер прояву знеструктурення та переущільнення притаманний автоморфним відмінам. В межах вододільних плато чорноземи зазнали слабкого, рідше середнього, ступенів фізичної деградації. При зміні ландшафтних умов спостерігається відчутне погіршення фізичних властивостей чорноземів. Нехтування ґрунтозахисними технологіями в умовах дефіциту органічної речовини обумовило середній і високий ступінь деградації чорноземів схилового рельєфу. Результатами підтверджено, що ступінь деградації чорноземів за межами орного горизонту зростає. Це важливо враховувати при розрахунку індексів родючості та оцінки якості орних ґрунтів.

7. Сучасний стан чорноземів Придністерської височини свідчить про відсутність рентабельної стратегії впровадження або почергового переходу на системи землеробства адаптованих до ландшафтних особливостей та кліматичних умов території дослідження. Для мінімізації прояву деградаційних чорноземів Придністерської височини фермерським господарствам регіону необхідно: проаналізувати сортову відповідність культур до умов регіону, звернути увагу на кількість та якість ґрунтооброблювальних операцій, доцільність їхнього проведення за певних погодних умов; максимально зберегти обсяги нетоварної рослинної біомаси на полі, за можливості вносити органічні добрива, комбінувати посіви сільськогосподарських культур з сидератами, впроваджувати диференційовану систему основного обробітку ґрунту, змінити структуру посівних площ в межах схилів понад 3°, провести консервацію деградованих земель. Врахування даних аспектів за реального економічного стану, дозволить підготувати фермерські господарства регіону до плавного переходу на ґрунтозберігаючі технології, збалансувавши агрофізичний стан ґрунтів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Атлас України й сумежних країв / за заг. ред. В. Кубійовича. Львів : Український Видавничий Інститут, 1937. 113 с.
2. Ачасова А. А., Ачасов А. Б. К вопросу о ландшафтной неоднородности гранулометрического состава почв Лесостепи. *Вісник ХНАУ ім. В.В. Докучаєва*. 2011. №11. С. 107–111.
3. Ачасова А. О. Питання класифікації процесів деградації ґрунтів. *Вісник ХНАУ ім. В.В. Докучаєва*. 2008. №1. С. 145–148
4. Балюк С. А., В. В. Медведєв, Воротинцева Л. І., Шимель В. В. Сучасні проблеми деградації ґрунтів і заходи щодо досягнення нейтрального її рівня. *Вісник аграрної науки*. 2017. №8. С. 5–11.
5. Бонішко О. С., Кирильчук А. А. Хімія ґрунтів. Основи теорії і практикум. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. 354 с
6. Булигін С. Ю., Величко В. А., Демиденко О. В. Агрогенез чорнозему. Київ : Аграрна наука, 2016. 356 с.
7. Вернандер Н. Б., Тютюнник Д. А., Сиренко Н. А., Гоголев И. Н., Ковалишин Д. И., Новаковский Л. Я. Природа Украинской ССР. Почвы. Киев : Наук. думка, 1986. 216 с.
8. Вітвіцький Я. Вплив рельєфу на ерозійну деградацію чорноземів Придністерської височини. *Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій*. 2020. № 1 (11). С. 280–293.
9. Вітвіцький Я. Й. Еколого-економічна оцінка наслідків деградації чорноземів Придністерської височини. *Проблеми використання, збереження та відтворення ґрунтів в умовах сталого розвитку агросфери*. Міжнародна наукова конференція (Кам'янець-Подільський, 5 грудня 2022 р.). Кам'янець-Подільський : Заклад вищої освіти «Подільський державний університет», 2023. С. 31–33.
10. Вітвіцький Я. Й. Морфологічні особливості чорноземів типових Придністерської височини. *Реформування та розвиток гуманітарних та природничих наук*. Всеукраїнська науково-практична конференція (м. Полтава,

22–23 травня 2020р.). Херсон : Видавництво «Молодий вчений», 2020. Ч. 1. С. 64–69.

11. Вітвіцький Я. Й., Гаськевич В. Г. Просторово-часові особливості дегуміфікації чорноземів Придністерської височини. *Вісник Одеського національного університету. Географічні та геологічні науки*. 2022. 27(1(40)). С. 41–50.

12. Вітвіцький Я. Й., Гаськевич В.Г. Горизонтальна неоднорідність потужності чорноземів опідзолених Придністерської височини. *Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку*. Міжнародна науково-практична конференція. (м. Херсон – Кропивницький, 27–28 жовтня 2022 р.). Одеса : «Олді+», 2022. С. 65–68

13. Вітвіцький Я. Трансформація гумусового стану чорноземів Придністерської височини під впливом деградації. *Матеріали наукової інтернет-конференції «Горизонти ґрунтознавства»* (Львів, 17 травня, 2022). Львів, 2022 . С. 29–35.

14. Вітвіцький Я., Гаськевич В. Переуцілювання чорноземів Придністерської височини в умовах агротехнічного навантаження. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: географія*. 2022. № 2. С. 27–35.

15. Вітвіцький Я., Палій О. Зміна властивостей чорноземів Придністерської височини внаслідок деградаційних процесів. *Матеріали наукової інтернет-конференції «Горизонти ґрунтознавства»* (Львів, 12 травня, 2021). Львів, 2021. С. 14–22.

16. Военно-статистическое обозрение Российской империи. Подольская губерния / под ред. А. Тверитинова. Санктпербург : Тип. департамента генерального штаба, 1849. 281 с.

17. Гаврилюк В. Б., Галищук В. І., Стрілецький О. В. Ґрунти Хмельниччини. Сучасний якісний стан : збереження, відтворення та поліпшення їх родючості. Кам'янець-Подільський, 2010. 164 с.

18. Гаврилюк Ю. В. Вплив систем обробітку ґрунту на його агрофізичний стан. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2016. 3(41). С. 73–77.
19. Гаськевич В. Г. Теоретичні основи і прикладні аспекти деградації ґрунтів Малого Полісся : дис....доктора геогр.. наук: 11.00.05. Львів, 2010. 495 с.
20. Гаськевич В. Г. Типологія деградаційних ґрунтових процесів. *Генеза, географія та екологія ґрунтів*. 2013. Вип. 4. С. 19–32.
21. Гаськевич В. Г., Лемега Н. М. Фізична деградація чорноземів Сокальського пасма. *Вісник ОНУ. Серія : Географічні та геологічні науки*. 2020. Т. 25. Вип. 1(36). 49–59.
22. Гаськевич В. Г., Папіш І. Я., Телегуз О. Г. Фізика ґрунтів. Лабораторний практикум. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2021. 170 с.
23. Гаськевич В. Профільні деградації чорноземів опідзолених Малого Полісся. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*. 2017. Випуск 51. С. 98–110.
24. Гаськевич В. Трансформація гранулометричного складу ґрунтів Малого Полісся в разі осушення і розвиток деградаційних процесів. *Вісник Львівського національного університету. Серія географічна*. 2004. Вип. 30. С. 50–57.
25. Геоботанічне районування Української РСР. / за ред. А. І. Барбарич. Київ : Наук. думка, 1977. 301 с.
26. Географічна енциклопедія України: у 3 т. / за ред. О. М. Маринича. Київ : Українська енциклопедія ім. М. П. Бажана, 1993. Т. 3. 480 с.
27. Глущенко М. К., Крупко Г. Д. Особливості застосування сидерації та роль зелених добрив у підвищенні родючості ґрунтів. *Вісник НУВГП. Серія «Сільськогосподарські науки»*. 2016. Випуск 3(75). С. 173–178.
28. Говорун В., Тимощук О. Річки Хмельниччини : навчальний посібник. Хмельницький : Поліграфіст, 2010. 240 с.

29. Горбань В. А., Хмеленко О. В., Гуслистий А. О., Тетюха О. Г. Вплив лісової рослинності на колір, відбивну здатність та вміст гумусу в чорноземах звичайних. *Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель*. 2019. № 48. С. 25–37.
30. Городецький С. Сільське господарство Поділля перед світовою війною. Вінниця : Віндерждрук. ім. Леніна, 1929. 210 с.
31. Гульдман В. Подольская губерния. Опыт географическо-статистического описания. Каменец-Подольский : Типография Подольского губернского правления, 1889. 510 с.
32. Ґрунти Львівської області : колективна монографія / за ред. С. П. Позняка. Львів, ЛНУ імені Івана Франка, 2019. 424 с.
33. Деградація и охрана почв / Под ред. Г. В. Добровольского. м. : Изд-во МГУ, 2002. 654 с.
34. Дегтярьов В. В., Чекар О. Ю., Усатая Р. Ю. акономірності акумуляції гумусу в чорноземних ґрунтах за різних систем удобрення. *Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва. Серія, Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів*. 2012. № 4. С. 11–15.
35. Дегтярьов Ю. Оцінка фізичного стану та водні характеристики чорноземів типових під різними фітоценозами. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*. 2013. Вип. 44. С. 80–84.
36. Демиденко О. В. Агрофізичний стан як критерій готовності чорнозему опідзоленого до мінімалізації обробітку в агроценозі. *Вісник аграрної науки*. 2021. №7 (820). С. 15–23.
37. Демиденко О. В., Тонха О. Л., Величко В. А. Біогенність чорнозему типового за різного обробітку ґрунту. *Вісник аграрної науки*. 2013. №1. С. 20–24.
38. Денисик Г. І., Кізюн А. Г. Сільські ландшафти Поділля. Вінниця : ПП «Едельвейс і К», 2012. 200 с.

39. Джеррард А. Д. Почвы и формы рельефа : Комплексное геоморфолого-почвенное исследование / Пер. с англ. Р. В. Фурсенко, Е. М. Видре; Под ред. Ю. П. Селиверстова. Ленинград : Недра, ленинградское отделение, 1984. 207 с.
40. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва : Колос, 1968. 336 с.
41. Іванюк Г., Тарасюк Н., Гаськевич В. Гумусовий стан еродованих чорноземів опідзолених Пасмового Побужжя. *Вісник Львів. ун-ту. Сер.геогр.* 2008. Вип. 35. С. 110–117.
42. Канівець С. В., Орел О. Є., Десенко В. Г., Коростіна К. М., Поляков О. В., Чабовська О. І., Шигимага І. Л., Хмарна С. О. Формування властивостей чорноземів залежно від характеру природнотериторіальних комплексів агроландшафту у Північно-східному Степу. *Охорона ґрунтів.* 2020. №10. С. 34–40.
43. Карачківський М. Опис Поділля з 1819 року В. Рудлицького. *Записки історично-філологічного відділу.* 1927. Кн. XVII. С. 96–111.
44. Касіяник І. П. Еколого-географічний аналіз та оцінка антропогенної перетвореності ландшафтів у межах Національного природного парку «Подільські Товтри». *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Географічна.* 2006. № 2. С 142–147.
45. Касіяник І. П. Проблеми природоохоронного землекористування Хмельницької області. *Наукові записки Вінницького державнопедагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Сер. географія.* 2009. Вип. 18. С. 200–206.
46. Касіяник І. Підходи до фізико-географічного районування території Хмельницької області. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія : Географія.* 2012. № 1. С. 42–48.

47. Касіяник І., Рибак І., Матуз О., Касіяник Л., Вітвіцький Я. Регіональні палеотури, як інтерактивна форма пізнання ландшафту в структурі геотуристичного маршруту «Терра Podolica». *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: географія*. 2021. №2. С. 121–128.
48. Качинский Н. А. Физика почвы. м. :1965. Ч.1. 322 с.
49. Кіт М. Г. Морфологія ґрунтів. Основи теорії і практикум. Львів : ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2008. 232 с.
50. Клименко М. О., Долженчук В. І., Крупко Г. Д., Глущенко М. К., Запасний В. С. Застосування органічних добрив та їх роль у підвищенні родючості ґрунтів. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Серія Сільськогосподарські науки*. 2013. Вип. 2 (62). С. 3–9.
51. Клімат України / за ред. В. М. Ліпінського, В.А. Дячука, В. М. Бабіченко. Київ : Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.
52. Ковда В. А. Основы учения о почвах. Общая теория почвообразовательного процесса. москва : Наука, 1973. 432 с.
53. Костенко І. В. Діагностика типової приналежності ґрунтів за показниками оптичних властивостей. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2008. Вип. 69. С. 121–127.
54. Кравчук Я. С. Геоморфологічне картографування. Львів : ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2006. 176 с.
55. Красюк А. Почвы и грунты по линии Подольской железной дороги. Петроград : Редакционно-Издательский Комитет Народного Комиссариата Земледелия, 1922. 222 с.
56. Крупеников И. А. Черноземы. Возникновение, совершенство, трагедия деградации, пути охраны и возрождения. Кишинёв : Pontos, 2008. 288 с.

57. Лаврик О. Д. Геоінформаційні технології в географії : навчальний посібник. Умань : ФОП Жовтий О. О., 2014. 120 с.
58. Лактионов Н. И. Органическая часть почвы в агрономическом аспекте : Харьков, 1998. 122 с.
59. Лемега Н. М. Генетико-географічні особливості деградації ґрунтів Львівської області : дис....кандидата геогр. наук: 11.00.05. Львів, 2020. 363 с.
60. Лісовський А. С. Черноземи типові Придністерського Поділля : дис. ... к. г. наук : 11.00.05. Львів, 2014. 223 с.
61. Літопис природи. Національний природний парк «Подільські товтри». Кам'янець-Подільський, 2017, Том XX. 312 с.
62. Літопис природи. Національний природний парк «Подільські товтри». Кам'янець-Подільський, 2018, Том XXI. 370 с.
- Любінська Л. Г., Юглічек Л. С. Флора Хмельниччини : навчальний посібник. Хмельницький : ТзОВ «Поліграфіст», 2017. 240 с.
63. Мазник Л. В., Позняк С. П. Генетико-географічні дослідження ґрунтів західних областей України. Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2014. 244 с.
64. Материалы по исследованию почв и грунтов Подольской губернии / под ред А. И. Набоких. Одесса : Тип. Акционер. Юж.-рус. о-ва печ. дела, 1916. 168 с.
65. Махов Г. Ґрунти України. Харків : Радянський селянин, 1930. 330 с.
66. Медведев В. В. Структура почвы (методы, генезис, классификация, эволюция, георграфия, мониторинг, охрана) Харьков : Изд. «13 типография», 2008. 406 с.
67. Медведев В. В., Лактинова Т. Н. Гранулометрический состав почв Украины (генетический, экологический и агрономический аспекты). Харьков : Апостроф, 2011. 292с.
68. Медведев В. В. Мониторинг почв Украины (концепция, предварительные итоги, задачи). Харьков : Антиква, 2002. 428 с.

69. Медведєв В. В. Новітні властивості антропогенно змінених ґрунтів. Сценарії антропогенної еволюції ґрунтового покриву. Харків : ФОП Бровін О. В., 2017. 162 с.
70. Медведєв В. В. Про деякі дискусійні і невирішені проблеми у дослідженнях ґрунтів. Харків : ФОП Бровін О. В., 2017. 188 с.
71. Медведєв В. В., Булигін С. Ю., Вітвіцький С. В. Фізика ґрунту : навчальний посібник. Київ. 2018. 289 с.
72. Медведєв В. В., Лындина Т. Е., Лактионова Т. Н. Плотность сложения почв (генетический, экологический и агрономический аспекты). Харьков : Изд. «13 типография», 2004. 244 с.
73. Медведєв В. В., Пліско І. В. Критерії і нормативи фізичної деградації орних ґрунтів (пропозиції до вдосконалення нормативної бази). *Вісник аграрної науки*. 2017. №3. С. 11–17.
74. Методика моніторингу земель, що перебувають у кризовому стані. Харків : Вид-во ін-ту ґрунтознавства і агрохімії ім.О.Н.Соколовського, 1998. 88с.
75. Меховский М. Трактат о двух Сарматиях / пер. с лат. С. А. Аннинского. Ленинград, 1936. 288 с.
76. Михайловський А. Г. До питання про взаємовідношення між процесами нітрофікації та мобілізації фосфорової кислоти в деградованому чорноземі (з робіт Кам'янецького досвідного поля). *Записки Сільсько-Господарського Інституту в Кам'яниці на Поділлію*. 1927. Вип. 4. С. 2–7.
77. Набоких А. И. Несколько замечаний к схематической почвенной карте Подольской губернии. Одесса, 1916. 39 с.
78. Національний атлас України. Київ : ДНВП «Картографія». 2009. 460 с.
79. Носко Б. С. Антропогенна еволюція чорноземів. Харків : Вид. «13 типографія», 2006. 239 с.
80. Обласов В. І., Балик Н. Г. Протиерозійна організація території. Київ : Аграрна освіта, 2009. 215 с.

81. Одарюк Т. С., Русіна Н. Г., Басенюк Т. І. Землевпорядне проектування. Київ : Аграрна освіта, 2010. 292 с.
82. Описи Подільської губернії кінця XVIII – початку XIX ст. / укладачі С. А. Копилов, А. Б. Задорожнюк. Кам'янець-Подільський : Аксіома, 2011. 124 с.
83. Папіш І. Чорноземи на лесових породах Західноукраїнського краю : монографія. Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2022. 326 с.
84. Папіш І. Я., Іванюк Г. С., Позняк С. П., Ямелинець Т. С. Едафічні критерії ґрунтово-географічного районування лісостепових ландшафтів Волино-Поділля. *Вісник ОНУ. Сер.: Географічні та геологічні науки*. 2022. Вип. 1(40). С. 72–84.
85. Папіш І. Я., Позняк С. П. Ґрунтово-географічне районування: становлення, нові підходи. *Український географічний журнал*. 2012. № 2. С. 18–22.
86. Пашківська О. А. Розвиток ґрунтознавства в Кам'янець-Подільському сільськогосподарському інституті в 20-х роках ХХ століття. URL: http://inb.dnsgb.com.ua/2010-2/10_pashkivska.pdf (дата звернення: 19.02.2020)
87. Перегуда О. В., Капустян О. А., Курилко О. Б. Статистична обробка даних : навч. посіб. Київ : Електронне видання, 2022. 103 с.
88. Підвальна Г.С., Позняк С.П. Гумусовий стан автоморфних ґрунтів Пасмового Побужжя. Львів : ВЦ ЛНУ ім. Івана Франка, 2004. 192 с.
89. Пліско І. В. Просторово-диференційована система управління якістю ґрунтів (на прикладі ріллі України) : дис. ... д. с.-г. наук : 06.01.03. Харків, 2019. 469 с.
90. Пліско І. В., Куцова К. М. Просторова неоднорідність структурно-агрегатного складу ґрунтів в межах окремих агроценозів Лівобережного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія*. 2022. 2 (48). С. 131–138.

91. Подольское губернское земство. *Труды Совета мелиоративных съездов в россии*. 1915. № 3. С. 12–13 .
92. Позняк С. П. Грунтознавство і географія ґрунтів: підручник у двох частинах. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2010. Ч. 1. 286 с.
93. Позняк С. П. Орошаемые черноземы юго-запада Украины. Львов : ВНТЛ, 1997. 240 с.
94. Позняк С. П., Гавриш Н. С. Господареві про ґрунти і право на них. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2020. 250 с.
95. Позняк С. П., Красеха Є. Н. Чинники ґрунтоутворення. Львів : ВЦ ЛНУ ім. Івана Франка, 2007. 400 с.
96. Позняк С. П., Красеха Є. Н., Кіт М. Г. Картографування ґрунтового покриву. Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2003. 498 с.
97. Позняк С., Гавриш Н., Іванюк Г., Вітвіцький Я. Естетична цінність ґрунтів. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. Сер. Географія*. 2022. Вип. 2. (53). С. 19–26.
98. Позняк С. П., Папіш І. Я., Іванюк Г. С., Ямелинець Т. С. Ґрунтово-географічне районування широколистяно-лісової ґрунтово-біокліматичної зони України. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: географія*. 2019. Вип. 46. № 1. С. 26–39.
99. Поляшенко Н. В. Порівняння гранулометричного та мікроагрегатного складу чорнозему звичайного на вододілі та схилі. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2015. Вип. 82. С. 118–122.
100. Природа Украинской ССР : Растительный мир / сост. Ю. Р. Шеляг-Сосонко. Київ: Наукова думка, 1985. 206 с.
101. Природа Украинской ССР. Климат. / В. Н. Бабичено, М. Б. Барабаш, К. Т. Логвинов и др. К. : Наукова думка, 1984. 232 с.
102. Природа Хмельницької області / за ред. К. І. Геренчука. Львів : Вища школа, 1980. 152 с.

103. Природа Хмельниччини в геологічному минулому / за ред. Й. М. Свинка. Тернопіль : Підручники і посібники, 2012. 96 с.
104. Пшевлоцький М. І. Ґрунти Сокальського пасма і їх агротехногенна трансформація. Львів : ВЦ ЛНУ ім. Івана Франка, 2002. 180 с.
105. Роде А. А. Система методів дослідження в ґрунтознавстві. Новосибірськ : Наука, 1984. 256 с.
106. Савостянов О. О. Дика рослинність Поділля. Вінниця : Віндерждрук ім. Леніна, 1925. 71 с.
107. Саттон Т., Дассау О., Саттон М. Плавное введение в ГИС / Пер. с англ. А. Еськова. Бишо, ЮАР, 2009. 119 с.
108. Свидзинская Д. В., Бруй А. С. Основы QGIS. Киев, 2014. 83 с.
109. Середнє Придністров'я / за ред. Г. І. Денисика. Вінниця : ПП. Видавництво «Геза», 2007. 431 с.
110. Скрильник Є. В., Гетманенко В. А., Кутова А. М., Москаленко В. П. Потенційні ресурси та підходи до управління органічною сировиною України для поповнення запасів гумусу в ґрунтах. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2021. Вип. 2. С. 45–53.
111. Стан навколишнього природного середовища Хмельницької області у 2020 році. Хмельницька обласна державна адміністрація. Департамент природних ресурсів та екології. Хмельницький. 2021, 237 с.
112. Стихійні метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя (1986–2005 рр.) / за ред. В. М. Ліпінського, В. І. Осадчого, В. М. Бабіченка. Київ : Ніка-Центр. 2006. 311 с.
113. Стратегія розвитку Хмельницької області на 2021–2027 роки. Хмельницький, 2019. 214 с.
114. Стратиграфія УРСР. Крейда. Київ : Наукова думка, 1971. 319 с.
115. Стратиграфія УРСР. Неоген. Т. 10. Київ : Наук. думка, 1975. Т. 10. 272 с.
116. Стратиграфія УРСР. Силур. Київ : Наукова думка, 1974. 215 с.

117. Татарчук Т. Р., Сіренко Г. О., Старко І. Ю. Математичний апарат системи колірного простору CIE L*a*b*. *Математичні методи в хімії та біології*. 2014. 2(1). 127–136.
118. Тектонічна карта України. Масштаб 1 : 1 000 000. Пояснювальна записка. Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, Державна геологічна служба. Український державний геологорозвідувальний інститут. К. : УкрДГРІ, 2007. 132 с.
119. Технічний звіт по коректуванню матеріалів крупномасштабного обстеження ґрунтів колгоспу імені Кірова Кам'янець-Подільського району Хмельницької області / Мінвуз УРСР Львівський ордена Леніна державний університет імені Івана Франка, 1990. 59 с.
120. Тимощук О. О., Зведенюк М. А., Климчук В. В. Ліси Хмельниччини. Хмельницький : ТзОВ «Поліграфіст», 2017. 264 с.
121. Тихоненко Д. Г. Головні закономірності розвитку агрогенних ґрунтів ґрунтів України. *Вісник ХНАУ, Ґрунтознавство*. 2015. № 2. С. 5–9.
122. Тихоненко Д. Г., Вергунов В. А., Горін М. О., Новосад Н. М. Ґрунтознавство в Україні : історія та сучасність. Харків, 2016. 300 с.
123. Тутковский П. А. Юго-Западный край. Популярные естественно-исторические и географические очерки. Киев : Киевское Слово, 1893. 178 с.
124. Український гідрометеорологічний центр. *Інформаційний портал погоди* : веб-сайт. URL: <https://www.meteo.gov.ua/> (дата звернення 12.07.22.)
125. Фурман В. М., Люсак А. В., Олійник О. О. Ґрунтозахисна контурно-меліоративна система землеробства. Навчальний посібник. Рівне : вид-во ФОП Мельнікова М.В., 2016. 215 с.
126. Цись П. М. Геоморфологія УРСР. Львів : Вид-во ЛДУ, 1962. 221 с.
127. Часковський О., Андрейчук Ю., Ямелинець Т. Застосування ГІС у природоохоронній справі на прикладі відкритої програми QGIS. Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, Вид-во Простір-М, 2021. 228 с.

128. Чернюк Г. В. Кліматичні ресурси Поділля. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Географія.* 2008. №1. С.50–59.

129. Чернюк Г. В., Любинська І. Б., Касіяник І. П. Геліоресурси та сонячна радіація на території Хмельницької області. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Географія.* 2015. № 1. С. 212–219.

130. Чернюк Г. В., Царик Л. П., Касіяник І. П. Розподіл температури повітря та термічні ресурси клімату Хмельницької області. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія : Географія.* 2013. № 1. С. 19–27.

131. Чернюк Г. Сезонні зміни напряму і швидкості вітрів на півдні Хмельницької області. *Вісник Тернопільського відділу Українського географічного товариства.* 2018. № 2. С. 24–29.

132. Чорний С. Г. Оцінка якості ґрунтів. Миколаїв : МНАУ, 2018. 233 с.

133. Шипулін В. Д. Основні принципи геоінформаційних систем : навч. посібник. Харків : ХНАМГ, 2010. 313 с.

134. Яворов В. М., Макалюк В. В., Вахняк В. С., Пустова З. В., Хомовий М. М. No-till як альтернатива традиційній технології вирощування сільськогосподарських культур на чорноземах південно – західного Лісостепу. *Корми і кормовиробництво.* 2014. Вип. 79. С. 42–47.

135. Ямелинець Т. С. Застосування географічних інформаційних систем у ґрунтознавстві : навчальний посібник. Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. 196 с.

136. Batey T. Soil compaction and soil management – a review. *Soil Use and Management.* 2009. Vol. 25. P. 335–345.

137. Gunal H., Ersahin S., Yetgin B., Kutlu T. Use of Chromameter Measured Color Parameters in Estimating Color-Related Soil Variables. *Communications in Soil Science and Plant Analysis.* 2008. 39(5). P. 726–740.

138. Haskevych V., Lemeha N., Vitvitskyi Y. Soil-degradation zoning of Lviv Oblast. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 2022. 31(1). P. 45–58.
139. Herts A. I., Khomenchuk V. O., Kononchuk O. B., Herts N. V., Markiv V. S., Buianovskiy A. O. Use of visual-diagnostic color parameters of soils and optical reflectometry for determination of organic carbon content. *Journ. Geol. Geograph. Geoecology*. 2021. 31(2). 260–272.
140. Jastrow J. D., Miller R. M., Boutton T. W. Carbon dynamics of aggregate-associated organic matter estimated by carbon 13 natural abundance. *Soil Science Society of America Journal*. 1996. Vol. 60. P. 801–807.
141. Kirillova N. P. Transformation of Scanned RGB Data to LAB (Step by Step). 2018.
142. Kirillova N. P., Sileva T. M., Ul'yanova T. Yu., Smirnova I. E., Ul'yanova A. S., Burova E. K. Color Diagnostics of Soil Horizons (by the Example of Soils from Moscow Region). *Eurasian Soil Science*. 2018. 51(11), 1363–1371.
143. Kirillova N., Kemp D., Artemyeva Z., Colorimetric analysis of soil with flatbed scanners. *European Journal of Soil Science*. 2017. 68(4). P. 420–433.
144. Kucher A. Adaptation of the agricultural land use to climate change. *Agricultural and Resource Economics*. 2017. 3(1). P. 119–138.
145. Levin N., Ben-Dor E., Singer A. A digital camera as a tool to measure colour indices and related properties of sandy soils in semi-arid environments. *International Journal of Remote Sensing*. 2005. 26 (24). P. 5475–5492.
146. McGarry D. A. Methodology of a Visual Soil – Field Assessment Tool “VSFast” to support, enhance and contribute to the LADA program. 2006. 50 p.
147. Meurer, K., Barron, J., Chenu, C., A framework for modelling soil structure dynamics induced by biological activity. *Global change biology*. 2020. 26 (10). P. 5382–5403
148. Mokrzycki W.S., Tatol M., Colour difference ΔE – A survey. *Machine GRAPHICS & VISION*. 2012. 20 (4). P.383–411.

149. Moritsuka N., Matsuoka K., Katsura K., Sano S., Yanai J. Soil color analysis for statistically estimating total carbon, total nitrogen and active iron contents in Japanese agricultural soils. *Soil Science and Plant Nutrition*. 2014. 60 (4). P. 475–485.
150. Munsell soil color charts. Baltimore, Maryland U.S.A, 1954.
151. Quinton J. N., Öttl L. K. & Fiener P. Tillage exacerbates the vulnerability of cereal crops to drought. *Nat Food*. 2022. 3. P. 472–479.
152. Sharma G., Wu W., Dalal E. The CIEDE2000 color-difference formula: implementation notes, supplementary test data, and mathematical observations. *Color Research and Application*. 2005. 3. P. 21–30.
153. Simansky V., Kravka M., Jonczak J. Stability of soil aggregate in loamy soils of Slovakia. *Journal of Elementology*. 2017. 22(2). P. 581–592.
154. Słownik geograficzny Królestwa Polskiego i innych krajów słowiańskich / pod. redakcją B. Chlebowskiego, i W. Walewskiego. T. 8. Warszawa : Druk “WIEKU”, 1887. 460 p.
155. Soil Health. Soil Biology / Giri B., Varma A. India : Springer 2020. 401.
156. Viscarra Rossel R. A., Minasny B., Roudier P., McBratney A. B. Colour space models for soil science. *Geoderma*. 2006. 133. P. 320–337.
157. Vitvitskyi Y., Haskevych V., Pozniak S., Kasiianyk I. Features and assessment of decolorization of chernozems of Ukraine. *Soil Science Annual*. 2022. 73(1):147483.
158. Vodyanitskii Yu. N., Kirillova N.P. Application of the CIE-L*a*b* System to Characterize Soil Color. *Eurasian Soil Science*. 2016. 11. 1337– 1346.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

Статті у наукових фахових виданнях України

1. Вітвіцький Я. Вплив рельєфу на ерозійну деградацію чорноземів Придністерської височини. *Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій*. Збірник наукових праць. Вип. 1 (11). 2020. С. 280–293.

2. Вітвіцький Я.Й., Гаськевич В.Г. Просторово-часові особливості дегумуфікації чорноземів Придністерської височини. *Вісник Одеського національного університету. Серія: Географічні і геологічні науки*. 2022. Т. 27. Вип. 1 (40). С. 41–50.

3. Вітвіцький Я., Гаськевич В. Переуцільнення чорноземів Придністерської височини в умовах агротехнічного навантаження. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. Серія: Географія. 2022. Вип. 2. (53). С. 27–35.

Публікації у наукових фахових виданнях, які включені до міжнародних наукометричних баз

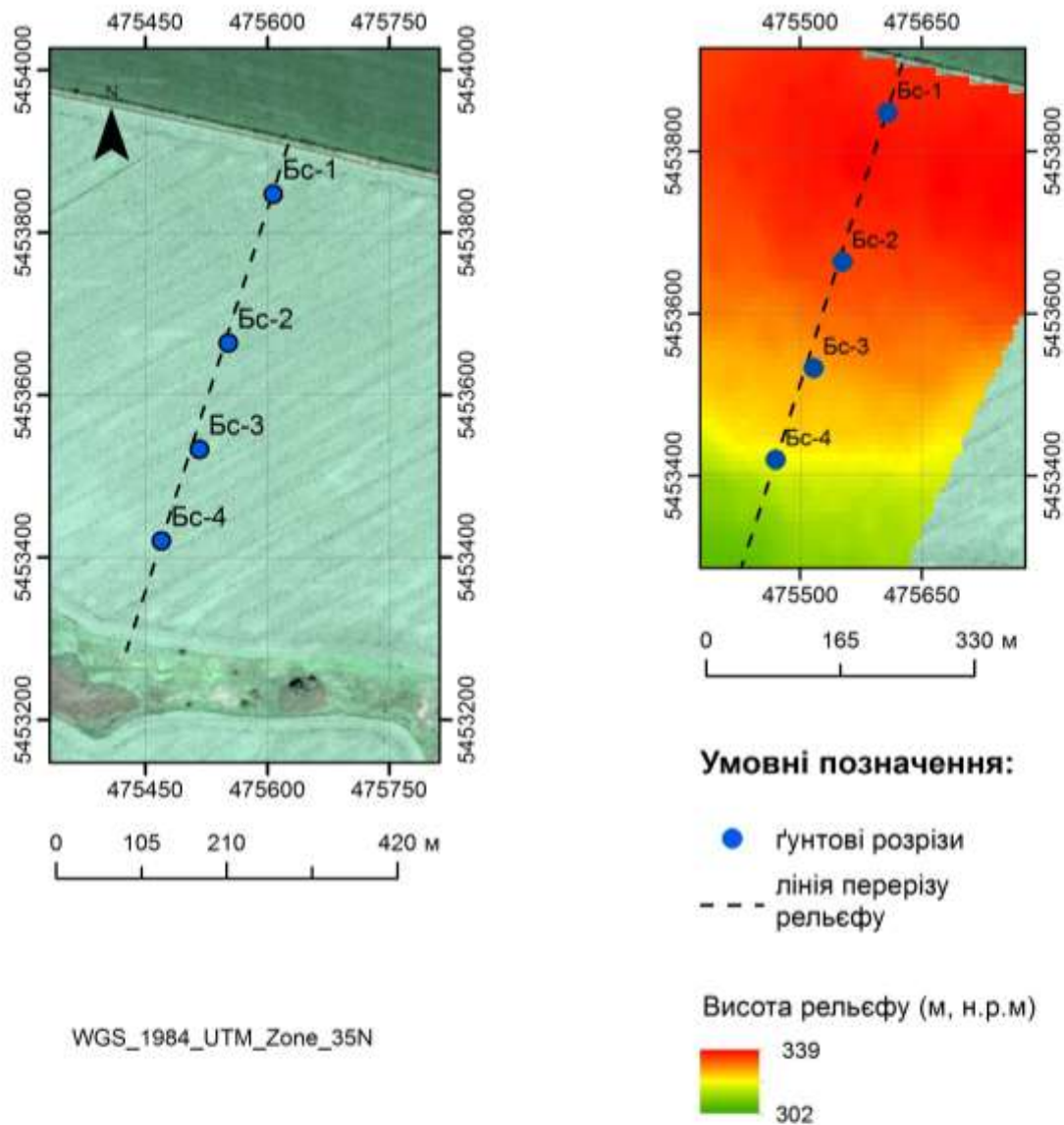
4. Vitvitskyi Y., Haskevych V., Pozniak S., Kasiianyk I. Features and assessment of decolorization of chernozems of Ukraine. *Soil Science Annual*. 2022. 73(1):147483 (*Scopus*).

5. Haskevych V., Lemeha N., Vitvitskyi Y. Soil-degradation zoning of Lviv Oblast. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 2022. 31(1). P. 45–58. (*Web of Science*).

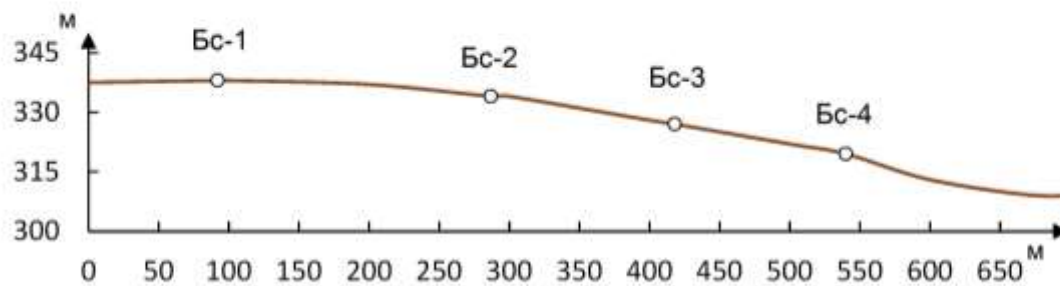
Публікації, що засвідчують апробацію дисертації

6. Вітвіцький Я. Й. Морфологічні особливості чорноземів типових Придністерської височини. *«Реформування та розвиток гуманітарних та природничих наук»*. Всеукраїнська науково-практична конференція (м. Полтава, 22–23 травня 2020р.). Херсон : Видавництво «Молодий вчений», 2020. Ч. 1. С. 64–69. Форма участі : дистанційна.
7. Вітвіцький Я., Палій О. Зміна властивостей чорноземів Придністерської височини внаслідок деградаційних процесів. *Матеріали наукової інтернет-конференції «Горизонти ґрунтознавства»* (Львів, 12 травня, 2021). Львів, 2021. С. 14–22. Форма участі : дистанційна.
8. Вітвіцький Я. Трансформація гумусового стану чорноземів Придністерської височини під впливом деградації. *Матеріали наукової інтернет-конференції «Горизонти ґрунтознавства»* (Львів, 17 травня, 2022). Львів, 2022 . С. 29–35. Форма участі : дистанційна.
9. Вітвіцький Я. Й., Гаськевич В.Г. Горизонтальна неоднорідність потужності чорноземів опідзолених Придністерської височини. *«Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку»*. Міжнародна науково-практична конференція. (м. Херсон – Кропивницький, 27–28 жовтня 2022 р.). Одеса : «Олді+», 2022. С. 65–68. Форма участі : дистанційна.
10. Вітвіцький Я. Й. Еколого-економічна оцінка наслідків деградації чорноземів Придністерської височини. *«Проблеми використання, збереження та відтворення ґрунтів в умовах сталого розвитку агросфери»*. Міжнародна наукова конференція (Кам'янець-Подільський, 5 грудня 2022 р.). Кам'янець-Подільський : Заклад вищої освіти «Подільський державний університет», 2023. С. 31–33. Форма участі : дистанційна.

Картосхема ключової ділянки «Басівка» (Бс)

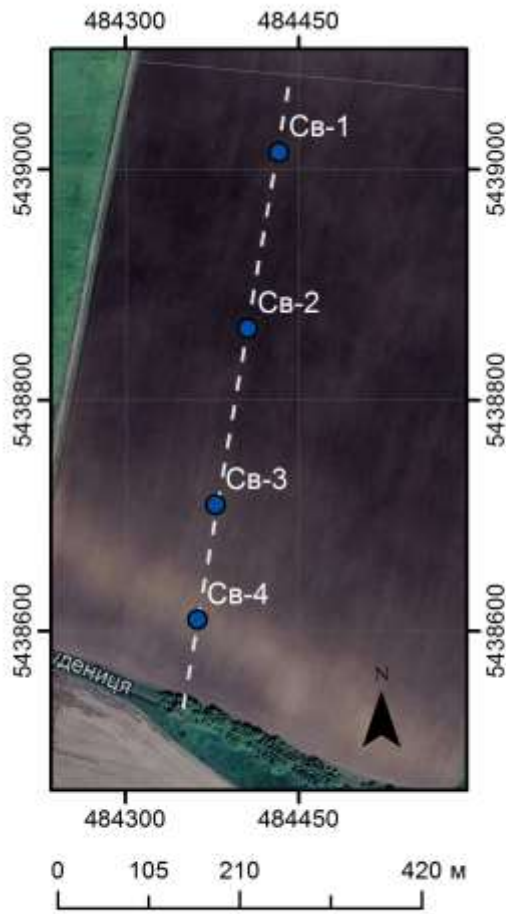


Поперечний профіль рельєфу

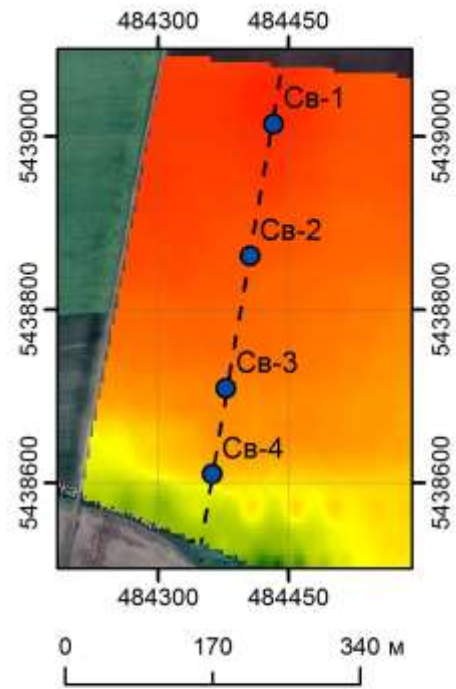


ДОДАТОК В

Картосхема ключової ділянки «Савинці» (Св)



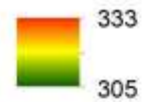
WGS_1984_UTM_Zone_35N



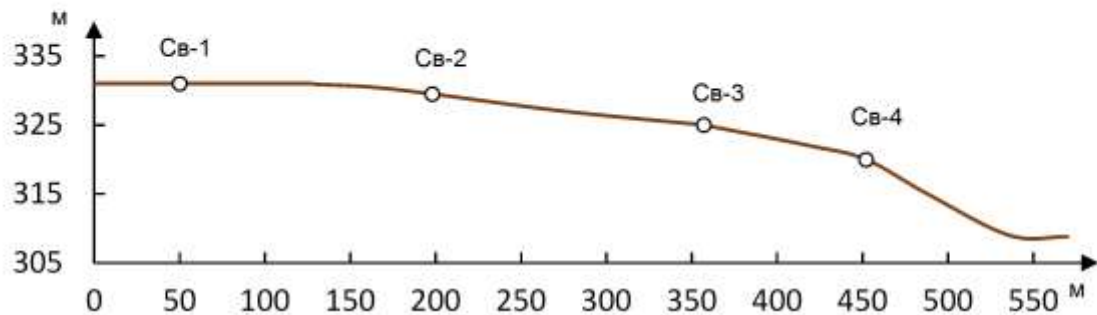
Умовні позначення:

- ґрунтові розрізи
- лінія перерізу рельєфу

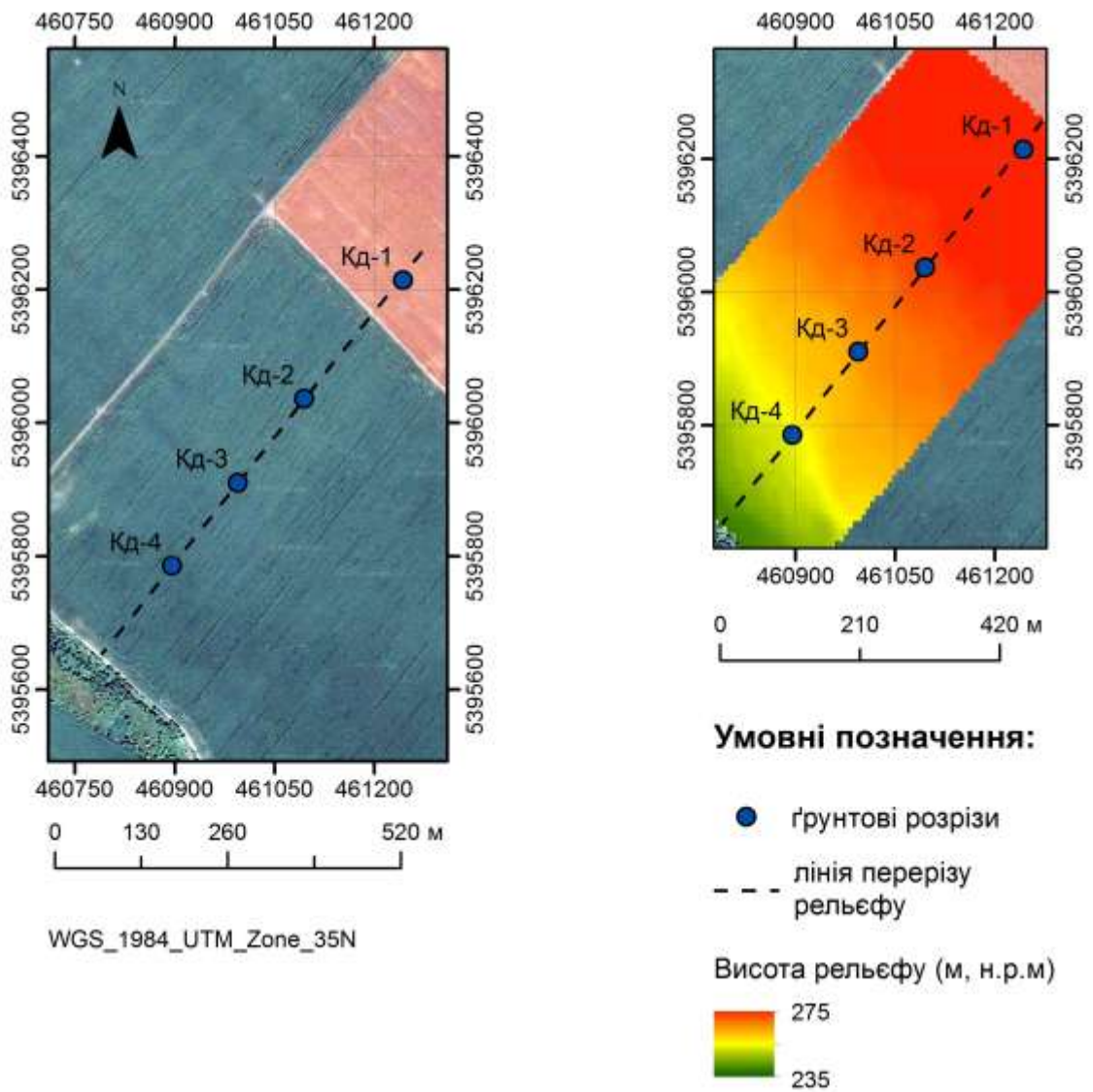
Висота рельєфу (м, н.р.м)



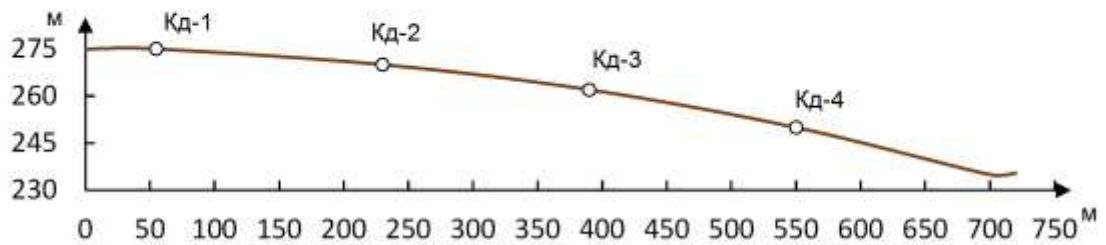
Поперечний профіль рельєфу



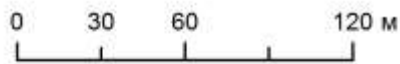
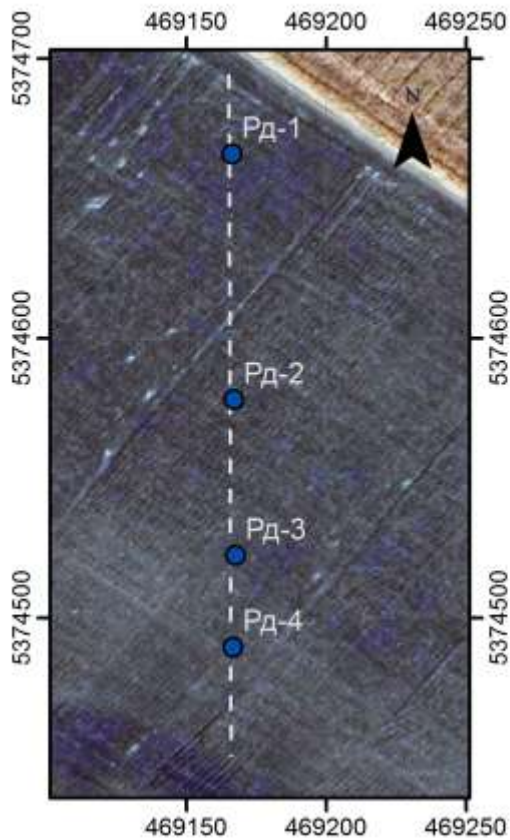
Картосхема ключової ділянки «Кадіївці» (Кд)



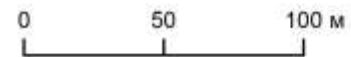
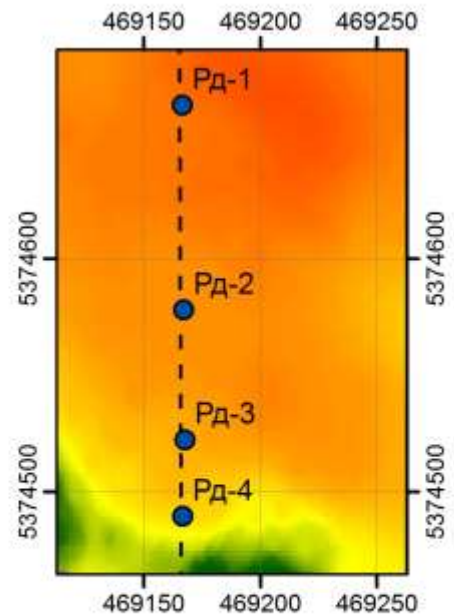
Поперечний профіль рельєфу



Картосхема ключової ділянки «Руда» (Рд)



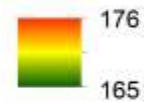
WGS_1984_UTM_Zone_35N



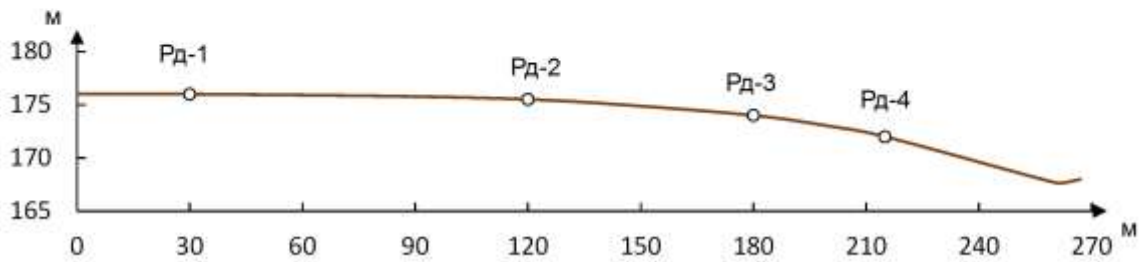
Умовні позначення:

- ґрунтові розрізи
- - - лінія перерізу рельєфу

Висота рельєфу (м, н.р.м.)



Поперечний профіль рельєфу



Морфологічна характеристика ґрунтових профілів чорноземів

Придністерської височини

КД «Басівка» (Бс)

Ключова ділянка «Басівка» закладена на хвилястому вододілі з прилеглим схилом, між верхів'ями річок Тростянець та Ушиця, на території Городоцької ОТГ 3 км на схід від с. Басівка (Хмельницький район). Ґрунтовий покрив – чорноземи типові. Загальна кількість розрізів чотири (Бс-1 – Бс-4). Угіддя: рілля. Культура: пшениця

Розріз: Бс-1

Рельєф: вододільне плато

Ґрунт: чорнозем типовий глибокий малогумусний середньосуглинковий на лесоподібному суглинку

Потужність гумусового горизонту 85 см

Глибина закипання кальцій карбонатів з 90 см.

Н _{ор} 0 – 20 см	– темно-сірий (10YR3/2), однорідний; грудкувато-порохувата структура; середньосуглинковий; слабоущільнений; пухке структурне складення; свіжий; поверхнево тріщинуватий; численні корінці, червоточини; нижня межа горизонту рівна, співпадає з глибиною давньої оранки, перехід за щільністю помітний;
Н _{п/ор} 20 – 50 см	– темно-сірий (10YR3/2), неоднорідний; горіхувато-дрібногрудкувата структура; середньосуглинковий; свіжий; щільний, нечисленні шпари розтріскування; щільне структурне складення; корінці рослин, червоточини; перехід за щільністю та кольором поступовий;
Н _р 50 – 85 см	– темнувато сірий з бурим відтінком (10YR4/1), неоднорідний; зернисто-дрібногрудкувата структура; середньосуглинковий; свіжий; щільний, слабопористий; щільне структурне складення; корінці рослин, червоточини; перехід за кольором поступовий з глибини 58 см;
Р _h 85 – 100 см	– бурий з сіруватим відтінком (10YR5/2), неоднорідний; грудкувато-призматична структура; середньосуглинковий; свіжий; щільний, поодинокі шпари розтріскування; щільне структурне складення; поодинокі коріння рослин, червоточини, копроліти; характер переходу помітний за закипанням НСІ 90 – 100 см;
Р(h) _k 100 – 140 см	– бурий (10YR6/3), дуже неоднорідний; грудкувато-призматична структура; середньосуглинковий; свіжий; ущільнений, трубчасті шпарки; щільне слабоструктурне складення; кальцій карбонати у формі прожилок; поодинокі кротовини наповнені темноколірним зернистим матеріалом (110 – 125 см).

Розріз: Бс-2

Рельєф: слабопохила схилова ділянка

Ґрунт: чорнозем типовий слабогумусований слабозмитий сереньосуглинковий на лесоподібному суглинку

Потужність гумусового горизонту 70 см

Глибина закипання кальцій карбонатів з 88 см.

Н _{ор} 0 – 20 см	– темно-сірий (10YR3/2), однорідний; грудкувато-порохувата структура; середньосуглинковий; слабоущільнений; пухке структурне складення; свіжий; поверхнево тріщинуватий; численні корінці, червоточини; нижня межа горизонту рівна, співпадає з глибиною давньої оранки, перехід за щільністю різкий.
Н _{п/ор} 20 – 43 см	– темно-сірий (10YR3/2), неоднорідний; горіхувато-дрібнобрилувата структура; середньосуглинковий; свіжий; щільний, широкотріщинуватий; щільне структурне складення; корінці рослин, зустрічаються частинки стебел соняшника (попередньої культури), червоточини; перехід за щільністю поступовий.
Н _р 43 – 70 см	– темнувато сірий з бурим відтінком (10YR4/1), неоднорідний; зернисто-дрібногрудкувата структура; середньосуглинковий; свіжий; щільний, зустрічаються нерегулярні шпари розтріскування; щільне структурне складення; корінці рослин, червоточини; перехід за кольором поступовий.
Р _h 70 – 95 см	– бурий з сіруватим відтінком (10YR5/2), неоднорідний; грудкувато-призматична структура; середньосуглинковий; свіжий; щільний, поодинокі шпари розтріскування; щільне структурне складення; поодинокі коріння рослин, червоточини, копроліти; характер переходу помітний за закипанням НСІ (88 см).
Р(h)к 95 – 140 см	– бурий (10YR6/3), дуже неоднорідний; грудкувато-призматична структура; середньосуглинковий; свіжий; ущільнений, тонкопористий; щільне слабоструктурне складення; кальцій карбонати у формі прожилок, рясна «псевдогрибниця» (120 см).

Розріз: Бс-3

Рельєф: похила схилова ділянка

Ґрунт: чорнозем типовий слабогумусований середньозмитий сереньосуглинковий на лесоподібному суглинку

Потужність гумусового горизонту 40 см

Глибина закипання кальцій карбонатів з 37 см.

Н+Н _р <i>ор</i> 0 – 17 см	– темно-сірий з буруватим відтінком (10YR4/2), неоднорідний; дрібнобрилувата структура; середньосуглинковий; свіжий; ущільнений з численними шпарями розтріскування; пухке структурне складення; численні корінці, червоточини; нижня межа горизонту рівна, співпадає з глибиною давньої оранки, перехід за щільністю різкий.
Н _р <i>n/ор</i> 17 – 40 см	– темно-сірий (10YR4/2), неоднорідний; грубогоріхувато-дрібнобрилувата структура; середньосуглинковий; свіжий; щільний, поодинокі шпари розтріскування (до 1 см); щільне структурне складення; корінці рослин, червоточини; перехід за кольором різкий; слабе закипання кальцій карбонатів з глибини 37 см.
Р _{hk}	– бурий з сіруватим відтінком (10YR5/2), неоднорідний; грудкувато-

- 40 – 60 см призматична структура; середньосуглинковий; свіжий; щільний, поодинокі шпари розтріскування; щільне структурне складення; поодинокі коріння рослин, червоточини, копроліти; кальцій карбонати у формі прожилок, рясна «псевдогрибниця» (45 см).
- бурий (10YR6/4), неоднорідний; грудкувато-призматична структура;
- P(h)k середньосуглинковий; свіжий; ущільнений, тонкопористий; щільне
- 60 – 100 см слабоструктурне складення; кальцій карбонати у формі рясної «псевдогрибниці» (особливо в червоточинах).

Розріз: Бс-4

Рельєф: слабоспадаста схилова ділянка

Ґрунт: чорнозем типовий слабогумусований сильнозмитий середньосуглинковий на лесоподібному суглинку

Потужність гумусового горизонту 18 см

Глибина закипання кальцій карбонатів з 25 см.

- темно-сірий з буруватим відтінком (10YR4/2), неоднорідний; дрібногоріхувата структура; середньосуглинковий; свіжий; ущільнений з численними шпарами розтріскування; щільне слабоструктурне складення; численні корінці, копроліти; нижня межа горизонту рівна, співпадає з глибиною давньої оранки, перехід за щільністю та кольором різкий.
- N+Hr *op* 0 – 18 см
- бурий з сіруватим відтінком (10YR5/2), неоднорідний; брилувата структура;
- Phk *n/op* 18 – 35 середньосуглинковий; свіжий; щільний, поодинокі шпари розтріскування; щільне структурне складення; корінці рослин, червоточини; закипання кальцій карбонатів на глибині 25 см; перехід за щільністю поступовий.
- бурий з сіруватим відтінком (10YR5/2), неоднорідний; грудкувато-призматична структура; середньосуглинковий; свіжий; щільний, поодинокі шпари розтріскування; щільне структурне складення; поодинокі коріння рослин, червоточини, копроліти; кальцій карбонати у формі прожилок, рясна «псевдогрибниця» (40 см).
- Phk 35 – 50 см
- бурий (10YR6/4), неоднорідний; грудкувато-призматична структура;
- P(h)k середньосуглинковий; свіжий; ущільнений, тонкопористий; щільне
- 50 – 100 см слабоструктурне складення; кальцій карбонати у формі рясної «псевдогрибниці», зустрічаються поодинокі кротовини (80 см).

КД «Руда» (Рд)

Ключова ділянка «Руда» розташована у крайній південній частині Придністерської височини, 2 км на південь від с. Руда (Жванецька ОТГ, Кам'янець-Подільського р-н, Хмельницької області). У геоморфологічному плані ділянка закладена в межах давньотерасового комплексу з прилеглим схилом. Ґрунтовий покрив – чорноземи типовий. Загальна кількість розрізів чотири (Рд-1 – Рд-4). Угіддя: рілля. Культура: кукурудза.

Розріз: Рд-1

Рельєф: вододільне плато

Ґрунт: чорнозем типовий середньоглибокий малогумусний сереньосуглинковий на лесоподібному суглинку

Потужність гумусового горизонту 67 см

Глибина закипання карбонатів з 75 см.

- N_{op}* 0 – 20 см – темно-сірий (10YR3/2), однорідний; дрібногрудкувато-горіхувата структура; середньосуглинковий; ущільнений, середньошпаруватий, тріщинуватий; свіжий; коріння рослин, червоточини; нижня межа горизонту рівна, співпадає з глибиною давньої оранки, перехід помітний за щільністю;
- N_{під/ор}* 20 – 40 см – темно-сірий (10YR3/2), неоднорідний; оприсійна (через с/г техніку), горіхувато-пластинчаста (оприсійна) структура; середньосуглинковий; дуже щільний, тріщинуватий, тріщини 1-2 мм; свіжий; коріння рослин, червоточини, характер переходу поступовий;
- N_p* 40 – 67 см – темнувато сірий з бурим відтінком (10YR4/1), неоднорідний, середньосуглинковий, зернисто-дрібногрудкувата, свіжий, щільний, коріння рослин, червоточини, тріщини, копроліти, перехід поступовий за забарвленням 50 – 60 см;
- Ph* 67 – 96 см – бурий з сіруватим відтінком (10YR5/2), неоднорідний, середньосуглинковий, грудкувато-призматична, свіжий, дуже щільний, коріння рослин, червоточини, копроліти, характер переходу – різкий за закипанням НС1 75-85 см.
- P(h)k* 96 – 140 см – бурий (10YR6/3) дуже неоднорідний; середньосуглинковий; слабовиражена грудкувата структура; ущільнений; свіжий, кальцій карбонати у формі прожилок, кротовини (110-120 см).

Розріз: Рд-2

Рельєф: слабопохила схилова ділянка

Ґрунт: чорнозем типовий середньоглибокий слабогумусований слабозмитий сереньосуглинковий на лесоподібному суглинку

Потужність гумусового горизонту 47 см

Глибина закипання кальцій карбонатів з 80 см.

- N_{op}* 0 – 17 см – темно-сірий (10YR3/2), неоднорідний; грудкувато-порохуватої структури; середньосуглинковий; слабоущільнений, пористий; свіжий; коріння рослин, червоточини, копроліти; перехід різкий за щільністю і структурою; нижня межа горизонту співпадає з глибиною оранки.
- N_{під/ор}* 17 – 30 см – темно-сірий (10YR4/2), неоднорідний; дрібногрудкувато-брилуватої структури; середньосуглинковий; дуже щільний, тріщинуватий, наявні тріщини до 10 мм; свіжий; коріння рослин, залишки подрібнених частин соняшникових стебел (культура попередник), червоточини, копроліти; перехід за щільністю помітний;
- N_p* 30 – 47 см – темно-сірий з буруватим відтінком (10YR4/3), неоднорідний; дрібногрудкувато-грубозерниста структура; середньосуглинковий; ущільнений, тріщинуватий; свіжий; коріння рослин, червоточини, кротовини;
- Ph* 47 – 60 см – бурий з сіруватим відтінком (10YR5/4), неоднорідний; грудкувато-призматична структура; середньосуглинковий; щільний, тріщинуватий; свіжий; коріння рослин, копроліти, кротовини; перехід поступовий.
- P(h)k* 60 – 140 см – бурий (10YR6/3), неоднорідний; середньосуглинковий; дрібногрудкуватої структури; ущільнений; свіжий; бурхливе закипання з глибини 80 см, кальцій карбонати у форму плісняви, лінія закипання різка.

Розріз: Рд-3

Рельєф: похила схилова ділянка

Ґрунт: чорнозем типовий слабогумусований середньозмитий сереньосуглинковий на лесоподібному суглинку

Потужність гумусового горизонту 22 см

Глибина закипання кальцій карбонатів з 50 см.

- Н+Нр *op*
0 – 14 см – темно-сірий з буруватим відтінком (10YR4/2), неоднорідний; порохувато-грудкуватої структури; середньосуглинковий; слабоущільнений, наявні поодинокі тріщини до 0,5 см; свіжий; коріння рослин, червоточини, копроліти; перехід за щільністю різкий, не співпадає з глибиною оранки;
- Н+Нр *n/op*
14 – 22 см – Темно-сірий з буруватим відтінком (10YR4/2), неоднорідний; брилувато-дрібногрудкуватої структури; середньосуглинковий; дуже ущільнений, тріщинуватий; свіжий; коріння рослин, органічні залишки стебла соняшника; зустрічається поодинокі галька; червоточини, копроліти; перехід за щільністю помітний;
- Ph
22 – 31 см – бурий з сіруватим відтінком (10YR5/3), неоднорідний; дрібногрудкувато-грубозернистої структури; середньосуглинковий; ущільнений, тріщинуватий; свіжий; коріння рослин, червоточини, копроліти, кротовини; характер переходу поступовий;
- P(h)k
31 – 100 см – бурий (10YR6/4), неоднорідний; слабовиражена грудкувата структура; середньосуглинковий; ущільнений, тонкопористий; свіжий; червоточини, копроліти, коріння рослин; закипання бурхливе з 50 см, кальцій карбонати у вигляді густого псевдоміцелію.

Розріз: Рд-4

Рельєф: слабоспадиستا схилова ділянка

Ґрунт: чорнозем типовий слабогумусований середньозмитий сереньосуглинковий на лесоподібному суглинку

Потужність гумусового горизонту 20 см

Глибина закипання кальцій карбонатів з 40 см.

- Н+Нр *op*
0 – 10 см – темно-сірий з буруватим відтінком (10YR4/3), неоднорідний; грудкувато-порохуватої структури; середньосуглинковий; слабоущільнений, тріщиуватий; свіжий; закипання відсутнє; багато коріння, червоточини, копроліти; перехід за щільністю та структурою різкий, не співпадає з глибиною оранки;
- Н+Нр *n/op*
10 – 20 см – темно-сірий з буруватим відтінком (10YR4/3), неоднорідний; грудкувато-брилуватої структури; середньосуглинковий; дуже щільний; свіжий; закипання відсутнє, коріння рослин, подрібнені стебла соняшника (культура попередник), зустрічається поодинокі галька (до 1 см), червоточини, копроліти; перехід за щільністю помітний;
- Ph *n/op*
20 – 32 см – бурий з сіруватим відтінком (10YR5/4), неоднорідний буруватість зростає донизу; дрібногрудкувато-грубозерниста структура; середньосуглинковий; ущільнений, тріщинуватий; свіжий; коріння рослин, червоточини; перехід за щільністю поступовий;
- P(h)k
32 – 100 см – бурий (10YR6/4), дуже неоднорідний; слабовиражена грудкувата структура; середньосуглинковий; слабоущільнений; свіжий; різке бурхливе закипання, лінія закипання різка на глибині 40 см, кальцій карбонати у формі псевдоміцелію, журавчики округлої форми; червоточини, зустрічається поодинокі галька (розміром до 1-4 см), коріння рослин.

КД «Савинці» (Св)

Ключова ділянка «Савинці» закладена на хвилястому вододілі з прилеглим схилом, у верхів'ї р. Студениця, на території Ярмолинецької ОТГ, 400 м на північ від с. Савинці (Хмельницький район). Ґрунтовий покрив – чорноземи опідзолені. Загальна кількість розрізів чотири (Св-1 – Св-4). Угіддя: рілля. Культура: пшениця.

Розріз: Св-1

Рельєф: вододільне плато

Ґрунт: чорнозем опідзолений глеюватий важкосуглинковий на лесоподібному суглинку

Потужність гумусового горизонту 70 см

Кальцій карбонати відсутні.

Морфологічні ознаки сучасного оглеєння з 120 см

Не op 0 – 20 см	– темно-сірий (10YR3/2), однорідний; дрібногрудкувато-порохувата структура; важкосуглинковий; свіжий; пухке структурне складення; наявні шпари розтріскування (0,5-1 см); численні корінці рослин, червоточини, мурашині ходи та гнізда; нижня межа горизонту рівна, співпадає з глибиною оранки, перехід за щільністю помітний;
Не під/op 20 – 47 см	– темно-сірий (10YR3/2), однорідний; великогрудкувато-зернистої структури, грані структурних агрегатів припудрені присипкою SiO ₂ ; важкосуглинковий; свіжий; щільне структурне складення особливо у верхній частині горизонту; тріщинуватий, корінці, червоточини; перехід за щільністю поступовий;
Нрі 47 – 70 см	– темнувато-сірий з буруватим відтінком (10YR4/2), неоднорідний; грудкуватої структури, грані структурних агрегатів припудрені присипкою SiO ₂ ; важкосуглинковий; свіжий; ущільнений; корінці, червоточини; перехід за кольором та щільністю поступовий;
Рhi 70 – 112 см	– бурий з сіруватим відтінком (10YR5/2), неоднорідний; роздільна крупногоріхувата структура; важкосуглинковий; свіжий; щільне капілярне складення; поодинокі корінці рослин, червоточини з гумусовими потьокками на стінках, зустрічаються кротовини; перехід поступовий;
Р(h)igl 112 – 140 см	– бурий (10YR6/4), неоднорідний з іржаво-бурими плямами (120 см); великогоріхувата структура; важкосуглинковий; слабозволожений; ущільнений; тонкопористий; поодинокі коріння рослин, зустрічаються кротовини заповнені темноколірним зернистим матеріалом.

Розріз: Св-2

Рельєф: слабопохила схилова ділянка

Ґрунт: чорнозем опідзолений глеюватий слабозмитий важкосуглинковий на лесоподібному суглинку

Потужність гумусового горизонту 62 см

Кальцій карбонати відсутні.

Морфологічні ознаки сучасного оглеєння з 116 см

Не op – темно-сірий (10YR3/2), однорідний; грудкувато-порохувата структура;

0 – 20 см	важкосуглинковий; свіжий; пухке структурне складення; наявні шпари розтріскування; численні корінці рослин; нижня межа горизонту рівна, співпадає з глибиною оранки, перехід за щільністю ясний; – темно-сірий (10YR3/2), однорідний; великогрудкувато-плитчасто-зернистої структури, грані структурних агрегатів припудрені присипкою SiO ₂ ;
He <i>nid/op</i> 20 – 45 см	важкосуглинковий; свіжий; щільне структурне складення особливо у верхній частині горизонту; тріщинуватий, корінці, червоточини, перехід за щільністю поступовий. – темно-сірий з буруватим відтінком (10YR4/2), неоднорідний; грудкуватої структури, грані структурних агрегатів припудрені присипкою SiO ₂ ;
Hr1 45 – 62 см	важкосуглинковий; свіжий; ущільнений; корінці, червоточини; перехід за кольором ясний. – бурий з сіруватим відтінком (10YR5/2), неоднорідний; роздільна грудкувато-призматична структура; важкосуглинковий; свіжий; щільне структурне складення; поодинокі корінці рослин, червоточини з гумусовими потьокками на стінках; перехід поступовий.
Phi 62 – 100 см	призматична структура; важкосуглинковий; свіжий; щільне структурне складення; поодинокі корінці рослин, червоточини з гумусовими потьокками на стінках; перехід поступовий. – бурий (10YR6/4), неоднорідний з іржаво-бурими плямами; великогоріхувато-призматична структура; важкосуглинковий; слабозволожений; ущільнений;
P(h)igl 100 – 140 см	тонкопористий; помітні ознаки перезволоження з глибини 116 см; поодинокі коріння рослин, зустрічаються кротовини заповнені темноколірним зернистим матеріалом.

Розріз: Св-3

Рельєф: похила схилова ділянка

Ґрунт: чорнозем опідзолений глеюватий середньозмитий важкосуглинковий на лесоподібному суглинку

Потужність гумусового горизонту 35 см

Кальцій карбонати відсутні.

Морфологічні ознаки сучасного оглеєння з 80 см

He+ Hr1 <i>op</i> 0 – 15 см	– темно-сірий з буруватим відтінком (10YR4/2), неоднорідний; грудкувато-порохувата структура; важкосуглинковий; свіжий; пухке структурне складення; наявні поверхневі шпари розтріскування; численні корінці рослин; нижня межа горизонту рівна, співпадає з глибиною оранки, перехід за щільністю різкий; – темно-сірий з буруватим відтінком (10YR4/2), неоднорідний; плитчасто-грудкуватої структури, грані структурних агрегатів припудрені присипкою SiO ₂ ;
He+ Hr1 <i>nid/op</i> 15 – 35 см	важкосуглинковий; свіжий; щільне структурне складення особливо у верхній частині горизонту; тріщинуватий, корінці, червоточини, кротовини відсутні; перехід за кольором різкий; – бурий з сіруватим відтінком (10YR5/2), неоднорідний; грудкуватої структури, грані структурних агрегатів припудрені присипкою SiO ₂ ;
Phi 35 – 67 см	важкосуглинковий; свіжий; ущільнений; корінці, червоточини; нижня межа горизонту хвиляста, перехід за кольором ясний; – темно-бурій (10YR6/4), неоднорідний з іржаво-бурими плямами (80 см);
P(h)igl 67 – 100 см	призматична структура; важкосуглинковий; слабозволожений; щільне структурне складення; поодинокі корінці рослин, наявні кротовини.

Розріз: Св-4

Рельєф: слабоспадиста схилова ділянка

Ґрунт: чорнозем опідзолений глеюватий сильнозмитий важкосуглинковий на лесоподібному суглинку

Потужність гумусового горизонту 17 см

Кальцій карбонати відсутні.

Морфологічні ознаки сучасного оглеєння з 62 см

- темно-сірий з буруватим відтінком (10YR4/2-4/3), неоднорідний; грудкувато-порохувата структура, грані структурних агрегатів припудрені присипкою SiO₂;
- He+ H_p *op* важкосуглинковий; свіжий; щільне структурне складення; наявні поверхневі шпари розтріскування; численні корінці рослин; нижня межа горизонту 0 – 17 см хвиляста, співпадає з глибиною оранки, перехід за щільністю та кольором різкий;
- Phi – бурий з сіруватим відтінком (10YR5/2), неоднорідний; плитчасто-грудкуватої структури; важкосуглинковий; свіжий; щільне слабоструктурне складення особливо у верхній частині горизонту; тріщинуватий, корінці, червоточини, кротовини відсутні; перехід за щільністю поступовий;
- Phi *nid/op* – бурий з сіруватим відтінком (10YR5/2), неоднорідний; призматичної структури; щільне слабоструктурне складення, важкосуглинковий; свіжий; ущільнений; корінці, червоточини; перехід за кольором ясний;
- Phi 17 – 35 см
- Phi 35 – 45 см
- P(h)igl – бурий (10YR6/4), неоднорідний з іржаво-бурими плямами (62 см); призматична структура; важкосуглинковий; свіжий; щільне структурне складення; поодинокі корінці рослин, кротовини відсутні.
- P(h)igl 45 – 100 см

КД «Кадіївці» (Кд)

Ключова ділянка «Кадіївці» закладена у межиріччя Жванчика та Смотрича, на території Орининської ОТГ 3 км на північ від с. Кадіївці (Хмельницький район). Ґрунтовий покрив – чорноземи опідзолені реградовані. Загальна кількість розрізів чотири (Кд-1 – Кд-4). Угіддя: рілля. Культура: кукурудза

Розріз: Кд-1

Рельєф: вододільне плато

Ґрунт: чорнозем опідзолений слабореградований середньосуглинковий на лесоподібному суглинку

Потужність гумусового горизонту 68 см

Глибина закипання кальцій карбонатів з 120 см.

- темно-сірий (10YR3/2), однорідний; дрібногрудкувато-порохувата структура, при підсиханні на гранях структурних агрегатів слабопомітна присипка SiO₂;
- He *op* середньосуглинковий; свіжий; слабоущільнений, нерегулярні шпарки розтріскування; численні корінці, червоточини, поодинокі копроліти; нижня межа горизонту рівна, співпадає з глибиною давньої оранки, перехід за щільністю помітний;
- He *nid/op* – темно-сірий (10YR3/2), однорідний; грубогоріхувата оприсійна структура, на гранях структурних агрегатів слабопомітна присипка SiO₂;
- He *nid/op* 20 – 45 см середньосуглинковий; свіжий; щільний; тріщинуватий; корінці, червоточини, перехід за щільністю та кольором поступовий;
- H_p – сірий з буруватим відтінком (10YR4/2), нерівномірний; дрібногоріхувато-грудкуватої структури, на гранях структурних агрегатів помітні слабкі напливи
- H_p 45 – 68 см

	колоїдів; середньосуглинковий; свіжий; ущільнений; присипка SiO ₂ чітко виражена з глибини 50 см; корінці, червоточини; перехід за кольором неоднорідний;
Phi 68 – 120 см	– бурий з сіруватим відтінком (10YR5/1), неоднорідний; крупногоріхуватої структури, грані структурних агрегатів покриті коричневими колоїдними плівками; середньосуглинковий; свіжий щільний, слабке закипання від HCl в нижній частині горизонту; поодинокі корінці рослин, зустрічаються кротовини; перехід поступовий;
P(h)k 120 – 140 см	– бурий (10YR6/2), неоднорідний; дрібногоріхувата структура, напливи гумусу по тріщинах; середньосуглинковий; слабозволожений; ущільнений; кальцій карбонатні скупчення у формі прожилок (130 см), поодинокі коріння рослин.

Розріз: Кд-2

Рельєф: слабопохила схилова ділянка

Ґрунт: чорнозем опідзолений слабореградований слабозмитий середньосуглинковий на лесоподібному суглинку

Потужність гумусового горизонту 65 см

Глибина закипання кальцій карбонатів з 127 см.

He <i>op</i> 0 – 20 см	– темно-сірий (10YR3/2), однорідний; грудкувато-порохувата структура, при підсиханні на гранях структурних агрегатів слабопомітна присипка SiO ₂ ; середньосуглинковий; свіжий; пухкий, дрібнотріщинуватий; численні корінці, на глибині 10-20 см зустрічаються приорані слаборозкладені рештки стебел культури попередника, червоточини; нижня межа горизонту рівна, співпадає з глибиною давньої оранки, перехід за щільністю помітний;
He <i>nid/op</i> 20 – 42 см	– темно-сірий (10YR3/2), однорідний; грубогоріхувата оприсійна структура, на гранях структурних агрегатів слабопомітна присипка SiO ₂ ; середньосуглинковий; свіжий; щільний особливо у верхній частині горизонту; тріщинуватий, корінці, червоточини, перехід за щільністю поступовий;
Hpi 42 – 65 см	– сірий з буруватим відтінком (10YR4/2), дрібногоріхувато-грудкуватої структури, на гранях структурних агрегатів помітні слабкі напливи колоїдів та присипка SiO ₂ ; середньосуглинковий; свіжий; ущільнений; корінці, червоточини; перехід за кольором неоднорідний;
Phi 65 – 96 см	– бурий з сіруватим відтінком (10YR5/1), неоднорідний; крупногоріхуватої структури, грані структурних агрегатів покриті коричневими колоїдними плівками; середньосуглинковий; свіжий щільний; поодинокі корінці рослин, поодинокі крупні червоточини; перехід поступовий;
P(h)k 96 – 140 см	– бурий (10YR6/2), неоднорідний; неміцна горіхувата структура, напливи гумусу по тріщинах; середньосуглинковий; слабозволожений; ущільнений; кальцій карбонатні скупчення у формі псевдомцелію 127 см, поодинокі коріння рослин.

Розріз: Кд-3

Рельєф: похила схилова ділянка

Ґрунт: чорнозем опідзолений слабореградований середньозмитий середньосуглинковий на лесоподібному суглинку

Потужність гумусового горизонту 35 см

Глибина закипання кальцій карбонатів з 82 см.

He+ Hpi *op* – темно-сірий з буруватим відтінком (10YR4/2), неоднорідний; грудкувато-

0 – 17 см	порохувата структура; середньосуглинковий; свіжий; пухкий; наявні поверхневі шпари розтріскування; численні корінці рослин; нижня межа горизонту рівна, перехід за щільністю різкий; – темно-сірий з буруватим відтінком (10YR4/2-4/3), неоднорідний; плитчасто-грудкуватої структури, грані структурних агрегатів припудрені присипкою SiO ₂ ; середньосуглинковий; свіжий; щільний; поодинокі тріщини шириною до 1 см, корінці рослин, червоточини, кротовини відсутні; перехід за кольором різкий; – бурий з сіруватим відтінком (10YR5/2), неоднорідний; горіхувата структура, у верхній частині горизонту слабовиражена присипка SiO ₂ ; середньосуглинковий; свіжий; щільний; корінці, червоточини, зустрічаються поодинокі кротовини (на глибині 55 см); нижня межа горизонту хвиляста, перехід за кольором поступовий; – бурий (10YR6/4), неоднорідний; неміцна горіхувата структура; середньосуглинковий; свіжий; ущільнений; з глибини 82 см фіксується закипання кальцій карбонатів; поодинокі корінці рослин.
He+ Нрі <i>нід/ор</i>	
17 – 35 см	
Phi <i>нід/ор</i>	
35 – 64 см	
P(h)k	
64 – 100 см	

Розріз: Кд-4

Рельєф: слабоспадаста схилова ділянка

Ґрунт: чорнозем опідзолений середньореґрадований сильнозмитий

середньосуглинковий на лесоподібному суглинку

Потужність гумусового горизонту 17 см

Глибина закипання кальцій карбонатів з 78 см.

0 – 17 см	– темно-сірий з буруватим відтінком (10YR4/2-4/3), неоднорідний; дрібногрудкувата структура, при підсиханні на гранях структурних агрегатів фіксується слабовиражена присипка SiO ₂ ; середньосуглинковий; свіжий; дещо ущільнений; наявні поверхневі шпари розтріскування; численні корінці рослин; нижня межа горизонту хвиляста, не співпадає з глибиною оранки; перехід за щільністю та кольором різкий; – бурий з сіруватим відтінком (10YR5/2), неоднорідний; плитчасто-грудкуватої структури; середньосуглинковий; свіжий; щільний особливо у верхній частині горизонту; тріщинуватий, у верхній частині горизонту зустрічаються слаборозкладені рештки стебел культури попередника, корінці рослин, червоточини, кротовини відсутні; перехід за щільністю поступовий; – бурий з сіруватим відтінком (10YR5/2), неоднорідний; горіхувата структура; відпопереднього горизонту вирізняється меншим ущільненням; середньосуглинковий; свіжий; корінці, червоточини; перехід за кольором ясний; – бурий (10YR6/4), неоднорідний; слабовиражена грудкувата структура; середньосуглинковий; свіжий; щільний; слабке закипання кальцій карбонатів з глибини 78 см, кальцій карбонати у вигляді псевдоміцелію з глибини 90 см, поодинокі корінці рослин, напливи темноколірні гумусу та копроліти у червоточинах.
He+ Нрі <i>ор</i>	
0 – 17 см	
Phi <i>нід/ор</i>	
17 – 37 см	
Phi	
37 – 58 см	
P(h)ik	
58 – 100 см	

Гранулометричний склад повнопрофільних та еродованих чорноземів

Придністерської височини

Розріз	Генетичний горизонт	Глибина відбору зразків см	Розмір частинок в мм, кількість у %						Частки <0,01	Гранулометричний склад
			Фізичний пісок			Фізична глина				
			пісок		пил		мул			
			1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001		
КД «Савинці» (Св)										
Чорнозем опідзолений глеюватий важкосуглинковий на лесоподібному суглинку										
Св-1	He op	0-10	0	9,5	42,8	9,8	10,8	27,1	47,7	гр.-пл. в.с.
		10-20	0	8,8	43,2	8,4	11,1	28,5	48	гр.-пл. в.с.
	He під/op	20-30	0	11	41	8,5	11,7	27,8	48	гр.-пл. в.с.
		30-40	0	7,7	43,6	7,7	9,9	31,1	48,7	гр.-пл. в.с.
	Hpi	50-60	0	8,1	41,1	6,1	11,1	33,6	50,8	гр.-пл. в.с.
		60-70	0	7,6	40,8	10,8	8,4	32,4	51,6	гр.-пл. в.с.
	Phi	80-90	0	8,8	42,9	5,6	13,1	29,6	48,3	гр.-пл. в.с.
		90-100	0,1	7,6	40,3	11,8	11,4	28,8	52	гр.-пл. в.с.
P(h)igl	110-120	0,1	6,5	39,5	13,1	12,6	28,2	53,9	гр.-пл. в.с.	
	130-140	0,4	4,3	36,9	15,7	17,2	25,5	58,4	гр.-пл. л.г.	
Чопідзолений глеюватий слабозмитий важкосуглинковий на лесоподібному суглинку										
Св-2	He op	0-10	0	8,9	42,1	10,4	12,2	26,4	49	гр.-пл. в.с.
		10-20	0	8,7	42,5	10,1	12,5	26,2	48,8	гр.-пл. в.с.
	He під/op	20-30	0	8,9	42,1	10,9	11,4	26,7	49	гр.-пл. в.с.
		30-40	0	9,5	39,7	8,5	12,7	29,6	50,8	гр.-пл. в.с.
	Hpi	50-60	0	8,9	42,2	9,2	13,1	26,6	48,9	гр.-пл. в.с.
		Phi	70-80	0	9,1	41,8	8,8	12,4	27,9	49,1
	P(h)igl		80-90	0	6,2	44,9	10,4	9,3	29,2	48,9
		110-120	0	6,9	37,8	14,1	13,8	27,4	55,3	гр.-пл. в.с.
130-140	0,6	3,6	33,6	14,4	19,4	28,4	62,2	гр.-пл. л.г.		
Чорнозем опідзолений глеюватий середньозмитий важкосуглинковий на лесоподібному суглинку										
Св-3	He+ Hpi op	0-10	0,3	7,3	42,3	12,5	13,8	23,8	50,1	гр.-пл. в.с.
		20-30	0	8,5	40,1	12,8	13,2	25,4	51,4	гр.-пл. в.с.
	Phi	40-50	0,4	7,8	41,1	10,4	14,5	25,8	50,7	гр.-пл. в.с.
		50-60	0,2	8,1	40,2	10,9	16,7	23,9	51,5	гр.-пл. в.с.
	P(h)igl	70-80	0,3	9,7	38,1	14,6	13,8	23,5	51,9	гр.-пл. в.с.
		80-90	0,3	9,3	37,5	12,6	21,4	18,9	52,9	гр.-пл. в.с.
		90-100	0,4	7,9	33,4	15,6	24,9	17,8	58,3	гр.-пл. в.с.
Чорнозем опідзолений глеюватий сильнозмитий важкосуглинковий на лесоподібному суглинку										
Св-4	He+ Hpi op	0-10	0	7,1	38,2	14,7	20,8	19,2	54,7	гр.-пл. в.с.
		20-30	0,7	8,3	36,4	16,6	18,3	19,7	54,6	гр.-пл. в.с.
	Phi	35-45	0,5	5,7	33,5	18,1	22,1	20,1	60,3	гр.-пл. л.г.
	P(h)igl	50-60	0,1	5,3	34,4	15,4	24,5	20,3	60,2	гр.-пл. л.г.

Продовження додатка Ж

		70-80	0,4	4,1	30,5	18,5	27,6	18,9	65	гр.-пл. л.г.
		90-100	0,5	4,8	30,3	20,9	26,1	17,4	64,4	гр.-пл. л.г.
КД «Руда» (Рд)										
Чорнозем типовий середньоглибокий малогумусний сереньосуглинковий на лесоподібному суглинку										
Рд-1	Н op	0-10	0	8,2	50,4	9,8	8,4	23,2	41,4	гр.-пл. с.с.
		10-20	0	8,7	50,8	9,5	9,3	21,7	40,5	гр.-пл. с.с.
	Н під/or	20-30	0	8,5	52	7,4	11,1	21	39,5	гр.-пл. с.с.
		30-40	0	8,9	51,1	8,7	10,5	20,8	40	гр.-пл. с.с.
	Нp	40-50	0	10	50,7	7,1	10,7	21,5	39,3	гр.-пл. с.с.
		50-60	0	9,9	52,3	9,3	7,8	20,7	37,8	гр.-пл. с.с.
	Phk	70-80	0,1	6,8	52,9	8,7	11,9	19,6	40,2	гр.-пл. с.с.
		80-90	0	6,6	49,7	12,5	9,9	21,3	43,7	гр.-пл. с.с.
P(h)k	100-110	0,1	8,5	48,2	10,4	12,5	20,3	43,2	гр.-пл. с.с.	
	130-140	0,1	10,6	47,9	13,6	8,2	19,6	41,4	гр.-пл. с.с.	
Чорнозем типовий середньоглибокий слабогумусований слабозмитий сереньосуглинковий на лесоподібному суглинку										
Рд-2	Н op	0-10	0	9,4	49,8	11,1	7,1	22,6	40,8	гр.-пл. с.с.
		10-18	0	7,1	50,1	12,3	10,8	19,7	42,8	гр.-пл. с.с.
	Н під/or	20-30	0	9,7	51,9	11,5	7,5	19,4	38,4	гр.-пл. с.с.
		40-47	0	7,4	52	13,1	8,6	18,9	40,6	гр.-пл. с.с.
	Phk	50-60	0	8,1	51,8	13,6	8,1	18,4	40,1	гр.-пл. с.с.
		60-70	0,1	8,8	50,5	14,2	7,8	18,6	40,6	гр.-пл. с.с.
	P(h)k	80-90	0,1	11,9	51,3	12,8	6,6	17,3	36,7	гр.-пл. с.с.
		110-120	0,1	11,2	50,1	13,9	7,9	16,8	38,6	гр.-пл. с.с.
130-140		0,4	12,5	45,5	12,8	8,5	20,3	41,6	гр.-пл. с.с.	
Чорнозем типовий слабогумусований середньозмитий сереньосуглинковий на лесоподібному суглинку										
Рд-3	Н+Нp op	0-10	0,1	8,2	55,4	11,9	7,3	17,1	36,3	гр.-пл. с.с.
	Н+Нp під/or	14-22	0	8,5	54,9	9,4	10,5	16,7	36,6	гр.-пл. с.с.
	Ph	22-32	0	7,1	55,4	12,3	9,1	16,1	37,5	гр.-пл. с.с.
	P(h)k	40-50	0,3	7,7	53,1	13,7	8,7	16,5	38,9	гр.-пл. с.с.
		50-60	0,3	10	50,5	14,2	8,1	16,9	39,2	гр.-пл. с.с.
		60-70	0,2	8,2	52,3	11,9	10	17,4	39,3	гр.-пл. с.с.
		70-80	0,4	6	53,7	13,5	8,6	17,8	39,9	гр.-пл. с.с.
		90-100	0,4	6,5	53,9	12,7	7,9	18,6	39,2	гр.-пл. с.с.
Чорнозем типовий слабогумусований середньозмитий сереньосуглинковий на лесоподібному суглинку										
Рд-4	Н+Нp op	0-10	0	13,1	52,7	10	8,8	15,4	34,2	гр.-пл. с.с.
	Н+Нp під/or	10-18	0,2	11,7	54,7	11,3	7,3	14,8	33,4	гр.-пл. с.с.
	Ph	20-30	0,7	17,8	48,4	10,5	8,1	14,5	33,1	гр.-пл. с.с.
	P(h)k	30-40	0,3	19,6	50,8	9,6	5,8	13,9	29,3	гр.-пл. л.с.
		40-50	0,5	17,3	49,6	8,7	9,8	14,1	32,6	гр.-пл. с.с.
		60-70	0,7	12,7	50,3	10,8	11,1	14,4	36,3	гр.-пл. с.с.
		70-80	0,6	15,4	48,1	9,5	10,6	15,8	35,9	гр.-пл. с.с.
		90-100	0,8	15,1	48	10,2	9,8	16,1	36,1	гр.-пл. с.с.

Продовження додатка Ж

КД «Басівка» (Бс)										
Чорнозем типовий глибокий малогумусний сереньосуглинковий на лесоподібному суглинку										
Бс-1	Н ор	0-10	0	7,7	55,3	10,5	7,1	19,4	37	гр.-пл. с.с.
		10-20	0	9,3	53,9	11,3	7	18,5	36,8	гр.-пл. с.с.
	Н під/ор	20-30	0	6,8	53,9	9,7	9,5	20,1	39,3	гр.-пл. с.с.
		30-40	0	6,5	52	12,3	8,4	20,8	41,5	гр.-пл. с.с.
		40-50	0	10,4	49,6	11,9	6,8	21,3	40	гр.-пл. с.с.
	Нр	50-60	0	8,3	54,4	7,4	9,7	20,2	37,3	гр.-пл. с.с.
		70-80	0	8,7	55,5	6,4	8,3	21,1	35,8	гр.-пл. с.с.
	Phk	90-100	0	9,3	51	8,1	9,9	21,7	39,7	гр.-пл. с.с.
	P(h)k	110-120	0	10,1	50,2	9,4	10,8	19,5	39,7	гр.-пл. с.с.
		130-140	0	7,4	53,4	8,8	8,1	22,3	39,2	гр.-пл. с.с.
Чорнозем типовий слабогумусований слабозмитий сереньосуглинковий на лесоподібному суглинку										
Бс-2	Н ор	0-10	0	6,7	55,6	11,7	6,8	19,2	37,7	гр.-пл. с.с.
		10-20	0	8,5	55,3	9,8	7,1	19,3	36,2	гр.-пл. с.с.
	Н під/ор	20-30	0	9,9	52,2	11,5	7,9	18,5	37,9	гр.-пл. с.с.
		30-40	0	11	51,7	11,2	6,3	19,8	37,3	гр.-пл. с.с.
	Нр	50-60	0	10,3	51,1	8,8	9,7	20,1	38,6	гр.-пл. с.с.
		60-70	0	11,4	47,8	9,3	10,1	21,4	40,8	гр.-пл. с.с.
	Phk	70-80	0	9,8	47,3	12,5	10,8	19,6	42,9	гр.-пл. с.с.
		80-90	0,2	10,1	49,8	10,8	9,3	19,8	39,9	гр.-пл. с.с.
	P(h)k	110-120	0,3	12,1	49,9	11,4	8,8	17,5	37,7	гр.-пл. с.с.
		130-140	0,3	11,7	48,6	13,6	7,5	18,3	39,4	гр.-пл. с.с.
Чорнозем типовий слабогумусований середньозмитий сереньосуглинковий на лесоподібному суглинку										
Бс-3	Н+Нр ор	0-10	0	8,1	54,8	11,3	8,3	17,5	37,1	гр.-пл. с.с.
		20-30	0	9,5	53,9	10,5	8,2	17,9	36,6	гр.-пл. с.с.
	Н+Нр під/ор	30-40	0	9,1	53,4	11,5	6,8	19,2	37,5	гр.-пл. с.с.
		40-50	0	10,7	51,5	10,4	7,9	19,5	37,8	гр.-пл. с.с.
	Phk	50-60	0	12,2	54,5	8,8	7,1	17,4	33,3	гр.-пл. с.с.
		60-70	0	7,9	53,7	11,9	9,4	17,1	38,4	гр.-пл. с.с.
	P(h)k	70-80	0	8,3	56,8	10,3	6,8	17,8	34,9	гр.-пл. с.с.
		90-100	0,4	9,9	56	9,9	7,5	16,3	33,7	гр.-пл. с.с.
Чорнозем типовий слабогумусований сильнозмитий сереньосуглинковий на лесоподібному суглинку										
Бс-4	Н+Нр ор	0-10	0	9,9	56,3	13,1	6,9	13,8	33,8	гр.-пл. с.с.
		20-30	0	12,2	57,5	8,9	6,3	15,1	30,3	гр.-пл. с.с.
	Phk під/ор	40-50	0,4	10,5	56,8	9,5	8,4	14,8	32,7	гр.-пл. с.с.
		50-60	0	10	56,2	9,4	8,1	16,3	33,8	гр.-пл. с.с.
	P(h)k	60-70	0,3	12,9	51,9	10,5	8,9	15,5	34,9	гр.-пл. с.с.
		80-90	0,5	16,1	49,5	9,5	7,7	16,7	33,9	гр.-пл. с.с.
		90-100	0,8	12	50,8	11,7	9,8	14,9	36,4	гр.-пл. с.с.

Закінчення додатка Ж

КД «Кадіївці» (Кд)										
Чорнозем опідзолений слабореградований середньосуглинковий на лесоподібному суглинку										
Кд-1	He op	0-10	0	11,1	53,8	10,1	7,2	17,8	35,1	гр.-пл. с.с.
		10-20	0	9,4	53,5	9,2	8,7	19,2	37,1	гр.-пл. с.с.
	He під/ор	20-30	0	10,3	52,5	7,1	9,4	20,7	37,2	гр.-пл. с.с.
		30-40	0,4	9,1	49,7	9,3	7,6	23,9	40,8	гр.-пл. с.с.
	Hpi	50-60	0,4	7,5	47,5	13,6	9,3	21,7	44,6	гр.-пл. с.с.
		60-68	0,4	8,7	50,2	5,7	11,7	23,3	40,7	гр.-пл. с.с.
	Phi	80-90	0	9,1	51,7	7,9	10,4	20,9	39,2	гр.-пл. с.с.
		100-110	0,2	11,5	47,3	15,2	8	17,8	41	гр.-пл. с.с.
	P(h)ik	120-130	0,8	12,4	47,1	9,8	11,5	18,4	39,7	гр.-пл. с.с.
		130-140	0,3	11,1	48,8	14,7	9,2	15,9	39,8	гр.-пл. с.с.
Чорнозем опідзолений слабореградований слабозмитий середньосуглинковий на лесоподібному суглинку										
Кд-2	He op	0-10	0	9,7	55,9	10,4	5,9	18,1	34,4	гр.-пл. с.с.
		10-20	0	8,8	55,2	10,3	7,2	18,5	36	гр.-пл. с.с.
	He під/ор	20-30	0	11,3	51	12,2	6,1	19,4	37,7	гр.-пл. с.с.
		30-40	0	12,7	48,2	9,6	8,8	20,7	39,1	гр.-пл. с.с.
	Hpi	50-60	0	8,6	52,7	7,8	10,5	20,4	38,7	гр.-пл. с.с.
	Phi	70-80	0,2	8,1	51,8	9,5	10,6	19,8	39,9	гр.-пл. с.с.
		80-90	0	10,4	48,8	11	9,3	20,5	40,8	гр.-пл. с.с.
	P(h)ik	100-110	0,6	9,2	49,5	12,7	6,9	21,1	40,7	гр.-пл. с.с.
		130-140	0	11,8	46,7	10,2	10,6	20,7	41,5	гр.-пл. с.с.
	Чорнозем опідзолений слабореградований середньозмитий середньосуглинковий на лесоподібному суглинку									
Кд-3	He+ Hpi op	0-10	0	10,1	57,2	8,9	7,3	16,5	32,7	гр.-пл. с.с.
	He+ Hpi під/ор	20-30	0,2	9,6	54,1	10,1	7,2	18,8	36,1	гр.-пл. с.с.
	Phi	40-50	0,2	9,4	56	11,7	5,8	16,9	34,4	гр.-пл. с.с.
		50-60	0	10,7	54,9	10,4	6,9	17,1	34,4	гр.-пл. с.с.
	P(h)ik	70-80	0,7	12,2	47,9	8,8	10,1	20,3	39,2	гр.-пл. с.с.
		80-90	0,7	8,9	54	10,7	9,4	16,3	36,4	гр.-пл. с.с.
		90-100	0,8	10,3	51,4	10,3	8,8	18,4	37,5	гр.-пл. с.с.
	Чорнозем опідзолений середньореградований сильнозмитий середньосуглинковий на лесоподібному суглинку									
Кд-4	He+ Hpi op	0-10	0,4	9,4	59,2	10,5	8,3	12,2	31	гр.-пл. с.с.
	Phi під/ор	20-30	0,6	11,8	54,7	12,1	9,5	11,3	32,9	гр.-пл. с.с.
	Phi	40-50	0,4	12,3	51,3	10,7	10,7	14,6	36	гр.-пл. с.с.
	P(h)ik	60-70	0,8	11,6	52,7	12,2	9,6	13,1	34,9	гр.-пл. с.с.
		70-80	0,7	13,4	52,6	9,6	9,2	14,5	33,3	гр.-пл. с.с.
		90-100	1	10,8	51,1	13,9	8,5	14,7	37,1	гр.-пл. с.с.

Примітки: гр.-пл. – грубопилуватий; с.с. – середньосуглинковий; в.с. – важкосуглинковий; л.г. – легкоглинистий.

ДОДАТОК 3

Структурно-агрегатний склад повнопрофільних та еродованих чорноземів Придністерської височини

Розріз	Генетичні горизонти	Глибина відбору зразків, см	Розмір агрегатів у мм, вміст у %									Σ агрегатів 0,25-10	Kc*	Показник водостійкості, %
			>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	00,5-0,25	<0,25			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Кд «Савинці» чорнозем опідзолений важкосуглинковий														
Св-1	He op	0-20	<u>41,74</u> 0	<u>8,78</u> 0	<u>7,05</u> 0,66	<u>12,93</u> 1,08	<u>4,96</u> 9,1	<u>9,62</u> 8,45	<u>5,84</u> 8,76	<u>2,85</u> 26,24	<u>6,23</u> 45,71	<u>52,03</u> 54,29	1,08	104,34
	He під/or	20-40	<u>50,2</u> 0	<u>9,05</u> 0	<u>9,73</u> 0,22	<u>11,04</u> 2,93	<u>3,95</u> 2,32	<u>4,38</u> 5,49	<u>5,53</u> 8,31	<u>2,17</u> 22,55	<u>3,95</u> 58,18	<u>45,85</u> 41,82	0,85	91,21
Св-2	He op	0-20	<u>47,35</u> 0	<u>10,31</u> 0,5	<u>5,36</u> 0	<u>10,8</u> 1,71	<u>5,59</u> 5,98	<u>7,16</u> 2,47	<u>5,43</u> 21,82	<u>4,35</u> 20,98	<u>3,65</u> 46,54	<u>49,00</u> 53,46	0,96	109,10
	He під/or	20-40	<u>49,16</u> 0	<u>7,86</u> 0	<u>7,39</u> 0	<u>12,14</u> 1,05	<u>7,53</u> 4,63	<u>7,33</u> 2,29	<u>2,12</u> 9,81	<u>4,06</u> 24,63	<u>2,41</u> 57,59	<u>48,43</u> 42,41	0,94	87,57
Св-3	He+Hpi op	0-20	<u>56,23</u> 0	<u>3,97</u> 0	<u>6,44</u> 0,4	<u>5,76</u> 3,3	<u>4,74</u> 6,81	<u>4,11</u> 8,69	<u>9,29</u> 9,34	<u>7,58</u> 23,16	<u>1,88</u> 48,3	<u>41,89</u> 51,70	0,72	123,42
	He+Hpi під/or	20-40	<u>60,87</u> 0	<u>5,93</u> 0	<u>9,42</u> 0	<u>8,03</u> 0	<u>3,18</u> 1,33	<u>1,25</u> 2,39	<u>3,76</u> 10,07	<u>2,86</u> 28,4	<u>4,7</u> 57,81	<u>34,43</u> 42,19	0,53	122,54
Св-4	He+Hpi op	0-20	<u>58,72</u> 0	<u>5,1</u> 0	<u>6,46</u> 0	<u>2,6</u> 0,2	<u>2,49</u> 3,78	<u>5,23</u> 5,65	<u>7,47</u> 8,97	<u>8,09</u> 22,13	<u>3,84</u> 59,27	<u>37,44</u> 40,73	0,6	108,79
	Phi під/or	20-40	<u>65,04</u> 0	<u>4,28</u> 0	<u>7,27</u> 0,2	<u>9,09</u> 1,7	<u>1,27</u> 2,67	<u>3,95</u> 6,12	<u>5,88</u> 9,32	<u>0,63</u> 18,65	<u>2,59</u> 61,34	<u>32,37</u> 38,66	0,48	119,43

Продовження додатка 3

Кд «Кадіївці» чорнозем опідзолений середньосуглинковий														
Кд-1	He op	0-20	<u>34,26</u> 0	<u>5,11</u> 0	<u>10,33</u> 0	<u>10,48</u> 4,06	<u>13,15</u> 7,74	<u>7,42</u> 6,5	<u>6,53</u> 14,9	<u>7,94</u> 17,7	<u>4,78</u> 49,1	<u>60,96</u> 50,90	1,56	83,50
	He під/op	20-40	<u>40,41</u> 0	<u>6,43</u> 0	<u>12,05</u> 0,63	<u>9,67</u> 0,98	<u>15,08</u> 5,07	<u>4,21</u> 10,48	<u>5,27</u> 6,71	<u>2,08</u> 15,69	<u>4,8</u> 60,44	<u>54,79</u> 39,56	1,21	72,20
Кд-2	He op	0-20	<u>40,18</u> 0	<u>5,35</u> 0	<u>7,85</u> 0,5	<u>9,34</u> 0	<u>9,28</u> 2,33	<u>10,39</u> 5,56	<u>5,74</u> 13,59	<u>5,73</u> 29,07	<u>6,14</u> 48,95	<u>53,68</u> 51,05	1,16	95,1
	He під/op	20-40	<u>43,96</u> 0	<u>9,37</u> 0	<u>9,64</u> 1,46	<u>8,75</u> 1,69	<u>10,61</u> 2,0	<u>8,08</u> 9,85	<u>4,93</u> 6,32	<u>2,34</u> 22,47	<u>2,32</u> 56,21	<u>53,72</u> 43,79	1,16	81,52
Кд-3	He+Hpi op	0-20	<u>43,75</u> 0	<u>8,11</u> 0	<u>10,63</u> 0,75	<u>10,12</u> 0	<u>5,03</u> 14,44	<u>6,01</u> 10,08	<u>4,08</u> 17,59	<u>6,44</u> 18,63	<u>5,83</u> 38,51	<u>50,42</u> 61,49	1,02	121,96
	He+Hpi під/op	20-40	<u>42,36</u> 0	<u>11,27</u> 0	<u>12,52</u> 0,55	<u>9,46</u> 3,09	<u>7,39</u> 1,19	<u>6,23</u> 12,87	<u>3,3</u> 11,71	<u>4,03</u> 24,11	<u>3,44</u> 46,48	<u>54,20</u> 53,52	1,18	98,75
Кд-4	He+Hpi op	0-20	<u>48,73</u> 0	<u>7,67</u> 0	<u>11,53</u> 0,63	<u>8,11</u> 0	<u>5,37</u> 1,88	<u>4,25</u> 4,37	<u>3,34</u> 15,03	<u>4,71</u> 28,42	<u>6,29</u> 49,67	<u>44,98</u> 50,33	0,82	111,89
	Phi під/op	20-40	<u>58,59</u> 0	<u>8,24</u> 0	<u>12,49</u> 0	<u>9,65</u> 0	<u>4,69</u> 0,67	<u>0,99</u> 3,51	<u>1,17</u> 4,64	<u>0,55</u> 27,13	<u>3,63</u> 64,05	<u>37,78</u> 35,95	0,61	95,16
Кд «Руда» чорнозем типовий середньосуглинковий														
Рд-1	H op	0-20	<u>31,83</u> 0	<u>12,45</u> 0,37	<u>9,66</u> 0,54	<u>8,95</u> 3,16	<u>12,25</u> 1,57	<u>7,24</u> 7,34	<u>3,17</u> 19,22	<u>8,95</u> 25,08	<u>5,5</u> 42,72	<u>62,67</u> 57,28	1,68	91,40
	H під/op	20-40	<u>34,8</u> 0	<u>10,47</u> 0	<u>11,29</u> 0	<u>13,06</u> 0	<u>10,22</u> 3,19	<u>8,13</u> 6,26	<u>2,81</u> 21,96	<u>3,9</u> 29,36	<u>5,32</u> 39,23	<u>59,88</u> 60,77	1,49	101,49
Рд-2	H op	0-20	<u>34,37</u> 0	<u>10,16</u> 0	<u>11,52</u> 0	<u>9,38</u> 3,19	<u>11,19</u> 11,08	<u>6,83</u> 5,66	<u>3,97</u> 20,05	<u>7,61</u> 24,11	<u>4,97</u> 35,91	<u>60,66</u> 64,09	1,54	94,65
	H під/op	20-40	<u>40,91</u> 0,3	<u>9,59</u> 0	<u>12,37</u> 0	<u>10,14</u> 5,18	<u>7,53</u> 14,16	<u>8,81</u> 6,15	<u>2,06</u> 21,03	<u>3,94</u> 18,56	<u>4,65</u> 34,62	<u>54,44</u> 65,08	1,19	119,54

Закінчення додатка 3

Рд-3	Н+Нр ор	0-20	<u>32,68</u> 0	<u>12,27</u> 0	<u>11,44</u> 0,3	<u>8,63</u> 2,07	<u>6,54</u> 5,61	<u>4,49</u> 9,63	<u>6,33</u> 8,97	<u>11,09</u> 22,13	<u>6,53</u> 51,29	<u>60,79</u> 48,71	1,55	80,13
	Н+Нр під/ор	20-40	<u>39,9</u> 0	<u>13,43</u> 0	<u>10,58</u> 0	<u>7,11</u> 5,83	<u>7,67</u> 4,17	<u>7,23</u> 9,35	<u>5,46</u> 12,62	<u>4,64</u> 13,96	<u>3,98</u> 54,07	<u>56,12</u> 45,93	1,28	81,84
Рд-4	Н+Нр ор	0-20	<u>52,56</u> 0	<u>10,74</u> 0	<u>11,23</u> 0	<u>7,41</u> 0	<u>4,29</u> 7,09	<u>1,82</u> 14,57	<u>6,36</u> 9,32	<u>0,12</u> 18,7	<u>5,47</u> 50,32	<u>41,97</u> 49,68	0,72	118,37
	Н+Нр під/ор	20-40	<u>56,93</u> 0	<u>12,88</u> 0	<u>10,07</u> 0	<u>5,63</u> 0	<u>3,47</u> 8,04	<u>1,07</u> 4,57	<u>2,49</u> 9,32	<u>2,47</u> 18,7	<u>4,99</u> 59,37	<u>38,08</u> 40,63	0,61	106,7
Кд «Басівка» чорнозем типовий середньосуглинковий														
Бс-1	Н ор	0-20	<u>36,04</u> 0	<u>8,38</u> 0	<u>8,97</u> 0	<u>11,05</u> 0,63	<u>9,29</u> 4,92	<u>6,57</u> 10,45	<u>10,18</u> 12,69	<u>7,33</u> 27,13	<u>2,19</u> 44,18	<u>61,77</u> 55,82	1,62	90,37
	Н під/ор	20-40	<u>40,19</u> 0	<u>11,4</u> 0	<u>12,06</u> 0	<u>12,59</u> 0,81	<u>8,02</u> 3,15	<u>7,3</u> 6,48	<u>1,67</u> 15,57	<u>4,5</u> 23,96	<u>2,27</u> 50,03	<u>57,54</u> 49,97	1,36	86,84
Бс-2	Н ор	0-20	<u>35,72</u> 0	<u>9,57</u> 0	<u>12,48</u> 0	<u>10,25</u> 4,05	<u>4,7</u> 2,97	<u>9,86</u> 7,13	<u>4,31</u> 21,15	<u>5,1</u> 25,04	<u>8,01</u> 39,66	<u>56,27</u> 60,34	1,29	107,23
	Н під/ор	20-40	<u>38,54</u> 0	<u>11,43</u> 0	<u>10,81</u> 0,36	<u>9,64</u> 0,87	<u>7,08</u> 3,92	<u>5,37</u> 3,51	<u>2,52</u> 6	<u>8,44</u> 25,61	<u>6,17</u> 59,73	<u>55,29</u> 40,27	1,24	72,83
Бс-3	Н+Нр ор	0-20	<u>47,13</u> 0	<u>11,81</u> 0	<u>6,74</u> 0	<u>10,81</u> 0	<u>5,33</u> 4,13	<u>4,12</u> 2,84	<u>2,57</u> 5,09	<u>6,8</u> 20,46	<u>4,69</u> 67,48	<u>48,18</u> 32,52	0,93	67,5
	Н+Нр під/ор	20-40	<u>55,62</u> 0	<u>11,48</u> 0	<u>6,1</u> 0,67	<u>9,54</u> 0	<u>4,48</u> 1,33	<u>3,31</u> 10,29	<u>1,02</u> 4,85	<u>3,44</u> 27,83	<u>5,01</u> 55,03	<u>39,37</u> 44,97	0,65	114,22
Бс-4	Н+Нр ор	0-20	<u>56,95</u> 0	<u>11,68</u> 0	<u>6,55</u> 2,35	<u>4,13</u> 1,94	<u>4,67</u> 7,26	<u>5,44</u> 4,79	<u>1,87</u> 5,09	<u>1,74</u> 26,11	<u>6,97</u> 52,46	<u>36,08</u> 47,54	0,56	131,76
	Ph під/ор	20-40	<u>64,32</u> 0	<u>10,07</u> 0	<u>8,44</u> 0	<u>6,67</u> 0	<u>1,56</u> 3,81	<u>4,19</u> 8,33	<u>1,71</u> 11,67	<u>0,98</u> 24,82	<u>2,06</u> 51,37	<u>33,62</u> 48,63	0,51	144,65

Примітка: Кс – коефіцієнт структурності; чисельник результати сухого просіювання, зменник – результати мокрого просіювання.

АКТ
про впровадження результатів дисертаційного дослідження

ЗАТВЕРДЖУЮ



Директор
ТОВ «АГРО-СЛАВА 2017»
Бабій Я. В.

« 08 » лютого 2023 р.

АКТ
про впровадження результатів дисертаційного дослідження
Вітвіцького Я. Й.
за темою «Деградація чорноземів Придністерської височини» на здобуття
наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 10 «Природничі науки»
за спеціальністю 103 «Науки про Землю»

Цим актом засвідчую, що результати наукового дослідження Вітвіцького Ярослава Йосиповича експериментально впроваджені в умовах ТОВ «АГРО-СЛАВА 2017». На основі досліджень автора обґрунтовано й удосконалено диференційовану систему обробітку ґрунту, яка спрямована на зменшення агротехнічного навантаження та оптимізації агрофізичного стану еродованих чорноземів схилового рельєфу.

Результати дисертаційного дослідження Я. Й. Вітвіцького є актуальними та мають важливе практичне значення для ефективного управління земельними ресурсами.

Директор
ТОВ «АГРО-СЛАВА 2017»



Я. В. Бабій