

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

РЕЗНІК СЕРГІЙ ВАДИМОВИЧ

УДК [631.445.41:631.46]:631.58(477.5)

ДИСЕРТАЦІЯ

БІОДІАГНОСТИКА ЧОРНОЗЕМІВ ТИПОВИХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО
ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕРОБСТВА

20 «Аграрні науки та продовольство»

201 «Агрономія»

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

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

 С. В. Резнік

Науковий керівник Тихоненко Дмитро Григорович доктор
сільськогосподарських наук, професор.

Новосад Костянтин Богданович кандидат сільськогосподарських наук,
доцент.

Харків–2023

АНОТАЦІЯ

Резнік С. В. Біодіагностика чорноземів типових Лівобережного Лісостепу України за різних систем землеробства. Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 «Агрономія» (20 Аграрні науки та продовольство). – Державний біотехнологічний університет, Харків, 2023.

Актуальність дисертаційної роботи полягає у вирішенні наукової проблеми біодіагностики розвитку агрогенних чорноземів типових за різних систем землеробства. Робота обумовлена необхідністю пошуку і розробки кращих систем індикації та моніторингу стану навколишнього природного середовища з огляду на потреби населення в екологічно чистих продуктах харчування, підвищенні ефективності управління обмеженими ґрунтовими ресурсами, збереженні й відновленні родючості, а також підтримки інших основних екосистемних функцій чорноземних ґрунтів.

Новизна наукової роботи полягає у тому, що результати дослідження доповнюють сучасні уявлення особливостей агрогенного ґрунтоутворення. Вперше підтверджено зміни у ґрунтоутворних процесах чорноземів типових за різних систем землеробства використовуючи показники біологічної активності. Визначено основні біодіагностичні показники притаманні чорноземам які знаходяться в обробітку.

Мета і науково-практична цінність роботи полягає у визначенні особливостей формування мікробоценозу чорноземних ґрунтів за умов біологізації землеробства, математичному обґрунтуванні біодіагностичних показників, які дозволять розкрити характерні риси ґрунтогенезу в агроценозах на сучасному етапі еволюції чорноземних ґрунтів.

Для досягнення поставленої мети вирішували наступні завдання: визначити фізичні, хімічні і фізико-хімічні показники чорноземів типових за різних систем землеробства; проаналізувати вплив різних систем землеробства (органічної та інтенсивної) на чисельність мікроартропод

(колембол і орибатид) чорноземів типових за різних систем землеробства; дослідити вплив різних систем землеробства на чисельність основних еколого-трофічних угруповань мікроорганізмів чорноземів типових; з'ясувати вплив різних систем землеробства на активність оксидоредуктаз (каталази, дегідрогенази) і гідролаз (інвертази, целюлази, протеази, уреаз) обраних для дослідження ґрунтів; виконати математико-статистичну обробку отриманих даних і провести класифікацію ґрунтів на основі показників біологічної активності; виявити найбільш інформативні показники для біодіагностики змін у процесах ґрунтоутворення чорноземів типових.

Дисертаційну роботу виконано на кафедрі ґрунтознавства Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва (нині Державний біотехнологічний університет). Тема дисертаційної роботи пов'язана з тематикою науково-дослідної роботи кафедри ДНТП «Охорона і підвищення родючості ґрунтів України» (2016–2020 рр. ДР 0117U002515) і «Збалансоване використання та відтворення родючості ґрунтів в умовах глобальних змін клімату» (2021–2025рр. ДР 0121U109929).

Для вирішення поставлених завдань використовували профільний, морфологічний, порівняльно-профільно-генетичний методи дослідження з поєднанням теоретичних і експериментальних лабораторних досліджень на основі системного аналізу.

Дослідження проводили на чорноземах типових середньосуглинкових Лівобережної частини Лісостепу України шляхом закладання розрізів і відбору індивідуальних зразків ґрунту з різних генетичних горизонтів. У пробах ґрунту визначали: вміст гумусу, легкогідролізного азоту, рухомого фосфору, обмінного калію, водорозчинних катіонів калію, кальцію, натрію, обмінно-поглинутих катіонів, гідролітичну кислотність, рН, температуру, вологість, щільність складення, щільність твердої фази ґрунту, гранулометричний склад, електропровідність, чисельність мікроартропод (ногохвісток і орибатид), екологотрофічне угруповання мікроорганізмів,

ферментативну активність (каталази, дегідрогенази, протеази, інвертази, уреази, целюлази).

У дисертаційній роботі наведено результати досліджень агрохімічних, фізичних і біологічних показників чорноземів типових агроценозів та їх природних аналогів. Встановлено, що застосування інтенсивної системи землеробства (ІСЗ) призводить до зменшення у 0–10-сантиметровому шарі ґрунту вмісту обмінно-увібраного кальцію до рівня 19,6 мг-екв/100 г ґрунту, вмісту гумусу (4,13 %), електропровідності (68,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$), умісту легкогідролізного азоту (88,0 мг/кг), рухомого фосфору (81,2 мг/кг) і обмінного калію (103,4 мг/кг), але збільшення гідролітичної кислотності (3,15 мг-екв/100 г ґрунту) порівняно з чорноземом під перелогом. За органічної системи землеробства (ОСЗ) значення цих показників наближаються до показників чорнозему перелогової ділянки. Виявлено позитивний вплив органічної системи землеробства (особливо за умов застосування сидератів) на фізичні й хімічні показники чорноземів які досліджувалися. Також слід відмітити, що математико-статистичний аналіз вибірки отриманих даних, свідчить про наявність істотної різниці між варіантами дослідження, лише в гумусовому горизонті, що свідчить про їх генетичну спорідненість.

В агрогенних ґрунтах зафіксовано зниження чисельності колембол у 2–3 рази порівняно з варіантом перелогу (101 екз./ dm^3 у шарі 0–10 см), тоді як чисельність орибатид, навпаки, зросла (переліг – 43 екз./ dm^3 у шарі 0–10 см, ОСЗ (сидерат) – 125 екз./ dm^3 , ОСЗ (компост) – 75 екз./ dm^3 , ІСЗ – 82 екз./ dm^3).

Чисельність мікроміцетів у варіантах чорноземів, що обробляються знижується і в 0–10-сантиметровому шарі становить: ІСЗ – 3,20 тис. КУО/1 г с. г., ОСЗ (компост) – 3,06 тис. КУО/1 г с. г., ОСЗ (сидерат) – 2,75 тис. КУО/1 г с. г., порівняно із чорноземом перелогової ділянки де цей показник значно вищий (5,39 тис. КУО/1 г с. г.). Натомість чисельність актиноміцетів навпаки зростає і у 0–10-сантиметровому шарі ґрунту становить: переліг – 16,06 тис. КУО/1 г с. г., ОСЗ (сидерат) – 25,43 тис. КУО/1 г с. г., ОСЗ (компост) – 21,52

тис. КУО/1 г с. г., ІСЗ – 14,02 тис. КУО/1 г с. г.. Також агрогенним ґрунтам, особливо за органічної системи землеробства, притаманно підвищення чисельності мікроорганізмів, що асимілюють мінеральні форми азоту: ОСЗ (сидерат) – від 0,42 млн КУО/1 г с. г. у шарі 30–40 см до 2,84 млн КУО/1 г с. г. у шарі 0–10 см, ОСЗ (компост) – від 0,44 до 2,08 млн КУО/1 г с. г., ІСЗ – від 0,49 до 1,55 млн КУО/1 г с. г., переліг – від 0,30 до 1,78 млн КУО/1 г с. г.. Зміна співвідношення амілолітичної і амоніфікуючої мікробіоти призвела до підвищення коефіцієнту мінералізації-іммобілізації у чорноземних ґрунтах, що знаходяться в обробітку: значення коливалися у межах від 0,65 до 1,02 у варіанті перелігу, від 0,95 до 1,17 у варіанті ІСЗ, а також від 1,07 до 1,42 – ОСЗ (сидерат) і від 0,96 до 1,09 – ОСЗ (компост).

У ході дослідження активності ензимів виявлено, що інтенсивна система землеробства спричинює зниження ферментативної активності ґрунту в гумусовому горизонті: активність каталази залежно від глибини відбору зразків змінювалася в межах від 3,57 до 4,28 см³ О₂ на 1 г ґрунту за 1 хв, інвертази – від 10,64 до 16,12 мг глюкози на 1 г ґрунту за добу, уреази – від 12,20 до 14,60 мг NH₃ на 10 г ґрунту за добу, дегідрогенази – від 6,84 до 9,11 мг ТФФ на 10 г ґрунту за добу, протеази – від 1,70 до 4,72 мг гліцину на 1 г ґрунту за добу, целюлази – від 2,34 до 6,13 мкг глюкози на 1 г ґрунту.

Чорнозем перелогової ділянки характеризується істотно вищою активністю ґрунтових ферментів у гумусовому горизонті: активність каталази коливалася в межах від 4,39 до 5,63 см³ О₂ на 1 г ґрунту за 1 хв, інвертази – від 9,40 до 35,83 мг глюкози на 1 г ґрунту за добу, уреази – від 10,47 до 14,62 мг NH₃ на 10 г ґрунту за добу, дегідрогенази – від 4,73 до 12,37 мг ТФФ на 10 г ґрунту за добу, протеази – від 2,04 до 21,96 мг гліцину на 1 г ґрунту за добу, целюлази – від 1,86 до 6,37 мкг глюкози на 1 г ґрунту. За органічної системи землеробства активність таких ферментів як протеаза, інвертаза, целюлаза і дегідрогеназа також менша ніж у чорноземі перелігу, однак активність уреази і каталази істотно зростає. Активність уреази у 0–40-сантиметровому шарі ґрунту варіанта ОСЗ (сидерат) змінювалася в межах від

12,20 до 25,61 мг NH_3 на 10 г ґрунту за добу, а у варіанті ОСЗ (компост) – від 11,93 до 16,15 мг NH_3 на 10 г ґрунту за добу. Показники активності каталази зросли до рівня 5,46–6,35 $\text{cm}^3 \text{O}_2$ на 1 г ґрунту за 1 хв у варіанті ОСЗ (компост) і до 5,79–7,54 $\text{cm}^3 \text{O}_2$ на 1 г ґрунту за 1 хв у варіанті ОСЗ (сидерат).

Отже у роботі надано подальший розвиток учення про агрогенне ґрунтотворення і поглиблено уявлення про залежність вектору розвитку ґрунтотворних процесів від системи землеробства. Вперше експериментально доведено можливість використання 12 біоіндикаторів для оцінки стану ґрунту, серед яких найбільшою інформативністю відзначаються показники чисельності актиноміцетів, активності дегідрогенази й каталази. З'ясовано, що агрогенні ґрунти відрізняються від природних за рядом нових ЕГП. Крім цього за допомогою факторного аналізу виявлено, що основною діагностичною ознакою ґрунтів, які знаходяться в обробітку є посилення ролі «окисно-відновних реакцій» (активність каталази, дегідрогенази і чисельність актиноміцетів) у процесах ґрунтотворення.

Доказано, що чорноземні ґрунти в умовах органічної системи землеробства за рядом біопоказників відрізняються від чорнозему інтенсивної системи землеробства. За допомогою дискримінантного аналізу доведено, і візуалізовано методом «обличчя Чернова», наявність істотної різниці між чорноземами органічної системи землеробства (компост і сидерат).

Дискримінантний аналіз показників біологічної активності чорноземних ґрунтів (де $F < 4,0$) виокремлює різні ґрунти за фактором системи землеробства і достовірно класифікує 66,5 % вибірки даних за умов дотримання статистичної значимості даних $p < 0,05$. Також надано теоретичне обґрунтування та експериментальне підтвердження інформативності 12 показників біологічної активності для індикації змін у процесах ґрунтотворення чорноземних ґрунтів за різних систем землеробства.

Ключові слова: чорнозем типовий, агроценоз, біодіагностика, мікроартроподи, ґрунтова мікробіологія, ферментативна активність ґрунту.

ANNOTATION

Rieznik S.V. Biodiagnostics of chernozems typical of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine under the different farming practices. Qualifying scientific paper, manuscript copyright.

Thesis for the Academic Degree of the Doctor of Philosophy in specialty 201 "Agronomy" (20 Agricultural and Food Sciences) State Biotechnological University, Kharkiv, 2023.

The solve a scientific problem: the biodiagnostics of dependence of the vector of soil-forming processes on farming systems. The urgency of the research is attributed to the need to search for and develop better systems for detecting and monitoring the environment status through the lens of the population's demand for ecologically clean food, improved management of limited soil resources, fertility preservation and restoration, and support of other basic ecosystem services of chernozems.

The novelty of the scientific work: the results of the study complement the modern understanding of the peculiarities of agrogenic soil formation. For the first time, changes in the soil-forming processes of typical chernozems at the different farming systems were confirmed using indicators of biological activity. The main biodiagnostic indicators characteristic of cultivated chernozems have been determined.

The study purpose and scientific and practical importance are to determine the peculiarities of the formation microbocenosis of chernozem soils under the conditions of biologization of agriculture and to justify mathematically of biodiagnostic indicators that allow revealing characteristic of soil genesis in agrocenoses at the present stage of chernozems evolution.

To achieve this purpose, the following objectives were solved:

– To determine physical, chemical and physico-chemical parameters of typical chernozems under different farming systems;

- To analyze the impact of different farming systems (organic and intensive) on the numbers of microarthropods (collembolans and oribatid mites) in typical chernozems under different farming systems;
- To investigate the effects of different farming systems on the sizes of major eco-trophic groups of microorganisms in typical chernozems;
- To assess the effects of different farming systems on the activities of oxidoreductases (catalase and dehydrogenase) and hydrolases (invertase, cellulase, protease, and urease) selected for soil research;
- To mathematically and statistically process the obtained data and to categorize the soils, basing on biological activity parameters;
- To chose the most informative parameters for biodiagnostics of changes in the processes of soil formation of chernozems typical.

The thesis was performed at the Chair of Soil Science of Kharkiv National Agrarian University named after VV Dokuchaev (now the State Biotechnological University). The topic of the thesis is related to the research programs of the Chair: "Protection of and Increase in Soil Fertility in Ukraine" (2016–2020; DR 0117U002515) and "Balanced Use and Restoration of Soil Fertility under Global Climatic Changes" (2021–2025: DR 0121U109929).

To accomplish the objectives, I used profile, morphological, comparative-profile-genetic research methods in combination with systemic analysis-based desktop investigations and experimental laboratory tests.

The study was conducted on typical mid-loamy chernozems in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine by incising and sampling soil from different genetic horizons. Soil samples were analyzed for humus content, easy-hydrolysable nitrogen, mobile phosphorus, exchangeable potassium, water-soluble cations of potassium, calcium and sodium, exchangeable-absorbed cations, hydrolytic acidity, pH, temperature, water content, bulk density, solid phase density, electrical conductivity, microarthropod (collembolans and oribatid mites) numbers, eco-trophic groups of microorganisms, and enzymatic activity (catalase, dehydrogenase, protease, invertase, urease, cellulase).

The thesis presents the results on agrochemical, physical and biological parameters of chernozems in typical agrocenoses and their natural analogues.

It was found that the intensive farming system (IFS) led to a decrease in the content of metabolically absorbed calcium to 19.6 mg-eq/100 g of soil in the 0–10 cm layer, in the humus content (4.13 %), electrical conductivity (68.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$), easy-hydrolysable nitrogen content (88.0 mg/kg), mobile phosphorus (81.2 mg/kg) and exchangeable potassium (103.4 mg/kg), but it increased the hydrolytic acidity (3.15 mg-eq/100 g of soil). In the organic farming system (OFS), these parameters were close to those of the chernozem in a natural fallow plot. The positive effect of OFS (especially with green manure) on all physical and chemical parameters of the studied chernozems was observed. It should also be noted that mathematical and statistical analysis of the data set indicates significant differences between the study variants in the humus horizon only, suggesting their genetic relatedness.

In agrogenic soils, there was a 2- or 3-fold drop in the collembolan number compared to the natural fallow (101 specimens/dm³ in the 0–10 cm layer), while the oribatid mite number, on the contrary, increased (natural fallow: 43 specimens/dm³ in the 0–10 cm layer; OFS (green manure): 125 specimens/dm³; OFS (compost): 75 specimens/dm³; IFS: 82 specimens/dm³).

The micromycete number in the 0–10 cm layer of the cultivated chernozems decreased and was as follows: IFS – 3,200 CFU/g of soil (dry weight); OFS (compost) – 3,060 CFU/1 g; OFS (green manure) – 2,750 CFU/g compared to the chernozem in the natural fallow plot where this parameter was much higher (5,390 CFU/g). On the contrary, the actinomycete number the 0–10 cm layer of soil increased and amounted to: 16,060 CFU/g in the natural fallow; 25,430 CFU/g in the OFS (green manure); 21,520 CFU/g in the OFS (compost); and 14,020 CFU/g in the IFS. In addition, agrogenic soils, especially on organic farming, were characterized by increased numbers of microorganisms assimilating mineral forms of nitrogen: OFS (green manure): from 420,00 CFU/g in the 30–40 cm layer to 2,840,000 CFU/g in the 0–10 cm layer; OFS (compost): from 440,000 to 2,080,000 CFU/g, respectively; IFS: from 490,000 to 1,550,000 CFU/g, respectively; natural

fallow: from 300,000 to 1,780,000 CFU/g, respectively. Changes in the amylolytic/ammonifying microbiota ratio led to an increase in the coefficient of mineralization-immobilization in the cultivated chernozems: the values ranged from 0.65 to 1.02 in the natural fallow plot, from 0.95 to 1.17 in the IFS, from 1.07 to 1.42 in the OFS (green manure) and from 0.96 to 1.09 in the OFS (compost).

Enzyme activity assay revealed that intensive farming reduced the enzymatic activity of soil in the humus horizon: catalase activity, depending on the sampling depth, varied from 3.57 to 4.28 cm³ O₂ per 1 g of soil per 1 min; invertase activity – from 10.64 to 16.12 mg of glucose per 1 g of soil per day; urease activity – from 12.20 to 14.60 mg of NH₃ per 10 g of soil per day; dehydrogenase activity – from 6.84 to 9.11 mg of triphenyl formazan (TPF) per 10 g of soil per day; protease activity – from 1.70 to 4.72 mg of glycine per 1 g of soil per day; cellulase activity – from 2.34 to 6.13 µg of glucose per 1 g of soil.

The natural fallow chernozem was noticeable for significantly higher activities of the soil enzymes in the humus horizon: catalase activity ranged from 4.39 to 5.63 cm³ O₂ per 1 g of soil per 1 min; invertase activity – from 9.40 to 35.83 mg of glucose per 1 g of soil per day, urease activity – from 10.47 to 14.62 mg of NH₃ per 10 g of soil per day; dehydrogenase activity – from 4.73 to 12.37 mg of TPF per 10 g of soil per day; protease activity – from 2.04 to 21.96 mg of glycine per 1 g of soil per day; cellulase activity – from 1.86 to 6.37 µg of glucose per 1 g of soil. In the organic farming, the activities of protease, invertase, cellulase, and dehydrogenase were also lower than in the natural fallow chernozem, but the activities of urease and catalase increased significantly. The urease activity in the 0–40 cm layer of soil varied within 12.20 – 25.61 and 11.93 – 16.15 mg of NH₃ per 10 g of soil per day in the OFS (green manure and compost, respectively). The catalase activity increased to 5.46–6.35 cm³ O₂ per 1 g of soil per 1 min in the OFS (compost) and to 5.79–7.54 cm³ O₂ per 1 g of soil per 1 min in the OFS (green manure).

Thus, the thesis further develops the doctrine of agrogenic soil formation and deepens the concept of dependence of the vector of soil-forming processes on farming systems.

The possibility of using at least 12 bioindicators to assess the soil condition was experimentally proven; of these bioindicators, of the number of actinomycetes, dehydrogenase and catalase activity were the most informative ones.

It was found that agrogenic soils differed from natural ones in the number of new elementary pedogenesis processes (EPPs). In addition, factor analysis revealed that the main diagnostic feature of the cultivated soils was the strengthened role of oxidation-reduction reactions (catalase and dehydrogenase activities as well as the actinomycete number) in soil formation. It was proven that the chernozem under OFS differed in several bioindicators from the chernozem under IFS. It was also proven that chernozems in organic farming differed in several bioindicators from chernozem in intensive farming. Discriminate function analysis demonstrated significant differences between the organic farming (compost and green manure) chernozems. Using "Chernoff faces", these differences were visualized.

Discriminant analysis of chernozem biological activity indicators (where $F < 4.0$) identifies different soils by farming system factor and reliably categorizes 66.5% of the data set with statistical significance of $p < 0.05$. The information value of 12 biological activity indicators for detecting changes in processes of chernozem formation under different farming systems was also theoretically justified and experimentally confirmed.

Keywords: chernozem typical, agrocenosis, biodiagnostics, microarthropods, soil microbiology, enzymatic activity of soil.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковано основні наукові результати дисертації

1. Резнік С. В., Гавва Д. В. Вплив різних систем землеробства на електрофізичні та агрохімічні показники чорноземів типових Лівобережного Лісостепу України. *Achievements of Ukraine and the EU in ecology, biology, chemistry, geography and agricultural sciences: collective monograph*. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2021. Vol. 3. С. 128–145. DOI: 10.30525/978-9934-26-086-5-40 (автор ідеї, отримання первинних даних, інтерпретація отриманих результатів, написання статті).

2. Резнік С. В. Чисельність мікроартропод у чорноземах типових за різних систем землеробства. *Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва. Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів»*. Харків: ХНАУ ім. В. В. Докучаєва, 2018. № 1–2. С. 59–64.

3. Резнік С. В. Зміни еколого-трофічних угруповань мікроорганізмів чорноземів типових за різних систем землеробства. *Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва. Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів»*. Харків: ХНАУ ім. В. В. Докучаєва, 2019. № 1. С. 69–74.

4. Резнік С. В., Гавва Д. В., Сотников Ю. О. Каталазна активність чорноземів типових Лівобережжя Лісостепу України за різних систем землеробства. *Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва. Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів»*. Харків: ХНАУ ім. В. В. Докучаєва, 2019. № 2. С. 73–82 (автор ідеї, отримання первинних даних, написання статті).

5. Резнік С. В., Гавва Д. В., Сотников Ю. О. Динаміка активності інвертази у чорноземах типових за різних систем землеробства. *Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва. Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство,*

екологія ґрунтів». Харків: ХНАУ ім. В. В. Докучаєва, 2020. № 1. С. 86–93 (автор ідеї, отримання первинних даних, написання статті).

6. Дегтярьов В. В., Дегтярьов Ю. В., Резнік С. В. Сезонна динаміка електропровідності чорнозему типового за умов різних систем землеробства. *Вісник Уманського національного університету садівництва*, 2020. № 1. С. 11–16 DOI: 10.31395/2310-0478-2020-1-11-16 (автор ідеї, отримання первинних даних, написання статті).

7. Резнік С. В. Вплив різних систем землеробства на еколого-трофічні угруповання мікроорганізмів чорноземів типових в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Сільськогосподарська мікробіологія*, 2021. № 33. С. 62–71 DOI: 10.35868/1997-3004.33.62-71.

8. Rieznik, S., Havva, D., Chekar, O. Enzymatic activity of typical chernozems under the conditions of the organic farming systems. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2021. Vol. LXIV, Issue 2, P. 114–119 <http://agronomyjournal.usamv.ro/index.php/scientific-papers/current?id=1310> (автор ідеї, отримання первинних даних, написання статті).

9. Rieznik, S., Havva, D., Butenko, A., Novosad, K. Biological activity of chernozems typical of different farming practices. *Agraarteadus*. 2021. 32(2) P. 307–313. DOI: 10.15159/jas.21.34 (автор ідеї, отримання первинних даних, написання статті).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

10. Резнік С. В. Чисельність мікроартропод у чорноземах типових агрогенного використання. *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва: матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф.* (Харків, 25–26 жовтня 2018 р.). Харків, 2018. С. 218–220.

11. Резнік С. В., Гавва Д. В. Численность ногохвосток и панцирных клещей в черноземах типичных разного использования Юго-восточной Лесостепи Украины. *Приемы повышения плодородия почв и эффективности удобрения: международная науч.-практ. конф.* (г. Горки, 18–20 декабря 2018 г.). Горки, 2018. С. 129–131 (автор ідеї, отримання первинних даних, статистична обробка даних, написання тез).

12. Резнік С. В. Чисельність мікроорганізмів у чорноземах типових агрогенного використання. *Матеріали науково-практичної конференції студентів, слухачів магістратури, аспірантів та молодих учених (5-6 грудня 2018 р.), присвячена Всесвітньому Дню Ґрунту та 125-річчю кафедри ґрунтознавства Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва.* – Харків: ХНАУ, 2018. № 2. С. 25–26.

13. Гавва Д. В., Резнік С. В., Панов П. В. Чисельність мікроорганізмів у чорноземах типових агрогенного використання східного Лісостепу України. *Теорія і практика актуальних наукових досліджень: матеріали ІV наук.-практ. конф. (м. Дніпро, 22–23 лютого 2019 р.).* Херсон: Молодий вчений, 2019. Ч. 2. С. 22–24 (автор ідеї, отримання первинних даних, написання тез).

14. Резнік С. В. Чисельність мікроартропод у чорноземах типових за різних систем землеробства в умовах Лівобережжя Лісостепу України. *Матери підсумкової наук.-практ. конф. професорсько-викладацького складу і здобувачів наукових ступенів (19–20 березня 2019 р.).* Харків: ХНАУ, 2019. Ч. 1. С. 166–170

15. Резнік С. В., Новосад К. Б., Гавва Д. В. Мезофауна (collembola, oribatida) чорноземів типових різного використання Лівобережного Лісостепу України. *Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти: збірник тез ІІ Міжнар. наук.-практ. конф., (м. Миколаїв, 10–12 квітня 2019 р.).* Київ-Миколаїв-Херсон: ДУ НМЦ «Агроосвіта», 2019. С. 83–85 (автор ідеї, отримання первинних даних, написання тез).

16. Резнік С. В., Гавва Д. В. Чисельність мезофауни чорноземів типових Лівобережжя Лісостепу України за різних систем землеробства. *Problems and achievements of modern science: coll. of scientific papers «ΛΟΓΟΣ» with materials of the International scientific-practical conf., (Cork, May 6, 2019).* Cork: NGO «European Scientific Platform», 2019. V.5. С. 109–112 (автор ідеї, отримання первинних даних, інтерпретація результатів, написання тез).

17. Rieznik Serhii. Dynamics of microarthropod abundance in chernozem typical of different farming systems in the conditions of the Left Bank of the Forest-Steppe of Ukraine. *Relevant issues of the development of science in central and eastern European countries: international scientific conference, Riga, Latvia, September 27th, 2019*. Riga: Baltija Publishing. P. 21–24. DOI: 10.30525/978-9934-588-11-2_7.

18. Рєзнїк С. В., Фїрсов М. С., Фїрсов О. С. Мїкробїологїчна активнїсть чорноземних ґрунтїв за умов органїчного землеробства. *Науковї засади пїдвищення ефектївностї сїльськогосподарського виробництва: мат-ли III Мїжнар. наук.-практ. конф., (м. Харкїв, 30–31 жовтня 2019 р.)*. Харкїв: ХНАУ, 2019. Ч. 2. С. 164–165 (автор ідеї, статистична обробка даних, інтерпретація результатїв, написання тез).

19. Рєзнїк С. В., Гавва Д. В. Активнїсть ферменту каталаза чорноземїв типових за рїзних систем землеробства. *Problèmes et perspectives d'introduction de la recherche scientifique innovante: collection de papiers scientifiques «ΛΟΓΟΣ» avec des matériaux de la conférence scientifique et pratique internationale, Bruxelles, Belgique, 29 novembre, 2019*. Bruxelles: Plateforme scientifique européenne, 2019. Vol. 2. P. 27–30. DOI: 10.36074/29.11.2019.v2.15 (автор ідеї, отримання первинних даних, статистична обробка даних, написання тез).

20. Рєзнїк С. В., Новосад К. Б. Еколого-трофїчне угруповання мїкроорганїзмїв чорноземїв типових в умовах органїчного землеробства. *Органїчне агровиробництво: освїта і наука: збїрник тез II Всеукраїнської наук.-практ. конф., (м. Кїїв, 31 жовтня 2019 р.)*. Кїїв: Науково-методичний центр ВФПО, 2019. С. 148–151 (автор ідеї, отримання первинних даних, інтерпретація результатїв, написання тез).

21. Рєзнїк С. В., Фїрсов М. С., Фїрсов О. С., Гавва Д. В. Еколого-трофїчнї групи мїкроорганїзмїв у чорноземних ґрунтах за рїзних систем землеробства. *Інновацїйнї науковї дослїдження: свїтовї тенденцїї та рєгїональний аспект: матерїали наук.-практ. конф. (м. Запорїжжя, 29–30*

листопада 2019 р.). Херсон: Молодий вчений, 2019. Ч. 2. С. 123–126 (*автор ідеї, статистична обробка даних, інтерпретація результатів*).

22. Резнік С. В., Гавва Д. В. Закономірності змін еколого-трофічних угруповань мікроорганізмів у чорноземах типових за різних систем землеробства. *Родючість ґрунтів як основа ефективного землекористування*: матеріали Всеукраїнської наук.-практ. конф. (Київ, 10–11 грудня 2019 р.). Київ: НУБІП України, 2019. С. 17–19 (*автор ідеї, отримання первинних даних, статистична обробка даних, написання тез*).

23. Резнік С. В., Гавва Д. В., Новосад К. Б. Інвертазна активність чорноземів типових за різних систем землеробства. *Die wichtigsten Vektoren für die Entwicklung der Wissenschaft im Jahr 2020: der Sammlung wissenschaftlicher Arbeiten «ΛΟΓΟΣ» zu den Materialien der internationalen wissenschaftlich-praktischen Konferenz, Luxembourg, 24 Januar, 2020. Luxembourg: Europäische Wissenschaftsplattform. B. 1. P. 32–35. DOI: 10.36074/24.01.2020.v1.09* (*автор ідеї, отримання первинних даних, написання тез*).

24. Резнік С. В. Вплив різних систем землеробства на показники електропровідності чорноземів типових. Матеріали підсумкової наук.-практ. конф. професорсько-викладацького складу і здобувачів наукових ступенів, (м. Харків, 01–02 липня 2020 р.). Харків: ХНАУ, 2020. Ч. 1. С. 158–161.

25. Резнік С. В., Ковалжи Н. І., Гавва Д. В. Активність ферменту протеаза чорноземних ґрунтів Лівобережжя Лісостепу України. *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва*: матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф., (м. Харків, 26–27 листопада 2020 р.). Харків: ХНАУ, 2020. Ч. 2. С. 193–196 (*автор ідеї, отримання первинних даних, написання тез*).

26. Резнік С. В., Гавва Д. В., Сотников Ю. О., Ковалжи Н. І. Целюлозоруйнуюча активність чорноземних ґрунтів Лівобережжя Лісостепу України. *Міжнародний науковий журнал «Грааль науки»*: матеріали I Міжнар. наук.-практ. конф. «Globalization of scientific knowledge: international cooperation and integration of sciences», (Вінниця–Відень, 7 травня

2021 р.) ГО «Європейська наукова платформа» (Вінниця, Україна) та ТОВ «International Centre Corporative Management» (Відень, Австрія). м. Обухів: ФОП Гуляєва В. М., 2021. № 4. С. 172–177. DOI: 10.36074/grail-of-science.07.05.2021.031 (*автор ідеї, отримання первинних даних, написання тез*).

27. Дегтярьов Ю. В., Резнік С. В. Електрофізичні показники чорнозему типового за умов екологічного сільськогосподарського виробництва. *Розвиток сільських територій на засадах екологічності, енергонезалежності й енергоефективності*: матеріали I Міжнар. наук.-практ. конф., (м. Полтава, 5 травня 2021 р.). Полтава, 2021. С. 13–15 (*автор ідеї, отримання первинних даних, статистична обробка даних, інтерпретація результатів*).

28. Резнік С. В., Гавва Д. В. Протеазна активність чорноземів типових Лівобережжя Лісостепу України за умов органічного землеробства. Мат-ли підсумкової наук.-практ. конф. професорсько-викладацького складу і здобувачів наукових ступенів (м. Харків, 18–19 травня 2021). Харків: ХНАУ, 2021. Ч. 1. С. 143–146 (*автор ідеї, отримання первинних даних, інтерпретація результатів, написання тез*).

29. Резнік С. В. Зміни еколого-трофічних угруповань мікроорганізмів у чорноземах типових за умов органічного рослинництва. *Наукові передумови оптимізації органічного бізнесу в рамках V Міжнародного «Конгресу Органічна Україна. Трансформуємося. Сильніші. Разом»*: збірник матеріалів Міжнар. наук.-практ. конф., (м. Київ, 17 квітня 2021 р.). Київ: Органічна Україна, 2021. С. 99–103.

30. Резнік С. В., Гавва Д. В., Ковалжи Н. І. Вплив органічного землеробства на чисельність мікроартропод у чорноземах типових Лівобережжя Лісостепу України. *Challenges, threats and developments in biology, agriculture, ecology, geography, geology and chemistry: international scientific and practical conference*, Lublin July 2–3, 2021. Lublin: Baltija Publishing, P. 224–227. DOI: 10.30525/978-9934-26-111-4-52 (*автор ідеї, отримання первинних даних, написання тез*).

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	19
ВСТУП.....	21
РОЗДІЛ 1 ЕВОЛЮЦІЯ АГРОГЕННИХ ҐРУНТІВ І ВПЛИВ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА НА ЇХ БІОЛОГІЧНУ АКТИВНІСТЬ.....	27
РОЗДІЛ 2 УМОВИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	36
2.1. Природні умови місця досліджень.....	36
2.2. Методи й методики дослідження.....	54
РОЗДІЛ 3 ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЧОРНОЗЕМІВ ТИПОВИХ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕРОБСТВА ...	57
3.1. Агрофізичні показники досліджуваних ґрунтів.....	57
3.2. Електрофізичні показники чорноземів типових за різних систем землеробства	60
3.3 Обмінні катіони і динаміка лінії закипання карбонатів.....	66
3.4 Уміст поживних речовин і загального гумусу	68
РОЗДІЛ 4 БІОЛОГІЧНА АКТИВНІСТЬ ЧОРНОЗЕМІВ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕРОБСТВА.....	73
4.1 Зміна чисельності мікроартропод у чорноземах різного використання	74
4.2. Характеристика еколого трофічних угруповань мікроорганізмів....	78
4.3. Ферментативна активність чорноземів за різних систем землеробства	94
РОЗДІЛ 5 МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ҐРУНТОВО- БІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ЧОРНОЗЕМАХ ТИПОВИХ.....	105
РОЗДІЛ 6 БІОДІАГНОСТИКА АГРОГЕННИХ ҐРУНТІВ.....	125
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	130
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	133
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	134
ДОДАТКИ.....	170

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ЕГП – елементарні ґрунтові процеси

ОСЗ (OFS) – органічна система землеробства

ІСЗ (IFS) – інтенсивна система землеробства

ПП – приватне підприємство

ТОВ – товариство з обмеженою відповідальністю

ВРХ – велика рогата худоба

ЗЗР – засоби захисту рослин

Cond (EC) – Conductivity (електропровідність)

TDS – Total Dissolved Solids (загальна мінералізація)

Salt – Salinity (солоність)

ЄКО – ємність катіонного обміну

Ca²⁺ – катіон кальцію

Mg²⁺ – катіон магнію

K⁺ – катіон калію

Na⁺ – катіон натрію

pH водн. (pH water) – активна кислотність

pH сол. (pH salt) – обмінна кислотність

Нг (H hydr.) – гідролітична кислотність

ПГА (PGA) – пептонно-глюкозний агар Ваксмана

КАА акт (SAA akt) – крохмало-аміачний агар актиноміцети

КАА (SAA) – крохмало-аміачний агар

МПА (MPA) – м'ясо-пептонний агар

ЕШ (ASH) – середовище Ешбі

ГА (HA) – голодний агар

НА (NA) – нітритний агар

КУО/1 г с. г. – колонієутворюючі осередки в 1 грамі сухого ґрунту

Біогенність (Biog.) – показник загальної мікробіологічної активності

$K_{\text{маф}}$ ($C_{\text{mnf.}}$) – коефіцієнт мобілізації азотного фонду

$K_{\text{оліг.}}$ ($C_{\text{olig.}}$) – коефіцієнт оліготрофності

$K_{\text{мін.}}$ ($C_{\text{min.}}$) – коефіцієнт мінералізації й іммобілізації

НІР₀₅ (LSD) – найменша істотна різниця (least significant difference)

КМО – тест Кайзера-Мейєра-Олкіна (Kaiser-Meyer-Olkin Measure test)

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження. Актуальність дисертаційної роботи полягає у вирішенні наукової проблеми: біодіагностики трендів розвитку агрогенних чорноземів типових за різних систем землеробства.

Це є актуальним в розрізі взятих Україною на себе зобов'язань щодо виконання принципів та положень Конвенції ООН про охорону біологічного різноманіття (1992), а саме: визначення і моніторингу компонентів біологічного різноманіття і сприяння захисту екосистем, яку ратифіковано Законом України N 257/94-ВР від 29.11.94. А також, виконанням другої цілі сталого розвитку «Подолання голоду, досягнення продовольчої безпеки, поліпшення харчування і сприяння сталому розвитку сільського господарства» затверджених Указом Президента України «Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року» (від 30.09.2019 р. № 722/2019), щодо виконання резолюції проголошеної Генеральною Асамблеєю ООН (від 25.09.2015 р. № 70/1) «Перетворення нашого світу: Порядок денний у сфері сталого розвитку до 2030 року».

На сучасному етапі ґрунтогенезу найбільш впливовим чинником стала господарська діяльність людини, про що свідчить неймовірна розораність і небувалі темпи деградації ґрунтів не лише в Україні, а й в усьому світі [1, 2]. Агрогенне ґрунтоутворення принципово відрізняється від природного насамперед темпами перетворення органічної та мінеральної частин ґрунту. Виробнича діяльність людини нерідко призводить до пригнічення біосферних функцій ґрунтів і має негативний вплив на екосистему. Найбільш яскравим прикладом можуть слугувати орні ґрунти, де відбувається докорінна зміна усього біогеоценозу. Інтенсивний обробіток ґрунту, застосування мінеральних добрив і пестицидів, зміна рослинного покриву та відчуження значної частини біомаси і біогенних елементів сприяють розвитку таких процесів деградації ґрунтового покриву, як: утворення орного

і підорного шарів, ерозія, руйнування структурних агрегатів, ущільнення, дегуміфікація, збіднення біорізномаяття, тощо [3–5].

Структура і функціонування природних екосистем визначається співвідношенням швидкостей накопичення первинної продукції і її розкладом. Останнім часом, все більшого значення набувають роботи присвячені вивченню антропогенного впливу на процеси деструкції органічних решток. Таких досліджень поки відносно небагато, але отримані результати дозволяють передбачити наслідки тих, чи інших впливів господарської діяльності людини. Одним з найважливіших показників стану ґрунту і біогеоценозу загалом, а також спрямованості ґрунтоутворного процесу є біологічна активність ґрунту.

Отже ґрунт є точкою перетину великого геологічного і малого біологічного колообігів хімічних елементів, він інтегрує у єдиний функціональний комплекс: літосферу, атмосферу, гідросферу і біоту. Тому неможливо правильно вивчати, виявляти зміни і систематизувати ґрунти, не приймаючи до уваги ті закономірні та нерозривні зв'язки, які існують між ґрунтом і організмами, що мешкають у ньому [6], і є найбільш інформативними та чутливими маркерами змін, що відбуваються у процесах ґрунтоутворення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тема дисертаційної роботи пов'язана з тематикою науково-дослідної роботи кафедри ґрунтознавства Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва (нині Державний біотехнологічний університет) ДНТП «Охорона і підвищення родючості ґрунтів України» (2016–2020 рр. ДР 0117U002515) і «Збалансоване використання та відтворення родючості ґрунтів в умовах глобальних змін клімату» (2021–2025рр. ДР 0121U109929)

Метою дослідження було визначення динаміки показників біологічної активності і направленість ґрунтово-біологічних процесів чорноземів типових глибоких середньосуглинкових на лесі за різних систем землеробства (органічної та інтенсивної).

Для досягнення поставленої мети вирішували наступні завдання:

- визначити фізичні, хімічні і фізико-хімічні показники чорноземів типових за різних систем землеробства;
- проаналізувати вплив різних систем землеробства (органічної та інтенсивної) на чисельність мікроартропод (колембол і орибатид) чорноземів типових за різних систем землеробства;
- дослідити вплив різних систем землеробства на чисельність основних еколого-трофічних угруповань мікроорганізмів чорноземів типових;
- з'ясувати вплив різних систем землеробства на активність оксидоредуктаз (каталази, дегідрогенази) і гідролаз (інвертази, целюлази, протеази, уреази) обраних для дослідження ґрунтів;
- виконати математико-статистичну обробку отриманих даних і провести класифікацію ґрунтів на основі показників біологічної активності;
- виявити найбільш інформативні показники для біодіагностики змін у процесах ґрунтоутворення чорноземних ґрунтів;

Об'єктом дослідження є зміни біодіагностичних показників чорноземів типових глибоких середньосуглинкових на лесах за різних систем землеробства.

Предметом дослідження є характеристики біологічної активності чорнозему типового, а саме: чисельність мікрофауни (Collembola, Oribatida), чисельність і співвідношення еколого-трофічних груп мікроорганізмів, ферментативна активність ґрунту.

Методи дослідження. Вивчення еволюційно-генетичних закономірностей розвитку чорноземів типових проводилося з використанням профільного, морфологічного, порівняльно-профільно-генетичного методів дослідження з поєднанням теоретичних і експериментальних досліджень на основі системного аналізу. Дослідження проводили в польових і лабораторних умовах у межах Лівобережної частини Лісостепу України використовуючи метод «ключів». Польові і лабораторні дослідження

проведено за стандартизованими загальноприйнятими методиками. Результати досліджень опрацьовано методами багатомірної статистики (кореляційний, дисперсійний, факторний, кластерний і дискримінантний аналізи) і візуалізовано за допомогою облич Чернова.

Науковою новизною досліджень є подальший розвиток учення про агрогенне ґрунтотворення. Підтверджено, що чорноземи типові які знаходяться в обробітку розвиваються за окремим, специфічним типом ґрунтотворення. Поглиблено уявлення про залежність вектору розвитку ґрунтотворних процесів від системи землеробства. Вперше обґрунтовано інформативність показників біологічної активності для індикації змін у ґрунтотворних процесах чорноземів типових залежно від системи землеробства. Визначено основні біодіагностичні показники притаманні чорноземам які знаходяться в обробітку.

А саме:

- з'ясовано, що ґрунти які знаходяться в обробітку розвиваються за особливим, відмінним від природного ґрунтотворним процесом;
- доведено, що чорноземи типові за органічної й інтенсивної системи землеробства розвиваються за різними ґрунтотворними процесами, та потребують подальшого дослідження агрогенного ґрунтотворення;
- виявлено переважання чисельності панцирних кліщів над чисельністю ногохвісток за умов агрогенного використання чорноземів типових середньосуглинкових на лесі;
- встановлено, що агроценози характеризуються значним зниженням чисельності мікроміцетів і, навпаки, підвищенням чисельності актиноміцетів;
- зафіксовано підвищення коефіцієнта мінералізації й іммобілізації в агрогенних ґрунтах порівняно з чорноземом перелогової ділянки;
- визначено, що для агрогенних ґрунтів характерне зниження ферментативної активності, однак органічна система землеробства призводить до підвищення активності уреазы й каталази;

– надано теоретичне обґрунтування та експериментальне підтвердження інформативності дванадцяти показників біологічної активності для індикації змін у процесах ґрунтотворення чорноземних ґрунтів агрогенного використання, а саме: чисельності мікроартропод, мікроміцетів, актиноміцетів, амоніфікуючої і оліготрофної мікробіоти, активності каталази, дегідрогенази, уреазі і протеазі.

Практичне значення отриманих результатів. Результати наукового дослідження доповнюють сучасні уявлення про еволюцію чорноземних ґрунтів, їх стан та біологічну активність залежно від системи землеробства. Отримані у ході досліджень дані можуть служити основою для створення відповідної бази даних, розроблення системи оцінювання екологічного стану ґрунту і агроecosистеми загалом, а також розробки інтегрованої системи землеробства спрямованої на максимальну її біологізацію. Отримані дані можуть бути використані для розроблення заходів коригування спрямованості біохімічних процесів у ґрунті на користь процесів синтезу гумусу й іммобілізації карбону з метою збереження і відновлення родючості ґрунту, підвищення доступності елементів живлення, тощо.

Особистий внесок здобувача. Дисертація є особистою науковою працею, виконаною на підставі матеріалів, зібраних автором протягом 2017–2021 рр. Усі теоретичні і методичні розробки виконано безпосередньо автором. Самостійно укладено програму досліджень, проведено польові роботи з морфологічного опису розрізів та відбору індивідуальних зразків ґрунту, проведено лабораторні дослідження, проаналізовано отримані дані, здійснено огляд літератури за темою дисертаційної роботи, сформульовано наукові висновки і рекомендації виробництву. Дані й наукові ідеї викладені у колективних статтях належать автору. Частка участі здобувача в спільних публікаціях становить 70–80 %.

Апробація результатів досліджень. За темою дисертаційної роботи опубліковано 30 робіт із них: 21 матеріалів конференцій, 8 публікацій у наукових фахових виданнях, і 1 розділ колективної монографії. Основні

положення дисертації представлено і обговорено на 21 всеукраїнських і міжнародних наукових конференціях: Професорсько-викладацького складу і здобувачів наукових ступенів (Харків, 2019, 2020 і 2021 рр.), Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва (Харків, 2018, 2019 і 2020 рр.), Приемы повышения плодородия почв и эффективности удобрения (Горки, Беларусь, 2019), Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти», (Миколаїв, 2019), Органічне агровиробництво: освіта і наука. (Київ, 2019), Родючість ґрунтів як основа ефективного землекористування (Київ, 2019), Relevant issues of the development of science in central and eastern European countries (Riga, Latvia 2019), Globalization of scientific knowledge: international cooperation and integration of sciences (Вінниця, Україна – Відень, Австрія 2021), Розвиток сільських територій на засадах екологічності, енергонезалежності й енергоефективності (Полтава, 2021), Наукові передумови оптимізації органічного бізнесу в рамках V Міжнародного «Конгресу Органічна Україна» (Київ, 2021), Challenges, threats and developments in biology, agriculture, ecology, geography, geology and chemistry (Lublin, Poland 2021).

Структура і обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, 6 розділів, висновків, рекомендацій виробництву, додатків. Загальний обсяг дисертації викладено на 250 сторінках комп'ютерного тексту, у т. ч. основний зміст – на 169 сторінках. Робота містить 38 рисунків і 14 таблиць, 14 додатків, а список використаних джерел налічує 313 джерел з них латиницею 150.

РОЗДІЛ 1

ЕВОЛЮЦІЯ АГРОГЕННИХ ҐРУНТІВ І ВПЛИВ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА НА ЇХ БІОЛОГІЧНУ АКТИВНІСТЬ

У свій час такі титани вітчизняної науки як В. Вернадський і В. Докучаєв стверджували, що сукупність живих організмів це найважливіший і найвпливовіший чинник ґрунтотворення. І взагалі ґрунт розпочинає своє існування лише з моменту заселення геологічних порід мікроорганізмами і початку процесів накопичення органічної речовини. Саме ґрунт і ґрунтові мікроорганізми є ключовими ланками між великим геологічним і малим біологічним колообігами речовин. Мікроорганізми можуть впливати на ґрунтотворну породу та мінеральну частину ґрунту прямо й опосередковано, внаслідок чого руйнуються кристалічні решітки мінералів, і хімічні елементи з яких вони складаються, переходять у рухомий, доступний для рослин і мікроорганізмів стан. Елементи, підняті кореневою системою із ґрунтової товщі (коренемістячого шару ґрунту), після відмирання фітомаси накопичуються у поверхневому (гумусоаккумулятивному) шарі. Після відмирання фітомаси за роботу знову ж таки приймаються ґрунтові мікроорганізми під дією яких відбуваються процеси гуміфікації і мінералізації. Відтак біологічний або малий колообіг хімічних елементів в системі ґрунт–рослина–ґрунт без перебільшення відіграє одну із найважливіших ролей у ґрунтотворному процесі. Отже еволюція ґрунтів – це сукупність усіх змін, які відбуваються у ґрунтах від початку їхнього утворення до сьогодення.

Наукові дослідження М. М. Сибірцева [7], П. С. Косовича [8], В. В. Гемермінга [9], К. К. Гедройця [10], В. Р. Вільямса [11], С. С. Неуструєва [12], Я. М. Афанасьєва [13], В. М. Фрідланда [14], Д. Г. Віленського [15], Л. І. Прасолова [16,], С. В. Зона, В. А. Ковди, Б. Г. Розанова [17], О. А. Роде [18] та інших видатних науковців стали основоположними для дослідження теорії еволюції ґрунтів в Україні.

Еволюцію агрогенних ґрунтів досліджували такі вчені як Д. Г. Тихоненко [19], В. В. Медведєв [20], Б. С. Носко [21], Leonard Rothacker [22], M. Bajard, [23], A. Kh. Sheudzhen [24], та багато інших. Модним трендом міжнародної наукової спільноти стало дослідження антропогенної еволюції ґрунтів давніх часів Carolin Schnepel [25], C. Compostella [26], В. М. Sageidet [27] та ін.

Вперше поняття «елементарний ґрунтоутворний процес» було введено в науку в 1916 р. С. С. Неуструєвим [28], який стверджував, що ґрунтоутворний процес складається з ряду елементарних процесів. Розвинув цю теорію С. О. Захаров, який запропонував виділити чотири рівні ґрунтових процесів [29]. Наступними хто працював у цьому напрямі були Роде О. А [30] і Герасімов І. П. [31]. У ході розвитку теорії Б. Г. Розанов запропонував сучасну класифікацію ЕґП [32] згідно якої виокремлюється дев'ять груп ЕґП [33].

На основі теорії про ЕґП професор Д. Г. Тихоненко виділяє два види еволюції ґрунтів: 1) еволюція природних ґрунтів; 2) еволюція агрогенних ґрунтів [34]. Згідно цієї теорії агрогенні ґрунти відрізняються від перелогу: відсутністю степової повстини, відбуваються зміни в темпах перетворення органічної речовини (прискорена мінералізація), порушується дерновий процес внаслідок зміни рослинного покриву, відбувається утворення орного горизонту й ущільненого шару (так званої плужної підшви), за рахунок механічного обробітку ґрунту змінюються педотурбаційні процеси, а дисбаланс поживних речовин, внесення мінеральних та органічних добрив і різного роду забруднювачів вносять свої корективи в акумулятивні процеси.

Усі названі трансформації стають причиною змін у біологічній активності ґрунту, що активно висвітлюються в наукових роботах Тонхи О. Л. [35], Патики В. П. [36], Волкогона В. В. [37], Звягінцева Д. Г. [38], Гілярова М. С. [39], Хазієва Ф. Х. [40], Tabatabai M. A. [41], Bardgett R. D. [42], Піковської О. В. [43], Гавви Д. В. [44],

Новосада К. Б. [45], Демиденка О. В. [46], Симочко Л. Ю. [47], Collins W. [48] і багатьох інших.

Узагальнюючи наукові дослідження останніх 20-ти років, слід відмітити, стурбованість науковців зростанням деградаційних процесів у ґрунтах різних природних зон [2, 3, 49]. Наукові дослідження Г. В. Добровольського [50], А. С. Фрида [51], В. В. Медведєва [52], С. А. Балюка [53], L. Brussaard [54] та багатьох інших відображають необхідність посилення уваги до екологічних функцій ґрунтів й можливих видів деградаційних явищ, особливо це стосується біорізноманіття ґрунтових організмів [55]. Тому дослідження агрогенної та постагрогенної еволюції ґрунтів є достатньо цікавою і актуальною темою у ґрунтознавстві. Дослідження агрогенної еволюції ґрунтів, перш за все, необхідне для з'ясування причин деградаційних процесів, що є основною причиною зниження родючості ґрунтів, а також розробки шляхів їх призупинення й подолання. Адже навіть В. В. Докучаєв, М. М. Сибірцев, П. А. Костичев відмічали, що під час розорювання цілинних чорноземів відбувається зниження кількості гумусу, руйнування зернистої структури тощо. А за даними Б. С. Носко [22], Г. Я. Чесняка [56, 57], В. В. Дегтярьова [58], на чорноземах типових річний приріст фітомаси досягає 10,0–13,1 т/га, що на 14–26 % менше, ніж на цілині. Баланс поживних речовин і гумусу поступово стає від'ємним, особливо при дефіциті органічних і мінеральних добрив. Це, у свою чергу, послаблює гумусо-аккумулятивний процес ґрунтоутворення і знижує родючість ґрунтів. Але найбільші зміни відбуваються у процесах деструкції рослинних решток, що зосереджені в ґрунті, де основний потік енергії спрямований по детритному харчовому ланцюгу. Адже у ґрунті переважна більшість живих організмів представлена сапротрофними формами. Виявлення тонких механізмів розкладання рослинних решток, що включають процеси мінералізації і гуміфікації, пов'язано, перш за все, з дослідженням взаємовідносин між окремими групами сапротрофних організмів. Адже розклад органічної речовини протікає під впливом

ферментних систем цілого ряду організмів, що змінюють один одного на різних стадіях деструкції. Для мікроорганізмів властива недовговічність і періодична пульсація, що повторюється, десятки разів протягом вегетаційного періоду. Це вимагає оцінки динаміки чисельності, біомаси і функціональних груп ґрунтових мікроорганізмів, мікрофауни, ферментативної активності тощо [59]. Ефективність функціонування сапротрофного комплексу ґрунтонаселяючих організмів визначає в кінцевому рахунку рівень ґрунтової родючості і первинної продуктивності наземних екосистем [60–62]. У мережі інтернет можна знайти велику кількість наукових робіт, що висвітлюють різнобічний вплив мікроартропод на родючість ґрунту: Stefanie Maaß [63], T. W. Culliney [64], G. Lakshmi [65], D. Bagyaraj [66], J. Soong [67], U. Nielsen [68] та багато ін. Увага багатьох науковців спрямована на вивчення динаміки процесів деструкції в конкретних біогеоценозах і виявлення чинників, які визначають темпи і характер цих процесів. Однак використання даних показників обмежене через відсутність інформації про нормальний та оптимальний стан популяцій у різних біогеоценозах, значень мінімуму та максимуму, вихід за які віддзеркалюватиме порушення, що відбуваються в екосистемі [69]. Велика частина таких робіт присвячена лісовим і степовим біоценозам. У лісових ґрунтах виявлені просторові відмінності швидкостей деструкції на різних ділянках у межах одного біогеоценозу, що різняться мікрокліматичними умовами й пов'язаної з цим мозаїчності в розподілі ґрунтових безхребетних і мікроорганізмів, що беруть участь у деструкції [70–72]. Наприклад Н. В. Калиновський у своїх роботах стверджує про чудові індикативні властивості кліщів і ногохвісток, оскільки вони становлять 96 % фауни лісової підстилки і чутливі до змін навколишнього середовища [73–75]. Подібної думки також дотримуються ряд вітчизняних і зарубіжних авторів В. С. Андрієвський [76], М. С. Гіляров [77], Б. Р. Стриганова [78], А. А. Таскаєва [79], J. F. Ponge [80], T. Larsen [81], S. J. Coulson [82] та багато інших. Натомість існують результати, які свідчать про чудову стійкість

мікроартропод і решти ґрунтової біоти до впливу глобальних змін клімату в довгостроковій перспективі [83].

Іншим важливим показником біологічної активності ґрунту є його мікробіологічна складова. Адже встановлено, що коріння знаходиться у щільному оточенні ґрунтових мікроорганізмів, які утворюють ризосферу [84, 85, 86], або знаходяться в мутуалістичних зв'язках з рослиною [87, 88]. При цьому вони сприяють активній міграції поживних речовин до коренів [89, 90].

Було доведено, що різні типи ґрунту мають свій профіль щодо чисельності та складу фізіологічних груп мікроорганізмів [91–93], межі яких, однак, доволі розмиті і не можуть використовуватися для класифікації типу ґрунту. Встановлено, що якісний склад і чисельність фізіологічних груп мікроорганізмів одного типу ґрунту залежать від пори року, рослинного покриву і погодних умов, та змінюються за профілем ґрунту [94, 95]. Вплив агротехнічних заходів на чисельність мікроорганізмів різних еколого-трофічних груп залежить від типу ґрунту і його гранулометричного складу, пестицидів, системи обробітку ґрунту тощо [96–104]. Зокрема, Е. Е. Kuramae зі співавторами, говорить про рН ґрунту і наявність поживних речовин як основні чинники впливу на склад ґрунтових бактеріальних спільнот [105]. Не забуваємо також, що інтенсивність ґрунтово-біологічних процесів залежить крім вмісту гумусу і, особливо, детриту, від якісного їх стану. У степовій зоні чітко простежується збільшення чисельності бактерій і актиноміцетів від глибоких до звичайних і південних чорноземів у міру підвищення дисперсності гумусу при зниженні загального його вмісту. Після розорювання ця закономірність зростає.

Істотний вплив на ці процеси мають мінеральні добрива. Збагачуючи ґрунт елементами мінерального живлення стимулюючи розвиток рослин і мікробіоти, вони можуть сприяти короткостроковому підвищенню біологічної активності ґрунту, або збільшують чисельність окремих еколого-трофічних груп мікроорганізмів [106, 107]. Л. І. Васільєва у своїх роботах

звертала увагу на збільшення біогенності й інтенсифікацію мінералізаційних процесів на фоні зниження активності окисно-відновних і гідролітичних ферментів у орних ґрунтах. Однак у староорних ґрунтах було зафіксовано зниження не лише ферментативної активності, а й біогенності. Вона пов'язувала це зі зменшенням умісту органіки й зміною співвідношення між амілолітичною і амоніфікуючою мікробіотою [108]. Зроблено спроби визначити мікробіологічну і ферментативну активність за генетичними горизонтами в різних ґрунтах [109, 110].

Ю. А. Цьова у своїй роботі стверджує про залежність чисельності мікробіоти від системи обробітку ґрунту і культури що вирощується. За його даними чисельність грибів тим менша, чим інтенсивніший і мілкіший обробіток ґрунту, автор говорить також про зниження мікробіологічної активності на глибині 10–15 см. [111]. Тоді як О. С. Дем'янюк у своїй роботі висвітлює домінуючий вплив на структуру мікробіоценозу системи удобрення. Авторка стверджує, що: «За внесення мінеральних добрив спостерігається зниження загальної кількості фізіологічних груп мікроорганізмів, які взаємодіють між собою в мікробіоценозі, що відбувається в результаті здатності перебудовуватись на асиміляцію легкодоступних біогенних елементів із мінеральних добрив, знижуючи активність органотрофних функцій» [112].

Особливий інтерес являють роботи, що висвітлюють зворотній зв'язок впливу біоти на фізико-хімічні властивості [113, 114] і процеси перетворення мінеральної частини ґрунту [115] (надзвичайно цікаві роботи про біомінералізацію карбонатів кальцію уреолітичними мікроорганізмами, що має застосування в інших галузях промисловості [116–118]). Багато робіт про дослідження процесів накопичення і перетворення органічного вуглецю під дією мікроорганізмів [119–122].

Однак найбільший інтерес являє комплексний вплив різних агрозаходів, тобто систем землеробства на біоту ґрунту [123–126], або як пишуть зарубіжні колеги «different farming practices», мабуть це один із

найвагоміших чинників, що має безпосередній вплив на родючість ґрунту [127–130]. Результати 3-річного дослідження, С. А. Kwiatkowski і його колег, свідчать на користь органічної системи землеробства, яка сприяла покращенню хімічних і біологічних (ферментативної активності) показників опідзоленого ґрунту (Luvisol, with the grain size distribution of silt loam (PWsp)) порівняно з традиційною системою [131]. Досить суперечливими є дані щодо впливу mini-till, strip-till і no-till на біоту ґрунту. Позитивний вплив органічного виробництва й технологій mini-till та no-till на чисельність ґрунтових мікроорганізмів [132–134]. Однак є роботи, які свідчать про відсутність позитивного впливу на ґрунт і біологічну активність технологій mini-till і no-till [135–138]. Найбільш точними і перспективними методами біодіагностики ґрунтів і дослідження впливу того чи іншого чинника на біомасу і біорізноманіття є методи секвенування ДНК і рРНК [139–141].

Ще одним інформативним біопоказником ґрунту є його ферментативна активність [142]. У ґрунт постійно надходять різноманітні екзо- і ендферменти ґрунтових мікроорганізмів, фауни, рослин і стають невід'ємним каталітично активним її компонентом. У результаті іммобілізації ферменти в ґрунті стабілізуються і тривалий час зберігають свою активність. У ґрунті ферменти беруть участь у важливих біохімічних процесах: синтезу й розкладу гумусу [143, 144], гідролізі органічних сполук [145], розкладі решток й переведення їх у доступний для живлення рослин і мікроорганізмів стан [146, 147], а також в окисно-відновних процесах [148] тобто в основних ланках ґрунотворного процесу [149–151]. У зв'язку з тим, що джерелом ферментів у ґрунті є сукупність всіх його живих організмів, то загалом активність ферментів відтворює інтенсивність і спрямованість біохімічних процесів у ґрунті й може бути індикатором стану його біоти [152]. Однак варто зауважити, що мікробіологічна і зокрема ферментативна активність більш глибоких шарів ґрунту оминається увагою дослідників [153–155]. Наприклад дослідження Cezary A. Kwiatkowski свідчать про підвищення активності дегідрогенази, протеази й уреази за умов органічного

землеробства порівняно з традиційною технологією. Подібні результати отримано в наших дослідженнях і роботах інших авторів [156–159]. А дані Balota E. L. і його колег свідчать про підвищення ферментативної активності ґрунтів за системи no-till [160], що також підтверджується роботами ряду авторів [161–163]. Andrzej Woźniak у своїх дослідженнях говорить про залежність активності дегідрогенази, протеази і фосфатази від обробітку ґрунту й вирощуваної культури [164]. Однак слід підкреслити складність досліджень ферментативної активності ґрунтів в орному шарі через велику кількість чинників впливу: сівозміна, система обробітку ґрунту, фізичні і хімічні властивості ґрунту тощо. За даними Шевченка М. В. оранка протягом дванадцяти років істотно не вплинула на целюлозолітичну активність (величину і розподіл за глибинами) чорнозему типового [165]. Хоча існує думка, що показники активності певних ферментів не придатні для діагностики забруднення [166] й змін викликаних сільськогосподарською діяльністю людини (так як не знайдено прямого причинно-наслідкового зв'язку) [167].

Отже фауністична, мікробіологічна і біохімічна характеристика ґрунтів найбільш складні розділи ґрунтової біодіагностики. Мікробіота і, особливо, мікрофауна, дуже чутливі біоіндикатори з поведінковими реакціями на зміни в навколишньому середовищі. Звідси надзвичайна динамічність показників їх чисельності [168]. Спроби знайти індикаторні мікроорганізми на певний тип ґрунтів поки не увінчалися успіхом хоча і є певні нароби щодо визначення показників біорізноманіття тих чи інших організмів у різноманітних ценозах [169]. Потенційна біологічна активність ґрунтів, хоча і не повною мірою, але характеризує мікробіологічні й корелює з фізико-хімічними властивостями, що може вказувати на вектор розвитку ЕГБП і екологічний стан ґрунту. Показники біологічної активності ґрунтів дуже різноманітні й мінливі, тому для біодіагностики логічніше й правильніше застосовувати саме комплексний підхід який базуватиметься на дослідженні ряду показників.

Висновки до розділу 1

У розділі наведено узагальнення та аналіз наукових досягнень вітчизняних і зарубіжних дослідників щодо розвитку теорії ЕПП і особливостей процесів ґрунтотворення в агрогенних ґрунтах. Розглянуто вплив різних сільськогосподарських практик на чисельність і видовий склад мікроартропод, мікроорганізмів і ферментативну активність. Аналіз літературних наукових джерел вітчизняних і закордонних авторів щодо можливості застосування показників біологічної активності для діагностики і класифікації ґрунтів свідчить про недостатню вивченість впливу різних систем землеробства на біологічну активність чорноземів. Від так, дослідження зміни біологічної активності є актуальною задачею сучасного ґрунтознавств, а виявлення тонких механізмів взаємодії різноманітних організмів, що населяють ґрунт, дозволить віднайти шляхи для створення дієвих механізмів збереження і відтворення родючості ґрунтів України.

РОЗДІЛ 2 УМОВИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Природні умови місця досліджень

Рельєф, геологія і ґрунтоутворні породи. Для досліджень було обрано чорноземи типові глибокі середньосуглинкові на лесах (дод. Л), що розміщені на території Зіньківського р-ну Полтавської обл.. Згідно з фізико-географічним районуванням територія приурочена до Лісостепової зони, Лівобережно-Дніпровського лісостепового краю, Східнополтавської височинної області. За агроґрунтовим районуванням ґрунти знаходяться у Шишацько-Решетилівському агроґрунтовому підрайоні, Полтавського агроґрунтового району північно-західної підпровінції Лісостепу Лівобережного високого, Середньоруської височини.

Досліджувалася територія розташована у межах Дніпровсько-Донецької западини. У складі порід, що заповнюють товщу западини є майже повний комплекс відкладів палеозою, мезозою та кайнозою. Інтенсивна трансгресія моря в палеозої призвела до відкладення в западині вапняків з прошарками сланців, гіпсу і засолених глин. Відкладами девонської системи є щільні вапняки, що прошаровуються мергелистими глинами і піщаниками, зеленими строкатими глинами і мергелями, кварцитами, потужною сольовою свитою. Відклади кам'яновугільної системи: глини, піски, піщаники, доломітизовані вапняки різного забарвлення, також відклалися шари вугілля, нафти, газу. У період мезозою у западині залишилася товща морських осадових порід. Тріас – глини і піски, мергелі, доломіти, гіпс, поклади легкорозчинних солей. Крейда – глауконітові піски, піщаники, мергелі, а також крейда, шар якої особливо значний в Харківській обл. На початку кайнозойської ери в палеогеновий період відклалися глауконітові піски канівської свити, кварцові та глауконітові піски бучакської свити, глини та піски харківської свити. У неогеновий період відбулося нагромадження білих кварцових пісків полтавської свити. Четвертичні відклади представлені лесами і лесовидними суглинками [170, 171].

Ґрунотворними породами на території області є здебільшого леси, а також делювіальні, давньоалювіальні і сучасні алювіальні відклади. Лесові породи залягають на вододілах і надзаплавних терасах, делювіальні відклади розташовані на дні балок, а давньоалювіальні і алювіальні відклади є ґрунотворними породами у річкових долинах. За ґрунтово-географічним районуванням України – це зона опідзолених і типових чорноземів суббореального поясу. Ґрунти знаходяться на плато вододілу між річками Псел та Ворскла, територія широко хвиляста рівнинна густо пронизана яружно-балковими системами [172]. У річкових долинах розвинено від 3 до 5 терас. Ґрунтовий покрив складають чорноземи типові, чорноземи опідзолені, темно-сірі й сірі лісові. На терасах трапляються солонцюваті ґрунти, а в річкових долинах – лучні, дернові та болотні ґрунти. Високий ступінь розчленування території є причиною складної мозаїки ґрунтового покриву.

Відбір індивідуальних зразків ґрунту відбувався на полях у господарствах, що працюють за двома кардинально різними системами землеробства, зокрема ПП «Агроєкологія» Шишацького р-ну Полтавської обл., де поєднують органічне землеробство з безполіцевим обробітком (розрізи №1 і 3), та ТОВ «Бурат-Агро» Решетилівського р-ну, Полтавської обл., де використовують традиційні інтенсивні технології, а саме: систему різноглибинного обробітку ґрунту із застосуванням мінеральних добрив та всього спектру хімічних засобів захисту рослин (розріз № 4). Також для порівняння досліджували зразки ґрунту відібрані на перелоговій ділянці, яка не обробляється близько 50 років (розріз № 2).

Розрізи 1, 2 і 3 закладено на території господарства ПП «Агроєкологія» – найстарішого підприємства України, яке працює винятково за органічними технологіями. У 1975 р. тут розпочато впровадження безполіцевого обробітку ґрунту, а у 1978 р. відмовилися від застосування гербіцидів та інших агрохімікатів, а ще через кілька років — і від застосування мінеральних добрив. Господарство є базовим центром наукового забезпечення агропромислового виробництва Міністерства

аграрної політики та продовольства України, НААН України (наказ 156/64 від 26.05.1998), базовим господарством з перевірки ґрунтозахисної системи землеробства НУБІП України, на його базі створено філію Полтавського державного аграрного університету.

На підприємстві, окрім розвинутого рослинництва є високопродуктивне молочне стадо. Підприємство сертифіковане як виробник молока для дитячого харчування, а також атестоване як племінний завод з розведення української червоно-рябої молочної породи ВРХ.

Виробництво і переробка продукції рослинництва і тваринництва сертифіковані органом сертифікації «Органік Стандарт» відповідно до вимог Стандарту з органічного виробництва та переробки, еквівалентному Постановам ЄС № 834/2007 та № 889/2008. Також підприємство пройшло міжнародну сертифікацію на відповідність стандартам Bio Suisse: рішення No: ICB-02049-2015, оператор No: 114477.

Перший розріз (ОСЗ сидерат) закладено на рівнинній ділянці зі схилом менше 1° у південно-східному напрямку, у межах поля площею 143 га, де у ланці сівозміни застосовується зайнятий (сидеральний) пар, технологічні операції, що проводилися в період досліджень наведено у табл. 2.1.

Серед небажаної рослинності найчастіше зустрічаються: вика мишачий горошок (*Vicia cracca*), чина бульбиста (*Lathyrus tuberosum*), мишій зелений (*Setaria viridis*), щириця біла (*Amaranthus albus*), осот польовий (*Cirsium arvense*), лобода біла (*Chenopodium album*), кульбаба звичайна (*Taraxacum officinale*), дурман звичайний (*Datura stramonium*) та ін.

Морфологічний опис розрізу № 1 (N 50.005851 E 34.334687) – чорнозем типовий глибокий середньосуглинковий на лесі (рис. 2.1).

Н/к 0–44 см – гумусовий, оброблюваний шар 0–14 см: сухий, темно-сірий, середньосуглинковий, грудкувато-зернисто-порохуватий, пухкий, безкарбонатний, значна кількість напіврозкладених рослинних решток, глибше – свіжий, темно-сірий, середньосуглинковий, грудкувато-зернистий,

на глибині 15–30 см має незначне ущільнення, з глибини 24 см скипає від HCl, але видимі форми виділення карбонатів відсутні, наявні поодинокі корені рослин, копроліти і червороїни, поступово за кольором і щільністю переходить у:

Нрк 44–80 см – верхній перехідний, свіжий, темно-сірий з ледь помітним палевим відтінком, середньосуглинковий, грудкувато-зернистий, дещо щільніший за гумусовий горизонт, карбонатний, наявні поодинокі корені й червороїни, поступово за кольором і щільністю переходить у:

Phk 80–120 см – нижній перехідний, свіжий, брудно-палевий, середньосуглинковий, зернисто-грудкуватий, дещо щільніший за попередній горизонт, карбонати у формі псевдоміцелія, наявні поодинокі корені рослин, велика кількість кротовин заповнених материнською породою і гумусованим матеріалом, поступово за кольором і щільністю переходить у:

Рк 120–150 см – материнська порода, вологий, палевий, середньосуглинковий, карбонатний лес.

Таблиця 2.1

Технологічні операції на полі, де закладено перший розріз

2018 р.	2019 р.	2020 р.
<ul style="list-style-type: none"> -збір попередника; -лущення стерні 6–8 см; -дискування 12–14 см; -ранньовесняна культивуація 4–6 см; -передпосівна культивуація 3–4 см; -рядковий посів вики ярої на глибину 3–4 см (суцільний посів); -дискування на глибину 6–8 см у два сліда (фаза цвітіння); -передпосівна культивуація 4–5 см; -посів озимої пшениці 4–5 см; 	<ul style="list-style-type: none"> -ранньовесняне боронування; -збір урожаю прямим комбайнуванням; -підбирання соломи; -лущення стерні 4–6 см; -заробка пожнивних решток дисковим культиватором 10–12 см; -культивуація 6–8 см; -передпосівна культивуація 4–5 см; -посів зимуючого гороху 4–5 см; 	<ul style="list-style-type: none"> -дискування у два сліда на глибину 12–14 см; -передпосівна культивуація 5–6 см; -пересів кукурудзою на силос 5–6 см; -два міжрядних обробітки; -скошування кукурудзи на силос; -культивуація 12–14 см;

Другий розріз закладено на рівнинній ділянці з нахилом менше 1° у південному напрямі. Ділянка перелугу віком 50 р., проективне покриття якої близько 98 %. Асоціація бобово-різнотравно-злакова. Серед трав домінують: райграс пасовищний (*Lolium perenne*), костриця лучна (*Festuca pratensis*), стоколос безостий (*Bromus inermis*), тонконіг лучний (*Poa pratensis*), суниця зелена (*Fragaria vesca*), подорожник ланцетолистий (*Plantago lanceolata*), цикорій звичайний (*Cichorium intybus*), чебрець повзучий (*Thymus serpyllum*), звіробій звичайний (*Hypericum perforatum*), конюшина повзуча (*Trifolium repens*), лядвенець рогатий (*Lotus corniculatus*) та ін.

Морфологічний опис розрізу № 2 (N 49.972443 E 34.255802) – чорнозем типовий глибокий середньосуглинковий на лесі (рис. 2.2).

Hc 0–2 см – шар рослинних решток, нижня частина якого добре розкладена;

H(d)/k 2–52 см – гумусово-акумулятивний, свіжий, темно-сірий, середньосуглинковий, грудкувато-зернистий, щільний, скипає від HCl з глибини 50 см, видимі форми виділення карбонатів відсутні, до 15 см добре задернований, велика кількість копролітів і червороїн, поступово за кольором і щільністю переходить у:

Hpk 52–87 см – верхній перехідний, свіжий, темно-сірий з ледь помітним палевим відтінком, середньосуглинковий, грудкувато-зернистий, менш щільний ніж попередній горизонт, скипає від HCl, без видимих форм виділення карбонатів, велика кількість коренів і червороїн, поступово за кольором і щільністю переходить у:

Phk 87–137 см – нижній перехідний, вологий, брудно-палевий, середньосуглинковий, зернисто-грудкуватий, дещо щільніший за попередній горизонт, карбонати у формі псевдоміцелія і прожилок, значна кількість коренів рослин, велика кількість кротовин заповнених материнською породою, на глибині 100–110 см знайдено свіжу кротовину заповнену гумусованим матеріалом, перехід хвилястий поступовий, за кольором і щільністю переходить у:

Рк 137–150 см – материнська порода, вологий, палевий, середньосуглинковий, карбонатний лес.

Третій розріз закладено на рівнинній ділянці з нахилом менше 1° у південному напрямку, у межах поля площею 94 га, де внесено 20 т/га компосту (компостований за спеціальною технологією, гній ВРХ) під кукурудзу (ОСЗ компост), усі проведені агрозаходи вказано у табл. 2.2. Серед небажаної рослинності найчастіше зустрічаються: плоскуха звичайна (*Echinochloa crus-galli*), вівсюг звичайний (*Avena fatua*), талабан польовий (*Thlaspi arvense*), мишій зелений (*Setaria viridis*), тонконіг звичайний (*Poa trivialis*), щириця біла (*Amaranthus albus*), осот польовий (*Cirsium arvense*), лобода біла (*Chenopodium album*), кульбаба звичайна (*Taraxacum officinale*) та ін.

Морфологічний опис розрізу № 3 (N 49.964058 E 34.257773) – чорнозем типовий глибокий середньосуглинковий на лесі (рис. 2.3).

Н/к 0–42 см – гумусовий, оброблюваний шар 0–14 см: сухий, темно-сірий, середньосуглинковий, грудкувато-зернисто-порохуватий, пухкий, безкарбонатний, багатий на рослинні рештки, глибше – свіжий, темно-сірий, середньосуглинковий, грудкувато-зернистий, має незначне ущільнення на глибині 20–30 см, з глибини 33 см скипає від НС1, але видимі форми виділення карбонатів відсутні, значна кількість коренів, копролітів і червороїн, поступово за кольором і щільністю переходить у:

Нрк 42–78 см – верхній перехідний, свіжий, темно-сірий з палевим відтінком, середньосуглинковий, грудкувато-зернистий, дещо щільніший за попередній горизонт, карбонатний, пронизаний корінням трав'яної рослинності, наявні копроліти й червороїни, на глибині 45–52 см знайдено кротовину заповнену материнською породою, поступово за кольором і щільністю переходить у:

Рhk 78–130 см – нижній перехідний, свіжий, брудно-палевий, середньосуглинковий, зернисто-грудкуватий, дещо щільніший за попередній горизонт, карбонати виділяються у формі псевдоміцелію, наявні поодинокі

корені рослин, велика кількість кротовин, поступово за кольором і щільністю переходить у:

Рк 130–150 см – материнська порода, вологий, палевий, середньосуглинковий, карбонатний лес.

Таблиця 2.2

Технологічні операції на полі де закладено третій розріз

2018 р.	2019 р.	2020 р.
<ul style="list-style-type: none"> -збір попередника; -лущення стерні 6–8 см; -дискування 12–14 см; -коткування важкими кільчато-шпоровими котками (весна); -вивезення і внесення компосту; -заробка компосту дисковим культиватором на глибину 6–8 см; -передпосівна культивація 4–6 см; -посів кукурудзи на глибину 4–6 см; -до сходове боронування; -три міжрядних культивації, остання з підгортанням; -збір урожаю; -лущення стерні 6–8 см; -заробка пожнивних решток дисковим культиватором 12–14 см; 	<ul style="list-style-type: none"> -весняна провокуюча культивація 3–4 см; -передпосівна культивація 3–4 см; -посів вівса 3–4 см; -післясходове боронування; -збір урожаю роздільним методом; -підбирання соломи; -лущення стерні 6–8 см; -заробка пожнивних решток дисковим культиватором 10–12 см; 	<ul style="list-style-type: none"> -ранньовесняне боронування; -передпосівна культивація 3–4 см; -посів сої на глибину 3–4 см з міжряддям 45 см; -передпосівна культивація 3–4 см; -пересів сої 3–4 см; -до сходове боронування; -три міжрядних обробітки; -збір урожаю прямим комбайнуванням; -лущення стерні 6–8 см; -дискування 12–14 см; -глибоке рихлення 26–28 см;

Четвертий розріз закладено, також, на рівнинній ділянці з нахилом менше 1° у південному напрямку. Поле площею 125 га, що входить до земельного банку ТОВ «Бурат-Агро» агрохолдингу ІМК, що останні 5 років займається виключно рослинництвом. На полях підприємства застосовується система різноглибинного обробітку ґрунту: глибоке рихлення, оранка,

дискування і культивація. Технологія вирощування сільськогосподарських культур передбачає використання насіння, добрив і засобів захисту рослин виключно найкращих вітчизняних та закордонних виробників (табл. 2.3). На полях господарства застосовується нова сільськогосподарська техніка і впроваджуються у виробництво елементи точного землеробства: системи GPS-моніторингу техніки, автопілотування, методи дистанційного зондування землі, моніторингу врожайності, змінні норми висіву насіння та диференційоване внесення добрив. Серед небажаної рослинності найчастіше зустрічаються: дурман звичайний (*Datura stramonium*), нетреба звичайна (*Xanthium strumarium*), чина бульбиста (*Lathyrus tuberosum*), мишій зелений (*Setaria viridis*), плоскуха звичайна (*Echinochloa crus-galli*), тонконіг звичайний (*Poa trivialis*), щириця біла (*Amaranthus albus*), осот польовий (*Cirsium arvense*), лобода біла (*Chenopodium album*), суріпиця звичайна (*Barbarea vulgaris*) та ін.

Таблиця 2.3

Технологічні операції на полі де закладено четвертий розріз

2018 р.	2019 р.	2020 р.
1	2	3
-збір попередника; -дискування 12–15 см; -глибоке рихлення 35–37 см (осінь); -внесення карбаміду 250 кг/га (весна); -культивація 12–15 см; -дискування 8–10 см; -посів ДКС 4590 78 тис./га + діамофоска 120 кг/га 10:26:26; -грунтовий гербіцид (прімекстра голд 3,5 л/га); -догляд 1–2 (7–8 листків) страховий гербіцид + підживлення 1.Майстер вг – 0,15 кг/га;	-внесення Сульфат Амонію 100 кг/га; -культивація 12–15 см; -боронування 3–5 см; -посів СИ Купава 60 тис./га+ Яра міла 115 кг/га; -грунтовий гербіцид Гезагард 2л\га+ прімекстра TZ голд 2л\га+ Ураган форте 1,5 л/га; -догляд 1 Челендж 1,5 л/га + меро 0,5 л/га (краї поля); -міжрядний обробіток; -догляд 2 (4–5 пар листків) 1.Карбамід, 5 кг/га;	-боронування 3–5 см; -посів ДКС 4608 76 тис./га + діамофоска 125 кг/га 9:25:25; -грунтовий гербіцид (Аденго 0,4 л/га + Ураган форте 1,5 л/га); -догляд 1 (3–5 листків) страховий гербіцид 1.Лаудіс – 0,5 кг/га; 2.Меро– 1,5 л/га; 3.Росток Цинк– 0,5 л/га; -догляд 2 (7–8 листків) підживлення 1.Карбамід, 10 кг/га; 2.Сульфат магнію, 4 кг/га; 3.Росток Цинк, 1 л/га;

1	2	3
2.Біопауер – 1,25 л/га; 3.Пріма С.Е. – 0,5 л/га; 4.Росток Цинк – 1,5 л/га; 5.Карбамід, 10 кг/га; 6.Сульфат магнію, 4 кг/га; 7.Рост Концентрат Гумат Калію, 0,5 л/га; 8.Басфоліар 6:12:6, 3 л/га; -догляд 3 (по волоті) Кораген 0,15 л/га; -збір урожаю прямим комбайнуванням; -лущення стерні 12– 15 см; -оранка 25–28 см;	2.Сульфат магнію, 4 кг/га; 3.Басфоліар 6:12:6, 3 л/га; 4.Рост Концентрат Гумат Калію, 0,5 л/га; 5.Росток Бор, 1 л/га; 6.Селект, 0,8 л/га; 7.Танос, 0,6 л/га; 8.Церон, 0,75 л/га; -догляд 3 (фаза зірочки) 1.Карбамід, 5 кг/га; 2.Сульфат магнію, 4 кг/га; 3.Росток Бор, 1 л/га; 4.Коннект, 0,5 л/га; 5.Коронет, 1,0 л/га; 6.Меро, 0,4 л/га; -збір урожаю прямим комбайнуванням; -лущення стерні 12–15 см; -глибоке рихлення 35– 37см; -внесення карбаміду 250 кг/га; -культивация 12–15 см;	4.Рост Концентрат Гумат Калію, 0,5 л/га; 5.Басфоліар 6:12:6, 3 л/га; -догляд 3 (фаза викидування волоті) Белт 0,15 л/га; -збір урожаю прямим комбайнуванням; -лущення стерні 12– 15 см; -глибоке рихлення 35– 37см; -внесення карбаміду 250 кг/га; -культивация 12–15 см;

Морфологічний опис розрізу № 4 (N 49.962434 E 34.504969) – чорнозем типовий глибокий середньосуглинковий на лесі (рис. 2.4).

Н 0–44 см – гумусовий, орний шар (0–30 см) внаслідок різноглибинного обробітку ґрунту неоднорідний: на глибині 0–15 см сухий, темно-сірий, середньосуглинковий, зернисто-грудкувато-порохуватий, пухкий, безкарбонатний, містить велику кількість нерозкладених і напіврозкладених рослинних решток, на глибині 15–30 см свіжий, темно-сірий, середньосуглинковий, зернисто-грудкуватий, щільний, безкарбонатний, на глибині 25–30 см знаходиться шар напіврозкладених

заораних поживних решток, підорний: свіжий, темно-сірий, середньосуглинковий, зернисто-грудкуватий, має ущільнення на глибині 30–40 см, карбонати відсутні, значна кількість коренів, поступово за кольором і щільністю переходить у:

Нр/к 44–78 см – верхній перехідний, свіжий, темно-сірий з палевим відтінком, середньосуглинковий, грудкувато-зернистий, дещо щільніший за попередній горизонт, з глибини 64 см скипає від НСІ, густо пронизаний корінням, наявні копроліти й червороїни, поступово за кольором і щільністю переходить у:

Рhk 78–130 см – нижній перехідний, свіжий, брудно-палевий, середньосуглинковий, зернисто-грудкуватий, щільніший за попередній горизонт, карбонати виділяються у формі псевдоміцелію, наявні поодинокі корені рослин, у нижній частині горизонту велика кількість кротовин, на глибині 88–93 см знайдено кротовину заповнену материнською породою, поступово за кольором і щільністю переходить у:

Рк 130–150 см – материнська порода, вологий, палевий, середньосуглинковий, карбонатний лес.

Біологічна активність і фізико-хімічні властивості значною мірою залежать від кількості і якості органічної речовини, що надходить до ґрунту тому нами було розраховано біомасу рослинних решток (табл. 2.4 і 2.5).

Таблиця 2.4

Ланка сівозміни за 2015–2020 рр.

Господарство	розріз	2015 р.	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.	2020 р.
ПП «Агроекологія»	1	пшениця озима	кукурудза на зерно	гречка	вика яра (сидерат)	пшениця озима	зимуючий горох (пересів кукурудза на силос)
	2	переліг (різнотрав'я)					
	3	еспарцет	пшениця озима	соняшник	кукурудза на зерно	овес	соя (пересів соя)
ТОВ «Бурат-Агро»	4	соя	пшениця озима	кукурудза на зерно	кукурудза на зерно	соняшник	кукурудза

Таблиця 2.5

**Урожайність і біомаса вирощуваних культур у період досліджень
(біомаса розрахована за Г. Я. Чесняком, 1988)**

Рік	розріз	варіант	культура	урожайність, т/га	поверхневі рештки, т/га	кореневі рештки, т/га	всього (біомаса), т/га
2018	1	ОСЗ (сидерат)	вика яра	15	3,8	3,2	7
	2	Переліг	різнотрав'я	10,7	10,7	6,7	17,4
	3	ОСЗ (компост)	кукурудза на зерно	6,3	1,4	5,9	7,3
	4	ІСЗ	кукурудза на зерно	8,4	1,8	7,7	9,5
2019	1	ОСЗ (сидерат)	озима пшениця	5	3	4,6	7,6
	2	Переліг	різнотрав'я	12,6	12,6	7,7	20,3
	3	ОСЗ (компост)	овес	4	2,3	2,5	4,8
	4	ІСЗ	соняшник	3,8	1,9	4,9	6,8
2020	1	ОСЗ (сидерат)	зимуючий горох + пересів кукурудза на силос	28	1,8	5,8	7,6
	2	Переліг	різнотрав'я	13,2	13,2	7,9	21,1
	3	ОСЗ (компост)	соя	1,2	0,6	1,3	1,9
	4	ІСЗ	кукурудза	9,8	2,1	8,8	10,9

Отже досліджувані чорноземи типові середньосуглинкові утворилися під впливом дернового процесу ґрунтотворення на карбонатному лесі і характеризуються близькою будовою і грубизною генетичних горизонтів (табл. 2.6). Однак варто відмітити про істотні зміни у верхньому Н горизонті внаслідок сільськогосподарської діяльності на сучасному етапі ґрунтотворення. Наслідком інтенсивного впливу ґрунтообробної техніки відбувається поява орного і підорного горизонтів, на що вказує шар ущільнення (плужна підшва) і погіршення структури (розпорошення), а у випадку інтенсивної системи землеробства ще і вилуження карбонатів з верхніх генетичних горизонтів.

Таблиця 2.6

Грубизна генетичних горизонтів досліджуваних чорноземів, см

Варіант	Розріз 1 ОСЗ (сидерат)	Розріз 2 Переліг	Розріз 3 ОСЗ (компост)	Розріз 4 ІСЗ
Генетичний горизонт	Н/к 0–44	Н(d)/к 0–52	Н/к 0–42	Н 0–44
	Нрк 44–80	Нрк 52–85	Нрк 42–78	Нр/к 44–78
	Phk 80–120	Phk 85–135	Phk 78–130	Phk 78–120
	Рк >120	Рк >135	Рк >130	Рк > 120



Рис. 2.1 Ґрунтовий розріз № 1 і загальний вигляд ділянки чорнозему за органічної системи землеробства із застосуванням сидерату



Рис. 2.2 Грунтовий розріз № 2 і загальний вигляд ділянки чорнозему під перелогом



Рис. 2.3 Грунтовий розріз № 3 і загальний вигляд ділянки чорнозему за органічної системи землеробства із застосуванням компосту

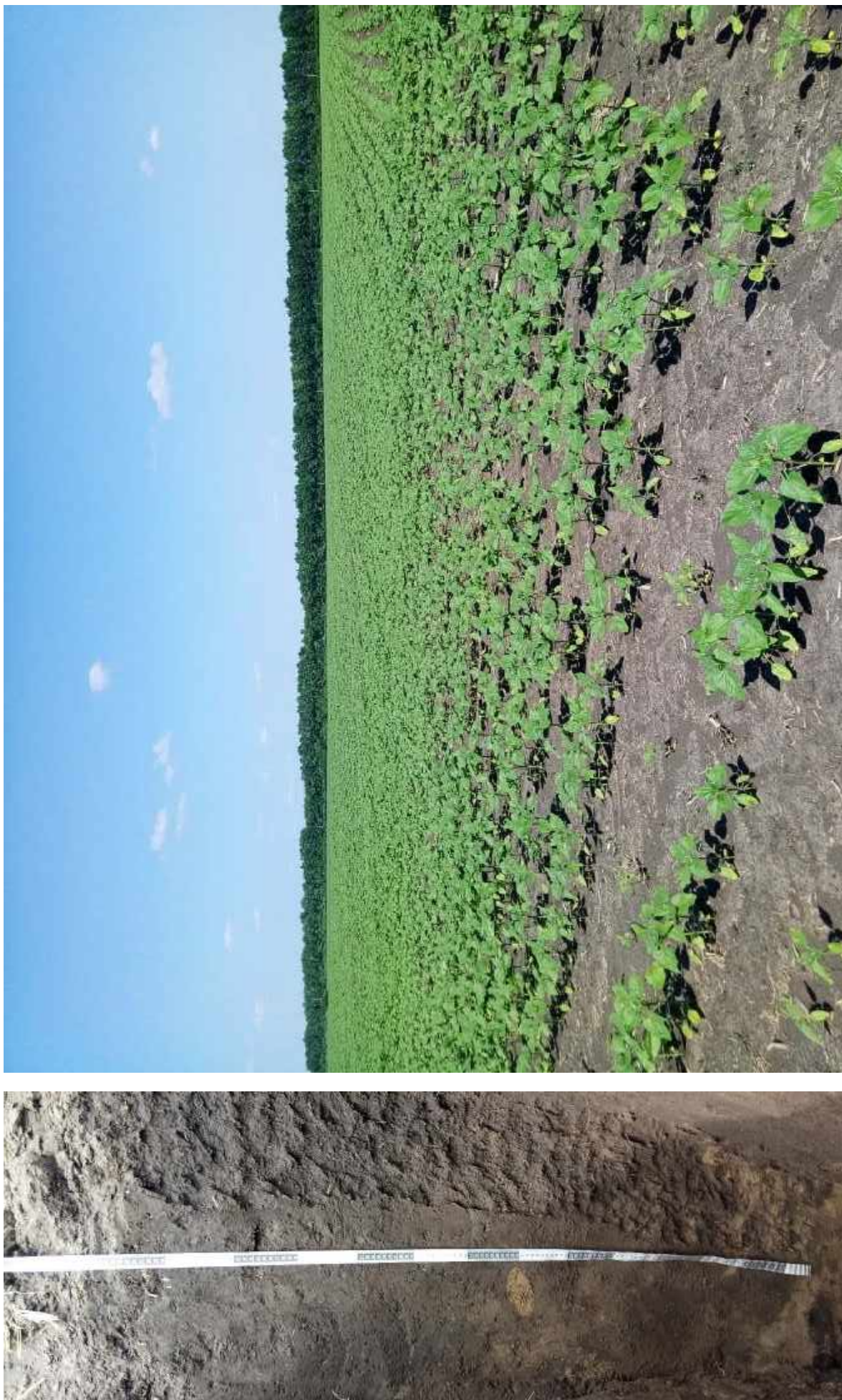


Рис. 2.4 Грунтовий розріз № 4 і загальний вигляд ділянки чорнозему за інтенсивної системи землеробства

Клімат і агрометеорологічні умови в період проведення досліджень.

Загалом для території Полтавщини притаманні загальні риси помірно-континентального клімату. Абсолютний мінімум температури повітря в області спостерігався в районі м. Кременчука і в північно-східних районах (-38°C), абсолютний максимум – також в районі Кременчука ($+40^{\circ}\text{C}$). Влітку 2010 року найвища за весь період спостережень температура повітря по метеостанції Полтава становила $+38,6^{\circ}\text{C}$.

Погодні умови за роки досліджень характеризувалися нестабільністю гідротермічних показників, що відображає зональні особливості за всіма роками досліджень (табл. 2.7). Загалом варто відмітити деяке підвищення середніх температур у роки дослідження порівняно із середніми багаторічними (рис. 2.5). Також слід підкреслити нерівномірність надходження опадів протягом року, а саме: настання жорсткої посухи у серпні–вересні, про що свідчить зниження показника ГТК до 0,1–0,2.

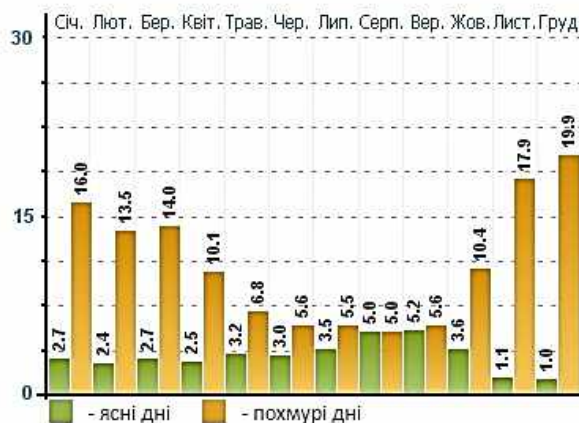
2018-й рік досліджень відзначався високим рівнем теплозабезпечення і нерівномірним розподілом атмосферних опадів протягом року. Середньорічна температура становила $9,0^{\circ}\text{C}$, а середні багаторічні дані – $7,1^{\circ}\text{C}$. Сума активних температур за рік становила 3530°C , тоді як в середньому 2800. Кількість атмосферних опадів протягом року 569 мм, що навіть дещо більше за середній багаторічний показник у 536 мм. Рік характеризувався холодною затяжною весною із нічними заморозками у квітні і посухою в серпні. Також слід відзначити малосніжну і досить прохолодну зиму.

2019-й рік був більш посушливий зі значно вищою середньорічною температурою повітря 10°C і значно меншою кількістю опадів – 402 мм. Сума активних температур вищих за $+10^{\circ}\text{C}$ становила 3223°C . У серпні розпочався період жорсткої посухи (ГТК=0,1), яка практично тривала до весни наступного року. Зима була аномально теплою безсніжною, що мало негативний вплив як на озимі, так і ярі культури.

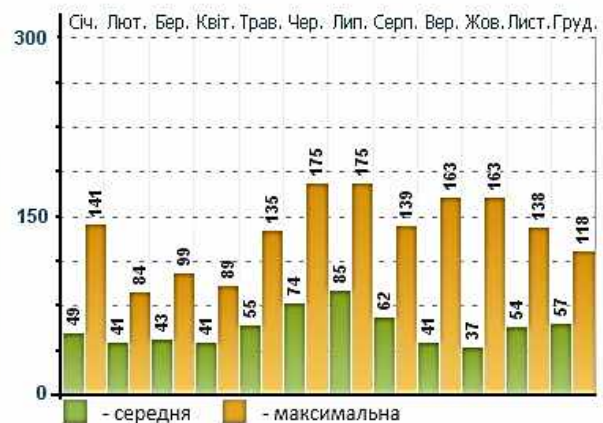
2020-й рік характеризувався досить високими температурами (в середньому за рік $10,2^{\circ}\text{C}$), значною сумою активних температур 3295°C і дещо меншою від багаторічного показника кількістю опадів – 475 мм. Весна була рання із нестабільними гідротермічними показниками. У серпні почалася уже типова для даного регіону посуха. Зима холодна зі значною кількістю опадів, що дозволило сформувати достатній запас вологи в метровому шарі ґрунту.

Таким чином, у період досліджень з 2018 по 2020 роки погодні умови характеризувалися значною мінливістю й нерівномірністю розподілу опадів протягом року, що в цілому мало негативний вплив і на урожайність вирощуваних культур і на показники біологічної активності ґрунту.

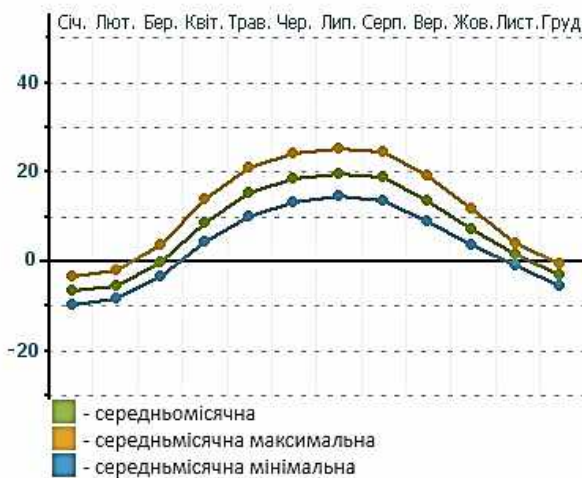
ЧИСЛО ЯСНИХ І ПОХМУРИХ ДНІВ ЗА ЗАГАЛЬНОЮ ТА НИЖНЬОЮ ХМАРНІСТЮ



СЕРЕДНЯ МІСЯЧНА І МАКСИМАЛЬНА КІЛЬКІСТЬ ОПАДІВ (мм) З ПОПРАВКАМИ НА ЗМОЧУВАННЯ



СЕРЕДНЯ МІСЯЧНА І РІЧНА ТЕМПЕРАТУРА ПОВІТРЯ ($^{\circ}\text{C}$)



ЧИСЛО ДНІВ ІЗ РІЗНОЮ КІЛЬКІСТЮ ОПАДІВ

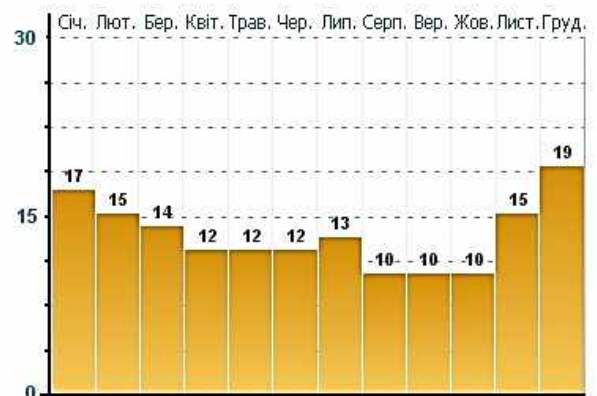


Рис. 2.5 Багаторічні метеорологічні дані по м. Гадяч (за даними Українського гідрометеорологічного центру)

Погодні умови у Зінківському р-н. Полтавської обл.

Рік	Місяць	Мін t, °C	Макс t, °C	Сер.	$\Sigma t > 10^\circ \text{C}$	Кількість днів з опадами	Кількість опадів, мм	ГТК
2018	січень	-14	5	-2,9	0	8	39	-
	лютий	-19	6	-3,7	0	11	40	-
	березень	-14	5	-4,1	0	13	67	-
	квітень	-1	25	11,4	275	8	43	1,6
	травень	6	29	17,7	547,5	10	39	0,7
	червень	7	30	19	569,5	16	93	1,6
	липень	10	31	21,2	658,5	21	100	1,5
	серпень	11	32	22,1	685	3	9	0,1
	вересень	4	33	18	504,5	8	43	0,9
	жовтень	1	23	11,8	290	4	20	0,7
	листопад	-13	13	0,7	0	3	9	-
	грудень	-13	2	-3,8	0	15	67	-
за рік	-19	33	9,0	3530	120	569	1	
2019	січень	-17	2	-6,3	0	12	47	-
	лютий	-13	3	-2,5	0	4	26	-
	березень	-11	18	3,4	11,5	11	29	-
	квітень	0	23	11	234,5	6	31	1,3
	травень	6	30	16,9	523,5	19	71	1,4
	червень	15	30	23,2	544	8	39	0,9
	липень	10	32	19,9	439	5	53	1,2
	серпень	10	32	20,3	635	3	5	0,1
	вересень	2	30	16	435	7	27	0,6
	жовтень	-4	22	11,6	319,5	4	20	0,6
	листопад	-8	18	4,6	80,5	5	28	-
	грудень	-7	12	2,3	0	9	26	-
за рік	-17	32	10	3223	93	402	0,8	
2020	січень	-6	5	0	0	5	26	-
	лютий	-9	9	0,9	0	8	49	-
	березень	-3	17	6,8	101,5	6	12	-
	квітень	-3	21	8,1	97,5	7	36	-
	травень	2	23	12,1	308	27	119	3,9
	червень	7	30	20,4	613	20	97	1,6
	липень	11	33	20,4	633,5	9	39	0,6
	серпень	9	33	20,4	633	7	15	0,2
	вересень	6	34	18,8	562,5	6	15	0,3
	жовтень	2	23	13,2	345,5	5	19	0,5
	листопад	-6	13	3,4	0	8	23	-
	грудень	-8	5	-1,8	0	7	25	-
за рік	-9	34	10,2	3295	115	475	0,9	

2.2. Методи й методики дослідження

Відбір індивідуальних зразків ґрунту проводився у першу декаду травня, серпня і листопада протягом 2018–2020 рр. Ґрунтові зразки відбирали в триразовій повторності з середини генетичних горизонтів ґрунтів, що досліджувалися і лише у верхньому гумусо-акумулятивному (Н) горизонті зразки відбиралися пошарово з інтервалом у 10 см до глибини 40 см. Це обумовлено необхідністю отримання об'єктивних і порівнюваних результатів агрогенного впливу обумовленого різноглибинним обробітком ґрунту. Для порівняння, в якості контролю, відбирали зразки чорнозему типового середньосуглинкового на лесі, який близько 50 років знаходиться без обробітку, під трав'яною рослинністю (переліг).

Досліджували такі характеристики ґрунтів: легкогідролізний азот – за Корнфілдом (ДСТУ 7863:2015) [173]; рухомий фосфор і обмінний калій – за Чириковим (ДСТУ 4115:2002) [174]; органічну речовину (загальний гумус) визначали методом І. В. Тюріна в модифікації С. М. Симакова (ДСТУ 4289:2004) [175]; актуальну й обмінну кислотність ґрунтового розчину встановлювали у водних витяжках рН водн. (1:5) і в сольових рН сол. (1:2,5) потенціометрично (ДСТУ ISO 10390:2007) [176]; гідролітична кислотність визначалася титрометрично згідно ДСТУ 7537:2014 [177]; обмінно-поглинуті катіони Na^+ і K^+ визначали на полуменевому фотометрі, а Ca^{2+} і Mg^{2+} – комплексометрично, ємність поглинання – універсальним методом П. В. Захарчука за сумою обмінно-поглинутих катіонів; визначення електрофізичних показників ґрунту таких як: електропровідність (Conductivity), загальна мінералізація (Total Dissolved Solids), солоність (Salinity), проводили потенціометрично (ДСТУ ISO 11265:2001) [178]; водорозчинні катіони кальцію, калію і натрію визначалися у ґрунтово-водній суспензії (1:1) за допомогою іон-селективних електродів (HORIBA LAQUAtwin); щільність ґрунту визначали методом ріжучого кільця Н. А. Качинського ДСТУ ISO 11272:2001 [179]; вологість ґрунту визначали гравіметричним методом ДСТУ ISO 11465:2001 [180]; щільність твердої фази

грунту визначали за допомогою пікнометра ДСТУ 4745:2007 [181], а гранулометричний склад методом піпетки у модифікації Н. А. Качинського ДСТУ 4730:2007 [182]; усі аналізи виконували в триразовій повторності.

Відбір зразків для дослідження чисельності мікрофауни проводився методом ріжучого кільця циліндрами Н. А. Качинського. Вилов колембол і орибатид із проб проводили у простих апаратах Туллгрена у водно-спиртовий розчин (70 % етилового спирту з додаванням 3 % гліцерину) ДСТУ ISO 23611-2 [183], тривалість вигонки мікроартропод складала 14 днів до повного висихання зразка. Кількість мікроартропод була перерахована на 1 дм³ у відповідному шарі ґрунту [184].

Відбір, підготовку та зберігання зразків ґрунту для дослідження аеробної мікробіоти в лабораторних умовах проводили згідно з ДСТУ ISO 10381-6-2001 [185]. Чисельність екологотрофічних груп мікроорганізмів визначалася методом глибинного посіву ґрунтової суспензії на щільні поживні середовища (ДСТУ 7847:2015) [186]. Чисельність різних груп мікроорганізмів урахувували шляхом висіву суспензії на такі елективні живильні середовища: амоніфікуюча мікробіота – м'ясо-пептоновий агар (МПА), амілолітична мікробіота – крохмало-аміачний агар (КАА), мікроміцети – пептоно-глюкозний агар Ваксмана (ПГА), олігокарбофільна мікробіота – голодний агар (ГА), олігонітрофільна мікробіота – середовище Ешбі (ЕШ), гуматрозкладаюча мікробіота – нітритний агар (НА) [187, 188]. Спрямованість мікробних процесів у ґрунті визначено за допомогою показників: загальної біогенності $Biog.=КАА+МПА+ЕШ+ГА$, коефіцієнта мінералізації-імобілізації азоту $C_{min.}=КАА/МПА$, оліготрофності $C_{olig.}=ГА/МПА$ та коефіцієнта мобілізації азотного фонду $C_{mnf.}=(КАА+МПА)/(ГА+ЕШ)$.

Активність фермента каталаза визначено газометричним методом за А. Ш. Галстяном. Активність фермента інвертаза визначено модифікованим колориметричним методом Ф. Х. Хазієва. Уреазну активність визначено колориметричним методом Т. А. Щербакової, шляхом визначення кількості

виділеного амонію за допомогою реактива Несслера. Дегідрогеназну активність визначено за А. Ш. Галстяном, шляхом фотоколориметричного визначення кількості утвореного трифенілформаза (ДСТУ ISO 23753-1:2010) [189]. Протеазну активність визначено за методикою Галстяна-Арутюнян, за допомогою нінгідрину. Целюлазну активність встановлено шляхом визначення кількості виділеної глюкози, після розщеплення ензимом карбоксиметилцелюлози (КМЦ-Na), за кількістю відновленої міді йодометричним титруванням [190].

Математико-статистичний аналіз отриманих даних здійснено за допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel й Statgraphics 19.0 trial.

Висновки до розділу 2

Ґрунтово-кліматичні умови місця проведення досліджень є типовими для умов Лівобережної частини Лісостепу України й досить сприятливими для вирощування більшості сільськогосподарських культур. Обрані ґрунти характеризуються генетичною спорідненістю, подібністю цілого ряду показників і широким ареалом їх поширення, що надасть можливість виявити загальні для всіх чорноземів типових закономірності змін біологічної активності. Дослідження проведені з використанням загальноприйнятих у ґрунтознавстві стандартних методів і методик.

РОЗДІЛ 3

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЧОРНОЗЕМІВ ТИПОВИХ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕРОБСТВА

Розвиток ґрунтотворного процесу, який проходить під впливом різноманітних чинників довкілля, відображається у фізико-хімічних та інших показниках ґрунту. Перебуваючи в ґрунтовому розрізі й спостерігаючи за пістрявим візерунком густо пронизаного ходами і червороїнами ґрунтового профілю складно переоцінити роль живих організмів у процесах ґрунтотворення і їх впливу на фізичні і хімічні показники. Залежність і взаємозв'язок ґрунтової біоти й фізико-хімічних властивостей ґрунту не можливо описати кількома формулами біогеохімічних реакцій. Що робить подібні дослідження особливо актуальними в розрізі розробок екологічнобезпечних систем землеробства і збереження родючості ґрунтів України.

3.1. Агрофізичні показники досліджуваних ґрунтів

Оскільки ґрунт це гетерогенна система, що включає в себе мінеральну і органічну складові, воду, повітря і живі організми, то одним із його основних показників родючості є щільність складення [191]. Саме цей показник свідчить про сприятливість умов існування, що складаються в конкретному біогеоценозі для рослин і організмів які його населяють [192]. Саме від нього залежать багато інших показників таких як: шпаруватість, інфільтрація, утримання та збереження вологи, тепловий і повітряний режими тощо. Практично всі види обробітку спрямовані на регулювання щільності складення ґрунту. Здебільшого щільність чорноземів є оптимальною, або близькою до оптимальної, для вирощування більшості сільськогосподарських культур. Переущільнення є основною причиною зниження продуктивності сільськогосподарських рослин і зменшення загальної біологічної активності ґрунту [193].

Результати наших досліджень (табл. 3.1, дод. Б.1) свідчать про створення оптимальної для розвитку рослин і мікроорганізмів щільність складення у 0–10-сантиметровому шарі в агрогенних ґрунтах 1,03–1,06 г/см³. Однак відзначаємо різке підвищення показників щільності в шарах 10–20 і 20–30 см у варіантах ОСЗ (1,21–1,29 г/см³), що можна пояснити мілким обробітком ґрунту. У варіанті ІСЗ найбільшу щільність зафіксовано в шарах 20–30 і 30–40 см, що становила 1,33–1,38 г/см³. Подібні тенденції щодо показників щільності обумовленні особливостями системи обробітку ґрунту. У чорноземі перелогового варіанту щільність коливалася в межах 1,18–1,43 г/см³ і змінювалася залежно від глибини відбору зразків. Також слід відмітити загальну закономірність, що найнижчу щільність мають верхній і нижній перехідні генетичні горизонти, а найбільшу материнська порода (1,36–1,43 г/см³).

Подібні результати щільності складення на ріллі і перелоговій ділянці чорноземів типових, а також розподілу щільностей за глибинами було отримано в інших дослідженнях [194].

Ведучи мову про фізичні властивості ґрунту не можливо оминати такий показник, як щільність його твердої фази. Варто підкреслити, що щільність твердої фази ґрунту визначається його мінералогічним складом і вмістом органічної речовини. Зміни показників щільності твердої фази чорнозему типового наведені в табл. 3.1. Дисперсійний аналіз отриманих даних вказує на те, що досліджуваний показник має істотну різницю між варіантами (вирізняється варіант ОСЗ компост для якого характерна менша щільність твердої фази ґрунту по причині внесення органічних добрив) і глибинами (показники змінювалися від 2,590 г/см³ у гумусоаккумулятивному шарі до 2,657 г/см³ у материнській породі). Підвищення щільності твердої фази ґрунту в шарі 0–30 см у варіанті ІСЗ порівняно з чорноземом під перелогом свідчить про активне перемішування (оранку) і збагачення цього шару ґрунту на рослинні рештки.

Ще одним важливим фізичним показником ґрунту є його шпаруватість або пористість [195, 196]. Вона залежить від гранулометричного складу, структурності, вмісту органічних речовин і активності ґрунтової біоти.

Таблиця 3.1

Фізичні показники чорноземів типових за різних систем землеробства

Варіант	Генетичний горизонт	Глибина, см	Щільність, г/см ³	Щільність твердої фази ґрунту, г/см ³	Загальна шпаруватість, %
Органічна система землеробства (сидерат)	Н/к 0–44	0–10	1,04	2,604	60,02
		10–20	1,29	2,607	50,62
		20–30	1,29	2,618	50,87
		30–40	1,13	2,627	57,09
	Нрк 44–80	60–70	1,17	2,627	55,31
	Phk 80–120	90–100	1,27	2,641	52,09
	Pk >120	140–150	1,43	2,657	46,01
Переліг	Н(d)/к 0–52	0–10	1,30	2,589	49,62
		10–20	1,34	2,599	48,44
		20–30	1,29	2,614	50,54
		30–40	1,22	2,624	53,68
	Нрк 52–85	60–70	1,18	2,632	55,15
	Phk 85–135	90–100	1,25	2,650	52,87
	Pk >135	140–150	1,43	2,656	46,01
Органічна система землеробства (компост)	Н/к 0–42	0–10	1,06	2,590	59,14
		10–20	1,21	2,599	53,33
		20–30	1,24	2,607	52,59
		30–40	1,19	2,610	54,35
	Нрк 42–78	60–70	1,07	2,635	59,20
	Phk 78–130	90–100	1,08	2,639	58,94
	Pk >130	140–150	1,36	2,652	48,62
Інтенсивна система землеробства (мін.добрива)	Н 0–44	0–10	1,03	2,611	60,45
		10–20	1,16	2,610	55,52
		20–30	1,33	2,602	49,01
		30–40	1,38	2,630	47,41
	Нр/к 44–78	60–70	1,17	2,636	55,67
	Phk 78–120	90–100	1,13	2,646	57,25
	Pk > 120	140–150	1,38	2,653	48,09
НІР ₀₅	(А – варіант)		0,04	0,004	1,68
	(В – глибина)		0,06	0,006	2,23

Згідно наших досліджень показник загальної шпаруватості змінюється відповідно до зміни щільності складення (має функціональний зв'язок $r=0,99$)

і має обернену залежність. Таким чином, меншою пористістю характеризуються материнська порода і шари ущільнення, а саме: зафіксовано зменшення пористості в шарі 10–30 см у варіантах ОСЗ і в шарі 20–40 см у варіанті ІСЗ – це так звана плужна підшва. З глибиною пористість зменшується, в середньому показник шпаруватості змінювався в межах 46 – 60 %. Згідно шкали оцінки шпаруватості (дод. П.1) досліджувані чорноземи характеризуються задовільною або близькою до задовільної пористістю. Лише поверхневий 10-сантиметровий шар оброблених ґрунтів має оптимальну пористість 59–60 %.

3.2. Електрофізичні показники чорноземів типових за різних систем землеробства

Останнім часом для проведення ґрунтових обстежень і моніторингу широко використовують електрофізичні методи дослідження. Одним із яких є електропровідність ґрунту, скорочено ЕС [197, 198].

За допомогою цього показника зручно уточнювати межі ґрунтових відмін, що дає широкі можливості використовувати його в точному землеробстві [199]. Показник електропровідності є індикатором змін, свого роду маркером, що відбуваються в ґрунті, адже він тісно корелює з багатьма показниками родючості [200].

Електропровідність водних суспензій ґрунту (табл. 3.2, дод. Б.4) з глибиною збільшуються та досягає найвищих значень у нижньому перехідному горизонті (Ph) й материнській породі (P). Найбільш показовим є варіант перелогу, де чітко спостерігається підвищення електропровідності у шарі 0–10 см (129,82 $\mu\text{S}/\text{cm}$) і материнській породі (157,39 $\mu\text{S}/\text{cm}$), тобто відбувається акумуляція іонів у поверхневому шарі ґрунту де найбільш інтенсивно проходять мікробіологічні процеси мінералізації органічних решток.

Підвищення електропровідності у варіанті із застосуванням сидерату (110,94–147,51 $\mu\text{S}/\text{cm}$) порівняно із варіантом інтенсивної системи землеробства (38,84–129,78 $\mu\text{S}/\text{cm}$) також можна пояснити надходженням

свіжих органічних речовин та посиленням мінералізаційних процесів, що сприяло накопиченню іонів у верхньому гумусо-акумулятивному горизонті.

Варіант органічної системи землеробства із внесенням компосту має подібну з перелогом динаміку показників електропровідності, але з меншими їх значеннями (84,5–152,21 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

Таблиця 3.2

Електрофізичні показники досліджуваних ґрунтів

Варіант	Генетичний горизонт	Глибина, см	Cond, $\mu\text{S}/\text{cm}$	TDS, ppm	Salt, ppm
Органічна система землеробства (сидерат)	Н/к 0–44	0–10	110,94	75,12	55,72
		10–20	118,19	78,17	59,43
		20–30	134,79	89,09	67,57
		30–40	136,11	89,91	68,18
	Нрк 44–80	60–70	140,34	93,76	71,53
	Phk 80–120	90–100	147,51	97,84	75,30
	Рк >120	140–150	139,47	92,57	70,88
Переліг	Н(d)/к 0–52	0–10	129,82	86,22	65,48
		10–20	90,12	60,06	45,67
		20–30	91,73	60,84	46,18
		30–40	64,76	43,01	32,61
	Нрк 52–85	60–70	136,41	90,60	68,14
	Phk 85–135	90–100	158,59	104,84	79,63
	Рк >135	140–150	157,39	103,47	79,16
Органічна система землеробства (компост)	Н/к 0–42	0–10	105,79	68,47	52,64
		10–20	84,50	53,37	39,89
		20–30	106,18	68,74	52,12
		30–40	125,20	82,66	62,71
	Нрк 42–78	60–70	141,78	94,18	71,63
	Phk 78–130	90–100	147,46	97,76	74,03
	Рк >130	140–150	152,21	100,77	76,16
Інтенсивна система землеробства (мінеральні добрива)	Н 0–44	0–10	67,98	45,10	34,28
		10–20	47,71	31,64	24,20
		20–30	52,12	34,52	26,27
		30–40	38,84	25,72	19,59
	Нр 44–78	60–70	100,87	64,49	51,71
	Phk 78–120	90–100	118,83	77,11	58,18
	Рк > 120	140–150	129,78	86,64	65,13
НІР ₀₅	(А – варіант)		7,34	4,98	3,83
	(В – глибина)		9,72	6,59	5,07

У варіанті з інтенсивною системою землеробства, де навесні вносилися мінеральні добрива в кількості $\text{N}_{130}\text{P}_{30}\text{K}_{30}$ під кукурудзу на зерно,

зафіксовано найменші значення електропровідності ґрунтово-водних суспензій. У шарі 0–10 см отримано показники на рівні 67,98 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Подібне зниження показників електропровідності на нашу думку пов'язано зі зменшенням показника ЄКО і вмісту гумусу. Характерною ознакою цього варіанта є дещо більша електропровідність у шарах 0–10 і 20–30 см, що є наслідком застосування оранки (перемішування шарів ґрунту). Також відмітимо наявність тісних кореляційних зв'язків показників ЕС, рН і Нг.

Показники загальної мінералізації та солоності мали подібну тенденцію змін, адже кондуктометричний метод їх визначення базується на здатності розчину проводити струм, тому вони мають функціональний зв'язок з електропровідністю (кореляція близька до одиниці).

Порівнюючи отримані результати електропровідності й дані дод. П.2 робимо висновок, що досліджувані ґрунти мають низький вміст водорозчинних солей.

Важливою характеристикою ґрунту, яка тим чи іншим чином впливає практично на всі ґрунтотвірні процеси і показники родючості є рН. На основі отриманих даних (табл. 3.3, дод. Б.7 та П.3) перш за все варто відмітити зміну реакції ґрунтового розчину з глибиною в сторону підлуження. Для чорноземів, що досліджувалися характерна слаболужна реакція ґрунтового розчину, про що свідчить рН водн. 7,97–7,37 у шарі 0–40 см чорнозему типового під перелогом. Слаболужну реакцію, але з нижчими показниками мають і чорноземи типові за органічної системи землеробства (рН водн. змінюється від 7,16 до 8,14). Орний шар, чорноземних ґрунтів за інтенсивної системи землеробства, характеризується нейтральною реакцією розчину рН водн. 6,20–6,57.

Обмінна кислотність у верхньому генетичному горизонті варіантів перелогу і органічної системи землеробства змінюється в межах 6,56–7,26 що становить нейтральний ступінь кислотності. Однак у варіанті інтенсивної системи землеробства реакція середньоокисла (рН сол. 4,92), що є наслідком багаторічного виносу поживних елементів і застосування мінеральних

добрив. Особливістю чорнозему варіанта ІСЗ є слабокисла реакція (рН сол. 5,23) у шарі 20–30 см, що пов'язано з обертанням скиби підчас оранки.

Таблиця 3.3

Кислотно-лужні характеристики досліджуваних ґрунтів

Варіант	Генетичний горизонт	Глибина, см	рН водн.	рН сол.	Н г, мг-екв/100 г ґрунту
Органічна система землеробства (сидерат)	Н/к 0–44	0–10	7,28	6,58	0,86
		10–20	7,29	6,92	0,75
		20–30	7,87	7,28	0,44
		30–40	8,14	7,43	0,26
	Нрк 44–80	60–70	8,34	7,45	0,25
	Phk 80–120	90–100	8,44	7,58	0,21
	Рк >120	140–150	8,52	7,64	0,18
Переліг	Н(d)/к 0–52	0–10	7,97	7,26	0,54
		10–20	7,69	6,84	0,54
		20–30	7,65	6,81	0,46
		30–40	7,37	6,89	0,34
	Нрк 52–85	60–70	8,20	7,26	0,24
	Phk 85–135	90–100	8,54	7,63	0,22
	Рк >135	140–150	8,64	7,70	0,22
Органічна система землеробства (компост)	Н/к 0–42	0–10	7,20	6,56	1,34
		10–20	7,16	6,48	1,06
		20–30	7,57	6,93	0,55
		30–40	8,09	7,36	0,26
	Нрк 42–78	60–70	8,27	7,46	0,24
	Phk 78–130	90–100	8,40	7,60	0,20
	Рк >130	140–150	8,53	7,67	0,18
Інтенсивна система землеробства (мінеральні добрива)	Н 0–44	0–10	6,30	4,92	3,15
		10–20	6,20	4,71	2,75
		20–30	6,57	5,23	2,41
		30–40	6,40	4,90	1,96
	Нр 44–78	60–70	7,26	6,06	0,80
	Phk 78–120	90–100	7,62	6,60	0,35
	Рк > 120	140–150	8,27	7,38	0,26
НІР ₀₅	(А – варіант)		0,12	0,17	0,09
	(В – глибина)		0,17	0,22	0,12

Показники гідролітичної кислотності сильно зменшуються з глибиною. Найбільші значення було зафіксовано у верхньому гумусо-аккумулятивному горизонті в 0–10-сантиметровому шарі досліджуваних ґрунтів (0,54–3,15 мг-екв/100 г ґрунту). Серед варіантів, що досліджувалися найменшими значеннями характеризувався варіант перелігу – 0,54–0,22 мг-

екв/100 г ґрунту, а найбільшими – інтенсивна система землеробства (3,15–0,26 мг-екв/100 г ґрунту). Ступінь кислотності ґрунтів що досліджувалися нейтральний, за виключенням чорнозему за ІСЗ (слабокислий у шарі 0-10 см і близький до нейтрального у шарі 10-30 см). Підвищений уміст H^+ у гумусоакумулятивному шарі ґрунту варіанта ІСЗ на нашу думку пов'язано з активним застосуванням мінеральних добрив.

Важливими й інформативними, як з агрономічної, так і ґрунтознавчої точки зору, є показники вмісту водорозчинних кальцію і натрію, оскільки ці катіони в найбільшій мірі впливають і на фізико-хімічні властивості ґрунту і на доступність елементів живлення для рослин [201].

Аналізуючи отримані дані (табл. 3.4, дод. Б.9) відмітимо низький уміст водорозчинного натрію у верхніх генетичних горизонтах зі збільшенням показників у материнській породі. Характерною ознакою варіантів органічної системи землеробства є невелике підвищення вмісту натрію (7,11–9,56 ppm) у шарі 0–10 см. Найбільший уміст натрію в 0–10-сантиметровому шарі ґрунту зафіксовано за органічної системи землеробства із внесенням компосту (9,56 ppm), а найменший – перелогу (3,11 ppm). Уміст водорозчинних сполук кальцію навпаки з глибиною зменшується, винятком є варіант інтенсивної системи землеробства, де вміст, навпаки, збільшується з 141,78 до 168,89 ppm. Найбільший уміст кальцію зафіксовано у варіантах органічної системи землеробства, особливо за умов вирощування сидератів (100,22–196,67 ppm). Відмінністю перелогового варіанту є акумуляція водорозчинного кальцію в 0–10-сантиметровому шарі ґрунту 180 ppm.

Калій, один із трьох макроелементів, найбільш необхідних рослинам. Зазвичай у ґрунтах між різними формами калію (фіксований, обмінний, водорозчинний) існує динамічна рівновага. Уміст водорозчинних сполук калію зазвичай незначний (близько 1/10 від обмінного), адже калій з розчину негайно вступає в реакцію з ґрунтовим вбирним колоїдним комплексом або споживається рослинами.

Таблиця 3.4

Уміст катіонів калію, кальцію і натрію у водних витяжках чорноземів

ТИПОВИХ

Варіант	Генетичний горизонт	Глибина, см	Na ⁺ , ppm	Ca ²⁺ , ppm	K ⁺ , ppm
Органічна система землеробства (сидерат)	H/k 0–44	0–10	7,11	178,89	5,11
		10–20	5,44	196,67	3,00
		20–30	5,56	187,78	0,00
		30–40	5,89	162,22	0,00
	Hpk 44–80	60–70	6,22	136,67	0,00
	Phk 80–120	90–100	9,11	113,33	0,00
	Pk >120	140–150	12,89	100,22	0,00
Переліг	H(d)/k 0–52	0–10	3,11	180,00	2,11
		10–20	4,44	146,67	1,44
		20–30	6,89	145,56	0,00
		30–40	10,00	126,67	0,00
	Hpk 52–85	60–70	16,22	101,22	0,00
	Phk 85–135	90–100	21,44	91,11	0,00
	Pk >135	140–150	24,22	86,78	0,00
Органічна система землеробства (компост)	H/k 0–42	0–10	9,56	155,56	3,22
		10–20	6,67	141,11	1,33
		20–30	6,78	160,00	0,00
		30–40	7,78	163,33	0,00
	Hpk 42–78	60–70	11,44	165,56	0,00
	Phk 78–130	90–100	13,22	134,44	0,00
	Pk >130	140–150	20,56	104,89	0,00
Інтенсивна система землеробства (мінеральні добрива)	H 0–44	0–10	3,67	141,78	3,00
		10–20	3,56	122,22	1,22
		20–30	3,56	110,00	1,67
		30–40	4,00	123,33	0,00
	Hp 44–78	60–70	6,33	146,67	0,00
	Phk 78–120	90–100	11,00	158,89	0,00
	Pk > 120	140–150	16,33	168,89	0,00
НІР ₀₅	(А – варіант)		0,63	8,82	0,45
	(В – глибина)		0,83	11,67	0,60

У ґрунтах, що досліджували вміст водорозчинного калію, дуже низький 1,22–5,11 ppm, і зафіксований лише в шарах 0–10 і 10–20 см. За вмістом водорозчинного калію можна побудувати такий логічний ряд за зменшенням його вмісту: органічна система землеробства (сидерат) – органічна система землеробства (компост) – інтенсивна система землеробства (мінеральні добрива) – переліг. Низький вміст водорозчинного

калію чорнозему перелогової ділянки пояснюється його іммобілізацією в наслідок поглинання степовою рослинністю.

3.3 Обмінні катіони і динаміка лінії закипання карбонатів

Кількісний і якісний склад обмінно-увібраних катіонів визначає не тільки фізико-хімічні властивості ґрунтів, але й впливає на їх біологічну активність і родючість загалом. Ця тема висвітлена в ряді робіт як вітчизняних так і зарубіжних авторів [202–204].

Згідно отриманих результатів (табл. 3.5) найбільшим показником ємності катіонного обміну (ЄКО) й оптимальним співвідношенням умісту основних катіонів характеризується чорнозем типовий під перелогом 45,78 мг-екв/100 г ґрунту, а ступінь насиченості кальцієм становить 73–75 %.

Таблиця 3.5

Уміст обмінно-увібраних катіонів у чорноземах типових, мг-екв/100 г ґрунту

Варіант	Глибина, см	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	H ⁺	ЄКО	Ступінь насиченості Ca ²⁺ , %	Ступінь насиченості основами, %
Органічна система землеробства (сидерат)	0–10	32,5	6,1	3,6	1,3	0,83	44,39	73,28	98,14
	10–20	27,9	5,9	3,1	1,1	0,74	38,68	72,05	98,08
Переліг	0–10	33,5	6,7	4,0	1,0	0,55	45,78	73,25	98,81
	10–20	32,0	6,0	3,5	0,8	0,52	42,79	74,78	98,78
Органічна система землеробства (компост)	0–10	32,0	6,4	4,3	1,4	1,34	45,37	70,46	97,05
	10–20	26,8	6,0	3,9	1,2	1,06	39,02	68,76	97,29
Інтенсивна система землеробства (мінеральні добрива)	0–10	19,6	4,9	3,3	1,1	3,08	31,98	61,18	90,36
	10–20	19,1	4,9	3,1	0,8	2,75	30,65	62,20	91,02
НІР ₀₅	(А – варіант)	2,99	0,29	0,2	0,17	0,1	2,92	-	-
	(В – глибина)	2,12	0,21	0,14	0,12	0,07	2,07	-	-

Децо менші показники ЄКО зафіксовано у варіантах ОСЗ (сидерат – 44,39 і компост – 45,37 мг-екв/100 г ґрунту), а їх ступінь насиченості кальцієм становив 70–73 %. Найменший уміст обмінно-увібраного кальцію (19,6 мг-екв/100 г ґрунту) і відповідно найменший показник ЄКО (31,98 мг-екв/100 г ґрунту) притаманний варіанту ІСЗ, що свідчить про певну

деградацію внаслідок незбалансованого виносу поживних елементів і потребує корегування існуючої системи удобрення і внесення вапна ($N_T = 3,08$ мг-екв/100 г ґрунту).

Інформативним об'єктом для вивчення історії розвитку ґрунтів є ґрунтові новоутворення. Уважається, що різні новоутворення відповідають певним типам і підтипам ґрунтів. Наявність карбонатних новоутворень у вигляді псевдоміцелію і прожилок є характерною особливістю профілю чорноземів типових. Карбонатні новоутворення виступають у ролі найважливішого морфологічного і класифікаційного показника. Ґрунтові карбонати є важливою ланкою в карбонатно-кальцієвій системі ґрунтів. Процеси розчинення й осадження карбонатів впливають практично на всі хімічні, фізико-хімічні, фізичні й біологічні властивості чорноземів. Ґрунтові карбонати, як і органічна речовина, є містилищем вуглецю, який також впливає і на атмосферу, і на клімат. Отже, міграція карбонатів, а також інтенсивність і масштаб прояву цього процесу в ґрунтовому профілі, потребує детальних досліджень.

У ході наших досліджень визначено, що глибина залягання карбонатів у варіантах органічної системи землеробства в середньому становить 30 см за умов застосування сидерату і 34 см за умов використання компосту. У варіанті перелогу карбонати в середньому залягають на глибині 54 см, а інтенсивної системи землеробства 61 см. За порами року (табл. 3.6) глибина залягання карбонатів кальцію змінювалася залежно від гідротермічних умов, рослинного покриву та системи землеробства. Здебільшого коливання лінії закипання карбонатів від 10 % HCl не перевищували 10 см і за сезонами і за роками досліджень, виключення становить варіант ІСЗ, де спостерігалися більш значні коливання до 30 см (в межах 85–52) см, що на нашу думку пов'язано з внесенням мінеральних добрив і чизельним обробітком ґрунту після застосування якого лінія закипання різко опустилася у 2018 р.

Динаміка лінії закипання CaCO_3 у чорноземах типових, см

Рік Варіант/сезон	2018 р.			2019 р.			2020 р.		
	весна	літо	осінь	весна	літо	осінь	весна	літо	осінь
Органічна система землеробства (сидерат)	24	31	32	34	24	30	33	35	30
Переліг	52	63	58	49	48	50	56	57	52
Органічна система землеробства (компост)	33	34	37	37	30	32	35	38	32
Інтенсивна система землеробства (мінеральні добрива)	85	58	64	50	52	56	61	62	65

3.4 Уміст поживних речовин і загального гумусу

Добрива є вагомим чинником впливу не лише на врожайність сільськогосподарських культур, але й на хімічні та фізичні показники ґрунту [205–207]. Ґрунтова діагностика покликана виявити зміни, яким підлягають органічні і мінеральні добрива в ґрунті, їх міграції за профілем, а також зміни інших ґрунтових умов під впливом добрив [208, 209]. Вплив концентрації іонів у ґрунтовому середовищі є досить вираженим, оскільки в ґрунтовому розчині знаходиться доволі значний вміст окремих іонів, а також виявлені значні варіації вмісту солей у різних типах ґрунтів залежно від систем землеробства, систем удобрення і характеру використання (агрогенні – орні ґрунти, постагрогенні – перелогові ґрунти) [210].

Аналіз отриманих даних (табл. 3.7, дод. Б.13) щодо забезпечення досліджуваних ґрунтів легкогідролізним азотом відмітимо, що ґрунти варіантів органічної системи землеробства, особливо із внесенням компосту, характеризувалися вищими значеннями вмісту легкогідролізного азоту (74,16–118,76 мг/кг), ніж варіант інтенсивної системи землеробства (73,83–92,54 мг/кг) та були наближені до рівня перелогу (83,51–119,34 мг/кг), де прослідковувалася динаміка накопичення його вмісту у шарі 0–20 см.

Показники вмісту легкогідролізного азоту мають значні кореляційні зв'язки з електропровідністю ґрунтів (-0,60).

Таблиця 3.7

**Уміст поживних речовин і загального гумусу в чорноземах типових
глибоких середньосуглинкових на лесі**

Варіант	Генетичний горизонт	Глибина, см	Легкогідролізний азот, мг/кг	Рухомий фосфор, мг/кг	Обмінний калій, мг/кг	Гумус, %
Органічна система землеробства (сидерат)	Н/к 0–44	0–10	101,21	129,10	164,00	5,72
		10–20	90,57	105,06	107,56	5,35
		20–30	83,01	86,83	69,33	4,88
		30–40	61,69	36,15	60,44	3,77
	Нрк 44–80	60–70	54,63	29,40	49,78	3,02
	Phk 80–120	90–100	46,27	22,03	43,33	1,92
	Рк >120	140–150	41,19	20,36	48,22	1,06
Переліг	Н(д)/к 0–52	0–10	108,96	92,27	164,78	6,57
		10–20	119,34	89,89	85,11	5,56
		20–30	109,13	82,99	67,78	5,02
		30–40	83,51	79,19	59,89	4,12
	Нрк 52–85	60–70	60,24	29,51	51,11	3,31
	Phk 85–135	90–100	45,36	24,49	40,44	2,02
	Рк >135	140–150	42,09	22,13	48,89	0,86
Органічна система землеробства (компост)	Н/к 0–42	0–10	118,76	104,52	114,56	6,21
		10–20	100,06	75,49	82,44	5,49
		20–30	93,73	67,40	56,11	5,08
		30–40	74,16	38,14	45,89	4,40
	Нрк 42–78	60–70	55,10	30,76	41,89	2,89
	Phk 78–130	90–100	38,97	23,52	38,78	1,88
	Рк >130	140–150	36,17	20,53	41,11	1,09
Інтенсивна система землеробства (мінеральні добрива)	Н 0–44	0–10	87,97	81,21	103,44	4,13
		10–20	92,54	85,70	89,11	4,07
		20–30	84,97	73,74	101,33	4,16
		30–40	73,83	69,74	72,33	3,60
	Нр 44–78	60–70	45,99	26,35	66,56	2,84
	Phk 78–120	90–100	48,47	23,41	62,33	1,63
	Рк > 120	140–150	47,60	22,11	54,11	0,68
НІР ₀₅	(А – варіант)		11,45	4,47	9,16	0,03
	(В – глибина)		15,15	5,91	12,12	0,04

Згідно даних, щодо забезпечення рухомими формами фосфору, можна побудувати такий логічний ряд, за зменшенням його вмісту: органічна система землеробства (сидерат) – органічна система землеробства (компост)

– переліг – інтенсивна система землеробства (мінеральні добрива). Що стосується вмісту обмінного калію означена послідовність варіантів дещо змінюється, а саме (за зменшенням вмісту обмінного калію): органічна система землеробства (сидерат) – переліг – органічна система землеробства (компост) – інтенсивна система землеробства (мінеральні добрива). Уміст рухомого фосфору в значній мірі залежить від рН водн., що підтверджується значними кореляційними зв'язками ($r=-0,60$), а також калію (0,72) і вмісту гумусу (0,82).

Найбільшим умістом гумусу відмічався варіант перелігу 6,57 % у 0–10-сантиметровому шарі ґрунту. Дещо менший уміст гумусу зафіксовано у варіантах органічної системи землеробства (компост – 6,21 %, сидерат – 5,72 %). Найменші значення зафіксовано в чорноземі варіанту інтенсивної системи землеробства 4,13 %.

Також слід зазначити загальну закономірність зменшення вмісту поживних речовин і гумусу з глибиною у ґрунтах, що досліджувалися щонайменше у 3–5 разів.

Згідно шкали забезпеченості ґрунту елементами живлення (дод. П.4) відмітимо, що обрані ґрунти характеризуються дуже високим умістом гумусу і легкогідролізного азоту у варіантах перелігу і ОСЗ. Чорнозему за інтенсивної системи землеробства притаманні дещо нижчі показники, що відповідають високому рівню забезпеченості. Отримані дані щодо вмісту рухомого фосфору свідчать про середній рівень забезпеченості ґрунтів у варіантах ІСЗ і перелігу й підвищений у варіантах ОСЗ. Що стосується вмісту обмінного калію то відмітимо, що варіанти перелігу і ОСЗ (сидерат) характеризуються високим рівнем забезпеченості, а варіанти ІСЗ і ОСЗ (компост) – підвищеним.

Висновки до розділу 3

Система обробітку ґрунту, що застосовується у варіантах ОСЗ сприяє зниженню щільності складення ґрунту, особливо у 0–10-сантиметровому шарі (1,04–1,06 г/см³).

Чорнозем у варіанті ІСЗ також має оптимальні значення щільності у 0–10-сантиметровому шарі ($1,03 \text{ г/см}^3$), однак навіть за умов використання системи різноглибинного обробітку ґрунту зафіксовано ущільнення в шарі 30–40 см, так звану плужну подошву ($1,38 \text{ г/см}^3$).

Агрогенні ґрунти характеризуються зменшенням показників ЕС, особливо чорнозем варіанту ІСЗ ($34,84\text{--}129,78 \text{ }\mu\text{S/cm}$), порівняно з перелоговою ділянкою ($64,76\text{--}158,59 \text{ }\mu\text{S/cm}$).

Електрофізичні показники змінюються залежно від глибини відбору зразків, систем землеробства й удобрення та істотно корелюють із кислотно-лужними характеристиками ґрунту ($0,71$ з рН і $-0,63$ з Нг) й умістом легкогідролізного азоту ($-0,59$).

У чорноземі перелогової ділянки зафіксовано зменшення гідролітичної кислотності ($0,22\text{--}0,54$ мг-екв/100 г ґрунту) й збільшення вмісту гумусу до $6,57$ % у шарі 0–10 см і легкогідролізного азоту ($108,96$ мг/кг у 0–10-сантиметровому шарі), також зафіксовано акумуляцію водорозчинного кальцію (180 ppm) і решти елементів живлення у 0–10-сантиметровому шарі ґрунту.

Варіанти ОСЗ мають подібні до перелогового варіанта значення ЄКО ($45,78$ мг-екв/100 г ґрунту) і ступеня насиченості основами ($73,25$ %). У чорноземі варіанта ІСЗ зафіксовано зниження вмісту обмінно-увібраних кальцію ($19,6$ мг-екв/100 г ґрунту) і магнію ($4,9$ мг-екв/100 г ґрунту), а також підвищення вмісту обмінного водню ($3,08$ мг-екв/100 г ґрунту).

Органічна система землеробства, особливо за умов використання сидерату, викликає підтягування карбонатів в середньому на 20 см вище порівняно з перелогом. Інтенсивна система землеробства навпаки призводить до опускання рівня залягання CaCO_3 майже на 10 см.

Виявлено позитивний вплив органічної системи землеробства (особливо за умов застосування сидератів) порівняно з інтенсивною на всі фізичні й хімічні показники чорноземів що досліджувалися. Застосування компосту з гною ВРХ у варіанті ОСЗ призводить до підвищення у ґрунті

вмісту легкогідролізного азоту в шарі 0–20 см, тоді як застосування сидерату сприяє збагаченню верхнього 10-сантиметрового шару фосфором і калієм.

Зафіксовано зниження вмісту гумусу (4,13 % у 0–10-сантиметровому шарі ґрунту), водорозчинного кальцію (141, 78 ppm) і решти елементів живлення (легкогідролізний азот – 87,97 мг/кг; рухомий фосфор – 81,21 мг/кг; обмінний калій – 103,44 мг/кг) у варіанті ІСЗ. Також виявлено зниження показників електропровідності, що пов'язано зі зменшенням показника ЄКО і вмісту гумусу й свідчить про необхідність корегування діючої системи удобрення, а також рекомендується провести вапнування.

Особливістю чорнозему в умовах ІСЗ є відсутність істотної різниці за показниками вмісту елементів живлення і гумусу у 0-30-сантиметровому шарі порівняно з іншими варіантами де зафіксовано їх поступове зниження.

На основі математико статистичного аналізу вибірки даних показників, що досліджувалися можна стверджувати про наявність істотної різниці між варіантами дослідження за фізичними й хімічними показниками лише в гумусовому горизонті.

Таким чином, висвітлені в цьому розділі дані свідчать про генетичну спорідненість обраних для дослідження ґрунтів, а основні зміни в процесах ґрунтоутворення характерні для верхнього генетичного горизонту, який найбільше піддається впливу антропогенного чиннику.

Основні результати наукових досліджень, висвітлені у цьому розділі опубліковано в працях [211, 212].

РОЗДІЛ 4

БІОЛОГІЧНА АКТИВНІСТЬ ЧОРНОЗЕМІВ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕРОБСТВА

Одним із універсальних показників родючості ґрунту є його біологічна активність[213–216], адже живі організми прямо або опосередковано приймають участь в усіх процесах ґрунтоутворення. Будь яке втручання людини в природні процеси ґрунтоутворення супроводжується змінами біологічної активності ґрунту, тому останні можна використовувати для оцінки екологічного стану ґрунтів при проведенні мікробіологічних моніторингових досліджень [217].

Показники загальної біологічної активності ґрунту широко використовують у мікробіологічній і агрономічній практиці як відображення сумарної мікробіологічної діяльності. Найбільш яскравий приклад – набувший серед агрономів популярності флешмоб «Закопай свої труси», тест спрямований на моніторинг целюлозоруйнуючої активності ґрунту (аналог аплікаційного методу визначення біологічної активності ґрунту, через інтенсивність розкладу тканини – целюлози). Однак варто пам'ятати, що зростання загальної біологічної активності не завжди може бути мірилом позитивних змін. Адже велику роль відіграє не лише біомаса, а й видове різноманіття, доміантний вид, співвідношення різних груп організмів, послідовних змін функціональних угруповань мікробів, їх активність, тощо. В агроценозах необхідно добиватися не максимальної активності мікробіологічних процесів, а доводити їхню інтенсивність до оптимального для конкретних умов, тобто притаманного для природнього ценозу, рівня. У зв'язку з цим слід констатувати певну методологічну обмеженість і суперечливість існуючих у ґрунтовій мікробіології та ґрунтознавстві підходів щодо визначення біологічної активності ґрунту. Особливо це стосується агрогенних ґрунтів, де здебільшого спостерігається дефіцит органічних речовин і не збалансований колообіг біофільних елементів.

4.1 Зміна чисельності мікроартропод у чорноземах різного використання

Одним із важливих показників стану ґрунтів, а також спрямованості ґрунтотворного процесу є активність ґрунтової мікрофауни, адже ефективність функціонування сапротрофного комплексу організмів, що населяють ґрунт, визначає в кінцевому рахунку рівень ґрунтової родючості. Адже саме безхребетні складають основну біомасу ґрунтонаселяючих гетеротрофних організмів, які є чи не головним чинником у процесах мінералізації та гуміфікації рослинних решток, що робить особливо актуальним вивчення ґрунтово-біологічних процесів за їх участю [218]. За участю цих тварин розкладання рослинних решток іде набагато швидше, ніж без них, оскільки вони носії мікроорганізмів і є причиною мікробіологічної сукцесії. Також безхребетні здійснюють постійні міграції між підстилкою і ґрунтом сприяючи переміщенню органіки за профілем і беруть участь у структуротворенні [219]. Поряд з мікроорганізмами ґрунтова фауна має велике значення в збагаченні ґрунту ферментами, вітамінами і мікроелементами [220, 221].

Серед мікрофауни існує дві основних найбільш численних і домінуючих груп членистоногих – ногохвістки і панцирні кліщі, кількість яких може досягати 1 млн. індивідуумів на квадратний метр. Ногохвістки, вони ж колемболи, раніше подури – група нижчих безкрилих комах мікроскопічних членистоногих, які, незважаючи на зовнішню подібність зі сучасними комахами є лише далекими їх родичами. Орибатиди – це вільно живучі ґрунтові панцирні кліщі. Разом з колемболами вони складають аеробіонтну мікрофауну ґрунтів. Широка пластичність цих тварин щодо харчових об'єктів і поєднання різних харчових режимів: копрофагія, сапрофагія, мікрофітофагія, мікофагія, фітофагія, хижацтво та ін. можна розглядати як адаптацію до підтримання високого рівня щільності протягом усього сезону активної життєдіяльності [222, 223]. Спеціалізація окремих видів і груп у відношенні харчових об'єктів, що визначається особливостями їх травлення і ферментних систем, призвело до того, що в різних ґрунтах за

різної рослинності формуються специфічні детритні харчові ланцюги. У деяких випадках фіксується відсутність зв'язку між щільністю популяцій мікроартропод і особливостями ґрунту, однак безперечно існує залежність між їх чисельністю і генетичними типами ґрунтів [224].

У різних джерелах можна зустріти різну інформацію щодо структури населення і чисельності мікроартропод у різних ценозах [225], а також різну реакцію на зміни гідро-термічних умов [226, 227]. Фрагментарність і вибірковість даних у літературі свідчить про необхідність більш глибокого вивчення даної групи організмів і на різних типах ґрунтів і взаємозв'язку з іншими показниками біологічної активності ґрунтів, і скоріше за все уже новими, сучасними методами.

У ході наших досліджень [228] було виявлено кілька цікавих закономірностей: чисельність мікроартропод з глибиною зменшується, однак за умови пересихання 0–10-сантиметрового шару ґрунту мікроартроподи здатні мігрувати у більш глибокі шари ґрунту, що призводить до збільшення чисельності у шарі 10–20 см; агроценози де застосовують полицевий обробіток ґрунту характеризуються більш нерівномірним їх розподілом по профілю; чисельність колембол в агроценозах майже завжди дещо нижча, ніж орибатид.

Чисельність ногохвісток (*Collembola*). Колемболи наразі визнані однією з провідних груп для біомоніторингу ґрунтового ярусу екосистем. Слабо розвинені міжвидові зв'язки і фізіологічна уразливість колембол робить цю групу високочутливою до режиму довкілля, внаслідок чого структура населення колембол виступає гарним індикатором зрушень, що починаються, оскільки вони мають набагато меншу інерцію реагування, ніж рослинність або угруповання більш високоорганізованих тварин з можливостями поведінкових реакцій [229].

Аналізуючи отримані нами дані (рис. 4.1 дод. В) слід відмітити значне зниження чисельності колембол у варіантах агрогенного використання чорноземів типових у 2–3 рази порівняно із ґрунтом перелогу. Серед ґрунтів,

що обробляються, найменшою чисельністю колембол характеризується варіант ОСЗ із застосуванням сидерату де їх чисельність у 40–сантиметровому шарі коливалася від 22 до 50 екз./дм³. Зазвичай чисельність колембол з глибиною знижується однак у зв'язку з пересиханням верхнього 10–сантиметрового шару ґрунту проявляється їх здатність до вертикальних міграцій, що призводить до збільшення їх чисельності у шарі 10–20 см і свідчить про їх вимогливість до гідротермічних умов. Враховуючи НІР₀₅ можемо говорити про наявність істотної різниці за чисельністю колембол між чорноземами які задіяні в органічному виробництві й мають різне удобрення (компост і сидерат). Однак відсутня різниця у шарі 0–10 см між ґрунтами варіантів ІСЗ і ОСЗ (сидерат), а також шарами 10–30 см варіантів ІСЗ і ОСЗ (компост). Відмітимо можливість збільшення їх чисельності у більш глибоких шарах ґрунту варіанту ІСЗ, що пов'язано з перевертанням скиби і заорюванням рослинних решток на глибину до 30 см.

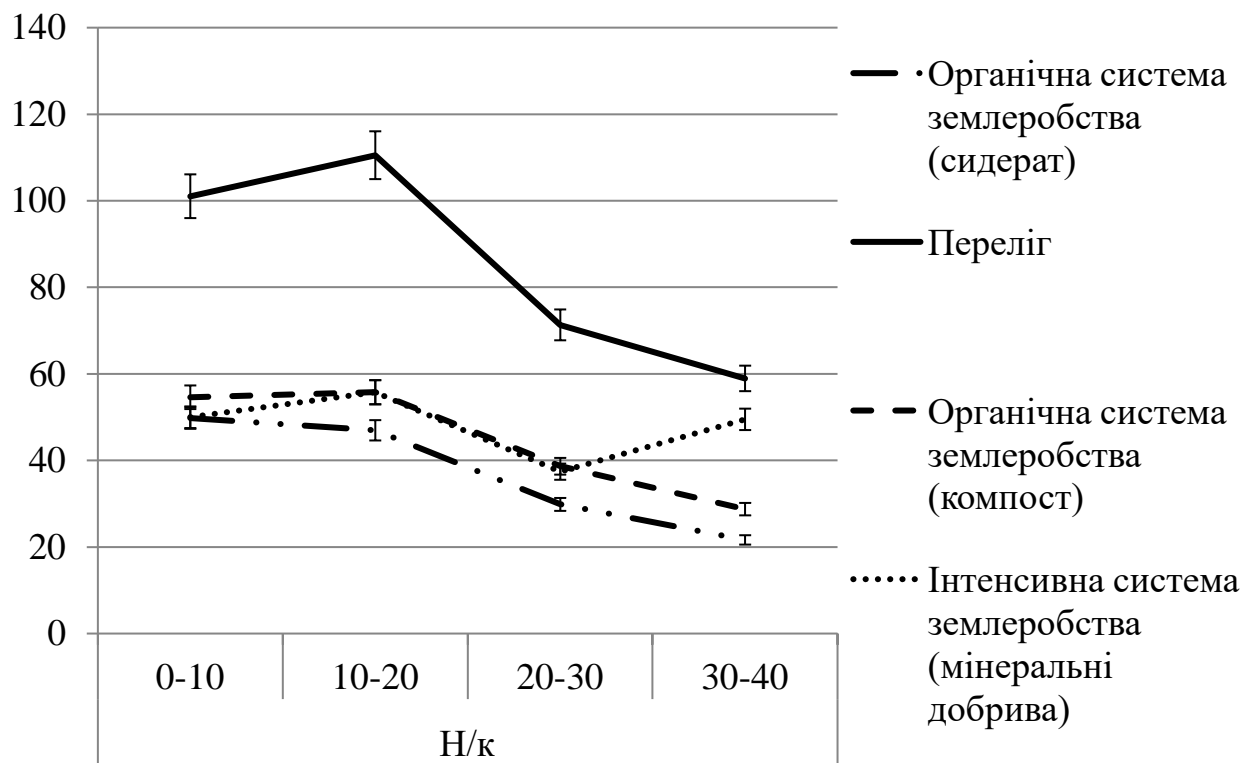


Рис. 4.1 Чисельність колембол за період 2018–2020 рр., екз./дм³

НІР₀₅ (А – варіант) – 11, НІР₀₅ (В – глибина) – 11 (дод. В.1).

Чисельність ґрунтових панцирних кліщів (*Oribatida*). Панцирні кліщі або орибатиди (Acariiformes: Oribatida) – одна з найбільш різноманітних і поширених груп ґрунтонасеваючих кліщів. Висока чисельність, значна різноманітність видів і життєвих форм, а також харчова спеціалізація визначають значний внесок панцирних кліщів у процеси біотрансформації органічної речовини та міграції органічних речовин і поживних елементів по профілю ґрунту, особливо у верхньому гумусовому горизонті [230].

Проведені нами дослідження (рис. 4.2) показали, що агрогенні ґрунти характеризуються значно вищою чисельністю орибатид у верхньому 20-сантиметровому шарі ґрунту, де значення коливалися в межах від 75–125 екз./дм³ (у шарі 0–10 см) до 53–89 екз./дм³ (у шарі 10–20 см) порівняно з перелогом 43–32 екз./дм³. Серед агрогенних ґрунтів найвищі показники чисельності зафіксовано у варіанті ОСЗ сидерат (125 екз./дм³ у шарі 0–10 см і 51 екз./дм³ у шарі 30–40 см), що свідчить про більшу вимогливість панцирних кліщів до наявності свіжих рослинних решток. Також зафіксовано значне підвищення чисельності панцирних кліщів у шарах 20–30 і 30–40 см у чорноземі варіанта ІСЗ порівняно з чорноземом перелогу.

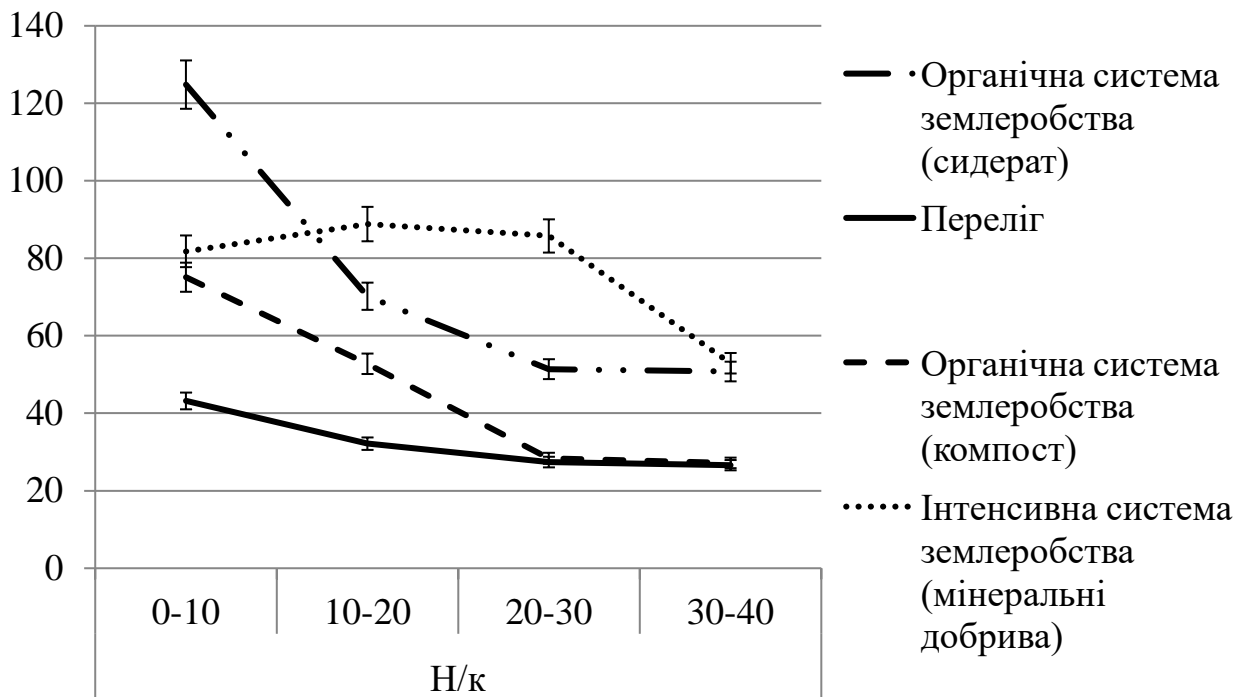


Рис. 4.2 Чисельність орибатид за період 2018–2020 рр., екз./дм³

НІР₀₅ (А – варіант) – 12, НІР₀₅ (В – глибина) – 11 (дод. В.2).

Таким чином, сільськогосподарське використання чорноземів типових середньосуглинкових призводить до значних змін показників біологічної активності, зокрема і чисельності мікроартропод. Характер і ступінь вираження цих змін залежать від системи землеробства, сезону і глибини відбору зразків.

Загалом з глибиною чисельність мікроартропод знижується, виключення становить чорнозем в умовах ІСЗ, особливістю якого є відсутність істотної різниці за чисельністю мікроартропод у шарі 0–30 см.

Отримані нами дані свідчать про зменшення чисельності колембол і одночасного збільшення чисельності орибатид у ґрунтах агроценозів, а їх співвідношення ($Acari/Collembola$) становить 0,5–1,4, що притаманно лісовим ценозам [231–233] тоді як під перелогом навпаки чисельність колембол переважає у 2,2–3,4 рази. Внесення органічних добрив, особливо сидератів, у варіантах ОСЗ сприяє збільшенню чисельності колембол і орибатид.

Чисельність мікроартропод має слабкий кореляційний зв'язок з екологотрофічними угрупованнями мікроорганізмів, але зафіксовано помірний кореляційний зв'язок чисельності орибатид із активністю целюлази $r=0,43$ і значний кореляційний зв'язок чисельності колембол з активністю інвертази $r=0,53$.

4.2. Характеристика еколого трофічних угруповань мікроорганізмів

Сьогодні ґрунтознавці всього світу визнають провідну роль біосу в поцесах ґрунтоутворення, а діагностика поживного режиму ґрунту переорієнтовується на вивчення мікробіологічних процесів, зокрема, до вивчення мікробіоти, яка бере участь у трансформації органічної і мінеральної складової ґрунту, оскільки саме вона може визначати як потенційний уміст, так і доступність поживних речовин [234–240]. Крім того, вивчення мікробіоти різних трофічних рівнів процесу переробки органічних речовин ґрунту дозволяє зрозуміти її загальний стан як компонента екосистеми [241, 242]. Адже саме ґрунтовим організмам відводиться основна роль у формуванні та розвитку ґрунтів і поєднання в педосфері двох

головних колообігів речовин – великого геологічного і малого біологічного [243, 244].

Угрупування ґрунтової біоти є складною системою різноманітних організмів, що взаємодіють і виконують різні функції [245–247].

Отримані дані щодо чисельності екологотрофічних груп мікроорганізмів свідчать, що найбільшою мікробіологічною активністю характеризується верхній 0–10-сантиметровий шар ґрунту. Але, у посушливі періоди, можливе переважання показників мікробіологічної активності у шарі 10–20 см. Найбільших трансформацій зазнає мікробоценоз за умов інтенсивної системи землеробства під час багаторазового та інтенсивного обробітку ґрунту й обороту пласта зокрема. Це виражається в значному зменшенні мікробіологічної активності у 0–10-сантиметровому шарі і навпаки збільшенні показників у шарі 20–30 см.

Мікроскопічні гриби (ПГА). Загалом, гриби вважаються жорсткими всебічними деструкторами органічних речовин ґрунту. Більшість із них беруть активну участь у ґрунтотворних процесах і відіграють важливу роль у структуруванні ґрунтів. Зокрема, багато видів ґрунтових грибів синтезують меланіни, що входять до складу гумусових речовин, беруть участь у мінералізації решток і є продуцентами ферментів, сечовини та кислот, що сприяють розчиненню фосфатів і решти поживних речовин, роблячи їх доступними для рослин.

В агроценозах відмічається значне зменшення чисельності мікроскопічних грибів порівняно з чорноземом перелогу, особливо у 0–10-сантиметровому шарі ґрунту (рис. 4.3 дод. Г). Відмітимо загальну тенденцію до зменшення чисельності грибів з глибиною. Ґрунти за органічної системи землеробства характеризуються меншою чисельністю мікроміцетів навіть порівняно з варіантом ІСЗ. Найменшу чисельність мікроскопічних грибів зафіксовано у варіантові ОСЗ із застосуванням сидерату (значення коливалися від 2,75 тис. КУО/1 г с. г. у 0–10-сантиметровому шарі ґрунту до 0,86 тис. КУО/1 г с. г. у шарі 30–40 см). Найбільшою чисельністю

мікроскопічних грибів характеризується чорнозем під перелогом (5,39–0,91 тис. КУО/1 г с. г.). Визначальними чинниками, що регулюють чисельність мікроміцетів, на нашу думку є механічний обробіток ґрунту і кількість рослинних решток які надходять у ґрунт. Саме тому найбільшою чисельністю мікроскопічних грибів характеризується чорнозем під перелогом, а серед агрогенних ґрунтів більшу чисельність зафіксовано за інтенсивної системи землеробства де найбільша кількість рослинних решток потрапляє до ґрунту (табл. 2.5).

Математичний аналіз засвідчив існування помірною кореляційного зв'язку (дод. А.2) чисельності мікроміцетів із активністю інвертази ($r=0,47$) і целюлази ($r=0,46$), а також значний взаємозв'язок із активністю дегідрогенази ($r=0,53$).

Актиноміцети (КАА акт). Актиноміцети це сукупність прокариотних мікроорганізмів, що складається з восьми різних за будовою і виконуваними функціями в ґрунті таксономічних груп. Всіх їх об'єднує особлива морфологічна будова: наявність міцелію, подібного до грибною. Відмінною особливістю актиноміцетів є здатність до синтезу фізіологічно-активних речовин, антибіотиків, пігментів, ароматичних сполук тощо. За рахунок наявності у променистих бактерій широкого спектру ферментів вони вважаються полісапротрофними мікроорганізмами. При цьому спостерігається яскраво виражена протеолітична, амілолітична й інвертазна активність.

Найвищі показники чисельності актиноміцетів зафіксовано за умов внесення органічних добрив у варіантах ОСЗ (рис. 4.4). Також варто відмітити, що використання сидератів сприяє значному підвищенню чисельності актиноміцетів (від 25,43 у 0–10-сантиметровому шарі до 4,32 тис. КУО/1 г с. г. у шарі 30–40 см) порівняно із внесенням компосту (21,52–5,28 тис. КУО/1 г с. г.). Найменша кількість актиноміцетів притаманна варіантам ІСЗ (14,02–5,73 тис. КУО/1 г с. г.) і перелогу (16,06–3,63 тис. КУО/1 г с. г.). Враховуючи HP_{05} відмітимо наявність істотної різниці за чисельністю

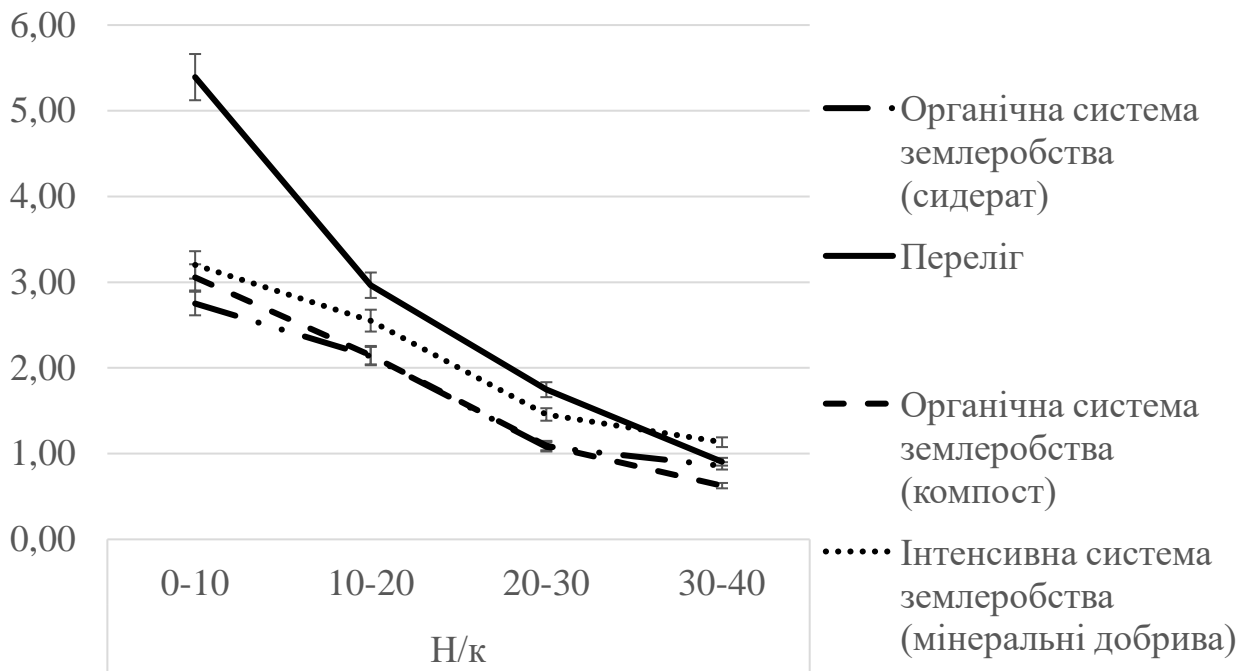


Рис. 4.3 Чисельність мікроскопічних грибів, тис. КУО/1 г с. г.
 $НІР_{05}$ (А – варіант) – 0,45, $НІР_{05}$ (В – глибина) – 0,44 (дод. Г.1).

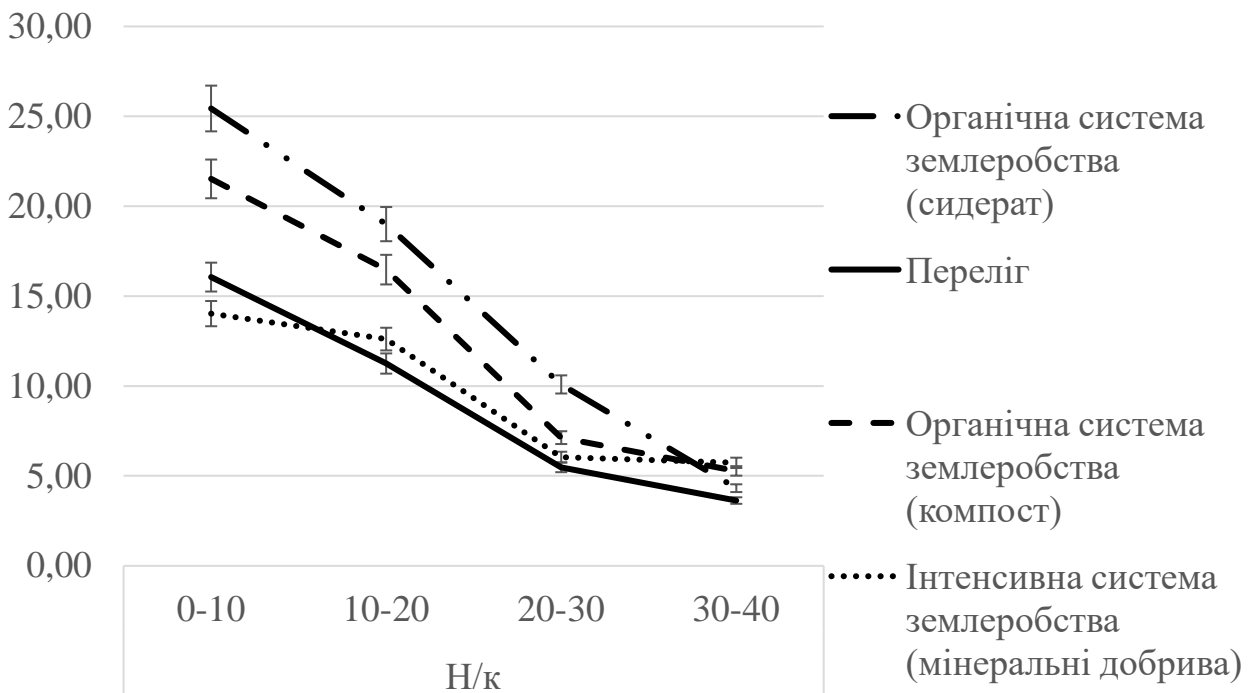


Рис. 4.4 Чисельність актиномицетів, тис. КУО/1 г с. г.
 $НІР_{05}$ (А – варіант) – 2,78, $НІР_{05}$ (В – глибина) – 2,7 (дод. Г.2).

актиноміцетів між ґрунтами варіантів ІСЗ і перелогу лише в шарах 0–10 і 30–40 см причиною такої тенденції є механічний обробіток ґрунту (переміщення шарів під час оранки) за інтенсивної системи землеробства.

До збільшення чисельності актиноміцетів у варіантах ОСЗ, на нашу думку, призводить, перш за все, внесення органічних добрив (компост і сидерат) і звільнення екологічної ніші (зменшується чисельність мікроміцетів).

Слід відмітити, що у ході наших досліджень виявлено вплив актиноміцетів на ферментативну активність досліджуваних чорноземів, а саме: виявлено помірний кореляційний зв'язок з активністю інвертази ($r=0,49$), целюлази ($r=0,45$), дегідрогенази ($r=0,45$) і значний – каталази ($r=0,51$).

Амоніфікатори (МПА). За наявності в ґрунті свіжих органічних решток амоніфікуюча мікробіота стає найчисленнішою. Утворений в результаті життєдіяльності цієї групи мікроорганізмів аміак, а також проміжні продукти розпаду білків (аміни, амінокислоти та їх похідні) є джерелом азоту для рослин. Тому облік чисельності амоніфікуючої мікрофлори і протеолітичної активності ґрунту є важливим етапом мікробіологічної оцінки стану родючості ґрунту і в ґрунтово-екологічному моніторингові сільськогосподарських земель.

Як зображено на рис. 4.5 найбільшу чисельність амоніфікуючої мікробіоти зафіксовано у варіанті ОСЗ сидерат де їх чисельність коливалася від 2,69 у 0–10-сантиметровому шарі до 0,53 млн КУО/1 г с. г. у шарі 30–40 см. Дещо менші значення зафіксовано у варіантах перелогу (2,63–0,46 млн КУО/1 г с. г.) і ОСЗ компост (2,48–0,62 млн КУО/1 г с. г.), а найменші у варіанті ІСЗ (2,54–0,79 млн КУО/1 г с. г.). Однак відмітимо, що математико-статистична обробка отриманих у ході наших досліджень даних не виявила істотної різниці між варіантами, лише за глибинами. Найвищі значення чисельності амоніфікуючої мікробіоти отримано в 0–20-сантиметровому шарі ґрунту, що є наслідком впливу відразу декількох чинників, а саме

достатньої аерації і наявності значної кількості коренів і кореневих виділень. У більш глибоких шарах ґрунту фіксується різке зменшення чисельності цих мікроорганізмів. Особливістю чорнозему за інтенсивної системи землеробства є значно вища чисельність амоніфікаторів у шарі 10–20 см через швидке пересихання поверхні ґрунту. Також однією з особливостей цього варіанту є тенденція до підвищення чисельності гетеротрофів у шарах 20–30 і 30–40 см порівняно з іншими варіантами, що пов'язано з перемішуванням і оборотом пласта під час оранки.

Відмічено існування помірного кореляційного зв'язку чисельності амоніфікуючої мікробіоти й активності целюлази ($r=0,41$).

Згідно шкали оцінювання мікробіологічної активності (дод. П.5) досліджуванні ґрунти у 0–10-сантиметровому шарі мають середній рівень забезпеченості гетеротрофною мікробіотою. З глибиною кількість органічних речовин і мікроорганізмів, а відповідно і рівень забезпеченості, зменшуються.

Мікроорганізми, що асимілюють мінеральні форми азоту (КАА).

Амілолітична мікробіота бере участь у процесах деструкції таких безазотистих органічних речовин як: крохмаль, клітковина, целюлоза, геміцелюлоза, пектини, таніни тощо. Для підтримання своєї життєдіяльності вони потребують мінеральних форм азоту, тобто відбувається процес мікробіологічної фіксації (імобілізації).

Агрогенні ґрунти (рис. 4.6) характеризуються значно вищими показниками чисельності амілолітичної мікробіоти (КАА), де значення коливалися у межах від 2,84 млн КУО/ г с. г. у 0–10-сантиметровому шарі до 0,42 млн КУО/ г с. г. у шарі 30–40 см порівняно з перелогом (від 1,78 до 0,30 млн КУО/г с. г.). Особливістю ґрунтів, що обробляються, є збільшення чисельності мікроорганізмів, які асимілюють мінеральні форми азоту в шарі 10–20 см. А у варіанті ІСЗ, за рахунок кращої аерації і заробки рослинних решток на більшу глибину, підвищення чисельності амілолітичної мікробіоти

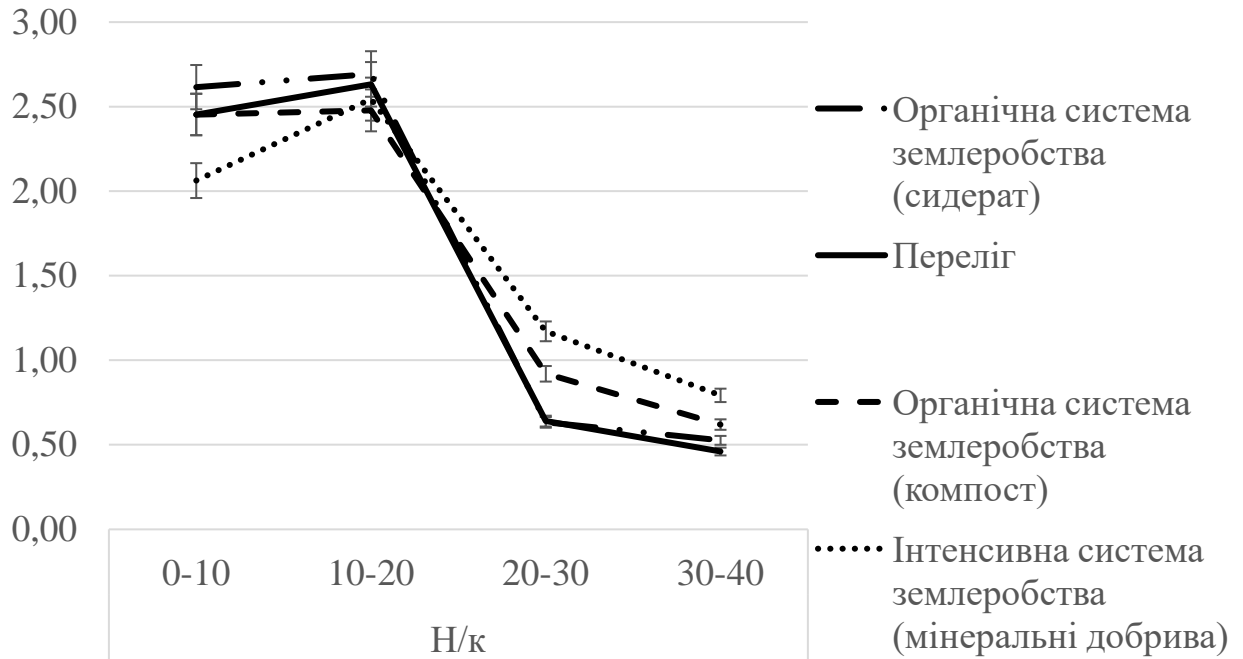


Рис. 4.5 Чисельність амоніфікаторів, млн КУО/1 г с. г.

$НІР_{05}$ (А – варіант) – $F_{факт.} < F_{теор.}$, $НІР_{05}$ (В – глибина) – 0,46 (дод. Г.4).

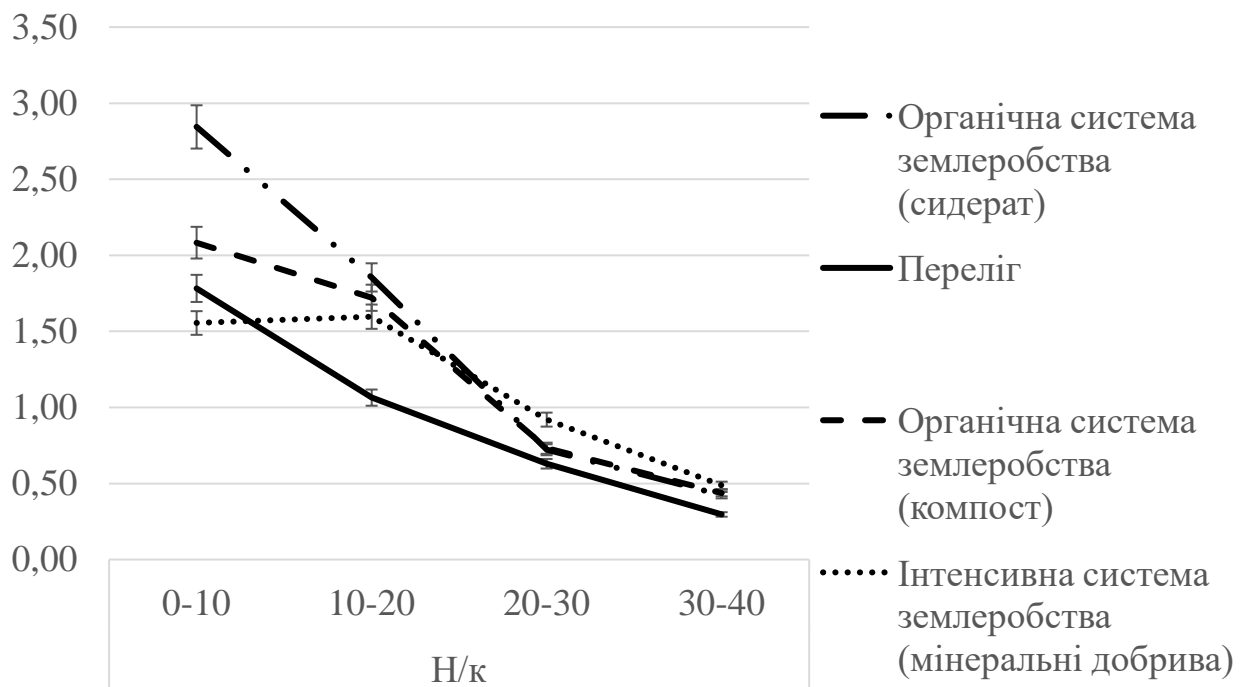


Рис. 4.6 Чисельність амілолітиків, млн КУО/1 г с. г.

$НІР_{05}$ (А – варіант) – 0,23, $НІР_{05}$ (В – глибина) – 0,26 (дод. Г.3).

фіксується і у шарі 20–30 см. У варіантах ОСЗ застосування сидерату, посприяло значному зростанню чисельності цієї групи мікроорганізмів.

У ході наших досліджень виявлено помірний кореляційний зв'язок чисельності амілолітичної мікробіоти з активністю целюлази ($r=0,48$), каталази ($r=0,44$), дегідрогенази ($r=0,49$) і значний – інвертази ($r=0,53$).

За шкалою оцінювання ґрунти, що задіяні в органічному виробництві, у 0–10-сантиметровому шарі мають низький рівень забезпеченості амілолітичною мікробіотою. Тоді як варіанти ІСЗ і перелогу характеризуються дуже низьким ступенем забезпеченості.

Олігонітрофіли (ЕШ). Існує умовний поділ оліготрофної мікробіоти ґрунту на олігонітрофілів, що асимілюють з ґрунтового розчину незначну кількість азоту тому більшість з них діазотрофи, і олігокарбофілів, здатних засвоювати органічний карбон.

Олігонітрофіли здатні існувати за умов незначної кількості доступного азоту в ґрунтовому розчині. Багато хто з них є не симбіотичними азотфіксаторами і здатні фіксувати атмосферний азот. Маючи потужну ферментну систему за умов дефіциту азоту в ґрунті здатні до розкладу гумусових речовин.

Як зображено на рис. 4.7 внесення органічних добрив (компосту й, особливо, сидерату) сприяє хоч і незначному, але збільшенню чисельності олігонітрофілів у 0–20-сантиметровому шарі ґрунту. Варіанти ІСЗ і перелогу мають майже однакову (1,70 і 1,72 млн КУО/1 г с. г.) кількість олігонітрофілів у 0–10-сантиметровому шарі. Однак у варіанті ІСЗ спостерігається тенденція до підвищення їх чисельності в шарі від 10 до 40см.

Виявлено яскраво виражену дегідрогеназну активність цієї групи мікроорганізмів ($r=0,49$).

За шкалою оцінювання варіанти ОСЗ у 0–10-сантиметровому шарі мають низький рівень забезпеченості амілолітичною мікробіотою. Тоді як

варіанти ІСЗ і перелогу характеризуються дуже низьким рівнем забезпеченості олігонітрофільною мікробіотою.

Олігокарбофіли (ГА). Дана підгрупа оліготрофів має високу окисно-відновну ферментативну активність. Для свого розвитку потребують мінімум поживних речовин, а за умов дефіциту органічної речовини в ґрунті здатні засвоювати вуглець специфічних гумусових речовин.

Згідно отриманих даних (рис. 4.8) найбільшу чисельність оліготрофної мікробіоти зафіксовано у 0–10-сантиметровому шарі ґрунту варіанта ОСЗ сидерат (4,55 млн КУО/1 г с. г.), а найменша у варіанті ІСЗ (3,50 млн КУО/1 г с. г.). Загалом істотної різниці між варіантами не виявлено, лише за глибинами. У досліджуваних ґрунтах чисельність олігокарбофілів (ГА) у шарі 10–20 см практично така ж як і у поверхневому 10-сантиметровому шарі. Лише у варіанті ІСЗ відмічено зниження чисельності олігокарбофільної мікробіоти у поверхневому шарі ґрунту. В усіх ґрунтах, що досліджувалися відмічається різке зниження чисельності олігонітрофільної мікробіоти з глибини 20 см і глибше.

Згідно шкали оцінки мікробіологічної активності ґрунту усі досліджувані варіанти мають дуже низький рівень забезпеченості олігокарбофільною мікробіотою.

Гуматрозкладаючі мікроорганізми (НА). Частина мікробоценозу ґрунту, представлена повільнорослими мікроорганізмами, здатними засвоювати специфічні гумусові речовини різного ступеню гуміфікації. За даними К. І. Андріюк в розкладі гумусу беруть участь зимогенні мікроорганізми, які розкладають периферичні ланцюги гумусових молекул і автохтонні, що здійснюють глибоку їх деструкцію [248].

Щодо чисельності гуматрозкладаючої мікробіоти в ґрунтах, що досліджувалися слід відмітити відсутність істотної різниці між варіантами. Однак на рис. 4.9 помітно не значне зменшення чисельності автохтонної мікробіоти у 0–10-сантиметровому шарі ґрунту варіанту ІСЗ (0,50 млн КУО/1 г с. г.) за одночасного збільшення їх чисельності в шарах 20–30 і

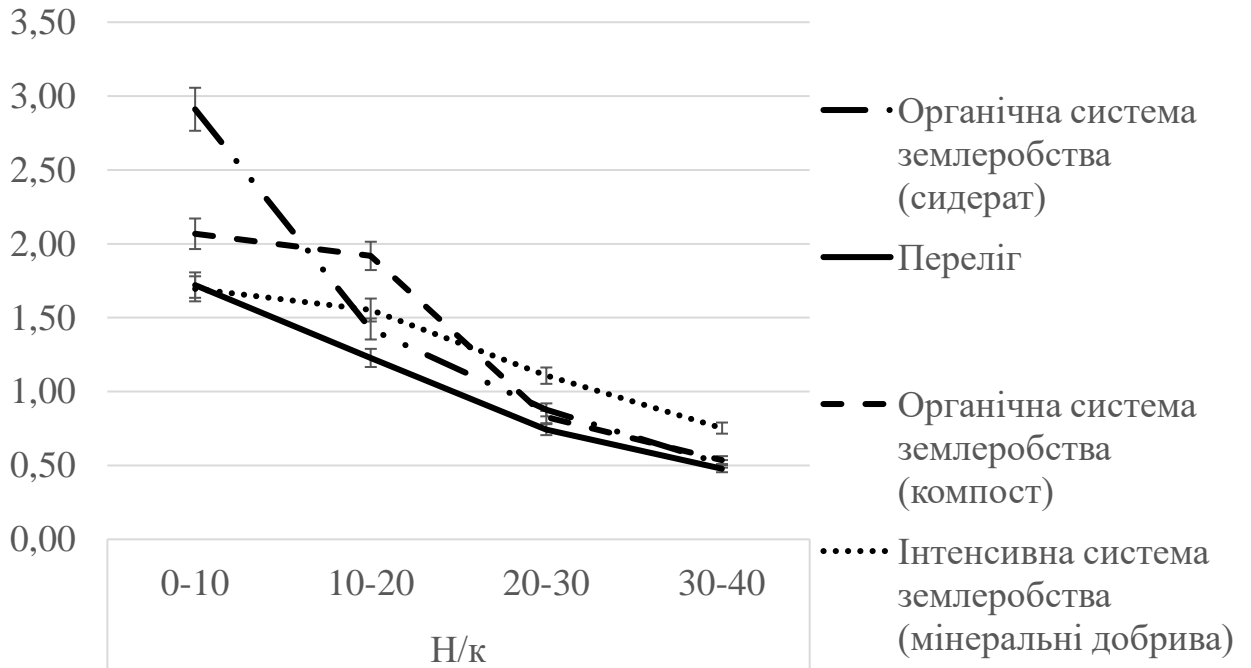


Рис. 4.7 Чисельність олігонітрофілів, млн КУО/1 г с. г.

HP_{05} (А – варіант) – $F_{факт.} < F_{теор.}$, HP_{05} (В – глибина) – 0,39 (дод. Г.5).

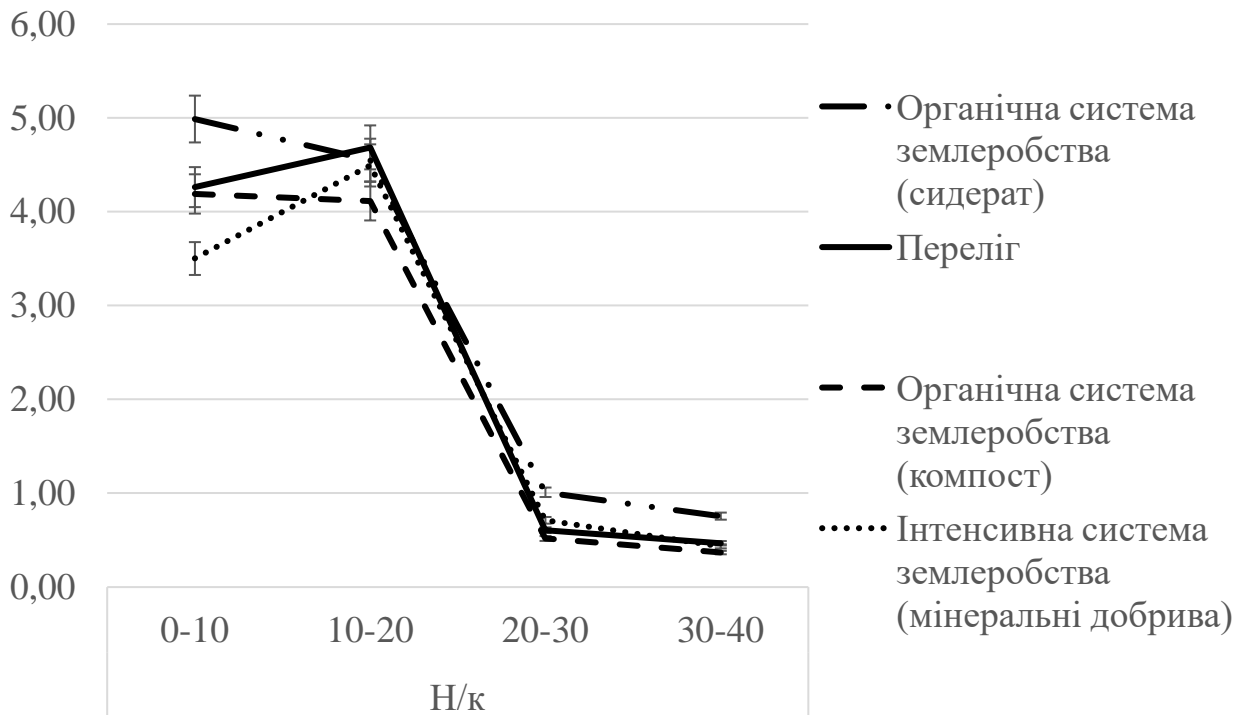


Рис. 4.8 Чисельність олігокарбофілів, млн КУО/1 г с. г.

HP_{05} (А – варіант) – $F_{факт.} < F_{теор.}$, HP_{05} (В – глибина) – 1,46 (дод. Г.6).

30–40 см (0,41 і 0,26 млн КУО/1 г с. г.). За умов застосування сидерату в органічній системі землеробства проявляється тенденція до збільшення чисельності гуматрозкладаючих мікроорганізмів у 0–10-сантиметровому шарі ґрунту. Загалом з глибиною чисельність цієї групи мікроорганізмів сильно зменшується.

Виявлено яскраво виражену дегідрогеназну активність цієї групи мікроорганізмів ($r=0,51$), а рівень забезпеченості становить – дуже низький.

Загальна біологічна активність (біогенність). Порівнюючи агрогенні ґрунти з перелогом де показник біогенності становить від 1,70 млн КУО/1 г с. г. у шарі 30–40 см до 10,22 млн КУО/1 г с. г. у шарі 0–10 см слід відмітити тенденцію до підвищення показника загальної мікробіологічної активності в усіх досліджуваних горизонтах ґрунтів за органічної системи землеробства: компост (1,96–10,79 млн КУО/1 г с. г.). Застосування сидерату вики ярої (ОСЗ сидерат) сприяло незначному підвищенню цього показника до рівня 2,22–13,36 млн КУО/1 г с. г., особливо в 0–10-сантиметровому шарі ґрунту (рис. 4.10). Особливістю варіанта ІСЗ є тенденція до зменшення чисельності мікроорганізмів у 0–10-сантиметровому шарі (8,81 млн КУО/1 г с. г.) за одночасного зростання чисельності у 20–30-сантиметровому шарі (3,91 млн КУО/1 г с. г.), що є наслідком особливостей системи обробітку ґрунту, а саме: періодичне проведення полицевої оранки під час якої відбувається перевертання скиби й заорювання пожнивних решток на глибину до 30 см. Також відмітимо, що найбільшою біогенністю характеризується верхній 20-сантиметровий шар ґрунту з різким зниженням чисельності мікроорганізмів у більш глибоких горизонтах.

Направленість ґрунтових біологічних процесів. Сформоване співвідношення еколого-трофічних груп мікроорганізмів забезпечує екологічну рівновагу, що проявляється через ґрунтову родючість [249, 250, 251, 252]. С. Виноградський наголошував, що діяльність ґрунтової мікробіоти це цілий комплекс різноманітних процесів, з можливістю саморегуляції системи [253]. Мікробне угруповання ґрунту є складно

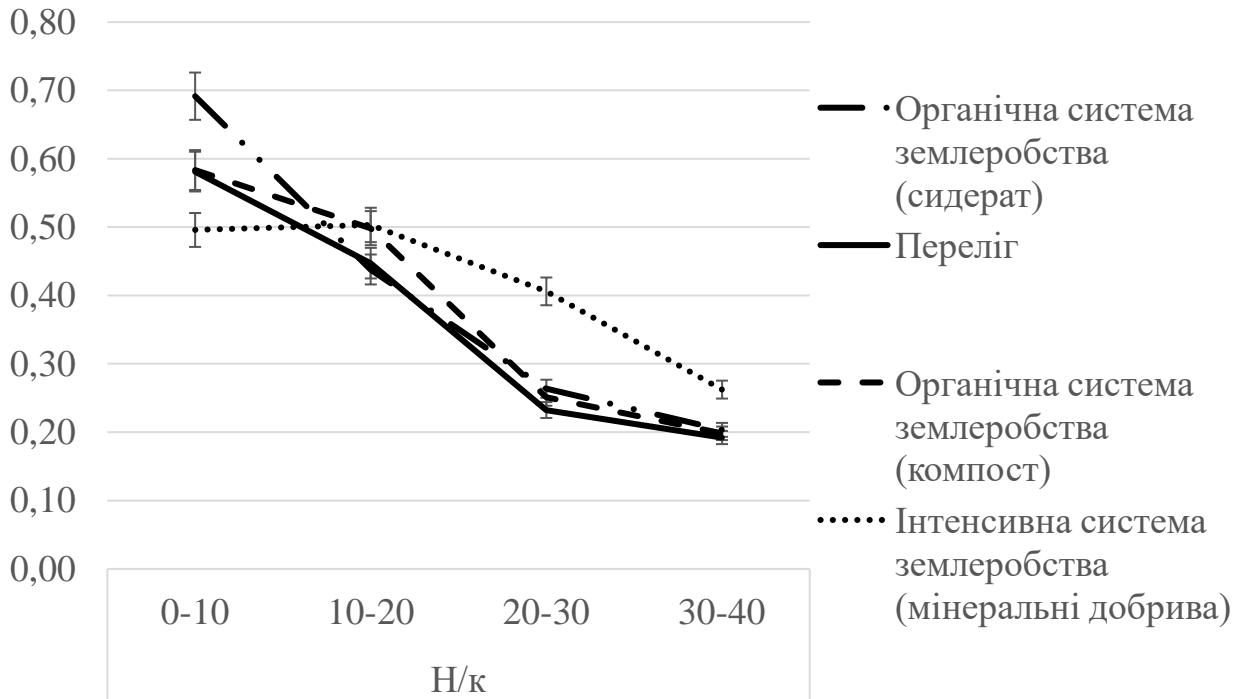


Рис. 4.9 Чисельність гуматрозкладаючих мікроорганізмів, млн КУО/1 г с. г.
 $НІР_{05}$ (А – варіант) – $F_{факт.} < F_{теор.}$, $НІР_{05}$ (В – глибина) – 0,09 (дод. Г.7).

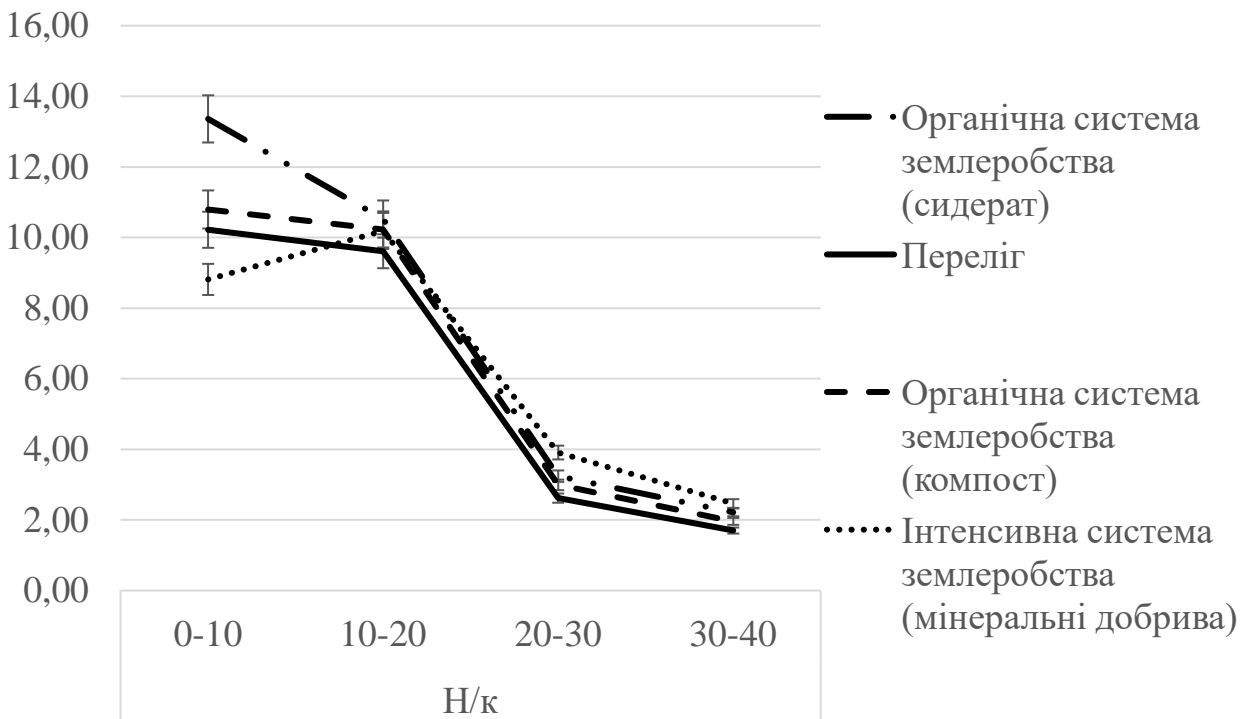


Рис. 4.10 Показник загальної біологічної активності, млн КУО/1 г с. г.
 $НІР_{05}$ (А – варіант) – $F_{факт.} < F_{теор.}$, $НІР_{05}$ (В – глибина) – 2,16 (дод. Г.8).

організованою на різних трофічних рівнях і екологічних взаємодіях системою організмів, надзвичайно різноманітних і багаточисельних за кількістю видів, виконуваних функцій і відношенням до навколишнього середовища. Активність і спрямованість основних мікробіологічних процесів у ґрунті залежать від умов навколишнього середовища в яких формується ценоз. Наприклад, вологість і хімічний склад ґрунту, мікроклімат, фітоценоз визначають характер накопичення органічної речовини та швидкість розкладання рослинної фітомаси, її мінералізацію і вивільнення азоту і вуглецю [254, 255, 256]. Стійкість мікробного угруповання ґрунту розглядають як властивість протидіяти дії чинників природного або антропогенного походження та здатність повертатись у вихідний стан. Ураховуючи, що функціональна структура мікробного ценозу ґрунту – це сукупність усіх мікроорганізмів, то більш інформативним буде їх співвідношення, а не їх чисельність.

Аналізуючи отримані дані (рис. 4.11) відмічаємо значні коливання коефіцієнта мінералізації й іммобілізації за досліджуваними шарами. У шарі 0–10 см найбільший коефіцієнт зафіксовано у варіанті ОСЗ сидерат ($C_{\min}=1,25$), дещо менший коефіцієнт у варіанті ОСЗ компост (1,09). Найнижчі значення зафіксовано у варіантах ІСЗ (0,95) і перелогу (0,87). У шарі 10–20 см спостерігається зниження коефіцієнта в усіх досліджуваних ґрунтах окрім варіанту ІСЗ. У шарі 20–30 см спостерігається зростання коефіцієнта з черговим зниженням його значень у шарі 30–40 см. Загалом найменші значення зафіксовано в ґрунті перелогової ділянки (0,65–1,02), а найбільші у варіанті ОСЗ сидерат (1,07–1,42).

Коефіцієнт оліготрофності свідчить про наявність доступних елементів живлення і чим він вищий тим їх менше. Виходячи з цього можна передбачити, що найменше поживних речовин у шарі 0–10 см характерно ґрунту варіанту ІСЗ ($C_{\text{olig}}=1,53$), решта варіантів мають близький до нього вміст (рис. 4.12). У 10–20-сантиметровому шарі коефіцієнт оліготрофності знаходиться на одному рівні у варіантах ОСЗ компост, ІСЗ і перелогу (0,99–

0,93), однак у варіанті ОСЗ сидерат спостерігається його різке підвищення (1,20). З глибиною показники змінюються і, порівнянно з перелогом, у ґрунті варіанту ОСЗ сидерат коефіцієнт збільшується, що свідчить про зменшення легкодоступних для живлення речовин у глибших шарах, тоді як у варіантах ІСЗ і ОСЗ компост у шарах 20–30 і 30–40 спостерігається зниження цього коефіцієнта.

Коефіцієнт мобілізації азотного фонду – це співвідношення еуτροφів до оліготрофів, і чим вищий коефіцієнт, тим багатший ґрунт на органічний і мінеральний азот. Отримані дані (рис. 4.13) свідчать про майже однакові показники коефіцієнту в 0–10-сантиметровому шарі ґрунту всіх досліджуваних ґрунтів (1,53–1,62). Але під впливом заорювання пожнивних решток і внесення азотних добрив у варіанті ІСЗ спостерігається підвищення коефіцієнта в шарах 10–20, 20–30 і 30–40 см. Іншими словами, склалися оптимальні умови для росту чисельності амілолітичної і денітрифікуючої мікробіоти, що вплинуло на значення коефіцієнта. У середньому в 0–40-сантиметровому шарі ґрунту найбільшим коефіцієнтом мобілізації азотного фонду характеризується ґрунт варіанту ІСЗ ($C_{mnf}=1,86$), що є цілком природнім у ґрунтах, де вноситься велика кількість азотних мінеральних добрив. Решта варіантів мали значення на рівні 1,65–1,70.

Таким чином агрогенне використання чорноземів знижує чисельність мікроскопічних грибів. Інтенсивна система землеробства є причиною зменшення чисельності всіх еколого-трофічних груп мікроорганізмів у 0–10-сантиметровому шарі, за одночасного зростання їх чисельності в шарах 10–20 і 20–30 см. Варіанти ОСЗ, особливо з використанням сидерату, сприяють підвищенню чисельності актиноміцетів і амілолітичної мікробіоти, а також короткочасний сплеск чисельності олігонітрофільної мікробіоти. Ґрунти, які знаходяться в обробітку (агрогенні) характеризуються вищим коефіцієнтом мінералізації й іммобілізації порівняно із перелогом. А коефіцієнт оліготрофності свідчить про посилення ролі оліготрофної мікробіоти у ґрунтоутворних процесах агроценозів і підтверджує наявність акумулятивних

процесів у 0–20-сантиметровому шарі ґрунтів під перелогом та органічної системи землеробства.

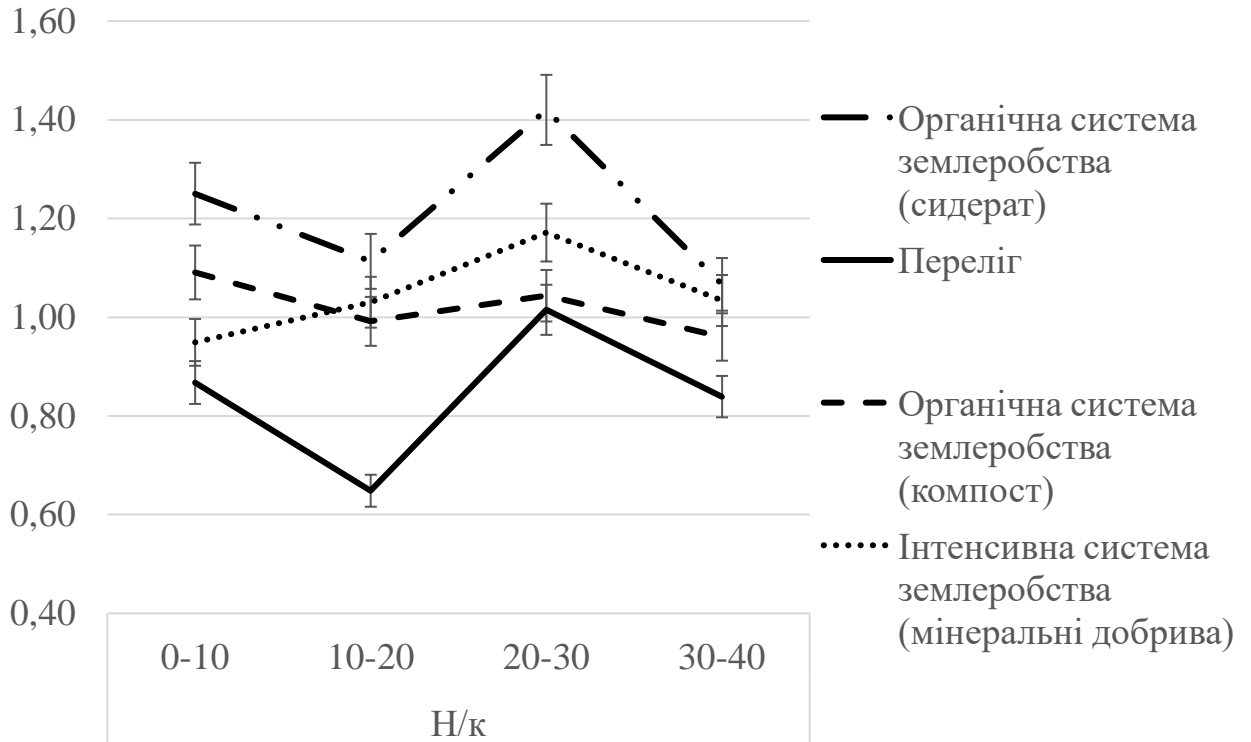


Рис. 4.11 Коефіцієнт мінералізації й іммобілізації

$НІР_{05}$ (А – варіант) – 0,15, $НІР_{05}$ (В – глибина) – 0,15 (дод. Г.10).

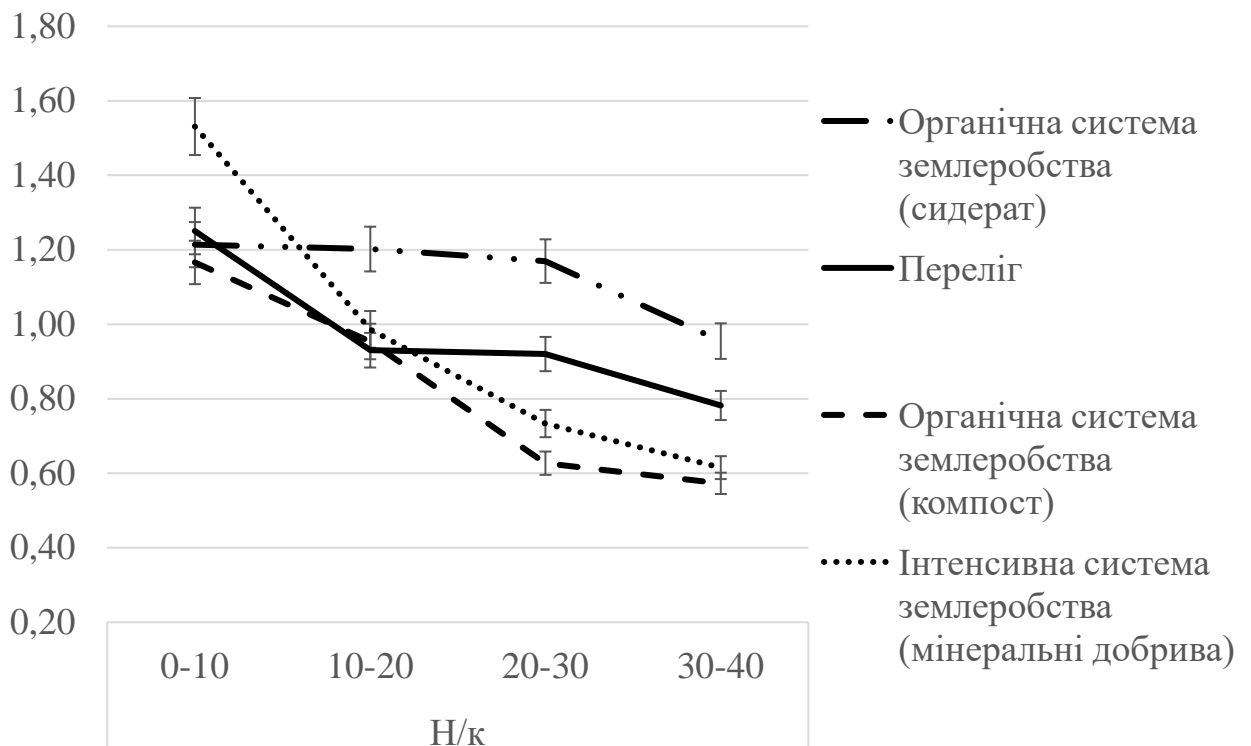


Рис. 4.12 Коефіцієнт оліготрофності

$НІР_{05}$ (А – варіант) – 0,32, $НІР_{05}$ (В – глибина) – 0,31 (дод. Г.9).

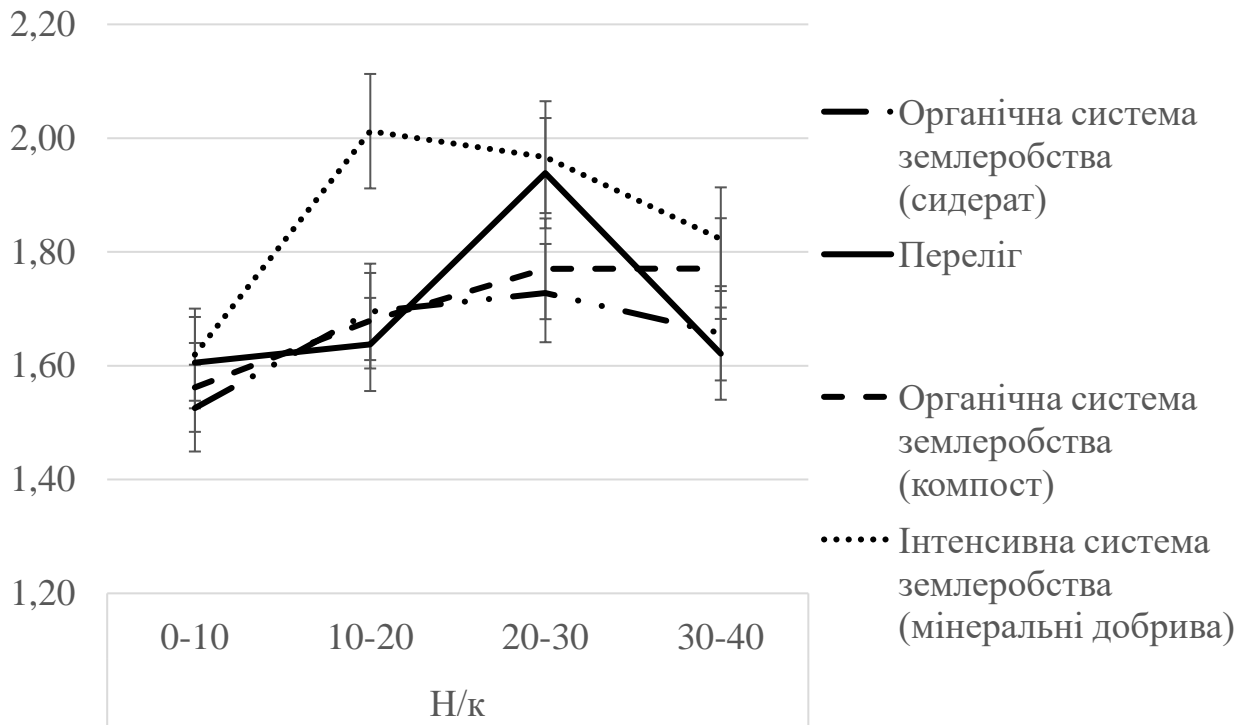


Рис. 4.13 Коефіцієнт мобілізації азотного фонду

$НІР_{05}$ (А – варіант) – $F_{факт.} < F_{теор.}$, $НІР_{05}$ (В – глибина) – 0,25 (дод. Г.11).

4.3. Ферментативна активність чорноземів за різних систем землеробства

Відомо, що ферментативна активність ґрунту пов'язана з життєдіяльністю грибів, мікроорганізмів, водоростей, найпростіших і кореневими виділеннями рослин. Єщенко В. О. відмічає, що для більш гумусованих ґрунтів характерне підвищення адсорбції ферментів [257]. Потенційна активність ферментів найбільша у верхній частині гумусо-аккумулятивного горизонту, адже саме тут зосереджені найбільші запаси органічної речовини й мікробної біомаси [258]. А, отже, ферментативна активність, як частина біодіагностики, відображає ті зміни в еволюції ґрунтів, які зумовлені будь якими змінами чинників ґрунтоутворення, особливо антропогенної дії (обробіток ґрунту, внесення добрив, забруднення тощо).

Активність інвертази (КФ 3.2.1.26). Визначення активності глюкозидгідролазних ферментів (у тому числі інвертази) дозволяє одночасно судити як про можливість перетворення вуглеводів рослинних решток, так і про іммобілізуючу здатність амілолітичних мікроорганізмів. Визначення інвертазної активності ґрунту є одним із головних критеріїв оцінки загальної біологічної активності оскільки вивільнені глюкоза і фруктоза використовуються як енергетичний матеріал для багатьох ґрунтових гетеротрофів.

Аналізуючи отримані дані (рис. 4.14 дод. Д) слід звернути увагу на значне зменшення активності інвертази за умов ІСЗ (16,12 мг глюкози на 1 г ґрунту за добу у 0–10-сантиметровому шарі і 10,64 мг глюкози на 1 г ґрунту за добу у шарі 30–40 см) порівняно з рештою досліджуваних варіантів, особливо в шарах 0–10 і 10–20 см. Найістотніша різниця показників зафіксована у 0–10-сантиметровому шарі. Найвищими значеннями активності інвертази характеризуються варіанти перелогу (35,83–10,64 мг глюкози на 1 г ґрунту за добу) і ОСЗ із застосуванням сидерату (29,89–7,78 мг глюкози на 1 г ґрунту за добу). Усі досліджувані ґрунти характеризуються середнім рівнем активності інвертази (дод. П.6).

Активність уреазы (КФ 3.5.1.5). Сечовина в ґрунт потрапляє в складі рослинних залишків, органічних і мінеральних добрив, вона утворюється також у самому ґрунті в якості проміжного продукту в процесі перетворення азотистих органічних сполук. Аміак, що утворюється служить безпосереднім джерелом азотного живлення для рослин.

Найбільшою активністю уреазы (рис. 4.15) володіють ґрунти, що задіяні в органічному землеробстві. Причиною цього є періодичне внесення органічних добрив (16,15 мг NH_3 на 10 г ґрунту за добу у 0–10-сантиметровому шарі і 11,93 мг NH_3 на 10 г ґрунту за добу в шарі 30–40 см) і застосування сидератів (25,61–12,20 мг NH_3 на 10 г ґрунту за добу). Найнижчою активністю цього ензиму характеризується варіант перелогу (14,62–10,47 мг NH_3 на 10 г ґрунту за добу). Найменші значення зафіксовано у варіанті ІСЗ (14,60–12,20 мг NH_3 на 10 г ґрунту за добу), однак варто відмітити досить нетипову динаміку показників, і за сезонами, і за роками досліджень, що пов'язано із значним насиченням сівозміни кукурудзою, в процесі вирощування якої застосовують значні дози карбаміду в основне удобрення. Це призводить до підвищення уреазної активності на глибині 10–20 см. Усі досліджувані ґрунти характеризуються середнім рівнем активності уреазы.

Активність каталази (КФ 1.11.1.6). Роль каталази в ґрунті полягає в розкладі отруйного для мікроорганізмів перекису водню і ряді окисно-відновних реакцій, які є важливими в утворенні гумусу. Перекис водню утворюється в процесі дихання живих організмів і в результаті різних біохімічних реакцій окислення органічних речовин.

Досліджувані ґрунти (рис. 4.16) характеризуються середнім рівнем каталазної активності. З глибиною активність каталази дещо зменшується. Однак варто відмітити істотну різницю між усіма варіантами, що досліджувалися. Можна побудувати такий логічний ряд, за зменшенням активності каталази: ОСЗ сидерат (де значення коливалися від $7,54 \text{ см}^3 \text{ O}_2$ на 1 г ґрунту за 1 хв у 0–10-сантиметровому шарі до $5,79 \text{ см}^3 \text{ O}_2$ на 1 г ґрунту за

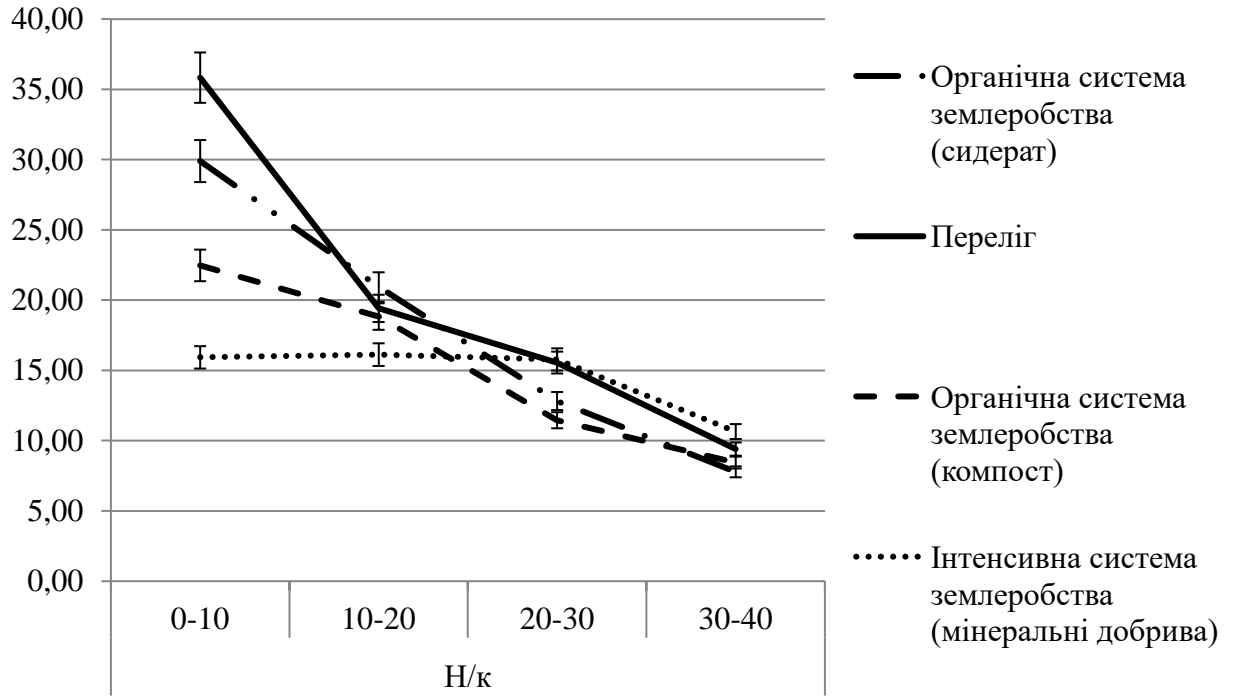


Рис. 4.14 Активність ферменту інвертаза в чорноземах типових за різних систем землеробства, мг глюкози на 1 г ґрунту за добу

НІР₀₅ (А – варіант) – 1,39, НІР₀₅ (В – глибина) – 1,35 (дод. Д.2).

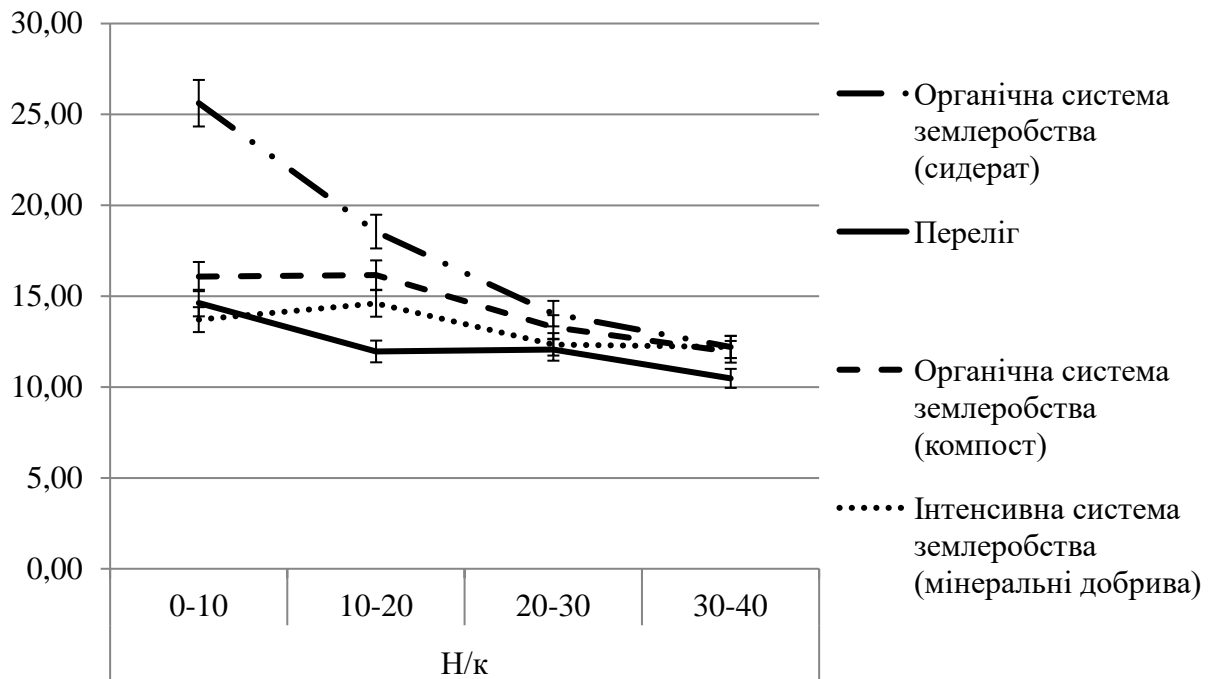


Рис. 4.15 Активність ферменту уреаза у чорноземах типових за різних систем землеробства, мг NH₃ на 10 г ґрунту за добу

НІР₀₅ (А – варіант) – 1,64, НІР₀₅ (В – глибина) – 1,59 (дод. Д.3).

1 хв у шарі 30–40 см) – ОСЗ компост (6,35–5,46 см³ O₂ на 1 г ґрунту за 1 хв) – переліг (5,63–4,39 см³ O₂ на 1 г ґрунту за 1 хв) – ІСЗ (4,28–3,57 см³ O₂ на 1 г ґрунту за 1 хв).

Активність протеази (КФ 3.4.4). Родючість ґрунту значною мірою залежить від азотного режиму. Тому біохімічну активність розкладання азотовмісної органічної речовини в ґрунті оцінюють за активністю гідролітичних ферментів класу протеаз. Аміни, амінокислоти й аміак, що виділяються в процесі розкладу, безпосередньо впливають на азотне живлення рослин і залученні амінокислотного й пептидного залишку до реакцій полімеризації в процесах утворення гумусових речовин, що, безсумнівно, важливо в оцінці продуктивності орних земель.

Загалом варто відмітити, що найістотніша різниця між досліджуваними варіантами спостерігається в шарах 0–10 і 10–20 см. Найвищою протеазною активністю (рис. 4.17) характеризується ґрунт варіанту перелігу де значення змінювалися від 21,96 мг гліцину на 1 г ґрунту за добу у 0–10-сантиметровому шарі до 2,04 мг гліцину на 1 г ґрунту за добу у шарі 30–40 см, а найнижчою – варіант ІСЗ (4,72–1,70 мг гліцину на 1 г ґрунту за добу), де активність цього ензиму у 0–10-сантиметровому шарі більш ніж у 4 рази нижча. Це є наслідком значного ступеня насиченості сівозміни злаковими культурами, що, в свою чергу, призвело до зниження загальної біогенності, у тому числі й кількості амоніфікаторів. Серед варіантів ОСЗ вищою активністю протеази характеризується варіант із застосуванням сидерату вики ярої (17,10–4,08 мг гліцину на 1 г ґрунту за добу). Отримані у ході досліджень дані свідчать про дуже високу активність протеази у 0–10-сантиметровому шарі варіантів органічної системи землеробства і перелігу. Згідно шкали активності (дод. П.6), усі досліджувані чорноземи характеризуються дуже високим рівнем активності протеази. Виключення становить, лише варіант ІСЗ, де активність протеази середня. З глибиною активність ферменту знижується і в шарі 30–40 см досягає низького і середнього рівнів.

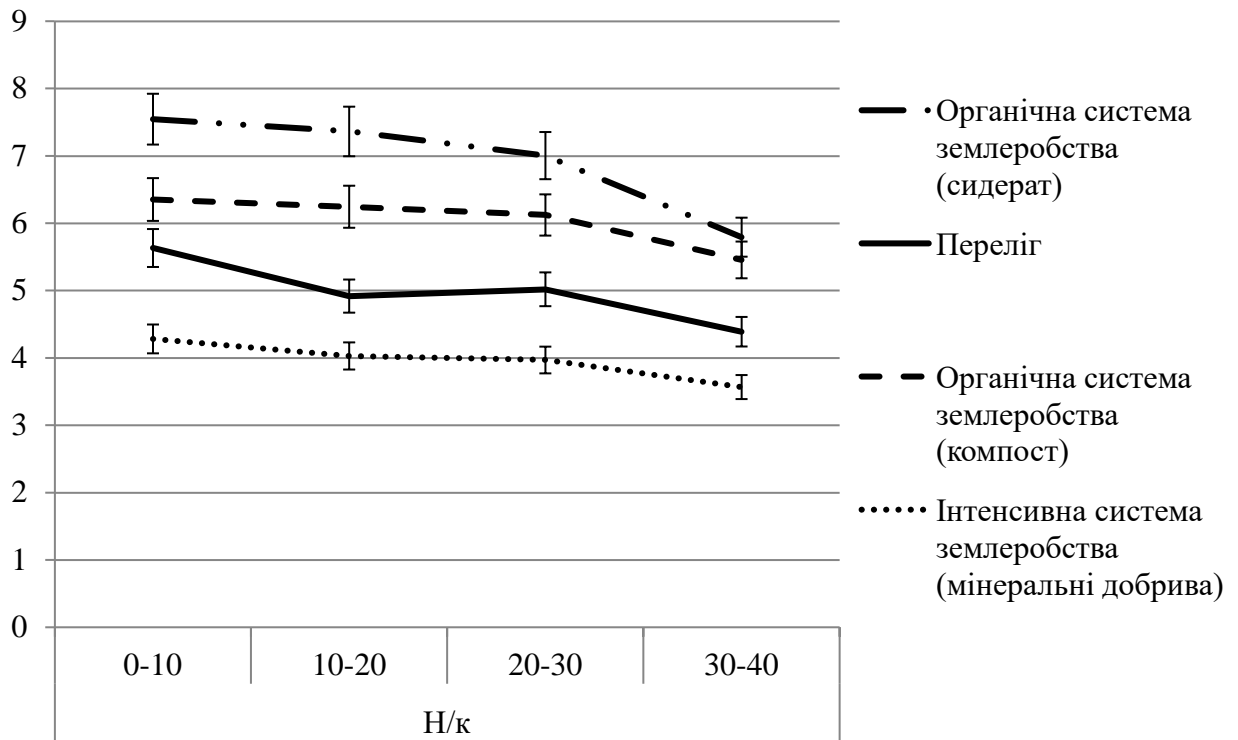


Рис. 4.16 Активність ферменту каталаза у чорноземах типових за різних систем землеробства, $\text{cm}^3 \text{O}_2$ на 1 г ґрунту за 1 хв

НІР₀₅ (А – варіант) – 0,29, НІР₀₅ (В – глибина) – 0,28 (дод. Д.1).

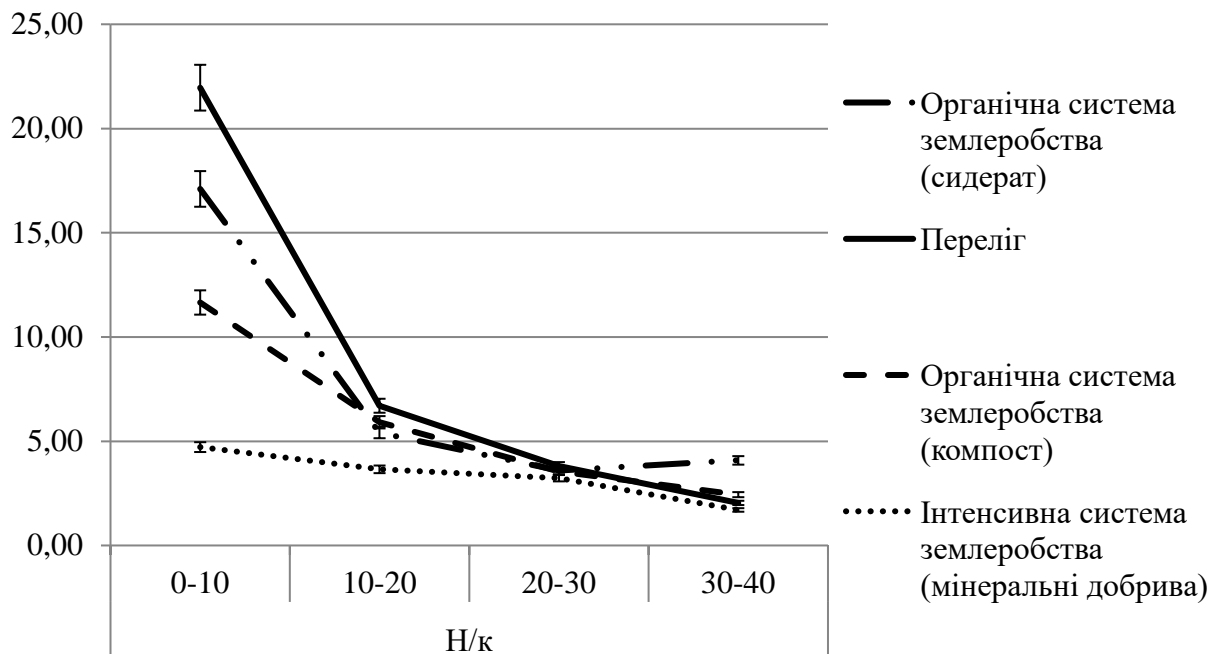


Рис. 4.17 Активність ферменту протеаза у чорноземах типових за різних систем землеробства, мг гліцину на 1 г ґрунту за добу

НІР₀₅ (А – варіант) – 0,76, НІР₀₅ (В – глибина) – 0,74 (дод. Д.5).

Активність дегідрогенази (КФ 1.1.1:1.2.1:1.4.1). Дегідрогенази каталізують реакції відщеплення водню, тобто дегідратації органічних речовин, також беруть участь у ряді окисно-відновних реакцій, зокрема перетворенні азоту. При цьому субстратами дегідратації можуть бути різні вуглеводи, органічні кислоти, амінокислоти, спирти, гумінові кислоти тощо.

Усі варіанти мають високий рівень дегідрогеназної активності у 0–10-сантиметровому шарі (рис. 4.18). Виключення становить варіант ІСЗ, що має середній рівень. З глибиною активність дегідрогенази падає. Також варто відмітити істотне підвищення активності дегідрогенази в ґрунті варіанту ІСЗ у шарах 20–30 і 30–40 см порівняно з рештою ґрунтів, це пов'язано з особливостями обробітку ґрунту (перевертанням скиби). Максимальне значення активності дегідрогенази зафіксовано в чорноземі перелогового варіанту в шарі 0–10 см і становить 12,37 мг ТФФ на 10 г ґрунту за добу, а найнижче значення – у варіанті ОСЗ сидерат у шарі 30–40 см і становить 4,28 мг ТФФ на 10 г ґрунту за добу.

Активність целюлази (КФ 3.2.1.4). Целюлоза є домінуючим компонентом рослинних решток і органічних добрив, розкладання якої є одним з основних ланок у циклі перетворення органічних сполук у ґрунті [259]. Окрім того, мікробна мінералізація безазотистих органічних речовин в орному шарі, як досить тривалий і енергоємний природний деструктивний процес, є одним з наймасштабніших у педосфері, відіграє дуже важливу роль у колообігу вуглецю. Загалом розвиток целюлозоруйнівних мікроорганізмів різко підвищується за попадання до ґрунту рослинних решток, що призводить до мікробної іммобілізації мінерального азоту (в тому числі і добрив). Крім того, з процесом деструкції целюлозних компонентів безпосередньо пов'язано утворення гумусових речовин ґрунту і формування ґрунтової структури. Тому вивчення активності целюлази має настільки ж важливе значення, як і вивчення ферментів, що трансформують сполуки азоту в ґрунті.

Аналізуючи отримані дані (рис. 4.19) відмітимо слабку ферментативну

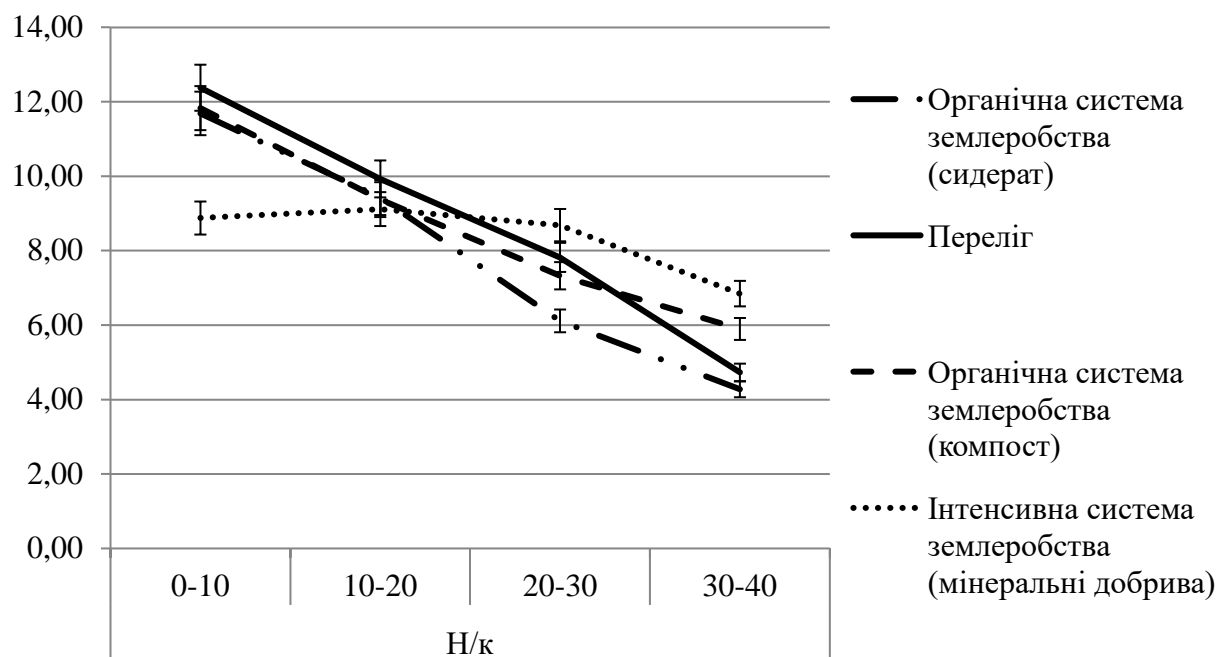


Рис. 4.18 Активність ферменту дегідрогеназа у чорноземах типових за різних систем землеробства, мг ТФФ на 10 г ґрунту за добу
 $НІР_{05}$ (А – варіант) – 0,51, $НІР_{05}$ (В – глибина) – 0,49 (дод. Д.4).

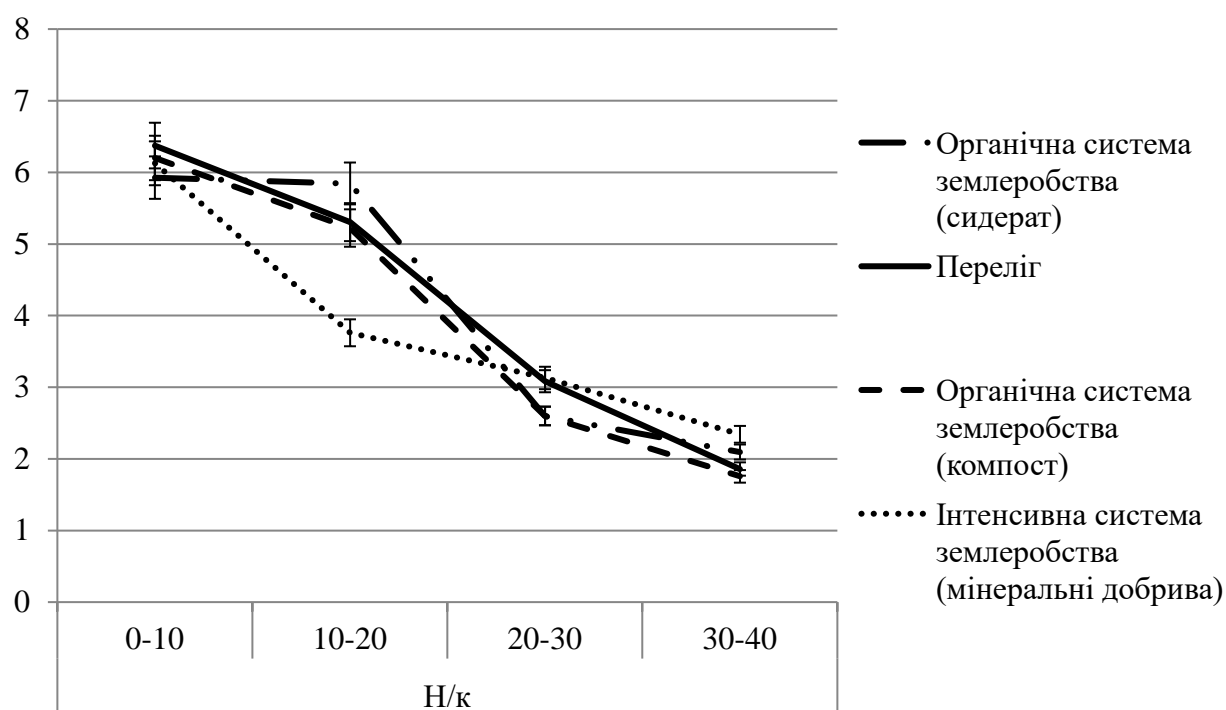


Рис. 4.19 Активність ферменту целюлаза у чорноземах типових за різних систем землеробства, мкг глюкози на 1 г ґрунту за 7 діб
 $НІР_{05}$ (А – варіант) – 0,43, $НІР_{05}$ (В – глибина) – 0,42 (дод. Д.6).

целюлозоруйнуючу активність у всіх досліджуваних ґрунтах. Найбільшими значеннями характеризується чорнозем перелогу (6,37 мкг глюкози на 1 г ґрунту за 7 діб у 0–10-сентиметровому шарі й 1,86 мкг глюкози на 1 г ґрунту за 7 діб у шарі 30–40 см), а найменшими – чорнозем за інтенсивної системи землеробства (6,13–2,34 мкг глюкози на 1 г ґрунту за 7 діб). Також цікавим фактом є підвищення активності целюлази в шарі 10–20 см варіанта ОСЗ сидерат. Характерною ознакою варіанта ІСЗ є значне падіння, порівняно з рештою варіантів, целюлазної активності в шарі 10–20 см і підвищення в шарах 20–30 і 30–40 см, що пов'язано з особливостями обробітку ґрунту, а саме періодичним застосуванням глибокої оранки і чизелювання.

Отже, сільськогосподарське використання ґрунтів призводить до значних змін показників біологічної активності. Характер і ступінь вираження цих змін залежать від системи землеробства, сезону і глибини відбору. Це ще раз підтверджує значну чутливість показників ферментативної активності ґрунту до будь-якого антропогенного впливу.

Отримані дані свідчать про зменшення активності таких ферментів як: інвертаза, протеаза, дегідрогеназа і целюлаза за умов агрогенного використання чорноземів типових. Однак активність уреазі і каталази зростає в ґрунтах ОСЗ. Активність ензимів з глибиною змінюється у відповідності до вмісту органічної речовини та мікробіологічної активності, тобто активність ґрунтових ензимів з глибиною знижується. Лише у випадку ІСЗ внаслідок перемішування й перевертання скиби (оранки) спостерігається вирівнювання показників у шарі 0–30 см. Особливістю варіанта ІСЗ є не типове підвищення активності уреазі на глибині 10–20 см, що є наслідком внесення карбаміду. Внесення органічних добрив у варіантах ОСЗ (особливо використання сидерату) підвищує активність усіх досліджуваних ензимів порівняно із ґрунтом варіанту ІСЗ.

За допомогою кореляційного аналізу вибірки даних виявлено вплив чисельності колембол на активність целюлази, а орибатид на активність інвертази. Виявлено істотні кореляційні зв'язки між основними

агрохімічними показниками й активністю інвертази та дегідрогенази. Також зафіксовано вплив на активність дегідрогенази, інвертази і целюлази таких груп мікроорганізмів як: мікроміцети, актиноміцети, амоніфікуючої й амілолітичної мікробіоти. Однак варто відмітити, що на активність дегідрогенази більший вплив має оліготрофна мікробіота, а актиноміцетам характерні значні кореляційні зв'язки з каталазною активністю чорноземів.

Проаналізувавши отримані у ході наших досліджень дані слід відмітити посилення впливу актиноміцетів і оліготрофної мікробіоти у ґрунтах агроценозів, що в свою чергу спричинює підвищення активності оксидредуктаз і відповідно посилення впливу окисно-відновних реакцій на процеси ґрунотворення.

Висновки до розділу 4

Агрогенні ґрунти характеризуються зменшенням у 2–3 рази кількості ногохвісток з одночасним збільшенням чисельності панцирних кліщів порівняно з перелоговою ділянкою, де у 0–10-сантиметровому шарі ґрунту зафіксовано 101 екз./дм³ ногохвісток і 43 екз./дм³ панцирних кліщів). Внесення органічних добрив, особливо сидератів, у чорноземах за умов застосування органічної системи землеробства сприяє збільшенню чисельності колембол і орибатид порівняно із чорноземом за інтенсивної системи землеробства. Чисельність колембол у 0–10-сантиметровому шарі становила: ОСЗ (сидерат) – 50 екз./дм³, ОСЗ (компост) – 55 екз./дм³, ІСЗ – 50 екз./дм³, а орибатид: ОСЗ (сидерат) – 125 екз./дм³, ОСЗ (компост) – 75 екз./дм³, ІСЗ – 82 екз./дм³.

Чорноземи, що обробляються характеризуються зменшенням чисельності мікроміцетів (у 0–10-сантиметровому шарі: переліг – 5,39 тис. КУО/1 г с. г., ОСЗ (сидерат) – 2,75 тис. КУО/1 г с. г., ОСЗ (компост) – 3,06 тис. КУО/1 г с. г., ІСЗ – 3,20 тис. КУО/1 г с. г.) і навпаки збільшенням кількості актиноміцетів (у 0–10-сантиметровому шарі: переліг – 16,06 тис. КУО/1 г с. г., ОСЗ (сидерат) – 25,43 тис. КУО/1 г с. г., ОСЗ (компост) – 21,52 тис. КУО/1 г с. г., ІСЗ – 14,02 тис. КУО/1 г с. г.) та амілолітичної

мікробіоти (у 0–10-сантиметровому шарі: переліг – 1,78 млн КУО/1 г с. г., ОСЗ (сидерат) – 2,84 млн КУО/1 г с. г., ОСЗ (компост) – 2,08 тис. КУО/1 г с. г., ІСЗ – 1,55 тис. КУО/1 г с. г.).

Ґрунти, що знаходяться в обробітку характеризуються істотно вищим коефіцієнтом мінералізації й іммобілізації порівняно з перелогом, де у 0–40-сантиметровому шарі коефіцієнт коливався в межах від 0,65 до 1,02. Найвищі значення коефіцієнту мінералізації й іммобілізації за усіма глибинами зафіксовано в ґрунті за органічної системи землеробства з використанням сидерату (у 0–40-сантиметровому шарі значення змінювалися від 1,07 до 1,42). Підвищення чисельності актиноміцетів, а також посилення ролі активності оксидоредуктаз, свідчить про істотний вплив окисно-відновних реакцій на процеси ґрунтоутворення агроценозів. Високі значення коефіцієнта оліготрофності свідчать про зменшення кількості легкодоступних елементів живлення у 0–10-сантиметровому шарі чорнозему варіанта інтенсивної системи землеробства.

Ґрунти за умов інтенсивної системи землеробства характеризуються зниженням активності ензимів (у 0–10-сантиметровому шарі активність каталази становила $4,28 \text{ см}^3 \text{ O}_2$ на 1 г ґрунту за 1 хв, інвертази – 15,92 мг глюкози на 1 г ґрунту за добу, уреазы – 13,71 мг NH_3 на 10 г ґрунту за добу, дегідрогенази – 8,88 мг ТФФ на 10 г ґрунту за добу, протеази – 4,72 мг гліцину на 1 г ґрунту за добу, целюлази – 6,13 мкг глюкози на 1 г ґрунту) порівняно з чорноземом за органічної системи землеробства і, особливо, перелогової ділянки, де у 0–10-сантиметровому шарі ґрунту активність каталази становила $5,63 \text{ см}^3 \text{ O}_2$ на 1 г ґрунту за 1 хв, інвертази – 35,83 мг глюкози на 1 г ґрунту за добу, уреазы – 14,62 мг NH_3 на 10 г ґрунту за добу, дегідрогенази – 12,37 мг ТФФ на 10 г ґрунту за добу, протеази – 21,96 мг гліцину на 1 г ґрунту за добу, целюлази – 6,37 мкг глюкози на 1 г ґрунту. Активність інвертази, целюлази, протеази і дегідрогенази за органічної системи землеробства також нижча ніж під перелогом (за умов застосування сидерату у шарі 0–10 см активність інвертази становила 29,89 мг глюкози на

1 г ґрунту за добу, целюлази – 5,93 мкг глюкози на 1 г ґрунту, протеази – 17,1 мг гліцину на 1 г ґрунту за добу, дегідрогенази – 11,68 мг ТФФ на 10 г ґрунту за добу, тоді як за умов застосування компосту значення активності становили: інвертази – 22,47 мг глюкози на 1 г ґрунту за добу, целюлази – 6,2 мкг глюкози на 1 г ґрунту, протеази – 11,65 мг гліцину на 1 г ґрунту за добу, дегідрогенази – 11,83 мг ТФФ на 10 г ґрунту за добу), однак активність уреаз та каталази навпаки підвищується: у шарі 0–10 см активність уреаз становила: компост – 16,07, сидерат – 25,61 мг NH_3 на 10 г ґрунту за добу, а активність каталази – 6,35 і 7,54 $\text{cm}^3 \text{O}_2$ на 1 г ґрунту за 1 хв.

Основні результати наукових досліджень, висвітлені у цьому розділі опубліковано в працях [260, 261, 262, 263, 264].

РОЗДІЛ 5

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ҐРУНТОВО-БІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ЧОРНОЗЕМАХ ТИПОВИХ

З розвитком технологій і обчислювальних машин все активніше застосовуються математико-статистичні методи для обробки отриманих даних і для моделювання складних систем, зокрема процесів ґрунотворення за участю ґрунтової біоти, а також спроби прогнозування їх розвитку [265–269].

Відштовхуючись від мети роботи, сформулюємо робочі гіпотези:

- 1) ґрунти, що обробляються (агрогенні), розвиваються за специфічним ґрунотворним процесом, дещо відмінним від природного (степового);
- 2) ґрунти за органічної й інтенсивної систем землеробства характеризуються різною спрямованістю ґрунтових біологічних процесів.

За результатами загальної статистики відмітимо, що отримані дані мають розподіл близький до нормального, це дає нам підстави для подальшого їх аналізу. Згідно проведеного кореляційного аналізу відібрано 25 з 50 показників, це зроблено для відсікання даних, що мають дуже слабкі кореляційні зв'язки, або знаходяться у функціональній залежності і не підлягають подальшому математико-статистичному аналізу (додаток А).

Багатофакторним дисперсійним аналізом (додатки Б–Д), проведеним за апробованими методиками [270, 271], встановлено статистично значимі зв'язки ($p < 0,05$) між варіантами, глибиною відбору зразків і більшістю результативних ознак. Однак зафіксовано відсутність істотної різниці за багатьма показниками у перехідних горизонтах і материнській породі, що свідчить про генетичну спорідненість обраних для дослідження ґрунтів. Це спонукало нас на більш детальне дослідження змін у гумусовому горизонті й розробку вищезазначених гіпотез, щодо еволюції чорноземів типових. З огляду на відсутність достовірної різниці між варіантами й глибинами 60–70, 90–100 і 140–150 см за більшістю показниками мікробіологічної і ферментативної активності (окрім дегідрогеназної), а також чисельністю

мікроартропод, було прийнято рішення зменшити кількість індивідуальних зразків ґрунту з метою оптимізації процесу наукового дослідження.

Факторний аналіз. Одним із важливих питань у багатопараметричних дослідженнях ґрунтів є проблема визначення головних, базових параметрів, чисельність яких може бути істотно меншою від початкової кількості показників [272]. Факторний аналіз дозволяє виявити взаємозв'язки між різними показниками, зменшивши таким чином число параметрів для опису даних (за умови збереження адекватності їх опису), що дозволяє значно знизити витрати на відбір і аналіз проб ґрунтових зразків і надати більш якісні пояснення явищ.

На основі факторного аналізу (рис. 5.1 і 5.2) нами було реалізовано алгоритм, що дозволяє з усіх ґрунтових характеристик виділити основні, за допомогою яких можна визначати інші, за відповідними регресійними моделями.

На засадах методу головних компонент, шляхом ортогонального обертання матриці отримано п'ять факторів, що пояснюють 80,5 % дисперсії досліджуваних змінних (дод. Е.1). Вимірювання адекватності вибірки (КМО), або так званий Tests Kaiser-Meyer-Olkin становить 0,89.

Рівняння факторів після обертання методом Equimax

1) $0,234185 * \text{Catalase} + 0,681753 * \text{Invertase} + 0,465551 * \text{Urease} + 0,394355 * \text{Dehydrogenase} + 0,641595 * \text{Protease} + 0,450238 * \text{Cellulase} + 0,0127143 * \text{PGA} + 0,466005 * \text{SAA_akt} + 0,44857 * \text{SAA} + 0,0193907 * \text{MPA} + 0,195004 * \text{ASH} + 0,0233462 * \text{HA} + 0,0418808 * \text{NA} + 0,600078 * \text{Collembola} + 0,639689 * \text{Oribatida} + 0,0257393 * \text{Cond} - 0,228443 * \text{pH salt} - 0,0479414 * \text{Na}^+ + 0,174141 * \text{Ca}^{2+} + 0,857346 * \text{K}^+ + 0,233104 * \text{H hydr.} + 0,0581572 * \text{N} + 0,468044 * \text{P} + 0,776314 * \text{K} + 0,273579 * \text{Humus}$

2) $0,144951 * \text{Catalase} + 0,377528 * \text{Invertase} + 0,524211 * \text{Urease} + 0,372446 * \text{Dehydrogenase} + 0,0692763 * \text{Protease} + 0,491981 * \text{Cellulase} + 0,551661 * \text{PGA} + 0,243837 * \text{SAA_akt} + 0,686282 * \text{SAA} + 0,911774 * \text{MPA} + 0,358258 * \text{ASH} + 0,938838 * \text{HA} + 0,489356 * \text{NA} + 0,0234549 * \text{Collembola} +$

0,171292*Oribatida + 0,042742*Cond -0,0639357*pH salt -0,0622119*Na+ -
 0,0405373*Ca²⁺ + 0,107383*K⁺ + 0,258102*H hydr. -0,0631766*N +
 0,493494*P + 0,145079*K + 0,363625*Humus

3) 0,108397*Catalase + 0,169504*Invertase -0,294142*Urease +
 0,441856*Dehydrogenase + 0,359511*Protease + 0,283367*Cellulase +
 0,638746*PGA + 0,576191*SAA_akt + 0,294477*SAA + 0,232484*MPA +
 0,811096*ASH + 0,169574*HA + 0,72761*NA + 0,188679*Collembola +
 0,168978*Oribatida -0,401448*Cond + 0,0137505*pH salt -0,230949*Na+
 +0,217377*Ca²⁺ + 0,0589219*K⁺ + 0,0357451*H hydr. + 0,865309*N +
 0,26722*P + 0,0661262*K + 0,321337*Humus

4) 0,863779*Catalase + 0,444724*Invertase + 0,48986*Urease +
 0,455656*Dehydrogenase + 0,469534*Protease + 0,399057*Cellulase +
 0,181034*PGA + 0,264588*SAA_akt + 0,171461*SAA + 0,0790073*MPA +
 0,0548986*ASH + 0,00222966*HA + 0,148952*NA + 0,251847*Collembola +
 0,124809*Oribatida -0,063211*Cond + 0,101025*pH salt -0,610286*Na+
 +0,70495*Ca²⁺ + 0,186367*K⁺ -0,181112*H hydr. + 0,298439*N + 0,426997*P
 + 0,333626*K + 0,683672*Humus

5) -0,208774*Catalase + 0,264206*Invertase + 0,188458*Urease +
 0,449627*Dehydrogenase -0,0646432*Protease + 0,0824123*Cellulase +
 0,163219*PGA + 0,0187718*SAA_akt + 0,0584657*SAA + 0,123527*MPA +
 0,124593*ASH + 0,0748951*HA + 0,220129*NA + 0,282926*Collembola +
 0,286834*Oribatida -0,817944*Cond -0,918186*pH salt -0,627415*Na+ -
 0,0908647*Ca²⁺ + 0,148485*K⁺ + 0,855519*H hydr. + 0,232199*N +
 0,355406*P + 0,248623*K + 0,328256*Humus

Фактори визначали за найбільшим значенням (за модулем) коефіцієнтів. Рівняння факторів свідчать про певну спорідненість (взаємозв'язок) таких показників як: 1) чисельності мікрофауни, активності інвертази і протеази з умістом калію; 2) чисельності амілолітичної, амоніфікуючої, олігокарбофільної мікробіоти, активності уреазы, целюлази і

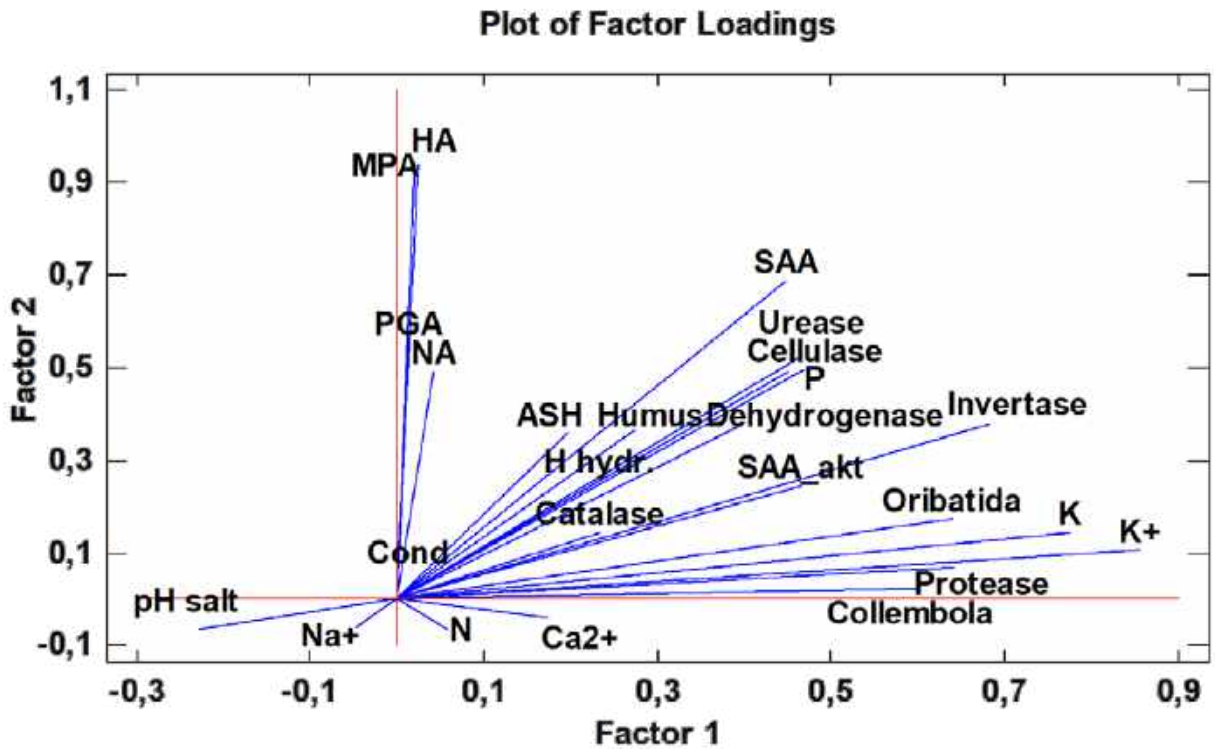


Рис. 5.1 Графічне відображення коефіцієнтів факторного навантаження за всіма змінними (25 показників) відносно Factor 1 і 2

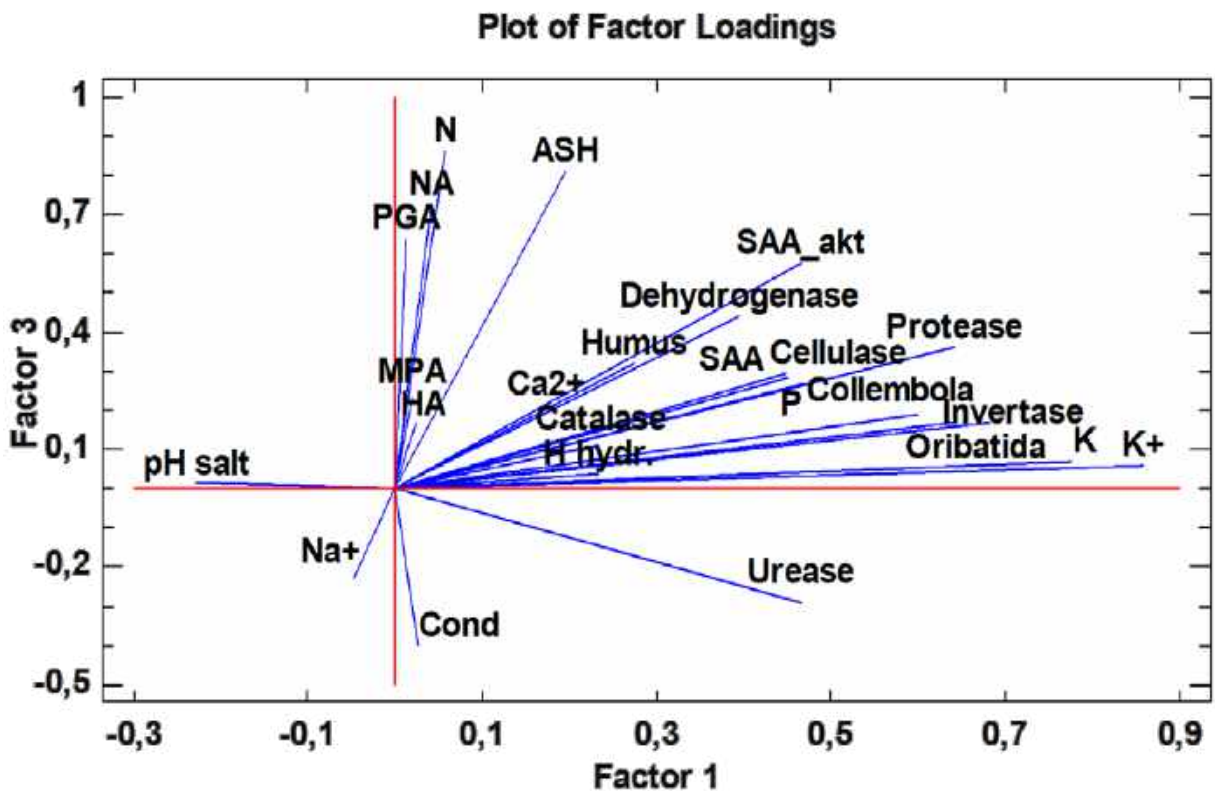


Рис. 5.2 Графічне відображення коефіцієнтів факторного навантаження за всіма змінними відносно Factor 1 і 3

вмістом фосфору; 3) чисельності грибів, актиноміцетів, олігонітрофільної, гуматрозкладаючої мікробіоти і вмістом легкогідролізного азоту; 4) активності каталази, дегідрогенази, вмістом кальцію і гумусу; 5) кислотно-основними властивостями, електропровідністю і вмістом натрію. Згідно цих даних виділено п'ять факторів (дод. Е.3) з різним інформаційним навантаженням та направленням, які можна *умовно* назвати:

Factor 1 розклад рослинних решток мікрофауною

Factor 2 розклад легкодоступних органічних сполук (так званий бактеріальний розклад рослинних решток)

Factor 3 розклад складних органічних сполук (так званий грибний розклад рослинних решток)

Factor 4 окисно-відновні реакції

Factor 5 реакція ґрунтового розчину

Згідно дод. Е.4 у варіантах органічної системи землеробства найбільший вплив у верхній частині ґрунтового профілю навесні має бактеріальний розклад легкодоступної органіки (фактор 2), тоді як влітку і восени – розклад органічної речовини мікрофауною і грибами (фактори 1 і 3). У материнській породі проявляється вплив окисно-відновних реакцій (фактор 4). Варіант перелогу має подібну сезонну тенденцію однак четвертий фактор починає проявляти свій вплив уже з перехідних горизонтів. В орному чорноземі (ІСЗ) найбільший вплив мають рН й окисно-відновні реакції (п'ятий і четвертий фактори).

У результаті факторного аналізу показників біологічної активності чорноземів (рис. 5.3 та 5.4) отримано три фактори наближеної диференціації, що характеризують різні процеси розкладу рослинних решток, але вони не дають чіткого розподілу і виділення впливу систем землеробства на спрямованість процесів ґрунотворення.

Дисперсія даних дозволяє провести факторний аналіз з високим відсотком достовірності $KMO=0,85$. На базі методу головних компонент,

шляхом ортогонального обертання матриці методом Equimax серед показників біологічної активності виявлено три фактори, що пояснюють 66,4 % дисперсії вибірки даних (дод. Е.3).

Рівняння факторів після обертання

1) $-0,0495319 * \text{Catalase} + 0,197606 * \text{Invertase} - 0,123982 * \text{Urease} + 0,457178 * \text{Dehydrogenase} + 0,0887796 * \text{Protease} + 0,346157 * \text{Cellulase} + 0,744176 * \text{PGA} + 0,344876 * \text{SAA_akt} + 0,600907 * \text{SAA} + 0,832065 * \text{MPA} + 0,694672 * \text{ASH} + 0,864686 * \text{HA} + 0,707975 * \text{NA} - 0,0115971 * \text{Collembola} + 0,243242 * \text{Oribatida}$

2) $0,232032 * \text{Catalase} + 0,829073 * \text{Invertase} + 0,713833 * \text{Urease} + 0,625961 * \text{Dehydrogenase} + 0,711949 * \text{Protease} + 0,630957 * \text{Cellulase} + 0,272379 * \text{PGA} + 0,234571 * \text{SAA_akt} + 0,262003 * \text{SAA} + 0,154342 * \text{MPA} - 0,0447918 * \text{ASH} + 0,0376275 * \text{HA} - 0,0320164 * \text{NA} + 0,706543 * \text{Collembola} + 0,429458 * \text{Oribatida}$

3) $0,779786 * \text{Catalase} + 0,308418 * \text{Invertase} + 0,122013 * \text{Urease} + 0,236435 * \text{Dehydrogenase} + 0,32102 * \text{Protease} + 0,275041 * \text{Cellulase} + 0,252882 * \text{PGA} + 0,789935 * \text{SAA_akt} + 0,568257 * \text{SAA} + 0,22231 * \text{MPA} + 0,500284 * \text{ASH} - 0,106616 * \text{HA} + 0,529001 * \text{NA} - 0,0492296 * \text{Collembola} + 0,202458 * \text{Oribatida}$

Згідно отриманих рівнянь виділяємо три групи показників, що характеризуються тісними кореляційними зв'язками: 1) чисельність усіх мікроорганізмів, що досліджувалися за виключенням актиноміцетів; 2) чисельність мікроартропод і активність інвертази, протеази, целюлази, дегідрогенази, уреази; 3) чисельність актиноміцетів і активність каталази. Отримані фактори умовно можна назвати:

Factor 1 мікробіологічний розклад рослинних решток

Factor 2 ферментативний розклад органічних речовин

Factor 3 окисно-відновні реакції

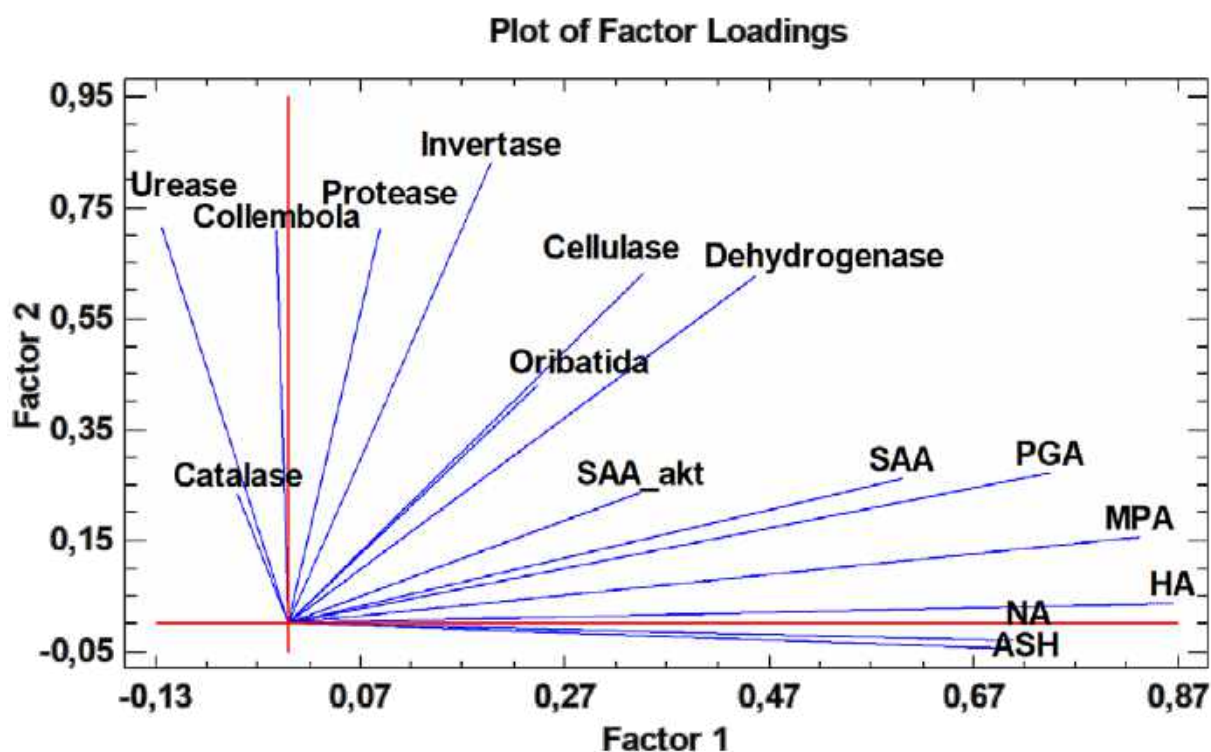


Рис. 5.3 Графічне відображення коефіцієнтів факторного навантаження за змінними потенційної біологічної активності ґрунту (15 показників) відносно Factor 1 і 2

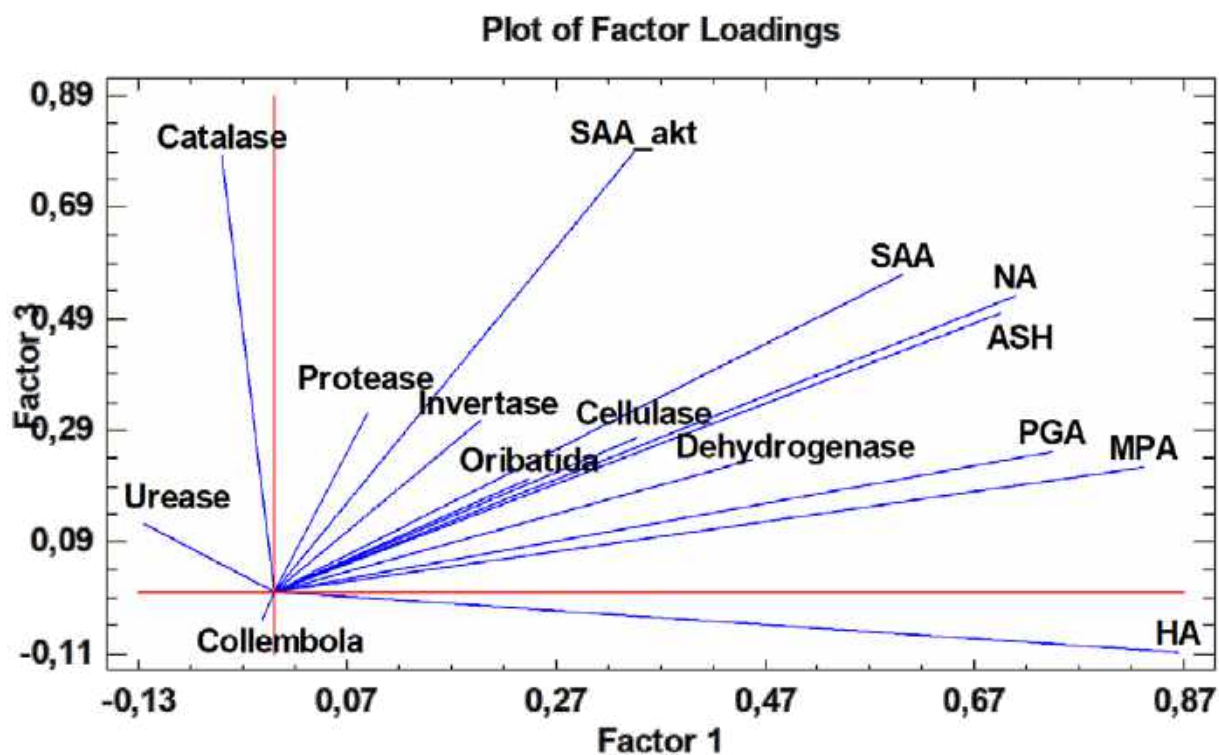


Рис. 5.4 Графічне відображення коефіцієнтів факторного навантаження за змінними потенційної біологічної активності ґрунту відносно Factor 1 і 3

Варто відмітити цікаві закономірності прояву виділених факторів за окремими зразками і сезонами дод. Е. Так, у 2018 р. найвагомим фактором у 0–20-сантиметровій товщі був фактор 1 тобто мікробіологічний розклад рослинних решток. Зразки відібрані з решти глибин засвідчили про більш вагомий вплив ґрунтових ферментів (фактор 2).

Істотною різницею між варіантами був прояв третього фактору, тобто окисно-відновних реакцій в осінніх зразках у варіанті ІСЗ. Що стосується зразків ґрунту відібраних у 2019 і 2020 роках відмічаємо посилення прояву окисно-відновних реакцій (фактор 3) в усіх оброблюваних ґрунтах порівняно з перелогом.

Для більш поглибленого розуміння вектора розвитку (еволюції) чорноземних ґрунтів за різного використання було застосовано процедуру кластерного аналізу.

Кластерний аналіз. Результати кореляційного і факторного аналізів свідчать про наявність взаємозв'язків кількісних показників складу ґрунту і варіантів систем землеробства є підставою для поглибленого пошуку закономірностей. З метою підтвердження висунутих нами гіпотез та виділення результуючих ознак в однорідні групи за впливом на сукупність показників чорноземів типових було використано метод ієрархічного кластерного аналізу [273, 274, 275]. Кластеризація (виділення однорідних груп) проводилася за методом Варда, використовуючи метрику Сіті-блок для оцінки міжкластерних відстаней (дод. Ж.3).

За результатами аналізу було виділено п'ять кластерів (рис. 5.5):

– до першого кластеру переважно увійшли зразки ґрунту відібрані на варіантах органічної системи землеробства з глибин 0–10 і 10–20 см;

– до другого кластеру увійшли зразки верхнього генетичного горизонту відібрані на перелоговій ділянці і деякі зразки варіантів органічної системи землеробства з глибини 20–30 см, що свідчить про їх схожість й протікання процесів наближених до тих, що і в природних ценозах;

– третій кластер формують зразки, що відібрані з верхніх перехідних горизонтів і материнської породи усіх досліджуваних варіантів, що свідчить про їх генетичну спорідненість (це все чорноземи типові);

– четвертий кластер складається із зразків ґрунту верхнього генетичного горизонту варіантів ОСЗ компост, ІСЗ і перелогу;

– до п'ятого кластеру відносяться зразки відібрані у варіанті ІСЗ з глибин 0–10, 20–30 і 30–40 см, які вирізняють цей ґрунт від решти досліджуваних варіантів.

Кластеризація за показниками біологічної активності (рис. 5.6 дод. Ж.6) виділяє три основні таксона, які за характеристиками наближаються до закономірностей аналізу всієї сукупності ознак. Відмічається розподіл на кластери за системами землеробства, а саме: до першого – здебільшого входять ІСЗ і деякі зразки ОСЗ сидерат, а до третього – переліг і ОСЗ компост.

Dendrogram

Ward's Method, City - Block

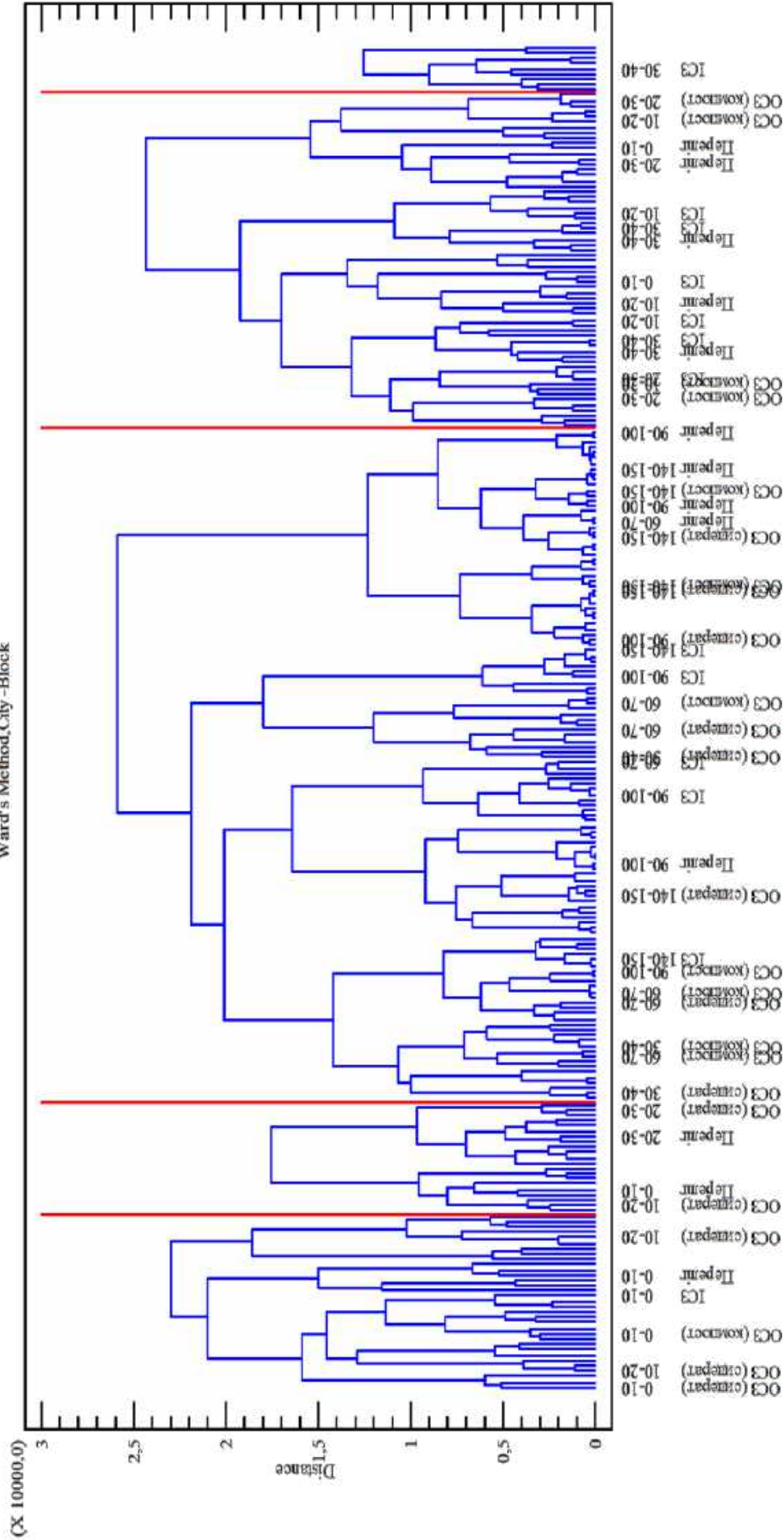


Рис. 5.5 Кластерний аналіз для оцінки міжкластерних відстаней за всіма нормалізованими змінними

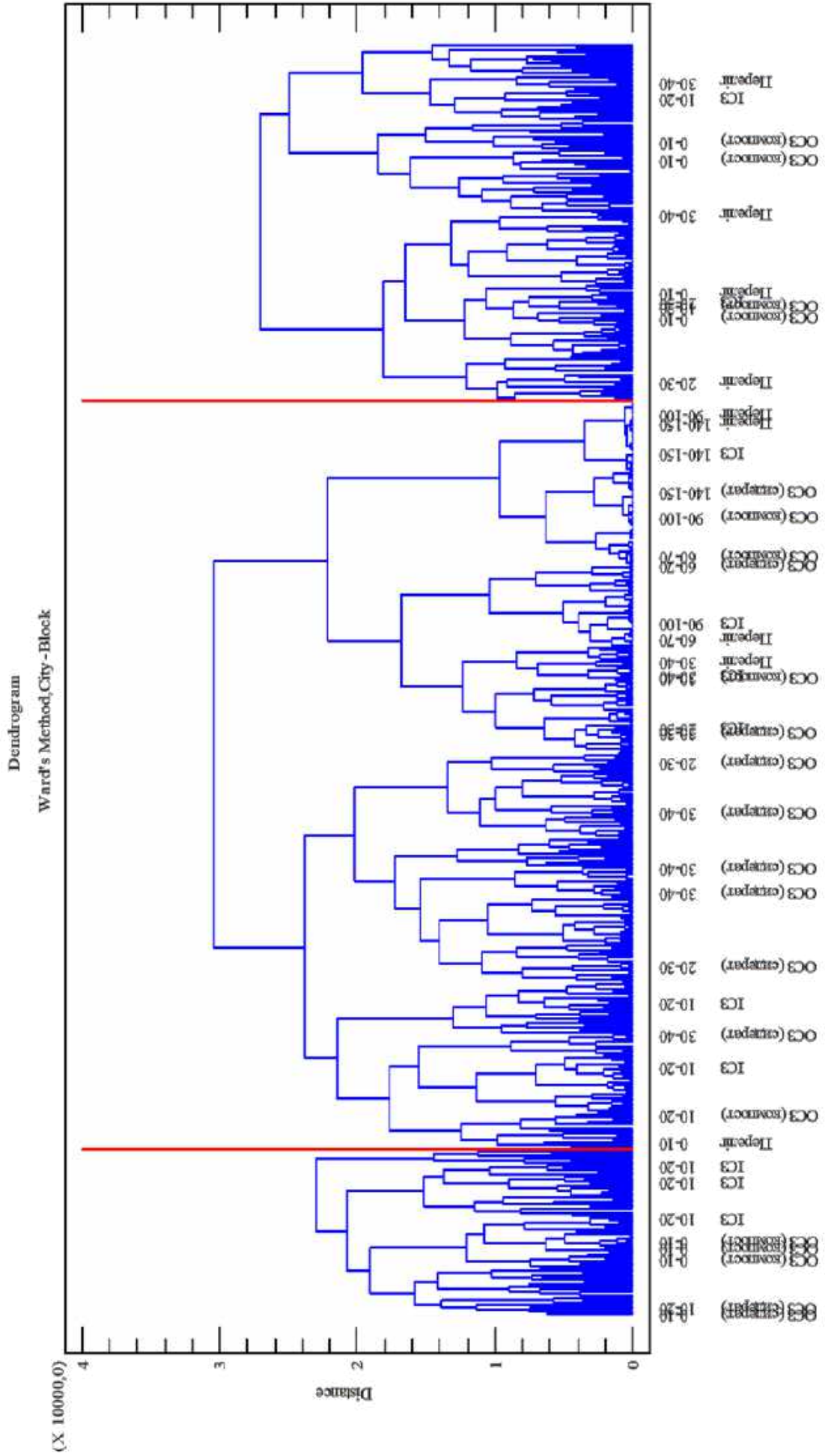


Рис. 5.6 Кластерний аналіз для оцінки міжкластерних відстаней за нормалізованими мікробіологічними показниками

Дискримінантний аналіз. Цей тип аналізу використовується для класифікації варіантів за ознаками, він широко застосовується у світовій практиці дослідження ґрунтів [276, 277, 278]. За результатами такого аналізу (рис. 5.7–5.9) отримано три статистично значимі дискримінантних функції, що описують направленість ґрунтоутворення в чорноземах різного використання. Коефіцієнти канонічної кореляції коливаються від 0,58 до 0,93, що свідчить про велику достовірність отриманих розрахунків (дод. К.1).

У результаті аналізу було відібрано лише ті показники, що суттєво впливають на диференціацію чорноземів різного використання ($F < 4,0$), та визначено нормалізовані коефіцієнти дискримінантних функцій.

Рівняння дискримінантних функцій:

1) $0,157994 * \text{Catalase} - 0,381296 * \text{Urease} - 0,311911 * \text{Dehydrogenase} + 0,377466 * \text{PGA} - 0,357234 * \text{SAA_akt} - 0,277817 * \text{HA} - 0,725441 * \text{NA} + 0,030038 * \text{Cond} + 0,93981 * \text{pH salt} + 1,07104 * \text{Na}^+ - 1,04862 * \text{Ca}^{2+} + 0,456955 * \text{K}^+ - 0,703717 * \text{H hydr.} + 0,8016 * \text{P} - 0,480896 * \text{K} + 2,85751 * \text{Humus}$

2) $1,87045 * \text{Catalase} + 0,402644 * \text{Urease} + 0,0557038 * \text{Dehydrogenase} - 0,412325 * \text{PGA} + 0,532376 * \text{SAA_akt} + 0,421135 * \text{HA} + 0,720911 * \text{NA} + 0,619986 * \text{Cond} + 0,168207 * \text{pH salt} - 1,47258 * \text{Na}^+ - 0,446231 * \text{Ca}^{2+} + 0,706303 * \text{K}^+ + 0,490936 * \text{H hydr.} - 0,525676 * \text{P} - 0,809353 * \text{K} - 2,69764 * \text{Humus}$

3) $0,569438 * \text{Catalase} - 0,908682 * \text{Urease} + 1,55228 * \text{Dehydrogenase} - 1,10641 * \text{PGA} - 0,095817 * \text{SAA_akt} + 0,516369 * \text{HA} + 0,203413 * \text{NA} + 0,41519 * \text{Cond} - 0,565524 * \text{pH salt} + 0,840303 * \text{Na}^+ + 0,428272 * \text{Ca}^{2+} + 0,185119 * \text{K}^+ + 0,35725 * \text{H hydr.} - 0,926152 * \text{P} - 0,838597 * \text{K} + 0,545445 * \text{Humus}$

Коефіцієнти дискримінантних функцій для класифікації систем землеробства вказано в додатку К.2. Таким чином, установлено, що на диференціацію чорноземів типових достовірно впливають лише 16 показників, інші досліджувані показники суттєво не впливають на дискримінацію цього типу ґрунтів. Серед показників найбільш показовими є вміст гумусу, кальцію, натрію, рН, рухомий фосфор і обмінний калій, а серед

біопказників – чисельність гуматрозкладаючих мікроорганізмів, мікроміцетів, активність каталази, дегідрогенази і уреаз.

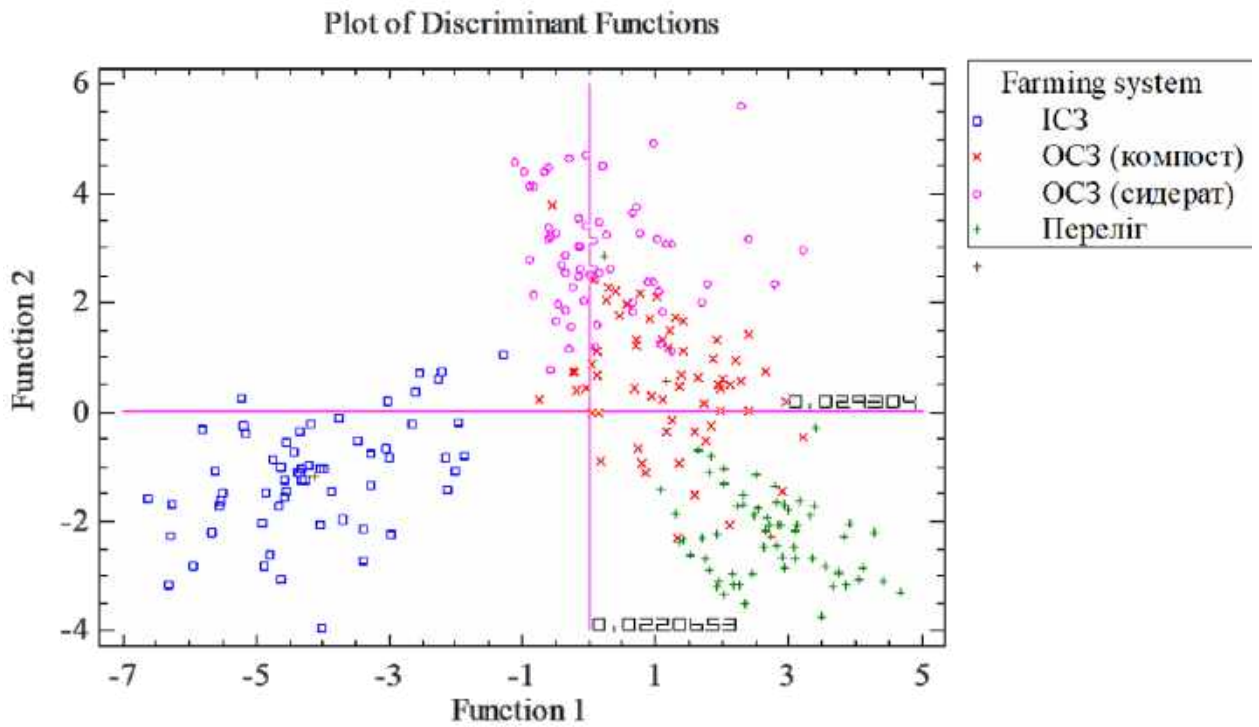


Рис. 5.7 Групування чорноземів типових за системами землеробства (побудований за *Function 1* і *Function 2*)

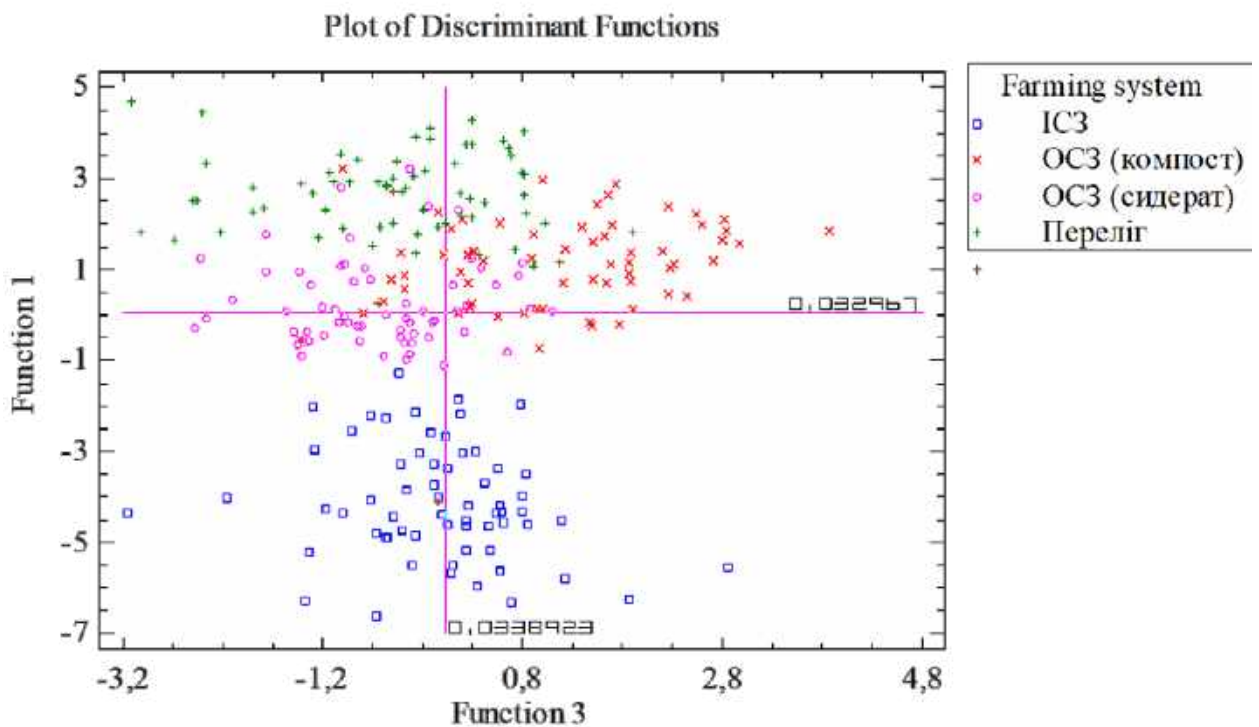


Рис. 5.8 Групування чорноземів типових за системами землеробства (побудований за *Function 1* і *Function 3*)

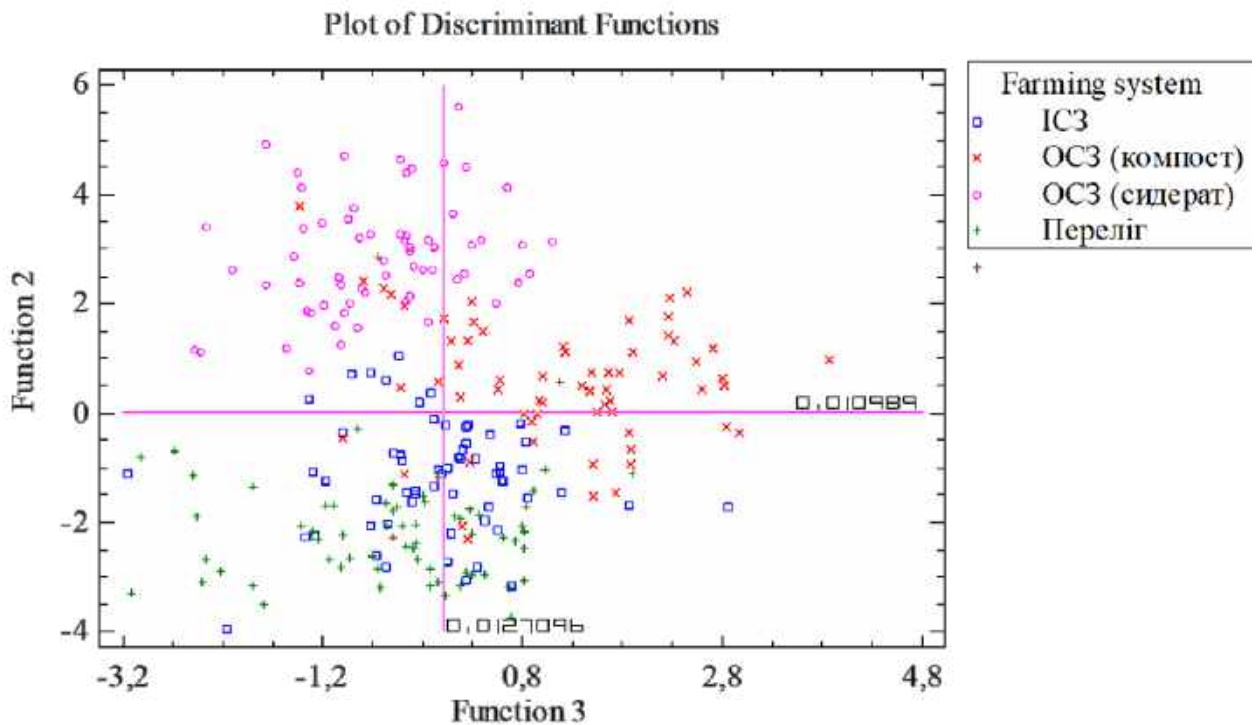


Рис. 5.9 Групування чорноземів типових за системами землеробства (побудований за *Function 2* і *Function 3*)

У результаті виконаної дискримінантної диференціації достовірно класифіковано 94,1 % вибірки даних за типом системи землеробства. Здебільшого помилки в класифікації відбулися зі зразками материнської породи. Згідно рисунків чітко виокремлюються чотири групи показників, що являють собою варіанти ІСЗ, перелігу і ОСЗ. Варіанти ОСЗ компост і ОСЗ сидерат мають певну схожість однак більша частина предикторів все ж таки знаходяться в різних площинах.

Дискримінантний аналіз показників біологічної активності чорноземних ґрунтів (рис. 5.10–5.12) також дає змогу виокремити різні системи землеробства за сукупністю предикторів, однак зі значно меншою достовірністю, так як значення канонічної кореляції зменшилися до значень 0,24–0,73 за умов дотримання статистичної значимості даних $p < 0,05$.

Рівняння дискримінантних функцій:

$$1) 1,03302 * \text{Catalase} + 0,343788 * \text{Urease} - 0,567763 * \text{Dehydrogenase} + 0,227503 * \text{Protease} - 0,346053 * \text{PGA} - 0,484932 * \text{MPA} + 0,280742 * \text{ASH} + 0,504131 * \text{HA} - 0,398958 * \text{Collembola} + 0,0209006 * \text{Oribatida}$$

2) $0,337853 \cdot \text{Catalase} - 0,681677 \cdot \text{Urease} + 0,0231899 \cdot \text{Dehydrogenase} + 0,666935 \cdot \text{Protease} + 0,0159984 \cdot \text{PGA} - 0,554784 \cdot \text{MPA} - 0,214321 \cdot \text{ASH} + 0,717943 \cdot \text{HA} + 0,741564 \cdot \text{Collembola} - 0,851151 \cdot \text{Oribatida}$

3) $0,266271 \cdot \text{Catalase} - 0,434354 \cdot \text{Urease} + 1,18612 \cdot \text{Dehydrogenase} - 0,677315 \cdot \text{Protease} - 0,603386 \cdot \text{PGA} + 0,629841 \cdot \text{MPA} - 0,0744966 \cdot \text{ASH} - 0,491181 \cdot \text{HA} - 0,051398 \cdot \text{Collembola} - 0,52884 \cdot \text{Oribatida}$

Згідно рівнянь функцій найбільш показовими є дані щодо активності каталази і дегідрогенази, чисельності мікроміцетів, олігокарбофільної і амоніфікуючої мікробіоти та мікроартропод.

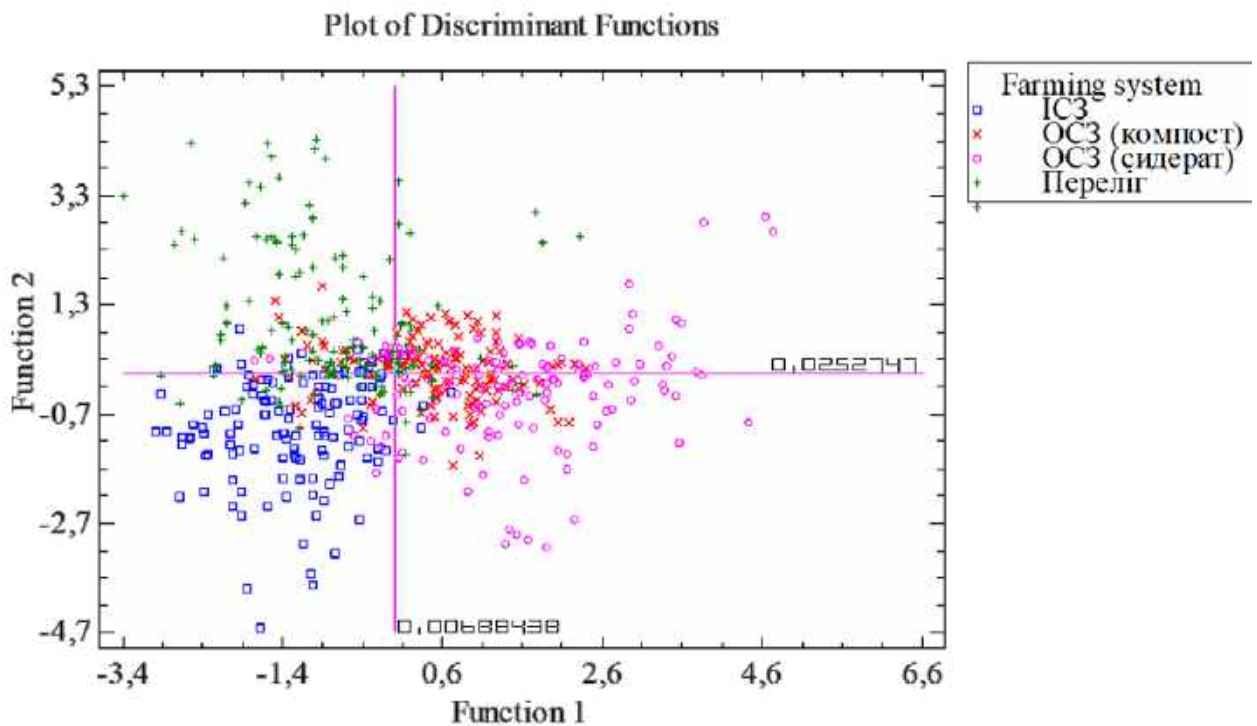


Рис. 5.10 Групування чорноземів типових за системами землеробства на основі показників біологічної активності чорноземів (побудований за *Function 1* і *Function 2*)

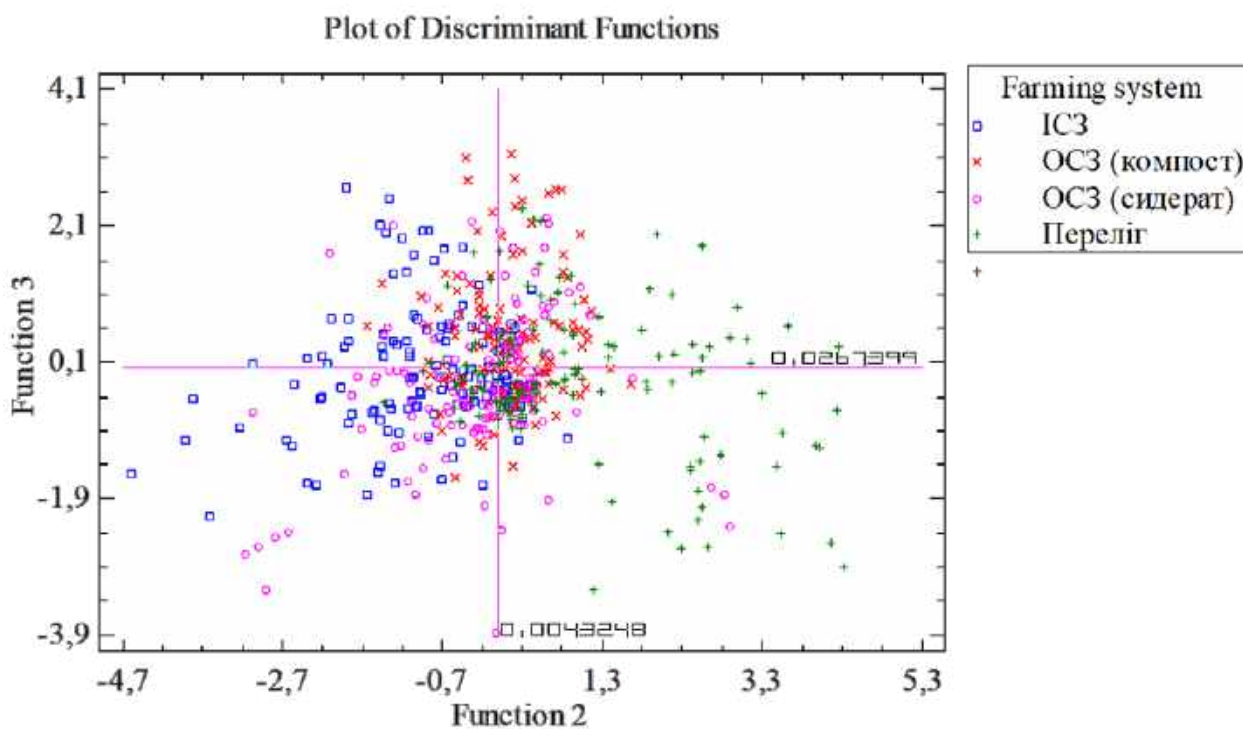


Рис. 5.11 Групування чорноземів типових за системами землеробства на основі показників біологічної активності чорноземів (побудований за *Function 2* і *Function 3*)

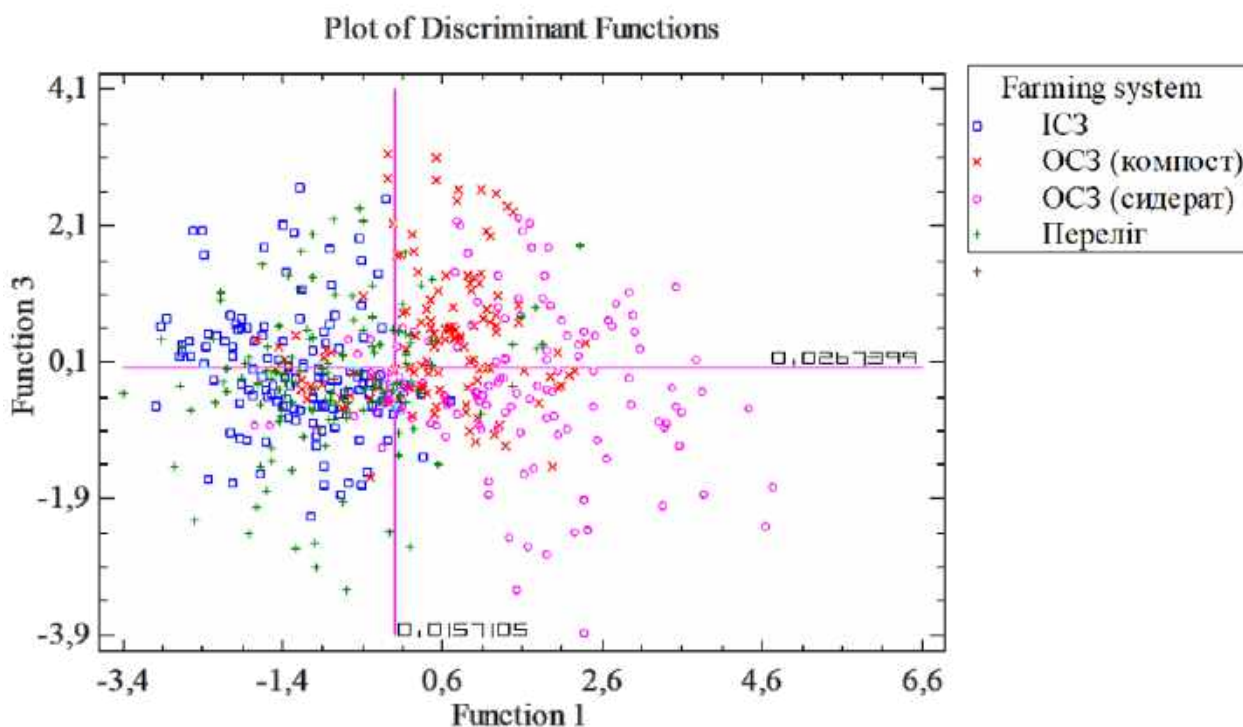


Рис. 5.12 Групування чорноземів типових за системами землеробства на основі показників біологічної активності чорноземів (побудований за *Function 1* і *Function 3*)

У результаті виконаної дискримінантної диференціації достовірно класифіковано 66,5 % вибірки даних за системами землеробства. Здебільшого помилки класифікації відбулися між зразками ОСЗ сидерату і компосту. Згідно вище вказаних рисунків серед скупчення предикторів доволі чітко виокремлюються три групи показників, що являють собою варіанти ІСЗ, перелогу і ОСЗ.

Візуалізація. Отримані результати проілюструємо за допомогою «обличчя Чернова», цей метод дозволяє дослідити складні взаємозв'язки між багатьма змінними і подати результати на інтуїтивно зрозумілому рівні (рис. 5.13). Методика обличчя Чернова полягає у побудові умовного обличчя за даними, отриманими із системи чи процесу, у нашому випадку, це середні значення показників, які використано в дискримінантному аналізі (дод. К), за системами землеробства. Кожен параметр графіка відповідає певній рисі обличчя [279, 280, 281].

Кожна змінна розраховується згідно з масштабним коефіцієнтом, у межах від 1 до 0. Обличчя є двома еліпсами, що накладаються один вище іншого. Точки перетину еліпсів – кути обличчя. Кожне обличчя має рот, ніс, очі та брови. У нашому випадку радіус до кута обличчя вказує на активність каталази (Catalase), кут нахилу по горизонталі – уреази (Urease), розмір обличчя по вертикалі – дегідрогенази (Dehydrogenase), ексцентриситет верхньої частини обличчя вказує на чисельність мікроскопічних грибів (PGA), ексцентриситет нижньої частини обличчя – актиноміцетів (SAA akt), довжина носу – олігокарбофілів (HA), положення рота по вертикалі – мікроорганізмів, що розкладають специфічні органічні речовини (NA), викривлення рота вказує на величину показника електропровідності (Cond), довжина рота – реакцію сольової витяжки (pH salt), розміщення очей по вертикалі водорозчинного натрію (Na^+), поділ очей – водорозчинного кальцію (Ca^{2+}), косоокість – водорозчинного калію (K^+), ексцентриситет очей – гідролітичну кислотність (H hydr), розмір очей – доступного фосфору

(Р), позиція зіниць – обмінного калію (К), вертикальне розміщення бров – уміст гумусу (Humus).

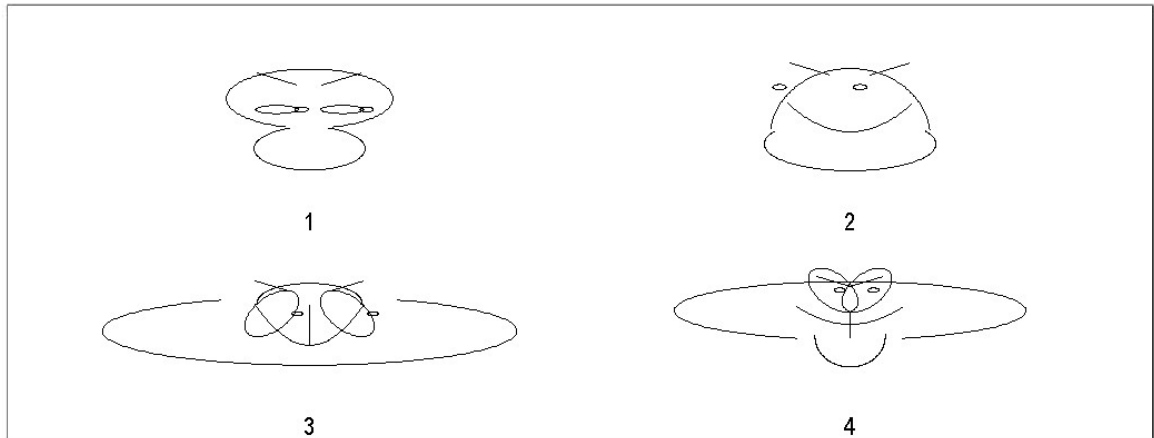


Рис. 5.13 Візуалізація отриманих результатів за показниками біологічної активності й фізико-хімічними властивостями досліджуваних чорноземів: 1 – ІСЗ, 2 – ОСЗ (компост), 3 – ОСЗ (сидерат), 4 – Переліг.

З рисунків видно, що всі чотири досліджуванні ґрунти є відмінними один від одного. Візуально відокремилися чорноземи під перелогом (обличчя чотири) і чорнозем за традиційної системи землеробства (обличчя один). Обличчя два і три мають суттєві відміни, але простежується їх певна спорідненість.

При побудові обличч Чернова за показниками біологічної активності чорноземів (рис. 5.14) програмою було відібрано наступні показники: радіус до кута обличчя вказує на активність каталази (Catalase), кут нахилу по горизонталі – уреазі (Urease), розмір обличчя по вертикалі – дегідрогенази (Dehydrogenase), ексцентриситет верхньої частини обличчя – протеазі (Protease), ексцентриситет нижньої частини обличчя вказує на чисельність мікроскопічних грибів (PGA), довжина носу – амоніфікаторів (MPA), положення рота по вертикалі – олігонітрофілів (ASH), викривлення рота – олігокарбофілів (HA), довжина рота – колембол (Collembola), розміщення очей по вертикалі – орибатид (Oribatida)

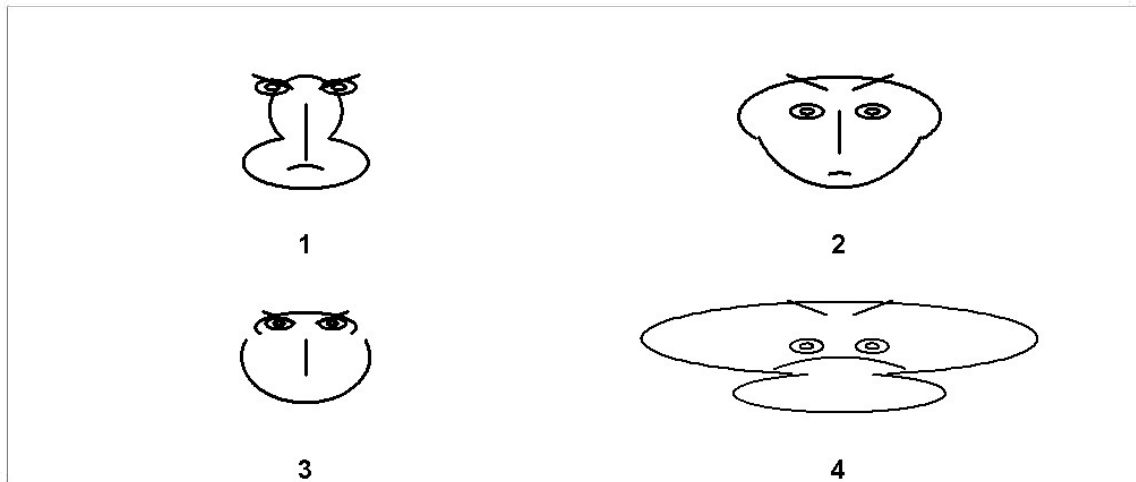


Рис. 5.14 Візуалізація отриманих результатів за показниками біологічної активності чорноземів: 1 – ІСЗ, 2 – ОСЗ (компост), 3 – ОСЗ (сидерат), 4 – Переліг.

Отже згідно рисунку облич Чернова побудованих за показниками біологічної активності чорноземів дозволяють стверджувати про істотні відміни навіть між ґрунтами, що задіяні в органічному землеробстві (обличчя два і три).

Висновки до розділу 5

Математико-статистичний аналіз отриманих даних довів відсутність суттєвої різниці за багатьма показниками у перехідних горизонтах і материнській породі, що свідчить про генетичну спорідненість обраних для дослідження ґрунтів. Математичне моделювання розвитку чорноземних ґрунтів за різних систем землеробства свідчить про істотні зміни у процесах ґрунтоутворення у гумусовому горизонті під впливом господарської діяльності людини і дозволяє виокремити чорноземи, що обробляються від природніх аналогів.

За результатами проведеного багатомірного аналізу (факторний, кластерний і дискримінантний аналізи) було підтверджено нульові гіпотези і проведено деяке їх уточнення, а саме:

- 1) ґрунти, що знаходяться в обробітку (агрогенні) розвиваються за особливим, відмінним від природного (степового) ґрунтотворним процесом та мають відмінності всередині своєї групи;
- 2) ґрунти за органічної й інтенсивної системи землеробства характеризуються різними ґрунтовими біологічними процесами, що дає підстави для подальшого дослідження агрогенного ґрунтотворення.
- 3) ґрунти за органічної системи землеробства залежно від удобрення мають істотні відмінності достатні для їх дискримінації.

За допомогою факторного аналізу доказано, що в агрогенних ґрунтах посилюється процес мінералізації на що вказує посилення активності гідролаз і збільшення впливу фактора окисно-відновних реакцій в процесах ґрунтотворення.

Рекомендується застосування щонайменше 12 показників потенційної біологічної активності для біоіндикації чорноземних ґрунтів.

Основні результати наукових досліджень, висвітлені у цьому розділі опубліковано в працях [282].

РОЗДІЛ 6

БІОДІАГНОСТИКА АГРОГЕННИХ ҐРУНТІВ

Згідно концепції ґрунтового моніторингу, моніторинг це отримання інформації для розробки управлінських рішень щодо стабілізації і поліпшення якості ґрунтів, екологізації землеробства та досягнення стійкого управління ґрунтовим покривом – збереження і відтворення ґрунтової родючості [283, 284]. Земельним кодексом України передбачено проведення моніторингу ґрунтового покриву як основи практичних заходів щодо екологічного оздоровлення ґрунтів [285]. Моніторинг і розробка заходів щодо збереження і відтворення родючості ґрунтів не можлива без виявлення першопричин деградаційних змін. Відтак першочергово необхідно розкрити питання, щодо утворення ґрунту і ґрунотворних процесів, що протікають в ньому.

За умов розорювання цілинних і перелогових чорноземів відбувається зміна ЕґП, які обумовлюють формування агрогенних ґрунтів, а саме: зникають два важливих елементарних ґрунотворних процесів – повстиноутворення і дерниноутворення, натомість з'являються нетипові процеси такі як агротурбація, утворення орного горизонту і так званої плужної підшви, акумулятивні процеси змінюються штучно-акумулятивними, також відбувається підкислення й агротехнічна дефляція. Однак подальший розвиток агрогенних ґрунтів малодосліджений і не може бути розшифрованим на основі теорії ЕґП. Відтак необхідно шукати інші шляхи для діагностики змін у процесах ґрунотворення чорноземних ґрунтів, особливо за різних систем землеробства.

Українські вчені В. П. Патика [286], Г. О. Іутинська [287], В. М. Писаренко [288], О. В. Шерстобоева [289] та ін. висловлюють думку, що мікробіологічні показники ґрунту є найбільш інформативними і чутливими й повинні враховуватися при проведенні моніторингу ґрунтів. Адже для оцінки стану біогеоценозу біомоніторинг є більш інформативним,

ніж визначення фізичних і хімічних параметрів стану ґрунтів, оскільки зміна набору ЕП у агрогенних ґрунтах практично миттєво віддзеркалюється на їх біологічній активності. Це визначається здатністю живих організмів швидко реагувати на будь-які зміни, які протікають у ґрунтах. Але в Україні загальноприйнятої системи біомоніторингу ґрунтів природних і антропогенно змінених ґрунтів не розроблено. З огляду на проблеми збалансованого природокористання досі відсутня система біодіагностичних критеріїв біохімічних і мікробіологічних процесів, за якою проводилася б оцінка й моніторинг ґрунтових змін і явищ, а також розробка заходів їх усунення. У наукових роботах запропоновані окремі критерії екологічного оцінювання агротехнологій [290–295].

Однак існує складність у використанні більшості мікробіологічних показників, що перш за все пов'язано з їхньою значною просторовою і часовою мінливістю, а також інтерпретацією експериментальних даних, отриманих різними методами [296–302].

Для виявлення трендів розвитку агрогенних ґрунтів нами вивчалася протягом трьох років динаміка (весна–літо–осінь) показників чисельності мікроартропод, еколого-трофічного угруповання мікроорганізмів і ферментативної активності чорноземів типових. Така велика чисельність показників не дозволяє провести повноцінний аналіз даних без використання методів багатовимірного статистичного аналізу. На основі якого ми виділили найбільш інформативних 12 з 19 показників біологічної активності (чисельності ногохвісток і панцирних кліщів, мікроскопічних грибів, актиноміцетів, амоніфікуючої, олігонітрофільної і олігокарбофільної мікробіоти, активність каталази, дегідрогенази, уреазі і протеазі) для діагностики змін у процесах ґрунтоутворення чорноземних ґрунтів агроценозів. Наприклад зменшення чисельності колембол і збільшення чисельності орибатид виявлене в агрогенних ґрунтах свідчить про зникнення степової повстини і зміну рослинного покриву, що за даними інших авторів характерно для лісових ценозів і порушених ґрунтів [75, 82, 83]. Також варто

відмітити, що зарубіжні дослідники активно досліджують не лише чисельність, а й видове різноманіття і аналізують видову структуру біоценозів [303–305].

Дані бактеріологічного посіву ґрунтової суспензії на щільні елективні поживні середовища вказують на переважання бактеріальної мікрофлори. Також у ході наших досліджень виявлено, що агрогенні ґрунти характеризуються у 1,5–2,0 рази меншою кількістю мікроміцетів, а за органічного землеробства, особливо застосування сидератів, зростає чисельність амілолітичної мікробіоти (сидерати, 0–10 см – 2,84 млн КУО на 1 г сухого ґрунту). Кількість аеробної мікробіоти різко зменшується з глибини 20–30 см, але в умовах інтенсивної системи землеробства фіксується зменшення чисельності мікроорганізмів у шарі ґрунту 0–10 см і збільшення їх кількості в шарі ґрунту 20–30 см порівняно з іншими варіантами. Це відбувається через оранку та змішування різних шарів ґрунту з рослинними залишками.

Оскільки найбільш адекватну оцінку мікробіологічних процесів у ґрунті висвітлює співвідношення різних еколого-трофічних груп мікроорганізмів слід відмітити, що ґрунти які знаходяться в обробітку (агрогенні) характеризуються вищим коефіцієнтом мінералізації й іммобілізації порівняно із перелогом.

Коефіцієнт оліготрофності свідчить про посилення ролі оліготрофної мікробіоти в ґрунотворних процесах агроценозів, що відмічають і інші дослідники [306]. Майже однакові значення цього коефіцієнта чорноземів варіантів перелогу й органічної системи землеробства (0,93–0,99) може свідчити про активні акумулятивні процеси у 0–20-сантиметровій товщі. У варіанті інтенсивної системи землеробства спостерігається зменшення кількості легкодоступних поживних речовин у 0–10-сантиметровому шарі ($C_{\text{olig}}=1,53$) і навпаки збільшення в шарі 30–40 см ($C_{\text{olig}}=0,62$).

Однак, останнім часом, популярними стають дослідження видового різноманіття і структури мікробного ценозу генетичними методами, що

безсумнівно є величезним кроком у дослідженні мікробного пулу ґрунтів [307, 308].

Отримані нами дані, щодо активності ґрунтових ензимів, свідчать про зниження активності таких ферментів як інвертаза, протеаза, дегідрогеназа та целюлаза за умов сільськогосподарського використання чорноземів типових порівняно з перелогом. Проте, за органічного землеробства активність уреаз та каталази значно вища, ніж у ґрунті перелогу. Активність ферментів з глибиною знижується. Лише за інтенсивної системи землеробства в результаті перемішування та перевертання скиби (оранки) відбувається вирівнювання показників на глибині 0–30 см. Особливістю системи інтенсивного землеробства є нетипове підвищення активності уреаз на глибині 10–20 см (14,6 мг NH_3 на 10 г ґрунту за 24 години), що є наслідком внесення сечовини. Застосування органічних добрив у варіантах органічної системи землеробства (особливо використання сидератів) підвищує активність усіх ферментів, що досліджувалися, порівняно з ґрунтом варіанту інтенсивної системи землеробства.

З огляду на виявлені у ході статистичного аналізу даних, особливості біологічної активності чорноземів, які знаходяться в обробітку, слід наголосити на інформативності таких біопоказників як: активність каталази дегідрогенази і чисельності актиноміцетів.

Ферменти класу оксидредуктаз (в їх числі каталаза і дегідрогеназа) які беруть участь в окисно-відновних процесах відіграють важливу роль у процесах синтезу, ресинтезу і мінералізації гумусових речовин, а від так є важливим компонентом ферментативного пулу ґрунтів і чудовим індикатором біохімічних реакцій, що протікають у ґрунті [309, 310].

Очевидно, що актиноміцети з їх потужним ферментним апаратом також являються дуже інформативним показником стану ґрунту, оскільки вони не лише беруть участь в розкладі рослинних решток, а й є продуцентами біологічно активних речовин, антибіотиків, амінокислот, пігментів тощо [311].

Ці показники є досить показовими однак також потребують перевірки інформативності в просторовому і часовому відношенні, а також за різного антропогенного навантаження на різних типах ґрунтів [312].

Висновок до розділу 6

Процеси ґрунтотворення орних і перелогових чорноземів істотно різняться, однак чорноземи, що знаходяться в обробітку мають однаковий набір ЕГП. Це спонукало нас на пошук нових діагностичних ознак які розкриють різницю в трендах розвитку чорноземних ґрунтів за різних систем землеробства. У ході досліджень з'ясовано, що основною діагностичною ознакою ґрунтів, які знаходяться в обробітку є посилення ролі «окисно-відновних реакцій» (Factor 3: активність каталази, дегідрогенази і чисельність актиноміцетів) у процесах ґрунтотворення.

Отже, факторний і дискримінантний аналізи засвідчили, що для індикації чорноземних ґрунтів можна застосовувати 12 показників біологічної активності.

Біомоніторингові дослідження ґрунтового покриву (особливо чорноземних ґрунтів) доцільно проводити на основі комплексного методологічного підходу, який включає комплекс параметричних біодіагностичних критеріїв за допомогою профільно-генетичного і порівняльно-географічного підходу. Це сприятиме якісній та всебічній діагностиці спрямування ґрунтотворних процесів, а також оцінці та раціональному використанню ґрунтів України, як незамінного засобу сільськогосподарського виробництва.

Основні результати наукових досліджень, висвітлені у цьому розділі опубліковано в працях [313].

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі на основі комплексного аналізу морфогенетичних, агрохімічних і біологічних показників, теоретично обґрунтовано та практично підтверджено існування істотної різниці в трендах розвитку чорноземів типових Лівобережного Лісостепу України за умов різних систем землеробства. Органічне землеробство порівняно з інтенсивною системою землеробства сприяє покращенню ряду фізико-хімічних і біологічних показників чорноземних ґрунтів.

1. Інтенсивна система землеробства порівняно з органічною системою призводить до зменшення вмісту елементів живлення у шарі 0-10 см, а також обмінно-увібраного кальцію (до рівня 19,6 мг-екв/100 г ґрунту), гумусу (4,13 %) і підвищення гідролітичної кислотності (до рівня 3,15 мг-екв/100 г ґрунту) у гумусо-акумулятивному горизонті.

2. Агрогенне використання чорноземів призводить до зменшення чисельності колембол у 0–10-сантиметровому шарі ґрунту в 2–3 рази (ОСЗ (сидерат) – 50 екз./дм³, ОСЗ (компост) – 55 екз./дм³, ІСЗ – 50 екз./дм³) порівняно з варіантом перелогу (101 екз./дм³). Чисельність орибатид, навпаки, зростає у варіантах чорноземів, що обробляються (ОСЗ (сидерат) – 125 екз./дм³, ОСЗ (компост) – 75 екз./дм³, ІСЗ – 82 екз./дм³, переліг – 43 екз./дм³).

3. Агрогенні ґрунти характеризуються меншою чисельністю мікроміцетів і більшою чисельністю актиноміцетів й амілолітичної мікробіоти. Чисельність мікроскопічних грибів у варіантах чорноземів, що обробляються у 0–10-сантиметровому шарі становила: ОСЗ (сидерат) – 2,75 тис. КУО/1 г с. г., ОСЗ (компост) – 3,06 тис. КУО/1 г с. г., ІСЗ – 3,20 тис. КУО/1 г с. г., натомість у варіанті перелогу цей показник становив 5,39 тис. КУО/1 г с. г.. Порівняно з перелоговою ділянкою, де чисельність актиноміцетів коливалася в межах від 3,63 тис. КУО/1 г с. г. у шарі 30–40 см до 16,06 тис. КУО/1 г с. г. у 0–10-сантиметровому шарі ґрунту, чорноземи, що знаходяться в обробітку характеризувалися підвищенням їх чисельності

до рівня: ОСЗ (сидерат) – 4,32–25,43 тис. КУО/1 г с. г., ОСЗ (компост) – 5,28–21,52 тис. КУО/1 г с. г., ІСЗ – 5,73–14,02 тис. КУО/1 г с. г.. Крім цього, в агроценозах, підвищується і чисельність амілолітичної мікробіоти: ОСЗ (сидерат) – від 0,42 млн КУО/1 г с. г. у шарі 30–40 см до 2,84 млн КУО/1 г с. г. у шарі 0–10 см, ОСЗ (компост) – від 0,44 до 2,08 млн КУО/1 г с. г., ІСЗ – від 0,49 до 1,55 млн КУО/1 г с. г..

4. Для чорнозему типового перелогової ділянки характерний значно нижчий коефіцієнт мінералізації-імобілізації (КАА/МПА), який у гумусовому горизонті коливався у межах 0,65 – 1,02, що значно нижче значень зафіксованих в чорноземах інших варіантів: за інтенсивної системи землеробства 0,95–1,17 і за органічної системи землеробства 1,07–1,42 – (сидерат) і 0,96–1,09 – (компост).

5. Чорнозем за інтенсивної системи землеробства характеризується зниженням ферментативної активності порівняно із чорноземом перелогової ділянки. У 0–10-сантиметровому шарі ґрунту варіанта ІСЗ активність каталази становила 4,28 см³ О₂ на 1 г ґрунту за 1 хв, інвертази – 15,92 мг глюкози на 1 г ґрунту за добу, уреазі – 13,71 мг NH₃ на 10 г ґрунту за добу, дегідрогенази – 8,88 мг ТФФ на 10 г ґрунту за добу, протеази – 4,72 мг гліцину на 1 г ґрунту за добу, целюлази – 6,13 мкг глюкози на 1 г ґрунту, тоді як під перелогом значення цих показників істотно вищі: активність каталази – 5,63 см³ О₂ на 1 г ґрунту за 1 хв, інвертази – 35,83 мг глюкози на 1 г ґрунту за добу, уреазі – 14,62 мг NH₃ на 10 г ґрунту за добу, дегідрогенази – 12,37 мг ТФФ на 10 г ґрунту за добу, протеази – 21,96 мг гліцину на 1 г ґрунту за добу, целюлази – 6,37 мкг глюкози на 1 г ґрунту. За органічної системи землеробства за умови внесення компосту і застосування сидерату активність таких ферментів як протеази, інвертази, целюлази і дегідрогенази також менша ніж на перелозі, однак активність уреазі і каталази істотно зросла, відповідно активність уреазі становила 16,07 і 25,61 мг NH₃ на 10 г ґрунту за добу, каталази – 6,35 і 7,54 см³ О₂ на 1 г ґрунту за 1 хв.

6. За результатами математико-статистичного аналізу отриманих даних з'ясовано, що основною діагностичною ознакою ґрунтів, які знаходяться в обробітку є посилення ролі «окисно-відновних реакцій» (Factor 3: активність каталази, дегідрогенази і чисельність актиноміцетів) у процесах ґрунтотворення і доказано, що агрогенні ґрунти розвиваються за особливим, відмінним від природного ґрунтотворним процесом та мають відмінності всередині своєї групи.

7. За допомогою дискримінантного аналізу доведено існування істотної різниці між усіма варіантами чорноземних ґрунтів, що досліджувалися. У результаті виконаної дискримінантної диференціації, на основі 16 з 25 показників де $F < 4,0$, достовірно класифіковано 94,1 % вибірки даних за фактором системи землеробства. Дискримінантний аналіз показників біологічної активності (на основі 10 з 15 показників де $F < 4,0$) чорноземних ґрунтів виокремлює різні системи землеробства і достовірно класифікує 66,5 % вибірки даних за умов дотримання статистичної значимості даних $p < 0,05$.

8. Агрогенні чорноземи принципово відрізняються від природних (цілинних) та постагрогенних аналогів (перелогів) за набором ЕГП, але виявлення трендів подальшої еволюції агрогенних ґрунтів можливе лише з використанням біодіагностичних показників. Для індикації цих змін у чорноземних ґрунтах за різних систем землеробства доказано інформативність дванадцяти показників біологічної активності, а саме: чисельність ногохвісток і панцирних кліщів, мікроміцетів, актиноміцетів, амілолітичної, амоніфікуючої, олігокарбофільної і олігонітрофільної мікробіоти, активність каталази, дегідрогенази, уреазы і протеазы.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Для індикації змін у процесах ґрунтотворення агрогенних чорноземів рекомендується застосовувати дванадцять найбільш інформативних показників біологічної активності, а саме: чисельність колембол і орибатид, мікроміцетів, актиноміцетів, амілолітичної, амоніфікуючої, олігонітрофільної і олігокарбофільної мікробіоти, активність каталази, дегідрогенази, уреазі і протеази.

2. Для коригування біологічної активності і спрямованості біохімічних реакцій у ґрунті агроєкосистем проводити агроєкологічне оцінювання агротехнологій і будь-яких технологічних заходів із використанням вищезазначених біодіагностичних показників.

3. Задля збереження та відтворення родючості чорноземних ґрунтів рекомендується перехід на органічну систему землеробства, або впровадження окремих її елементів, зокрема внесення органічних добрив у нормі 20 т/га перегною, а також використання вики ярої в якості сидерату.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Національна доповідь про стан родючості ґрунтів України. Київ: ТОВ ВІК ПРИНТ, 2010. 111 с.
2. FAO. A protocol for measurement, monitoring, reporting and verification of soil organic carbon in agricultural landscapes – GSOC-MRV Protocol. Rome, 2020. DOI: 10.4060/cb0509en.
3. FAO and ITPS. Global assessment of the impact of plant protection products on soil functions and soil ecosystems, Rome: FAO, 2017. 40 pp
4. Тихоненко Д. Г. Елементарні ґрунтові процеси (ЕҐП) при акумулятивному ґрунтоутворенні. Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва. Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів». Харків: ХНАУ ім. В.В. Докучаєва, 2011. № 1. С. 18–21.
5. Медведев В. В. Структура почвы (методы, генезис, классификация, эволюция, география, мониторинг, охрана). Харьков: «13 типография», 2008. 406 с.
6. Гельцер Ю. Г. Показатели биологической активности в почвенных исследованиях. Почвоведение. Москва, 1990. № 9. С. 47–60.
7. Сибирцев Н. М. Почвоведение. Санкт-Петербург, 1900. Вып. 1. 130 с.
8. Коссович П. С. Основы учения о почве. Генезис почв, почвенные классификации, почвы пустынь и сухих степей и черноземные почвы. Санкт-Петербург: Альтшулера, 1911. Ч. 2, Вып. 1. 273 с.
9. Гемерлинг В. В. О генезисе почв степного типа почвообразования. Почвоведение. Москва, 1936. № 4. С. 530–539.
10. Гедройц К. К. Почвенный поглощающий комплекс и почвенные поглощенные катионы как основа генетической классификации. Носовка: Носов. с.-х. опытной станции, 1927. Вып. 47. 111 с.

-
11. Вильямс В. Р. Почвоведение: в 4 вып. Ледниковые наносы Европейской России и почвенный возраст страны. Тундровая почвенная зона. Почвенный покров лесо-луговой зоны. 1919. Вып. 3. С. 232–582.
 12. Неуструев С. С. Почвы и циклы эрозии. Геогр. весник. Петроград, 1922. Т. 1, Вып. 2–3. С. 12–25.
 13. Афанасьев Я. Н. Классификационная проблема в русском почвоведении. Успехи почвоведения: доклад делегатов СССР на I в Вашингтоне. Москва, 1927. С. 50–61.
 14. Фридланд В. М. Проблемы географии, генезиса и класификации почв. Москва: Наука, 1986. 243 с.
 15. Виленский Д. Г. Почвоведение. Москва: Учпедгиздат, 1954. 451 с.
 16. Прасолов Л. И. Почвы СССР: в 3 т. Условия почвообразования и характеристика главнейших типов почв. Москва–Ленинград, 1939. Т. 1. 407 с.
 17. Розанов Б. Г. Схема общей классификации почв мира. *Почвоведение*. Москва, 1982. № 8. С. 121–128.
 18. Роде А. А. Генезис почв и современные процессы почвообразования. Москва: Наука, 1984. 255 с.
 19. Тихоненко Д. Г. Эволюция, систематика и использование лёгких почв юго-запада Русской равнины: автореф. дис. д-ра с.-г. наук: 06.01.03. Харьков, 1983. 41 с.
 20. Медведєв В. В. Новітні властивості антропогенно змінених ґрунтів. Сценарії антропогенної еволюції ґрунтового покриву. Харків: ФОП Бровін О. В., 2017. 161 с.
 21. Носко Б. С. Антропогенна еволюція чорноземів. Харків: 13 типографія, 2006. 239 с.
 22. Impact of climate change and human activity on soil landscapes over the past 12,300 years / Rothacker L. *et al. Scientific Reports*, 2017. Vol. 8. DOI: 10.1038/s41598-017-18603-4.

-
23. Progressive and regressive soil evolution phases in the Anthropocene / Bajard M. *et al.* *Catena*, 2016. Vol. 150. P. 39–52. DOI: 10.1016/J.CATENA.2016.11.001.
24. Agrogenic soil evolution of rice agrolandscapes / Sheudzhen A. *et al.* *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, 2019. Vol. 368. P. 12–44. DOI: 10.1088/1755-1315/368/1/012044.
25. Schnepel C., Potthoff K., Eiter S., & Giani L. Evidence of plaggen soils in SW Norway. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 2014. Vol. 177. P. 638–645. DOI: 10.1002/JPLN.201400025.
26. Compostella C., Trombino L., & Caccianiga M. Late Holocene soil evolution and treeline fluctuations in the Northern Apennines. *Quaternary International*, 2013. Vol. 289. P. 46–59. DOI: 10.1016/J.QUAINT.2012.02.011.
27. Sageidet B. M. Late Holocene land use at Orstad, Jæren, southwestern Norway, evidence from pollen analysis and soil micromorphology. *Catena*, 2009. Vol. 78. P. 198–217. DOI: 10.1016/J.CATENA.2009.05.009.
28. Неуструев С. С. Генезис и география почв. Москва: Наука, 1977. 327 с.
29. Захаров С. А. Курс почвоведения. Москва: Госиздат, 1927. 440 с.
30. Роде А. А. Теоретические проблемы почвоведения и вопросы генезиса почв: избр. труды. Москва: Россельхозакадемии, 2008. Т. 1. 244 с.
31. Герасимов И. П. Генетические, географические и исторические проблемы современного почвоведения. Москва: Наука, 1976. С. 193–215.
32. Розанов Б. Г. Морфология почв. Москва: МГУ, 2004. 433 с.
33. Щеглов Д. И., Брехова Л. И. Процессы почвообразования: учебное пособие. Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2016. 58 с.
34. Тихоненко Д. Г. Агрогенне ґрунтоутворення і класифікація ґрунтів. *Вісн. Харк. нац. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва. Сер. «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів»*, 2010. № 5. С. 5–10.

-
35. Тонха О. Л., Балаєв А. Д., Вітвицький С. В. Біологічна активність і гумусний стан чорноземів Лісостепу і Степу України. Київ: НУБіП України, 2017. 357 с.
36. Пати́ка В. П., Симочко Л. Ю. Мікробіологічний моніторинг ґрунту природних та трансформованих екосистем Закарпаття України. *Мікробіологічний журнал*, 2013. Т. 75, № 2. С. 21–31.
37. Волкогон В. В. Мікробіологічні аспекти оптимізації азотного удобрення сільськогосподарських культур: монографія. Київ: Аграрна наука, 2007. 144 с.
38. Зенова Г. М., Звягинцев Д. Г. Разнообразие актиномицетов в наземных экосистемах. Москва: Издательство МГУ, 2002. 132 с.
39. Гиляров М. С. Зоологический метод диагностики почв. Москва: Наука, 1965. 278 с.
40. Хазиев Ф.Х. Функциональная роль ферментов в почвенных процессах. *Вестник Академии наук Республики Башкортостан*, 2015. № 2 Вип. 78. С. 14–24.
41. Tabatabai M. A., Dick W. A., Burns R. G. (Eds.), Dick R. P. (Eds.) Enzymes in soil. *Enzymes in the Environment: Activity, Ecology and Applications*, 2002. New York: Marcel Dekker. P. 567–596.
42. Bardgett R. D., Usher M. B. Biological diversity and function in soils. Cambridge: Univ. Press, 2005. 505 p.
43. Тонха О. Л., Балаєв А. Д., Піковська О. В. Формування мікробного комплексу чорнозему реградованого за різних систем удобрення. *Науковий вісник НУБіП України. Серія Агронімія*. 2017. № 269 С. 148–153.
44. Гавва Д. В. Агрогенна і постагрогенна еволюція чорноземів питових Лівобережжя Лісостепу України: монографія. Харків: Майдан, 2016. 218 с.
45. Новосад К. Б., Гавва Д. В., Фісунов М. М. Біогенність чорноземів звичайних Українського степового природного заповідника (відділення

«Хомутовський степ»). *Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва. Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів»*. Харків: ХНАУ ім. В.В. Докучаєва, 2009. № 3. С. 110–114.

46. Демиденко О. В. Кореляційні зв'язки фізіологічних груп мікроорганізмів з показниками родючості чорнозему опідзоленого за різних систем удобрення. *Вісник аграрної науки*, 2021. № 4(817). С. 20–27. DOI: 10.31073/agrovisnyk202104-03.

47. Симочко Л. Ю., Симочко В. В., Бігарій І. Й. Спрямованість мікробіологічних процесів у ґрунті агробіогеоценозів при застосуванні різних агрозаходів. *Науковий Вісник Ужгородського університету*. 2010. № 28. С. 47–51.

48. Collins W., Qualset C. Biodiversity in Agroecosystems. CRC Press., 1998. 352 p.

49. FAO. Keep soil alive, protect soil biodiversity. *Global symposium on soil biodiversity*, 19–22 April 2021. Outcome document. Rome, Italy, 2021.

50. Добровольский Г. В. Деградация почв – угроза экологического кризиса. *Век глобализации*, 2008. № 2. С. 54–65.

51. Фрид А. С. Методология оценки устойчивости почв к деградации. *Почвоведение*, 1999. № 3. 399–404.

52. Медведев В. В. Мониторинг почв Украины. Концепция. Итоги. Задачи. Харьков: КП «Городская типография», 2012. 536 с.

53. Балюк С. А. Ґрунтові ресурси України: стан і заходи їх поліпшення. *Вісник аграрної науки*, 2010. № 6. С. 5–10.

54. Brussaard L., De Ruiter P. C., Brown G. G. Soil biodiversity for agricultural sustainability. *Agriculture Ecosys. Environ*, 2007. Vol. 121. P. 233–244.

55. FAO, ITPS, GSBI, CBD and EC. State of knowledge of soil biodiversity. Status, challenges and potentialities. Report. Rome: FAO, 2020. DOI: 10.4060/cb1928en.

56. Чесняк Г. Я. Развитие культурного почвообразовательного процесса в черноземе мощном Лесостепи УССР. *Труды Харьк. с.-х. ин-та*. Харьков, 1973. Т. 185.

57. Чесняк Г. Я., Зинченко М. М., Серокуров Ю. И. Расчет баланса гумуса в почве и доз внесения органических удобрений для его бездефицитного содержания. *Совершенствование агротехнического обслуживания колхозов и совхозов*. Киев: Урожай, 1988. С. 18–36

58. Дегтярьов В. В. Гумус чорноземів лівобережного Лісостепу і Степу України: монографія / за ред. д-ра с.-г. наук, Д. Г. Тихоненка. Харків: Майдан, 2011. 360 с.

59. Голубец М. А. Системный подход к познанию сущности деструкционного процесса в биогеоценозах. *Сб. тр. Разложение растительных остатков в почве*, 1985. С. 12–24.

60. Гиляров М. С., Стриганова Б. Р. Разложение растительных остатков в почве. *Сб. тр. Разложение растительных остатков в почве*, 1985. С. 3–4.

61. David C. Coleman, Mac A. Callaham Jr. and D. A. Crossley Jr. Fundamentals of Soil Ecology. *Academic Press is an imprint of Elsevier*, 2018. P. 96–106.

62. Eldor A. Paul. Soil Microbiology, Ecology, and Biochemistry, *Academic Press is an imprint of Elsevier*, 2015. P. 125–127.

63. Stefanie Maaß, Tancredi Caruso, Matthias C. Rillig. Functional role of microarthropods in soil aggregation. *Pedobiologia*, 2015. Vol. 58, Iss. 2–3, P. 59–63. DOI: 10.1016/j.pedobi.2015.03.001.

64. Culliney T. W. Role of Arthropods in Maintaining Soil Fertility. *Agriculture*, 2013. Vol. 3(4). P. 629–659. DOI: 10.3390/agriculture 3040629.

65. Lakshmi G., Okafor B. N., Visconti D. Soil Microarthropods and Nutrient Cycling. *Environment, Climate, Plant and Vegetation Growth*: collective monograph. Springer, Cham. 2020. P. 453–472 DOI: 10.1007/978-3-030-49732-3_18

66. Bagyaraj D. J., Nethravathi C. J., Nitin K. S. Soil Biodiversity and Arthropods: Role in Soil Fertility. *Economic and Ecological Significance of Arthropods in Diversified Ecosystems*: collective monograph. Springer, Singapore. 2016. P. 17–51 DOI: 10.1007/978-981-10-1524-3_2

67. Soong J., Vandegehuchte M., Horton A.J., Nielsen U., et al. Soil microarthropods support ecosystem productivity and soil C accrual: evidence from a litter decomposition study in the tallgrass prairie. *Soil Biology & Biochemistry*, 2016. Vol. 92. P. 230–238. DOI: 10.1016/J.SOILBIO.2015.10.014.

68. Soong J., Nielsen U. The role of microarthropods in emerging models of soil organic matter. *Soil Biology & Biochemistry*, 2016. Vol. 102, P. 37–39. DOI: 10.1016/J.SOILBIO.2016.06.020.

69. Madhav P. Thakur, Helen R. P. Phillips, Ulrich Brose et al. Towards an integrative understanding of soil biodiversity. *Biol. Rev.*, 2020. Vol. 95. P. 350–364. DOI: 10.1111/brv.12567.

70. Стриганова Б. Р., Козловская Л. С. Современные аспекты изучения процессов разложения растительных остатков в почве. *Разложение растительных остатков в почве*. Москва: Наука, 1985. С. 5–6.

71. Guerra C. A., Heintz-Buschart A., Sikorski J. et al. Blind spots in global soil biodiversity and ecosystem function research. *Nat Commun* 11, Article number 3870, 2020. DOI: 10.1038/s41467-020-17688-2.

72. Меламуд В. В., Рукавець Є. В. Різноманіття ґрунтових мікроартропод природних зон Західного Полісся України. *Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах*: Матеріали VI Міжнар. наук. конф. Дніпропетровськ: ДНУ, 2011. С. 193–195.

73. Kalynovskyi N. The effects of forest site conditions and stands' age on litter microarthropod density and community structure in Zhytomyr Polissya, Northern Ukraine. *Forestry Ideas*, 2014. Bulgaria. Vol. 20, No 1(47). P. 57–66.

74. Калиновський Н. В. Порівняння спільнот безхребетних лісової підстилки у різних районах Житомирського Полісся. *Наук. вісник НЛТУ України*, 2016. Вип. 26.4. С. 72–76.

75. Калиновський Н. В. Ґрунтові безхребетні лісової підстилки. Вплив типу лісорослинних умов на різноманіття та чисельність в умовах Центрального Полісся. *Карантин і захист рослин*, 2009. № 55. С. 26–28.

76. Андриевский В. С. Влияние загрязнения естественных экосистем нефтепродуктами на биоразнообразие и его индикация на примере таксономической группы панцирных клещей. *Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах: IV Міжнар. наук. конф. (м. Дніпропетровськ, 9–12.10.2007 р.)*. Дніпропетровськ, 2007. С. 186.

77. Гиляров М. С. Почвенные беспозвоночные как индикаторы почвенного режима и его изменений под влиянием антропогенных факторов. *Биоиндикация состояния окружающей среды Москвы и Подмосковья*, 1982. Москва. С. 8–12.

78. Стриганова Б. Р. Питание почвенных сапрофагов. Москва, 1980. 242 с.

79. Taskaeva A. A., Mandrik E. A., Konakova T. N. et al. Characteristics of the Microarthropod Communities in Postagrogenic and Tundra Soils of the European Northeast of Russia. *Eurasian Soil Sc*, 2019. Vol. 52. P. 661–670. DOI: 10.1134/S1064229319060127.

80. Ponge J. F., Gillet S., Dubs F., Fedoroff E. et al. Collembolan communities as bioindicators of land use intensification. *Soil Biol. Biochem*, 2003. Vol. 35. P. 813–826. DOI: 10.1016/S0038-0717(03)00108-1.

81. Larsen T., Schjonning P., Axelsen J. The impact of soil compaction on euedaphic Collembola. *Appl. Soil Ecol*, 2004. Vol. 26. P. 273–281. DOI: 10.1016/j.apsoil.2003.12.006.

82. Coulson S. J., Fjellberg A., Melekhina E. N., Taskaeva A. A. et al. Microarthropod communities of industrially disturbed or imported soils in the High Arctic; the abandoned coal mining town of Pyramiden, Svalbard. *Biol. Conserv*, 2015. Vol. 24. P. 1671–1690. DOI: 10.1007/s10531-015-0885-9.

83. Holmstrup M., Damgaard C., Schmidt I., Arndal M. F. et al. Long-term and realistic global change manipulations had low impact on diversity of soil biota in temperate heathland. *Scientific Reports*, 2017. Vol. 7. DOI: 10.1038/srep41388.

84. Emmett B. D., Lévesque-Tremblay V., Harrison M. J. Conserved and reproducible bacterial communities associate with extraradical hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi. *ISME J.*, 2021. DOI: 10.1038/s41396-021-00920-2.

85. José-Miguel Barea, María José Pozo, Rosario Azcón, Concepción Azcón-Aguilar. Microbial co-operation in the rhizosphere. *Journal of Experimental Botany*, 2005. Vol. 56, Iss. 417. P. 1761–1778. DOI: 10.1093/jxb/eri197.

86. Gontia-Mishra I., Sapre S., Sikdar S., Tiwari S. Belowground dialogue between plant roots and beneficial microbes. *Microbiome Stimulants for Crops: Mechanisms and Applications*: collective monograph. 2021. P. 141–158 DOI: 10.1016/B978-0-12-822122-8.00006-6.

87. Волкогон В. В. Асоціативні азотфіксуючі мікроорганізми. *Мікробіол. журн.*, 2000. Вип. 62, № 2. С. 51–68.

88. Revtie-Uvarova A. V. Evaluation of the effect of symbiotic nitrogen fixation on the yield of soybean and nitrogen state of soil. *Агрохімія і ґрунтознавство*, 2019. № 88. С. 79–88. DOI: 10.31073/acss88-11.

89. Методологія і практика використання мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур / В. В. Волкогон, А. С. Заришняк, І. В. Гриник, та ін. Київ: Аграр. наука, 2011. 156 с.

90. Jacoby R., Peukert M., Succurro A., Koprivova A., Kopriva S. The Role of Soil Microorganisms in Plant Mineral Nutrition-Current Knowledge and Future Directions. *Front. Plant Sci.*, 2017. Vol. 8. P. 1617. DOI: 10.3389/fpls.2017.01617.

91. Полянская Л. М., Гейдебрехт В. В., Степанов А. Л., Звягинцев Д. Г. Распределение численности и биомассы микроорганизмов по профилям зональных типов почв. *Почвоведение*, 1995. № 3. С. 322–328.

92. Marinković J., Bjelić D., Vasin J., Tintor B., Ninkov J. The distribution of microorganisms in different types of agricultural soils in the Vojvodina province. *Research Journal of Agricultural Science*, 2012. Vol. 44. P. 73–78.

93. Grządziel J., Furtak K., Galazka A. Community-Level Physiological Profiles of Microorganisms from Different Types of Soil That Are Characteristic to Poland – A Long-Term Microplot Experiment. *Sustainability*, 2018. Vol. 11. P. 56. DOI: 10.3390/SU11010056.

94. Новосад К. Б., Ковалжи Н. І. Вплив різних систем удобрення на еколого-трофічне угруповання мікроорганізмів чорнозему типового південно-східної частини Лісостепу України у вирощуванні суниці садової в умовах крапельного зрошення. *Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва. Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів»*. Харків: ХНАУ ім. В. В. Докучаєва, 2020. № 1. С. 95–101.

95. Малиновська І. М. Просторова структура бактеріальних ценозів сірого лісового ґрунту за різних умов використання. *Сільськогосподарська мікробіологія*, 2017. № 25. С. 36–42. DOI: 10.35868/1997-3004.25.36-42.

96. Андреюк К. І., Іутинська Г. О., Антипчук А. Ф. та ін. Функціонування мікробних ценозів в умовах антропогенного навантаження. Київ: Обереги, 2001. 240 с.

97. Волкогон В. В. Мікробіологічні аспекти відтворення родючості ґрунтів. *Вісник аграрної науки*, 2012. № 9. С. 9–14.

-
98. Волкогон В. В. Мікробіологія у сучасному аграрному виробництві. *Сільськогосподарська мікробіологія*, 2005. Вип. 1-2. С. 6–29.
99. Гадзало Я. М., Патька Н. В., Заришняк А. С. Агробиологія ризосфери рослин: монографія. Київ: Аграр. наука, 2015. 386 с.
100. Новосад К. Б., Ревтьє А. В. Біогенність чорноземів звичайних Приазов'я агрогенного і постагрогенного використання. *Вісник ХНАУ ім. В. В. Докучаєва. Сер. «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів»*. Харків, 2012. № 4. С. 109–115.
101. Красюк Л. М. Вплив основної обробки та гербіцидів на біологічну активність сірого лісового ґрунту. Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства НААН». 2011. № 1/2. С. 3–9.
102. Симочко Л. Ю., Симочко В. В., Бігарій І. Й. Спрямованість мікробіологічних процесів у ґрунті агробіоценозів при застосуванні різних агрозаходів. *Наук. вісн. Ужгород. ун-ту. Сер. Біологія*, 2010. Вип. 28. С. 47–51.
103. Caesar-TonThat T. C., Caesar A. J., Gaskin J. F., Sainju U. M., Busscher W. J. Taxonomic diversity of predominant culturable bacteria associated with microaggregates from two different agroecosystems and their ability to aggregate soil in vitro. *Applied Soil Ecology*, 2007. Vol. 36, Iss. 1. P. 10–21. DOI: 10.1016/j.apsoil.2006.11.007.
104. Brussaard L., De Ruiter P. C., Brown G. G. Soil biodiversity for agricultural sustainability. *Agriculture Ecosys. Environ.*, 2007. Vol. 121. P. 233–244.
105. Kuramae E. E., Yergeau E. M., Wong L. C. et al. Soil characteristics more strongly influence soil bacterial communities than land-use type. *FEMS Microbiol. Ecol.*, 2012. Vol. 79. P. 12–24.
106. Філон В. І., Новосад К. Б. Структура мікробіологічних угруповань чорнозему типового при локальному внесенні азотних добрив. *Вісник ХНАУ ім. В. В. Докучаєва. Сер. «Ґрунтознавство, агрохімія,*

землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів». Харків, 2003. № 2. С. 72–74.

107. Miroshnychenko M., Revtie-Uvarova A., Hladkikh Ye., Krupoderia Yu., Dmytruk Yu. (Ed.), Dent D. (Ed.). The effect of anhydrous ammonia on Chernozem quality and crop yields. *Soils Under Stress*. Springer, 2020. P. 173–185. DOI: 10.1007/978-3-030-68394-8_20.

108. Васильева Л. І., Дегтярев В. В. Инес Карбаё. Влияние сельскохозяйственного использования на биохимические процессы в черноземе обыкновенном. *Вопросы генезиса, окультуривания почв и повышения эффективности удобрений*: межвуз. темат. сб. науч. тр. Харьков, 1986. С. 71–76.

109 Васильева Л. І. Ферментативная активность дерновых развитых эродированных почв. *Плодородие почв и эффективность удобрений*: сб. науч. тр. Харьков, 1984. Т. 299. С. 61–65.

110 Васильева Л. І., Капустина О. Д., Панеке Пупо Мириам Влияние различных доз минеральных удобрений на биохимические процессы в черноземе типичном. *Плодородие почв и эффективность удобрений*: сб. науч. тр. Харьков, 1985. Т. 314. С. 56–61.

111 Цьова Ю. А. Агроекологічне значення способів механічного обробітку ґрунту в умовах Полтавської області: дис. канд. с.-г. наук: 03.00.16 / Полтавська державна аграрна академія – Полтава, 2017. – 206 с.

112 Дем'янюк О. С. Екологічні основи функціонування мікробіоценозів ґрунту агроecosystem в умовах змін клімату : дис. докт. с.-г. наук : 03.00.16 / Інститут агроекології і природокористування НААН – Київ, 2017. – 394 с.

113 Yang G., Wagg C., Veresoglou S., Hempel S., Rillig M. How Soil Biota Drive Ecosystem Stability. *Trends in plant science*, 2018. Vol. 23, Iss. 12. P. 1057–1067. DOI: 10.1016/j.tplants.2018.09.007.

114 Paassen L. Biogrout, ground improvement by microbial induced carbonate precipitation: doctoral thesis / Technische Universiteit Delft, Netherlands, 2009. 195 p.

115 Gonzalez-Muñoz M. T., Rodriguez-Navarro C., Martinez-Ruiz F., Arias J., Merroun M., Rodríguez-Gallego M. Bacterial biomineralization: new insights from Myxococcus-induced mineral precipitation. *Geological Society*, London, Special Publications, 2010. Vol.336, P. 31–50. DOI: 10.1144/SP336.3.

116. Seifan M., Berenjian A. Microbially induced calcium carbonate precipitation: a widespread phenomenon in the biological world. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2019. Vol. 103. P. 4693–4708. DOI: 10.1007/s00253-019-09861-5.

117. Zhu T., Dittrich M. Carbonate Precipitation through Microbial Activities in Natural Environment, and Their Potential in Biotechnology: A Review. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 2016. 4:4 DOI: 10.3389/fbioe.2016.00004.

118. Dhama N. K., Reddy M., Mukherjee A. Biomineralization of calcium carbonates and their engineered applications: a review. *Frontiers in Microbiology*, 2013. 4:314. DOI: 10.3389/fmicb.2013.00314

119. Gardi C., Brenna S., Solaro S., Piazzini M., Petrella F. The Carbon Sequestration Potential of Soils: Some Data from Northern Italian Regions. *Italian Journal of Agronomy*, 2007. Vol. 2. P. 143–150. DOI: 10.4081/IJA.2007.143.

120. Chaplot V., Bouahom B., Valentin C. Soil organic carbon stocks in Laos: spatial variations and controlling factors. *Global Change Biology*, 2010. Vol. 16. P. 1380–1393. DOI: 10.1111/J.1365-2486.2009.02013.X.

121. Jiménez J. J., Lal R. Mechanisms of C Sequestration in Soils of Latin America. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 2006. Vol. 25. P. 337–365. DOI: 10.1080/0735268060094240.

122. Zhong L., Xiao J., Xianzhang P., Qiguo Z. Organic Carbon Storage in Soils of Tropical and Subtropical China. *Water, Air, and Soil Pollution*, 2001. Vol. 129. P. 45–60. DOI: 10.1023/A:1010356828990.

123. Найденова О. Е. Изменение структуры микробоценозов орошаемых черноземов в зависимости от качества оросительных вод, длительности и режимов орошения. *Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва. Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство»*, 2000. №1. С. 68–77.

124. Колодяжний О.Ю., Патика М. В. Порівняльна характеристика мікробіому чорнозему типового в агроценозі пшениці озимої за різних систем землеробства. *Біоресурси і природокористування*, 2014. Т. 6, № 3–4. С. 81–87.

125. Москалевська Ю. П., Патика М. В., Карпенко Ю. О. та ін. Особливості формування мікробіоти чорнозему типового Лісостепу України та його біологічної активності при застосуванні різних систем землеробства. *Наук. пр. Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків*, 2013. Вип. 17, Т. II. С. 324–329.

126. Bulyhin S., Tonkha O. Biological evaluation of the rationality of soil usage in agriculture. *Agricultural Science and Practice*, 2018. Vol. 5(1), P. 23–29. DOI: 10.15407/agrisp5.01.023.

127. Kudria N., Kudria S., Dehtiarova Z., Influence of precursors on biometric indicators and yield of winter wheat in different agrobiocenoses. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, 2021. Vol. LXIV, Issue 1, P. 430–436.

128. Кудря С. І., Тараріко Ю. О., Личук Г. І., Кудря Н. А. Наукові основи формування органічних агроєкосистем у Лівобережному Лісостепу. *Вісник аграрної науки*, 2021. № 10(823). С. 68–74. DOI: 10.31073/agrovisnyk202110-09.

129. Yi Wang, Cong Tu, Lei Cheng, Chunyue Li, Laura F. Gentry et al. Long-term impact of farming practices on soil organic carbon and nitrogen pools

and microbial biomass and activity. *Soil and Tillage Research*, 2011. Vol. 117, P. 8–16. DOI: 10.1016/j.still.2011.08.002.

130. Araujo A.S., Melo W.J. Soil microbial biomass in organic farming system. *Ciencia Rural*, 2010. Vol. 40. P. 2419–2426. DOI: 10.1590/S0103-84782010001100029.

131. Kwiatkowski C. A., Harasim E., Feledyn-Szewczyk B., Antonkiewicz J. Enzymatic Activity of Loess Soil in Organic and Conventional Farming Systems. *Agriculture*, 2020. Vol. 10(4). P. 135. DOI: 10.3390/agriculture10040135.

132. Eun-Ji Oh, Ji-Su Park, Jin Yoo, Suk-Jin Kim et al. Effect of Tillage System and Fertilization Method on Biological Activities in Soil under Soybean Cultivation. *Korean Journal of Environmental Agriculture*, 2017. Vol. 36. № 4. P. 223–229. DOI: 10.5338/KJEA.2017.36.4.42.

133. Nikitin D., Ivanova E., Zhelezova A., Semenov M., Gadzhumarov R. et al. Assessment of the Impact of No-Till and Conventional Tillage Technologies on the Microbiome of Southern Agrochernoze. *Eurasian Soil Science*, 2020. Vol. 53. P. 1782–1793. DOI: 10.1134/S106422932012008X.

134. Schmidt R., Mitchell J.P., Scow K. Cover cropping and no-till increase diversity and symbiotroph:saprotroph ratios of soil fungal communities. *Soil Biology & Biochemistry*, 2019. Vol. 129. P. 99–109. DOI: 10.1016/J.SOILBIO.2018.11.010.

135. Peigné J., Vian J., Payet V., Saby N. Soil fertility after 10 years of conservation tillage in organic farming. *Soil & Tillage Research*, 2018. Vol. 175. P. 194–204.

136. Погромська Я. А. Мікробіологічна активність чорнозему звичайного залежно від обробітку ґрунту. *Вісник Уманського національного університету садівництва*, 2019. № 2. С. 33–38. DOI: 10.31395/2310-0478-2019-2-33-38.

137. Видинівська О. В. Мікробіологічний стан чорнозему південного при запровадженні технології no-till. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*, 2013. Вип. 2. С. 99–104.

138. Shannon D., Sen A., Johnson D. A comparative study of the microbiology of soils managed under organic and conventional regimes. *Soil Use and Management*, 2002. Vol. 18. P. 274–283. DOI: 10.1111/j.1475-2743.2002.tb00269.x.

139. Korvigo I. O., Pershina E. V., Ivanova E., Matyuk N. S. et al. Effect of long-term application of agrotechnical techniques and crops on soil microbial communities. *Microbiology*, 2016. Vol. 85. P. 231–242. DOI: 10.1134/S0026261716020107.

140. Buckley D., Schmidt T. The structure of microbial communities in soil and the lasting impact of cultivation. *Microbial Ecology*, 2006. Vol. 42. P. 11–21. DOI: 10.1007/s002480000108.

141. Wang P., Dick W. Microbial and Genetic Diversity in Soil Environments. *Journal of Crop Improvement*, 2004. Vol. 12. P. 249–287. DOI: 10.1300/J411v12n01_01.

142. Dick R. P., Pankhurst C. E. (ed.), Boubé B. M. (ed.), Gupta V. V. S. R. (ed.). Soil enzyme activities as integrative indicators of soil health: in *Biological Indicators of Soil Health*. CABI: Wallingford, UK, 1997. P. 121–156.

143. Zhang D., Wu J., Yang F. et al. Linkages between soil organic carbon fractions and carbon-hydrolyzing enzyme activities across riparian zones in the Three Gorges of China. *Sci. Rep.*, 2020. Vol. 10. P. 8433. DOI: 10.1038/s41598-020-65200-z.

144. Zhang L., Chen X., Xu Y. et al. Soil labile organic carbon fractions and soil enzyme activities after 10 years of continuous fertilization and wheat residue incorporation. *Scientific Reports*, 2020. Vol. 10, Article number: 11318. DOI: 10.1038/s41598-020-68163-3.

145. Wang A. S., Angle J. S., Chaney R. L., Delorme T. A., Macintosh M. Changes in soil biological activities under reduced soil pH during *Thlaspi caerulescens* phytoextraction. *Soil Biol. Biochem.*, 2006. Vol. 38. P. 1451–1461.

146. Wei Shi, Shukla G., Varma A. (ed.). Agricultural and Ecological Significance of Soil Enzymes: Soil Carbon Sequestration and Nutrient Cycling. *Soil Enzymology, Soil Biology*, 2011. Vol. 22. P. 43–60. DOI: 10.1007/978-3-642-14225-3_3.

147. Kuscu S. K., Cetin M., Yiğit N., Savacı G., Sevik H. Relationship between Enzyme Activity (Urease-Catalase) and Nutrient Element in Soil Use Inci. *Pol. J. Environ. Stud.*, 2018. Vol. 27, No. 5. P. 2107–2112 DOI: 10.15244/pjoes/78475.

148. Bautista-Cruz A. O., Ortiz-Hernandez Y. D. Hydrolytic soil enzymes and their response to fertilization: a short review. *Comunicata Scientiae*, 2015. Vol. 6(3). P. 255–262.

149. Хазиев Ф. Х. Методы почвенной энзимологии. Москва: Наука, 2005. 252 с.

150. Gianfreda L., Bollag J. M., Marcel Dekker (ed.). Influence of natural and anthropogenic factors on enzyme activity in soil. *Soil Biochemistry*, 1996. Vol. 9. P. 123–135.

151. Petcu V., Dinca L., Toncea I. The effect of crops and farming systems on soil quality. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, 2014. Vol. LVII, P. 58–63.

152. Звягинцев Д. Г. Биологическая активность почв и шкалы для оценки некоторых ее показателей. *Почвоведение*, 1978. № 6. С. 48–54.

153. Taylor J. P., Wilson B., Mills M. S., Burns R. G. Comparison of microbial number and enzymatic activities in surface soils and subsoil using various techniques. *Soil Biol. Biochem.*, 2002. Vol. 34(3). P. 387–401.

154. Казюта О. М., Казюта А. О. Ферментативна активність ґрунтів заплави р. Сіверський Донець під лісовим ценозом. *Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва. Серія*

«Грунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство», 2017. №2. С 139–146.

155. Казюта О. М. Біогенність і ферментативна активність алювіальних ґрунтів. *Агрохімія і ґрунтознавство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. Спеціальний випуск до XI з'їзду ґрунтознавців та агрохіміків України (м. Харків, 17 – 21 вересня 2018 р.)*. Харків: ПП «Стиль-Іздат», 2018. Ч. 2. С. 300–301.

156. Drinkwater L. E., Letourneau D. K., Workneh F., van Bruggen A. H. C., Shennan C. Fundamental differences between conventional and organic tomato agroecosystems. *California. Ecol. Appl.*, 1995. Vol. 5. P. 1098–1112.

157. Andreas Fließbach, Hans-Rudolf Oberholzer, Lucie Gunst, Paul Mäder, Soil organic matter and biological soil quality indicators after 21 years of organic and conventional farming. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2007. Vol. 118, Iss. 1–4. P. 273–284. DOI: 10.1016/j.agee.2006.05.022.

158. Gosling P., Shepherd M. Long-term changes in soil fertility in organic arable farming systems in England, with particular reference to phosphorus and potassium. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 2005. Vol. 105. P. 425–432.

159. García-Orenes F., Roldán A., Morugán-Coronado A., Linares C. et al. Organic Fertilization in Traditional Mediterranean Grapevine Orchards Mediates Changes in Soil Microbial Community Structure and Enhances Soil Fertility. *Land Degradation & Development*, 2016. Vol. 27. P. 1622–1628.

160. Balota E. L., Kanashiro M., Filho A. C., Andrade D. S., Dick R. P. Soil enzyme activities under long-term tillage and crop rotation systems in subtropical agroecosystems. *Braz. J. Microbiol.*, 2004. Vol. 35. P. 300–306.

161. Bielińska E. J.; Mocek-Płóćiniak A. Impact of the tillage system on the soil enzymatic activity. *Arch. Environ. Prot.*, 2012. Vol. 38. P. 75–82.

162. Bielińska E. J., Mocek A., Paul-Lis M. Impact of the tillage system on the enzymatic activity of typologically diverse soils. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 2008. Vol. 53(3). P. 10–13.

163. Kobierski M., Lemanowicz J., Wojewódzki P., Kondratowicz-Maciejewska K. The Effect of Organic and Conventional Farming Systems with Different Tillage on Soil Properties and Enzymatic Activity. *Agronomy*, 2020. Vol. 10. P. 1809.

164. Woźniak A. Chemical Properties and Enzyme Activity of Soil as Affected by Tillage System and Previous Crop. *Agriculture*, 2019. Vol. 9(12). P. 262. DOI: 10.3390/agriculture9120262.

165. Шевченко Н. В. Изменение элементов плодородия чернозема типичного в зависимости от способов основной обработки почвы. *Вестник Курской ГСХА*, 2015. №5. С. 57–59.

166. Trasar-Cepeda C., Leiros M. C., Seoane S., Gil-Sotres F. Limitations of soil enzymes as indicators of soil pollution. *Soil Biol. Biochem.*, 2000. Vol. 32. P. 1867–1875.

167. Gianfreda L., Rao A. M., Piotrowska A., Palumbo G., Colombo C. Soil enzyme activities as affected by anthropogenic alterations: Intensive agricultural practices and organic pollution. *Sci. Total Environ.*, 2005. Vol. 341. P. 265–279.

168. Nannipieri P., Ascher J., Ceccherini M. T., Landi L. et al. Microbial diversity and soil functions. *Eur. J. Soil Sci.*, 2003. Vol. 54. P. 655–670.

169. Bengtsson J., Ahnstrom J., Weibull A. C. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: A meta-analysis. *J. Appl. Ecol.*, 2005. Vol. 42. P. 261–269.

170. Гринь Г. С. Галогенез лёссовых почво-грунтов Украины. Киев: Урожай. 1969. 218 с.

171. Бондарчук В. Г. Геологічна будова УРСР. Харків. 1947. 256 с.

172. Ланько А. І., Маринич О. М., Щербань М. І. Фізична географія Української ССР. Київ: Рад. Шк., 1969. 270 с.

173. ДСТУ 7863:2015. Якість ґрунту. Визначення легкогідролізного азоту методом Корнфілда. [Чинний від 2016-07-01]. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2016. 9 с.

174. ДСТУ 4115:2002. Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова. [Чинний від 2003-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2002. 12 с.

175. ДСТУ 4289:2004. Якість ґрунту. Методи визначання органічної речовини. [Чинний від 2004-04-30]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 9 с.

176. ДСТУ ISO 10390:2007. Якість ґрунту. Визначання рН. [Чинний від 2009-10-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2012. 4 с.

177. ДСТУ 7537:2014. Якість ґрунту. Визначення гідролітичної кислотності. [Чинний від 2015-04-01]. Вид. офіц. Київ: Мінекономрозвитку України, 2015. 10 с.

178. ДСТУ ISO 11265:2001. Якість ґрунту. Визначання питомої електропровідності (ISO 11265:1994, IDT). [Чинний від 2003-07-01]. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 2002, 14 с.

179. ДСТУ ISO 11272:2001. Якість ґрунту. Визначання щільності складення на суху масу (ISO 11272:1998, IDT). [Чинний від 2003-07-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 10 с.

180. ДСТУ ISO 11465:2001. Якість ґрунту. Визначання сухої речовини та вологості за масою. Гравіметричний метод (ISO 11465:1993, IDT). [Чинний від 2003-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 2002. 13 с.

181. ДСТУ 4745:2007. Якість ґрунту. Визначення щільності твердої фази пікнометричним методом. [Чинний від 2008-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 8 с.

182. ДСТУ 4730:2007 Якість ґрунту. Визначання гранулометричного складу методом піпетки в модифікації Н.А.Качинського. [Чинний від 2008-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 24 с.

183. ДСТУ ISO 23611-2:2007. Якість ґрунту. Відбір проб ґрунтових безхребетних. Частина 2. Відбирання проб та вилучення мікрочленистоногих (Collembola та Acarina) (ISO 23611-2:2006, IDT). [Чинний від 2009-10-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2012. 12 с.

184. Гиляров М. С. Учет мелких членистоногих (микрофауны) и нематод. *Методы почвенно-зоологических исследований*. Москва, 1975. 280 с.

185. ДСТУ ISO 10381-6: 2001 Якість ґрунту. Відбір проб. Частина 6: Настанови щодо відбору, обробки та зберігання ґрунту для оцінки аеробних мікробіологічних процесів у лабораторії (ISO 10381-6:1993, IDT). [Чинний від 2002-07-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2002. 15 с.

186. ДСТУ 7847:2015 Якість ґрунту. Визначення чисельності мікроорганізмів у ґрунті методом посіву на тверде (агаризоване) живильне середовище. [Чинний від 2016-07-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2016. 26 с.

187. Волкогон В. В., Надкернична О. В., Токмакова Л. М. та ін. Експериментальна ґрунтова мікробіологія. Київ: Аграрна наука, 2010. 464 с.

188. Титова В. И., Козлов А. В. Методы оценки функционирования микробсообщества почвы, участвующего в трансформации органического вещества: научно-методическое пособие. Нижний Новгород, 2012. 64 с.

189. ДСТУ ISO 23753-1:2010 Якість ґрунту. Визначення дегідрогеназної активності ґрунтів. Частина 1. Метод з використанням трифенілтетразолхлориду (ISO 23753-1:2005, IDT). [Чинний від 2012-07-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2018. 12 с.

190. Хазиев Ф. Х. Методы почвенной энзимологии. Москва: Наука, 2005. 252 с.

191. Дегтярьов Ю. В. Структурно-агрегатний склад та щільність чорноземів типових Харківської і Сумської областей. *Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва. Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів»*. Харків: ХНАУ ім. В.В. Докучаєва, 2012. № 4. С. 116–120.

192. Тихоненко Д. Г., Дегтярьов Ю. В. Порівняльна характеристика чорноземів типових природних і агрогенних екосистем Лівобережжя Лісостепу України. *Ґрунти і сучасність: Збірник наукових праць міжнародного наукового семінару*. Львів-Ворохта, 2015. С. 213–219.

193. Дегодюк С. Е., Дегодюк Е. Г., Літвінова О. А., Боднар Ю. Д., Буслаєва Н. Г. Зміна агрофізичних показників сірого лісового ґрунту за тривалого застосування органічних і мінеральних добрив. *Вісник аграрної науки*, 2020. № 1(802). С. 19–24. DOI: 10.31073/agrovisnyk 202001-03.

194. Дегтярьов Ю. В. Зміна водно-фізичних показників чорноземів типових під впливом різного використання. *Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва. Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів»*, 2013. № 1. С. 68–72.

195. Håkansson I., Lipiec J. A review of the usefulness of relative bulk density values in studies of soil structure and compaction. *Soil & Tillage Research*, 2000. Vol. 53. P. 71–85. DOI: 10.1016/S0167-1987(99)00095-1.

196. Качинский Н. А. Физика почвы. Москва, 1965. Ч. 1. 322 с.

197. Пасічник Н. А., Логінова І. В., Кучерук А. В. Функціональна діагностика як метод прогнозування ефективності удобрення кукурудзи. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агронімія*. 2014. Вип. 195 (1). С. 97–101

198. Гіль Л. С., Пашковський А. І., Суліма Л. Т. Сучасні технології овочівництва відкритого і закритого ґрунту. Ч.1. Закритий ґрунт. Вінниця: Нова Книга. 2008. С. 76–81.

199. Nagy V., Milics G., Smuk N., Kovács A. J. et al. Continuous field soil moisture content mapping by means of apparent electrical conductivity (ECa) measurement. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 2013. Vol. 61, Iss. 4. P. 305–312. DOI: 10.2478/johh-2013–0039.

200. Chaudhari P. R., Ahire D. V. Electrical Conductivity and Dielectric Constant as Predictors of Chemical Properties and available Nutrients in the Soil. *Journal of Chemical. Biological and Physical Sciences*, 2013. Vol. 3, No. 2. P. 1382–1388.

201. Dehtiarov Y., Degtyarjov V., Chekar O., Krokhin S. et al. Influence of drip irrigation on the chemical parameters of typical chernozem. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, 2021. Vol. LXIV, Issue 1. P. 68–75.

202. Новосад К. Б., Гавва Д. В., Воронко Л. Ю., Глушко Т. С. Уміст обмінно-увібраних катіонів чорноземів типових Українського природного степового заповідника відділення «Михайлівська цілина» природного та постагrogenного використання. *Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва. Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів»*, 2011. № 2. С. 81–88.

203. Ramos F. T., Dores E. F., Weber O. L., Beber D. C. et al. Soil organic matter doubles the cation exchange capacity of tropical soil under no-till farming in Brazil. *Journal of the science of food and agriculture*, Vol. 98. Issue 9, P. 3595–3602 . DOI: 10.1002/jsfa.8881

204. Khaledian Y., Brevik E. C., Pereira P., Cerda A. et al. Modeling soil cation exchange capacity in multiple countries. *Catena*, 2017. Vol. 158, P. 194–200. DOI: 10.1016/J.CATENA.2017.07.002

205. Філон В. І. Вплив калійних добрив на структурний і гумусовий стан чорноземів типових глибоких. *Вісник аграрної науки*, 2001. № 8. С. 6–9.

206. Філон В. І., Томан І.С. Агрофізичний стан чорноземів типових за умов застосування тваринницьких стоків. *Вісник аграрної науки*, 2002. № 11. С. 53–56.

207. Malhi S., Légère A., Vanasse A., Parent G. Effects of long-term tillage, terminating no-till and cropping system on organic C and N, and available nutrients in a Gleysolic soil in Québec, Canada. *The Journal of Agricultural Science*, 2018. Vol. 156. P. 472–480.

208. Irena Burzyńska. Monitoring of selected fertilizer nutrients in surface waters and soils of agricultural land in the river valley in Central Poland. *Journal of water and land development*, 2019. No. 43(X–XII). P. 41–48. DOI: 10.2478/jwld-2019–0061.

209. Fomenko V., Dehtiarov V., Kaziuta A., Kaziuta O. Humification of plant residues under optimal conditions. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, 2021. Vol. LXIV, Issue 1, P 82–91.

210. Dreval Yu., Loboichenko V., Malko A., Morozov A. et al. The Problem of Comprehensive Analysis of Organic Agriculture as a Factor of Environmental Safety. *Environmental and Climate Technologies*, 2020. Vol. 24, No. 1. P. 58–71. DOI: 10.2478/rtuct-2020–0004.

211. Рєзнїк С. В., Гавва Д. В. Вплив рїзних систем землеробства на електрофїзичнї та агрохїмїчнї показники чорноземїв типових Лївобережного Лїкостепу України. *Achievements of Ukraine and the EU in ecology, biology, chemistry, geography and agricultural sciences: collective monograph*. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2021. Vol. 3. С. 128–145. DOI: 10.30525/978-9934-26-086-5-40

212. Дєгтярьов В. В., Дєгтярьов Ю. В., Рєзнїк С. В. Сезонна динамїка електропровїдностї чорнозему типового за умов рїзних систем землеробства. *Вїсник Уманського нацїонального унїверситету садївництва*, 2020. № 1. С. 11–16 DOI: 10.31395/2310-0478-2020-1-11-16

213. Yorkina N., Zhukov O., Chromysheva O. Potential Possibilities of Soil Mesofauna Usage for Biodiagnostics of Soil Contamination by Heavy Metals. *Ekológia (Bratislava)*, 2019. Vol. 38. P. 1–10.

214. Лопушняк В. І. Динаміка біологічних показників родючості темносірого опідзоленого ґрунту під впливом різних систем удобрення. *Сучасні проблеми збалансованого природокористування: матеріали VII Міжнар. наук.-практ. конф. (Кам'янець-Подільський, 29-30 листоп. 2012 р.). Кам'янець-Подільський, 2012. С. 156–159.*

215. Heger T. J. (ed.), Imfeld G. (ed.), Mitchell E. A. D. (ed.). Bioindication in Soil Ecosystems. *European Journal of Soil Biology*, 2012. Vol. 49. P. 1–118.

216. Schulz S., Brankatschk R., Dumig A. et al. The role of microorganisms at different stages of ecosystem development for soil formation. *Biogeosciences*, 2013. No. 10. P. 3983–3996.

217. Цилюрик О. І., Кулік А. Ф., Гончар Н. В. Біологічна активність ґрунту за різних способів його обробітку та удобрення в посівах соняшнику. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*, 2017. № 2(44). С. 42–48.

218. Wang M., Zhang W., Xia H., Huang J., Wu Z., Xu G. Effect of Collembola on mineralization of litter and soil organic matter. *Biology and Fertility of Soils*, 2017. Vol. 53. P. 563–571.

219. Lee K. E., Foster R. C. Soil fauna and soil structure. *Soil Research*, 1991. Vol. 29. P. 745–775.

220. Гиляров М. С. Индикационное значение почвенных животных при работах по почвоведению, геоботанике и охране среды. *Проблемы и методы биологической диагностики и индикации почв*. Москва, 1976. С. 9–18.

221. Мамаев Б. М., Соколов Д. Ф. Участие беспозвоночных животных в естественном разрушении древесины дуба. *Почвоведение*, 1960. № 4. С. 24–30.

222. Ramesh Eerpina, Gilles Boiteau, Derek H. Collembola diet switching in the presence of maize roots varies with species. *Canadian Journal of Soil Science*, 2016. N. 10. P. 57.

223. Smrž J. Nutritional biology of oribatid mites from different microhabitats in the forest. *Trends in Acarology: collective monograph*. Springer, Dordrecht. 2010. P. 213–216 DOI: 10.1007/978-90-481-9837-5_34

224. Taskaeva A. A., Mandrik E. A., Konakova T. N. et al. Characteristics of the Microarthropod Communities in Postagrogenic and Tundra Soils of the European Northeast of Russia. *Eurasian Soil Sc.*, 2019. Vol. 52. P. 661–670. DOI: 10.1134/S1064229319060127.

225. Старостенко Е. В. Многолетняя динамика численности ногохвосток в степных биотопах приазовской возвышенности. *Биоразнообразие и роль животных в экосистемах: Материалы IV Международной научной конференции*. Днепропетровск: ДНУ, 2007. С. 217–218.

226. Kardol P., Reynolds W. N., Norby R., Classen A. Climate change effects on soil microarthropod abundance and community structure. *Applied Soil Ecology*, 2011. Vol. 47. P. 37–44. DOI: 10.1016/J.APSOIL.2010.11.001.

227. Hågvar S., Klanderud K. Effect of simulated environmental change on alpine soil arthropods. *Global Change Biology*, 2009. Vol. 15. P. 2972–2980. DOI: 10.1111/J.1365-2486.2009.01926.X.

228. Рєзнік С. В. Чисельність мікроартропод у чорноземах типових за різних систем землеробства. *Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва. Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів»*, 2018. № 1-2. С. 59–64.

229. Чернова Н. М., Кузнецова Н. А. Принципы организации сообществ почвообитающих коллембол (Hexapoda, Collembola) и их значение для биомониторинга почвы. Сб. научн. тр. Москва: МНЭПУ, 1999. С. 97–104.

230. Crossley D. A., Mattson W. J. (ed.). The Roles of Terrestrial Saprophagous Arthropods in Forest Soils: Current Status of Concepts. *The Role of Arthropods in Forest Ecosystems. Proceedings in Life Sciences*. Berlin: Springer, Heidelberg, 1977. DOI: 10.1007/978-3-642-88448-1_6.

231. Козловський М. П., Мацяк І. П., Яворницький В. І., Крамарець В. О. Угруповання безхребетних у боринському лісорозсаднику (верхньодністровські Бескиди). *Науковий вісник НЛТУ України*, 2011. № 21(14). Р. 66–72.

232. Калиновский Н. В. Щільність безхребетних лісової підстилки свіжих соснових борів центральної частини Житомирського Полісся (на прикладі ДП «Радомишльське ЛМГ»). *Перший Незалежний Науковий Вісник*, 2015. № 3. Р. 5–11.

233. Резнік С. В., Новосад К. Б., Гавва Д. В., Сотников Ю. О. Динаміка чисельності мікроартропод у чорноземах типових за умов різного агрогенного та постагрогенного використання. *Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва Сер. «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів»*. Харків: ХНАУ ім. В. В. Докучаєва, 2015. № 2. С. 66–76.

234. Ishaq S. L., Seipel T., Yeoman C. J., Menalled F. Soil bacterial communities of wheat vary across the growing season and among dryland farming systems. *Geoderma*, 2020. Vol. 358. Article number: 113989. DOI: 10.1016/j.geoderma.2019.113989

235. Gyaneshwar P., Naresh Kumar G., Parekh L. J. et al. Role of soil microorganisms in improving P nutrition of plants. *Plant and Soil*, 2002. Vol. 245, P. 83–93. DOI: 10.1023/A:1020663916259

236. Emmett B. D., Lévesque-Tremblay V., Harrison M. J. Conserved and reproducible bacterial communities associate with extraradical hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi. *ISME J.*, 2021. DOI: 10.1038/s41396-021-00920-2.

237. Muhammad Imtiaz Rashid, Liyakat Hamid Mujawar, Tanvir Shahzad, Talal Almeelbi, et al. Bacteria and fungi can contribute to nutrients bioavailability and aggregate formation in degraded soils. *Microbiological Research*, 2016. Elsevier. P. 26–41. DOI: 10.1016/j.micres.2015.11.007.

238. Munees Ahemad, Mulugeta Kibretb. Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria: Current perspective. *Journal of King Saud University – Science*, 2014. Vol. 26, Iss. 1. P. 1–20. DOI: 10.1016/j.jksus.2013.05.001.

239. José-Miguel Barea, María José Pozo, Rosario Azcón, Concepción Azcón-Aguilar. Microbial co-operation in the rhizosphere. *Journal of Experimental Botany*, 2005. Vol. 56, Iss. 417. P. 1761–1778. DOI: 10.1093/jxb/eri197.

240. S. Franz Bender, Franz Conen, Marcel G. A. Van der Heijden. Mycorrhizal effects on nutrient cycling, nutrient leaching and N₂O production in experimental grassland. *Soil Biology and Biochemistry*, 2015. Vol. 80. P. 283–292. DOI: 10.1016/j.soilbio.2014.10.016.

241. Clark R., Zobel R., Zeto S. Effects of mycorrhizal fungus isolates on mineral acquisition by *Panicum virgatum* in acidic soil. *Mycorrhiza*, 1999. Vol. 9. P. 167–176. DOI: 10.1007/s005720050302.

242. Paul and Kucey, Paul E., Kucey R. Carbon flow in plant microbial associations. *Science*, 1981. Vol. 213, Iss. 4506. P. 473–474. DOI: 10.1126/science.213.4506.473.

243. Borie F. Borie R. Rubio A. Morales et al., Arbuscular mycorrhizal fungi and soil aggregation. *J. Soil Sci. Plant Nutr.*, 2008. Vol. 8, Iss. 2. P. 9–18.

244. Araujo A. S., Melo W. J. Soil microbial biomass in organic farming system. *Ciencia Rural*, 2010. Vol. 40. P. 2419–2426.

245. Caesar-TonThat T. C., Caesar A. J., Gaskin J. F., Sainju U. M., Busscher W. J. Taxonomic diversity of predominant culturable bacteria associated with microaggregates from two different agroecosystems and their ability to aggregate soil in vitro. *Applied Soil Ecology*, 2007. Vol. 36, Iss. 1. P. 10–21. DOI: 10.1016/j.apsoil.2006.11.007.

246. Smrž J. A modified test for chitinase and cellulase activity in soil mites. *Pedobiologia*, 2000. Vol. 44. P. 186–189.

247. Bonkowski M., Tarkka M., Razavi B.S., Schmidt H., et al. Spatiotemporal Dynamics of Maize (*Zea mays* L.) Root Growth and Its Potential Consequences for the Assembly of the Rhizosphere Microbiota. *Front. Microbiol.*, 2021. Vol. 12. Article number: 619499. DOI: 10.3389/fmicb.2021.619499

248. Андреев К. И., Валагурова Е. В. Основы экологии почвенных микроорганизмов. Киев: Наукова думка, 1992. 223 с.

249. Zornoza R., Guerrero C., Mataix-Solera J. et al. Changes in soil microbial community structure following the abandonment of agricultural terraces in mountainous areas of Eastern Spain. *Appl. Soil Ecol.*, 2009. Vol. 42. P. 315–323.

250. Brussaard L., De Ruiter P. C., Brown G. G. Soil biodiversity for agricultural sustainability. *Agriculture Ecosys. Environ.*, 2007. Vol. 121. P. 233–244.

251. Андреевская Н. И., Пешкова Н. В. К оценке темпов разложения растительного опада и стандартных образцов целлюлозы в тундровых сообществах. *Экология*, 2001. № 1. С. 57–60.

252. Заварзин Г. А., Колотилова Н. Н. Введение в природоведческую микробиологию. Москва: Книжный дом «Университет», 2001. 256 с.

253. Виноградский С. Н. Микробиология почвы. Проблемы и методы. Пятьдесят лет исследований. Москва: АН СССР, 1952. 792 с.

254. Мишустин Е. Н. Развитие учения о ценозах почвенных микроорганизмов. *Успехи микробиологии*, 1982. Т. 17. С. 117–136.

255 Москалевская Ю. П., Патыка Н. В. Микробная трансформация углеродсодержащих веществ ризосферы сахарной свеклы в различных агроценозах. *Наук. пр. Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків*, 2014. Вип. 21. С. 138–143.

256. Курдиш І. К. Роль мікроорганізмів у відтворенні родючості ґрунтів. *С.-г. Мікробіологія*, 2009. Вип. 9. С. 7–32.

257. Єщенко В. О. До методики визначення біологічної активності ґрунту. *Збірн. наук. праць Уманського нац. університету садівництва*, 2011. № 77, Ч. 1. Агрономія. С. 21–26.

258. Шербакова Т. А. Ферментативная активность почв и трансформация органического вещества. Минск: Наука и техника, 1983. 222 с.

259. Кудря С. І., Дегтярьова З. О., Кудря Н. А. Целюлозолітична активність ґрунту за різного насичення короткоротаційної сівозміни соняшником. *Сучасний стан науки в сільському господарстві та природокористуванні: теорія і практика: Матеріали II Міжнар. наук. інтернет-конференції (м. Тернопіль, 20 лист. 2020 р.)*. Тернопіль, 2020. Ч. 2. С. 94–96.

260. Резнік С. В. Чисельність мікроартропод у чорноземах типових за різних систем землеробства. *Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва. Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів»*, 2018. № 1-2. С. 59–64.

261. Резнік С. В. Зміни еколого-трофічних угруповань мікроорганізмів чорноземів типових за різних систем землеробства. *Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва. Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів»*, 2019. № 1. С. 69–74.

262. Резнік С. В. Вплив різних систем землеробства на еколого-трофічні угруповання мікроорганізмів чорноземів типових в умовах

Лівобережного Лісостепу України. *Сільськогосподарська мікробіологія*, 2021. № 33. С. 62–71. DOI: 10.35868/1997-3004.33.62-71.

263. Рєзнік С. В., Гавва Д. В., Сотников Ю. О. Каталазна активність чорноземів типових Лівобережжя Лісостепу України за різних систем землеробства. *Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва. Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів»*, 2019. № 2. С. 73–82.

264. Рєзнік С. В., Гавва Д. В., Сотников Ю. О. Динаміка активності інвертази у чорноземах типових за різних систем землеробства. *Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва. Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів»*, 2020. № 1. С. 86–93.

265. Медведєв В. В., Пліско І. В. Прогнозування у ґрунтознавстві. Харків: Стильна типографія, 2018. 170 с.

266. Медведєв В. В., Пліско І. В. Теоретичні і прикладні аспекти прогнозування стану ґрунтового покриву. *Вісник аграрної науки*, 2021. № 1(814). С. 5–14. DOI: 10.31073/agrovisnyk202101-01.

267. Meij W., Temme A., Wallinga J., Sommer M. Modeling soil and landscape evolution – the effect of rainfall and land-use change on soil and landscape patterns. 2020. DOI: 10.5194/SOIL-6-337-2020

268 Blankinship J. C., Niklaus P., Hungate B. A meta-analysis of responses of soil biota to global change. *Oecologia*, 2011. Vol. 165. P. 553–565. DOI: 10.1007/s00442-011-1909-0.

269. Meij M. V. Modeling soil and landscape evolution – the effect of rainfall and land-use change on soil and landscape patterns. *SOIL*, 2020. Vol. 6. Issue 2. P. 337–358. DOI: 10.5194/soil-2019-82

270. Дмитриев Е. А. Математическая статистика в почвоведении. Москва: Книжный дом “ЛИБРОКОМ”, 2009. 328 с.

271. Мешалкина Ю. Л., Самсонова В. П. Математическая статистика в почвоведении. Москва: МАКС Пресс, 2008. 84 с.

272. Михайлов А. В. Модель динамики биомассы живого напочвенного покрова в лесу. *Математика. Компьютер. Образование*: сб. науч. трудов, 2001. Вып. 8, Ч. 2. С. 651–655.

273. Маринина О. А. Обоснование диагностических признаков почвенного плодородия при проведении кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения: современные проблемы науки и образования. *Электронный научный журнал*, 2012. № 5. URL: <http://www.science-education.ru/pdf/2012/5/108.pdf>.

274. Oumenskou H., Baghdadi M. E., Barakat A., Aquit M., Ennaji W., Karroum L. A., Aadraoui M. Multivariate statistical analysis for spatial evaluation of physicochemical properties of agricultural soils from Beni-Amir irrigated perimeter, Tadla plain, Morocco. *Geology, Ecology, and Landscapes*, 2019. Vol. 3. P. 83–94. DOI: 10.1080/24749508.2018.1504272.

275. Zawieja B., Glina B. Application of multivariate statistical methods in the assessment of mountain organic soil transformation in the central Sudetes. *Biometrical Letters*, 2017. Vol. 54. P. 43–59. DOI: 10.1515/bile-2017-0003.

276. Williams B. Some observations on the use of discriminant analysis in ecology. *Ecology*, 1983. Vol. 64. P. 1283–1291.

277. Ефремова Т. Т., Овчинникова Т. М. Оценка методами многомерной статистики состояния органического вещества осушенных торфяных почв в связи с условиями среды. *Почвоведение*, 2007. № 12. С. 1452–1462.

278. Puskás I., Farsang A. Diagnostic indicators for characterizing urban soils of Szeged, Hungary. *Geoderma*, 2009. Vol. 148. P. 267–281.

279. Chernoff H. Using faces to represent points in K-dimensional space graphically. *Journal of the American Statistical Association*, 1973. № 68. P. 361–368.

280. Harada M., Sibuya M. Effectiveness of the Classification Using Chernoff Faces. *Japanese Journal of Applied Statistics*, 1991. Vol. 20. P. 39–48. DOI: 10.5023/JAPPSTAT.20.39.

281. Kabulov B. A method for constructing Chernoff faces oriented toward interval estimates of the parameters. *Soviet journal of computer and systems sciences*, 1992. Vol. 30. P. 94–97.

282. Rieznik S., Havva D., Chekar O. Enzymatic activity of typical chernozems under the conditions of the organic farming systems. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2021. Vol. LXIV, Issue 2, P. 114–119.

283. Панас Р., Маланчук М. Сучасні проблеми здійснення моніторингу ґрунтового покриву України. *Геодезія, картографія і аерофотознімання*, 2013. Вип. 78. С. 201–205.

284. Про державний контроль за використанням та охороною земель: Закон України від 19.06.2003 № 963-IV. *Відомості Верховної Ради України*. 2003. № 39. 350 с.

285. Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля: Постанова Кабінету Міністрів України від 30 березня 1998 р. № 391. *Офіційний вісник України*. 1998. № 13. С. 91.

286. Патика В. П., Симочко Л. Ю. Мікробіологічний моніторинг ґрунту природних та трансформованих екосистем Закарпаття України. *Мікробіологічний журнал*, 2013. № 2. С. 21–31.

287. Иутинская Г. А., Пономаренко С. П., Андреюк Е. И. и др. Биорегуляция микробно-растительных систем: монография. Киев: Ничлава, 2010. 464 с.

288. Писаренко В. М., Писаренко П. В. та ін. Агроекологія: теорія та практикум. Полтава: ІнтерГрафіка, 2003. 318 с.

289. Шерстобоева О. В., Дем'янюк О. С., Чабанюк Я. В. Біодіагностика і біобезпека ґрунтів агроекосистем. *AGROECOLOGICAL JOURNAL*, 2017. No. 2. С. 142–148. DOI: 10.33730/2077-4893.2.2017.220170.

290. Дем'янюк О. С. Обґрунтування мінімальної системи біопказників для експрес-оцінювання екологічного стану ґрунту агроєкосистем. *Збалансоване природокористування*, 2017. № 2. С. 151–155.

291. Дем'янюк О. С., Симочко Л. Ю., Тертична О. В. Сучасні методичні підходи до оцінювання екологічного стану ґрунту за активністю мікробіоценозу. *Питання біоіндикації та екології*, 2017. Вип. 22, № 1. С. 55–68.

292. Звягинцев Д. Г., Добровольская Т. Г., Бабьева И. П. Развитие представлений о структуре микробных сообществ почв. *Почвоведение*, 1999. № 1. С. 134–144.

293. Казеев К. Ш., Колесников С. И., Вальков В. Ф. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований. Ростов-на-Дону: РГУ, 2004. 350 с.

294. Wołejko E., Jabłońska-Trypuć A., Wydro U., Butarewicz A., Łozowicka B. Soil biological activity as an indicator of soil pollution with pesticides – A review. *Applied Soil Ecology*, 2020. Vol. 147. Article number: 103356. DOI: 10.1016/j.apsoil.2019.09.006.

295. Muscolo A., Settineri G., Attinà E. Early warning indicators of changes in soil ecosystem functioning. *Ecological Indicators*, 2015. Vol. 48. P. 542–549. DOI: 10.1016/J.ECOLIND.2014.09.017.

296. Стефурак В. П., Усатая А. С., Фрунзе Н. И., Катрук Э. А. Биологическая активность почв в условиях антропогенного воздействия. Кишинев: Штиинца, 1990. 215 с.

297. Мишустин Е. Н. Микробиологическая диагностика состояния почвы. *Советская агрономия*, 1946. № 10. С. 61–67.

298. Андреюк К. І., Іутинська Г. О., Антипчук А. Ф. та ін. Функціонування мікробних ценозів в умовах антропогенного навантаження. Київ: Обереги, 2001. 240 с.

299. Marcos M. S., Olivera N. L. Microbiological and Biochemical Indicators for Assessing Soil Quality in Drylands from Patagonia. *Biology and Biotechnology of Patagonian Microorganisms*: collective monograph. Springer, Cham. 2016. P. 91–108. DOI: 10.1007/978-3-319-42801-7_6.

300. Bruggen A. V., Semenov A. M. In search of biological indicators for soil health and disease suppression. *Applied Soil Ecology*, 2000. Vol. 15. P. 13–24. DOI: 10.1016/S0929-1393(00)00068-8.

301. García-Ruiz R., Ochoa V., Hinojosa M. B., Carreira J. A. Suitability of enzyme activities for the monitoring of soil quality improvement in organic agricultural systems. *Soil Biology & Biochemistry*, 2008. Vol. 40. P. 2137–2145. DOI: 10.1016/J.SOILBIO.2008.03.023.

302. Mahdi J. E., Abbott L. K., Pauli N., Solaiman Z. M. Biological Indicators for Soil Health: Potential for Development and Use of On-Farm Tests. *Modern Tools and Techniques to Understand Microbes*: collective monograph. Springer, Cham, 2017. P. 123–134 DOI: 10.1007/978-3-319-49197-4_8.

303. Behan-Pelletier V. M. Acari and Collembola biodiversity in Canadian agricultural soils. *Canadian Journal of Soil Science*, 2003. Vol. 83(Sp. Iss.). P. 279–288. DOI: 10.4141/S01-063.

304. Simoni S., Gagnarli E., Goggioli D., Guidi S. et al. Impact of agricultural management on communities of oribatida, gamasina and collembola in italian and french vineyards. *EQA - International Journal of Environmental Quality*, 2018. Vol. 31. P. 27–32. DOI: 10.6092/issn.2281-4485/7902.

305. Straalen N. M. Evaluation of bioindicator systems derived from soil arthropod communities. *Applied Soil Ecology*, 1998. Vol. 9. P. 429–437. DOI: 10.1016/S0929-1393(98)00101-2.

306. Новосад К. Б., Казаков В.О., Гавва Д. В., Ревтьє А. В., Уваров С. Ю. Динаміка еколого-трофічних груп мікроорганізмів в чорноземах захищеного та відкритого ґрунту. *Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва Сер.*

«Грунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів», 2012. № 3. С. 65–71.

307. Akimbekov N., Qiao X., Digel I., Abdieva G. et al. The Effect of Leonardite-Derived Amendments on Soil Microbiome Structure and Potato Yield. *Agriculture*, 2020. Vol. 10(5). P. 147. DOI: 10.3390/agriculture10050147.

308 Gladkov G. V., Chebykina E. Y., Evdokimova E. V. et al. Restoration of soil microbiome in various soil horizons after crown and surface wildfires. *Ecological genetics*, 2020. Vol. 18, No. 3. P. 343–356. DOI: 10.17816/ecogen17641.

309. Kuscu I. S., Cetin M., Yiğit N., Savacı G., Sevik H. Relationship between Enzyme Activity (Urease-Catalase) and Nutrient Element in Soil Use. *Polish Journal of Environmental Studies*. 2018. 27(5). P. 2107–2112 DOI: <https://doi.org/10.15244/pjoes/78475>

310. Bandyopadhyay S., Maiti S. K. Different Soil Factors Influencing Dehydrogenase Activity in Mine Degraded Lands—State-of-Art Review. *Water Air Soil Pollut.* 2021. Vol. 232, Article number: 360. DOI: 10.1007/s11270-021-05302-0

311. Sonia M., Hafedh B., Abdennaceur H., Ali G. Studies on the ecology of actinomycetes in an agricultural soil amended with organic residues: II. Assessment of enzymatic activities of Actinomycetales isolates. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 2011. 27. P. 2251–2259. DOI: 10.1007/S11274-011-0688-4

312. Paz-Ferreiro J., Fu S. Biological Indices for Soil Quality Evaluation: Perspectives and Limitations. *Land Degradation & Development*. 2016. 27. P. 14–25. DOI: 10.1002/LDR.2262

313. Rieznik S., Havva D., Butenko A., Novosad K. Biological activity of chernozems typical of different farming practices. *Agraarteadus*. 2021. 32(2) P. 307–313. DOI: 10.15159/jas.21.34.

ДОДАТКИ

Додаток А

Загальна статистика отриманих даних

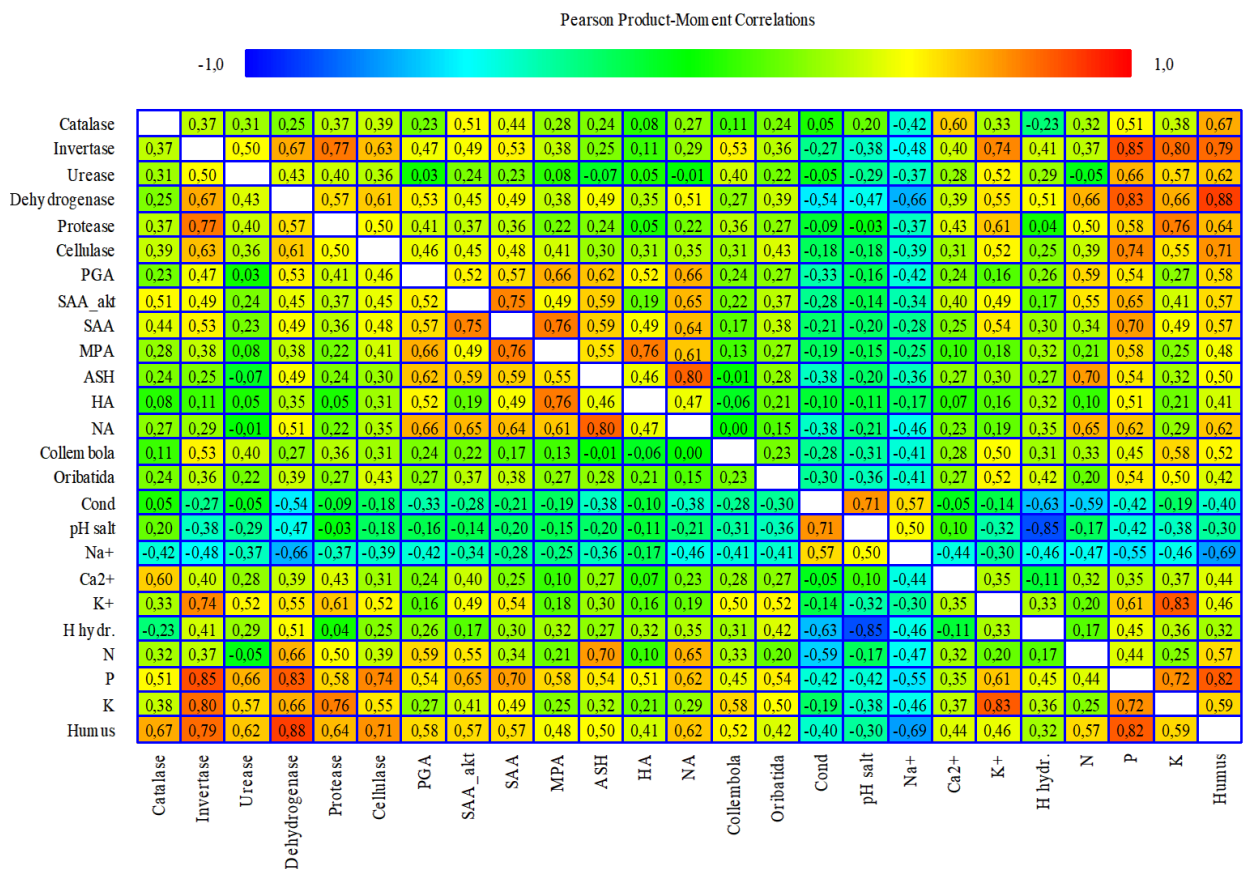
Таблиця А.1

Summary Statistics for Catalase

Count	135	108
Average	4,68148	5,95278
Variance	1,64033	3,02756
Standard deviation	1,28075	1,73999
Coeff. of variation	27,3578%	29,2299%
Standard error	0,11023	0,167431
Minimum	2,3	2,3
Maximum	8,1	9,5
Std. skewness	1,60189	-0,5856
Std. kurtosis	-0,744469	-1,74514

Таблиця А.2

Кореляційна матриця досліджуваних показників



Додаток Б

Дисперсійний аналіз фізико-хімічних показників чорноземів

Таблиця Б.1

Analysis of Variance for Density - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Farming system	0,134118	3	0,044706	8,80	0,0001
B:Depth	0,677157	6	0,11286	22,22	0,0000
INTERACTIONS					
AB	0,301357	18	0,0167421	3,30	0,0003
RESIDUAL	0,284467	56	0,00507976		
TOTAL (CORRECTED)	1,3971	83			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Multiple Range Tests for Density by Farming system and Depth (Method: 95,0 percent LSD)

Farming system / depth	Count	LS Mean	LS Sigma	Homogeneous Groups
OC3 (компост)	21	1,17476	0,0155529	X
IC3	21	1,22619	0,0155529	X
OC3 (сидерат)	21	1,23095	0,0155529	X
Переліг	21	1,28762	0,0155529	X
0-10	12	1,10833	0,0205746	X
60-70	12	1,15083	0,0205746	XX
90-100	12	1,18333	0,0205746	XX
30-40	12	1,22917	0,0205746	XX
10-20	12	1,25	0,0205746	X
20-30	12	1,285	0,0205746	X
140-150	12	1,4025	0,0205746	X

Contrast	Sig.	Difference	+/- Limits
IC3 - OC3 (компост)	*	0,0514286	0,0440617
IC3 - Переліг	*	-0,0614286	0,0440617
OC3 (компост) - OC3 (сидерат)	*	-0,0561905	0,0440617
OC3 (компост) - Переліг	*	-0,112857	0,0440617
OC3 (сидерат) - Переліг	*	-0,0566667	0,0440617
0-10 - 10-20	*	-0,141667	0,0582881
0-10 - 140-150	*	-0,294167	0,0582881
0-10 - 20-30	*	-0,176667	0,0582881
0-10 - 30-40	*	-0,120833	0,0582881
0-10 - 90-100	*	-0,075	0,0582881
10-20 - 140-150	*	-0,1525	0,0582881
10-20 - 60-70	*	0,0991667	0,0582881
10-20 - 90-100	*	0,0666667	0,0582881
140-150 - 20-30	*	0,1175	0,0582881
140-150 - 30-40	*	0,173333	0,0582881
140-150 - 60-70	*	0,251667	0,0582881
140-150 - 90-100	*	0,219167	0,0582881
20-30 - 60-70	*	0,134167	0,0582881
20-30 - 90-100	*	0,101667	0,0582881
30-40 - 60-70	*	0,0783333	0,0582881

* denotes a statistically significant difference.

Таблиця Б.2

Analysis of Variance for Density of the solid phase of th - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Farming system	0,000822619	3	0,000274206	5,23	0,0030
B:Depth	0,0326571	6	0,00544286	103,91	0,0000
INTERACTIONS					
AB	0,00188571	18	0,000104762	2,00	0,0251
RESIDUAL	0,00293333	56	0,000052381		
TOTAL (CORRECTED)	0,0382988	83			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Multiple Range Tests for Density of the solid phase of th by Farming system and Depth (Method: 95,0 percent LSD)

Farming system / depth	Count	LS Mean	LS Sigma	Homogeneous Groups
OC3 (компост)	21	2,61857	0,00157935	X
Переліг	21	2,62333	0,00157935	X
OC3 (сидерат)	21	2,62476	0,00157935	X
IC3	21	2,62714	0,00157935	X
0-10	12	2,5975	0,00208928	X
10-20	12	2,60417	0,00208928	X
20-30	12	2,61	0,00208928	X
30-40	12	2,62167	0,00208928	X
60-70	12	2,63167	0,00208928	X
90-100	12	2,64417	0,00208928	X
140-150	12	2,655	0,00208928	X

Contrast	Sig.	Difference	+/- Limits
IC3 - OC3 (компост)	*	0,00857143	0,00447431
OC3 (компост) - OC3 (сидерат)	*	-0,00619048	0,00447431
OC3 (компост) - Переліг	*	-0,0047619	0,00447431
0-10 - 10-20	*	-0,00666667	0,00591896
0-10 - 140-150	*	-0,0575	0,00591896
0-10 - 20-30	*	-0,0125	0,00591896
0-10 - 30-40	*	-0,0241667	0,00591896
0-10 - 60-70	*	-0,0341667	0,00591896
0-10 - 90-100	*	-0,0466667	0,00591896
10-20 - 140-150	*	-0,0508333	0,00591896
10-20 - 30-40	*	-0,0175	0,00591896
10-20 - 60-70	*	-0,0275	0,00591896
10-20 - 90-100	*	-0,04	0,00591896
140-150 - 20-30	*	0,045	0,00591896
140-150 - 30-40	*	0,0333333	0,00591896
140-150 - 60-70	*	0,0233333	0,00591896
140-150 - 90-100	*	0,0108333	0,00591896
20-30 - 30-40	*	-0,0116667	0,00591896
20-30 - 60-70	*	-0,0216667	0,00591896
20-30 - 90-100	*	-0,0341667	0,00591896
30-40 - 60-70	*	-0,01	0,00591896
30-40 - 90-100	*	-0,0225	0,00591896
60-70 - 90-100	*	-0,0125	0,00591896

* denotes a statistically significant difference.

Таблиця Б.3

Analysis of Variance for Total porosity - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Farming system	192,33	3	64,11	8,64	0,0001
B:Depth	896,207	6	149,368	20,12	0,0000
INTERACTIONS					
AB	452,786	18	25,1548	3,39	0,0002
RESIDUAL	415,644	56	7,42222		
TOTAL (CORRECTED)	1956,97	83			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Multiple Range Tests for Total porosity by Farming system and Depth (Method: 95,0 percent LSD)

Farming system / depth	Count	LS Mean	LS Sigma	Homogeneous Groups
Переліг	21	50,9029	0,594507	X
OC3 (сидерат)	21	53,1443	0,594507	X
IC3	21	53,3414	0,594507	X
OC3 (компост)	21	55,1681	0,594507	X
140-150	12	47,185	0,786459	X
20-30	12	50,7525	0,786459	X
10-20	12	51,9775	0,786459	XX
30-40	12	53,1317	0,786459	XX
90-100	12	55,2875	0,786459	XX
60-70	12	56,3333	0,786459	X
0-10	12	57,3067	0,786459	X

Contrast	Sig.	Difference	+/- Limits
IC3 - OC3 (компост)	*	-1,82667	1,68425
IC3 - Переліг	*	2,43857	1,68425
OC3 (компост) - OC3 (сидерат)	*	2,02381	1,68425
OC3 (компост) - Переліг	*	4,26524	1,68425
OC3 (сидерат) - Переліг	*	2,24143	1,68425
0-10 - 10-20	*	5,32917	2,22805
0-10 - 140-150	*	10,1217	2,22805
0-10 - 20-30	*	6,55417	2,22805
0-10 - 30-40	*	4,175	2,22805
10-20 - 140-150	*	4,7925	2,22805
10-20 - 60-70	*	-4,35583	2,22805
10-20 - 90-100	*	-3,31	2,22805
140-150 - 20-30	*	-3,5675	2,22805
140-150 - 30-40	*	-5,94667	2,22805
140-150 - 60-70	*	-9,14833	2,22805
140-150 - 90-100	*	-8,1025	2,22805
20-30 - 30-40	*	-2,37917	2,22805
20-30 - 60-70	*	-5,58083	2,22805
20-30 - 90-100	*	-4,535	2,22805
30-40 - 60-70	*	-3,20167	2,22805

* denotes a statistically significant difference.

Таблиця Б.4

Analysis of Variance for Cond - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Farming system	103311,	3	34437,0	78,70	0,0000
B:Depth	137330,	6	22888,3	52,30	0,0000
INTERACTIONS					
AB	51207,3	18	2844,85	6,50	0,0000
RESIDUAL	98020,9	224	437,593		
TOTAL (CORRECTED)	389869,	251			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Multiple Range Tests for Cond by Farming system and Depth (Method: 95,0 percent LSD)

<i>Farming system / depth</i>	<i>Count</i>	<i>LS Mean</i>	<i>LS Sigma</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
IC3	63	79,4476	2,63551	X
Переліг	63	118,403	2,63551	X
OC3 (компост)	63	123,302	2,63551	X
OC3 (сидерат)	63	132,479	2,63551	X
10-20	36	85,1306	3,48646	X
30-40	36	91,2278	3,48646	XX
20-30	36	96,2056	3,48646	XX
0-10	36	103,633	3,48646	X
60-70	36	129,85	3,48646	X
90-100	36	143,097	3,48646	X
140-150	36	144,711	3,48646	X

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
IC3 - OC3 (компост)	*	-43,854	7,34483
IC3 - OC3 (сидерат)	*	-53,0317	7,34483
IC3 - Переліг	*	-38,9556	7,34483
OC3 (компост) - OC3 (сидерат)	*	-9,17778	7,34483
OC3 (сидерат) - Переліг	*	14,0762	7,34483
0-10 - 10-20	*	18,5028	9,7163
0-10 - 140-150	*	-41,0778	9,7163
0-10 - 30-40	*	12,4056	9,7163
0-10 - 60-70	*	-26,2167	9,7163
0-10 - 90-100	*	-39,4639	9,7163
10-20 - 140-150	*	-59,5806	9,7163
10-20 - 20-30	*	-11,075	9,7163
10-20 - 60-70	*	-44,7194	9,7163
10-20 - 90-100	*	-57,9667	9,7163
140-150 - 20-30	*	48,5056	9,7163
140-150 - 30-40	*	53,4833	9,7163
140-150 - 60-70	*	14,8611	9,7163
20-30 - 60-70	*	-33,6444	9,7163
20-30 - 90-100	*	-46,8917	9,7163
30-40 - 60-70	*	-38,6222	9,7163
30-40 - 90-100	*	-51,8694	9,7163
60-70 - 90-100	*	-13,2472	9,7163

* denotes a statistically significant difference.

Таблиця Б.5

Analysis of Variance for TDS - Type III Sums of Squares

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
MAIN EFFECTS					
A:Farming system	46466,2	3	15488,7	77,05	0,0000
B:Depth	60717,8	6	10119,6	50,34	0,0000
INTERACTIONS					
AB	22227,0	18	1234,84	6,14	0,0000
RESIDUAL	45027,0	224	201,013		
TOTAL (CORRECTED)	174438,	251			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Multiple Range Tests for TDS by Farming system and Depth (Method: 95,0 percent LSD)

<i>Farming system / depth</i>	<i>Count</i>	<i>LS Mean</i>	<i>LS Sigma</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
IC3	63	52,1762	1,78625	X
Переліг	63	78,4349	1,78625	X
OC3 (компост)	63	80,8476	1,78625	X
OC3 (сидерат)	63	88,0651	1,78625	X
10-20	36	55,8083	2,36299	X
30-40	36	60,325	2,36299	XX
20-30	36	63,3	2,36299	XX
0-10	36	68,7278	2,36299	X
60-70	36	85,7556	2,36299	X
90-100	36	94,3889	2,36299	X
140-150	36	95,8611	2,36299	X

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
IC3 - OC3 (компост)	*	-28,6714	4,97804
IC3 - OC3 (сидерат)	*	-35,8889	4,97804
IC3 - Переліг	*	-26,2587	4,97804
OC3 (компост) - OC3 (сидерат)	*	-7,21746	4,97804
OC3 (сидерат) - Переліг	*	9,63016	4,97804
0-10 - 10-20	*	12,9194	6,58533
0-10 - 140-150	*	-27,1333	6,58533
0-10 - 30-40	*	8,40278	6,58533
0-10 - 60-70	*	-17,0278	6,58533
0-10 - 90-100	*	-25,6611	6,58533
10-20 - 140-150	*	-40,0528	6,58533
10-20 - 20-30	*	-7,49167	6,58533
10-20 - 60-70	*	-29,9472	6,58533
10-20 - 90-100	*	-38,5806	6,58533
140-150 - 20-30	*	32,5611	6,58533
140-150 - 30-40	*	35,5361	6,58533
140-150 - 60-70	*	10,1056	6,58533
20-30 - 60-70	*	-22,4556	6,58533
20-30 - 90-100	*	-31,0889	6,58533
30-40 - 60-70	*	-25,4306	6,58533
30-40 - 90-100	*	-34,0639	6,58533
60-70 - 90-100	*	-8,63333	6,58533

* denotes a statistically significant difference.

Таблиця Б.6

Analysis of Variance for Salt - Type III Sums of Squares

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
MAIN EFFECTS					
A:Farming system	26215,9	3	8738,62	73,39	0,0000
B:Depth	35754,9	6	5959,15	50,05	0,0000
INTERACTIONS					
AB	12670,4	18	703,909	5,91	0,0000
RESIDUAL	26671,5	224	119,069		
TOTAL (CORRECTED)	101313,	251			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Multiple Range Tests for Salt by Farming system and Depth (Method: 95,0 percent LSD)

<i>Farming system / depth</i>	<i>Count</i>	<i>LS Mean</i>	<i>LS Sigma</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
IC3	63	39,9079	1,37477	X
Переліг	63	59,5524	1,37477	X
OC3 (компост)	63	61,3127	1,37477	X
OC3 (сидерат)	63	66,9444	1,37477	X
10-20	36	42,2972	1,81865	X
30-40	36	45,7722	1,81865	XX
20-30	36	48,0333	1,81865	XX
0-10	36	52,0306	1,81865	X
60-70	36	65,7556	1,81865	X
90-100	36	71,7861	1,81865	X
140-150	36	72,8306	1,81865	X

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
IC3 - OC3 (компост)	*	-21,4048	3,8313
IC3 - OC3 (сидерат)	*	-27,0365	3,8313
IC3 - Переліг	*	-19,6444	3,8313
OC3 (компост) - OC3 (сидерат)	*	-5,63175	3,8313
OC3 (сидерат) - Переліг	*	7,39206	3,8313
0-10 - 10-20	*	9,73333	5,06833
0-10 - 140-150	*	-20,8	5,06833
0-10 - 30-40	*	6,25833	5,06833
0-10 - 60-70	*	-13,725	5,06833
0-10 - 90-100	*	-19,7556	5,06833
10-20 - 140-150	*	-30,5333	5,06833
10-20 - 20-30	*	-5,73611	5,06833
10-20 - 60-70	*	-23,4583	5,06833
10-20 - 90-100	*	-29,4889	5,06833
140-150 - 20-30	*	24,7972	5,06833
140-150 - 30-40	*	27,0583	5,06833
140-150 - 60-70	*	7,075	5,06833
20-30 - 60-70	*	-17,7222	5,06833
20-30 - 90-100	*	-23,7528	5,06833
30-40 - 60-70	*	-19,9833	5,06833
30-40 - 90-100	*	-26,0139	5,06833
60-70 - 90-100	*	-6,03056	5,06833

* denotes a statistically significant difference.

Таблиця Б.7

Analysis of Variance for pH water - Type III Sums of Squares

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
MAIN EFFECTS					
A:Farming system	49,1473	3	16,3824	129,51	0,0000
B:Depth	64,3551	6	10,7259	84,79	0,0000
INTERACTIONS					
AB	13,6821	18	0,760118	6,01	0,0000
RESIDUAL	28,3342	224	0,126492		
TOTAL (CORRECTED)	155,519	251			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Multiple Range Tests for pH water by Farming system (Method: 95,0 percent LSD)

<i>Farming system / depth</i>	<i>Count</i>	<i>LS Mean</i>	<i>LS Sigma</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
IC3	63	6,9446	0,0448086	X
OC3 (компост)	63	7,88746	0,0448086	X
OC3 (сидерат)	63	7,98222	0,0448086	X
Переліг	63	8,00794	0,0448086	X
10-20	36	7,08556	0,0592762	X
0-10	36	7,18667	0,0592762	X
20-30	36	7,41306	0,0592762	X
30-40	36	7,49944	0,0592762	X
60-70	36	8,01528	0,0592762	X
90-100	36	8,25	0,0592762	X
140-150	36	8,48889	0,0592762	X

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
IC3 - OC3 (компост)	*	-0,942857	0,124876
IC3 - OC3 (сидерат)	*	-1,03762	0,124876
IC3 - Переліг	*	-1,06333	0,124876
0-10 - 140-150	*	-1,30222	0,165195
0-10 - 20-30	*	-0,226389	0,165195
0-10 - 30-40	*	-0,312778	0,165195
0-10 - 60-70	*	-0,828611	0,165195
0-10 - 90-100	*	-1,06333	0,165195
10-20 - 140-150	*	-1,40333	0,165195
10-20 - 20-30	*	-0,3275	0,165195
10-20 - 30-40	*	-0,413889	0,165195
10-20 - 60-70	*	-0,929722	0,165195
10-20 - 90-100	*	-1,16444	0,165195
140-150 - 20-30	*	1,07583	0,165195
140-150 - 30-40	*	0,989444	0,165195
140-150 - 60-70	*	0,473611	0,165195
140-150 - 90-100	*	0,238889	0,165195
20-30 - 60-70	*	-0,602222	0,165195
20-30 - 90-100	*	-0,836944	0,165195
30-40 - 60-70	*	-0,515833	0,165195
30-40 - 90-100	*	-0,750556	0,165195
60-70 - 90-100	*	-0,234722	0,165195

* denotes a statistically significant difference.

Таблиця Б.8

Analysis of Variance for pH salt - Type III Sums of Squares

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
MAIN EFFECTS					
A:Farming system	109,694	3	36,5648	164,27	0,0000
B:Depth	58,1918	6	9,69864	43,57	0,0000
INTERACTIONS					
AB	26,0789	18	1,44883	6,51	0,0000
RESIDUAL	49,8601	224	0,22259		
TOTAL (CORRECTED)	243,825	251			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Multiple Range Tests for pH salt by Farming system and Depth (Method: 95,0 percent LSD)

<i>Farming system / depth</i>	<i>Count</i>	<i>LS Mean</i>	<i>LS Sigma</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
IC3	63	5,68635	0,0594405	X
OC3 (компост)	63	7,15286	0,0594405	X
Переліг	63	7,19841	0,0594405	X
OC3 (сидерат)	63	7,26968	0,0594405	X
10-20	36	6,23917	0,0786324	X
0-10	36	6,32861	0,0786324	X
20-30	36	6,56528	0,0786324	X
30-40	36	6,64639	0,0786324	X
60-70	36	7,06028	0,0786324	X
90-100	36	7,35222	0,0786324	X
140-150	36	7,59583	0,0786324	X

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
IC3 - OC3 (компост)	*	-1,46651	0,165653
IC3 - OC3 (сидерат)	*	-1,58333	0,165653
IC3 - Переліг	*	-1,51206	0,165653
0-10 - 140-150	*	-1,26722	0,219138
0-10 - 20-30	*	-0,236667	0,219138
0-10 - 30-40	*	-0,317778	0,219138
0-10 - 60-70	*	-0,731667	0,219138
0-10 - 90-100	*	-1,02361	0,219138
10-20 - 140-150	*	-1,35667	0,219138
10-20 - 20-30	*	-0,326111	0,219138
10-20 - 30-40	*	-0,407222	0,219138
10-20 - 60-70	*	-0,821111	0,219138
10-20 - 90-100	*	-1,11306	0,219138
140-150 - 20-30	*	1,03056	0,219138
140-150 - 30-40	*	0,949444	0,219138
140-150 - 60-70	*	0,535556	0,219138
140-150 - 90-100	*	0,243611	0,219138
20-30 - 60-70	*	-0,495	0,219138
20-30 - 90-100	*	-0,786944	0,219138
30-40 - 60-70	*	-0,413889	0,219138
30-40 - 90-100	*	-0,705833	0,219138
60-70 - 90-100	*	-0,291944	0,219138

* denotes a statistically significant difference.

Таблиця Б.9

Analysis of Variance for Na⁺ - Type III Sums of Squares

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
MAIN EFFECTS					
A:Farming system	1300,14	3	433,38	136,22	0,0000
B:Depth	5515,91	6	919,319	288,95	0,0000
INTERACTIONS					
AB	1311,39	18	72,8549	22,90	0,0000
RESIDUAL	712,667	224	3,18155		
TOTAL (CORRECTED)	8840,11	251			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Multiple Range Tests for Na⁺ by Farming system and Depth (Method: 95,0 percent LSD)

<i>Farming system / depth</i>	<i>Count</i>	<i>LS Mean</i>	<i>LS Sigma</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
IC3	63	6,92063	0,224724	X
OC3 (сидерат)	63	7,46032	0,224724	X
OC3 (компост)	63	10,8571	0,224724	X
Переліг	63	12,3333	0,224724	X
10-20	36	5,02778	0,297282	X
20-30	36	5,69444	0,297282	XX
0-10	36	5,86111	0,297282	X
30-40	36	6,91667	0,297282	X
60-70	36	10,0556	0,297282	X
90-100	36	13,6944	0,297282	X
140-150	36	18,5	0,297282	X

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
IC3 - OC3 (компост)	*	-3,93651	0,626276
IC3 - Переліг	*	-5,4127	0,626276
OC3 (компост) - OC3 (сидерат)	*	3,39683	0,626276
OC3 (компост) - Переліг	*	-1,47619	0,626276
OC3 (сидерат) - Переліг	*	-4,87302	0,626276
0-10 - 10-20	*	0,833333	0,828485
0-10 - 140-150	*	-12,6389	0,828485
0-10 - 30-40	*	-1,05556	0,828485
0-10 - 60-70	*	-4,19444	0,828485
0-10 - 90-100	*	-7,83333	0,828485
10-20 - 140-150	*	-13,4722	0,828485
10-20 - 30-40	*	-1,88889	0,828485
10-20 - 60-70	*	-5,02778	0,828485
10-20 - 90-100	*	-8,66667	0,828485
140-150 - 20-30	*	12,8056	0,828485
140-150 - 30-40	*	11,5833	0,828485
140-150 - 60-70	*	8,44444	0,828485
140-150 - 90-100	*	4,80556	0,828485
20-30 - 30-40	*	-1,22222	0,828485
20-30 - 60-70	*	-4,36111	0,828485
20-30 - 90-100	*	-8,0	0,828485
30-40 - 60-70	*	-3,13889	0,828485
30-40 - 90-100	*	-6,77778	0,828485
60-70 - 90-100	*	-3,63889	0,828485

* denotes a statistically significant difference.

Таблиця Б.10

Analysis of Variance for Ca²⁺ - Type III Sums of Squares

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
MAIN EFFECTS					
A:Farming system	27550,7	3	9183,55	14,54	0,0000
B:Depth	61286,1	6	10214,4	16,17	0,0000
INTERACTIONS					
AB	128856,	18	7158,68	11,34	0,0000
RESIDUAL	141465,	224	631,541		
TOTAL (CORRECTED)	359158,	251			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Multiple Range Tests for Ca²⁺ by Farming system and Depth (Method: 95,0 percent LSD)

<i>Farming system / depth</i>	<i>Count</i>	<i>LS Mean</i>	<i>LS Sigma</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
Переліг	63	125,429	3,16614	X
ІСЗ	63	138,825	3,16614	X
ОСЗ (компост)	63	146,413	3,16614	XX
ОСЗ (сидерат)	63	153,683	3,16614	X
140-150	36	115,194	4,18841	X
90-100	36	124,444	4,18841	X
60-70	36	137,528	4,18841	X
30-40	36	143,889	4,18841	XX
20-30	36	150,833	4,18841	X
10-20	36	151,667	4,18841	X
0-10	36	164,056	4,18841	X

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
ІСЗ - ОСЗ (сидерат)	*	-14,8571	8,82363
ІСЗ - Переліг	*	13,3968	8,82363
ОСЗ (компост) - Переліг	*	20,9841	8,82363
ОСЗ (сидерат) - Переліг	*	28,254	8,82363
0-10 - 10-20	*	12,3889	11,6726
0-10 - 140-150	*	48,8611	11,6726
0-10 - 20-30	*	13,2222	11,6726
0-10 - 30-40	*	20,1667	11,6726
0-10 - 60-70	*	26,5278	11,6726
0-10 - 90-100	*	39,6111	11,6726
10-20 - 140-150	*	36,4722	11,6726
10-20 - 60-70	*	14,1389	11,6726
10-20 - 90-100	*	27,2222	11,6726
140-150 - 20-30	*	-35,6389	11,6726
140-150 - 30-40	*	-28,6944	11,6726
140-150 - 60-70	*	-22,3333	11,6726
20-30 - 60-70	*	13,3056	11,6726
20-30 - 90-100	*	26,3889	11,6726
30-40 - 90-100	*	19,4444	11,6726
60-70 - 90-100	*	13,0833	11,6726

* denotes a statistically significant difference.

Таблиця Б.11

Analysis of Variance for K⁺ - Type III Sums of Squares

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
MAIN EFFECTS					
A:Farming system	14,9643	3	4,9881	2,99	0,0317
B:Depth	366,048	6	61,0079	36,63	0,0000
INTERACTIONS					
AB	65,7302	18	3,65168	2,19	0,0044
RESIDUAL	373,111	224	1,66567		
TOTAL (CORRECTED)	819,853	251			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Multiple Range Tests for K+ by Farming system and Depth (Method: 95,0 percent LSD)

<i>Farming system / depth</i>	<i>Count</i>	<i>LS Mean</i>	<i>LS Sigma</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
Переліг	63	0,507937	0,162602	X
ОСЗ (компост)	63	0,650794	0,162602	X
ІСЗ	63	0,84127	0,162602	XX
ОСЗ (сидерат)	63	1,15873	0,162602	X
140-150	36	0	0,215102	X
30-40	36	0	0,215102	X
90-100	36	0	0,215102	X
60-70	36	0	0,215102	X
20-30	36	0,416667	0,215102	X
10-20	36	1,75	0,215102	X
0-10	36	3,36111	0,215102	X

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
ОСЗ (компост) - ОСЗ (сидерат)	*	-0,507937	0,45315
ОСЗ (сидерат) - Переліг	*	0,650794	0,45315
0-10 - 10-20	*	1,61111	0,59946
0-10 - 140-150	*	3,36111	0,59946
0-10 - 20-30	*	2,94444	0,59946
0-10 - 30-40	*	3,36111	0,59946
0-10 - 60-70	*	3,36111	0,59946
0-10 - 90-100	*	3,36111	0,59946
10-20 - 140-150	*	1,75	0,59946
10-20 - 20-30	*	1,33333	0,59946
10-20 - 30-40	*	1,75	0,59946
10-20 - 60-70	*	1,75	0,59946
10-20 - 90-100	*	1,75	0,59946

* denotes a statistically significant difference.

Таблиця Б.12

Analysis of Variance for H hydr. - Type III Sums of Squares

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
MAIN EFFECTS					
A:Farming system	71,8105	3	23,9368	389,03	0,0000
B:Depth	55,4966	6	9,24943	150,33	0,0000
INTERACTIONS					
AB	38,1886	18	2,12159	34,48	0,0000
RESIDUAL	13,7825	224	0,0615291		
TOTAL (CORRECTED)	179,278	251			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Multiple Range Tests for H hydr. by Farming system and Depth (Method: 95,0 percent LSD)

<i>Farming system / depth</i>	<i>Count</i>	<i>LS Mean</i>	<i>LS Sigma</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
Переліг	63	0,365556	0,0312514	X
ОСЗ (сидерат)	63	0,427302	0,0312514	X
ОСЗ (компост)	63	0,54619	0,0312514	X
ІСЗ	63	1,67	0,0312514	X
140-150	36	0,208889	0,0413418	X
90-100	36	0,245	0,0413418	X
60-70	36	0,383611	0,0413418	X
30-40	36	0,705	0,0413418	X
20-30	36	0,965833	0,0413418	X
10-20	36	1,27806	0,0413418	X
0-10	36	1,47944	0,0413418	X

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
ІСЗ - ОСЗ (компост)	*	1,12381	0,0870937
ІСЗ - ОСЗ (сидерат)	*	1,2427	0,0870937
ІСЗ - Переліг	*	1,30444	0,0870937
ОСЗ (компост) - ОСЗ (сидерат)	*	0,118889	0,0870937
ОСЗ (компост) - Переліг	*	0,180635	0,0870937
0-10 - 10-20	*	0,201389	0,115214
0-10 - 140-150	*	1,27056	0,115214
0-10 - 20-30	*	0,513611	0,115214
0-10 - 30-40	*	0,774444	0,115214
0-10 - 60-70	*	1,09583	0,115214
0-10 - 90-100	*	1,23444	0,115214
10-20 - 140-150	*	1,06917	0,115214
10-20 - 20-30	*	0,312222	0,115214
10-20 - 30-40	*	0,573056	0,115214
10-20 - 60-70	*	0,894444	0,115214
10-20 - 90-100	*	1,03306	0,115214
140-150 - 20-30	*	-0,756944	0,115214
140-150 - 30-40	*	-0,496111	0,115214
140-150 - 60-70	*	-0,174722	0,115214
20-30 - 30-40	*	0,260833	0,115214
20-30 - 60-70	*	0,582222	0,115214
20-30 - 90-100	*	0,720833	0,115214
30-40 - 60-70	*	0,321389	0,115214
30-40 - 90-100	*	0,46	0,115214
60-70 - 90-100	*	0,138611	0,115214

* denotes a statistically significant difference.

Таблиця Б.13

Analysis of Variance for N - Type III Sums of Squares

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
MAIN EFFECTS					
A:Farming system	5469,45	3	1823,15	1,71	0,1651
B:Depth	141413,	6	23568,9	22,15	0,0000
INTERACTIONS					
AB	6961,1	18	386,728	0,36	0,9926
RESIDUAL	238349,	224	1064,06		
TOTAL (CORRECTED)	392193,	251			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Multiple Range Tests for N by Farming system and Depth (Method: 95,0 percent LSD)

<i>Farming system / depth</i>	<i>Count</i>	<i>LS Mean</i>	<i>LS Sigma</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
ОСЗ (сидерат)	63	60,3429	4,10973	X
ІСЗ	63	65,6889	4,10973	XX
ОСЗ (компост)	63	70,8159	4,10973	XX
Переліг	63	72,1444	4,10973	X
140-150	36	37,2667	5,43666	X
90-100	36	40,2639	5,43666	X
60-70	36	48,8806	5,43666	X
30-40	36	67,6083	5,43666	X
20-30	36	84,725	5,43666	X
10-20	36	94,3667	5,43666	X
0-10	36	97,625	5,43666	X

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
OC3 (сидерат) - Переліг	*	-11,8016	11,4533
0-10 - 140-150	*	60,3583	15,1513
0-10 - 30-40	*	30,0167	15,1513
0-10 - 60-70	*	48,7444	15,1513
0-10 - 90-100	*	57,3611	15,1513
10-20 - 140-150	*	57,1	15,1513
10-20 - 30-40	*	26,7583	15,1513
10-20 - 60-70	*	45,4861	15,1513
10-20 - 90-100	*	54,1028	15,1513
140-150 - 20-30	*	-47,4583	15,1513
140-150 - 30-40	*	-30,3417	15,1513
20-30 - 30-40	*	17,1167	15,1513
20-30 - 60-70	*	35,8444	15,1513
20-30 - 90-100	*	44,4611	15,1513
30-40 - 60-70	*	18,7278	15,1513
30-40 - 90-100	*	27,3444	15,1513

* denotes a statistically significant difference.

Таблиця Б.14

Analysis of Variance for P - Type III Sums of Squares

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
MAIN EFFECTS					
A:Farming system	4019,45	3	1339,82	8,27	0,0000
B:Depth	239514,	6	39919,1	246,41	0,0000
INTERACTIONS					
AB	26660,1	18	1481,11	9,14	0,0000
RESIDUAL	36288,9	224	162,004		
TOTAL (CORRECTED)	306483,	251			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Multiple Range Tests for P by Farming system and Depth (Method: 95,0 percent LSD)

<i>Farming system / depth</i>	<i>Count</i>	<i>LS Mean</i>	<i>LS Sigma</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
OC3 (компост)	63	51,4783	1,60359	X
IC3	63	54,6095	1,60359	X
Переліг	63	60,066	1,60359	X
OC3 (сидерат)	63	61,2752	1,60359	X
140-150	36	21,2836	2,12135	X
90-100	36	23,3628	2,12135	XX
60-70	36	29,0044	2,12135	X
30-40	36	55,8028	2,12135	X
20-30	36	77,7386	2,12135	X
10-20	36	89,0347	2,12135	X
0-10	36	101,774	2,12135	X

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
IC3 - OC3 (сидерат)	*	-6,66571	4,46899
IC3 - Переліг	*	-5,45651	4,46899
OC3 (компост) - OC3 (сидерат)	*	-9,79698	4,46899
OC3 (компост) - Переліг	*	-8,58778	4,46899
0-10 - 10-20	*	12,7392	5,91192
0-10 - 140-150	*	80,4903	5,91192
0-10 - 20-30	*	24,0353	5,91192
0-10 - 30-40	*	45,9711	5,91192
0-10 - 60-70	*	72,7694	5,91192
0-10 - 90-100	*	78,4111	5,91192
10-20 - 140-150	*	67,7511	5,91192
10-20 - 20-30	*	11,2961	5,91192
10-20 - 30-40	*	33,2319	5,91192
10-20 - 60-70	*	60,0303	5,91192
10-20 - 90-100	*	65,6719	5,91192
140-150 - 20-30	*	-56,455	5,91192
140-150 - 30-40	*	-34,5192	5,91192
140-150 - 60-70	*	-7,72083	5,91192
20-30 - 30-40	*	21,9358	5,91192
20-30 - 60-70	*	48,7342	5,91192
20-30 - 90-100	*	54,3758	5,91192
30-40 - 60-70	*	26,7983	5,91192
30-40 - 90-100	*	32,44	5,91192

* denotes a statistically significant difference.

Таблиця Б.15

Analysis of Variance for K - Type III Sums of Squares

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
MAIN EFFECTS					
A:Farming system	13639,3	3	4546,42	6,68	0,0002
B:Depth	227712,	6	37952,0	55,73	0,0000
INTERACTIONS					
AB	38157,6	18	2119,87	3,11	0,0000
RESIDUAL	152546,	224	681,01		
TOTAL (CORRECTED)	432055,	251			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Multiple Range Tests for K by Farming system and Depth (Method: 95,0 percent LSD)

<i>Farming system / depth</i>	<i>Count</i>	<i>LS Mean</i>	<i>LS Sigma</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
OC3 (компост)	63	60,1111	3,28781	X
Переліг	63	74,0	3,28781	X
OC3 (сидерат)	63	77,5238	3,28781	X
IC3	63	78,4603	3,28781	X
90-100	36	46,2222	4,34936	X
140-150	36	48,0833	4,34936	XX
60-70	36	52,3333	4,34936	XX
30-40	36	59,6389	4,34936	X
20-30	36	73,6389	4,34936	X
10-20	36	91,0556	4,34936	X
0-10	36	136,694	4,34936	X

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
IC3 - OC3 (компост)	*	18,3492	9,16269
OC3 (компост) - OC3 (сидерат)	*	-17,4127	9,16269
OC3 (компост) - Переліг	*	-13,8889	9,16269
0-10 - 10-20	*	45,6389	12,1211
0-10 - 140-150	*	88,6111	12,1211
0-10 - 20-30	*	63,0556	12,1211
0-10 - 30-40	*	77,0556	12,1211
0-10 - 60-70	*	84,3611	12,1211
0-10 - 90-100	*	90,4722	12,1211
10-20 - 140-150	*	42,9722	12,1211
10-20 - 20-30	*	17,4167	12,1211
10-20 - 30-40	*	31,4167	12,1211
10-20 - 60-70	*	38,7222	12,1211
10-20 - 90-100	*	44,8333	12,1211
140-150 - 20-30	*	-25,5556	12,1211
20-30 - 30-40	*	14,0	12,1211
20-30 - 60-70	*	21,3056	12,1211
20-30 - 90-100	*	27,4167	12,1211
30-40 - 90-100	*	13,4167	12,1211

* denotes a statistically significant difference.

Таблиця Б.16

Analysis of Variance for Humus - Type III Sums of Squares

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
MAIN EFFECTS					
A:Farming system	32,6962	3	10,8987	1458,64	0,0000
B:Depth	670,059	6	111,676	14946,34	0,0000
INTERACTIONS					
AB	23,2346	18	1,29081	172,76	0,0000
RESIDUAL	1,67369	224	0,00747183		
TOTAL (CORRECTED)	727,663	251			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Multiple Range Tests for Humus by Farming system and Depth (Method: 95,0 percent LSD)

<i>Farming system / depth</i>	<i>Count</i>	<i>LS Mean</i>	<i>LS Sigma</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
IC3	63	3,01508	0,0108904	X
OC3 (сидерат)	63	3,67476	0,0108904	X
OC3 (компост)	63	3,86175	0,0108904	X
Переліг	63	3,9227	0,0108904	X
140-150	36	0,919722	0,0144066	X
90-100	36	1,865	0,0144066	X
60-70	36	3,01389	0,0144066	X
30-40	36	3,97	0,0144066	X
20-30	36	4,78778	0,0144066	X
10-20	36	5,11806	0,0144066	X
0-10	36	5,65556	0,0144066	X

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
ІСЗ - ОСЗ (компост)	*	-0,846667	0,0303501
ІСЗ - ОСЗ (сидерат)	*	-0,659683	0,0303501
ІСЗ - Переліг	*	-0,907619	0,0303501
ОСЗ (компост) - ОСЗ (сидерат)	*	0,186984	0,0303501
ОСЗ (компост) - Переліг	*	-0,0609524	0,0303501
ОСЗ (сидерат) - Переліг	*	-0,247937	0,0303501
0-10 - 10-20	*	0,5375	0,0401494
0-10 - 140-150	*	4,73583	0,0401494
0-10 - 20-30	*	0,867778	0,0401494
0-10 - 30-40	*	1,68556	0,0401494
0-10 - 60-70	*	2,64167	0,0401494
0-10 - 90-100	*	3,79056	0,0401494
10-20 - 140-150	*	4,19833	0,0401494
10-20 - 20-30	*	0,330278	0,0401494
10-20 - 30-40	*	1,14806	0,0401494
10-20 - 60-70	*	2,10417	0,0401494
10-20 - 90-100	*	3,25306	0,0401494
140-150 - 20-30	*	-3,86806	0,0401494
140-150 - 30-40	*	-3,05028	0,0401494
140-150 - 60-70	*	-2,09417	0,0401494
140-150 - 90-100	*	-0,945278	0,0401494
20-30 - 30-40	*	0,817778	0,0401494
20-30 - 60-70	*	1,77389	0,0401494
20-30 - 90-100	*	2,92278	0,0401494
30-40 - 60-70	*	0,956111	0,0401494
30-40 - 90-100	*	2,105	0,0401494
60-70 - 90-100	*	1,14889	0,0401494

* denotes a statistically significant difference.

Таблиця Б.17

Analysis of Variance for Soil temperature - Type III Sums of Squares

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
MAIN EFFECTS					
A:Farming system	158,72	3	52,9067	0,86	0,4594
B:Depth	1496,31	6	249,384	4,07	0,0005
INTERACTIONS					
AB	61,5247	18	3,41804	0,06	1,0000
RESIDUAL	31337,9	512	61,2067		
TOTAL (CORRECTED)	33133,0	539			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Multiple Range Tests for Soil temperature by Farming system and Depth (Method: 95,0 percent LSD)

<i>Farming system / depth</i>	<i>Count</i>	<i>LS Mean</i>	<i>LS Sigma</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
Переліг	135	11,727	0,775517	X
ОСЗ (компост)	135	12,627	0,775517	X
ІСЗ	135	13,046	0,775517	X
ОСЗ (сидерат)	135	13,3984	0,775517	X
140-150	36	9,26667	1,30391	X
90-100	36	10,3417	1,30391	X
60-70	36	11,75	1,30391	XX
30-40	108	13,9528	0,752814	XX
10-20	108	14,3389	0,752814	XX
20-30	108	14,35	0,752814	XX
0-10	108	14,8972	0,752814	X

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
0-10 - 140-150	*	5,63056	2,95798
0-10 - 60-70	*	3,14722	2,95798
0-10 - 90-100	*	4,55556	2,95798
10-20 - 140-150	*	5,07222	2,95798
10-20 - 90-100	*	3,99722	2,95798
140-150 - 20-30	*	-5,08333	2,95798
140-150 - 30-40	*	-4,68611	2,95798
20-30 - 90-100	*	4,00833	2,95798
30-40 - 90-100	*	3,61111	2,95798

*denotes a statistically significant

Таблиця Б.18

Analysis of Variance for Humidity - Type III Sums of Squares

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
MAIN EFFECTS					
A:Farming system	493,639	3	164,546	6,94	0,0001
B:Depth	147,72	6	24,62	1,04	0,3993
INTERACTIONS					
AB	433,681	18	24,0934	1,02	0,4391
RESIDUAL	12138,4	512	23,7078		
TOTAL (CORRECTED)	13482,6	539			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Multiple Range Tests for Humidity by Farming system and Depth (Method: 95,0 percent LSD)

<i>Farming system / depth</i>	<i>Count</i>	<i>LS Mean</i>	<i>LS Sigma</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
OC3 (сидерат)	135	19,0266	0,482655	X
IC3	135	19,7909	0,482655	XX
OC3 (компост)	135	20,6632	0,482655	XX
Переліг	135	21,9901	0,482655	X
60-70	36	19,7319	0,81151	XX
30-40	108	19,8279	0,468526	X
140-150	36	20,2703	0,81151	XX
20-30	108	20,4501	0,468526	XX
90-100	36	20,4747	0,81151	XX
0-10	108	20,4761	0,468526	XX
10-20	108	21,3429	0,468526	X

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
IC3 - Переліг	*	-2,19915	1,341
OC3 (компост) - OC3 (сидерат)	*	1,63661	1,341
OC3 (сидерат) - Переліг	*	-2,96344	1,341
10-20 - 30-40	*	1,515	1,30174

* denotes a statistically significant difference.

Додаток В

Дисперсійний аналіз чисельності колембол та орибатид

Таблиця В.1

Analysis of Variance for Collembola - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Farming system	44938,0	3	14979,3	9,10	0,0000
B:Depth	283883,	6	47313,8	28,74	0,0000
INTERACTIONS					
AB	53264,1	18	2959,12	1,80	0,0229
RESIDUAL	842984,	512	1646,45		
TOTAL (CORRECTED)	1,29976E6	539			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Multiple Range Tests for Collembola by Farming system and Depth (Method: 95,0 percent LSD)

Farming system / depth	Count	LS Mean	LS Sigma	Homogeneous Groups
ОСЗ (сидерат)	135	21,7619	4,02223	X
ОСЗ (компост)	135	26,0635	4,02223	X
ІСЗ	135	30,8042	4,02223	X
Переліг	135	49,3228	4,02223	X
140-150	36	0,833333	6,76275	X
90-100	36	2,47222	6,76275	X
60-70	36	5,83333	6,76275	X
30-40	108	39,5926	3,90448	X
20-30	108	44,2315	3,90448	X
0-10	108	63,75	3,90448	X
10-20	108	67,2037	3,90448	X

Contrast	Sig.	Difference	+/- Limits
ІСЗ - Переліг	*	-18,5185	11,1753
ОСЗ (компост) - Переліг	*	-23,2593	11,1753
ОСЗ (сидерат) - Переліг	*	-27,5608	11,1753
0-10 - 140-150	*	62,9167	15,3416
0-10 - 20-30	*	19,5185	10,8481
0-10 - 30-40	*	24,1574	10,8481
0-10 - 60-70	*	57,9167	15,3416
0-10 - 90-100	*	61,2778	15,3416
10-20 - 140-150	*	66,3704	15,3416
10-20 - 20-30	*	22,9722	10,8481
10-20 - 30-40	*	27,6111	10,8481
10-20 - 60-70	*	61,3704	15,3416
10-20 - 90-100	*	64,7315	15,3416
140-150 - 20-30	*	-43,3981	15,3416
140-150 - 30-40	*	-38,7593	15,3416
20-30 - 60-70	*	38,3981	15,3416
20-30 - 90-100	*	41,7593	15,3416
30-40 - 60-70	*	33,7593	15,3416
30-40 - 90-100	*	37,1204	15,3416

* denotes a statistically significant difference.

Таблиця В.2

Analysis of Variance for Oribatida - Type III Sums of Squares

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
MAIN EFFECTS					
A:Farming system	76116,3	3	25372,1	14,32	0,0000
B:Depth	289518,	6	48253,0	27,23	0,0000
INTERACTIONS					
AB	76442,4	18	4246,8	2,40	0,0011
RESIDUAL	907413,	512	1772,29		
TOTAL (CORRECTED)	1,42087E6	539			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Multiple Range Tests for Oribatida by Farming system and Depth (Method: 95,0 percent LSD)

<i>Farming system / depth</i>	<i>Count</i>	<i>LS Mean</i>	<i>LS Sigma</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
Переліг	135	20,4233	4,1731	X
OC3 (компост)	135	29,4127	4,1731	X
OC3 (сидерат)	135	50,0529	4,1731	X
IC3	135	52,836	4,1731	X
140-150	36	3,0	7,01643	X
90-100	36	10,3611	7,01643	XX
60-70	36	24,25	7,01643	XX
30-40	108	39,3241	4,05094	XX
20-30	108	48,1574	4,05094	X
10-20	108	60,963	4,05094	X
0-10	108	81,213	4,05094	X

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
IC3 - OC3 (компост)	*	23,4233	11,5945
IC3 - Переліг	*	32,4127	11,5945
OC3 (компост) - OC3 (сидерат)	*	-20,6402	11,5945
OC3 (сидерат) - Переліг	*	29,6296	11,5945
0-10 - 10-20	*	20,25	11,255
0-10 - 140-150	*	78,213	15,917
0-10 - 20-30	*	33,0556	11,255
0-10 - 30-40	*	41,8889	11,255
0-10 - 60-70	*	56,963	15,917
0-10 - 90-100	*	70,8519	15,917
10-20 - 140-150	*	57,963	15,917
10-20 - 20-30	*	12,8056	11,255
10-20 - 30-40	*	21,6389	11,255
10-20 - 60-70	*	36,713	15,917
10-20 - 90-100	*	50,6019	15,917
140-150 - 20-30	*	-45,1574	15,917
140-150 - 30-40	*	-36,3241	15,917
140-150 - 60-70	*	-21,25	19,4943
20-30 - 60-70	*	23,9074	15,917
20-30 - 90-100	*	37,7963	15,917
30-40 - 90-100	*	28,963	15,917

* denotes a statistically significant difference.

Додаток Г

Дисперсійний аналіз мікробіологічних показників чорноземів типових

Таблиця Г.1

Analysis of Variance for PGA - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Farming system	22,1288	3	7,37628	2,77	0,0411
B:Depth	787,357	6	131,226	49,29	0,0000
INTERACTIONS					
AB	83,1402	18	4,6189	1,73	0,0305
RESIDUAL	1363,23	512	2,66256		
TOTAL (CORRECTED)	2293,87	539			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Multiple Range Tests for PGA by Farming system and Depth (Method: 95,0 percent LSD)

Farming system / depth	Count	LS Mean	LS Sigma	Homogeneous Groups
OC3 (компост)	135	1,04249	0,161749	X
OC3 (сидерат)	135	1,07614	0,161749	X
IC3	135	1,28757	0,161749	XX
Переліг	135	1,6282	0,161749	X
140-150	36	0,111111	0,271956	X
90-100	36	0,21	0,271956	X
60-70	36	0,213333	0,271956	X
30-40	108	0,880648	0,157014	X
20-30	108	1,34417	0,157014	X
10-20	108	2,45065	0,157014	X
0-10	108	3,60028	0,157014	X

Contrast	Sig.	Difference	+/- Limits
OC3 (компост) - Переліг	*	-0,585714	0,449401
OC3 (сидерат) - Переліг	*	-0,552063	0,449401
0-10 - 10-20	*	1,14963	0,436244
0-10 - 140-150	*	3,48917	0,616943
0-10 - 20-30	*	2,25611	0,436244
0-10 - 30-40	*	2,71963	0,436244
0-10 - 60-70	*	3,38694	0,616943
0-10 - 90-100	*	3,39028	0,616943
10-20 - 140-150	*	2,33954	0,616943
10-20 - 20-30	*	1,10648	0,436244
10-20 - 30-40	*	1,57	0,436244
10-20 - 60-70	*	2,23731	0,616943
10-20 - 90-100	*	2,24065	0,616943
140-150 - 20-30	*	-1,23306	0,616943
140-150 - 30-40	*	-0,769537	0,616943
20-30 - 30-40	*	0,463519	0,436244
20-30 - 60-70	*	1,13083	0,616943
20-30 - 90-100	*	1,13417	0,616943
30-40 - 60-70	*	0,667315	0,616943
30-40 - 90-100	*	0,670648	0,616943

* denotes a statistically significant difference.

Таблиця Г.2

Analysis of Variance for SAA_akt - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Farming system	706,905	3	235,635	2,32	0,0746
B:Depth	25864,1	6	4310,68	42,42	0,0000
INTERACTIONS					
AB	1806,16	18	100,342	0,99	0,4727
RESIDUAL	52029,9	512	101,621		
TOTAL (CORRECTED)	81514,4	539			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Multiple Range Tests for SAA_akt by Farming system and Depth (Method: 95,0 percent LSD)

Farming system / depth	Count	LS Mean	LS Sigma	Homogeneous Groups
Переліг	135	5,23127	0,999271	X
ІСЗ	135	5,5428	0,999271	X
ОСЗ (компост)	135	7,22127	0,999271	XX
ОСЗ (сидерат)	135	8,48968	0,999271	X
140-150	36	0,0416667	1,68012	X
90-100	36	0,0627778	1,68012	X
60-70	36	0,226111	1,68012	X
30-40	108	4,74046	0,970018	X
20-30	108	7,18574	0,970018	X
10-20	108	14,8336	0,970018	X
0-10	108	19,2584	0,970018	X

Contrast	Sig.	Difference	+/- Limits
ІСЗ - ОСЗ (сидерат)	*	-2,94688	2,77636
ОСЗ (сидерат) - Переліг	*	3,25841	2,77636
0-10 - 10-20	*	4,42481	2,69508
0-10 - 140-150	*	19,2168	3,81142
0-10 - 20-30	*	12,0727	2,69508
0-10 - 30-40	*	14,518	2,69508
0-10 - 60-70	*	19,0323	3,81142
0-10 - 90-100	*	19,1956	3,81142
10-20 - 140-150	*	14,7919	3,81142
10-20 - 20-30	*	7,64787	2,69508
10-20 - 30-40	*	10,0931	2,69508
10-20 - 60-70	*	14,6075	3,81142
10-20 - 90-100	*	14,7708	3,81142
140-150 - 20-30	*	-7,14407	3,81142
140-150 - 30-40	*	-4,6988	3,81142
20-30 - 60-70	*	6,95963	3,81142
20-30 - 90-100	*	7,12296	3,81142
30-40 - 60-70	*	4,51435	3,81142
30-40 - 90-100	*	4,67769	3,81142

* denotes a statistically significant difference.

Таблиця Г.3

Analysis of Variance for SAA - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Farming system	12,5858	3	4,19526	4,36	0,0048
B:Depth	299,294	6	49,8823	51,86	0,0000
RESIDUAL	509,75	530	0,961792		
TOTAL (CORRECTED)	821,63	539			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Multiple Range Tests for SAA by Farming system and Depth (Method: 95,0 percent LSD)

<i>Farming system / depth</i>	<i>Count</i>	<i>LS Mean</i>	<i>LS Sigma</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
Переліг	135	0,495661	0,0877837	X
ІСЗ	135	0,65455	0,0877837	XX
ОСЗ (компост)	135	0,73781	0,0877837	XX
ОСЗ (сидерат)	135	0,919069	0,0877837	X
60-70	36	0,03	0,163452	X
140-150	36	0,0383333	0,163452	X
90-100	36	0,0561111	0,163452	XX
30-40	108	0,411574	0,0943689	X
20-30	108	0,750833	0,0943689	X
10-20	108	1,55917	0,0943689	X
0-10	108	2,06639	0,0943689	X

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
ІСЗ - ОСЗ (сидерат)	*	-0,264519	0,234493
ОСЗ (компост) - Переліг	*	0,242148	0,234493
ОСЗ (сидерат) - Переліг	*	0,423407	0,234493
0-10 - 10-20	*	0,507222	0,262172
0-10 - 140-150	*	2,02806	0,370767
0-10 - 20-30	*	1,31556	0,262172
0-10 - 30-40	*	1,65481	0,262172
0-10 - 60-70	*	2,03639	0,370767
0-10 - 90-100	*	2,01028	0,370767
10-20 - 140-150	*	1,52083	0,370767
10-20 - 20-30	*	0,808333	0,262172
10-20 - 30-40	*	1,14759	0,262172
10-20 - 60-70	*	1,52917	0,370767
10-20 - 90-100	*	1,50306	0,370767
140-150 - 20-30	*	-0,7125	0,370767
140-150 - 30-40	*	-0,373241	0,370767
20-30 - 30-40	*	0,339259	0,262172
20-30 - 60-70	*	0,720833	0,370767
20-30 - 90-100	*	0,694722	0,370767
30-40 - 60-70	*	0,381574	0,370767

* denotes a statistically significant difference.

Таблиця Г.4

Analysis of Variance for MPA - Type III Sums of Squares

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
MAIN EFFECTS					
A:Farming system	0,166272	3	0,0554239	0,02	0,9964
B:Depth	551,222	6	91,8704	31,61	0,0000
INTERACTIONS					
AB	11,8143	18	0,656349	0,23	0,9997
RESIDUAL	1488,02	512	2,90629		
TOTAL (CORRECTED)	2051,5	539			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Multiple Range Tests for MPA by Depth (Method: 95,0 percent LSD)

<i>Depth</i>	<i>Count</i>	<i>LS Mean</i>	<i>LS Sigma</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
140-150	36	0,0316667	0,284131	X
90-100	36	0,0563889	0,284131	X
60-70	36	0,0830556	0,284131	X
30-40	108	0,598889	0,164043	XX
20-30	108	0,841111	0,164043	X
0-10	108	2,3962	0,164043	X
10-20	108	2,58639	0,164043	X

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
0-10 - 140-150	*	2,36454	0,644562
0-10 - 20-30	*	1,55509	0,455774
0-10 - 30-40	*	1,79731	0,455774
0-10 - 60-70	*	2,31315	0,644562
0-10 - 90-100	*	2,33981	0,644562
10-20 - 140-150	*	2,55472	0,644562
10-20 - 20-30	*	1,74528	0,455774
10-20 - 30-40	*	1,9875	0,455774
10-20 - 60-70	*	2,50333	0,644562
10-20 - 90-100	*	2,53	0,644562
140-150 - 20-30	*	-0,809444	0,644562
20-30 - 60-70	*	0,758056	0,644562
20-30 - 90-100	*	0,784722	0,644562

* denotes a statistically significant difference.

Таблица Г.5

Analysis of Variance for ASH - Type III Sums of Squares

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
MAIN EFFECTS					
A:Farming system	3,23061	3	1,07687	0,51	0,6772
B:Depth	269,409	6	44,9015	21,17	0,0000
INTERACTIONS					
AB	28,6998	18	1,59444	0,75	0,7572
RESIDUAL	1086,11	512	2,12131		
TOTAL (CORRECTED)	1391,74	539			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Multiple Range Tests for ASH by Depth (Method: 95,0 percent LSD)

<i>Depth</i>	<i>Count</i>	<i>LS Mean</i>	<i>LS Sigma</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
140-150	36	0,0811111	0,242746	X
90-100	36	0,0938889	0,242746	X
60-70	36	0,1175	0,242746	X
30-40	108	0,568889	0,140149	XX
20-30	108	0,888148	0,140149	X
10-20	108	1,53009	0,140149	X
0-10	108	2,0987	0,140149	X

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
0-10 - 10-20	*	0,568611	0,389388
0-10 - 140-150	*	2,01759	0,550677
0-10 - 20-30	*	1,21056	0,389388
0-10 - 30-40	*	1,52981	0,389388
0-10 - 60-70	*	1,9812	0,550677
0-10 - 90-100	*	2,00481	0,550677
10-20 - 140-150	*	1,44898	0,550677
10-20 - 20-30	*	0,641944	0,389388
10-20 - 30-40	*	0,961204	0,389388
10-20 - 60-70	*	1,41259	0,550677
10-20 - 90-100	*	1,4362	0,550677
140-150 - 20-30	*	-0,807037	0,550677
20-30 - 60-70	*	0,770648	0,550677
20-30 - 90-100	*	0,794259	0,550677

* denotes a statistically significant difference.

Таблица Г.6

Analysis of Variance for HA - Type III Sums of Squares

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
MAIN EFFECTS					
A:Farming system	7,65366	3	2,55122	0,09	0,9678
B:Depth	2007,2	6	334,534	11,25	0,0000
INTERACTIONS					
AB	23,3367	18	1,29648	0,04	1,0000
RESIDUAL	15228,1	512	29,7424		
TOTAL (CORRECTED)	17276,3	539			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Multiple Range Tests for HA by Depth (Method: 95,0 percent LSD)

<i>Depth</i>	<i>Count</i>	<i>LS Mean</i>	<i>LS Sigma</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
140-150	36	0,0730556	0,908943	X
90-100	36	0,0947222	0,908943	X
60-70	36	0,109444	0,908943	X
30-40	108	0,505556	0,524779	X
20-30	108	0,711667	0,524779	X
0-10	108	4,23565	0,524779	X
10-20	108	4,46065	0,524779	X

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
0-10 - 140-150	*	4,16259	2,06197
0-10 - 20-30	*	3,52398	1,45804
0-10 - 30-40	*	3,73009	1,45804
0-10 - 60-70	*	4,1262	2,06197
0-10 - 90-100	*	4,14093	2,06197
10-20 - 140-150	*	4,38759	2,06197
10-20 - 20-30	*	3,74898	1,45804
10-20 - 30-40	*	3,95509	1,45804
10-20 - 60-70	*	4,3512	2,06197
10-20 - 90-100	*	4,36593	2,06197

* denotes a statistically significant difference.

Таблица Г.7

Analysis of Variance for NA - Type III Sums of Squares

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
MAIN EFFECTS					
A:Farming system	0,049529	3	0,0165097	0,14	0,9370
B:Depth	20,9593	6	3,49322	29,31	0,0000
INTERACTIONS					
AB	1,07511	18	0,0597282	0,50	0,9578
RESIDUAL	61,0196	512	0,119179		
TOTAL (CORRECTED)	83,1875	539			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Multiple Range Tests for NA by Depth (Method: 95,0 percent LSD)

<i>Depth</i>	<i>Count</i>	<i>LS Mean</i>	<i>LS Sigma</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
140-150	36	0,00944444	0,0575372	X
90-100	36	0,015	0,0575372	X
60-70	36	0,0522222	0,0575372	X
30-40	108	0,214352	0,0332191	X
20-30	108	0,288148	0,0332191	X
10-20	108	0,471852	0,0332191	X
0-10	108	0,587963	0,0332191	X

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
0-10 - 10-20	*	0,116111	0,0922953
0-10 - 140-150	*	0,578519	0,130525
0-10 - 20-30	*	0,299815	0,0922953
0-10 - 30-40	*	0,373611	0,0922953
0-10 - 60-70	*	0,535741	0,130525
0-10 - 90-100	*	0,572963	0,130525
10-20 - 140-150	*	0,462407	0,130525
10-20 - 20-30	*	0,183704	0,0922953
10-20 - 30-40	*	0,2575	0,0922953
10-20 - 60-70	*	0,41963	0,130525
10-20 - 90-100	*	0,456852	0,130525
140-150 - 20-30	*	-0,278704	0,130525
140-150 - 30-40	*	-0,204907	0,130525
20-30 - 60-70	*	0,235926	0,130525
20-30 - 90-100	*	0,273148	0,130525
30-40 - 60-70	*	0,16213	0,130525
30-40 - 90-100	*	0,199352	0,130525

* denotes a statistically significant difference.

Таблица Г.8

Analysis of Variance for Biog. - Type III Sums of Squares

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
MAIN EFFECTS					
A:Farming system	37,9725	3	12,6575	0,19	0,9008
B:Depth	10098,3	6	1683,05	25,74	0,0000
INTERACTIONS					
AB	251,778	18	13,9877	0,21	0,9998
RESIDUAL	33473,7	512	65,3784		
TOTAL (CORRECTED)	43909,7	539			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Multiple Range Tests for Biog. by Depth (Method: 95,0 percent LSD)

<i>Depth</i>	<i>Count</i>	<i>LS Mean</i>	<i>LS Sigma</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
140-150	36	0,224167	1,34762	X
90-100	36	0,301944	1,34762	X
60-70	36	0,340278	1,34762	X
30-40	108	2,08574	0,778046	X
20-30	108	3,1913	0,778046	X
10-20	108	10,1372	0,778046	X
0-10	108	10,7965	0,778046	X

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
0-10 - 140-150	*	10,5723	3,05712
0-10 - 20-30	*	7,60519	2,16171
0-10 - 30-40	*	8,71074	2,16171
0-10 - 60-70	*	10,4562	3,05712
0-10 - 90-100	*	10,4945	3,05712
10-20 - 140-150	*	9,91306	3,05712
10-20 - 20-30	*	6,94593	2,16171
10-20 - 30-40	*	8,05148	2,16171
10-20 - 60-70	*	9,79694	3,05712
10-20 - 90-100	*	9,83528	3,05712

* denotes a statistically significant difference.

Таблиця Г.9

Analysis of Variance for C olig. - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Farming system	11,8895	3	3,96317	3,02	0,0292
B:Depth	111,583	6	18,5971	14,19	0,0000
INTERACTIONS					
AB	15,5461	18	0,863671	0,66	0,8517
RESIDUAL	670,805	512	1,31017		
TOTAL (CORRECTED)	807,952	539			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Multiple Range Tests for C olig. by Farming system and Depth (Method: 95,0 percent LSD)

Farming system / depth	Count	LS Mean	LS Sigma	Homogeneous Groups
OC3 (компост)	135	1,12524	0,113463	X
Переліг	135	1,42778	0,113463	XX
IC3	135	1,43841	0,113463	XX
OC3 (сидерат)	135	1,59778	0,113463	X
30-40	108	0,730648	0,110142	X
20-30	108	0,862778	0,110142	X
10-20	108	1,01824	0,110142	XX
0-10	108	1,29056	0,110142	XX
60-70	36	1,66639	0,190771	XX
90-100	36	1,85611	0,190771	XX
140-150	36	2,35639	0,190771	X

Contrast	Sig.	Difference	+/- Limits
OC3 (компост) - OC3 (сидерат)	*	-0,47254	0,315244
0-10 - 140-150	*	-1,06583	0,432771
0-10 - 20-30	*	0,427778	0,306015
0-10 - 30-40	*	0,559907	0,306015
0-10 - 90-100	*	-0,565556	0,432771
10-20 - 140-150	*	-1,33815	0,432771
10-20 - 60-70	*	-0,648148	0,432771
10-20 - 90-100	*	-0,83787	0,432771
140-150 - 20-30	*	1,49361	0,432771
140-150 - 30-40	*	1,62574	0,432771
140-150 - 60-70	*	0,69	0,530034
20-30 - 60-70	*	-0,803611	0,432771
20-30 - 90-100	*	-0,993333	0,432771
30-40 - 60-70	*	-0,935741	0,432771
30-40 - 90-100	*	-1,12546	0,432771

* denotes a statistically significant difference.

Таблиця Г.10

Analysis of Variance for C min. - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Farming system	6,30384	3	2,10128	6,98	0,0001
B:Depth	20,193	6	3,3655	11,18	0,0000
INTERACTIONS					
AB	2,48578	18	0,138099	0,46	0,9735
RESIDUAL	154,142	512	0,301058		
TOTAL (CORRECTED)	185,621	539			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Multiple Range Tests for C min. by Farming system and Depth (Method: 95,0 percent LSD)

<i>Farming system / depth</i>	<i>Count</i>	<i>LS Mean</i>	<i>LS Sigma</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
Переліг	135	0,89254	0,0543897	X
OC3 (компост)	135	1,03508	0,0543897	X
IC3	135	1,03995	0,0543897	X
OC3 (сидерат)	135	1,24196	0,0543897	X
60-70	36	0,531944	0,091448	X
10-20	108	0,946204	0,0527975	X
30-40	108	0,975463	0,0527975	X
0-10	108	1,03944	0,0527975	XX
20-30	108	1,16278	0,0527975	XX
90-100	36	1,25611	0,091448	XX
140-150	36	1,45472	0,091448	X

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
IC3 - OC3 (сидерат)	*	-0,202011	0,151115
OC3 (компост) - OC3 (сидерат)	*	-0,206878	0,151115
OC3 (сидерат) - Переліг	*	0,349418	0,151115
0-10 - 140-150	*	-0,415278	0,207453
0-10 - 60-70	*	0,5075	0,207453
0-10 - 90-100	*	-0,216667	0,207453
10-20 - 140-150	*	-0,508519	0,207453
10-20 - 20-30	*	-0,216574	0,146692
10-20 - 60-70	*	0,414259	0,207453
10-20 - 90-100	*	-0,309907	0,207453
140-150 - 20-30	*	0,291944	0,207453
140-150 - 30-40	*	0,479259	0,207453
140-150 - 60-70	*	0,922778	0,254077
20-30 - 30-40	*	0,187315	0,146692
20-30 - 60-70	*	0,630833	0,207453
30-40 - 60-70	*	0,443519	0,207453
30-40 - 90-100	*	-0,280648	0,207453
60-70 - 90-100	*	-0,724167	0,254077

* denotes a statistically significant difference.

Таблиця Г.11

Analysis of Variance for C mnf. - Type III Sums of Squares

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
MAIN EFFECTS					
A:Farming system	0,825547	3	0,275182	0,30	0,8224
B:Depth	122,653	6	20,4422	22,59	0,0000
INTERACTIONS					
AB	2,66117	18	0,147843	0,16	1,0000
RESIDUAL	463,244	512	0,904773		
TOTAL (CORRECTED)	590,638	539			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Multiple Range Tests for C mnf. by Depth (Method: 95,0 percent LSD)

<i>Depth</i>	<i>Count</i>	<i>LS Mean</i>	<i>LS Sigma</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
60-70	36	0,521111	0,158533	X
140-150	36	0,531944	0,158533	X
90-100	36	0,613056	0,158533	X
0-10	108	1,57787	0,0915289	X
30-40	108	1,71796	0,0915289	XX
10-20	108	1,75556	0,0915289	XX
20-30	108	1,85093	0,0915289	X

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
0-10 - 140-150	*	1,04593	0,359637
0-10 - 20-30	*	-0,273056	0,254302
0-10 - 60-70	*	1,05676	0,359637
0-10 - 90-100	*	0,964815	0,359637
10-20 - 140-150	*	1,22361	0,359637
10-20 - 60-70	*	1,23444	0,359637
10-20 - 90-100	*	1,1425	0,359637
140-150 - 20-30	*	-1,31898	0,359637
140-150 - 30-40	*	-1,18602	0,359637
20-30 - 60-70	*	1,32981	0,359637
20-30 - 90-100	*	1,23787	0,359637
30-40 - 60-70	*	1,19685	0,359637
30-40 - 90-100	*	1,10491	0,359637

* denotes a statistically significant difference.

Додаток Д

Дисперсійний аналіз показників ферментативної активності ґрунтів

Таблиця Д.1

Analysis of Variance for Catalase - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Farming system	301,452	3	100,484	88,65	0,0000
B:Depth	261,736	6	43,6226	38,48	0,0000
INTERACTIONS					
AB	59,542	18	3,30789	2,92	0,0001
RESIDUAL	580,378	512	1,13355		
TOTAL (CORRECTED)	1434,46	539			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Multiple Range Tests for Catalase by Farming system and Depth (Method: 95,0 percent LSD)

Farming system / depth	Count	LS Mean	LS Sigma	Homogeneous Groups
ІСЗ	135	3,80053	0,105539	X
Переліг	135	4,3291	0,105539	X
ОСЗ (компост)	135	5,38201	0,105539	X
ОСЗ (сидерат)	135	5,99418	0,105539	X
140-150	36	3,65	0,177447	X
90-100	36	4,05556	0,177447	XX
60-70	36	4,50833	0,177447	XX
30-40	108	4,80093	0,102449	X
20-30	108	5,5287	0,102449	X
10-20	108	5,63889	0,102449	X
0-10	108	5,95278	0,102449	X

Contrast	Sig.	Difference	+/- Limits
ІСЗ - ОСЗ (компост)	*	-1,58148	0,293227
ІСЗ - ОСЗ (сидерат)	*	-2,19365	0,293227
ІСЗ - Переліг	*	-0,528571	0,293227
ОСЗ (компост) - ОСЗ (сидерат)	*	-0,612169	0,293227
ОСЗ (компост) - Переліг	*	1,05291	0,293227
ОСЗ (сидерат) - Переліг	*	1,66508	0,293227
0-10 - 10-20	*	0,313889	0,284643
0-10 - 140-150	*	2,30278	0,402546
0-10 - 20-30	*	0,424074	0,284643
0-10 - 30-40	*	1,15185	0,284643
0-10 - 60-70	*	1,44444	0,402546
0-10 - 90-100	*	1,89722	0,402546
10-20 - 140-150	*	1,98889	0,402546
10-20 - 30-40	*	0,837963	0,284643
10-20 - 60-70	*	1,13056	0,402546
10-20 - 90-100	*	1,58333	0,402546
140-150 - 20-30	*	-1,8787	0,402546
140-150 - 30-40	*	-1,15093	0,402546
140-150 - 60-70	*	-0,858333	0,493016
20-30 - 30-40	*	0,727778	0,284643
20-30 - 60-70	*	1,02037	0,402546
20-30 - 90-100	*	1,47315	0,402546
30-40 - 90-100	*	0,74537	0,402546

* denotes a statistically significant difference.

Таблиця Д.2

Analysis of Variance for Invertase - Type III Sums of Squares

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
MAIN EFFECTS					
A:Farming system	487,598	3	162,533	6,35	0,0003
B:Depth	34632,9	6	5772,16	225,49	0,0000
INTERACTIONS					
AB	5453,55	18	302,975	11,84	0,0000
RESIDUAL	13106,0	512	25,5977		
TOTAL (CORRECTED)	54676,5	539			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Multiple Range Tests for Invertase by Farming system and Depth (Method: 95,0 percent LSD)

<i>Farming system / depth</i>	<i>Count</i>	<i>LS Mean</i>	<i>LS Sigma</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
IC3	135	9,67619	0,501525	X
OC3 (компост)	135	10,0871	0,501525	X
OC3 (сидерат)	135	11,0462	0,501525	X
Переліг	135	12,5215	0,501525	X
140-150	36	2,43778	0,843237	X
60-70	36	2,4875	0,843237	X
90-100	36	3,08361	0,843237	X
30-40	108	9,06769	0,486843	X
20-30	108	13,9017	0,486843	X
10-20	108	18,824	0,486843	X
0-10	108	26,0271	0,486843	X

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
IC3 - Переліг	*	-2,84534	1,39343
OC3 (компост) - Переліг	*	-2,43444	1,39343
OC3 (сидерат) - Переліг	*	-1,47529	1,39343
0-10 - 10-20	*	7,20315	1,35264
0-10 - 140-150	*	23,5894	1,91292
0-10 - 20-30	*	12,1255	1,35264
0-10 - 30-40	*	16,9594	1,35264
0-10 - 60-70	*	23,5396	1,91292
0-10 - 90-100	*	22,9435	1,91292
10-20 - 140-150	*	16,3862	1,91292
10-20 - 20-30	*	4,92231	1,35264
10-20 - 30-40	*	9,7563	1,35264
10-20 - 60-70	*	16,3365	1,91292
10-20 - 90-100	*	15,7404	1,91292
140-150 - 20-30	*	-11,4639	1,91292
140-150 - 30-40	*	-6,62991	1,91292
20-30 - 30-40	*	4,83398	1,35264
20-30 - 60-70	*	11,4142	1,91292
20-30 - 90-100	*	10,8181	1,91292
30-40 - 60-70	*	6,58019	1,91292
30-40 - 90-100	*	5,98407	1,91292

* denotes a statistically significant difference.

Таблиця Д.3

Analysis of Variance for Urease - Type III Sums of Squares

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
MAIN EFFECTS					
A:Farming system	724,371	3	241,457	6,79	0,0002
B:Depth	10838,3	6	1806,39	50,77	0,0000
INTERACTIONS					
AB	1753,03	18	97,3908	2,74	0,0002
RESIDUAL	18216,1	512	35,5783		
TOTAL (CORRECTED)	32353,6	539			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Multiple Range Tests for Urease by Farming system and Depth (Method: 95,0 percent LSD)

<i>Farming system / depth</i>	<i>Count</i>	<i>LS Mean</i>	<i>LS Sigma</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
Переліг	135	8,76862	0,591268	X
ІСЗ	135	9,50677	0,591268	X
ОСЗ (компост)	135	9,90794	0,591268	X
ОСЗ (сидерат)	135	12,327	0,591268	X
140-150	36	2,81667	0,994126	X
90-100	36	4,085	0,994126	XX
60-70	36	6,54861	0,994126	X
30-40	108	11,7003	0,573959	X
20-30	108	12,927	0,573959	X
10-20	108	15,3141	0,573959	X
0-10	108	17,5014	0,573959	X

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
ІСЗ - ОСЗ (сидерат)	*	-2,82021	1,64277
ОСЗ (компост) - ОСЗ (сидерат)	*	-2,41905	1,64277
ОСЗ (сидерат) - Переліг	*	3,55836	1,64277
0-10 - 10-20	*	2,18731	1,59468
0-10 - 140-150	*	14,6847	2,25521
0-10 - 20-30	*	4,57435	1,59468
0-10 - 30-40	*	5,80111	1,59468
0-10 - 60-70	*	10,9528	2,25521
0-10 - 90-100	*	13,4164	2,25521
10-20 - 140-150	*	12,4974	2,25521
10-20 - 20-30	*	2,38704	1,59468
10-20 - 30-40	*	3,6138	1,59468
10-20 - 60-70	*	8,76546	2,25521
10-20 - 90-100	*	11,2291	2,25521
140-150 - 20-30	*	-10,1104	2,25521
140-150 - 30-40	*	-8,88361	2,25521
140-150 - 60-70	*	-3,73194	2,76206
20-30 - 60-70	*	6,37843	2,25521
20-30 - 90-100	*	8,84204	2,25521
30-40 - 60-70	*	5,15167	2,25521
30-40 - 90-100	*	7,61528	2,25521

* denotes a statistically significant difference.

Таблиця Д.4

Analysis of Variance for Dehydrogenase - Type III Sums of Squares

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
MAIN EFFECTS					
A:Farming system	36,4606	3	12,1535	3,58	0,0138
B:Depth	5889,86	6	981,643	289,18	0,0000
INTERACTIONS					
AB	428,454	18	23,803	7,01	0,0000
RESIDUAL	1738,02	512	3,39458		
TOTAL (CORRECTED)	8095,55	539			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Multiple Range Tests for Dehydrogenase by Farming system and Depth (Method: 95,0 percent LSD)

<i>Farming system / depth</i>	<i>Count</i>	<i>LS Mean</i>	<i>LS Sigma</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
OC3 (сидерат)	135	5,14249	0,182635	X
Переліг	135	5,47116	0,182635	X
OC3 (компост)	135	5,59556	0,182635	XX
IC3	135	5,97889	0,182635	X
140-150	36	0,710556	0,307073	X
90-100	36	1,72333	0,307073	X
60-70	36	2,8275	0,307073	X
30-40	108	5,43528	0,177289	X
20-30	108	7,48361	0,177289	X
10-20	108	9,45833	0,177289	X
0-10	108	11,1906	0,177289	X

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
IC3 - OC3 (сидерат)	*	0,836402	0,50743
IC3 - Переліг	*	0,507725	0,50743
0-10 - 10-20	*	1,73222	0,492575
0-10 - 140-150	*	10,48	0,696607
0-10 - 20-30	*	3,70694	0,492575
0-10 - 30-40	*	5,75528	0,492575
0-10 - 60-70	*	8,36306	0,696607
0-10 - 90-100	*	9,46722	0,696607
10-20 - 140-150	*	8,74778	0,696607
10-20 - 20-30	*	1,97472	0,492575
10-20 - 30-40	*	4,02306	0,492575
10-20 - 60-70	*	6,63083	0,696607
10-20 - 90-100	*	7,735	0,696607
140-150 - 20-30	*	-6,77306	0,696607
140-150 - 30-40	*	-4,72472	0,696607
140-150 - 60-70	*	-2,11694	0,853166
140-150 - 90-100	*	-1,01278	0,853166
20-30 - 30-40	*	2,04833	0,492575
20-30 - 60-70	*	4,65611	0,696607
20-30 - 90-100	*	5,76028	0,696607
30-40 - 60-70	*	2,60778	0,696607
30-40 - 90-100	*	3,71194	0,696607
60-70 - 90-100	*	1,10417	0,853166

* denotes a statistically significant difference.

Таблиця Д.5

Analysis of Variance for Protease - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Farming system	613,715	3	204,572	26,97	0,0000
B:Depth	10589,0	6	1764,84	232,63	0,0000
INTERACTIONS					
AB	3244,25	18	180,236	23,76	0,0000
RESIDUAL	3884,3	512	7,58652		
TOTAL (CORRECTED)	19166,7	539			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Multiple Range Tests for Protease by Farming system and Depth (Method: 95,0 percent LSD)

Farming system / depth	Count	LS Mean	LS Sigma	Homogeneous Groups
IC3	135	2,40931	0,273032	X
OC3 (компост)	135	4,05995	0,273032	X
OC3 (сидерат)	135	5,05878	0,273032	X
Переліг	135	5,65	0,273032	X
90-100	36	1,14167	0,45906	X
140-150	36	1,24583	0,45906	X
60-70	36	2,28472	0,45906	XX
30-40	108	2,56389	0,265039	X
20-30	108	3,54722	0,265039	X
10-20	108	5,42019	0,265039	X
0-10	108	13,8581	0,265039	X

Contrast	Sig.	Difference	+/- Limits
IC3 - OC3 (компост)	*	-1,65063	0,758586
IC3 - OC3 (сидерат)	*	-2,64947	0,758586
IC3 - Переліг	*	-3,24069	0,758586
OC3 (компост) - OC3 (сидерат)	*	-0,998836	0,758586
OC3 (компост) - Переліг	*	-1,59005	0,758586
0-10 - 10-20	*	8,43787	0,736378
0-10 - 140-150	*	12,6122	1,0414
0-10 - 20-30	*	10,3108	0,736378
0-10 - 30-40	*	11,2942	0,736378
0-10 - 60-70	*	11,5733	1,0414
0-10 - 90-100	*	12,7164	1,0414
10-20 - 140-150	*	4,17435	1,0414
10-20 - 20-30	*	1,87296	0,736378
10-20 - 30-40	*	2,8563	0,736378
10-20 - 60-70	*	3,13546	1,0414
10-20 - 90-100	*	4,27852	1,0414
140-150 - 20-30	*	-2,30139	1,0414
140-150 - 30-40	*	-1,31806	1,0414
20-30 - 30-40	*	0,983333	0,736378
20-30 - 60-70	*	1,2625	1,0414
20-30 - 90-100	*	2,40556	1,0414
30-40 - 90-100	*	1,42222	1,0414

* denotes a statistically significant difference.

Таблиця Д.6

Analysis of Variance for Cellulase - Type III Sums of Squares

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
MAIN EFFECTS					
A:Farming system	14,6938	3	4,89793	1,99	0,1151
B:Depth	1881,39	6	313,564	127,13	0,0000
INTERACTIONS					
AB	78,8064	18	4,37814	1,78	0,0254
RESIDUAL	1262,81	512	2,46643		
TOTAL (CORRECTED)	3235,93	539			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Multiple Range Tests for Cellulase by Farming system and Depth (Method: 95,0 percent LSD)

<i>Farming system / depth</i>	<i>Count</i>	<i>LS Mean</i>	<i>LS Sigma</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
IC3	135	2,49471	0,155678	X
OC3 (компост)	135	2,80571	0,155678	XX
OC3 (сидерат)	135	2,95878	0,155678	X
Переліг	135	2,96138	0,155678	X
140-150	36	0,951667	0,261748	X
90-100	36	1,05444	0,261748	X
60-70	36	1,57722	0,261748	XX
30-40	108	2,01194	0,15112	X
20-30	108	2,85139	0,15112	X
10-20	108	5,0325	0,15112	X
0-10	108	6,15685	0,15112	X

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
IC3 - OC3 (сидерат)	*	-0,464074	0,432531
IC3 - Переліг	*	-0,466667	0,432531
0-10 - 10-20	*	1,12435	0,419869
0-10 - 140-150	*	5,20519	0,593785
0-10 - 20-30	*	3,30546	0,419869
0-10 - 30-40	*	4,14491	0,419869
0-10 - 60-70	*	4,57963	0,593785
0-10 - 90-100	*	5,10241	0,593785
10-20 - 140-150	*	4,08083	0,593785
10-20 - 20-30	*	2,18111	0,419869
10-20 - 30-40	*	3,02056	0,419869
10-20 - 60-70	*	3,45528	0,593785
10-20 - 90-100	*	3,97806	0,593785
140-150 - 20-30	*	-1,89972	0,593785
140-150 - 30-40	*	-1,06028	0,593785
20-30 - 30-40	*	0,839444	0,419869
20-30 - 60-70	*	1,27417	0,593785
20-30 - 90-100	*	1,79694	0,593785
30-40 - 90-100	*	0,9575	0,593785

* denotes a statistically significant difference.

Додаток Е

Факторний аналіз досліджуваних показників чорноземів типових

Таблиця Е.1

Factor Loading Matrix After Equimax Rotation

Label	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5
Catalase	0,234185	0,144951	0,108397	0,863779	-0,208774
Invertase	0,681753	0,377528	0,169504	0,444724	0,264206
Urease	0,465551	0,524211	-0,294142	0,48986	0,188458
Dehydrogenase	0,394355	0,372446	0,441856	0,455656	0,449627
Protease	0,641595	0,0692763	0,359511	0,469534	-0,0646432
Cellulase	0,450238	0,491981	0,283367	0,399057	0,0824123
PGA	0,0127143	0,551661	0,638746	0,181034	0,163219
SAA_akt	0,466005	0,243837	0,576191	0,264588	0,0187718
SAA	0,44857	0,686282	0,294477	0,171461	0,0584657
MPA	0,0193907	0,911774	0,232484	0,0790073	0,123527
ASH	0,195004	0,358258	0,811096	0,0548986	0,124593
HA	0,0233462	0,938838	0,169574	0,00222966	0,0748951
NA	0,0418808	0,489356	0,72761	0,148952	0,220129
Collembola	0,600078	0,0234549	0,188679	0,251847	0,282926
Oribatida	0,639689	0,171292	0,168978	0,124809	0,286834
Cond	0,0257393	0,042742	-0,401448	-0,063211	-0,817944
pH salt	-0,228443	-0,0639357	0,0137505	0,101025	-0,918186
Na+	-0,0479414	-0,0622119	-0,230949	-0,610286	-0,627415
Ca2+	0,174141	-0,0405373	0,217377	0,70495	-0,0908647
K+	0,857346	0,107383	0,0589219	0,186367	0,148485
H hydr.	0,233104	0,258102	0,0357451	-0,181112	0,855519
N	0,0581572	-0,0631766	0,865309	0,298439	0,232199
P	0,468044	0,493494	0,26722	0,426997	0,355406
K	0,776314	0,145079	0,0661262	0,333626	0,248623
Humus	0,273579	0,363625	0,321337	0,683672	0,328256
Відсоток пояснення вибірки даних 80,52%	46,88%	11,19%	10,06%	7,94%	4,46%

Таблиця Е.2

Table of Factor Scores

Row	Label	Label	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5
1	2	3	4	5	6	7	8
1	OC3 (сидерат)	0-10	16,6474	18,3224	8,11498	10,4574	7,02764
2	OC3 (сидерат)	0-10	14,0162	16,3639	8,55194	10,3945	6,38585
3	OC3 (сидерат)	0-10	17,866	20,8985	11,7197	11,9185	7,59502
4	OC3 (сидерат)	10-20	4,25283	9,395	3,6047	5,37133	2,80111
5	OC3 (сидерат)	10-20	5,19894	14,4862	4,80409	6,24076	3,64288
6	OC3 (сидерат)	10-20	5,07161	13,5544	4,43635	6,11485	3,03992
7	OC3 (сидерат)	20-30	1,13746	0,982197	-0,591443	2,29859	-1,30201
8	OC3 (сидерат)	20-30	0,269832	0,892666	-1,26427	2,10792	-1,23653
9	OC3 (сидерат)	20-30	0,0325271	0,823451	-1,45291	2,17086	-1,59318
10	OC3 (сидерат)	30-40	-1,21885	-0,831735	-2,67105	0,0225914	-2,45523
11	OC3 (сидерат)	30-40	-1,07227	-1,14884	-2,522	-0,204817	-2,3109
12	OC3 (сидерат)	30-40	-1,28516	-1,10305	-2,42643	-0,474266	-2,40887
13	OC3 (сидерат)	60-70	-3,53942	-3,09962	-4,54725	-2,0815	-3,31328
14	OC3 (сидерат)	60-70	-4,76273	-3,93943	-5,14341	-3,58316	-4,19697
15	OC3 (сидерат)	60-70	-4,5858	-3,56788	-4,43151	-3,22532	-3,876
16	OC3 (сидерат)	90-100	-5,46135	-4,79916	-5,75518	-4,93795	-4,94838
17	OC3 (сидерат)	90-100	-5,67155	-4,80699	-5,62521	-5,22365	-4,90242
18	OC3 (сидерат)	90-100	-5,59665	-4,7133	-5,31565	-5,25704	-4,82048
19	OC3 (сидерат)	140-150	-6,51141	-5,62622	-5,93627	-6,55871	-5,52527
20	OC3 (сидерат)	140-150	-6,62453	-5,76513	-5,91431	-6,58615	-5,61695

1	2	3	4	5	6	7	8
21	ОСЗ (сидерат)	140-150	-6,33376	-5,6827	-5,80972	-6,78708	-5,4812
22	ОСЗ (сидерат)	0-10	19,3982	13,0682	18,7875	15,2048	6,99056
23	ОСЗ (сидерат)	0-10	18,0757	12,1132	16,5176	14,6263	6,22782
24	ОСЗ (сидерат)	0-10	19,395	13,7587	18,0791	14,7792	6,89425
25	ОСЗ (сидерат)	10-20	9,01001	6,45938	10,2386	9,56138	3,32262
26	ОСЗ (сидерат)	10-20	10,6286	9,85831	12,0389	10,7496	3,98187
27	ОСЗ (сидерат)	10-20	14,0759	11,3969	13,8832	11,5357	4,86129
28	ОСЗ (сидерат)	20-30	3,73749	3,12396	7,21082	6,50985	0,740105
29	ОСЗ (сидерат)	20-30	3,84657	3,67811	8,84305	6,18712	1,39738
30	ОСЗ (сидерат)	20-30	2,82353	4,20798	7,18732	5,91265	0,953809
31	ОСЗ (сидерат)	30-40	-1,20273	-0,0520931	2,16931	1,03975	-1,05158
32	ОСЗ (сидерат)	30-40	-0,107714	-0,0850286	2,11219	1,90341	-1,07103
33	ОСЗ (сидерат)	30-40	-1,26922	0,333621	2,86298	2,04167	-1,32958
34	ОСЗ (сидерат)	60-70	-2,91923	-3,84824	-1,85762	-0,813461	-2,51514
35	ОСЗ (сидерат)	60-70	-3,15697	-3,9952	-1,99869	-0,641038	-2,62243
36	ОСЗ (сидерат)	60-70	-3,4824	-3,78372	-2,23224	-1,76019	-2,44845
37	ОСЗ (сидерат)	90-100	-5,87505	-5,24112	-3,97771	-4,24666	-3,98661
38	ОСЗ (сидерат)	90-100	-5,82435	-5,1328	-4,03929	-4,39622	-4,14529
39	ОСЗ (сидерат)	90-100	-5,32076	-4,92915	-3,94787	-4,20005	-4,18091
40	ОСЗ (сидерат)	140-150	-6,55575	-6,07119	-4,60443	-5,98262	-4,61629
41	ОСЗ (сидерат)	140-150	-6,05912	-5,5479	-4,65864	-6,0372	-4,4923
42	ОСЗ (сидерат)	140-150	-6,32195	-5,53762	-4,77925	-6,06616	-4,63834
43	ОСЗ (сидерат)	0-10	21,2332	8,28232	5,54876	14,5922	7,94732
44	ОСЗ (сидерат)	0-10	15,674	7,39071	3,65411	12,1166	5,72795
45	ОСЗ (сидерат)	0-10	14,7849	7,12107	3,70599	11,8638	5,06631
46	ОСЗ (сидерат)	10-20	8,38274	3,83041	1,33734	8,27242	2,59606
47	ОСЗ (сидерат)	10-20	9,0859	3,89356	1,21344	8,60625	2,97502
48	ОСЗ (сидерат)	10-20	7,87397	3,35009	0,977137	7,93322	2,36279
49	ОСЗ (сидерат)	20-30	0,837734	-0,304328	-1,45025	4,14849	-0,971708
50	ОСЗ (сидерат)	20-30	1,76564	0,0470062	-1,39698	4,77366	-0,565186
51	ОСЗ (сидерат)	20-30	1,13999	-0,434719	-1,24774	4,0652	-1,15558
52	ОСЗ (сидерат)	30-40	0,0404644	-1,1861	-2,80432	2,00593	-2,0987
53	ОСЗ (сидерат)	30-40	-0,120096	-1,69397	-2,43953	2,13642	-2,36686
54	ОСЗ (сидерат)	30-40	-0,951071	-1,76008	-3,04407	1,65173	-2,67505
55	ОСЗ (сидерат)	60-70	-2,8611	-3,24598	-4,4394	-0,972293	-3,49473
56	ОСЗ (сидерат)	60-70	-3,56717	-3,89559	-4,31588	-1,83835	-3,45034
57	ОСЗ (сидерат)	60-70	-3,69365	-3,44227	-4,91939	-1,67258	-3,84656
58	ОСЗ (сидерат)	90-100	-4,95848	-4,227	-5,2778	-3,79042	-4,15547
59	ОСЗ (сидерат)	90-100	-5,256	-4,66315	-5,34412	-4,02704	-4,53047
60	ОСЗ (сидерат)	90-100	-5,11526	-4,78695	-5,22355	-4,2555	-4,47506
61	ОСЗ (сидерат)	140-150	-6,17158	-5,44171	-5,60423	-6,24625	-5,31113
62	ОСЗ (сидерат)	140-150	-6,52988	-5,68143	-5,814	-6,53716	-5,39813
63	ОСЗ (сидерат)	140-150	-6,30306	-5,59247	-5,59851	-6,5172	-5,47135
64	Переліг	0-10	5,70508	12,7478	7,83212	7,12558	3,85497
65	Переліг	0-10	7,17305	11,0406	6,29965	7,74371	3,79561
66	Переліг	0-10	6,01194	11,9426	7,06001	7,62085	3,39691
67	Переліг	10-20	3,59989	16,4337	8,27355	5,20567	3,85057
68	Переліг	10-20	2,38857	12,2605	6,4661	4,45081	3,25623
69	Переліг	10-20	3,75908	13,2315	6,99924	4,90376	3,21001
70	Переліг	20-30	-0,484983	0,153103	-1,0537	1,2313	-1,21007
71	Переліг	20-30	0,0990492	1,00639	-0,392804	1,65144	-1,1587
72	Переліг	20-30	-0,595462	0,922755	-0,121523	1,01004	-0,859971
73	Переліг	30-40	-2,92404	-1,8583	-2,3647	-2,15277	-1,25934
74	Переліг	30-40	-1,96818	-0,984059	-1,31559	-1,51167	-0,992933
75	Переліг	30-40	-2,20878	-1,11055	-1,85526	-1,15309	-0,805065
76	Переліг	60-70	-5,20634	-4,02714	-5,32294	-5,46771	-4,71646
77	Переліг	60-70	-5,29565	-4,24529	-5,30058	-5,32917	-4,87144

1	2	3	4	5	6	7	8
78	Переліг	60-70	-5,13525	-3,96997	-5,0173	-5,2006	-4,66755
79	Переліг	90-100	-6,19268	-5,25186	-6,30752	-7,82651	-6,55772
80	Переліг	90-100	-6,27585	-5,01289	-6,10799	-7,46226	-6,38673
81	Переліг	90-100	-6,10549	-5,02969	-6,14719	-7,21745	-6,12967
82	Переліг	140-150	-6,66052	-5,6504	-6,72435	-8,74698	-7,10955
83	Переліг	140-150	-6,8315	-5,9441	-6,73693	-8,83372	-6,9157
84	Переліг	140-150	-6,54991	-5,5363	-6,5659	-8,60586	-7,05456
85	Переліг	0-10	4,12791	4,48834	10,9205	7,0478	3,02652
86	Переліг	0-10	4,51075	2,87857	8,15566	6,79963	2,63845
87	Переліг	0-10	5,62979	4,8505	8,98192	7,66077	2,7761
88	Переліг	10-20	1,17136	0,971015	6,39172	4,22545	1,69391
89	Переліг	10-20	1,67852	1,91902	7,15429	4,58797	1,74731
90	Переліг	10-20	2,20383	1,45929	5,91338	4,71444	1,68569
91	Переліг	20-30	1,95445	0,622519	5,5109	4,12108	2,17954
92	Переліг	20-30	1,7859	1,05303	5,60962	4,05509	2,36114
93	Переліг	20-30	-0,470583	0,687731	6,17616	2,55208	1,50427
94	Переліг	30-40	-1,9349	-1,53823	1,7246	-0,0435291	0,193647
95	Переліг	30-40	-2,30815	-1,73062	2,3208	-0,184127	0,233033
96	Переліг	30-40	-2,0604	-1,47131	1,76547	0,324738	-0,0832102
97	Переліг	60-70	-5,04371	-4,74386	-3,61492	-4,31014	-4,19627
98	Переліг	60-70	-5,91921	-5,44617	-4,25627	-5,23321	-4,62669
99	Переліг	60-70	-5,31827	-5,08433	-3,51121	-4,53424	-4,41731
100	Переліг	90-100	-6,11551	-5,44706	-5,52993	-6,68018	-6,12309
101	Переліг	90-100	-6,35743	-5,61808	-5,19545	-6,98129	-6,08809
102	Переліг	90-100	-6,26403	-5,48362	-4,74933	-6,63814	-5,65077
103	Переліг	140-150	-6,29732	-5,91933	-5,63637	-7,90229	-6,23687
104	Переліг	140-150	-6,25412	-5,90503	-5,21743	-7,64254	-6,07329
105	Переліг	140-150	-6,71486	-6,18522	-5,74448	-8,36115	-6,39736
106	Переліг	0-10	16,1544	5,34122	4,88275	13,509	3,58007
107	Переліг	0-10	16,0673	6,38977	4,94583	14,152	3,82617
108	Переліг	0-10	18,7331	6,2981	5,46693	15,2128	4,59686
109	Переліг	10-20	6,09001	2,3126	2,27125	5,00048	4,43825
110	Переліг	10-20	5,4361	1,54378	1,99844	4,53071	4,50022
111	Переліг	10-20	6,29954	1,89462	1,97888	4,93864	4,64583
112	Переліг	20-30	0,587087	-0,148005	-0,0426869	1,79575	2,75426
113	Переліг	20-30	0,503819	-0,37954	0,236009	1,71464	3,06846
114	Переліг	20-30	0,80914	-0,186564	-0,053557	1,67141	2,57323
115	Переліг	30-40	-1,47913	-1,68412	-1,7746	-0,819153	1,42518
116	Переліг	30-40	-1,70266	-1,98486	-1,49068	-1,07119	0,990886
117	Переліг	30-40	-1,44601	-2,00394	-1,56118	-1,40752	1,17974
118	Переліг	60-70	-4,45606	-4,24546	-4,72298	-4,86934	-2,95613
119	Переліг	60-70	-4,11974	-3,98769	-4,38977	-4,74455	-2,80336
120	Переліг	60-70	-4,0062	-3,98681	-4,54424	-4,60718	-2,96016
121	Переліг	90-100	-5,42135	-5,00451	-5,50475	-6,62014	-5,39908
122	Переліг	90-100	-5,58879	-4,90596	-5,75055	-6,7616	-5,58603
123	Переліг	90-100	-5,60665	-5,0464	-5,51773	-6,60849	-5,37942
124	Переліг	140-150	-6,35957	-5,75981	-6,26089	-8,19796	-6,24594
125	Переліг	140-150	-6,12519	-5,49927	-6,22341	-8,06214	-6,27501
126	Переліг	140-150	-6,0536	-5,55044	-6,29146	-8,03975	-6,22011
127	ОСЗ (компост)	0-10	11,5017	15,3503	8,49491	8,02936	3,88335
128	ОСЗ (компост)	0-10	12,1713	12,3579	8,20968	8,17435	4,07419
129	ОСЗ (компост)	0-10	12,0078	13,4732	8,78085	8,56063	4,6544
130	ОСЗ (компост)	10-20	2,98453	10,3719	4,86119	3,83536	3,29471
131	ОСЗ (компост)	10-20	2,76116	12,6314	7,40859	2,55846	4,12314
132	ОСЗ (компост)	10-20	2,31322	9,19396	7,24845	2,5909	3,37703
133	ОСЗ (компост)	20-30	-0,0267762	0,531622	0,0871417	1,79991	-0,964113
134	ОСЗ (компост)	20-30	-0,0549205	0,563208	-0,392399	2,34148	-0,972231

1	2	3	4	5	6	7	8
135	ОСЗ (компост)	20-30	-0,314203	0,207022	-0,269828	1,50419	-1,10413
136	ОСЗ (компост)	30-40	-1,6763	-1,49784	-1,71976	0,178509	-2,70164
137	ОСЗ (компост)	30-40	-1,77362	-0,782634	-1,24983	0,173318	-2,46301
138	ОСЗ (компост)	30-40	-2,49868	-2,04014	-1,39514	-0,639624	-2,85701
139	ОСЗ (компост)	60-70	-4,393	-4,0423	-4,46358	-2,80905	-4,45272
140	ОСЗ (компост)	60-70	-4,62853	-4,23537	-4,31489	-3,11279	-4,5639
141	ОСЗ (компост)	60-70	-3,97378	-3,5995	-4,44669	-2,18928	-4,18003
142	ОСЗ (компост)	90-100	-5,62472	-4,81209	-5,36535	-4,55662	-4,69177
143	ОСЗ (компост)	90-100	-5,29208	-4,79065	-5,31811	-4,88246	-5,08371
144	ОСЗ (компост)	90-100	-5,70666	-4,99456	-5,10007	-4,82508	-5,07502
145	ОСЗ (компост)	140-150	-6,078	-5,30751	-5,84433	-6,56839	-6,17546
146	ОСЗ (компост)	140-150	-6,21691	-5,48321	-5,93974	-6,7725	-6,11122
147	ОСЗ (компост)	140-150	-6,52733	-5,61765	-6,37677	-7,35142	-6,52934
148	ОСЗ (компост)	0-10	7,90651	9,32896	12,6738	8,7356	5,48079
149	ОСЗ (компост)	0-10	8,01089	8,13746	11,6395	8,45696	5,52576
150	ОСЗ (компост)	0-10	7,37707	7,72185	12,0456	8,74713	5,2544
151	ОСЗ (компост)	10-20	2,55604	5,10319	7,91892	4,44158	3,37272
152	ОСЗ (компост)	10-20	2,13162	3,39007	7,65394	4,55185	3,24695
153	ОСЗ (компост)	10-20	2,10228	4,05337	7,09932	4,41805	2,98544
154	ОСЗ (компост)	20-30	-0,402849	1,43841	5,85383	3,43629	1,47312
155	ОСЗ (компост)	20-30	-1,18671	0,237878	4,61196	2,46122	0,601374
156	ОСЗ (компост)	20-30	-0,926238	0,330049	5,02967	2,44348	1,00648
157	ОСЗ (компост)	30-40	-2,77583	-1,26075	1,62863	0,254388	-1,14828
158	ОСЗ (компост)	30-40	-3,01967	-2,57478	0,445023	-0,0618431	-1,63449
159	ОСЗ (компост)	30-40	-2,68639	-1,77946	1,59214	0,573751	-1,43684
160	ОСЗ (компост)	60-70	-4,22803	-4,63107	-2,4711	-1,94396	-4,02002
161	ОСЗ (компост)	60-70	-4,74666	-4,75622	-2,73179	-2,56922	-4,00935
162	ОСЗ (компост)	60-70	-5,22956	-5,15229	-2,83309	-2,63902	-4,05571
163	ОСЗ (компост)	90-100	-5,94177	-5,47475	-4,54758	-4,22457	-5,05548
164	ОСЗ (компост)	90-100	-6,12176	-5,54299	-4,52719	-5,2551	-5,07752
165	ОСЗ (компост)	90-100	-6,26855	-5,66506	-4,89786	-5,3732	-5,60503
166	ОСЗ (компост)	140-150	-6,77365	-6,00402	-5,79239	-7,60469	-6,53858
167	ОСЗ (компост)	140-150	-6,53946	-5,84184	-5,69786	-7,28175	-6,20125
168	ОСЗ (компост)	140-150	-6,76288	-6,23758	-5,46842	-7,29367	-5,85883
169	ОСЗ (компост)	0-10	11,5821	3,79232	4,10347	8,66945	5,56842
170	ОСЗ (компост)	0-10	11,2067	3,98523	4,66275	8,611	5,19851
171	ОСЗ (компост)	0-10	12,4697	4,7005	3,76484	8,8191	5,76265
172	ОСЗ (компост)	10-20	8,11036	2,6567	2,22642	5,75949	4,37338
173	ОСЗ (компост)	10-20	9,13588	3,92255	2,18753	6,50286	4,49942
174	ОСЗ (компост)	10-20	9,53633	3,58328	2,33825	7,21789	5,34539
175	ОСЗ (компост)	20-30	0,720864	-0,441938	-0,642487	2,79838	1,29764
176	ОСЗ (компост)	20-30	0,709318	-0,15074	-0,708205	3,46084	1,04309
177	ОСЗ (компост)	20-30	1,05783	0,587076	-0,783036	3,16857	0,946928
178	ОСЗ (компост)	30-40	-1,14253	-1,46686	-2,30751	1,36697	-1,20131
179	ОСЗ (компост)	30-40	-0,221738	-1,06563	-1,76662	1,98777	-1,06056
180	ОСЗ (компост)	30-40	-1,69267	-1,93078	-2,26804	1,4373	-1,85219
181	ОСЗ (компост)	60-70	-3,86178	-4,01047	-4,19057	-2,33851	-3,78316
182	ОСЗ (компост)	60-70	-3,47847	-3,84716	-4,38221	-2,03206	-4,05077
183	ОСЗ (компост)	60-70	-4,03776	-3,94557	-4,27277	-2,3351	-4,04202
184	ОСЗ (компост)	90-100	-5,57367	-5,19722	-5,31782	-4,79202	-5,24993
185	ОСЗ (компост)	90-100	-5,0794	-4,68672	-5,22518	-4,71533	-4,94464
186	ОСЗ (компост)	90-100	-5,01311	-4,82467	-5,0754	-4,68596	-4,94327
187	ОСЗ (компост)	140-150	-6,33804	-5,61693	-6,0496	-7,48939	-6,44451
188	ОСЗ (компост)	140-150	-6,14755	-5,70556	-6,12413	-6,92852	-6,12966
189	ОСЗ (компост)	140-150	-6,20657	-5,68255	-6,02784	-6,87071	-6,02971
190	ІСЗ	0-10	5,42073	5,24165	4,5364	1,73946	7,71406
191	ІСЗ	0-10	5,4481	6,21288	4,67702	1,47046	8,15029

1	2	3	4	5	6	7	8
192	IC3	0-10	4,92883	6,59212	3,31744	1,09538	7,36868
193	IC3	10-20	3,97838	11,4149	7,28337	1,23216	9,92998
194	IC3	10-20	4,49356	11,9051	7,3401	1,78195	9,86545
195	IC3	10-20	3,39488	10,8882	6,0359	1,06422	8,90464
196	IC3	20-30	0,237885	0,964433	1,64929	-0,834895	5,06478
197	IC3	20-30	-0,265881	1,10084	1,22177	-1,29981	5,17398
198	IC3	20-30	-0,376944	0,667351	1,37154	-1,26061	4,74406
199	IC3	30-40	-1,75235	-0,594837	0,423645	-2,55579	5,02752
200	IC3	30-40	-1,59586	-0,714878	0,816236	-2,66532	5,20271
201	IC3	30-40	-1,34535	-0,0717787	-0,0240528	-2,42514	5,19895
202	IC3	60-70	-3,56438	-3,66231	-3,73646	-4,17042	0,459294
203	IC3	60-70	-4,22565	-4,25843	-3,61505	-4,65146	0,391038
204	IC3	60-70	-3,38282	-3,53517	-3,51939	-3,68718	0,738844
205	IC3	90-100	-4,84898	-4,88558	-4,48511	-5,77047	-1,52294
206	IC3	90-100	-4,60837	-4,92759	-4,6056	-5,64522	-1,81545
207	IC3	90-100	-4,43093	-4,55909	-4,59442	-4,85656	-1,62733
208	IC3	140-150	-5,89377	-5,54097	-5,5941	-5,92199	-5,21464
209	IC3	140-150	-5,36726	-5,28743	-5,385	-5,24164	-4,89731
210	IC3	140-150	-5,99532	-5,53683	-5,30268	-6,24887	-4,89151
211	IC3	0-10	6,87787	6,35097	9,17558	3,59297	8,61431
212	IC3	0-10	6,62007	6,88536	8,62435	3,36994	8,53542
213	IC3	0-10	6,80603	5,85721	7,57361	3,54142	7,95797
214	IC3	10-20	0,639701	3,06329	6,80288	0,133278	7,79045
215	IC3	10-20	1,34567	2,98682	5,44243	0,546431	7,99103
216	IC3	10-20	0,80718	2,94953	6,08448	0,128445	8,0184
217	IC3	20-30	0,553886	2,77251	5,98031	0,361486	7,17642
218	IC3	20-30	1,00045	3,13146	6,62785	0,379548	7,08959
219	IC3	20-30	0,538865	1,8523	5,86515	0,255845	6,81561
220	IC3	30-40	-1,86287	-0,346259	2,7731	-0,259286	5,04712
221	IC3	30-40	-0,59367	1,47609	5,18165	0,212805	5,73065
222	IC3	30-40	-1,09049	-0,388873	2,65864	-0,00449715	5,00344
223	IC3	60-70	-4,07786	-4,84545	-2,89868	-1,60954	-2,86508
224	IC3	60-70	-4,21571	-4,93724	-3,24288	-2,10888	-2,7171
225	IC3	60-70	-5,11272	-5,10999	-3,45988	-3,00714	-2,60473
226	IC3	90-100	-5,16778	-5,35077	-3,95343	-3,11997	-3,72962
227	IC3	90-100	-5,51567	-5,5757	-3,8473	-3,13145	-3,92881
228	IC3	90-100	-5,64145	-5,8505	-3,9051	-4,04701	-3,96229
229	IC3	140-150	-5,56493	-5,89732	-4,48704	-4,41073	-5,00515
230	IC3	140-150	-5,5507	-5,78639	-4,49059	-4,14335	-4,7076
231	IC3	140-150	-5,85115	-6,06298	-4,51568	-4,63434	-4,6744
232	IC3	0-10	3,13162	1,03551	0,125406	-0,387702	8,56667
233	IC3	0-10	3,16767	1,35294	0,559134	-0,138309	8,16107
234	IC3	0-10	3,46165	1,95161	0,50201	0,329273	8,58586
235	IC3	10-20	4,43226	1,06015	0,388966	0,428951	7,6435
236	IC3	10-20	4,02445	1,70488	0,289544	0,9153	7,63364
237	IC3	10-20	4,70159	1,24198	0,656568	0,752759	7,72612
238	IC3	20-30	9,28351	1,79567	1,50382	1,93565	9,29244
239	IC3	20-30	7,44494	1,53265	0,922646	1,6436	8,54651
240	IC3	20-30	9,53672	1,93178	1,29098	2,2908	9,25536
241	IC3	30-40	4,53489	0,448811	0,0631585	0,359304	7,64148
242	IC3	30-40	3,54592	0,13942	-0,572873	-0,0156068	7,21915
243	IC3	30-40	4,03536	-0,0190308	0,283639	-0,140203	7,39756
244	IC3	60-70	-0,99901	-2,98912	-3,35262	-3,09143	2,20643
245	IC3	60-70	-2,16168	-3,5138	-3,86661	-3,75108	1,57032
246	IC3	60-70	-2,45804	-3,61467	-3,69939	-3,857	1,54429
247	IC3	90-100	-4,35268	-4,76407	-4,55827	-4,99793	-2,70251
248	IC3	90-100	-4,37237	-4,80303	-4,58598	-4,71052	-2,41194

продовження табл. Е.2

1	2	3	4	5	6	7	8
249	IC3	90-100	-3,79034	-4,53453	-4,70985	-4,67665	-2,52688
250	IC3	140-150	-4,93385	-5,33819	-5,54603	-6,16119	-5,08169
251	IC3	140-150	-5,70167	-5,6576	-5,59437	-5,93803	-5,12942
252	IC3	140-150	-5,52634	-5,35103	-5,75606	-6,03316	-4,82459

Таблиця Е.3

Factor Loading Matrix After Equimax Rotation

Label	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Catalase	-0,0495319	0,232032	0,779786
Invertase	0,197606	0,829073	0,308418
Urease	-0,123982	0,713833	0,122013
Dehydrogenase	0,457178	0,625961	0,236435
Protease	0,0887796	0,711949	0,32102
Cellulase	0,346157	0,630957	0,275041
PGA	0,744176	0,272379	0,252882
SAA_akt	0,344876	0,234571	0,789935
SAA	0,600907	0,262003	0,568257
MPA	0,832065	0,154342	0,22231
ASH	0,694672	-0,0447918	0,500284
HA	0,864686	0,0376275	-0,106616
NA	0,707975	-0,0320164	0,529001
Collembola	-0,0115971	0,706543	-0,0492296
Oribatida	0,243242	0,429458	0,202458
Відсоток пояснення вибірки даних 66,44	43,34	15,93	7,16

Таблиця Е.4

Table of Factor Scores

Row	Label	Label	Factor 1	Factor 2	Factor 3
1	2	3	4	5	6
1	OC3 (сидерат)	0-10	14,3813	9,30259	9,08224
2	OC3 (сидерат)	0-10	13,6405	8,06439	8,09764
3	OC3 (сидерат)	0-10	17,9068	10,6468	12,4654
4	OC3 (сидерат)	10-20	7,9553	2,48676	2,88964
5	OC3 (сидерат)	10-20	12,9235	3,76472	4,29155
6	OC3 (сидерат)	10-20	11,9006	3,4846	4,54344
7	OC3 (сидерат)	20-30	-0,734659	-1,1369	0,487418
8	OC3 (сидерат)	20-30	-1,15362	-1,6126	-0,311723
9	OC3 (сидерат)	20-30	-1,23166	-1,62785	-0,0643467
10	OC3 (сидерат)	30-40	-1,75034	-2,11379	-1,13449
11	OC3 (сидерат)	30-40	-1,82727	-2,11922	-1,32776
12	OC3 (сидерат)	30-40	-1,55193	-2,30544	-1,31806
13	OC3 (сидерат)	60-70	-3,8541	-3,80982	-2,92493
14	OC3 (сидерат)	60-70	-4,20388	-4,94926	-3,4999
15	OC3 (сидерат)	60-70	-3,65884	-4,48857	-3,06912
16	OC3 (сидерат)	90-100	-4,51345	-5,29441	-4,00656
17	OC3 (сидерат)	90-100	-4,34423	-5,41789	-3,96908
18	OC3 (сидерат)	90-100	-4,13601	-5,35932	-3,8887
19	OC3 (сидерат)	140-150	-4,49695	-6,1143	-4,22019
20	OC3 (сидерат)	140-150	-4,62946	-6,41941	-4,30182
21	OC3 (сидерат)	140-150	-4,48179	-6,0711	-4,247
22	OC3 (сидерат)	0-10	15,0708	9,05568	13,0977
23	OC3 (сидерат)	0-10	12,9411	8,24406	11,4674
24	OC3 (сидерат)	0-10	15,0915	9,03797	13,2474
25	OC3 (сидерат)	10-20	6,75077	3,02306	6,45969
26	OC3 (сидерат)	10-20	9,94332	4,80049	8,40899
27	OC3 (сидерат)	10-20	11,7351	5,96505	10,8747
28	OC3 (сидерат)	20-30	3,69435	-0,218022	5,35823

1	2	3	4	5	6
29	ОСЗ (сидерат)	20-30	5,85296	0,123304	5,74853
30	ОСЗ (сидерат)	20-30	5,55192	0,0999933	4,48776
31	ОСЗ (сидерат)	30-40	1,49112	-2,13779	0,89566
32	ОСЗ (сидерат)	30-40	1,14805	-0,891707	0,9623
33	ОСЗ (сидерат)	30-40	1,95348	-2,04231	1,05983
34	ОСЗ (сидерат)	60-70	-3,32411	-3,33691	-2,30965
35	ОСЗ (сидерат)	60-70	-3,38954	-3,59369	-2,38987
36	ОСЗ (сидерат)	60-70	-3,33474	-3,49413	-2,43328
37	ОСЗ (сидерат)	90-100	-4,13035	-5,63159	-3,60105
38	ОСЗ (сидерат)	90-100	-4,05688	-5,36245	-3,45524
39	ОСЗ (сидерат)	90-100	-3,92479	-4,98888	-3,34524
40	ОСЗ (сидерат)	140-150	-4,56209	-6,36156	-4,31406
41	ОСЗ (сидерат)	140-150	-4,29269	-5,66568	-3,96085
42	ОСЗ (сидерат)	140-150	-4,22865	-5,66006	-3,98638
43	ОСЗ (сидерат)	0-10	2,75044	10,2838	4,86475
44	ОСЗ (сидерат)	0-10	1,55958	6,50545	3,69631
45	ОСЗ (сидерат)	0-10	1,51394	5,71646	3,99175
46	ОСЗ (сидерат)	10-20	-0,221342	2,33418	1,71239
47	ОСЗ (сидерат)	10-20	-0,191257	2,67927	1,51788
48	ОСЗ (сидерат)	10-20	-0,57449	1,9132	1,44652
49	ОСЗ (сидерат)	20-30	-2,80196	-1,62274	-0,244607
50	ОСЗ (сидерат)	20-30	-2,86831	-1,07795	-0,112634
51	ОСЗ (сидерат)	20-30	-2,73907	-1,3564	-0,055444
52	ОСЗ (сидерат)	30-40	-2,79708	-1,31741	-0,876498
53	ОСЗ (сидерат)	30-40	-2,84414	-1,47673	-0,595172
54	ОСЗ (сидерат)	30-40	-3,13674	-2,02475	-0,997668
55	ОСЗ (сидерат)	60-70	-4,14536	-3,55667	-2,44655
56	ОСЗ (сидерат)	60-70	-4,16114	-4,25259	-2,79536
57	ОСЗ (сидерат)	60-70	-4,43364	-4,03509	-2,77112
58	ОСЗ (сидерат)	90-100	-4,27311	-4,72459	-3,26543
59	ОСЗ (сидерат)	90-100	-4,46105	-5,07454	-3,19187
60	ОСЗ (сидерат)	90-100	-4,41	-5,05944	-3,53644
61	ОСЗ (сидерат)	140-150	-4,28494	-5,75551	-3,99094
62	ОСЗ (сидерат)	140-150	-4,52631	-6,05566	-4,05927
63	ОСЗ (сидерат)	140-150	-4,3666	-5,79889	-4,02964
64	Переліг	0-10	13,013	5,13878	3,76217
65	Переліг	0-10	9,83188	5,22704	3,12741
66	Переліг	0-10	11,3956	5,04486	3,38374
67	Переліг	10-20	17,4409	2,92886	4,57089
68	Переліг	10-20	12,8424	1,80275	2,80362
69	Переліг	10-20	13,7093	2,74628	3,86654
70	Переліг	20-30	-1,13891	-2,02626	-1,12393
71	Переліг	20-30	-0,326789	-1,52512	-0,517335
72	Переліг	20-30	0,126595	-1,89396	-0,384917
73	Переліг	30-40	-2,34815	-3,91247	-2,40718
74	Переліг	30-40	-1,57235	-3,62555	-1,098
75	Переліг	30-40	-1,928	-3,46996	-1,79373
76	Переліг	60-70	-3,9809	-5,17239	-3,98514
77	Переліг	60-70	-4,10241	-5,34503	-3,91151
78	Переліг	60-70	-3,87401	-5,02944	-3,76322
79	Переліг	90-100	-4,37656	-5,76662	-4,45433
80	Переліг	90-100	-4,16835	-5,67984	-4,43668
81	Переліг	90-100	-4,32306	-5,64192	-4,36618
82	Переліг	140-150	-4,40701	-6,02562	-4,51584
83	Переліг	140-150	-4,63964	-6,43198	-4,82389
84	Переліг	140-150	-4,41447	-5,9693	-4,63963
85	Переліг	0-10	7,08395	2,16373	3,87608

1	2	3	4	5	6
86	Переліг	0-10	4,45768	1,79671	2,58283
87	Переліг	0-10	6,32449	2,9933	2,82194
88	Переліг	10-20	2,27305	-0,292181	1,07095
89	Переліг	10-20	3,75514	0,408034	1,1715
90	Переліг	10-20	2,16555	0,792614	0,83846
91	Переліг	20-30	1,27321	-0,120305	0,46373
92	Переліг	20-30	1,9062	-0,366328	0,821457
93	Переліг	20-30	2,70793	-1,98586	1,36603
94	Переліг	30-40	-1,05334	-3,65695	-1,09372
95	Переліг	30-40	-0,721045	-3,78437	-1,28122
96	Переліг	30-40	-1,0503	-3,56684	-1,32298
97	Переліг	60-70	-4,43559	-5,05668	-3,90331
98	Переліг	60-70	-4,55422	-5,97934	-4,00207
99	Переліг	60-70	-4,27879	-5,46622	-3,88422
100	Переліг	90-100	-4,58281	-5,68374	-4,16303
101	Переліг	90-100	-4,38068	-5,81638	-4,37606
102	Переліг	90-100	-4,33759	-5,71068	-4,40409
103	Переліг	140-150	-4,55683	-5,84333	-4,72822
104	Переліг	140-150	-4,34265	-5,67401	-4,58252
105	Переліг	140-150	-4,59742	-6,14399	-4,84126
106	Переліг	0-10	0,508492	4,77714	2,87752
107	Переліг	0-10	0,971539	5,12668	3,53388
108	Переліг	0-10	0,841755	6,62011	3,37022
109	Переліг	10-20	-0,618928	0,809223	0,078254
110	Переліг	10-20	-1,04228	0,0465442	-0,354566
111	Переліг	10-20	-0,809415	0,689768	-0,25329
112	Переліг	20-30	-2,20359	-1,46682	-1,19733
113	Переліг	20-30	-2,41647	-1,98971	-1,21209
114	Переліг	20-30	-2,08067	-1,28305	-1,13909
115	Переліг	30-40	-3,17741	-2,86635	-2,43724
116	Переліг	30-40	-3,09174	-3,43715	-2,4373
117	Переліг	30-40	-3,05237	-3,08525	-2,45594
118	Переліг	60-70	-4,29625	-4,93462	-3,92703
119	Переліг	60-70	-4,07964	-4,59641	-3,82246
120	Переліг	60-70	-4,06535	-4,42779	-3,72806
121	Переліг	90-100	-4,33082	-5,23938	-4,13066
122	Переліг	90-100	-4,26863	-5,20893	-4,04761
123	Переліг	90-100	-4,12231	-5,1408	-3,95732
124	Переліг	140-150	-4,53863	-5,92784	-4,59696
125	Переліг	140-150	-4,37716	-5,6141	-4,50792
126	Переліг	140-150	-4,31542	-5,4594	-4,37307
127	ОСЗ (компост)	0-10	14,1688	4,84672	7,18201
128	ОСЗ (компост)	0-10	11,2057	5,11378	6,21546
129	ОСЗ (компост)	0-10	12,4019	4,95791	6,81099
130	ОСЗ (компост)	10-20	10,1264	1,44358	2,62376
131	ОСЗ (компост)	10-20	14,5514	0,314529	4,35228
132	ОСЗ (компост)	10-20	11,3584	-0,779553	4,50253
133	ОСЗ (компост)	20-30	-0,270163	-1,73107	0,107688
134	ОСЗ (компост)	20-30	-1,11962	-1,78565	-0,227619
135	ОСЗ (компост)	20-30	-0,915853	-2,10402	-0,307588
136	ОСЗ (компост)	30-40	-1,82585	-2,48367	-0,904592
137	ОСЗ (компост)	30-40	-1,12682	-2,66945	-0,552668
138	ОСЗ (компост)	30-40	-1,62992	-3,44223	-1,13236
139	ОСЗ (компост)	60-70	-3,99561	-4,73639	-3,15842
140	ОСЗ (компост)	60-70	-3,83625	-4,84685	-3,18522
141	ОСЗ (компост)	60-70	-3,96885	-4,06034	-3,00987
142	ОСЗ (компост)	90-100	-4,42077	-5,31562	-3,72329

1	2	3	4	5	6
143	ОСЗ (компост)	90-100	-4,2909	-5,06271	-3,61369
144	ОСЗ (компост)	90-100	-4,30326	-5,55571	-3,77363
145	ОСЗ (компост)	140-150	-4,33989	-5,4505	-3,81198
146	ОСЗ (компост)	140-150	-4,4379	-5,7216	-3,9525
147	ОСЗ (компост)	140-150	-4,63675	-5,93812	-4,08317
148	ОСЗ (компост)	0-10	9,62946	4,76227	7,85371
149	ОСЗ (компост)	0-10	8,03105	5,01841	6,57403
150	ОСЗ (компост)	0-10	7,46817	4,95617	6,99252
151	ОСЗ (компост)	10-20	5,85218	0,60629	5,13632
152	ОСЗ (компост)	10-20	4,26395	0,681132	4,06446
153	ОСЗ (компост)	10-20	4,73517	0,74627	3,76259
154	ОСЗ (компост)	20-30	2,64019	-1,2104	2,26635
155	ОСЗ (компост)	20-30	1,67912	-2,59114	1,45175
156	ОСЗ (компост)	20-30	1,68644	-2,20569	1,93439
157	ОСЗ (компост)	30-40	-0,120152	-3,50222	-0,516106
158	ОСЗ (компост)	30-40	-1,71946	-3,32139	-1,33597
159	ОСЗ (компост)	30-40	-0,543589	-3,15459	-0,744071
160	ОСЗ (компост)	60-70	-3,98122	-4,41154	-3,01926
161	ОСЗ (компост)	60-70	-3,88309	-4,63386	-3,20191
162	ОСЗ (компост)	60-70	-4,15757	-5,306	-3,3585
163	ОСЗ (компост)	90-100	-4,48475	-5,81487	-3,82402
164	ОСЗ (компост)	90-100	-4,31395	-5,68984	-3,93261
165	ОСЗ (компост)	90-100	-4,50342	-5,90411	-3,95111
166	ОСЗ (компост)	140-150	-4,59028	-6,23452	-4,54972
167	ОСЗ (компост)	140-150	-4,45272	-5,85306	-4,49926
168	ОСЗ (компост)	140-150	-4,65632	-6,30025	-4,65094
169	ОСЗ (компост)	0-10	0,18166	3,86909	2,27892
170	ОСЗ (компост)	0-10	0,997443	4,63037	2,91316
171	ОСЗ (компост)	0-10	0,552187	5,02324	2,54854
172	ОСЗ (компост)	10-20	-0,0796498	2,8233	1,29845
173	ОСЗ (компост)	10-20	0,558778	3,55459	2,13707
174	ОСЗ (компост)	10-20	-0,244914	3,72464	1,69283
175	ОСЗ (компост)	20-30	-2,23556	-0,716861	-0,62276
176	ОСЗ (компост)	20-30	-2,35334	-1,02909	-0,51265
177	ОСЗ (компост)	20-30	-1,75853	-0,286801	0,0917723
178	ОСЗ (компост)	30-40	-2,68638	-1,69982	-1,16282
179	ОСЗ (компост)	30-40	-1,9311	-0,69568	-0,552125
180	ОСЗ (компост)	30-40	-2,9009	-2,24587	-1,35023
181	ОСЗ (компост)	60-70	-4,01459	-4,23167	-3,16531
182	ОСЗ (компост)	60-70	-4,00513	-3,84369	-2,83175
183	ОСЗ (компост)	60-70	-4,05458	-4,17513	-3,06384
184	ОСЗ (компост)	90-100	-4,45346	-5,46252	-3,91544
185	ОСЗ (компост)	90-100	-4,29069	-4,96312	-3,67127
186	ОСЗ (компост)	90-100	-4,21657	-4,92819	-3,59097
187	ОСЗ (компост)	140-150	-4,44499	-5,77822	-4,20698
188	ОСЗ (компост)	140-150	-4,57056	-5,7661	-4,19128
189	ОСЗ (компост)	140-150	-4,59591	-5,84142	-4,16995
190	ІСЗ	0-10	5,23354	-0,702689	0,291717
191	ІСЗ	0-10	6,59819	0,555186	0,245805
192	ІСЗ	0-10	6,31373	-0,106169	-0,505573
193	ІСЗ	10-20	12,6933	1,48544	2,293
194	ІСЗ	10-20	13,0589	1,79889	2,3586
195	ІСЗ	10-20	11,6409	0,654128	1,23144
196	ІСЗ	20-30	0,46166	-2,52416	-0,640145
197	ІСЗ	20-30	0,597853	-2,80165	-1,22609
198	ІСЗ	20-30	0,500436	-2,83844	-1,14964
199	ІСЗ	30-40	-0,375405	-3,54134	-2,14864

1	2	3	4	5	6
200	IC3	30-40	-0,404501	-3,87848	-1,87404
201	IC3	30-40	-0,456283	-3,36412	-2,36286
202	IC3	60-70	-3,671	-4,56031	-4,03326
203	IC3	60-70	-3,62984	-5,15561	-4,31374
204	IC3	60-70	-3,48124	-4,47277	-3,99575
205	IC3	90-100	-3,84918	-5,32736	-4,41053
206	IC3	90-100	-3,90671	-5,24263	-4,33785
207	IC3	90-100	-4,13114	-5,15483	-4,29378
208	IC3	140-150	-4,51926	-5,98425	-4,31021
209	IC3	140-150	-4,6278	-5,77851	-4,2131
210	IC3	140-150	-4,36239	-5,95045	-4,13901
211	IC3	0-10	7,32499	0,191158	3,45216
212	IC3	0-10	7,7358	-0,0747842	2,96592
213	IC3	0-10	5,9495	0,101394	2,51597
214	IC3	10-20	4,56307	-2,41701	1,40937
215	IC3	10-20	3,79297	-1,69049	0,442395
216	IC3	10-20	4,15779	-2,2589	0,703625
217	IC3	20-30	4,0482	-2,2509	1,58094
218	IC3	20-30	4,91006	-1,87171	2,37597
219	IC3	20-30	3,38193	-2,41103	1,27309
220	IC3	30-40	0,336945	-3,30815	-0,954504
221	IC3	30-40	2,91861	-2,9569	1,08798
222	IC3	30-40	-0,166813	-2,98135	-0,74308
223	IC3	60-70	-4,13552	-4,92469	-3,63274
224	IC3	60-70	-4,20648	-4,95856	-3,92835
225	IC3	60-70	-4,32849	-5,51399	-4,18723
226	IC3	90-100	-4,34306	-5,50474	-4,03822
227	IC3	90-100	-4,42246	-5,878	-4,28948
228	IC3	90-100	-4,40967	-5,93802	-4,25821
229	IC3	140-150	-4,52556	-5,54586	-4,24911
230	IC3	140-150	-4,53449	-5,65056	-4,13368
231	IC3	140-150	-4,59118	-5,97682	-4,40158
232	IC3	0-10	-0,783367	0,0484067	-0,913216
233	IC3	0-10	-0,61337	0,253725	-0,558161
234	IC3	0-10	-0,501002	0,701016	-0,788302
235	IC3	10-20	-1,18984	-1,35858	-1,46736
236	IC3	10-20	-1,0079	-0,757025	-1,22446
237	IC3	10-20	-0,905615	-0,344791	-1,07659
238	IC3	20-30	-0,0308421	1,92018	-0,346798
239	IC3	20-30	-0,70854	0,890266	-0,701424
240	IC3	20-30	-0,359665	2,31526	-0,620625
241	IC3	30-40	-1,23843	0,906142	-1,34598
242	IC3	30-40	-1,79578	0,132501	-1,93
243	IC3	30-40	-1,33121	0,357792	-1,73801
244	IC3	60-70	-3,36218	-2,75095	-3,4768
245	IC3	60-70	-3,70112	-3,82301	-3,74385
246	IC3	60-70	-3,69619	-4,09105	-3,7683
247	IC3	90-100	-3,81085	-4,73663	-3,82126
248	IC3	90-100	-4,12834	-5,07774	-4,03587
249	IC3	90-100	-3,85055	-4,36433	-3,82647
250	IC3	140-150	-4,27045	-5,10828	-4,19812
251	IC3	140-150	-4,494	-5,78194	-4,28103
252	IC3	140-150	-4,52792	-5,39381	-4,25459
253	OC3 (сидерат)	0-10	7,73628	4,90741	8,60115
254	OC3 (сидерат)	0-10	9,227	5,93766	9,99823
255	OC3 (сидерат)	0-10	8,57729	5,92742	8,49306
256	OC3 (сидерат)	10-20	2,65357	1,26085	4,01447

1	2	3	4	5	6
257	ОСЗ (сидерат)	10-20	4,7274	2,46989	5,54712
258	ОСЗ (сидерат)	10-20	3,29689	1,51966	3,72165
259	ОСЗ (сидерат)	20-30	-0,597979	-2,04901	0,81074
260	ОСЗ (сидерат)	20-30	0,379774	-1,47352	1,90009
261	ОСЗ (сидерат)	20-30	1,5478	-0,618163	2,39541
262	ОСЗ (сидерат)	30-40	-1,21013	-2,97361	-0,0428501
263	ОСЗ (сидерат)	30-40	-1,6192	-3,65971	-0,680674
264	ОСЗ (сидерат)	30-40	-1,44107	-2,97298	-0,136551
265	ОСЗ (сидерат)	0-10	2,10179	6,56434	6,26188
266	ОСЗ (сидерат)	0-10	1,81755	6,34125	6,43141
267	ОСЗ (сидерат)	0-10	4,65381	7,33622	8,52825
268	ОСЗ (сидерат)	10-20	-0,968447	4,64628	3,09078
269	ОСЗ (сидерат)	10-20	-0,756671	3,80477	2,29432
270	ОСЗ (сидерат)	10-20	-0,257591	4,86327	4,0374
271	ОСЗ (сидерат)	20-30	-3,936	-0,61436	-0,818474
272	ОСЗ (сидерат)	20-30	-3,63322	0,428218	-0,430658
273	ОСЗ (сидерат)	20-30	-3,61516	-0,353611	-0,436641
274	ОСЗ (сидерат)	30-40	-4,07913	-1,97511	-1,56272
275	ОСЗ (сидерат)	30-40	-3,86006	-1,68529	-1,14427
276	ОСЗ (сидерат)	30-40	-3,69227	-1,62595	-0,89425
277	ОСЗ (сидерат)	0-10	-0,450776	4,39626	0,369128
278	ОСЗ (сидерат)	0-10	-0,239244	4,46281	0,345578
279	ОСЗ (сидерат)	0-10	-0,261889	3,72806	0,54099
280	ОСЗ (сидерат)	10-20	-2,10051	1,52195	-1,63905
281	ОСЗ (сидерат)	10-20	-2,0582	1,36494	-1,57048
282	ОСЗ (сидерат)	10-20	-2,21094	1,67069	-1,58183
283	ОСЗ (сидерат)	20-30	-3,64048	-0,664427	-2,79911
284	ОСЗ (сидерат)	20-30	-3,46356	-1,09968	-2,52797
285	ОСЗ (сидерат)	20-30	-3,71233	-1,50462	-2,89709
286	ОСЗ (сидерат)	30-40	-3,82243	-1,98559	-3,85838
287	ОСЗ (сидерат)	30-40	-3,80015	-2,3163	-3,65694
288	ОСЗ (сидерат)	30-40	-3,87555	-2,14998	-4,01052
289	Переліг	0-10	8,7642	8,28684	7,4246
290	Переліг	0-10	9,13572	8,64384	7,04101
291	Переліг	0-10	9,51709	8,59254	8,14964
292	Переліг	10-20	2,12526	0,188915	1,1757
293	Переліг	10-20	2,13631	0,557935	0,879583
294	Переліг	10-20	3,61137	1,10008	3,29629
295	Переліг	20-30	1,77983	-0,943653	1,15607
296	Переліг	20-30	0,822251	-1,38261	0,440561
297	Переліг	20-30	1,58674	-1,14341	1,29444
298	Переліг	30-40	-0,942352	-2,96457	-1,12351
299	Переліг	30-40	-1,12092	-2,35318	-1,08282
300	Переліг	30-40	-0,670047	-3,60434	-1,1223
301	Переліг	0-10	9,83687	12,5179	11,5451
302	Переліг	0-10	10,7212	12,5085	12,2008
303	Переліг	0-10	7,39779	11,2206	8,78319
304	Переліг	10-20	0,0466937	3,75078	0,856655
305	Переліг	10-20	1,61791	4,54048	3,62196
306	Переліг	10-20	1,26079	4,57579	2,60749
307	Переліг	20-30	-2,89871	0,287726	-0,930287
308	Переліг	20-30	-2,86644	0,633138	-0,724545
309	Переліг	20-30	-2,6673	0,412192	-0,945727
310	Переліг	30-40	-3,81205	-1,25465	-2,64601
311	Переліг	30-40	-3,63772	-1,54511	-2,48289
312	Переліг	30-40	-3,87599	-1,28229	-2,22718
313	Переліг	0-10	-0,968427	5,54293	-0,36506

1	2	3	4	5	6
314	Переліг	0-10	-0,989589	5,70266	-0,221043
315	Переліг	0-10	-1,04971	5,79285	-0,416738
316	Переліг	10-20	-2,01441	0,903612	-2,78289
317	Переліг	10-20	-2,25705	0,0394842	-3,01
318	Переліг	10-20	-2,59161	0,134957	-2,81323
319	Переліг	20-30	-3,01035	0,533617	-3,09562
320	Переліг	20-30	-3,00985	-0,469998	-3,32272
321	Переліг	20-30	-2,90841	-0,16222	-2,95624
322	Переліг	30-40	-3,96339	-2,24265	-3,97331
323	Переліг	30-40	-3,46022	-0,849428	-3,75199
324	Переліг	30-40	-3,74348	-1,84014	-3,78821
325	ОСЗ (компост)	0-10	8,66512	3,52748	6,80756
326	ОСЗ (компост)	0-10	8,10066	4,53335	7,37754
327	ОСЗ (компост)	0-10	7,31837	3,24228	7,94454
328	ОСЗ (компост)	10-20	4,80832	0,483832	5,50906
329	ОСЗ (компост)	10-20	4,94468	1,67943	3,95769
330	ОСЗ (компост)	10-20	3,13911	1,10221	4,18282
331	ОСЗ (компост)	20-30	1,42209	-0,669138	1,90799
332	ОСЗ (компост)	20-30	1,67216	-0,987642	1,64518
333	ОСЗ (компост)	20-30	2,67113	-0,911102	2,56665
334	ОСЗ (компост)	30-40	-0,0748299	-2,64764	0,428966
335	ОСЗ (компост)	30-40	-1,24861	-2,73736	-0,211351
336	ОСЗ (компост)	30-40	0,507462	-2,54725	0,906495
337	ОСЗ (компост)	0-10	2,36623	4,61839	4,41165
338	ОСЗ (компост)	0-10	0,724318	4,33664	2,42011
339	ОСЗ (компост)	0-10	2,732	3,97307	3,64848
340	ОСЗ (компост)	10-20	0,770203	4,88511	2,98172
341	ОСЗ (компост)	10-20	0,38347	4,6775	3,52274
342	ОСЗ (компост)	10-20	0,69874	4,17205	2,62444
343	ОСЗ (компост)	20-30	-3,39126	-0,141527	-1,22972
344	ОСЗ (компост)	20-30	-3,47735	-0,104103	-1,32562
345	ОСЗ (компост)	20-30	-3,72168	-0,136406	-1,2579
346	ОСЗ (компост)	30-40	-3,69091	-1,46749	-0,982494
347	ОСЗ (компост)	30-40	-3,61684	-1,35458	-1,22717
348	ОСЗ (компост)	30-40	-3,56115	-1,69981	-1,49448
349	ОСЗ (компост)	0-10	-0,842955	4,0778	-0,154734
350	ОСЗ (компост)	0-10	-1,03947	3,54176	-0,373219
351	ОСЗ (компост)	0-10	-1,01258	4,07162	-0,303461
352	ОСЗ (компост)	10-20	-1,69735	1,9444	-1,49957
353	ОСЗ (компост)	10-20	-1,73498	1,89463	-1,67475
354	ОСЗ (компост)	10-20	-1,53844	2,30268	-1,33935
355	ОСЗ (компост)	20-30	-3,50851	-0,777252	-3,23717
356	ОСЗ (компост)	20-30	-3,40673	-0,876855	-3,11631
357	ОСЗ (компост)	20-30	-3,4742	-1,23285	-3,05236
358	ОСЗ (компост)	30-40	-4,11355	-2,16231	-3,7353
359	ОСЗ (компост)	30-40	-3,78604	-2,01017	-3,54663
360	ОСЗ (компост)	30-40	-3,68332	-1,7586	-3,4163
361	ІСЗ	0-10	6,82882	2,06659	4,98941
362	ІСЗ	0-10	8,97186	3,35136	7,49206
363	ІСЗ	0-10	6,53883	2,18946	4,33803
364	ІСЗ	10-20	5,50005	0,972318	3,96667
365	ІСЗ	10-20	4,35072	1,07964	4,51014
366	ІСЗ	10-20	4,4628	1,28683	3,99197
367	ІСЗ	20-30	4,50485	0,250538	3,04423
368	ІСЗ	20-30	4,10125	0,39561	2,85717
369	ІСЗ	20-30	5,5652	0,716485	3,60435
370	ІСЗ	30-40	1,61238	-2,27388	0,614705

1	2	3	4	5	6
371	ІСЗ	30-40	1,11588	-2,46869	0,572109
372	ІСЗ	30-40	0,841416	-2,09676	0,605458
373	ІСЗ	0-10	0,84203	2,22053	0,402047
374	ІСЗ	0-10	0,407693	2,76053	0,0520689
375	ІСЗ	0-10	0,475847	2,35206	0,425703
376	ІСЗ	10-20	0,863564	2,82095	0,928624
377	ІСЗ	10-20	1,74835	2,82764	2,88223
378	ІСЗ	10-20	0,469618	2,54741	0,599725
379	ІСЗ	20-30	-2,93737	-0,613755	-2,2949
380	ІСЗ	20-30	-2,47697	-0,0985333	-2,06184
381	ІСЗ	20-30	-2,70121	-0,0853799	-2,20954
382	ІСЗ	30-40	-2,64199	0,0494261	-2,66106
383	ІСЗ	30-40	-3,2596	-0,417987	-2,84659
384	ІСЗ	30-40	-2,86075	-0,11516	-2,14845
385	ІСЗ	0-10	-1,10014	1,8642	-1,55771
386	ІСЗ	0-10	-0,874223	1,53507	-1,39202
387	ІСЗ	0-10	-1,44337	1,01588	-1,69705
388	ІСЗ	10-20	-1,51087	1,40235	-2,11856
389	ІСЗ	10-20	-1,24382	1,30186	-2,02524
390	ІСЗ	10-20	-1,21966	1,05858	-1,97285
391	ІСЗ	20-30	-2,11062	1,00145	-2,80321
392	ІСЗ	20-30	-2,17486	-0,0163134	-2,82411
393	ІСЗ	20-30	-2,11448	0,308122	-2,85393
394	ІСЗ	30-40	-2,67809	0,301503	-3,45991
395	ІСЗ	30-40	-2,87467	-0,654156	-3,50035
396	ІСЗ	30-40	-2,9561	-1,52454	-3,76629
397	ОСЗ (сидерат)	0-10	-0,00295487	7,64504	3,72006
398	ОСЗ (сидерат)	0-10	-0,800435	7,13307	3,50284
399	ОСЗ (сидерат)	0-10	-0,172128	7,61621	4,22816
400	ОСЗ (сидерат)	10-20	-1,02996	2,05172	1,76179
401	ОСЗ (сидерат)	10-20	-0,953242	2,62442	2,15058
402	ОСЗ (сидерат)	10-20	-1,08883	3,09933	2,01142
403	ОСЗ (сидерат)	20-30	-2,61886	-0,222445	-0,704927
404	ОСЗ (сидерат)	20-30	-2,58488	-0,324436	-0,563712
405	ОСЗ (сидерат)	20-30	-2,65505	-0,160576	-0,557473
406	ОСЗ (сидерат)	30-40	-3,16632	-1,80787	-1,80604
407	ОСЗ (сидерат)	30-40	-3,4119	-2,20689	-1,92446
408	ОСЗ (сидерат)	30-40	-3,52318	-2,4484	-1,85267
409	ОСЗ (сидерат)	0-10	7,98792	8,65638	9,33924
410	ОСЗ (сидерат)	0-10	8,92229	8,77968	9,02913
411	ОСЗ (сидерат)	0-10	8,15375	8,30739	8,39958
412	ОСЗ (сидерат)	10-20	6,60655	5,06094	6,75926
413	ОСЗ (сидерат)	10-20	4,88889	4,15574	5,38262
414	ОСЗ (сидерат)	10-20	6,14379	4,43405	5,04985
415	ОСЗ (сидерат)	20-30	-0,0602385	0,341003	1,63219
416	ОСЗ (сидерат)	20-30	-0,778766	-0,583367	1,29553
417	ОСЗ (сидерат)	20-30	-0,612823	-0,140994	1,4805
418	ОСЗ (сидерат)	30-40	-1,98963	-1,92105	-0,784371
419	ОСЗ (сидерат)	30-40	-2,07215	-2,5941	-0,970626
420	ОСЗ (сидерат)	30-40	-2,29613	-2,2917	-1,06696
421	ОСЗ (сидерат)	0-10	0,550573	6,70453	2,64974
422	ОСЗ (сидерат)	0-10	0,637037	7,15952	2,63226
423	ОСЗ (сидерат)	0-10	0,880345	7,27577	2,82181
424	ОСЗ (сидерат)	10-20	1,24833	4,01842	2,5994
425	ОСЗ (сидерат)	10-20	0,353502	3,33014	2,13512
426	ОСЗ (сидерат)	10-20	0,376014	4,34572	1,87876
427	ОСЗ (сидерат)	20-30	-2,54742	0,450471	-1,38246

1	2	3	4	5	6
428	ОСЗ (сидерат)	20-30	-2,71878	0,177697	-1,764
429	ОСЗ (сидерат)	20-30	-2,45975	-0,0346358	-1,46769
430	ОСЗ (сидерат)	30-40	-2,81594	-1,14862	-2,34338
431	ОСЗ (сидерат)	30-40	-3,38475	-2,11793	-2,84054
432	ОСЗ (сидерат)	30-40	-3,16117	-1,62559	-2,77899
433	Переліг	0-10	-0,023197	6,77279	0,566564
434	Переліг	0-10	0,691318	8,08062	2,00681
435	Переліг	0-10	0,533436	8,52844	1,44389
436	Переліг	10-20	-0,697572	5,49879	0,0218678
437	Переліг	10-20	-1,88975	3,71386	-0,922947
438	Переліг	10-20	-1,56915	4,7321	-0,599947
439	Переліг	20-30	-2,38753	1,35353	-2,37811
440	Переліг	20-30	-2,64396	0,430007	-2,5498
441	Переліг	20-30	-2,4001	1,40615	-2,06243
442	Переліг	30-40	-3,32503	-1,59608	-3,2745
443	Переліг	30-40	-3,41444	-1,86179	-3,52119
444	Переліг	30-40	-3,29714	-1,4217	-3,59388
445	Переліг	0-10	9,63418	10,1938	7,24792
446	Переліг	0-10	7,30684	10,5483	7,07808
447	Переліг	0-10	7,75538	9,80664	6,67216
448	Переліг	10-20	6,91534	7,42544	4,34865
449	Переліг	10-20	3,51404	6,1027	1,99607
450	Переліг	10-20	6,30723	5,83502	3,37877
451	Переліг	20-30	-0,12066	2,28342	0,205677
452	Переліг	20-30	0,256358	3,05389	0,47785
453	Переліг	20-30	-0,612927	1,44846	-0,110224
454	Переліг	30-40	-1,82376	-1,47507	-1,53528
455	Переліг	30-40	-1,79332	-0,961123	-1,73057
456	Переліг	30-40	-2,35355	-0,443879	-2,1326
457	Переліг	0-10	2,15717	7,81292	2,81565
458	Переліг	0-10	2,17509	8,79343	2,38332
459	Переліг	0-10	2,24809	8,47426	2,37912
460	Переліг	10-20	0,215999	3,97333	0,319904
461	Переліг	10-20	0,726532	3,90098	0,600394
462	Переліг	10-20	0,434194	3,73065	0,510966
463	Переліг	20-30	-1,98797	0,659303	-1,88945
464	Переліг	20-30	-2,00985	0,90472	-1,71474
465	Переліг	20-30	-1,8157	1,77408	-1,77415
466	Переліг	30-40	-3,10417	-1,30062	-3,0582
467	Переліг	30-40	-3,08416	-1,38156	-3,03254
468	Переліг	30-40	-2,62917	-0,490158	-2,71582
469	ОСЗ (компост)	0-10	0,459103	3,68906	1,63892
470	ОСЗ (компост)	0-10	0,259242	4,22527	1,25851
471	ОСЗ (компост)	0-10	0,315177	4,30492	1,63036
472	ОСЗ (компост)	10-20	-0,706762	2,76535	1,39028
473	ОСЗ (компост)	10-20	-0,348138	2,64881	1,59168
474	ОСЗ (компост)	10-20	-0,52411	3,16946	1,443
475	ОСЗ (компост)	20-30	-2,60253	-0,183416	-1,1351
476	ОСЗ (компост)	20-30	-2,84702	-0,550065	-1,34741
477	ОСЗ (компост)	20-30	-2,9685	-1,02512	-1,47635
478	ОСЗ (компост)	30-40	-3,2176	-2,31581	-2,25566
479	ОСЗ (компост)	30-40	-3,54816	-2,69789	-2,40215
480	ОСЗ (компост)	30-40	-3,7236	-2,47105	-2,3841
481	ОСЗ (компост)	0-10	6,89133	5,53172	6,15782
482	ОСЗ (компост)	0-10	9,03602	5,1784	8,68262
483	ОСЗ (компост)	0-10	8,11881	6,22837	6,38326
484	ОСЗ (компост)	10-20	5,30239	3,98351	4,76994

1	2	3	4	5	6
485	ОСЗ (компост)	10-20	4,70208	3,01129	3,667
486	ОСЗ (компост)	10-20	6,46919	3,98049	5,01466
487	ОСЗ (компост)	20-30	-0,135594	0,128185	1,15364
488	ОСЗ (компост)	20-30	-0,506745	-0,173	0,95715
489	ОСЗ (компост)	20-30	-0,450496	-0,0916276	0,793152
490	ОСЗ (компост)	30-40	-1,78463	-1,35977	-1,11388
491	ОСЗ (компост)	30-40	-2,12286	-1,59303	-1,40826
492	ОСЗ (компост)	30-40	-2,46301	-1,99223	-1,43188
493	ОСЗ (компост)	0-10	0,439472	4,94275	1,56084
494	ОСЗ (компост)	0-10	0,423242	4,25509	1,64062
495	ОСЗ (компост)	0-10	0,467171	4,22274	1,62881
496	ОСЗ (компост)	10-20	0,0740839	3,12619	1,0382
497	ОСЗ (компост)	10-20	0,322537	3,26613	1,31142
498	ОСЗ (компост)	10-20	-0,104936	2,96007	1,01554
499	ОСЗ (компост)	20-30	-2,33104	-0,212197	-1,8052
500	ОСЗ (компост)	20-30	-2,51398	-0,155136	-1,85764
501	ОСЗ (компост)	20-30	-2,65985	-0,847078	-2,20103
502	ОСЗ (компост)	30-40	-2,81635	-1,7963	-2,83293
503	ОСЗ (компост)	30-40	-3,18275	-2,05958	-3,15771
504	ОСЗ (компост)	30-40	-2,8639	-1,77528	-2,97544
505	ІСЗ	0-10	-0,208813	3,23626	0,66616
506	ІСЗ	0-10	-0,30309	2,54915	0,512535
507	ІСЗ	0-10	0,397277	3,88249	0,961831
508	ІСЗ	10-20	-1,26693	2,33277	-1,08768
509	ІСЗ	10-20	-1,45138	2,00265	-1,13775
510	ІСЗ	10-20	-1,22283	1,98146	-0,799744
511	ІСЗ	20-30	-1,52739	1,34601	-1,25027
512	ІСЗ	20-30	-2,23896	0,949872	-1,55671
513	ІСЗ	20-30	-1,61102	1,41778	-1,36499
514	ІСЗ	30-40	-2,78143	-1,02411	-2,65664
515	ІСЗ	30-40	-3,02302	-1,18081	-3,0015
516	ІСЗ	30-40	-2,91442	-0,794279	-2,52594
517	ІСЗ	0-10	4,55397	2,48104	2,99826
518	ІСЗ	0-10	5,48377	2,94882	4,57004
519	ІСЗ	0-10	8,26597	3,86394	6,16987
520	ІСЗ	10-20	4,04977	2,60107	2,62253
521	ІСЗ	10-20	3,92323	2,57686	2,31782
522	ІСЗ	10-20	5,05326	3,21306	3,47035
523	ІСЗ	20-30	0,306335	0,0735523	-0,161351
524	ІСЗ	20-30	0,330391	0,486409	-0,0336554
525	ІСЗ	20-30	0,632444	0,872154	-0,00935186
526	ІСЗ	30-40	-1,86483	-1,98472	-2,11606
527	ІСЗ	30-40	-2,0391	-1,90703	-2,37874
528	ІСЗ	30-40	-1,79539	-1,77829	-2,20826
529	ІСЗ	0-10	1,18322	3,81374	1,07759
530	ІСЗ	0-10	1,0429	3,90954	0,946639
531	ІСЗ	0-10	0,262562	3,40622	0,356774
532	ІСЗ	10-20	1,11265	3,73797	1,22975
533	ІСЗ	10-20	1,06446	3,36732	0,763351
534	ІСЗ	10-20	0,597716	3,36681	0,67093
535	ІСЗ	20-30	-1,82334	0,486624	-1,68991
536	ІСЗ	20-30	-1,80603	0,96897	-1,69108
537	ІСЗ	20-30	-1,86576	0,423831	-1,81436
538	ІСЗ	30-40	-2,86053	-0,731351	-2,7165
539	ІСЗ	30-40	-2,96948	-1,24672	-2,80984
540	ІСЗ	30-40	-2,43594	-0,7337	-2,72526

Додаток Ж

Кластерний аналіз за нормалізованими показниками чорноземів

ТИПОВИХ

Таблиця Ж.1

Cluster Summary

<i>Cluster</i>	<i>Members</i>	<i>Percent</i>
1	33	13,10
2	21	8,33
3	126	50,00
4	63	25,00
5	9	3,57

Таблиця Ж.2

Centroids

<i>Cluster</i>	<i>Cond</i>	<i>pH salt</i>	<i>Na+</i>	<i>Ca2+</i>	<i>K+</i>	<i>H hydr.</i>	<i>N</i>	<i>P</i>	<i>K</i>
1	114,455	6,55636	6,06061	190,606	4,39394	1,11212	88,0152	108,515	143,667
2	136,4	7,21429	6,90476	156,19	0,0	0,684286	49,7762	95,169	73,2857
3	137,996	7,34492	13,0476	131,016	0,0	0,276111	44,9476	26,3491	49,4921
4	65,9413	6,09873	5,49206	135,397	0,619048	1,23254	108,944	75,8521	77,1746
5	43,9556	4,75778	3,55556	105,111	1,66667	2,89556	52,2	72,2011	99,7778

<i>Cluster</i>	<i>Humus</i>	<i>Catalase</i>	<i>Invertase</i>	<i>Urease</i>	<i>Dehydrogenase</i>	<i>Protease</i>	<i>Cellulase</i>	<i>Collembola</i>
1	5,59212	6,64545	21,933	14,8439	12,4473	9,80758	6,45818	36,0909
2	5,32524	6,25714	13,0548	13,009	8,45619	3,80714	5,07905	12,8095
3	2,24008	4,36111	3,30524	5,13159	2,36405	1,83603	1,34921	3,55556
4	4,71825	4,87778	10,2214	7,38905	9,89619	4,26444	3,19905	17,5873
5	4,00111	3,75556	13,3511	10,7089	10,1556	2,85444	3,59889	47,2222

<i>Cluster</i>	<i>Oribatida</i>	<i>PGA</i>	<i>SAA_akt</i>	<i>SAA</i>	<i>MPA</i>	<i>ASH</i>	<i>HA</i>	<i>NA</i>
1	128,273	2,63788	24,7345	2,58818	2,37515	3,11788	8,15273	0,620606
2	43,7143	3,68381	6,49286	1,2519	3,9881	1,12048	13,1514	0,651429
3	18,5397	0,313333	1,0031	0,106587	0,154444	0,18619	0,265159	0,0721429
4	30,5397	2,88333	9,35302	1,01381	1,82587	2,60095	4,44317	0,680635
5	198,333	0,55	8,41556	0,623333	0,421111	0,373333	0,152222	0,102222

Таблиця Ж.3

Membership Table (Clustering Method: Ward's Distance Metric: City-Block)

<i>Row</i>	<i>Label</i>	<i>Label</i>	<i>Cluster</i>	<i>Row</i>	<i>Label</i>	<i>Label</i>	<i>Cluster</i>
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ОСЗ (сидерат)	0-10	1	127	ОСЗ (компост)	0-10	1
2	ОСЗ (сидерат)	0-10	1	128	ОСЗ (компост)	0-10	1
3	ОСЗ (сидерат)	0-10	1	129	ОСЗ (компост)	0-10	1
4	ОСЗ (сидерат)	10-20	2	130	ОСЗ (компост)	10-20	4
5	ОСЗ (сидерат)	10-20	2	131	ОСЗ (компост)	10-20	4
6	ОСЗ (сидерат)	10-20	2	132	ОСЗ (компост)	10-20	4
7	ОСЗ (сидерат)	20-30	2	133	ОСЗ (компост)	20-30	2
8	ОСЗ (сидерат)	20-30	2	134	ОСЗ (компост)	20-30	2
9	ОСЗ (сидерат)	20-30	2	135	ОСЗ (компост)	20-30	2
10	ОСЗ (сидерат)	30-40	3	136	ОСЗ (компост)	30-40	3
11	ОСЗ (сидерат)	30-40	3	137	ОСЗ (компост)	30-40	3
12	ОСЗ (сидерат)	30-40	3	138	ОСЗ (компост)	30-40	3
13	ОСЗ (сидерат)	60-70	3	139	ОСЗ (компост)	60-70	3
14	ОСЗ (сидерат)	60-70	3	140	ОСЗ (компост)	60-70	3

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
15	ОСЗ (сидерат)	60-70	3	141	ОСЗ (компост)	60-70	3
16	ОСЗ (сидерат)	90-100	3	142	ОСЗ (компост)	90-100	3
17	ОСЗ (сидерат)	90-100	3	143	ОСЗ (компост)	90-100	3
18	ОСЗ (сидерат)	90-100	3	144	ОСЗ (компост)	90-100	3
19	ОСЗ (сидерат)	140-150	3	145	ОСЗ (компост)	140-150	3
20	ОСЗ (сидерат)	140-150	3	146	ОСЗ (компост)	140-150	3
21	ОСЗ (сидерат)	140-150	3	147	ОСЗ (компост)	140-150	3
22	ОСЗ (сидерат)	0-10	1	148	ОСЗ (компост)	0-10	4
23	ОСЗ (сидерат)	0-10	1	149	ОСЗ (компост)	0-10	4
24	ОСЗ (сидерат)	0-10	1	150	ОСЗ (компост)	0-10	4
25	ОСЗ (сидерат)	10-20	1	151	ОСЗ (компост)	10-20	4
26	ОСЗ (сидерат)	10-20	1	152	ОСЗ (компост)	10-20	4
27	ОСЗ (сидерат)	10-20	1	153	ОСЗ (компост)	10-20	4
28	ОСЗ (сидерат)	20-30	1	154	ОСЗ (компост)	20-30	4
29	ОСЗ (сидерат)	20-30	1	155	ОСЗ (компост)	20-30	4
30	ОСЗ (сидерат)	20-30	1	156	ОСЗ (компост)	20-30	4
31	ОСЗ (сидерат)	30-40	3	157	ОСЗ (компост)	30-40	3
32	ОСЗ (сидерат)	30-40	3	158	ОСЗ (компост)	30-40	3
33	ОСЗ (сидерат)	30-40	3	159	ОСЗ (компост)	30-40	3
34	ОСЗ (сидерат)	60-70	3	160	ОСЗ (компост)	60-70	3
35	ОСЗ (сидерат)	60-70	3	161	ОСЗ (компост)	60-70	3
36	ОСЗ (сидерат)	60-70	3	162	ОСЗ (компост)	60-70	3
37	ОСЗ (сидерат)	90-100	3	163	ОСЗ (компост)	90-100	3
38	ОСЗ (сидерат)	90-100	3	164	ОСЗ (компост)	90-100	3
39	ОСЗ (сидерат)	90-100	3	165	ОСЗ (компост)	90-100	3
40	ОСЗ (сидерат)	140-150	3	166	ОСЗ (компост)	140-150	3
41	ОСЗ (сидерат)	140-150	3	167	ОСЗ (компост)	140-150	3
42	ОСЗ (сидерат)	140-150	3	168	ОСЗ (компост)	140-150	3
43	ОСЗ (сидерат)	0-10	1	169	ОСЗ (компост)	0-10	1
44	ОСЗ (сидерат)	0-10	1	170	ОСЗ (компост)	0-10	1
45	ОСЗ (сидерат)	0-10	1	171	ОСЗ (компост)	0-10	1
46	ОСЗ (сидерат)	10-20	1	172	ОСЗ (компост)	10-20	1
47	ОСЗ (сидерат)	10-20	1	173	ОСЗ (компост)	10-20	1
48	ОСЗ (сидерат)	10-20	1	174	ОСЗ (компост)	10-20	1
49	ОСЗ (сидерат)	20-30	2	175	ОСЗ (компост)	20-30	4
50	ОСЗ (сидерат)	20-30	2	176	ОСЗ (компост)	20-30	4
51	ОСЗ (сидерат)	20-30	2	177	ОСЗ (компост)	20-30	4
52	ОСЗ (сидерат)	30-40	3	178	ОСЗ (компост)	30-40	3
53	ОСЗ (сидерат)	30-40	3	179	ОСЗ (компост)	30-40	3
54	ОСЗ (сидерат)	30-40	3	180	ОСЗ (компост)	30-40	3
55	ОСЗ (сидерат)	60-70	3	181	ОСЗ (компост)	60-70	3
56	ОСЗ (сидерат)	60-70	3	182	ОСЗ (компост)	60-70	3
57	ОСЗ (сидерат)	60-70	3	183	ОСЗ (компост)	60-70	3
58	ОСЗ (сидерат)	90-100	3	184	ОСЗ (компост)	90-100	3
59	ОСЗ (сидерат)	90-100	3	185	ОСЗ (компост)	90-100	3
60	ОСЗ (сидерат)	90-100	3	186	ОСЗ (компост)	90-100	3
61	ОСЗ (сидерат)	140-150	3	187	ОСЗ (компост)	140-150	3
62	ОСЗ (сидерат)	140-150	3	188	ОСЗ (компост)	140-150	3
63	ОСЗ (сидерат)	140-150	3	189	ОСЗ (компост)	140-150	3
64	Переліг	0-10	2	190	ІСЗ	0-10	1
65	Переліг	0-10	2	191	ІСЗ	0-10	1
66	Переліг	0-10	2	192	ІСЗ	0-10	1
67	Переліг	10-20	2	193	ІСЗ	10-20	4
68	Переліг	10-20	2	194	ІСЗ	10-20	4
69	Переліг	10-20	2	195	ІСЗ	10-20	4
70	Переліг	20-30	2	196	ІСЗ	20-30	4
71	Переліг	20-30	2	197	ІСЗ	20-30	4

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
72	Переліг	20-30	2	198	ІСЗ	20-30	4
73	Переліг	30-40	4	199	ІСЗ	30-40	4
74	Переліг	30-40	4	200	ІСЗ	30-40	4
75	Переліг	30-40	4	201	ІСЗ	30-40	4
76	Переліг	60-70	3	202	ІСЗ	60-70	3
77	Переліг	60-70	3	203	ІСЗ	60-70	3
78	Переліг	60-70	3	204	ІСЗ	60-70	3
79	Переліг	90-100	3	205	ІСЗ	90-100	3
80	Переліг	90-100	3	206	ІСЗ	90-100	3
81	Переліг	90-100	3	207	ІСЗ	90-100	3
82	Переліг	140-150	3	208	ІСЗ	140-150	3
83	Переліг	140-150	3	209	ІСЗ	140-150	3
84	Переліг	140-150	3	210	ІСЗ	140-150	3
85	Переліг	0-10	4	211	ІСЗ	0-10	4
86	Переліг	0-10	4	212	ІСЗ	0-10	4
87	Переліг	0-10	4	213	ІСЗ	0-10	4
88	Переліг	10-20	4	214	ІСЗ	10-20	4
89	Переліг	10-20	4	215	ІСЗ	10-20	4
90	Переліг	10-20	4	216	ІСЗ	10-20	4
91	Переліг	20-30	4	217	ІСЗ	20-30	4
92	Переліг	20-30	4	218	ІСЗ	20-30	4
93	Переліг	20-30	4	219	ІСЗ	20-30	4
94	Переліг	30-40	4	220	ІСЗ	30-40	4
95	Переліг	30-40	4	221	ІСЗ	30-40	4
96	Переліг	30-40	4	222	ІСЗ	30-40	4
97	Переліг	60-70	3	223	ІСЗ	60-70	3
98	Переліг	60-70	3	224	ІСЗ	60-70	3
99	Переліг	60-70	3	225	ІСЗ	60-70	3
100	Переліг	90-100	3	226	ІСЗ	90-100	3
101	Переліг	90-100	3	227	ІСЗ	90-100	3
102	Переліг	90-100	3	228	ІСЗ	90-100	3
103	Переліг	140-150	3	229	ІСЗ	140-150	3
104	Переліг	140-150	3	230	ІСЗ	140-150	3
105	Переліг	140-150	3	231	ІСЗ	140-150	3
106	Переліг	0-10	1	232	ІСЗ	0-10	5
107	Переліг	0-10	1	233	ІСЗ	0-10	5
108	Переліг	0-10	1	234	ІСЗ	0-10	5
109	Переліг	10-20	4	235	ІСЗ	10-20	4
110	Переліг	10-20	4	236	ІСЗ	10-20	4
111	Переліг	10-20	4	237	ІСЗ	10-20	4
112	Переліг	20-30	4	238	ІСЗ	20-30	5
113	Переліг	20-30	4	239	ІСЗ	20-30	5
114	Переліг	20-30	4	240	ІСЗ	20-30	5
115	Переліг	30-40	4	241	ІСЗ	30-40	5
116	Переліг	30-40	4	242	ІСЗ	30-40	5
117	Переліг	30-40	4	243	ІСЗ	30-40	5
118	Переліг	60-70	3	244	ІСЗ	60-70	3
119	Переліг	60-70	3	245	ІСЗ	60-70	3
120	Переліг	60-70	3	246	ІСЗ	60-70	3
121	Переліг	90-100	3	247	ІСЗ	90-100	3
122	Переліг	90-100	3	248	ІСЗ	90-100	3
123	Переліг	90-100	3	249	ІСЗ	90-100	3
124	Переліг	140-150	3	250	ІСЗ	140-150	3
125	Переліг	140-150	3	251	ІСЗ	140-150	3
126	Переліг	140-150	3	252	ІСЗ	140-150	3

Таблиця Ж.4

Cluster Summary

<i>Cluster</i>	<i>Members</i>	<i>Percent</i>
1	70	12,96
2	318	58,89
3	152	28,15

Таблиця Ж.5

Centroids

<i>Cluster</i>	<i>Catalase</i>	<i>Invertase</i>	<i>Urease</i>	<i>Dehydrogenase</i>	<i>Protease</i>	<i>Cellulase</i>	<i>Collembola</i>	<i>Oribatida</i>
1	5,68286	20,6341	14,9916	10,1487	8,04686	5,64771	49,3571	150,971
2	5,11132	10,1358	9,7461	5,75267	3,55302	2,715	15,1447	29,6667
3	5,15789	19,3774	16,7063	8,38796	8,0073	3,97355	100,355	40,4934

<i>Cluster</i>	<i>PGA</i>	<i>SAA_akt</i>	<i>SAA</i>	<i>MPA</i>	<i>ASH</i>	<i>HA</i>	<i>NA</i>
1	2,654	18,0086	1,85557	2,18171	1,88157	4,89757	0,413286
2	1,22006	6,01186	0,720377	1,08053	0,896006	1,79497	0,293836
3	2,23197	11,9046	1,0698	1,33862	0,941842	1,09875	0,323158

Таблиця Ж.6

Membership Table (Clustering Method: Ward's Distance Metric: City-Block)

<i>Row</i>	<i>Label</i>	<i>Label</i>	<i>Cluster</i>	<i>Row</i>	<i>Label</i>	<i>Label</i>	<i>Cluster</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
1	OC3 (сидерат)	0-10	1	271	OC3 (сидерат)	20-30	3
2	OC3 (сидерат)	0-10	1	272	OC3 (сидерат)	20-30	3
3	OC3 (сидерат)	0-10	1	273	OC3 (сидерат)	20-30	2
4	OC3 (сидерат)	10-20	2	274	OC3 (сидерат)	30-40	2
5	OC3 (сидерат)	10-20	2	275	OC3 (сидерат)	30-40	2
6	OC3 (сидерат)	10-20	2	276	OC3 (сидерат)	30-40	2
7	OC3 (сидерат)	20-30	2	277	OC3 (сидерат)	0-10	2
8	OC3 (сидерат)	20-30	2	278	OC3 (сидерат)	0-10	2
9	OC3 (сидерат)	20-30	2	279	OC3 (сидерат)	0-10	2
10	OC3 (сидерат)	30-40	2	280	OC3 (сидерат)	10-20	3
11	OC3 (сидерат)	30-40	2	281	OC3 (сидерат)	10-20	3
12	OC3 (сидерат)	30-40	2	282	OC3 (сидерат)	10-20	3
13	OC3 (сидерат)	60-70	2	283	OC3 (сидерат)	20-30	3
14	OC3 (сидерат)	60-70	2	284	OC3 (сидерат)	20-30	2
15	OC3 (сидерат)	60-70	2	285	OC3 (сидерат)	20-30	3
16	OC3 (сидерат)	90-100	2	286	OC3 (сидерат)	30-40	3
17	OC3 (сидерат)	90-100	2	287	OC3 (сидерат)	30-40	2
18	OC3 (сидерат)	90-100	2	288	OC3 (сидерат)	30-40	3
19	OC3 (сидерат)	140-150	2	289	Переліг	0-10	3
20	OC3 (сидерат)	140-150	2	290	Переліг	0-10	3
21	OC3 (сидерат)	140-150	2	291	Переліг	0-10	3
22	OC3 (сидерат)	0-10	1	292	Переліг	10-20	3
23	OC3 (сидерат)	0-10	1	293	Переліг	10-20	3
24	OC3 (сидерат)	0-10	1	294	Переліг	10-20	3
25	OC3 (сидерат)	10-20	1	295	Переліг	20-30	3
26	OC3 (сидерат)	10-20	1	296	Переліг	20-30	3
27	OC3 (сидерат)	10-20	1	297	Переліг	20-30	3
28	OC3 (сидерат)	20-30	1	298	Переліг	30-40	3

1	2	3	4	5	6	7	8
29	ОСЗ (сидерат)	20-30	1	299	Переліг	30-40	3
30	ОСЗ (сидерат)	20-30	1	300	Переліг	30-40	2
31	ОСЗ (сидерат)	30-40	2	301	Переліг	0-10	3
32	ОСЗ (сидерат)	30-40	1	302	Переліг	0-10	3
33	ОСЗ (сидерат)	30-40	2	303	Переліг	0-10	3
34	ОСЗ (сидерат)	60-70	2	304	Переліг	10-20	3
35	ОСЗ (сидерат)	60-70	2	305	Переліг	10-20	3
36	ОСЗ (сидерат)	60-70	2	306	Переліг	10-20	3
37	ОСЗ (сидерат)	90-100	2	307	Переліг	20-30	2
38	ОСЗ (сидерат)	90-100	2	308	Переліг	20-30	3
39	ОСЗ (сидерат)	90-100	2	309	Переліг	20-30	3
40	ОСЗ (сидерат)	140-150	2	310	Переліг	30-40	3
41	ОСЗ (сидерат)	140-150	2	311	Переліг	30-40	3
42	ОСЗ (сидерат)	140-150	2	312	Переліг	30-40	3
43	ОСЗ (сидерат)	0-10	1	313	Переліг	0-10	3
44	ОСЗ (сидерат)	0-10	1	314	Переліг	0-10	3
45	ОСЗ (сидерат)	0-10	1	315	Переліг	0-10	3
46	ОСЗ (сидерат)	10-20	2	316	Переліг	10-20	3
47	ОСЗ (сидерат)	10-20	2	317	Переліг	10-20	3
48	ОСЗ (сидерат)	10-20	2	318	Переліг	10-20	3
49	ОСЗ (сидерат)	20-30	2	319	Переліг	20-30	3
50	ОСЗ (сидерат)	20-30	2	320	Переліг	20-30	3
51	ОСЗ (сидерат)	20-30	2	321	Переліг	20-30	3
52	ОСЗ (сидерат)	30-40	2	322	Переліг	30-40	3
53	ОСЗ (сидерат)	30-40	2	323	Переліг	30-40	3
54	ОСЗ (сидерат)	30-40	2	324	Переліг	30-40	3
55	ОСЗ (сидерат)	60-70	2	325	ОСЗ (компост)	0-10	2
56	ОСЗ (сидерат)	60-70	2	326	ОСЗ (компост)	0-10	3
57	ОСЗ (сидерат)	60-70	2	327	ОСЗ (компост)	0-10	2
58	ОСЗ (сидерат)	90-100	2	328	ОСЗ (компост)	10-20	2
59	ОСЗ (сидерат)	90-100	2	329	ОСЗ (компост)	10-20	2
60	ОСЗ (сидерат)	90-100	2	330	ОСЗ (компост)	10-20	3
61	ОСЗ (сидерат)	140-150	2	331	ОСЗ (компост)	20-30	2
62	ОСЗ (сидерат)	140-150	2	332	ОСЗ (компост)	20-30	2
63	ОСЗ (сидерат)	140-150	2	333	ОСЗ (компост)	20-30	2
64	Переліг	0-10	1	334	ОСЗ (компост)	30-40	2
65	Переліг	0-10	3	335	ОСЗ (компост)	30-40	2
66	Переліг	0-10	2	336	ОСЗ (компост)	30-40	2
67	Переліг	10-20	2	337	ОСЗ (компост)	0-10	3
68	Переліг	10-20	2	338	ОСЗ (компост)	0-10	3
69	Переліг	10-20	2	339	ОСЗ (компост)	0-10	3
70	Переліг	20-30	2	340	ОСЗ (компост)	10-20	3
71	Переліг	20-30	2	341	ОСЗ (компост)	10-20	3
72	Переліг	20-30	2	342	ОСЗ (компост)	10-20	3
73	Переліг	30-40	2	343	ОСЗ (компост)	20-30	3
74	Переліг	30-40	2	344	ОСЗ (компост)	20-30	3
75	Переліг	30-40	2	345	ОСЗ (компост)	20-30	3
76	Переліг	60-70	2	346	ОСЗ (компост)	30-40	2
77	Переліг	60-70	2	347	ОСЗ (компост)	30-40	2
78	Переліг	60-70	2	348	ОСЗ (компост)	30-40	2
79	Переліг	90-100	2	349	ОСЗ (компост)	0-10	3
80	Переліг	90-100	2	350	ОСЗ (компост)	0-10	3
81	Переліг	90-100	2	351	ОСЗ (компост)	0-10	3
82	Переліг	140-150	2	352	ОСЗ (компост)	10-20	3
83	Переліг	140-150	2	353	ОСЗ (компост)	10-20	3
84	Переліг	140-150	2	354	ОСЗ (компост)	10-20	3
85	Переліг	0-10	3	355	ОСЗ (компост)	20-30	3

1	2	3	4	5	6	7	8
86	Переліг	0-10	3	356	ОСЗ (компост)	20-30	3
87	Переліг	0-10	3	357	ОСЗ (компост)	20-30	3
88	Переліг	10-20	3	358	ОСЗ (компост)	30-40	3
89	Переліг	10-20	3	359	ОСЗ (компост)	30-40	3
90	Переліг	10-20	3	360	ОСЗ (компост)	30-40	3
91	Переліг	20-30	3	361	ІСЗ	0-10	2
92	Переліг	20-30	3	362	ІСЗ	0-10	2
93	Переліг	20-30	2	363	ІСЗ	0-10	2
94	Переліг	30-40	2	364	ІСЗ	10-20	2
95	Переліг	30-40	2	365	ІСЗ	10-20	2
96	Переліг	30-40	2	366	ІСЗ	10-20	2
97	Переліг	60-70	2	367	ІСЗ	20-30	2
98	Переліг	60-70	2	368	ІСЗ	20-30	2
99	Переліг	60-70	2	369	ІСЗ	20-30	2
100	Переліг	90-100	2	370	ІСЗ	30-40	2
101	Переліг	90-100	2	371	ІСЗ	30-40	2
102	Переліг	90-100	2	372	ІСЗ	30-40	2
103	Переліг	140-150	2	373	ІСЗ	0-10	3
104	Переліг	140-150	2	374	ІСЗ	0-10	3
105	Переліг	140-150	2	375	ІСЗ	0-10	3
106	Переліг	0-10	2	376	ІСЗ	10-20	3
107	Переліг	0-10	2	377	ІСЗ	10-20	3
108	Переліг	0-10	3	378	ІСЗ	10-20	3
109	Переліг	10-20	2	379	ІСЗ	20-30	2
110	Переліг	10-20	2	380	ІСЗ	20-30	3
111	Переліг	10-20	3	381	ІСЗ	20-30	3
112	Переліг	20-30	2	382	ІСЗ	30-40	3
113	Переліг	20-30	2	383	ІСЗ	30-40	3
114	Переліг	20-30	2	384	ІСЗ	30-40	3
115	Переліг	30-40	2	385	ІСЗ	0-10	3
116	Переліг	30-40	2	386	ІСЗ	0-10	2
117	Переліг	30-40	2	387	ІСЗ	0-10	2
118	Переліг	60-70	2	388	ІСЗ	10-20	3
119	Переліг	60-70	2	389	ІСЗ	10-20	2
120	Переліг	60-70	2	390	ІСЗ	10-20	2
121	Переліг	90-100	2	391	ІСЗ	20-30	3
122	Переліг	90-100	2	392	ІСЗ	20-30	2
123	Переліг	90-100	2	393	ІСЗ	20-30	2
124	Переліг	140-150	2	394	ІСЗ	30-40	3
125	Переліг	140-150	2	395	ІСЗ	30-40	3
126	Переліг	140-150	2	396	ІСЗ	30-40	2
127	ОСЗ (компост)	0-10	2	397	ОСЗ (сидерат)	0-10	2
128	ОСЗ (компост)	0-10	1	398	ОСЗ (сидерат)	0-10	2
129	ОСЗ (компост)	0-10	1	399	ОСЗ (сидерат)	0-10	2
130	ОСЗ (компост)	10-20	2	400	ОСЗ (сидерат)	10-20	2
131	ОСЗ (компост)	10-20	2	401	ОСЗ (сидерат)	10-20	2
132	ОСЗ (компост)	10-20	2	402	ОСЗ (сидерат)	10-20	2
133	ОСЗ (компост)	20-30	2	403	ОСЗ (сидерат)	20-30	2
134	ОСЗ (компост)	20-30	2	404	ОСЗ (сидерат)	20-30	2
135	ОСЗ (компост)	20-30	2	405	ОСЗ (сидерат)	20-30	2
136	ОСЗ (компост)	30-40	2	406	ОСЗ (сидерат)	30-40	2
137	ОСЗ (компост)	30-40	2	407	ОСЗ (сидерат)	30-40	2
138	ОСЗ (компост)	30-40	2	408	ОСЗ (сидерат)	30-40	2
139	ОСЗ (компост)	60-70	2	409	ОСЗ (сидерат)	0-10	1
140	ОСЗ (компост)	60-70	2	410	ОСЗ (сидерат)	0-10	1
141	ОСЗ (компост)	60-70	2	411	ОСЗ (сидерат)	0-10	1
142	ОСЗ (компост)	90-100	2	412	ОСЗ (сидерат)	10-20	1

1	2	3	4	5	6	7	8
143	ОСЗ (компост)	90-100	2	413	ОСЗ (сидерат)	10-20	3
144	ОСЗ (компост)	90-100	2	414	ОСЗ (сидерат)	10-20	3
145	ОСЗ (компост)	140-150	2	415	ОСЗ (сидерат)	20-30	2
146	ОСЗ (компост)	140-150	2	416	ОСЗ (сидерат)	20-30	2
147	ОСЗ (компост)	140-150	2	417	ОСЗ (сидерат)	20-30	2
148	ОСЗ (компост)	0-10	2	418	ОСЗ (сидерат)	30-40	2
149	ОСЗ (компост)	0-10	2	419	ОСЗ (сидерат)	30-40	2
150	ОСЗ (компост)	0-10	2	420	ОСЗ (сидерат)	30-40	2
151	ОСЗ (компост)	10-20	2	421	ОСЗ (сидерат)	0-10	1
152	ОСЗ (компост)	10-20	2	422	ОСЗ (сидерат)	0-10	1
153	ОСЗ (компост)	10-20	2	423	ОСЗ (сидерат)	0-10	1
154	ОСЗ (компост)	20-30	2	424	ОСЗ (сидерат)	10-20	1
155	ОСЗ (компост)	20-30	2	425	ОСЗ (сидерат)	10-20	1
156	ОСЗ (компост)	20-30	2	426	ОСЗ (сидерат)	10-20	1
157	ОСЗ (компост)	30-40	2	427	ОСЗ (сидерат)	20-30	2
158	ОСЗ (компост)	30-40	2	428	ОСЗ (сидерат)	20-30	2
159	ОСЗ (компост)	30-40	2	429	ОСЗ (сидерат)	20-30	2
160	ОСЗ (компост)	60-70	2	430	ОСЗ (сидерат)	30-40	2
161	ОСЗ (компост)	60-70	2	431	ОСЗ (сидерат)	30-40	2
162	ОСЗ (компост)	60-70	2	432	ОСЗ (сидерат)	30-40	2
163	ОСЗ (компост)	90-100	2	433	Переліг	0-10	3
164	ОСЗ (компост)	90-100	2	434	Переліг	0-10	3
165	ОСЗ (компост)	90-100	2	435	Переліг	0-10	3
166	ОСЗ (компост)	140-150	2	436	Переліг	10-20	3
167	ОСЗ (компост)	140-150	2	437	Переліг	10-20	3
168	ОСЗ (компост)	140-150	2	438	Переліг	10-20	3
169	ОСЗ (компост)	0-10	1	439	Переліг	20-30	3
170	ОСЗ (компост)	0-10	1	440	Переліг	20-30	3
171	ОСЗ (компост)	0-10	1	441	Переліг	20-30	3
172	ОСЗ (компост)	10-20	1	442	Переліг	30-40	3
173	ОСЗ (компост)	10-20	1	443	Переліг	30-40	3
174	ОСЗ (компост)	10-20	3	444	Переліг	30-40	3
175	ОСЗ (компост)	20-30	2	445	Переліг	0-10	3
176	ОСЗ (компост)	20-30	2	446	Переліг	0-10	3
177	ОСЗ (компост)	20-30	2	447	Переліг	0-10	3
178	ОСЗ (компост)	30-40	2	448	Переліг	10-20	3
179	ОСЗ (компост)	30-40	2	449	Переліг	10-20	3
180	ОСЗ (компост)	30-40	2	450	Переліг	10-20	3
181	ОСЗ (компост)	60-70	2	451	Переліг	20-30	3
182	ОСЗ (компост)	60-70	2	452	Переліг	20-30	3
183	ОСЗ (компост)	60-70	2	453	Переліг	20-30	3
184	ОСЗ (компост)	90-100	2	454	Переліг	30-40	3
185	ОСЗ (компост)	90-100	2	455	Переліг	30-40	3
186	ОСЗ (компост)	90-100	2	456	Переліг	30-40	3
187	ОСЗ (компост)	140-150	2	457	Переліг	0-10	2
188	ОСЗ (компост)	140-150	2	458	Переліг	0-10	3
189	ОСЗ (компост)	140-150	2	459	Переліг	0-10	3
190	ІСЗ	0-10	2	460	Переліг	10-20	3
191	ІСЗ	0-10	1	461	Переліг	10-20	3
192	ІСЗ	0-10	2	462	Переліг	10-20	3
193	ІСЗ	10-20	1	463	Переліг	20-30	3
194	ІСЗ	10-20	1	464	Переліг	20-30	2
195	ІСЗ	10-20	2	465	Переліг	20-30	3
196	ІСЗ	20-30	2	466	Переліг	30-40	3
197	ІСЗ	20-30	2	467	Переліг	30-40	3
198	ІСЗ	20-30	2	468	Переліг	30-40	3
199	ІСЗ	30-40	2	469	ОСЗ (компост)	0-10	1

1	2	3	4	5	6	7	8
200	ІСЗ	30-40	2	470	ОСЗ (компост)	0-10	1
201	ІСЗ	30-40	2	471	ОСЗ (компост)	0-10	3
202	ІСЗ	60-70	2	472	ОСЗ (компост)	10-20	2
203	ІСЗ	60-70	2	473	ОСЗ (компост)	10-20	2
204	ІСЗ	60-70	2	474	ОСЗ (компост)	10-20	2
205	ІСЗ	90-100	2	475	ОСЗ (компост)	20-30	2
206	ІСЗ	90-100	2	476	ОСЗ (компост)	20-30	2
207	ІСЗ	90-100	2	477	ОСЗ (компост)	20-30	2
208	ІСЗ	140-150	2	478	ОСЗ (компост)	30-40	2
209	ІСЗ	140-150	2	479	ОСЗ (компост)	30-40	2
210	ІСЗ	140-150	2	480	ОСЗ (компост)	30-40	2
211	ІСЗ	0-10	2	481	ОСЗ (компост)	0-10	3
212	ІСЗ	0-10	2	482	ОСЗ (компост)	0-10	3
213	ІСЗ	0-10	2	483	ОСЗ (компост)	0-10	1
214	ІСЗ	10-20	2	484	ОСЗ (компост)	10-20	3
215	ІСЗ	10-20	2	485	ОСЗ (компост)	10-20	3
216	ІСЗ	10-20	2	486	ОСЗ (компост)	10-20	3
217	ІСЗ	20-30	2	487	ОСЗ (компост)	20-30	3
218	ІСЗ	20-30	2	488	ОСЗ (компост)	20-30	2
219	ІСЗ	20-30	2	489	ОСЗ (компост)	20-30	2
220	ІСЗ	30-40	2	490	ОСЗ (компост)	30-40	2
221	ІСЗ	30-40	2	491	ОСЗ (компост)	30-40	2
222	ІСЗ	30-40	2	492	ОСЗ (компост)	30-40	2
223	ІСЗ	60-70	2	493	ОСЗ (компост)	0-10	3
224	ІСЗ	60-70	2	494	ОСЗ (компост)	0-10	3
225	ІСЗ	60-70	2	495	ОСЗ (компост)	0-10	1
226	ІСЗ	90-100	2	496	ОСЗ (компост)	10-20	2
227	ІСЗ	90-100	2	497	ОСЗ (компост)	10-20	2
228	ІСЗ	90-100	2	498	ОСЗ (компост)	10-20	2
229	ІСЗ	140-150	2	499	ОСЗ (компост)	20-30	2
230	ІСЗ	140-150	2	500	ОСЗ (компост)	20-30	2
231	ІСЗ	140-150	2	501	ОСЗ (компост)	20-30	2
232	ІСЗ	0-10	1	502	ОСЗ (компост)	30-40	2
233	ІСЗ	0-10	1	503	ОСЗ (компост)	30-40	2
234	ІСЗ	0-10	1	504	ОСЗ (компост)	30-40	2
235	ІСЗ	10-20	2	505	ІСЗ	0-10	2
236	ІСЗ	10-20	2	506	ІСЗ	0-10	2
237	ІСЗ	10-20	1	507	ІСЗ	0-10	3
238	ІСЗ	20-30	1	508	ІСЗ	10-20	1
239	ІСЗ	20-30	1	509	ІСЗ	10-20	1
240	ІСЗ	20-30	1	510	ІСЗ	10-20	1
241	ІСЗ	30-40	1	511	ІСЗ	20-30	1
242	ІСЗ	30-40	1	512	ІСЗ	20-30	1
243	ІСЗ	30-40	1	513	ІСЗ	20-30	1
244	ІСЗ	60-70	2	514	ІСЗ	30-40	2
245	ІСЗ	60-70	2	515	ІСЗ	30-40	2
246	ІСЗ	60-70	2	516	ІСЗ	30-40	2
247	ІСЗ	90-100	2	517	ІСЗ	0-10	3
248	ІСЗ	90-100	2	518	ІСЗ	0-10	3
249	ІСЗ	90-100	2	519	ІСЗ	0-10	3
250	ІСЗ	140-150	2	520	ІСЗ	10-20	1
251	ІСЗ	140-150	2	521	ІСЗ	10-20	1
252	ІСЗ	140-150	2	522	ІСЗ	10-20	1
253	ОСЗ (сидерат)	0-10	2	523	ІСЗ	20-30	1
254	ОСЗ (сидерат)	0-10	2	524	ІСЗ	20-30	1
255	ОСЗ (сидерат)	0-10	2	525	ІСЗ	20-30	1
256	ОСЗ (сидерат)	10-20	2	526	ІСЗ	30-40	2

продовження табл. Ж.6

1	2	3	4	5	6	7	8
257	ОСЗ (сидерат)	10-20	2	527	ІСЗ	30-40	3
258	ОСЗ (сидерат)	10-20	2	528	ІСЗ	30-40	3
259	ОСЗ (сидерат)	20-30	2	529	ІСЗ	0-10	1
260	ОСЗ (сидерат)	20-30	3	530	ІСЗ	0-10	1
261	ОСЗ (сидерат)	20-30	2	531	ІСЗ	0-10	1
262	ОСЗ (сидерат)	30-40	2	532	ІСЗ	10-20	1
263	ОСЗ (сидерат)	30-40	2	533	ІСЗ	10-20	1
264	ОСЗ (сидерат)	30-40	2	534	ІСЗ	10-20	1
265	ОСЗ (сидерат)	0-10	3	535	ІСЗ	20-30	2
266	ОСЗ (сидерат)	0-10	3	536	ІСЗ	20-30	2
267	ОСЗ (сидерат)	0-10	3	537	ІСЗ	20-30	1
268	ОСЗ (сидерат)	10-20	3	538	ІСЗ	30-40	2
269	ОСЗ (сидерат)	10-20	3	539	ІСЗ	30-40	2
270	ОСЗ (сидерат)	10-20	3	540	ІСЗ	30-40	2

Додаток К

Дискримінантний аналіз за нормалізованими показниками чорноземів типових різного використання

Таблиця К.1

Stepwise regression (Method: forward selection F-to-enter: 4,0 F-to-remove: 4,0)

<i>Discriminant Function</i>	<i>Eigenvalue</i>	<i>Relative Percentage</i>	<i>Canonical Correlation</i>	<i>Wilks Lambda</i>	<i>Chi-Square</i>	<i>DF</i>	<i>P-Value</i>
1	6,56802	60,05	0,93159	0,0179411	968,9789	48	0,0000
2	3,85106	35,21	0,89099	0,135779	481,2114	30	0,0000
3	0,51821	4,74	0,58423	0,658671	100,6252	14	0,0000

Таблиця К.2

Classification Function Coefficients for Farming system

MEANS	<i>IC3</i>	<i>OC3 (компост)</i>	<i>OC3 (сидерат)</i>	<i>Переліг</i>
Catalase	0,417085	4,76787	7,62846	-0,710114
Urease	0,379302	-0,072861	0,474787	-0,11541
Dehydrogenase	-0,360574	-0,291259	-0,787581	-0,960129
PGA	2,77793	2,74606	3,0724	4,39519
SAA_akt	-0,200882	-0,303672	-0,138517	-0,487095
HA	-1,54293	-1,55613	-1,52036	-1,86879
NA	-21,5521	-26,9513	-22,4224	-35,1573
Cond	-0,0951123	-0,0438565	-0,0247005	-0,114744
pH salt	44,6031	50,8107	51,582	53,4625
Na+	2,07267	2,8177	1,74869	3,62875
Ca2+	-0,0766024	-0,234947	-0,258522	-0,265081
K+	-2,4052	-0,2593	0,230844	-1,14563
H hydr.	31,4884	27,8052	29,5074	23,0905
P	0,253245	0,315945	0,308613	0,439304
K	0,0670049	-0,0538794	-0,0517565	0,017809
Humus	11,8635	18,4606	12,6055	25,1913
CONSTANT	-174,888	-233,306	-229,016	-249,795

Таблиця К.3

Summary Statistics by Group

<i>Farming system</i>	<i>IC3</i>	<i>OC3 (компост)</i>	<i>OC3 (сидерат)</i>	<i>Переліг</i>	<i>TOTAL</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
COUNTS	63	63	63	63	252
MEANS					
Catalase	3,51429	5,4746	6,07619	4,6381	4,92579
Urease	6,43206	7,53333	10,6606	6,66778	7,82345
Dehydrogenase	6,75794	6,82032	5,82952	6,00603	6,35345
PGA	1,54286	1,08921	1,52825	2,03794	1,54956
SAA_akt	4,51619	8,5454	11,1338	3,48651	6,92048
HA	3,06683	3,05952	3,92968	3,59349	3,41238
NA	0,385714	0,331111	0,350794	0,314127	0,345437
Cond	79,4476	123,302	132,479	118,403	113,408
pH salt	5,68635	7,15286	7,26968	7,19841	6,82683
Na+	6,92063	10,8571	7,46032	12,3333	9,39286
Ca2+	138,825	146,413	153,683	125,429	141,087
K+	0,84127	0,650794	1,15873	0,507937	0,789683

продовження табл. К.3

<i>I</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
H hydr.	1,67	0,54619	0,427302	0,365556	0,752262
P	54,6095	51,4783	61,2752	60,066	56,8573
K	78,4603	60,1111	77,5238	74,0	72,5238
Humus	3,01508	3,86175	3,67476	3,9227	3,61857
STD. DEVIATIONS					
Catalase	0,602912	1,05891	1,34016	1,24569	1,45682
Urease	3,3784	5,09152	7,69037	4,19261	5,57101
Dehydrogenase	3,86273	5,3184	5,00956	5,08913	4,84394
PGA	1,97565	1,49406	1,95211	3,05042	2,20646
SAA_akt	4,62077	10,393	17,1158	3,83304	10,8386
HA	7,26032	7,86356	8,05919	8,72213	7,95402
NA	0,473858	0,416549	0,447377	0,37937	0,428981
Cond	38,2665	32,646	21,3626	40,4408	39,4115
pH salt	1,09545	0,589988	0,463674	0,632706	0,985604
Na+	4,73253	5,05728	3,15117	7,98183	5,93461
Ca2+	37,3625	25,3947	45,2744	35,4668	37,8274
K+	1,78891	1,62797	2,12668	1,61518	1,8073
H hydr.	1,15983	0,47066	0,366959	0,178811	0,845137
P	27,9413	30,2001	42,2482	37,4269	34,9435
K	24,4651	29,9242	45,1048	56,7467	41,489
Humus	1,28922	1,80917	1,65522	1,87995	1,70266

Таблиця К.4

Stepwise regression (Method: forward selection F-to-enter: 4,0 F-to-remove: 4,0)

<i>Discriminant Function</i>	<i>Eigenvalue</i>	<i>Relative Percentage</i>	<i>Canonical Correlation</i>	<i>Wilks Lambda</i>	<i>Chi-Square</i>	<i>DF</i>	<i>P-Value</i>
1	1,12244	65,65	0,72722	0,290752	657,1707	30	0,0000
2	0,524019	30,65	0,58638	0,617103	256,8064	18	0,0000
3	0,0632897	3,70	0,24397	0,940477	32,6475	8	0,0001

Таблиця К.5

Classification Function Coefficients for Farming system

MEANS	<i>IC3</i>	<i>OC3 (компост)</i>	<i>OC3 (сидерат)</i>	<i>Переліг</i>
Catalase	2,38284	4,10088	4,65093	3,22255
Urease	0,0875073	0,0418829	0,1593	-0,0662588
Dehydrogenase	0,479288	0,375839	0,028497	0,395549
Protease	-0,32279	-0,18443	-0,113492	-0,0617537
PGA	-0,000761233	-0,411832	-0,388602	-0,026252
MPA	-0,363848	-0,942313	-1,28721	-1,0706
ASH	-0,209226	-0,07794	0,176978	-0,3953
HA	0,0103387	0,257324	0,352325	0,310177
Collembola	-0,00470614	-0,0026096	-0,0164579	0,0232885
Oribatida	0,00983455	-0,0130617	0,00128979	-0,0236564
CONSTANT	-7,68031	-13,286	-16,6045	-9,70782

Таблиця К.6

Summary Statistics by Group

<i>Farming system</i>	<i>ІСЗ</i>	<i>ОСЗ (компост)</i>	<i>ОСЗ (сидерат)</i>	<i>Переліг</i>	<i>TOTAL</i>
COUNTS	135	135	135	135	540
MEANS					
Catalase	3,88667	5,73481	6,49111	4,68148	5,19852
Urease	11,4837	12,2827	15,1373	10,6373	12,3852
Dehydrogenase	7,25933	7,19985	6,59948	7,19859	7,06431
Protease	2,89926	5,03504	6,38585	7,23726	5,38935
PGA	1,71341	1,40985	1,41207	2,22778	1,69078
MPA	1,3237	1,30452	1,30741	1,24807	1,29593
ASH	1,03993	1,08607	1,17133	0,849333	1,03667
HA	1,84319	1,85178	2,28941	2,02037	2,00119
Collembola	40,0	35,8222	29,8593	68,5778	43,5648
Oribatida	65,8963	38,1704	62,963	26,7259	48,4389
STD. DEVIATIONS					
Catalase	0,954002	1,2402	1,62488	1,28075	1,63136
Urease	6,52628	7,3394	9,57602	6,46122	7,7476
Dehydrogenase	3,15711	4,03496	3,98566	4,24124	3,87551
Protease	1,96083	4,14782	6,51497	8,29015	5,96319
PGA	1,7616	1,71521	1,63947	2,8172	2,06296
MPA	1,82523	1,84251	2,08378	2,05863	1,95093
ASH	1,47879	1,64955	1,9904	1,2085	1,60688
HA	5,17108	5,53287	5,77727	6,1698	5,66149
Collembola	37,6752	36,4636	32,9647	70,5072	49,1063
Oribatida	60,5588	34,8409	64,0394	22,8141	51,3433

Додаток Л

Гранулометричний склад обраних для дослідження чорноземів типових у шарі 0–10 см, %

Варіант	Пісок		Пил			Мул	Фізична глина	Фізичний пісок		Клас	Підклас
	1– 0,25	0,25– 0,05	0,05– 0,01	0,01– 0,005	0,005– 0,001			Сумма >0,01	Сумма <0,01		
Органічна система землеробства (сидерат)	1,83	46,64	13,34	7,89	14,61	15,69	38,19	61,81	середній суглинок	п.-піщ.	
Переліг	1,84	48,44	11,82	9,40	11,63	16,87	37,90	62,1	середній суглинок	п.-піщ.	
Органічна система землеробства (компост)	2,32	44,06	15,01	8,46	13,91	16,24	38,61	61,39	середній суглинок	п.-піщ.	
Інтенсивна система землеробства (мін.добрива)	1,41	46,12	15,14	8,33	14,17	14,83	37,33	62,67	середній суглинок	п.-піщ.	

Додаток М

**Чисельність мікроартропод у чорноземах типових
за різних систем землеробства (середнє за 2018–2020 рр.)**

Варіант	Генетичний горизонт	Глибина, см	Collembola, екз./дм ³	Oribatida, екз./дм ³	A/C
Органічна система землеробства (сидерат)	Н/к 0-44	0-10	50	125	2,51
		10-20	47	70	1,50
		20-30	30	51	1,72
		30-40	22	51	2,35
	Нрк 44-80	60-70	3	37	11,68
	Phk 80-120	90-100	2	13	8,31
	Рк >120	140-150	0	4	-
Переліг	Н(d)/к 0–52	0-10	101	43	0,43
		10-20	111	32	0,29
		20-30	71	27	0,38
		30-40	59	27	0,45
	Нрк 52–85	60-70	2	9	3,82
	Phk 85-135	90-100	1	5	4,02
	Рк >135	140-150	0	1	-
Органічна система землеробства (компост)	Н/к 0-42	0-10	55	75	1,38
		10-20	56	53	0,95
		20-30	39	28	0,74
		30-40	29	27	0,95
	Нрк 42-78	60-70	3	15	4,64
	Phk 78-130	90-100	2	6	3,77
	Рк >130	140-150	0	2	-
Інтенсивна система землеробства (мін.добрива)	Н 0-44	0-10	50	82	1,64
		10-20	56	89	1,59
		20-30	37	86	2,29
		30-40	49	53	1,07
	Нр/к 44-78	60-70	15	37	2,44
	Phk 78-120	90-100	6	18	3,07
	Рк > 120	140-150	3	6	2,15
НІР ₀₅	(А – варіант)		11	12	-
	(В – глибина)		11	11	-

Додаток Н

**Чисельність еколого-трофічних груп мікроорганізмів у чорноземах типових за різних систем землеробства
(середнє за 2018–2020 рр.)**

Варіант	Генетичний горизонт	Глибина, см	ПГА КАА акт. тис. КУО/1 г с. г.		КАА	МПА	ЕШ	ГА	НА	Бюг.	К оліг. К мін.	К маф.	
			4	5									6
І Органічна система землеробства (сидерат)	Н/к 0-44	3	2,75	25,43	2,84	2,62	2,91	4,99	0,69	13,36	1,21	1,25	1,53
		0-10	2,14	19,00	1,86	2,69	1,42	4,55	0,44	10,52	1,20	1,11	1,69
		10-20	1,08	10,09	0,72	0,63	0,88	1,01	0,26	3,24	1,17	1,42	1,73
		20-30	0,86	4,32	0,42	0,53	0,51	0,76	0,20	2,22	0,95	1,07	1,66
		30-40	0,30	0,38	0,05	0,10	0,18	0,17	0,06	0,49	2,04	0,72	0,44
ІІ Переліг	Phk 80-120	90-100	0,27	0,13	0,10	0,07	0,13	0,14	0,02	0,43	2,20	1,55	0,62
		140-150	0,13	0,07	0,07	0,05	0,10	0,12	0,01	0,33	2,40	1,57	0,58
		0-10	5,39	16,06	1,78	2,45	1,72	4,26	0,58	10,22	1,25	0,87	1,61
		10-20	2,96	11,25	1,07	2,63	1,23	4,69	0,45	9,61	0,93	0,65	1,64
		20-30	1,75	5,48	0,63	0,64	0,74	0,61	0,23	2,62	0,92	1,02	1,94
ІІІ Органічна система землеробства (компост)	Нрк 52-85	30-40	0,91	3,63	0,30	0,46	0,48	0,47	0,19	1,70	0,78	0,84	1,62
		60-70	0,11	0,12	0,02	0,09	0,10	0,09	0,06	0,30	1,56	0,45	0,51
		90-100	0,16	0,04	0,04	0,06	0,06	0,09	0,01	0,25	1,90	1,08	0,66
		140-150	0,12	0,05	0,02	0,02	0,08	0,06	0,01	0,18	2,66	1,34	0,47
		0-10	3,06	21,52	2,08	2,45	2,07	4,19	0,58	10,79	1,17	1,09	1,56
ІV Органічна система землеробства (компост)	Нрк 85-135	10-20	2,15	16,47	1,72	2,48	1,92	4,11	0,50	10,23	0,95	0,99	1,68
		20-30	1,09	7,13	0,73	0,92	0,83	0,52	0,25	3,00	0,63	1,04	1,77
		30-40	0,63	5,28	0,44	0,62	0,54	0,37	0,20	1,96	0,57	0,96	1,77
		60-70	0,18	0,09	0,02	0,07	0,07	0,09	0,05	0,26	1,52	0,43	0,52
		42-78	0,18	0,09	0,02	0,07	0,07	0,09	0,05	0,26	1,52	0,43	0,52

продовження дод. М

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Інтенсивна система землеробства (мін. добрива)	Phk 78-130	90-100	0,14	0,04	0,05	0,06	0,10	0,08	0,02	0,29	1,61	1,18	0,62	
	Рк >130	140-150	0,05	0,03	0,04	0,03	0,08	0,04	0,01	0,19	1,43	1,55	0,59	
	Н 0-44	0-10	3,20	14,02	1,55	2,06	1,70	1,70	3,50	0,50	8,81	1,53	0,95	1,62
		10-20	2,55	12,61	1,60	2,54	1,55	1,55	4,49	0,50	10,19	0,99	1,03	2,01
		20-30	1,46	6,05	0,92	1,17	1,11	1,11	0,71	0,41	3,91	0,73	1,17	1,97
		30-40	1,13	5,73	0,49	0,79	0,75	0,75	0,43	0,26	2,47	0,62	1,03	1,82
	Нр/к 44-78	60-70	0,25	0,32	0,03	0,08	0,08	0,12	0,09	0,04	0,31	1,55	0,53	0,62
		Phk 78-120	90-100	0,27	0,04	0,04	0,04	0,09	0,06	0,01	0,23	1,72	1,21	0,55
		Рк > 120	140-150	0,15	0,03	0,03	0,02	0,07	0,08	0,01	0,20	2,94	1,36	0,50
	НІР ₀₅	(А – варіант)		0,45	2,78	0,23	Ффакт. < Фтеор	Ффакт. < Фтеор	Ффакт. < Фтеор	Ффакт. < Фтеор	Ффакт. < Фтеор	0,32	0,15	Ффакт. < Фтеор
(В – глибина)			0,44	2,7	0,26	0,46	0,39	1,46	0,09	2,16	0,31	0,15	0,25	

Додаток П

Активність ензимів у чорноземах типових за різних систем землеробства (середнє за 2018–2020 рр.)

Варіант	Генетичний горизонт	Глибина, см	Активність каталази, см ³ O ₂ на 1 г ґрунту за 1 хв	Активність інвертази, мг глюкози на 1 г ґрунту за добу	Активність уреаз, мг NH ₃ на 10 г ґрунту за добу	Активність дегідрогенази, мг ТФФ на 10 г ґрунту за добу	Активність протеази, мг гліцину на 1 г ґрунту за добу	Активність целюлази, мкг глюкози на 1 г ґрунту
<i>I</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
Органічна система землеробства (сидерат)	Н/к 0-44	0-10	7,54	29,89	25,61	11,68	17,10	5,93
		10-20	7,36	20,94	18,55	9,43	5,42	5,84
		20-30	7,00	12,82	14,03	6,11	3,59	2,60
	Нрк 44-80 Phk 80-120 Pk >120	30-40	5,79	7,78	12,20	4,28	4,08	2,10
		60-70	5,46	2,09	8,82	2,40	3,30	2,00
		90-100	4,73	2,41	5,44	1,60	0,96	1,02
Переліг	Н(d)/к 0–52	140-150	4,07	1,40	1,65	0,50	0,96	1,24
		0-10	5,63	35,83	14,62	12,37	21,96	6,37
		10-20	4,92	19,41	11,96	9,92	6,70	5,30
	Нрк 52–85 Phk 85-135 Pk >135	20-30	5,02	15,56	12,05	7,82	3,81	3,08
		30-40	4,39	9,40	10,47	4,73	2,04	1,86
		60-70	3,93	2,05	5,93	1,76	1,76	1,57
Органічна система землеробства (компост)	Н/к 0-42	90-100	3,47	3,02	3,48	0,99	1,51	1,48
		140-150	2,94	2,38	2,89	0,70	1,78	1,07
		0-10	6,35	22,47	16,07	11,83	11,65	6,20
	Нрк 42-78 Phk 78-130	10-20	6,24	18,83	16,15	9,37	5,91	5,22
		20-30	6,12	11,45	13,28	7,32	3,55	2,60
		30-40	5,46	8,44	11,93	5,90	2,44	1,76
		60-70	5,18	2,91	5,49	3,01	2,54	1,84
		90-100	4,49	3,51	3,83	1,14	1,21	1,13

продовження дод. Н

<i>I</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
	Рк >130	140-150	3,83	3,00	2,59	0,61	1,13	0,91
Інтенсивна система землеробства (мін.добрива)	Н 0-44	0-10	4,28	15,92	13,71	8,88	4,72	6,13
		10-20	4,03	16,12	14,60	9,11	3,66	3,76
		20-30	3,97	15,78	12,34	8,68	3,23	3,13
		30-40	3,57	10,64	12,20	6,84	1,70	2,34
	Нр/к 44-78	60-70	3,47	2,90	5,96	4,15	1,54	0,91
	Phk 78-120	90-100	3,53	3,40	3,60	3,16	0,90	0,60
НІР ₀₅	Рк > 120	140-150	3,42	2,97	4,14	1,02	1,12	0,60
		(А – варіант)	0,29	1,39	1,64	0,51	0,76	0,43
	(В – глибина)	0,28	1,35	1,59	0,49	0,74	0,42	

Додаток Р

Шкала порівняльної оцінки

Таблиця П.1

Шкала оцінки загальної пористості ґрунту за Н. А. Качинським, 1965

Загальна пористість, %	Оцінка
>70	надлишкова
65–70	підвищена
55–65	оптимальна
50–55	задовільна
<50	не задовільна

Таблиця П.2

Загальний вміст солей у ґрунті залежно
від електропровідності, mS/cm за Л.С. Гільом та ін., 2008

Низький	<0,5
Помірний	0,5–1,0
Нормальний	1,0–2,0
Підвищений	2,0–3,0
Високий	>3,0

Таблиця П.3

Кислотно-лужні характеристики ґрунтів

Реакція ґрунтового розчину	pH водн.	Ступінь кислотності	pH сол.	Н г, мг-екв/100 г ґрунту
дуже кисла	<4			
кисла	4–5	дуже сильнокислий	<4,0	>6,0
слабокисла	5–6	сильнокислий	4,1–4,5	5,9–5,1
нейтральна	6–7	середньокислий	4,6–5,0	5,0–4,1
слаболужна	7–8	слабокислий	5,1–5,5	4,0–3,1
лужна	8–9	близький до нейтральних	5,6–6,0	3,0–2,1
дуже лужна	>9	нейтральний	>6,0	<2,0

**Рівень забезпеченості чорноземних ґрунтів
елементами живлення і гумусом**

Забезпеченість ґрунту	Уміст гумусу, %	Уміст легкогідролізного азоту, мг/кг	Уміст рухомого фосфору P ₂ O ₅ (за Чириковим), мг/кг	Уміст обмінного калію K ₂ O (за Чириковим), мг/кг
Дуже низький	<1,0	<30	<20	<20
Низький	1,0–2,0	31–40	21–50	21–40
Середній	2,0–3,0	41–50	51–100	41–80
Підвищений	3,0–4,0	51–70	101–150	81–120
Високий	4,0–5,0	71–100	151–200	121–180
Дуже високий	>5,0	>100	>200	>180

Таблиця П.5

**Шкала порівняльної оцінки мікробіологічної активності ґрунту за
Звягінцевим, 1978 і Тітовою, 2012**

Рівень забезпеченості ґрунту мікроорганізмами	Чисельність мікроорганізмів, визначених шляхом культивування на селективних поживних середовищах млн КУО/г с. г.		
	МПА	ЕШ, КАА, АЧД, АГ-1	ГА, НА
Дуже низький	<1	<2	<5
Низький	1–2	2–4	5–6
Середній	2–5	4–10	6–12
Високий	5–10	10–20	12–30
Дуже високий	>10	>20	>30

Таблиця П.6

**Шкала порівняльної оцінки ферментативної активності ґрунту за
Звягінцевим, 1978 і Тітовою, 2012**

Активність ферменту	Каталаза, см ³ О ₂ на 1 г ґрунту за 1 хв	Дегідрогеназа, мг ТФФ на 10 г ґр за 24 год	Інвертаза, мг глюкози на 1 г ґр за 24 год	Уреаза, мг NH ₃ на 10 г ґр за 24 год	Протеаза, мг гліцину на 1 г ґр за 24 год	Целюлаза, мкг глюкози на 10 г ґр за 48 год
Дуже слабка	<1	<1	<5	<3	<1	<10
Слабка	1–3	1–3	5–15	3–10	1–3	10–20
Середня	3–10	3–10	15–50	10–30	3–5	20–50
Висока	10–30	10–30	50–150	30–100	5–8	50–100
Дуже висока	>30	>30	>150	>100	>8	>100

Додаток С

Список публікацій здобувача за темою дисертації та відомості про апробацію і впровадження результатів дисертації

Наукові праці, в яких опубліковано основні наукові результати дисертації

1. Резнік С. В., Гавва Д. В. Вплив різних систем землеробства на електрофізичні та агрохімічні показники чорноземів типових Лівобережного Лісостепу України. Achievements of Ukraine and the EU in ecology, biology, chemistry, geography and agricultural sciences: collective monograph. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2021. Vol. 3. С. 128–145. DOI: 10.30525/978-9934-26-086-5-40 (автор ідеї, отримання первинних даних, інтерпретація отриманих результатів, написання статті).

2. Резнік С. В. Чисельність мікроартропод у чорноземах типових за різних систем землеробства. Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва. Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів». Харків: ХНАУ ім. В. В. Докучаєва, 2018. № 1–2. С. 59–64.

3. Резнік С. В. Зміни еколого-трофічних угруповань мікроорганізмів чорноземів типових за різних систем землеробства. Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва. Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів». Харків: ХНАУ ім. В. В. Докучаєва, 2019. № 1. С. 69–74.

4. Резнік С. В., Гавва Д. В., Сотников Ю. О. Каталазна активність чорноземів типових Лівобережжя Лісостепу України за різних систем землеробства. Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва. Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів». Харків: ХНАУ ім. В. В. Докучаєва, 2019. № 2. С. 73–82 (автор ідеї, отримання первинних даних, написання статті).

5. Резнік С. В., Гавва Д. В., Сотников Ю. О. Динаміка активності інвертази у чорноземах типових за різних систем землеробства. Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва. Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство,

екологія ґрунтів». Харків: ХНАУ ім. В. В. Докучаєва, 2020. № 1. С. 86–93 (автор ідеї, отримання первинних даних, написання статті).

6. Дегтярьов В. В., Дегтярьов Ю. В., Резнік С. В. Сезонна динаміка електропровідності чорнозему типового за умов різних систем землеробства. Вісник Уманського національного університету садівництва, 2020. № 1. С. 11–16 DOI: 10.31395/2310-0478-2020-1-11-16 (автор ідеї, отримання первинних даних, написання статті).

7. Резнік С. В. Вплив різних систем землеробства на еколого-трофічні угруповання мікроорганізмів чорноземів типових в умовах Лівобережного Лісостепу України. Сільськогосподарська мікробіологія, 2021. № 33. С. 62–71 DOI: 10.35868/1997-3004.33.62-71.

8. Rieznik, S., Havva, D., Chekar, O. Enzymatic activity of typical chernozems under the conditions of the organic farming systems. Scientific Papers. Series A. Agronomy. 2021. Vol. LXIV, Issue 2, P. 114–119 <http://agronomyjournal.usamv.ro/index.php/scientific-papers/current?id=1310> (автор ідеї, отримання первинних даних, написання статті).

9. Rieznik, S., Havva, D., Butenko, A., Novosad, K. Biological activity of chernozems typical of different farming practices. Agraarteadus. 2021. 32(2) P. 307–313. DOI: 10.15159/jas.21.34 (автор ідеї, отримання первинних даних, написання статті).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

10. Резнік С. В. Чисельність мікроартропод у чорноземах типових агрогенного використання. Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва: матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф. (Харків, 25–26 жовтня 2018 р.). Харків, 2018. С. 218–220.

11. Резнік С. В., Гавва Д. В. Численность ногохвосток и панцирных клещей в черноземах типичных разного использования Юго-восточной Лесостепи Украины. Приемы повышения плодородия почв и эффективности удобрения: международная науч.-практ. конф. (г. Горки, 18–20 декабря 2018 г.). Горки, 2018. С. 129–131 (автор ідеї, отримання первинних даних, статистична обробка даних, написання тез).

12. Резнік С. В. Чисельність мікроорганізмів у чорноземах типових агрогенного використання. Матеріали науково-практичної конференції студентів, слухачів магістратури, аспірантів та молодих учених (5-6 грудня 2018 р.), присвячена Всесвітньому Дню Ґрунту та 125-річчю кафедри ґрунтознавства Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва. – Харків: ХНАУ, 2018. № 2. С. 25–26.

13. Гавва Д. В., Резнік С. В., Панов П. В. Чисельність мікроорганізмів у чорноземах типових агрогенного використання східного Лісостепу України. Теорія і практика актуальних наукових досліджень: матеріали ІV наук.-практ. конф. (м. Дніпро, 22–23 лютого 2019 р.). Херсон: Молодий вчений, 2019. Ч. 2. С. 22–24 (автор ідеї, отримання первинних даних, написання тез).

14. Резнік С. В. Чисельність мікроартропод у чорноземах типових за різних систем землеробства в умовах Лівобережжя Лісостепу України. Матери підсумкової наук.-практ. конф. професорсько-викладацького складу і здобувачів наукових ступенів (19–20 березня 2019 р.). Харків: ХНАУ, 2019. Ч. 1. С. 166–170

15. Резнік С. В., Новосад К. Б., Гавва Д. В. Мезофауна (collembola, oribatida) чорноземів типових різного використання Лівобережного Лісостепу України. Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти: збірник тез ІІ Міжнар. наук.-практ. конф., (м. Миколаїв, 10–12 квітня 2019 р.). Київ-Миколаїв-Херсон: ДУ НМЦ «Агроосвіта», 2019. С. 83–85 (автор ідеї, отримання первинних даних, написання тез).

16. Резнік С. В., Гавва Д. В. Чисельність мезофауни чорноземів типових Лівобережжя Лісостепу України за різних систем землеробства. Problems and achievements of modern science: coll. of scientific papers «ΛΟΓΟΣ» with materials of the International scientific-practical conf., (Cork, May 6, 2019). Cork: NGO «European Scientific Platform», 2019. V.5. С. 109–112 (автор ідеї, отримання первинних даних, інтерпретація результатів, написання тез).

17. Rieznik Serhii. Dynamics of microarthropod abundance in chernozem typical of different farming systems in the conditions of the Left Bank of the Forest-Steppe of Ukraine. Relevant issues of the development of science in central and eastern European countries: international scientific conference, Riga, Latvia, September 27th, 2019. Riga: Baltija Publishing. P. 21–24. DOI: 10.30525/978-9934-588-11-2_7.

18. Рєзнїк С. В., Фїрсов М. С., Фїрсов О. С. Мїкробїологїчна активнїсть чорноземних ґрунтїв за умов органїчного землеробства. Науковї засади пїдвищення ефектївностї сїльськогосподарського виробництва: мат-ли III Мїжнар. наук.-практ. конф., (м. Харкїв, 30–31 жовтня 2019 р.). Харкїв: ХНАУ, 2019. Ч. 2. С. 164–165 (автор ідеї, статистична обробка даних, інтерпретацїя результатїв, написання тез).

19. Рєзнїк С. В., Гавва Д. В. Активнїсть ферменту каталаза чорноземїв типових за рїзних систем землеробства. Problèmes et perspectives d'introduction de la recherche scientifique innovante: collection de papiers scientifiques «ΛΟΓΟΣ» avec des matériaux de la conférence scientifique et pratique internationale, Bruxelles, Belgique, 29 novembre, 2019. Bruxelles: Plateforme scientifique européenne, 2019. Vol. 2. P. 27–30. DOI: 10.36074/29.11.2019.v2.15 (автор ідеї, отримання первинних даних, статистична обробка даних, написання тез).

20. Рєзнїк С. В., Новосад К. Б. Еколого-трофїчне угруповання мїкроорганїзмїв чорноземїв типових в умовах органїчного землеробства. Органїчне агровиробництво: освїта і наука: збїрник тез II Всеукраїнської наук.-практ. конф., (м. Київ, 31 жовтня 2019 р.). Київ: Науково-методичний центр ВФПО, 2019. С. 148–151 (автор ідеї, отримання первинних даних, інтерпретацїя результатїв, написання тез).

21. Рєзнїк С. В., Фїрсов М. С., Фїрсов О. С., Гавва Д. В. Еколого-трофїчнї групи мїкроорганїзмїв у чорноземних ґрунтах за рїзних систем землеробства. Інновацїйнї науковї дослїдження: свїтовї тенденцїї та рєгїональний аспект: матерїали наук.-практ. конф. (м. Запорїжжя, 29–30

листопада 2019 р.). Херсон: Молодий вчений, 2019. Ч. 2. С. 123–126 (автор ідеї, статистична обробка даних, інтерпретація результатів).

22. Резнік С. В., Гавва Д. В. Закономірності змін еколого-трофічних угруповань мікроорганізмів у чорноземах типових за різних систем землеробства. Родючість ґрунтів як основа ефективного землекористування: матеріали Всеукраїнської наук.-практ. конф. (Київ, 10–11 грудня 2019 р.). Київ: НУБІП України, 2019. С. 17–19 (автор ідеї, отримання первинних даних, статистична обробка даних, написання тез).

23. Резнік С. В., Гавва Д. В., Новосад К. Б. Інвертна активність чорноземів типових за різних систем землеробства. Die wichtigsten Vektoren für die Entwicklung der Wissenschaft im Jahr 2020: der Sammlung wissenschaftlicher Arbeiten «ΛΟΓΟΣ» zu den Materialien der internationalen wissenschaftlich-praktischen Konferenz, Luxembourg, 24 Januar, 2020. Luxembourg: Europäische Wissenschaftsplattform. В. 1. Р. 32–35. DOI: 10.36074/24.01.2020.v1.09 (автор ідеї, отримання первинних даних, написання тез).

24. Резнік С. В. Вплив різних систем землеробства на показники електропровідності чорноземів типових. Матеріали підсумкової наук.-практ. конф. професорсько-викладацького складу і здобувачів наукових ступенів, (м. Харків, 01–02 липня 2020 р.). Харків: ХНАУ, 2020. Ч. 1. С. 158–161.

25. Резнік С. В., Ковалжи Н. І., Гавва Д. В. Активність ферменту протеаза чорноземних ґрунтів Лівобережжя Лісостепу України. Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва: матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф., (м. Харків, 26–27 листопада 2020 р.). Харків: ХНАУ, 2020. Ч. 2. С. 193–196 (автор ідеї, отримання первинних даних, написання тез).

26. Резнік С. В., Гавва Д. В., Сотников Ю. О., Ковалжи Н. І. Целюлозоруйнуюча активність чорноземних ґрунтів Лівобережжя Лісостепу України. Міжнародний науковий журнал «Грааль науки»: матеріали I Міжнар. наук.-практ. конф. «Globalization of scientific knowledge: international cooperation and integration of sciences», (Вінниця–Відень, 7 травня 2021 р.) ГО

«Європейська наукова платформа» (Вінниця, Україна) та ТОВ «International Centre Corporative Management» (Відень, Австрія). м. Обухів: ФОП Гуляєва В. М., 2021. № 4. С. 172–177. DOI: 10.36074/grail-of-science.07.05.2021.031 (автор ідеї, отримання первинних даних, написання тез).

27. Дегтярьов Ю. В., Резнік С. В. Електрофізичні показники чорнозему типового за умов екологічного сільськогосподарського виробництва. Розвиток сільських територій на засадах екологічності, енергонезалежності й енергоефективності: матеріали I Міжнар. наук.-практ. конф., (м. Полтава, 5 травня 2021 р.). Полтава, 2021. С. 13–15 (автор ідеї, отримання первинних даних, статистична обробка даних, інтерпретація результатів).

28. Резнік С. В., Гавва Д. В. Протеазна активність чорноземів типових Лівобережжя Лісостепу України за умов органічного землеробства. Мат-ли підсумкової наук.-практ. конф. професорсько-викладацького складу і здобувачів наукових ступенів (м. Харків, 18–19 травня 2021). Харків: ХНАУ, 2021. Ч. 1. С. 143–146 (автор ідеї, отримання первинних даних, інтерпретація результатів, написання тез).

29. Резнік С. В. Зміни еколого-трофічних угруповань мікроорганізмів у чорноземах типових за умов органічного рослинництва. Наукові передумови оптимізації органічного бізнесу в рамках V Міжнародного «Конгресу Органічна Україна. Трансформуємося. Сильніші. Разом»: збірник матеріалів Міжнар. наук.-практ. конф., (м. Київ, 17 квітня 2021 р.). Київ: Органічна Україна, 2021. С. 99–103.

30. Резнік С. В., Гавва Д. В., Ковалжи Н. І. Вплив органічного землеробства на чисельність мікроартропод у чорноземах типових Лівобережжя Лісостепу України. Challenges, threats and developments in biology, agriculture, ecology, geography, geology and chemistry: international scientific and practical conference, Lublin July 2–3, 2021. Lublin: Baltija Publishing, P. 224–227. DOI: 10.30525/978-9934-26-111-4-52 (автор ідеї, отримання первинних даних, написання тез).



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

вул. Сковороди, 1/3, м. Полтава, 36003, тел./факс: (0532) 50-02-73,
E-mail: pdaa@pdaa.edu.ua https://www.pdaa.edu.ua Код ЄДРПОУ 00493014

01.10.2011 № 01-11/78

На № _____ від _____

ДОВІДКА

про впровадження в освітній процес результатів дисертаційного дослідження
Резніка Сергія Вадимовича за темою «Біодіагностика чорноземів типових
Лівобережного Лісостепу України за різних систем землеробства»

Цією довідкою засвідчуємо, що результати дисертаційної роботи
Резніка С. В. впроваджуються в освітньому процесі факультету
агротехнологій та екології Полтавського державного аграрного університету в
освітньо-професійній програмі Екологічне рослинництво здобувачів другого
(магістерського) освітнього рівня спеціальності 201 Агронімія.

Досліджені в дисертаційній роботі питання трансформації чорноземів
типових Лісостепу України за різних систем землеробства і їх біодіагностики
на базі показників чисельності мікроартропод (Collembola, Oribatida), еколого-
трофічного угруповання і ферментативної активності впроваджені в
навчальний процес у дисциплінах «Сучасні проблеми агроєкології»,
«Адаптивні системи землеробства».

Перший проректор,
кандидат економічних наук, професор

Декан факультету агротехнологій та екології,
доктор сільськогосподарських наук, доцент



(Handwritten signature of Oleksandr Galich)

Олександр ГАЛИЧ

(Handwritten signature of Mykola Marynchuk)
Микола Маренич



Міністерство освіти і науки України
 ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
 49000, м. Дніпро, вул. Сергія Єфремова 25,
 тел. (056) 744-81-32, факс (056) 744-08-67, 744-53-03
 E-mail: info@dsau.dp.ua, dneprddaev@ukr.net Web: www.dsau.dp.ua Код ЄДРПОУ 00493675

05.10.21 № 44-11-1081

На № _____ від _____

00072

ДОВІДКА

про впровадження в навчальний процес результатів дисертаційного дослідження **Резніка Сергія Вадимовича** за темою «Біодіагностика чорноземів типових Лівобережного Лісостепу України за різних систем землеробства»

Цією довідкою засвідчуємо, що матеріали дисертаційної роботи Резніка С. В. впроваджуються в навчальному процесі агрономічного факультету Дніпровського аграрно-економічного університету в процесі підготовки здобувачів другого (магістерського) освітнього рівня спеціальності 201 Агрономія.

Досліджені в дисертаційній роботі питання, щодо встановлення інформативних показників біологічної активності, що розкривають розвиток сучасного ґрунтоутворення агрочорноземів в умовах різних систем землеробства (органічного й інтенсивного). Це є актуальним при розробці сучасних ефективних заходів, щодо збереження та підвищення родючості чорноземів типових в умовах Лівобережного Лісостепу України і впроваджено в навчальний процес під час викладання дисциплін «Охорона і відтворення родючості ґрунтів», «Адаптивні системи землеробства».

Перший проректор-проректор
 з навчальної роботи



Дмитро ОНОПРИСНКО



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

вул. Алчевських, 44, м. Харків, 61002, тел. 057 7003888

[http:// btu.kharkov.ua](http://btu.kharkov.ua), info@btu.kharkov.ua

Вих. № _____ від _____ 202_ р.

ДОВІДКА

про впровадження в навчальний процес результатів дисертаційного дослідження **Резніка Сергія Вадимовича** за темою «Біодіагностика чорноземів типових Лівобережного Лісостепу України за різних систем землеробства»

Цією довідкою засвідчуємо, що результати дисертаційної роботи Резніка С. В. впроваджуються в навчальному процесі факультету агрономії і захисту рослин Державного біотехнологічного університету в процесі підготовки здобувачів спеціальності 201 Агрономія.

Досліджені в дисертаційній роботі питання зміни показників біологічної активності чорноземів типових Лісостепу України за різних систем землеробства і їх біодіагностики впроваджені в навчальний процес під час викладання дисциплін «Охорона і відновлення родючості ґрунтів», «Мікробіологія ґрунтів».

Проректор з науково-педагогічної роботи
 доктор технічних наук, доцент



О. Алфьоров

Декан факультету
 кандидат с.-г. наук, доцент

О. Романов

Завідувач кафедри ґрунтознавства
 доктор с.-г. наук, професор

В. Дегтярьов

