

сортами-стандартами і за сприятливих умов здатні реалізувати продуктивність колосу навіть більшу за стандартим'якої пшениці.

Таким чином, в результаті проведених досліджень, ми рекомендуємо широко використовувати в селекційних програмах сорти з Китаю, як джерела ранньостиглості, стійкості до вилягання та хвороб а також елементів насінневої продуктивності колоса. В наших дослідженнях короткостебловими виявилися сортозразки: Юй Хань 040 та Чан 5259; крупнозерними виявилися такі зразки, як Лунь Сюань 2 та Е 40-2-2-2; стійкими до борошнистої роси виявилися сорти 0879-3-3 та ТХ-006; для підвищення стійкості до вилягання можна залучати такі сортозразки: Юй-Хань 040, Лунь Сюань 2, ТХ-006, Чан 5259, 99-4425; в селекційних програмах, спрямованих на скорочення вегетаційного періоду потрібно залучати такі зразки: Юй Хань 040, Лунь Сюань 2, 99-4425, ТХ-006, 0879-3-2, Чан 6359, Чан 5259, Лун Чжун 7; для збільшення маси зерна з колоса слід використовувати: Лунь Сюань 2, ТХ-006, Е 40-2-2-2, 0879-3-2; для збільшення кількості зерен з головного колоса доцільно використовувати такі зразки, як ТХ-066, Лун Чжун 7, Лунь Сюань 2, Е 40-2-2-2, 0879-3-2.

**УДК 519:631.465**

**Резнік С. В.**, доктор філософії, асистент  
*Державний біотехнологічний університет*  
e-mail: [serhey021@gmail.com](mailto:serhey021@gmail.com)

## **МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ҐРУНТОВИХ 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 і процесів ґрунтоутворення [1, 2].

Еволюція ґрунтів являється результатом тривалого і одночасного впливу комплексу ґрунтоутворювальних процесів. Наразі чітко встановлено, що кожному типу ґрунту, який сформувався під впливом різних ґрунтоутворювальних процесів, відповідає конкретний набір ЕГП[3].

У зв'язку зі складністю ґрунтів як об'єкта досліджень, а також великої кількості і складності процесів які відбуваються одночасно, математичне моделювання еволюції ґрунтів знаходиться на зародковому етапі. Факторний аналіз дозволяє виявити взаємозв'язки між різними ґрунтовими показниками, зменшивши таким чином число параметрів для опису даних. Умовно результати факторного аналізу допомагають охарактеризувати ґрунтоутворювальні мікропроцеси і дозволяють говорити про елементарні ґрунтові процеси. Тому якість проведеного аналізу, адекватність та зрозумілість отриманих результатів сильно залежить від правильної їх інтерпретації. Цей етап аналізу вельми відповідальний, вимагає чіткого уявлення про сенс показників, які залучені для аналізу і на основі яких виділено й названо фактори.

**Об'єкти та методи.** Досліджувалися чорноземи типові глибокі

середньосуглинкові на лесі Лівобережжя Лісостепу України у межах Зіньківського р-ну. Полтавської обл. Для досліджень обрано такі об'єкти: органічна система землеробства (сидерат); органічна система землеробства (компост), інтенсивна система землеробства (мін. добрива), перелогова ділянка, що не оброблялася понад 30 років. Відбір зразків (з кожного генетичного горизонту, а в орному шарі з глибин 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 см) проводився в першій декаді травня, серпня та листопада. Зразки ґрунту досліджено на чисельність мезофауни (Collembola, Oribatida), чисельність екологіотрофічних груп мікроорганізмів (мікроміцетів, актиноміцетів, амілолітичних, амоніфікувальних, олігонітрофільних, олігокарбофільних і бактерій які розкладають гумати), ферментативну активність (каталази, інвертази, уреазі, дегідрогенази, протеази й целюлази). Також визначено уміст водорозчинних катіонів кальцію, натрію і калію, гумусу, легкогідролізного азоту, доступного фосфору, обмінного калію, гідролітична кислотність, рН сольовий і електропровідність. Аналізи проведено стандартизованими методами у трьох кратній повторності. Об'єктами статистичного аналізу є 144 первинних змінних, що характеризують 48 індивідуальних зразків ґрунту.

Метою дослідження є визначення різниці між чорноземами типовими за різних систем землеробства.

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

Таблиця 1. Матриця факторних навантажень після обертання

<i>Label</i>	<i>Factor 1</i>	<i>Factor 2</i>	<i>Factor 3</i>	<i>Factor 4</i>	<i>Factor 5</i>
<b>Catalase</b>	0,234185	0,144951	0,108397	<b>0,863779</b>	-0,208774
<b>Invertase</b>	<b>0,681753</b>	0,377528	0,169504	0,444724	0,264206
<b>Urease</b>	0,465551	<b>0,524211</b>	-0,294142	0,48986	0,188458
<b>Dehydrogenase</b>	0,394355	0,372446	0,441856	<b>0,455656</b>	0,449627
<b>Protease</b>	<b>0,641595</b>	0,0692763	0,359511	0,469534	-0,0646432
<b>Cellulase</b>	0,450238	<b>0,491981</b>	0,283367	0,399057	0,0824123
<b>PGA</b>	0,0127143	0,551661	<b>0,638746</b>	0,181034	0,163219
<b>SAA_akt</b>	0,466005	0,243837	<b>0,576191</b>	0,264588	0,0187718
<b>SAA</b>	0,44857	<b>0,686282</b>	0,294477	0,171461	0,0584657
<b>MPA</b>	0,0193907	<b>0,911774</b>	0,232484	0,0790073	0,123527
<b>ASH</b>	0,195004	0,358258	<b>0,811096</b>	0,0548986	0,124593
<b>HA</b>	0,0233462	<b>0,938838</b>	0,169574	0,00222966	0,0748951
<b>NA</b>	0,0418808	0,489356	<b>0,72761</b>	0,148952	0,220129
<b>Collembola</b>	<b>0,600078</b>	0,0234549	0,188679	0,251847	0,282926
<b>Oribatida</b>	<b>0,639689</b>	0,171292	0,168978	0,124809	0,286834
<b>Cond</b>	0,0257393	0,042742	-0,401448	-0,063211	<b>-0,817944</b>
<b>pH salt</b>	-0,228443	-0,0639357	0,0137505	0,101025	<b>-0,918186</b>
<b>Na<sup>+</sup></b>	-0,0479414	-0,0622119	-0,230949	-0,610286	<b>-0,627415</b>
<b>Ca<sup>2+</sup></b>	0,174141	-0,0405373	0,217377	<b>0,70495</b>	-0,0908647
<b>K<sup>+</sup></b>	<b>0,857346</b>	0,107383	0,0589219	0,186367	0,148485
<b>H hydr.</b>	0,233104	0,258102	0,0357451	-0,181112	<b>0,855519</b>

<b>N</b>	0,0581572	-0,0631766	<b>0,865309</b>	0,298439	0,232199
<b>P</b>	0,468044	<b>0,493494</b>	0,26722	0,426997	0,355406
<b>K</b>	<b>0,776314</b>	0,145079	0,0661262	0,333626	0,248623
<b>Humus</b>	0,273579	0,363625	0,321337	<b>0,683672</b>	0,328256
<b>Відсоток пояснення 80,52%</b>	46,88%	11,19%	10,06%	7,94%	4,46%

Результатом факторного аналізу стало виділення п'яти груп показників: 1) чисельності мікрофауни, активності інвертази і протеази з умістом калію; 2) чисельності амілолітичної, амоніфікуючої, олігокарбофільної мікробіоти, активності уреази, целюлази і 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.

Отримані фактори умовно можна 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

Проведений аналіз дозволив виявити важливі закономірності прояву виділених факторів за окремими зразками і сезонами. Так, у варіантах органічної системи землеробства найбільший вплив навесні має бактеріальний розклад рослинних решток (фактор 2), тоді як влітку і восени – розклад органічної речовини мікрофауною і грибами (фактори 1 і 3). Варіант перелогу має подібну сезонну тенденцію. Істотною різницею між варіантами був прояв третього фактору, тобто окисно-відновних реакцій у осінніх зразках варіанта інтенсивної системи землеробства. Загалом в орному чорноземі за інтенсивної системи землеробства найбільший вплив мають рН й окисно-відновні реакції (п'ятий і четвертий фактори). Слід відмітити посилення прояву окисно-відновних реакцій (фактор 4) в усіх ґрунтах, що піддаються обробітку.

Порівняння досліджуваних чорноземів свідчить про наявність істотної різниці за набором ЕГП між агрочорноземами і перелогом. За умов розорювання цілинних і перелогових чорноземів відбувається зміна ЕГП, а саме: зникають два важливих ґрунтоутворні процеси – повстиноутворення і дерниноутворення, натомість появляються 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 ЕГП. Відтак необхідно шукати інші шляхи для діагностики змін у процесах ґрунтоутворення чорноземних ґрунтів, особливо за різних систем землеробства.

Нашими дослідженнями виявлена істотна різниця між чорноземами які знаходяться в обробітку, що діагностується показниками які характеризують такі ґрунтоутворювальні мікропроцеси як: інтенсивність трансформації органічної речовини й окисно-відновні реакції.

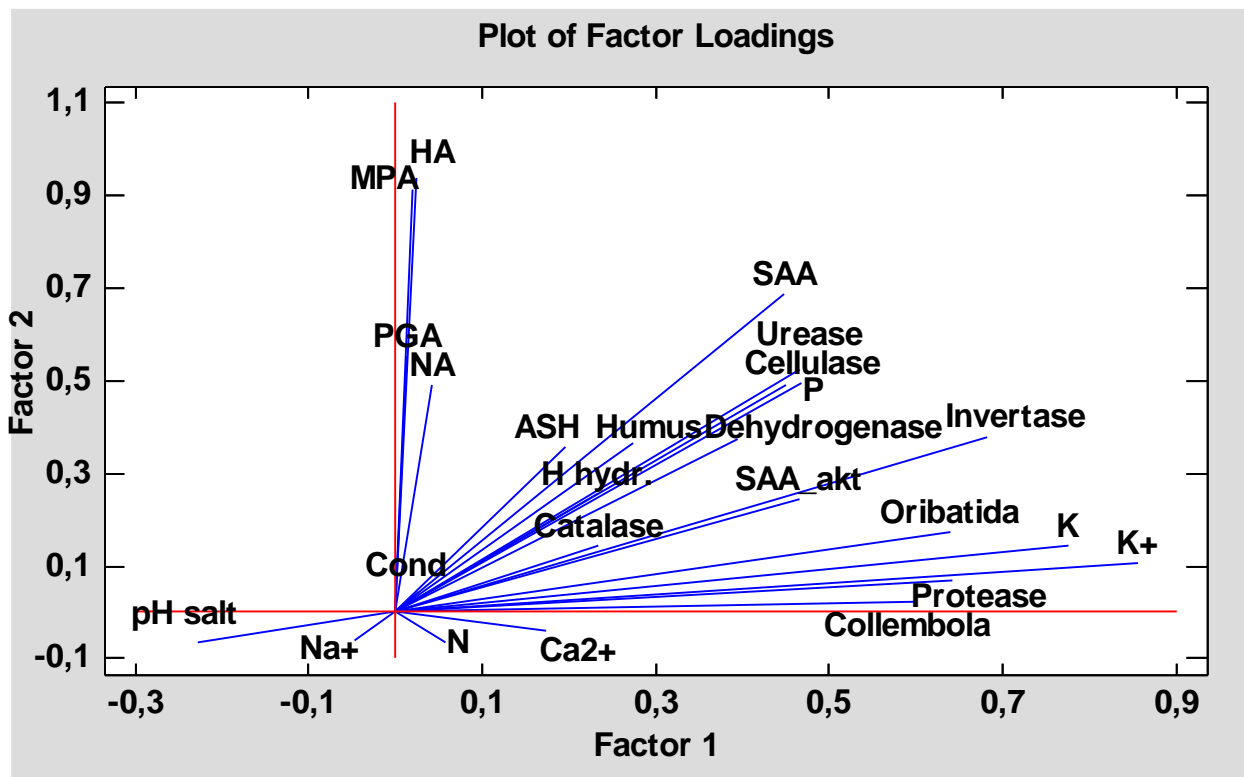


Рисунок 1. Графічне відображення коефіцієнтів факторного навантаження відносно Factor 1 та 2

**Висновки** В результаті проведення факторного аналізу вдалося об'єднати велику кількість змінних (25 показників) у 5 факторів. Аналіз зв'язків та інтерпретація цих факторів дозволила встановити наявність істотної різниці між чорноземами, що обробляються і ділянкою перелугу за збільшенням прояву четвертого і п'ятого факторів (окисно-відновних реакцій і реакції ґрунтового розчину) у ґрунтах, що піддаються обробітку. Виявлено більш значний вплив четвертого фактора у чорноземі за інтенсивної системи землеробства.

#### Список використаної літератури

1. 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.
2. 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.
3. Тихоненко Д. Г. Елементарні ґрунтові процеси (ЕГП) агрогенних дерново-підзолистих і чорноземних ґрунтів Лісостепу і Полісся України. *Вісник ХНАУ ім. В. В. Докучаєва. Сер. «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів»*. 2017. № 1. С. 5-11.