
EVOLUTION AND GENESIS OF SOILS



Y. M. Dmytruk  Dr. Sci. (Biol.), Professor

UDK 631.472:631.4

*Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University,
Kotsubinsky Str., 2, Chernivtsi, Ukraine, 58012*

SOME ASPECTS OF A MULTIDIMENSIONAL ANALYSIS OF THE EVOLUTION OF ECOLOGICAL-GEOCHEMICAL SOIL STATE


Abstract. Soil saturation index and its calculating are demonstrating multicollinear correlations between ecological-geochemical soil state and environmental circumstances. There are wood ecosystems on the research area with Phaeozem, Luvisol, Retisol and Fluvisol. We have also studied the buried soil. Their burials occurred as a result of natural processes (about 5000 BP) and as a result of human impact (about 1000 BP). Age of separate genetic horizons (from 360 ± 50 to 1870 ± 160 BP) indicates soils genesis during the last stage of the Holocene – Subatlantic. In our opinion the dynamics of the climate during last stage of the Holocene is the main cause of the complex structure of the soil cover on quite small area (5 km²). Second reason is difficult geomorphological environment (rough topography).

On the basis of factor analysis proved efficiency of soil saturation index by trace elements: analytical work only with the indicated index reveals an unambiguous reduce the number of determining factors (up to two) and, thus, the proportion of the variance, which is determined by two factors is 100 %. While the using in the analysis of the total content, or a mobile forms of trace elements, or of some and the others together as a combined using of content mobile forms and their mobility will lead to an increase factor up to four and the simultaneous decrease in the proportion of the variance which is due to these factors to 74–88 %.

We did not find decisive influence of any factor on saturation of studied soil types by trace elements. There is always a combination of processes that contribute to the accumulation of trace elements and processes of their migration.

There are illuvial and lower transition to soil parent material horizons of the background content of trace elements for all investigated soil except Fluvisol (S-1). Belong to actual places of trace elements accumulation, which is generally quite small are some lower soil horizons both buried soils and lower transition to horizon of soil parent material (in soil R-3). Thus, the upper parts of the soils which were formed during the last centuries (780 years of age to today dated) are characterized by dissipation of most of trace elements.

The genetic features of Fluvisol (S-1) have confirmed very high correlation. These features are the result of the genesis of this soil under the influence both soil and sedimentation processes. This is well illustrated in the analysis of the structure of the soil profile, which have characterized by stratification (during soil formation has not resulted in the development of any diagnostic subsurface

 Tel.: +38066-612-49-50, e-mail: y.dmytruk@chnu.edu.ua

DOI: 10.15421/041610

ISSN 1684-9094. Gruntoznavstvo. 2016. Vol. 17, no. 3-4

15

horizon) genetic horizons and the presence of buried after the accumulation of alluvial material as a humus, as a transitional horizons. Perhaps, it is partly confirmed by the radiocarbon analysis, this soil should be regarded as younger age, which obviously explains persistent inflow of fresh materials. All other soils including the buried ones were formed under various elementary soil formation processes. These processes have replacing each other in time did not stop, and the normal evolution of the soil profile took place to bottom, in contrast to the fluvisol which evolution was to upper as have happened by the fresh alluvial and probably deluvial sedimentation.

Recognizing of the «normal» soil genesis process as a basis for the formation of zonal soils in the Holocene, we are interpreting Factor 1, conducted by the context of factor analysis, as the environmental conditions for such soil formation. The results of factor analysis regarding to ecological-geochemical soil state Factor 1 should be considered as the basic parameters of soils (soil organic matter, pH, indicators of soil absorbing complex, mineralogical composition and particle size distribution).

Under this condition Factor 2 is associated with the processes (fluvial, sedimentation, erosion) denudation, or transfer and accumulation of different material that would cause disturbance "normal" soil genesis. For that reason ecological-geochemical soil state is determined by soil formation factors for a specific time stage and dominant conditions for some processes.

Keywords: *ecological-geochemical soil state, factor and cluster analysis, trace elements, soil saturation index, evolution.*

УДК 631.472:631.4

Ю. М. Дмитрук

д-р биол. наук, проф.

*Черновицкий национальный университет им. Ю. Федьковича,
ул. Коцюбинского, 2, г. Черновцы, Украина, 58012,
тел.: +38066-612-49-50, e-mail: y.dmytruk@chnu.edu.ua*

ОТДЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ МНОГОМЕРНОГО АНАЛИЗА ЭВОЛЮЦИИ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОГО СТАТУСА ПОЧВ

Аннотация. Предыдущие работы по оценке насыщенности почв микроэлементами (тяжелыми металлами) показали многофакторное влияние на эколого-геохимический статус почв. Поэтому избраны отдельные варианты многомерного анализа для выявления факторов воздействия на эволюцию этого статуса. Все исследуемые почвы сформировались в течение последнего этапа голоцена – субатлантики. Их относительная молодость позволяет оценить факторы влияния на достаточно коротком временном отрезке. Признавая нормальный процесс почвообразования основой генезиса зональных почв в голоцене, обнаруженный нами первый фактор – это условия почвогенеза, а для эколого-геохимического статуса – это основные свойства почв (органическое вещество, pH, показатели ППК, минералогический и гранулометрический состав). Второй фактор связан с определенными процессами (флювиальными, седиментационными, эрозионными), которые либо делают невозможным или замедляют ход нормального почвогенеза, что в отдельных случаях сопровождается образованием азональных типов почв. Итак, эколого-геохимический статус почв определяется конкретными условиями почвогенеза определенного временного этапа.

Ключевые слова: *эколого-геохимический статус почв, факторный и кластерный анализ, микроэлементы, индекс насыщенности почв, эволюция.*

УДК 631.472:631.4

Ю. М. Дмитрук

д-р біол. наук, проф.

*Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича,
вул. Коцюбинського, 2, м. Чернівці, Україна, 58012,
тел.: +38066-612-49-50, e-mail: y.dmytruk@chnu.edu.ua*

ОКРЕМІ АСПЕКТИ БАГАТОВИМІРНОГО АНАЛІЗУ ЕВОЛЮЦІЇ ЕКОЛОГО-ГЕОХІМІЧНОГО СТАТУСУ ҐРУНТІВ

Анотація. Попередні роботи з оцінки насиченості ґрунтів мікроелементами (важкими металами) показали багатофакторний вплив на еколого-геохімічний статус ґрунтів. Тому обрано окремі варіанти багатовимірного аналізу для виявлення факторів дії на еволюцію цього статусу. Всі досліджувані ґрунти сформувалися протягом останнього етапу голоцену –

субатлантики. Їхня відносна молодість дозволяє оцінити чинники впливу на досить короткому часовому відрізку. Визнаючи нормальний процес ґрунтоутворення основою генезису зональних ґрунтів в голоцені, виявлений нами перший фактор – це умови ґрунтогенезу, а для еколого-геохімічного статусу – це основні властивості ґрунтів (органічна речовина, рН, показники ГВК, мінералогічний і гранулометричний склад). Другий фактор пов'язаний з певними процесами (флювіальними, седиментаційними, ерозійними), які або унеможливають, або сповільнюють хід нормального ґрунтогенезу, що в окремих випадках супроводжується утворенням азональних типів ґрунтів. Отже, еколого-геохімічний статус ґрунтів визначається конкретними умовами ґрунтогенезу певного часового етапу.

Ключові слова: еколого-геохімічний статус, факторний і кластерний аналіз, мікроелементи, індекс насиченості ґрунтів, еволюція.

ВСТУП

Складність ґрунтів та їх функціонування в системі ґрунт – літосфера – біосфера – атмосфера – гідросфера потребують використання методів математичної статистики та багатовимірного аналізу, зокрема як кластерного, так і факторного. Розрахунки індексів насиченості ґрунтів мікроелементами та оцінка їхнього розподілу свідчать про багатофакторний вплив на еколого-геохімічний статус ґрунтів конкретних екосистем. Тому окремо взяті параметри ґрунту не забезпечують релевантної оцінки еволюції, що залишається серйозною проблемою. Кількісна або якісна оцінка різних аспектів функціонування ґрунтів базується на використанні певних індикаторів (Shukla et al., 2006; Ivezic et al., 2015). Проблема оцінки процесів формування еколого-геохімічного статусу ґрунтів і окремих генетичних горизонтів залишається маловивченою. Чи є вміст мікроелементів у ґрунтах результатом переважно актуальних процесів, чи в ньому поєднуються як реліктові, так й сучасні імпакти? Такі дослідження для окремо взятих елементів рідко завершуються узагальненням на екосистемному рівні через різновекторність поведінки мікроелементів у ґрунтах. Тому мета цього дослідження – виявити перспективи використання індексу насиченості ґрунтів мікроелементами для оцінки пізньоголоценової еволюції їх еколого-геохімічного статусу.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Стаціонари Садгора і Рідківці характеризуються складною структурою ґрунтового покриву (Dmytruk Y.M., 2016a; Dmytruk Y.M., 2016b). Серед досліджуваних розрізів: R-1 (H(e)+Eh (780±50 ВР)+Ie(h)(gl) (1740±70)+I(gl)+Pikgl) – темно-сірий лісовий; R-3 (H+He(gl)+Ihgl (950±150 ВР)+I(h)Gl – (1870±160 ВР) – темно-сірий лісовий; R-V-3 ([Ehgl – (1000±60 ВР)]+[ImGl]+[PkgI]) – сірий лісовий оглеєний, похований під земляним валом близько 1000 р.т.н.; S-1 (Hk+HPk+Pk(h)(gl)+[H(p)k]+[P(h)kGl – (1190±50 ВР)]+[HkGl]+[P₁h₁Glk]+[P₂h₂kGl] – дерновий алювіальний; S-2 (He+E(i) – (360±50 ВР)+IE+Im(gl)+Impgl+Pigl) – бурувато-підзолистий; S-3 (HE(gl)+IhE(gl)+I₁gl+I₂gl+Pigl(k)) – сірий лісовий; S-Ch ([Hk]+[Hek]+[Hik]+[Hpk]+[Phk]+[Pk]) – чорнозем опідзолений, похований ~ 5000 ВР.

Номери генетичних горизонтів, починаючи з першого розрізу R-1 та закінчуючи останнім розрізу S-Ch (рис. 2), відповідають порядку розміщення розрізів у наведеному описі (всіх розрізів – 7; всіх генетичних горизонтів – 38. Валовий вміст мікроелементів визначали методом спектрофотометрії (КАС 115 М1) на основі азотнокислої витяжки з наступним випаровуванням пероксиду водню. Абсолютний вік зразків ґрунтів встановлено радіовуглецевим методом в лабораторії Інституту геохімії навколишнього середовища (Скрипкін В. М.). Розраховували індекси насичення ґрунтів мікроелементами (Dmytruk, Berbez, 2009; Dmytruk, 2016a), з використанням яких проводився факторний і кластерний аналіз для оцінки процесів формування еколого-геохімічного статусу ґрунтів і їх еволюції. Групування

досліджених розрізів проведено на основі індексів насичення ґрунтів хімічними елементами (свинець, кадмій, мідь, нікель, хром, цинк та марганець). Для багатовимірного аналізу та математико-статистичної обробки результатів використано програму Statistica, всі операції проведено для 95 % рівня забезпеченості. Кластерний аналіз проведено методом Уорда на основі евклідової відстані; факторний аналіз – методом принципів компонентів без і з обертанням (варімакс нормалізований) осей. Кількість факторів обрано на основі графічного тесту (величина навантаження >1,0).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Досліджувані розрізи ґрунтів утворили два кластери (рис. 1): у правому – розрізи стаціонару Рідківці, у лівому – Садгори, причому поховані ґрунти поєднуються в групи не за місцем свого розміщення. Отже, визначальним для поєднання ґрунтів у кластери є генетичний тип ґрунту (генезис у результаті аналогічних процесів ґрунтогенезу), незважаючи на еколого-геохімічний принцип групування. Надалі проведено кластерний аналіз для визначення місць окремих генетичних горизонтів на основі вмісту всіх мікроелементів (рис. 2). Горизонти ґрунтів формуються за переважаючими в них ґрунтоутворюючими процесами як актуальними, так і попередніми та, як результат цих процесів, характеризуються певними властивостями. З погляду еколого-геохімічного аналізу це означає оцінку процесів акумуляції-розсіювання, результатом яких і є деяка кількість мікроелементів. Отже, групування на основі їх вмісту дає нам змогу виокремити певні горизонти як фонові (фоновий вміст мікроелементів), акумулятивні або дисипативні (розсіювання).

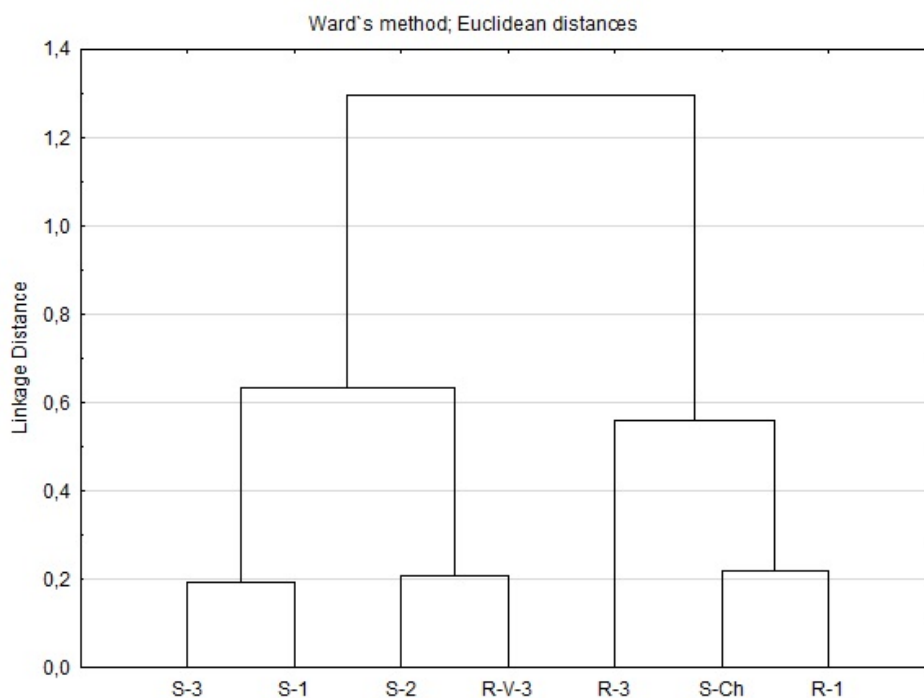


Рис. 1. Дерево зв'язків між розрізами стаціонарів Садгора (S) та Рідківці (R) на основі індексу насиченості ґрунтів мікроелементами

Аналіз кластерів (рис. 2) показав наявність двох основних груп: права (17 горизонтів) та ліва (21 горизонт). Середнє значення індексу насиченості ґрунтів мікроелементами становить 0,97 (фоновий статус) для правої гілки та 0,69

(розсіювання) – для лівої. Водночас спостерігаються підкластери в обох гілках: і в правій, і в лівій є по три підгрупи, які відносяться до фонові з трендом до розсіювання (К-1; середня величина Ів=0,86); фонові з трендом в акумуляцію (К-2; 1,06) та фонові (К-3; 1,0); в лівій гілці – до розсіювання (К-4; Ів=0,61), розсіювання з трендом до фону (К-5; 0,80) та інтенсивного розсіювання (К-6; 0,54).

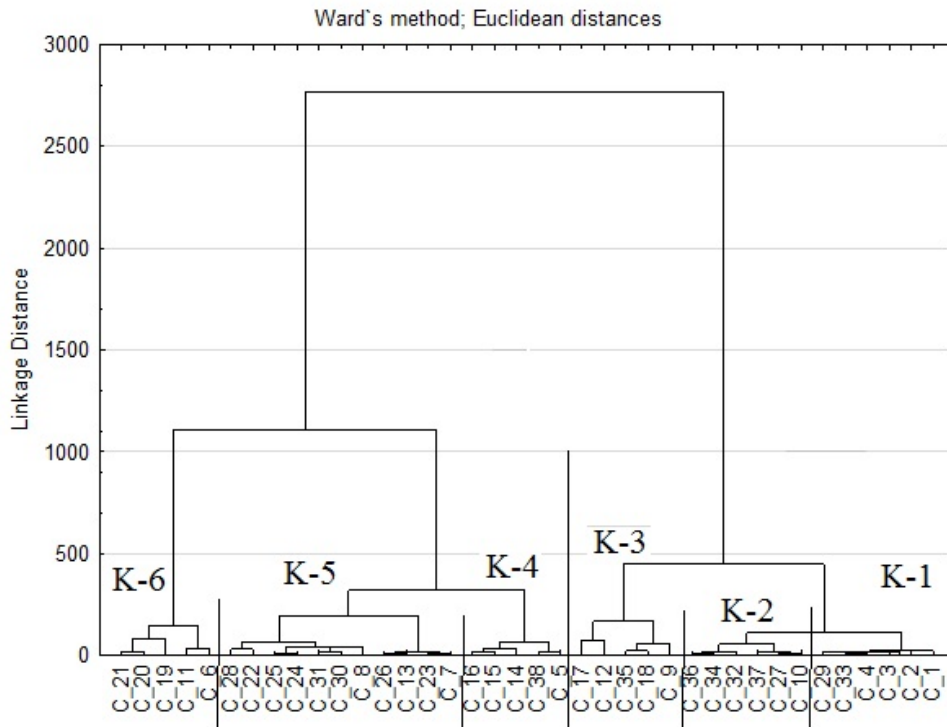


Рис. 2. Дерево зв'язків між горизонтами розрізів стаціонарів за вмістом мікроелементів

У контексті пізньоголоценового генезису та еволюції ґрунтів, а тому й відповідних елементарних ґрунтоутворюючих процесів (Evolyuzyua roshv..., 2015), встановлено, що інтенсивне розсіювання притаманне переважно гумусовим горизонтам розрізів стаціонару Садгора (S-1, S-2, S-3). Це наймолодші за віком формування генетичні горизонти. Незважаючи на підвищений вміст органічної речовини в них, процеси розсіювання інтенсивніші, ніж акумулятивні в даних еколого-генетичних умовах. До горизонтів розсіювання відносяться як генетичні горизонти розрізів стаціонару Садгора (S-1, S-2, S-3), так і окремих розрізів стаціонару Рідківці (R-1, R-V-3) – це здебільшого елювіальні або гумусово-елювіальні горизонти, для яких процеси виносу апріорі характерні. В групі розсіювання з трендом до фоновому вмісту виявились генетичні горизонти всіх розрізів, серед яких здебільшого перехідні, приурочені до середньої частини профілів.

Горизонти фоновому вмісту мікроелементів утворили переважно ілювіальні та нижні перехідні до ґрунтоутворюючої породи генетичні горизонти всіх розрізів, за винятком дернового ґрунту (S-1). Місця власне акумуляції, яких загалом досить мало – це нижні горизонти обох похованих ґрунтів та нижній перехідний до породи горизонт розрізу R-3. Отже, верхні частини розрізів, сформовані протягом останніх століть (від 780 років датованого віку до сьогодні) характеризуються розсіюванням мікроелементів. Це, безумовно, не означає, що весь вказаний період еколого-генетичні умови сприяли виносу мікроелементів, тим більше що протягом цього часу власне кліматичні флуктуації були досить неоднозначними (від «малого

льодовиків'я» до теплого етапу з трендом до аридності останнього століття). А виявлене переважання розсіювання свідчить про те, що останній підетап голоцену (SA-3A згідно з прийнятою в Україні схемою етапів розвитку природи в голоцені, запропонованою М. Ф. Векличем (Prostorovo-chasova..., 2010)) порівняно з субатлантичним періодом загалом характеризувався чинниками, внаслідок яких процеси виносу переважали над акумулятивними. Очевидно, що довготерміновий прогноз еколого-геохімічного статусу ґрунтів може здійснюватися найперше узгоджено з існуючими трендами, імовірними на певному рівні забезпечення.

Горизонти акумуляції та підвищеного вмісту мікроелементів сформувалися на межі пізнього суббореалу–субатлантики (близько 2500–2900 років тому назад). Цей часовий відрізок також характеризується неоднозначними змінами чинників ґрунтогенезу, які описуються і як вологі, і як посушливі, але при цьому для них притаманні гумусоакумулятивні процеси, на які пізніше накладалося ще й ілювіювання, що супроводжувалося накопиченням дрібнодисперсних часток. Крім того, близьке розміщення цих генетичних горизонтів до ґрунтоутворюючої породи, очевидно, сприяло акумуляції. Водночас і в цьому випадку, як і для горизонтів виносу, ми говоримо про загальні закономірності, які могли змінюватися в ту чи іншу сторону. Тому залежність насиченості ґрунтів мікроелементами від часу генезису ґрунтових горизонтів описується складним поліноміальним рівнянням регресії ($R^2=0,27$). Наявність обмеженої кількості горизонтів датування лімітує можливості верифікації.

На основі віку горизонтів і насиченості ґрунтів мікроелементами наступний крок кластерного аналізу виявив дві чіткі групи (рис. 3): в одній – генетичні горизонти з переважаючими процесами розсіювання (елювіювання), в іншій – акумуляції (ілювіювання).

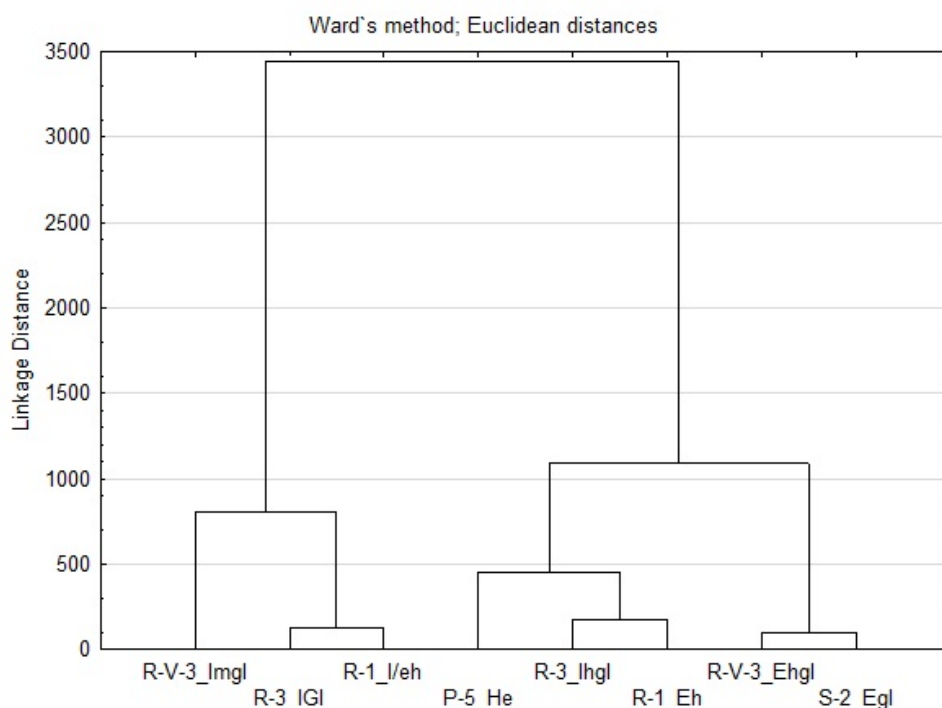


Рис. 3. Дерево зв'язків між генетичними горизонтами ґрунтів з відомим віком на основі індексу насиченості ґрунтів мікроелементами (P-5_He – археологічно датований горизонт)

Для скорочення числа факторіальних ознак та виявлення структури відносин між змінними використано факторний аналіз. Тільки два фактори (табл. 1) визначають насиченість розрізів ґрунтів мікроелементами (фактор 1 – на 71,7 %, фактор 2 – на 28,3 %), що свідчить про велику валідність застосованого показника (Iv), а не власне абсолютного вмісту мікроелементів. Факторні навантаження (табл. 2) показують кореляції між параметрами, що досліджуються, та в цьому випадку – двома факторами (новими змінними, які заміщують всі властивості ґрунтів, що могли впливати на їх насиченість мікроелементами). В абсолютній більшості випадків перший фактор має тісніші кореляції, ніж другий (чи наступні інші фактори), які, характеризуючись послідовно, містять все менше та менше дисперсії.

Таблиця 1

Власні значення факторного аналізу та їхня дисперсія				
Фактори	Власні значення	% загальної дисперсії	Сума власних значень	Кумулятивний %
1	5,02	71,7	5,02	71,7
2	1,98	28,3	7,00	100,0

Отже, генетична відокремленість розрізу S-1 підтверджена на дуже високому рівні кореляції (табл. 2). Ця відокремленість – результат генезису дернового алювіального ґрунту під впливом ґрунтоседиментаційних процесів, що видно з будови профілю цього ґрунту (верстуватість генетичних горизонтів, серед яких поховані внаслідок акумуляції алювіального матеріалу гумусові та перехідні горизонти). Напевне, і це частково підтверджується радіовуглецевим аналізом, цей ґрунт може вважатися молодшим, що, очевидно, пояснюється стійким надходженням свіжого матеріалу. Всі інші розрізи, у тому числі й поховані ґрунти, формувалися під впливом різних елементарних ґрунтоутворюючих процесів, які, проте, змінюючи один одного, не зупинялися, а нормальний розвиток профілю цих ґрунтів відбувався вниз, на відміну від алювіального дернового ґрунту, ріст якого відбувався вверх за рахунок свіжих алювіальних, імовірно, і делювіальних седиментів.

Таблиця 2

Факторні навантаження (>0,70) до і після обертання		
Розрізи	Factor 1	Factor 2
R-1	0,82/-0,98*	0,57/0,18
R-3	-0,96/0,99	-0,26/0,16
R-V-3	-0,90/0,64	0,43/ 0,76
S-1	-0,14/-0,28	0,99/0,96
S-2	-1,00/0,94	-0,07/0,35
S-3	-0,80/0,47	0,61/ 0,88
S-Ch	0,98/-0,98	0,22/-0,20
Власні значення	5,02	1,98
Частка в дисперсії	0,72	0,28

* Виділено істотно значущі залежності; перед ризикою – до, після ризику – після обертання.

Крім особливостей розрізу S-1, інші ґрунти можна розділити на три групи (табл. 2), які зберігаються і після обертання: похований ґрунт R-V-3 розміщений в одній групі з розрізом S-3 (поєднання факторів: -0,90 і 0,43 та -0,80 і 0,61); розріз S-2 – з розрізом R-3 (-0,99 і -0,07 та -0,96 і -0,26); та розріз S-Ch – з розрізом R-1 (0,98 і 0,22 та 0,82 і 0,57). Причому залежності змінюють знак після обертання, за винятком дернового алювіального ґрунту (S-1).

Водночас після обертання осей факторні навантаження, зберігаючи групи ґрунтів, відносять до визначального впливу вже другого фактора розрізи S-3 та R-V-3 (табл. 2).

В останньому випадку це пояснюється певною незавершеністю ґрунтогенезу через поховання даного ґрунту після насипання земляних валів близько 1000 років тому назад (стаціонар Рідківці). Певні особливості притаманні розрізу S-3. Вони пов'язані з його розміщенням на схилі, що й супроводжувалося інтенсифікацією розсіювання та відповідним зменшенням насиченості ґрунтів мікроелементами.

ВИСНОВКИ

1. На основі факторного аналізу доказано ефективність використання Ів (індексу насиченості ґрунтів мікроелементами): проведення аналітичних робіт тільки з указаним показником виявляє однозначне зменшення кількості визначальних факторів (до двох) і при цьому частка дисперсії, яка визначається двома факторами, становить 100 %. Застосування в аналізі вмісту валових або рухомих форм, або одних і других спільно, як і спільне використання вмісту рухомих форм і їх рухомості, призводить до збільшення факторів до 4 з одночасним зменшенням частки дисперсії, зумовленої цими факторами, до 74–88 %. Не виявлено визначального впливу на насиченість ґрунтів мікроелементами для жодного з досліджуваних типів ґрунтів, у яких поєднуються як процеси, що сприяють акумуляції мікроелементів, так і процеси їх вивезення.

2. Визнаючи «нормальний» процес ґрунтогенезу основою формування зональних ґрунтів у голоцені, фактор 1 у контексті проведеного факторного аналізу – це чинники для такого проходження ґрунтоутворення; щодо еколого-геохімічного статусу ґрунтів – це їхні основні параметри (вміст органічної речовини, кислотність, показники ГВК, мінералогічний і гранулометричний склад); за такої умови фактор 2 пов'язаний із процесами (флювіальні, седиментаційні, ерозійні) денудації або переносу та акумуляції матеріалу, тобто певними порушеннями «нормального» ґрунтогенезу. Отже, еколого-геохімічний статус ґрунтів визначається чинниками ґрунтогенезу на конкретному етапі та переважаючими для певних умов процесами.

* * *

Публікація містить результати досліджень, проведених при грантовій підтримці Державного фонду фундаментальних досліджень за конкурсним проектом № Ф 64/24–2015 «Вплив погодно-кліматичних флуктуацій на процеси масообміну в системі ґрунт – рослина».

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

- Dmytruk, Y. M., Berbez, M. A., 2009. Osnovy biogeochimiyi [Basis of biogeochemical]. Knygy 21, 149–153 (in Ukrainian).
- Dmytruk, Y. M., 2016a. Ekologo-evolyuzijna metodyka ozinky fonovogo vmistu mikroelementiv u gruntach [Ecological-evolutionary method of assess background content of trace elements in soils]. CHNU (in Ukrainian).
- Dmytruk, Y. M., 2016b. Ekologo-evolyuzijnyi analiz vmistu litiyu u gruntach. [Ecological-evolutionary analysis of lithium content in soils]. Gruntoznavstvo 17(1-2), 31–39 (in Ukrainian).
- Evolyuzyua pochv i pochvennogo pokrova, 2015 [Evolution of soils and soil cover]. Ed. V. N. Kudryarov, I. V. Ivanov. Geos, Moscow, 421–455 (in Russian).
- Ivezić, V., Singh, B. R., Gvozdić, V., Lončarić, Z., 2015. Trace metal availability and soil quality index relationship under different land uses. Soil Science Society of America Journal 79(6), 1629–1637.
- Prostorovo-chasova korelyaziya paleogeografičnyh umov četvertynnogo periodu na terytoriyi Ukrayiny, 2010 [Space-time correlation paleogeographical conditions Quaternary in Ukraine] / Z. M. Matviyishyna et al. Naukova dumka, Kyiv (in Ukrainian).
- Shukla, M. K., Lal, R., Ebinger, M., 2006. Determining soil quality indicators by factor analysis. Soil and Tillage Research 87, 94–204.

Стаття надійшла в редакцію: 02.12.2016