

АНОТАЦІЯ

Яворська А. М. Ініціальні ґрунти Верховинського Вододільного хребта Українських Карпат. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю **103 «Науки про Землю»** галузі знань **10 «Природничі науки»**. – Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів, 2022.

Незважаючи на світові тенденції в вивченні ініціальних ґрунтів та ініціального ґрунтоутворення, вони є найменш вивченими на сучасному етапі ґрунтознавчих досліджень в межах території України. Проте, їхнє всестороннє дослідження дозволить доповнити стадійність ґрунтоутворення та особливості еволюції ґрунтового покриву Українських Карпат. Відсутність систематизованих досліджень ініціальних ґрунтів зумовлена насамперед незначними площами їхнього поширення та недосконалістю теоретико-методологічних відомостей для їхнього дослідження. Термін ініціальні ґрунти є досить широко вживаним, хоча різні дослідники за допомогою нього трактують різні ґрунтові утворення. В європейській класифікації ініціальні ґрунти виокремлюються та мають чіткі діагностичні ознаки. В сучасну класифікацію ґрунтів України ініціальні ґрунти не включені, що створює значні труднощі при проведенні їхнього дослідження, пов'язані насамперед з відсутністю чітко встановлених діагностичних критеріїв для віднесення їх до певного таксономічного рівня.

Метою роботи є встановлення ареалів поширення ініціальних ґрунтів в межах Верховинського Вододільного хребта Українських Карпат, їхньої генези та вивчення сукупності чинників, що зумовлюють їхнє формування.

Наукова новизна отриманих результатів:

- встановлено видовий склад основних груп мікроорганізмів та їхнє співвідношення на різних стадіях розвитку ініціальних органогенних ґрунтів;

- визначено загальні фізико-хімічні властивості та показники валового хімічного складу ініціальних органогенних ґрунтів, а отримані результати використано для діагностики ЕГП;
- розраховано енергетичний потенціал мінеральної та органічної складової ініціальних органогенних ґрунтів;
- запропоновано діагностичні критерії стадій розвитку ініціального органогенного ґрунту (ембріональні утворення, ґрунтоподібні тіла, первинні та примітивні ґрунти).

Отримані результати дисертаційного дослідження є основою для вирішення важливих генетичних і класифікаційних проблем ґрунтознавства. Результати досліджень доцільно використовувати для вдосконалення класифікації ґрунтів України.

Поширення різних типів ґрунтів в Українських Карпатах обумовлено законом висотної поясності. Саме зміна абсолютних висот зумовлює зміну кліматичних показників, типів рослинного покриву і, відповідно, ґрунтів. Проте в місцях виходу на денну поверхню щільних пісковиків ця закономірність порушується, оскільки формуються інтразональні ініціальні органогенні ґрунти, дослідження яких є ключем для встановлення генези та особливостей еволюційного розвитку ґрунтів Українських Карпат.

Встановлення стадійності та специфіки кожної стадії формування ініціальних ґрунтів дозволить більш чітко зрозуміти механізми формування ґрунтового покриву Українських Карпат впродовж всього часу ґрунтоутворення в регіоні.

Домінуючими чинниками формування ініціальних органогенних ґрунтів є біотичний та мікрокліматичний, саме сукцесійні зміни рослинного покриву зумовлюють еволюцію ініціального ґрунту. Для кожної стадії ініціального ґрунтоутворення характерний свій ценозоформуєчий вид, так ембріональні утворення представлені в основному накипними лишайниками (лепрарія (*Lepraria incana* (L.Ach), кладонія жовто-зелена (*Cladonia ochrochlora*), леканоразаплутана (*Lecanora intricata* (Ach.) Ach), умбілікрія циліндрична

(*Umbilicariaculindrica* (L.) Delise); ґрунтоподібні тіла формуються головню під листовими лишайниками (*Parmelia saxatilis*). Первинні ґрунти характеризується доміванням у гірсько-лісовій зоні мохів леукобрія сизого (*Leucobryum glaucum* (Hedw.) Angsts.), а в субальпійській – політріхуму стиснутого (*Polytrichum strictum*). З поступовою еволюцією ініціального ґрунту поселяються вищі угруповання, а саме лучне різнотрав'я (тимофіївка лучна (*Phleumpretense*)), дернових злаків (біловус стиснений (*Nardusstricta*)), чагарники (чорниця звичайна (*Vacciniummyrtillus*)), брусниця звичайна (*Vacciniumvitis-idea*), ялівець звичайний (*Juniperuscommunis*)).

Характерною особливістю морфологічної будови ініціальних ґрунтів є незначна потужність ґрунтового профілю, який складається з одного – двох генетичних горизонтів. Потужність горизонту оторф'янілої дернини (Td) коливається в межах 3 – 21 см залежно від стадії ґрунтоутворення та продуктивності рослинного біоценозу. Торфовий горизонт залягає безпосередньо на виходах щільного пісковику, з збільшенням часу ґрунтоутворення формується перехідний горизонт. Потужність торфового горизонту коливається в межах 5 – 21 см. Слабомінералізований торфовий горизонт темно-сірого забарвлення з бурим відтінком, органічна речовина слаборозкладена, пронизаний дрібним корінням, кількість якого зменшується у напрямку до породи. Дослідження особливостей морфологічної будови ініціальних ґрунтів (потужністю профілю, можливістю поділу на генетичні горизонти, здатність відділятися від породи) та сукцесій рослинних угруповань дозволили виділити генетичний ряд ініціальних ґрунтів: ембріональні утворення, ґрунтоподібні тіла, первинні ґрунти, примітивні (молоді) ґрунти.

Гене́за ініціальних органічних ґрунтів обумовлена головню локальними чинниками ґрунтоутворення, а саме кліматичним та біотичним. Так ініціальні ґрунти проходять ряд послідовних еволюційних стадій, кожна з яких має свої характерні особливості та є основою для подальшої еволюції. Основними ЕГП, які беруть участь еволюційному розвитку та формуванню ініціальних ґрунтів на різних стадіях розвитку є: декарбонізація ґрунотворної породи є передумовою для початку

ембріонального ґрунтоутворення та формування ембріонального ґрунту; ферсiалітiзація – процес накопичення рухомих форм Феруму, обумовлена декарбонізацією, яка притаманний найбільшою мірою для ґрунтоподібного тіла; гумусосiалітiзація – перетворення мінеральної маси, під дією нейтральних і слабокислих гумусових речовин, що сприяє частковому виносу основ та формуванню дерново-гумусового (оторф'янілого) горизонту; торфоутворення, яке характерне для всіх стадій (за винятком ембріональної) та зумовлене, головню, кліматичними умовами території дослідження.

Для всього ряду ініціальних ґрунтів характерна сильно кисла реакція ґрунтового розчину (pH_{KCl} (2,0 – 4,2) pH_{H_2O} (2,9 – 5,0)), яка зумовлена, в основному, сполуками Алюмінію. Було встановлено, що весь спектр ініціальних ґрунтів сформованих у межах лісового поясу (КЛ-С) характеризується вищими показниками кислотності та вмістом сполук Алюмінію (19,0 – 25,0 ммоль-екв/ на 100 г ґрунту) в порівнянні з аналогічними ґрунтами сформованими в межах субальпійського поясу, що підтверджує теорію про домінуючий вплив біотичного чинника на генезу та формування морфологічних та фізико-хімічних властивостей ініціальних органогенних ґрунтів. Для всього еволюційного ряду ініціальних ґрунтів характерними особливостями є високий вміст органічного Карбону (35 – 41 %), серед органічних кислот домінують фульво кислоти (58 – 71 %). Встановлено, збільшення показників ступеня розкладу і гуміфікації з кожною наступною еволюційною стадією. Максимальний вміст органічного Карбону відзначається з ґрунтоподібних тілах 41 %, що зумовлено відносно низькими надходженнями відмерлих органічних решток з листових лишайників, які зазнають більш інтенсивного впливу процесу мінералізації та в торфовому горизонті примітивного ґрунту 41 %.

Кількість бактерій в ініціальному ґрунті зростає на кожній наступній еволюційній стадії, так в ембріональному утворенні мінімальна кількість на МПА 7650 на КАА 9845 і простежується безперервне зростання до 19871 на МПА і 21693

на КАА в примітивному (молодому) ґрунті, ця закономірність зберігається і для інших груп мікроорганізмів. Ця закономірність корелюється з фізико-хімічними властивостями досліджуваних ґрунтів, з зниженням показника кислотності та збільшенням вмісту органічного Карбону збільшується кількість ґрунтових бактерій. Виняток становить показник чисельності грибів, який змінюється обернено пропорційно, максимальні значення в ембріональних ґрунтах 401 тис. шт. на 1 г сухого субстрату, мінімальні в примітивних (молодих) ґрунтах 194 – 152 тис. шт. на 1 г сухого субстрату.

У валовому хімічному складі ініціальних ґрунтів на різних стадіях розвитку характерною особливістю є накопичення оксидів Кремнезему (від 61,80 % – в породі, до 80,28 % – в примітивному (молодому) ґрунті) сполук Алюмінію (6,44 % – ґрунтотворна порода, 13,35 % – ґрунтоподібне тіло) та Феруму (2,69 % до 6,13 відповідно), яке зумовлене привнесення зазначених елементів з рослинного опаду та атмосферних опадів. Це підтверджується відомостями елементного складу листових лишайників та мохів, де відзначається акумуляція сполук Алюмінію (від 9,04 % – в листових лишайниках, до 14, 10 % – в мохах) та Феруму, а також Кальцію та Магнію за рахунок біологічного колообігу. Енергетичний потенціал ґрунтоутворення ініціальних ґрунтів за органічної та мінеральною складовою є досить високим, незважаючи на незначну потужність генетичного профілю досліджуваних ґрунтів. Максимальні показники акумуляції енергії органічної частини ініціальних органогенних ґрунтів властиві первинному ґрунту (2552,1 кДж/г), а мінімальні ґрунтоподібному тілу (1670,8 кДж/г), що корелюється з відомостями вмісту C_{org} досліджуваних ґрунтів. Енергія кристалічної гратки ініціальних органогенних ґрунтів коливається в межах 5463,2 кДж/г — в ембріональному утворенні, до 6201,5 кДж/г — в первинному ґрунті. Показник ентропії в ініціальних ґрунтах є відносно не значним, змінюється в межах 52,6 Дж/г в ембріональних утвореннях до 61,4 Дж/г в первинному ґрунті.

Ключові слова: ініціальні ґрунти, Верховинський Вододільний хребет, валовий хімічний склад, генеза, біотичні особливості, фізико-хімічні властивості, морфологічні особливості.

SUMMARY

Yavorska A. M. Initial soils of the Verkhovyna Watershed Ridge of the Ukrainian Carpathians. - Qualifying scientific work on the rights of the manuscript. The dissertation on competition of a scientific degree of the doctor of philosophy on a specialty *103 "Earth sciences"* of a field of knowledge *10 "Natural sciences"*. Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, 2022.

Despite the world trends in the study of initial soils and initial soil formation, they are the least studied at the present stage of soil research within the territory of Ukraine. However, their comprehensive study will complement the phasing of soil formation and the peculiarities of the evolution of the soil cover of the Ukrainian Carpathians. The lack of systematic research of initial soils is primarily due to the small areas of their distribution and the imperfection of theoretical and methodological information for their study. The term initial soils is widely used, although different researchers use it to interpret different soil formations. In the European classification, the initial soils are distinguished and have clear diagnostic features. Initial soils are not included in the modern classification of soils of Ukraine, which creates significant difficulties in conducting their research, primarily due to the lack of clearly established diagnostic criteria for classifying them to a certain taxonomic level.

The aim of the work is to establish the distribution areas of the initial soils within the Verkhovyna Watershed of the Ukrainian Carpathians, their genesis and to study the set of factors that determine their formation.

Scientific novelty of the obtained results:

- the species composition of the main groups of microorganisms and their ratio at different stages of development of initial organogenic soils are established;

- the general physical and chemical properties and indicators of gross chemical composition of initial organogenic soils are defined, and the received results are used for diagnostics of EGP;
- the energy potential of the mineral and organic component of the initial organogenic soils is calculated;
- diagnostic criteria of stages of development of initial organogenic soil (embryonic formations, soil-like bodies, primary and primitive soils) are offered.

The obtained results of the dissertation research are the basis for solving important genetic and classification problems of soil science. The results of research should be used to improve the classification of soils in Ukraine.

The distribution of different types of soils in the Ukrainian Carpathians is due to the law of altitude zonation. It is the change in absolute altitudes that causes changes in climatic indicators, types of vegetation and, accordingly, soils. However, in places of access to the day surface of dense sandstones, this pattern is violated, as intrazonal initial organogenic soils are formed, the study of which is the key to establishing the genesis and features of the evolutionary development of soils of the Ukrainian Carpathians. Establishing the stages and specifics of each stage of initial soil formation will allow a clearer understanding of the mechanisms of soil formation in the Ukrainian Carpathians throughout the time of soil formation in the region.

The dominant factors in the formation of initial organogenic soils are biotic and climatic, it is the successive changes in vegetation that determine the evolution of the initial soil. Each stage of initial soil formation is characterized by its cenozoic form, so embryonic formations are represented mainly by calcareous lichens (*Lepraria incana* (L.Ach), *Cladonia ochrochlora*), *Lecanochi llaricaricia*. (L. (Delise)); soil-like bodies are formed mainly under leaf lichens (*Parmelia saxatilis*). Primary soils are characterized by domination in the mountain-forest zone of mosses of *Leucobryum glaucum* (Hedw.) Angsts.) With the gradual evolution of the initial soil, higher groups settle, namely meadow

grasses (*Phleum pratense*), turfgrass (*Nardus stricta*), shrubs (blueberry (*Vaccinium myrtinus*)), juniper (*Juniperus communis*)).

A characteristic feature of the morphological structure of the initial soils is the insignificant thickness of the soil profile, which consists of one or two genetic horizons. The thickness of the horizon of peat turf (Td) varies between 3 – 21 cm depending on the stage of soil formation and productivity of the plant biocenosis. The peat horizon lies directly at the outlets of dense sandstone, with increasing soil formation time a transitional horizon is formed. The thickness of the peat horizon varies between 5 – 21 cm. Slightly mineralized peat horizon of dark gray color with a brown tinge, organic matter is poorly decomposed, permeated with small roots, the amount of which decreases towards the rock. Studies of the morphological structure of initial soils (profile thickness, possibility of division into genetic horizons, ability to separate from the breed) and successions of plant groups allowed to identify a number of genetic soils: embryonic formations, soil-like bodies, primary soils (young soils, primitive).

The genesis of initial organogenic soils is mainly due to local factors of soil formation, namely climatic and biotic. Thus, the initial soils go through a series of successive evolutionary stages, each of which has its own characteristics and is the basis for further evolution. The main processes involved in the evolutionary development and formation of initial soils at different stages of development are: decarbonization of the soil-forming rock is a prerequisite for the beginning of embryonic soil formation and the formation of embryonic soil; fersialitization – the process of accumulation of mobile forms of iron, due to decarbonization, which is most characteristic of the soil-like body; humus socialization – the transformation of mineral mass, under the action of neutral and weakly acidic humic substances, which contributes to the partial removal of bases and the formation of sod-humus (peat) horizon; peat formation, which is characteristic of all stages (except embryonic) and is due mainly to the climatic conditions of the study area. A number of initial soils are characterized by a strongly acidic reaction of the soil solution (pH_{KCl} (2.0 – 4.2) $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ (2.9 – 5.0)), which is caused mainly by aluminum compounds.

formed within the forest belt (CL-C) is characterized by higher acidity and content of aluminum compounds (19.0 – 25.0 mmol-eq / per 100 g of soil) in comparison with similar soils formed within the subalpine zone, which confirms the theory of dominant influence of biotic factor on the genesis and formation of morphological and physicochemical properties of initial organogenic soils. For all evolutionary series of initial soils the characteristic features are high content of organic carbon (35 – 41 %), among organic acids fulva dominates – (58 – 71 %). It was found that the indicators of the degree of decomposition and humification with each subsequent evolutionary stage. The maximum content of organic carbon is observed from soil-like bodies 41%, due to relatively low inflows of dead organic residues from leaf lichens, which are more intensively affected by the mineralization process and in the peat horizon of primitive soil 41 %.

The number of bacteria in the initial soil increases at each subsequent evolutionary stage, so in embryonic formation the minimum number on MPA 7650 on KAA 9845 and there is a continuous increase to 19871 on IPA and 21693 on KAA in primitive (young) soil, and this pattern remains microorganisms. This pattern correlates with the physicochemical properties of the studied soils, with a decrease in acidity and an increase in the content of organic carbon increases the number of soil bacteria. The exception is the number of fungi, which varies inversely proportionally, the maximum values in embryonic soils 401 thousand pieces. per 1 g of dry substrate, minimum in primitive (young) soils 194 – 152 thousand pieces. per 1 g of dry substrate.

In the gross chemical composition of the initial soils at different stages of development a characteristic feature is the accumulation of silica and iodine (from 61.80 % – in the rock, to 80.28 % – in the primitive (young) soil) of aluminum compounds (6.44 % – soil-forming rock, 13.35 % – soil-like body) and iron (2.69 % to 6.13, respectively), which is due to the introduction of these elements from plant precipitation and precipitation. This is confirmed by data on the elemental composition of lichens and mosses, where there is an accumulation of compounds of Aluminum (from 9.04 % – in lichens, to 14, 10 % – in mosses) and iron, as well as Calcium and Magnesium due to the

biological cycle. The energy potential of soil formation of initial soils by organic and mineral component is quite high, despite the insignificant power of the genetic profile of the studied soils. The minimum indicators of the stock of organic and mineral energy are characterized by embryonic formations (energy of the crystal lattice – 5463.2 kJ/g, entropy – 52.6 J/g), and the maximum of primitive soils (energy content in humus – 2552.1 kJ/g, entropy) – 61.4 J/g, the energy of the crystal lattice – 6201.5 kJ/g).

Key words: initial soils, Verkhovyna Watershed, gross chemical composition, genesis, biotic features, physicochemical properties, morphological features.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

Статті у наукових фахових виданнях

1. Паньків З. П., Яворська А. М. Валовий хімічний склад ініціальних ґрунтів Верховинського Вододільного хребта Українських Карпат. *Вісник Одеського національного університету. Серія: географічні та геологічні науки*. Вип. 2(35), 2019, С. 69-79.
2. Яворська А. Ініціальні ґрунти Верховинського Вододільного хребта Українських Карпат. *Наукові записки Тернопільського нац. пед. університету ім. В. Гнатюка. Серія: Географія*. Вип. 46, 2019, С. 60-68.
3. Паньків З., Яворська А. Сучасний стан вивчення ініціальних ґрунтів та ініціального ґрунтоутворення (аналітичний огляд). *Вісник Львівського університету. Серія географічна*. Вип. 51, 2017, С. 267-277.
4. Паньків З., Яворська А. Стадії ґрунтоутворення підвісних ґрунтів Верховинського Вододільного хребта Українських Карпат. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*. Вип. 50, 2017. С. 286-295.
5. Семащук Р., Яворська А. Ініціальні ґрунти – монографія “*Ґрунти Львівської області*”, за ред. професора С. П. Позняка, Львів – 2020, С. 288-294.

Публікації, що засвідчують апробацію дисертації

1. Андріана Яворська Біотична активність ініціальних органогенних ґрунтів Верховинського Вододільного хребта Українських Карпат. *Матеріали наукової інтернет-конференції «Горизонти ґрунтознавства»* (Львів, 12 травня, 2021). С. 158-164.
2. Яворська А. М., Паньків, З. П. Діагностичні ознаки ініціальних ґрунтів Українських Карпат. *Scientific goals and purposes in XXI century*. II міжнародна науково-практична конференція, США (19-20 січня 2022 р.). С. 624-629.
3. Андріана Яворська Кислотно-основні властивості ініціальних ґрунтів Верховинського Вододільного хребта Українських Карпат. *Ґрунтознавчо-географічна наука і практика – традиції та сьогодення: мат-ли Всеукраїнської наук. конф., присвяченої 100-річчю від народження д. с/г наук, професора І.М. Гоголева* (м. Одеса, 12-13 вересня 2019 р.). Одеса : Одеський Національний Університет ім. І.І. Мечникова, 2019. С. 222-227.
4. А. М. Яворська Ініціальні органогенні ґрунти Верховинського Вододільного хребта Українських Карпат. *Агрохімія і ґрунтознавство*. Міжвідомчий темат. наук. збірник. Харків, 2018. С. 54-55.
5. Андріана Яворська Морфогенетичні особливості торфово-підвісних ґрунтів (LITHIC LEPTOSOL) Вододільно-Верховинського хребта Українських Карпат. *Реалії, проблеми та перспективи розвитку географії в Україні: матеріали XVI-ої студ.наук. конф.* (Львів, 28 квітня, 2015 р.). С. 138-143.
6. А. М. Яворська Торфово-підвісні ґрунти (LITHIC LEPTOSOL) Вододільного хребта Українських Карпат. *Ґенеза, географія та екологія ґрунтів*. Збірник наукових праць міжн. наук. сем.: “Ґрунти і Сучасність” (Львів-Ворохта, 2015 р.) С. 189-194.