

**Joanna Kowalska**

**Nr albumu: 911**

**Tytuł rozprawy doktorskiej:** Pedogenesis and mineral transformation in soils formed on calcium carbonate-rich parent materials at the area of Polish Carpathians

### **Summary**

The purpose of the study was to i) recognize the genesis of soils formed on calcium carbonate-rich parent materials on slopes and establish the role of soil-forming factors, relief and parent material in the diversity of soil cover; ii) discuss the changes in the classification of soils formed on calcium carbonate-rich parent material, over time, in the Polish Soil Classification system; iii) identification of factors responsible for presence and distribution of primary and secondary calcium carbonate in soils; iv) determination of the indicators for recognizing the lithological discontinuities in heterogeneous soils formed on calcium carbonate-rich materials; and v) establishing of the influence of calcium carbonate on the transformation of clay minerals in soils developed on slope deposits.

The purposes and assumptions of this PhD thesis were achieved through the performance of a wide spectrum of work that included field soil surveys; analysing of selected chemical and physical properties, analysing of total bulk geochemistry; micromorphological analysis; determination of the quality and quantity content of heavy minerals; as well as analysis of the mineralogical composition of the clay fraction.

The conducted studies allowed the conclusion that the main factors determining the chemical and physical properties of soils developed on the calcium carbonate-rich parent material were as follows: type of parent material and intensity of its weathering, denudation processes as well as admixture of aeolian material. Despite the similarities in chemical, physical, micromorphological and mineralogical properties, soils developed on calcium carbonate-rich parent material belongs to various taxonomic units. The accumulation of aeolian material on the soil surface and erosion processes could influence the typological diversity of soils on the studied slopes. In a soil transect within a small area of one slope, there may be soils that belonging to different types: rendzinas, brown soils, chernozemic rendzinas, clay-illuvial soils or stagnogleyic clay-illuvial soils and Leptosols, Cambisols, Phaeozems, Luvisols and Stagnosols, according to Polish Soil Classification and World Reference Base for Soil Resources, respectively.

The content and distribution of both lithogenic and pedogenic calcium carbonate were governed by inheritance from parent materials, transport of soil material down the slope and/or deposition of carbonate-free material through aeolian admixture. Secondary calcium carbonates were indicated only in the three soil profiles in the form of nodules and coatings. The soils in which the presence of secondary calcium carbonate was found were characterized by a high content of lithogenic calcium carbonate, up to 703 g·kg<sup>-1</sup>, an alkaline reaction and very high base saturation, which averaged 96%. The presence of a lithic discontinuity has been confirmed in every soil by the diverse content of coarse fragments, changes in particle size distribution and high Uniformity Values and values for the Lithological Discontinuity Index. Moreover, the set of micromorphological features such as changes in b-fabric pattern, the coarse and fine unit ratios and the occurrence and distribution of carbonate coatings and nodules indicated lithic discontinuities. In some of the soils, the admixture of aeolian material has been stated through the predominance of silt fraction, high content of hafnium and zirconium, and the presence of e.g. zircon, epidote and minerals from the garnet group in surface horizons.

Soils were characterized by the very homogenous mineralogical composition of the clay fraction, representing mainly: chlorite, illite, vermiculite, kaolinite and mixed phases like chlorite-vermiculite and illite-smectite. Some differences in mineralogical composition were found in parent material horizons, where besides chlorite, illite, vermiculite and mixed-phase illite-smectite, only traces of kaolinite and mixed layered vermiculite-chlorite occurred. However, despite various content of calcium carbonate within the solum, the transformation of clay minerals proceeded in one direction, suggesting similar advancement of pedogenesis in these soils. The uniform composition of the clay minerals could be the effect of soil material homogenization through morphogenetic process occurring on the slope, the direction of development of slope covers and very similar degree of weathering processes. In view of the above, the influence of calcium carbonate on clay minerals transformation, in soils developed on slope deposits, has not been stated.

**Keywords:** soil genesis, soil-forming factors, soil classification, calcium carbonate, transformations of minerals, lithic discontinuity

**Joanna Kowalska**

**Nr albumu: 911**

**Tytuł rozprawy doktorskiej:** Pedogenesis and mineral transformation in soils formed on calcium carbonate-rich parent materials at the area of Polish Carpathians

### **Streszczenie**

Celem badań było i) rozpoznanie genezy gleb wytworzonych z materiałów zasobnych w węglan wapnia, oraz roli czynników glebotwórczych, reliefu i podłoża w zróżnicowaniu pokrywy glebowej w obrębie stoków; ii) dyskusja zmian w klasyfikowaniu gleb wytworzonych ze skał zasobnych w węglan wapnia, w kolejnych wydaniach Systematyki Gleb Polski; iii) wyjaśnienie zróżnicowania w obecności i rozmieszczeniu węglanów w profilu glebowym; iv) określenie wskaźników do identyfikacji nieciągłości litologicznych w heterogenicznych glebach, wytworzonych na skałach zasobnych w węglan wapnia; v) rozpoznanie wpływu węglanu wapnia na przemiany minerałów ilastych w glebach wytworzonych z pokryw stokowych.

Do realizacji założonych celów zastosowano analizy wybranych właściwości chemicznych i fizycznych gleb, analizę geochemiczną, analizę mikromorfologiczną cienkich szlifów glebowych, analizę ilościową i jakościową minerałów ciężkich oraz analizę składu mineralogicznego frakcji ilowej.

Przeprowadzone badania wykazały, że czynnikami decydującymi o właściwościach chemicznych i fizycznych gleb wytworzonych na skałach zasobnych w węglan wapnia były: rodzaj skały macierzystej i intensywność jej wietrzenia, procesy denudacyjne oraz domieszka materiału eolicznego. Pomimo podobieństw we właściwościach chemicznych, fizycznych mikromorfologicznych i mineralogicznych, gleby wytworzone na materiałach macierzystych zasobnych w węglan wapnia mogą przynależeć do różnych jednostek taksonomicznych. Akumulacja materiału eolicznego oraz erozja, wpłynęły na zróżnicowanie typologiczne gleb w obrębie stoku. Na niewielkim obszarze jednego stoku, w transekcie glebowym mogą występować gleby przynależące do różnych typów: rędzin gleb brunatnych, rędzin czarnoziemnych, gleb płowych typowych lub gleb płowych opadowo-glejowych według Systematyki Gleb Polski i odpowiednio: Leptosols Cambisols, Pheozems, Luvisols lub Stagnosols, według klasyfikacji World Reference Base for Soil Resources.

Stwierdzono, że zawartość i rozmieszczenie pierwotnego węglanu wapnia w obrębie profilu gleby było wynikiem wietrzenia skały macierzystej, transportu materiału glebowego po stoku oraz depozycji niewęglanowego materiału np. poprzez domieszkę eoliczną. Węglany wtórne występowały tylko w trzech profilach glebowych w formie nodul i otoczek. Gleby z wtórnym węglanem wapnia charakteryzowały się wysoką zawartością litogenicznego węglanu wapnia, nawet do  $703 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ , odczynem alkalicznym oraz bardzo wysokim stopniem wysycenia kompleksu sorpcyjnego zasadami, średnio 96%.

Wszystkie gleby charakteryzowały się występowaniem nieciągłości litogenicznych, które zostały potwierdzone przez: różny udział frakcji szkieletowych, nagłe zmiany w uziarnieniu, wartości wskaźnika jednolitości (z ang. Uniformity Values) oraz wskaźnika nieciągłości litologicznej (z ang. Lithological Discontinuity Index). Ponadto, nieciągłości litologiczne zostały stwierdzone w wynikach badań mikromorfologicznych. Przejawiały się zmianą w typie mikromasy (z ang. b-fabric), stosunku drobnych części do grubych (z ang. c:f related distribution) oraz rozmieszczeniu otoczek i nodul węglanowych (z ang. calcium carbonate coatings and nodules). W kilku glebach domieszka materiału eolicznego została stwierdzona poprzez: dominację frakcji pyłu, wysoką zawartość pierwiastków hafnu i cyrkonu oraz zawartość minerałów ciężkich np. cyrkonu, granatu, epidotu, w poziomach powierzchniowych.

W składzie mineralogicznym frakcji ilastej występował chloryt, illit, wermikulit, kaolinit i fazy przejściowe minerałów takie jak: chloryt-wermikulit oraz illit-smektyt. Niewielkie różnice w składzie mineralnym frakcji ilastej stwierdzono w próbkach łupków menilitowych, w których oprócz illitu, wermikulitu, chlorytu i mieszanej fazy illit-smektyt, występowały śladowe ilości kaolinitu i mieszanej fazy chloryt-wermikulit. Stwierdzono, że przemiany wietrzeniowe minerałów w heterogenicznych glebach zasobnych w węglan wapnia przebiegały bardzo podobnie. Bardzo jednorodny skład mineralogiczny frakcji ilastej w poziomach glebowych jest efektem homogenizacji materiału na stoku przez morfogenetyczne procesy zachodzące na stoku, kierunku rozwoju pokryw stokowych oraz podobnego stopnia zwiętrzenia skał. Wobec powyższego, nie stwierdzono wpływu węglanu wapnia na przemiany minerałów ilastych gleb wykształconych na pokrywach stokowych.

**Słowa kluczowe:** geneza gleb, czynniki glebotwórcze, klasyfikacja gleb, węglan wapnia, przemiany minerałów, nieciągłość litogeniczna