

Svitlana Raspopina¹✉, Ihor Neyko², Sergii Boiko¹

Wpływ skały macierzystej na produktywność lasów dębowych lasostepu lewobrzeżnej Ukrainy

The influence of parent material on the productivity of oak forests in the forest-steppe zone of Left-Bank Ukraine

Abstract. The properties of parent material underlying the soil are important in the development of primary soil classifications and consequently affect stand productivity. This connection was studied in two stages: firstly through a general assessment of soil potential for forest, and secondly, through determination of physical and chemical soil characteristics. The studies were conducted using those standard methods practiced in Ukraine, such as forest inventory, forest typology and soil analyses.

Oak forests growing on sandy clayey soils were found to be more productive than those growing on the soils with a high clay fraction. The difference in stand productivity may be due to a five- to sevenfold reduction in the concentration of exchangeable cations of potassium (K^+) and calcium (Ca^{2+}) in the soil. While the proportion of calcium in the adsorption complex in highly-productive oak stands was 61 %, the proportion of this element in less-productive oak stands was only 17 %.

A decrease in the productivity of stands of the I-II class bonitet (expressed in terms of the average height of a stand) is anticipated for those forest stands growing in soils overlying parent rock rich with magnesium (e.g. with a 80% proportion of magnesium).

The least productive forest stands were growing on parent material characterised by a high proportion of magnesium Mg^{2+} , fivefold lower share of Ca^{2+} and sevenfold lower share of K^+ . The exchangeable cations in the soils of poorly-productive stands are characterised by 1:5 ratio of Ca/Mg ions. This ratio has a negative effect on calcium uptake by woody plants. The optimal ratio of Ca/ Mg ions in the soils for highly productive oak stands is 3:1.

Key words: soil mechanical composition, chemical composition, oak stand productivity

1. Wstęp

Mineralogiczny i granulometryczny skład skały macierzystej oraz jej struktura i właściwości chemiczne w znacznym stopniu wyznaczają kierunek procesu tworzenia gleb i w konsekwencji decydują o jej żyzności, dlatego gleby ukształtowane na podłożu zasobnym w makroelementy (na przykład lessy), mają znacznie wyższą zasobność w porównaniu z glebami na skale macierzystej ubogiej w takie składniki. Przykładem skraj-

nie różnej zasobności mogą być gleby płowe ukształtowane na lessach i gleby darniowo-bielicowe na staroaluwialnych piaskach.

W pierwszych etapach kształtowania się gleboznawstwa jako nauki podstawą klasyfikacji gleb była skała macierzysta. Pierwsze klasyfikacje gleb w zachodniej Europie opierały się właśnie na mineralno-petrograficznych cechach gleb. Przykładem takiej klasyfikacji jest klasyfikacja Falu-Meyera, według której wszystkie gleby dzielą się na 3 klasy: I – inicjalne – na eluwialnych

¹ Ukrainian Research Institute of Forestry & Forest Melioration named after G.M. Vysotsky, ul. Puškina, 86, Harkiv, Ukraine, ✉ Fax +57-704-10-02, E-mail: s_raspopina@rambler.ru

² Ukrainian Research Institute of Forestry & Forest Melioration, branch in Vinnica

substratach, II – naniesione – na deluwialnych, proluwialnych itd., czyli powtórnie odłożonych produktach wietrzeń, III – próchniczne (Samojlova 1983).

Analiza związków między roślinnością leśną i jej środowiskiem pozwoliła sformułować teoretyczne podstawy utworzenia schematu klasyfikacyjnego lasów (siatka edaficzna Alekseeva-Pogrebniaka). Podstawą tej klasyfikacji są czynniki środowiska naturalnego – właściwości gleby i skały macierzystej. Pierwszy schemat klasyfikacyjny lasów i siedlisk leśnych, stworzony przez A. A. Kriundera opierał się na cechach skały macierzystej – jej składzie i typie uwilgotnienia (Migunova 1983).

Celem badań była ocena wpływu składu granulometrycznego i chemicznego skały macierzystej na produktywność drzewostanów dębowych lasostępu lewobrzeżnej Ukrainy.

2. Metodyka

Badania wykonano w latach 2007–2009 na 8 profilach glebowych w średniowiekowych lasach dębowych pochodzenia naturalnego, sklasyfikowanych jako świeża klonowo-lipowa dąbrowa i świeża jesionowo-lipowa dąbrowa. Wymienione typy lasu są najbardziej rozpowszechnione w granicach regionu wokół Charkowa (Ukraina), charakterystyczne dla tej strefy przyrodniczej (ryc. 1).

W pierwszym etapie wykonano ogólną ocenę gleb pływowych właściwych na lessach w warunkach lasu świeżego. W drugim etapie – określono fizyczne i chemiczne właściwości gleby.

Badania przeprowadzono zgodnie z ogólnie przyjętymi w Ukrainie metodykami taksacji leśnej (Anuchin 1977), siedliskoznawstwa (Vorob'ev 1953; Ostapenko 2002), gleboznawstwa (Pogrebniak 1949; Remezov 1965; Polupan et al. 1981; Polupan 2005), prace analityczne – klasycznymi metodami agrochemii (Vadjunina 1961; Arinuškina 1970; Agrochimičeskie metody 1975).

Skład granulometryczny każdego poziomu glebowego wyznaczono metodą pipety Kaczyńskiego w stojącej wodzie z obliczeniem szybkości osiadania cząstek wg Stocka (Vadjunina 1961). Oznaczono pH gleby metodą potencjometryczną w H_2O , gdzie stosunek gleby do roztworu wynosił 1:2,5. Zawartość wymiennych kationów Ca^{2+} i Mg^{2+} określono metodą Tiurina, z zastosowaniem Trylonu B (Arinuškina 1970). Glebę potraktowano roztworem NaCl. Z odfiltrowanej zawiesiny wzięto dwie próby. Z pierwszej wyznaczono sumę Ca^{2+} i Mg^{2+} poprzez zastosowanie Trylonu B w obecności bufora chlorkowo-amoniakowego oraz indykatora chromogenu czarnego, z drugiej zaś, w obecności indykatora mureksydu – zawartość Ca^{2+} . Zawartość Mg^{2+} określono poprzez odjęcie od sumy $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ zawartości Ca^{2+} .

3. Wyniki i dyskusja

Jedną z podstawowych charakterystyk gleby (genetyczną i agronomiczną) jest jej skład granulometryczny, który należy do podstawowych elementów klasyfikacji gleb (Polevoj opredelitel' počv 1981; Polupan 2005). Skład granulometryczny wpływa na zawartość wody i powietrza w glebie, jest indykatorem ich zasobności, ponieważ jest ściśle związany z zawartością substancji



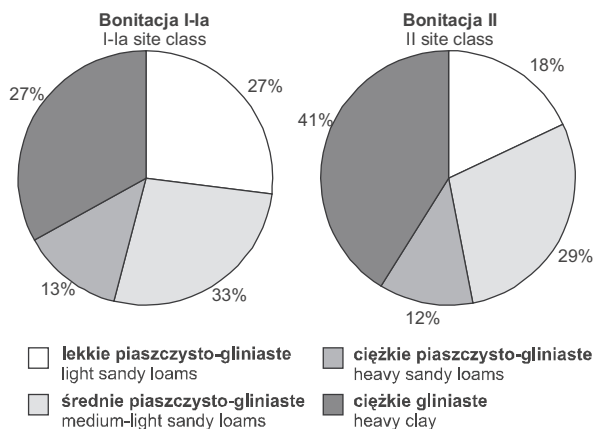
Rycina 1. Regionalizacja przyrodniczo-leśna Ukrainy (Ostapenko 2002). Szarym kolorem zaznaczono region badań

Figure 1. Geographic distribution of the natural-forest regions in Ukraine (Ostapenko 2002). Grey colour indicates the area of research

odżywczych. Możliwe jest zatem wykorzystanie składu granulometrycznego jednego z ważniejszych wskaźników zasobności gleby. W tym celu najczęściej jest stosowany wskaźnik zawartości gliny, który opisuje zespół cząstek gleby o średnicy $< 0,01$ mm.

Badane gleby ukształtowały się na lessach, których skład granulometryczny waha się w granicach od piaszczysto-gliniastych lekkich do gliniastych ciężkich, z wyższym udziałem gliny w składzie skały macierzystej. Produkcyjność lasów dębowych zmieniała się wraz ze zmianą składu granulometrycznego i przeważnie była niższa przy nadmiarze gliny. Na przykład drzewostany I–IIa klas bonitacji rosły na glebach ukształtowanych na lessach, wśród których gleby lekkie piaszczysto-gliniaste stanowiły 27%, średnie piaszczysto-gliniaste – 33%, ciężkie gliniaste – 27%, natomiast ciężkie piaszczysto-gliniaste – tylko 13%. Drzewostany II klasy bonitacji rosły na glebach, wśród których dominowały lessy ciężkie gliniaste – 41%, w tym także lessy ciężkie piaszczysto-gliniaste (12%), natomiast znacznie mniej było gleb lekkich piaszczysto-gliniastych – do 18% (ryc. 2).

Skała macierzysta wpływa na skład granulometryczny gleby. Na lessach o dużym udziale cząstek spławialnych kształtują się gleby ciężkie. Zmiana dystrybucji łu w poziomach profilu świadczy o przebiegu procesu peptyzacji koloidów glebowych, wymywania łu i przeniesienia go w głąb profilu. Proces ten jest szczególnie nasilony w glebach pod drzewostanami dębowymi II klasy bonitacji, gdzie udział łu przy granicy poziomu próchnicznego i próchniczno-iluwialnego zwiększa się do 150%, a w glebach drzewostanów I–IIa klas bonitacji – do 110%. Z powyższego wynika, że gleby lessowe w drzewostanach dębowych II klasy bonitacji charakteryzują się większym udziałem cząstek spławialnych w



Rycina 2. Udział gleb o różnym składzie granulometrycznym w drzewostanach dębowych I i II bonitacji

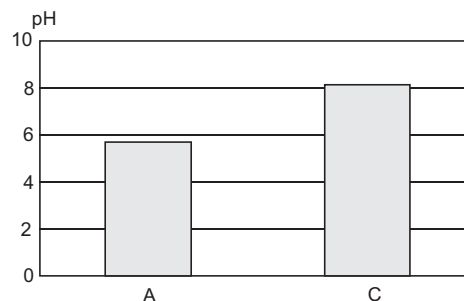
Figure 2. The percentage share of soils with a different granulometric composition in the oak stands of the I and II site classes

składzie mechanicznym, a także bardziej aktywnym przebiegiem procesu eluwialnego niż gleby w drzewostanach I–IIa klas bonitacji.

Analiza składu granulometrycznego gleb w świeżej klonowo-lipowej dąbrowie, gdzie przeważały gleby pływowe, potwierdziła dystrybucję łu w poziomach profilu (maksymalna jego zawartość w poziomie iluwialnym) przy zwiększeniu zawartości frakcji piaszczystej w poziomie próchnicznym. Różnica udziału łu w poziomach próchnicznym i iluwialnym w dąbrowach klonowo-lipowych wynosi około 7%, natomiast w jesionowo-lipowych – 4%. Istotność różnicy przy 1% poziomie istotności została ustalona dla frakcji grubego piasku w próchniczno-iluwialnym poziomie (E) i w skałe macierzystej (C) ($F_{\varphi}=100, 252$; przy $F_{1\%}=99,1$). Przy 5% poziomie istotności różnica średnich jest istotna dla frakcji o średnicy 1–0,25 mm i 0,25–0,05 mm w lessie, frakcji 0,01–0,005 mm – w poziomach próchnicznym A i wmywania B, frakcji 0,005–0,001 mm w poziomach B i C_k, frakcji gliny w poziomach A i E ($F_{\varphi}=21, 87$; przy $F_{5\%}=19,0$).

Oprócz składu granulometrycznego zbadano także odczyn gleb, który odgrywa ważną rolę w rozwoju i życiu roślin. Produkcyjność większości gatunków drzewiastych jest największa na glebach o odczynie od słabo kwaśnego do słabo zasadowego. Gleby w badanych typach lasu miały odczyn słabo kwaśny w poziomie próchnicznym, który wzrastał wraz z głębokością i w lessowej skałe macierzystej był alkaliczny. Ogólnie w profilu glebowym pH wynosiło 4,3–8,6 ($n=69$), a w skałe macierzystej – 7,95–8,55 (ryc. 3).

Słabo kwaśny odczyn górnych poziomów gleby jest spowodowany mineralizacją fitodetritu i metabolizmem korzeni. Procesy te zapewniają dopływ swobodnych kwasów, które lekko dysocjują na jony, zwiększając kwasowość odczynu glebowego, co z kolei powoduje umiarkowane wymywanie zasad, czyli także przyspiesza zwiększenie kwasowości górnych poziomów gleby.



Rycina 3. Wielkość pH w profilu gleb pływowych:

A – poziom próchniczny, C – skała macierzysta
Figure 3. The pH value in the soil profile: A – humus horizon, C – parent material

Rezultaty badań wskazują, że w dąbrowach o różnym stopniu produktywności odczyn gleb jest podobny.

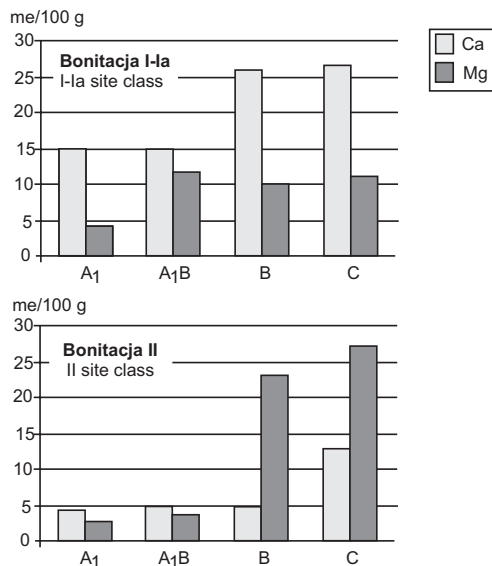
Odczyn gleb uwarunkowany jest proporcją jonów wodorowych i wodorotlenowych. Jony wodorotlenowe są obecne w glebie wskutek hydrolizy soli mineralnych, przeważnie wapnia, magnezu, potasu i sodu, których formy wymienne składają się na kompleks sorpcyjny. Wiadomo, że w kompleksie sorpcyjnym gleb węglano-

wych, zwłaszcza na lessach, dominuje wapń, a zawartość innych kationów jest znacznie mniejsza, chociaż rezultaty badań wskazują, że w dąbrowach o różnym stopniu produktywności zawartość kationów wymiennych w glebach na lessach jest istotnie różna. Kompleks sorpcyjny gleb w wysokoprodukcyjnych dąbrowach charakteryzuje się znaczną zawartością wapnia, która wynosi średnio 21,5 me/100 g gleby, i małą zawartością magnezu, która wynosi 7 me/100 g gleby. Najmniej jest kationów potasu, których średnia zawartość wynosi 4,4 me/100 g gleby. Taki kompleks sorpcyjny jest charakterystyczny dla całego profilu glebowego, jedynie w poziomie próchnicznym jest nieznacznie mniejsza koncentracja tych kationów (ryc. 4).

W dąbrowach II klasy bonitacji kompleks sorpcyjny gleb wyróżnia się przede wszystkim istotnie mniejszą zawartością wapnia i potasu i znaczną zawartością magnezu. Średnia zawartość wymiennego wapnia (4,2 me/100 g gleby) jest tutaj ponad pięciokrotnie mniejsza niż w dąbrowach I-Ia klas bonitacji (21,9 me/100 g gleby), potasu prawie siedmiokrotnie większa (odpowiednio 4,7 i 0,69 me/100 g gleby), a magnezu blisko trzykrotnie większa (odpowiednio 19,3 i 7,2 me/100 g gleby). Z powyższego wynika, że wśród kationów wymiennych dominuje tutaj już nie wapń (jak w glebach wysokoprodukcyjnych dąbrow), lecz magnez, chociaż sumaryczna zawartość wapnia i magnezu jest prawie taka sama, jak w glebach wysokoprodukcyjnych dąbrow – 23,9 me/100 g gleby.

W drzewostanach dębowych II klasy bonitacji udział kationów wymiennych w glebie jest różny od udziału tych kationów w glebie w drzewostanach I-Ia klas bonitacji. Udział wapnia w glebie, jednego z najważniejszych kationów, w wysokoprodukcyjnych drzewostanach zbliża się do optymalnego i wynosi 61%, natomiast w mniej produkcyjnych drzewostanach jest istotnie mniejszy – i wynosi 17%, przy znacznym udziale magnezu – do 80% (ryc. 5).

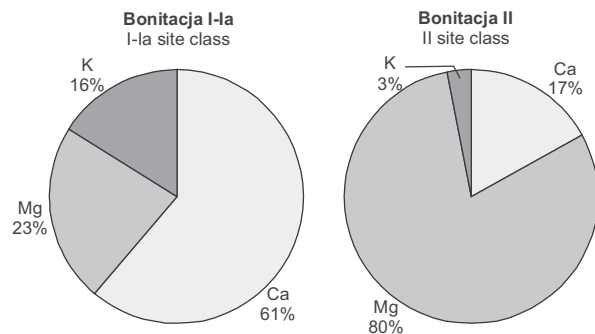
Wnioskować można, że znacznie mniejszy udział wymiennego potasu i wapnia w glebach leśnych w warunkach lasu świeżego, uwzględniając ich wyjątkowo ważną rolę dla wzrostu i rozwoju drzewostanów dębowych, może być jedną z przyczyn mniejszej produktywności drzewostanów dębowych. Rezultaty badań wyraźnie potwierdzają tezę Pogrebniaka (1949) i Remezova (1965), że w jednakowych warunkach wilgotnościowych produktywność drzewostanów dębowych w znacznym stopniu zależy od zawartości w glebach wapnia. Wyższa zawartość wymiennego magnezu w glebach świeżej dąbrowy II klasy bonitacji, przejawiająca się szczególnie w dolnej części profilu glebowego, jest pochodną, przede wszystkim, składu chemicznego skały macierzystej.



Rycina 4. Zawartość Ca^{2+} i Mg^{2+} w kompleksie sorpcyjnym poszczególnych poziomów profilu glebowego w drzewostanach dębowych o różnej produktywności:

A₁ – poziom próchniczny, A₁B – próchniczno-iluwalny, B – wmywania, C – skała macierzysta

Figure 4. Ca^{2+} and Mg^{2+} contents in the adsorption complex in individual horizons of the soil profile in oak stands with a different productivity: A₁ – humus, A₁B – humus-illuvial, B – inflow, C – parent material



Rycina 5. Udział wapnia, magnezu i potasu w kompleksie sorpcyjnym gleb w drzewostanach dębowych o różnej produktywności

Figure 5. The percentage share of calcium, magnesium and potassium in the adsorption complex of soils in the oak stands with a different productivity

W warunkach lasu świeżego, na lessach nasyconych związkami magnezu można oczekiwać drzewostanów dębowych o bonitacji o I klasę niższej. Natomiast lessy nasycone węglanami wapnia sprzyjają kształtowaniu dąbrowy wysokoprodukcyjnej.

4. Wnioski

1. Skała macierzysta (lessy) oraz gleba pod drzewostanami II klasy bonitacji odznaczają się składem granulometrycznym o większej zawartości części spławialnych, a także bardziej aktywnym przebiegiem procesu eluwalnego, niż gleby pod drzewostanami I–Ia klasy bonitacji.

2. Odczyn gleb dąbrów o różnym stopniu produktywności jest podobny i kształtuje się od słabo kwaśnego w poziomie próchnicznym do alkalicznego w poziomie skały macierzystej.

3. W dąbrowach II klasy bonitacji w kompleksie sorpcyjnym gleb przeważa Mg^{2+} , a w dąbrowach wysokoprodukcyjnych – Ca^{2+} . W dąbrowach II klasy bonitacji zawartość Ca^{2+} w glebie jest ponad pięciokrotnie mniejsza, a K^+ – siedmiokrotnie, niż w dąbrowach I–Ia klasy bonitacji.

4. W dąbrowach II klasy bonitacji proporcja Ca:Mg w glebie wynosi 1:5 (a optymalna proporcja Ca:Mg wynosi 3:1) i odpowiada obserwowanej w glebach wysokoprodukcyjnych dąbrów I–Ia klas bonitacji.

5. Gleby lasów dębowych lasostepu lewobrzeżnej Ukrainy ukształtowane na lessach z przewagą magnezu tworzą gorsze warunki wzrostu drzewostanów niż gleby na lessach nasyconych wapniem. Dużej zawartości

związków magnezu może towarzyszyć obniżenie bonitacji drzewostanów dębowych o jedną klasę.

Literatura

- Agrochimičeskie metody issledovanija počv. 1975. Moskva, Nauka.
- Anuchin N.P. 1977. Lesnaja taksacija. Moskva, Lesnaja promyšlennost'.
- Arinuškina V. E. 1970. Rukovodstvo po chimičeskomu analizu počv. Moskva, Izd. MGU.
- Vorob'ev D. V. 1953. Tipy lesov Evropejskoj časti SSSR. Kiev, Izd. AN USSR.
- Migunova E. S. 1983. Lesa i lesnye zemli (količestvennaja ocenka vzaimosvjazej). Moskva, Ekologija.
- Ostapenko B. F. 2002. Lisova typologija. w: Naučal'nyj posibnyk. (red. B. F. Ostapenko, V. P. Tkač). H.D.A.U. im. V.V. Dokučajeva. Charkiv. Ukrain's'kyj ordena «Znak Pošany» naukowo-doslidnyj instytut lisovogo gospodarstva ta agrolisomelioratsiji im. G.M. Vysoc'kogo.
- Pogrebniak P. S. 1949. Doslidženja gruntiv i korenevych system u dibrovach. *Praci Instytutu Lisivnyctva*, 1: 10–67.
- Polupan N. I. (red.). 1981. Polevoj opredelitel' počv. Kiev, Urožaj.
- Polupan N. I. 2005. Vyznačnyk ekologo-genetyčnogo statusu ta rodjučosti gruntiv Ukrainy. w: Naučal'nyj posibnyk (red. N.I. Polupan, V. B. Solovej, V. I. Kysil', V. A. Velyško). Kyjiv, Koloobig.
- Remezov N. P. 1965. Lesnoe počvovedenie. Moskva, Lesnaja promyšlennost'.
- Samojlova E. M. 1983. Počvoobrazujuščie porody. Moskva, Izd-vo Mosk. Un-ta.
- Vadjunina A.F. 1961. Metody issledovanija fizičeskich svojstv počv i gruntov. Ėoskva, Vysšaja škola.

