

Mady w podziałach rolniczych i ich wartość użytkowa w Polsce

Bożena Smreczak^{1*}, Jan Jadczyzyn¹, Aleksandra Ukalska-Jaruga¹, Jacek Niedźwiecki¹,
Sylwia Pindral¹, Dariusz Gregoliński², Magdalena Łysiak¹

¹Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Gleboznawstwa Erozji i Ochrony Gruntów,
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy

²Polskie Stowarzyszenie Klasyfikatorów Gruntów, ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy

* Autor korespondencyjny: dr hab. Bożena Smreczak, prof. IUNG-PIB, bozenas@iung.pulawy.pl, ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-8972-8636>

Streszczenie

Received: 2023-11-08
Accepted: 2024-05-29
Published online: 2024-05-29
Associated editor: Józef Chojnicki

Słowa kluczowe:

Mady
Użytki rolne
Mapa glebowo-rolnicza

Celem pracy jest przedstawienie podziałów mad użytkowanych rolniczo, analiza udziału tych gleb w rolniczej przestrzeni produkcyjnej i funkcji jakie pełnią na użytkach rolnych. Publikacja zawiera także charakterystykę niektórych właściwości fizyczno-chemicznych tych gleb w podziale na kategorie agronomiczne oraz kategorie użytków gruntowych. W artykule wykazano, że w rolnictwie, w odniesieniu do mad dominują określenia wypracowane przez gleboznawców polskich przed II wojną światową oraz w wczesnym okresie powojennym obejmującym opracowanie tabeli klas gruntów oraz instrukcji w sprawie wykonania map glebowo-rolniczych w skali 1:5000 i 1:25000. Analiza zasięgów występowania mad na obszarach rolniczych przeprowadzona w oparciu o dane z cyfrowej mapy glebowo-rolniczej w skali 1:25 000 wykazała, że stanowią one 7,9% użytków rolnych ogółem. Wśród mad dominują mady właściwe, a ich udział w ogólnej powierzchni tych gleb stanowi 96,1%. Największy areał mad użytkowanych rolniczo występuje w dorzeczu Wisły (63,5%) oraz Odry (35,8%). Ponad 25% mad na terenach nizinnych i wyżynnych została zaliczona do gruntów ornych 1 i 2 kompleksu rolniczej przydatności gleb, a 10,8% do kompleksu 10 w terenach górskich. Ponad 13% mad tworzy siedliska bardzo dobre i dobre (1z) dla łąk trwałych i pastwisk trwałych. Wartości odczynu w warstwie 0–20 cm mad zlokalizowanych na gruntach ornych (GO) i trwałych użytkach zielonych (TUZ) mieszczą się w szerokim przedziale od 3,8 do 8,0. Odnotowano, że w GO zawartość form przyswajalnych dla roślin jest bardzo wysoka dla fosforu (P) oraz średnia dla potasu (K) i magnezu (Mg), a dla TUZ mieści się dla P, Mg i K odpowiednio w klasach zawartości: bardzo wysoka, wysoka i niska. Mady użytkowane rolniczo nie tylko pełnią w środowisku funkcję produkcyjną, ale też retencyjną i siedliskową, dlatego część z nich została włączona do sieci Natura 2000.

1. Wstęp

Mady zostały wyróżnione po raz pierwszy w krajowych klasyfikacjach gleb w XIX wieku. Jednak wiele określeń, które są stosowane do chwili obecnej w podziałach mad użytkowanych rolniczo w Polsce oraz innych typów gleb wywodzi się z wieków poprzednich. Jak podaje Strzemiński (1947) pierwsze podziały wynikały z obserwacji przydatności gleb dla rolnictwa i dotyczyły głównie ich warstwy powierzchniowej i podpowierzchniowej. Jednym z pierwszych uczonych, który zaproponował podział gleb z uwzględnieniem wiedzy stosowanej w praktyce rolniczej był Teofrast z Eresium (Strzemiński, 1947). Dzielił on gleby m.in. na: „bezpróchnicze” i „próchnicze” (tzw. tłuste, które posiadały warstwę podglebia, tj. „warstwę tłuszczu” zapoatrującą rośliny w składniki pokarmowe), „rzadkie” i „gęste”, „ciężkie” i „lekkie”, „zbite” i „luźne” lub „sypkie” oraz „suche”, „wilgotne”, „błotniste” i „bagienne”. Columella przedstawił inny podział gleb, który również odnosił się do ich jakości dla rolni-

ctwa (Strzemiński, 1947). Według teorii Columelli najważniejsze znaczenie miały trzy grupy cech kontrastowych określających przydatność gleb: „tłusta” lub „chuda”, „mocna” (zbita, zwięzła) lub „luźna” albo „pulchna”, „sucha” lub „wilgotna”. Inne cechy uwzględnianie w podziałach gleb wprowadził Fallou, który był jednym z przedstawicieli tzw. szkoły geologiczno-petrograficznej (Strzemiński, 1947). Elementy z klasyfikacji Fallou, jak na przykład podział gleb na podgatunki ze względu na uziarnienie, zostały wprowadzone do późniejszych krajowych podziałów m.in. mad (Strzemiński, 1947; Białousz, 2021). Klasyfikacja zaproponowana na początku XIX w. przez Dokuczajewa i jego uczniów dała początek nowemu spojrzeniu na kształtowanie się gleb z uwzględnieniem czynników glebotwórczych (Strzemiński, 1947; Białousz, 2021). Na bazie tych zapatrywań powstała tzw. szkoła genetyczna. Dokuczajew podzielił gleby na trzy klasy: gleby normalne (strefowe), gleby przejściowe (śródstrefowe) i gleby anormalne (niestrefowe) (Strzemiński, 1947; Białousz, 2021). W klasie gleb anormalnych autor wyróżnił trzy typy gleb: błotne, aluwialne

i eoliczne (Strzemiński, 1947). Typ gleby aluwialne obejmował współczesne mady.

Postęp wiedzy światowej kształtował poglądy gleboznawców krajowych zajmujących się badaniem i opisem zasobów glebowych na przestrzeni XIX i XX w. Odrębny charakter gleb madowych, nazywanych inaczej glebami mulistymi, namułami, glebami aluwialnymi lub madami, jako jeden z pierwszych gleboznawców polskich opisał Jastrzębowski (Miklaszewski, 1912; Strzemiński, 1980). Jastrzębowski zaliczał gleby madowe do kategorii „zwietrzelin osadzonych poza miejscem powstania”, które tworzą się współcześnie z osadów rzecznych. Tereny, na których występują takie gleby, Jastrzębowski wskazał Powiśle i Żuławy (Strzemiński, 1980). Małowski wydzielał „grunta napływowe, wodą naniesione i osadzone” (Białousz, 2021), a Miklaszewski (1935) w autorskiej klasyfikacji (prowizorycznej) gleb Polski, opisaną w książce pt. „Rozpoznawanie gleb w polu” wydanej przez Towarzystwo Oświaty Rolniczej i dedykowanej rolnikom, ogrodnikom, meliorantom, taksatorom oraz komisjom: parcelacyjnej, scaleniowej i podatkowej” zalicza mady do działu gleb krzemianowych i dwóch grup, tj. „gleb bez wyraźnej gliny koloidalnej” oraz „gleb z wyraźną gliną koloidalną” (Miklaszewski, 1935; Słownik, 1967). Do pierwszej grupy „gleb bez wyraźnej gliny koloidalnej” i podgrupy „gleb pyłowych równoziarnistych” Miklaszewski (1935) zaliczył dwa typy: madę naspę i madę chudą, a do grupy „gleb z wyraźną gliną koloidalną” i podgrupy „gleb równoziarnistych” oraz grupy mad, jeden typ: madę tłustą (pyłową). W tym samym opracowaniu przyjmując skład granulometryczny i wiek aluwii jako kryterium wydzielenia mad, Miklaszewski (1935) wyróżnia madę piasek, madę naspę, madę chudą, madę mocną, madę łośwatą tłustą oraz madę świeżą. Białousz (2021) wyjaśnia, że klasyfikacja Miklaszewskiego zawierała bardzo dużo lokalnych nazw gleb, także w odniesieniu do mad m.in. w celu przybliżenia wiedzy gleboznawczej rolnikom. W 1938 r. Mieczynski zaproponował autorski podział gleb na sześć typów, w tym na gleby niewykształcone, w których jako odmiany wydzielił: gleby pierwotne (odpowiadające dzisiejszym madom), gleby górskie, gleby eluwialne i gleby deluwialne. Miklaszewski (1912) i Mieczynski (Mapa, 1935) wydali także mapy gleb w różnych skalach. W legendzie do Mapy gleboznawczej Królestwa Polskiego w skali 1:1 500 000, opracowanej i wykreślonej na podstawie badań własnych, Miklaszewski zalicza mady (namuły) do jednostki kartograficznej aluwium obejmującej poza madami także żwiry, piaski, torfy i bagna (Miklaszewski, 1912). W legendzie do Mapy gleb Województwa Lubelskiego w skali 1:300 000 wykonanej pod kierownictwem Mieczynskiego mady zostały wyodrębnione jako oddzielna jednostka glebowa obejmująca mady glinkowate i mady piaszczyste (Mapa, 1935). Zdaniem Białousza (2021) umiejętne połączenie przez Miklaszewskiego idei tzw. szkoły geologiczno-petrograficznej oraz tzw. szkoły genetycznej dało podwaliny do budowy przedwojennego i powojennego systemu klasyfikacji gruntów (KG), w którym w sposób opisowy zostały przedstawione główne cechy gleb rozpoznawane w terenie pozwalające nadać wartość gruntom. W tabeli klas gruntów z 1935 r. (Ustawa, 1935) wśród gleb występujących na gruntach ornych w klasie I były scharakteryzowane m.in. „mady chude, średnio ciężkie, położone tak wysoko, że nie zamakają podczas wylewów rzeki, w dolinie której leżą.

Warstwa mady gruba co najmniej na 1 m, spoczywa na podłożu piaszczystym”. W klasie II tej samej kategorii użytków gruntowych zostały opisane „mady chude (o ile nie są z materiału karpackiego), średnio ciężkie, zamakające na krótki okres podczas wylewów. Grubość mady co najmniej 1 m. W podłożu piasek”.

Po II wojnie światowej zaistniała potrzeba wykonania opracowań kartograficznych dla celów ewidencji gruntów i budynków, lepszego wykorzystania zasobów glebowych kraju, przeprowadzenia rejonizacji i planowania produkcji rolniczej oraz wykonania prac urządzeniowo-rolnych, co zaowocowało sporządzeniem mapy klasyfikacyjnej w skali 1:5 000 (MK5) (Instrukcja, 1956) oraz mapy glebowo-rolniczej (MGR) w skali 1:5 000 (MGR5), mapy glebowo-rolniczej w skali 1:25 000 (MGR25) i mapy glebowo-przyrodniczej w skali 1:25 000 (MGP25) (Instrukcja, 1965; Jadczyński i Smreczak, 2017). MK5 stanowi mapę do celów prawnych (Obwieszczenie, 2022), a mapy glebowo-rolnicze w różnych skalach są do chwili obecnej szeroko wykorzystywane do analizy materiałów archiwalnych w pracach z zakresu gleboznawczej klasyfikacji gruntów (GKG) i ocenach rolniczej przestrzeni produkcyjnej (RPP).

Na MK5 mady są wyróżniane jako odrębne jednostki glebowe w randze typów, a na MGR5 oraz MGR25 w randze typów i podtypów. Ze względu na bardzo duże zróżnicowanie mad w warunkach terenowych dla tych gleb, na przykład w treści MGR25, zostały przyjęte bardziej szczegółowe podziały m.in. w oparciu o uziarnienie, kategorię agronomiczną gleb czy miąższość profilu glebowego. Część podziałów proponowanych dla mad przed i po II wojnie światowej, które były wykorzystywane do opracowania map gleb Polski w różnych skalach, nie znalazła zastosowania w klasyfikacji gruntów i w legendzie do mapy glebowo-rolniczej. Celem pracy jest przedstawienie podziałów mad użytkowanych rolniczo, analiza udziału tych gleb w rolniczej przestrzeni produkcyjnej i funkcji jakie pełnią na użytkach rolnych. Publikacja zawiera również charakterystykę właściwości fizyczno-chemicznych mad opracowaną z wykorzystaniem danych z badań zleconych IUNG-PIB przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi w latach 2014–2018.

2. Rozpoznawanie w warunkach terenowych i podziały mad

Jedne z pierwszych opisów mad wyjaśniające rolnikom i kartografom budowę tych gleb pochodzą z opracowania Miklaszewskiego wydanego w 1912 r. Autor wskazywał, że cechą charakterystyczną dla mad „młodych” jest barwa posiadająca wszystkie odcienie szarości, natomiast mady „stare”, w których zachodzą procesy glebotwórcze mogą mieć barwę od żółtej do brudnoczerwonej, ale wszystkie posiadają ton oliwkowy barwy „havana” (Miklaszewski, 1912). Miklaszewski (1912) w bardzo prosty sposób tłumaczył odbiorcom, że profile mad „w przekroju przypominają salceson”, a ze względu na duże zróżnicowanie jakości i ilości namułów niesionych przez rzeki, gleby te charakteryzują się dużą zmiennością w krajobrazie i trudnością w kartowaniu w skali lokalnej i regionalnej (Miklaszewski, 1912). Różnorodność właściwości mad podkreślił też Tomaszewski proponując nazywanie ich kompleksami madowymi w rozumieniu grupy typów i podtypów o względnie trwałej fazie rozwoju (za

Ligęza, 2016). Musierowicz (1956) charakteryzując mady, opisał je jako gleby zalewane w trakcie wiosennych i letnich wylewów rzek, namulane współczesnymi osadami rzecznyymi i charakteryzujące się warstwowaniem w profilu glebowym. Zróżnicowanie pomiędzy warstwami osadzanego materiału glebowego uwidocznione w morfologii mad jest wynikiem epizodów zalewowych (Musierowicz, 1956; Zawadzki, 1995; Falkowski i Falkowska, 2010; Kabała i in., 2011; Ligęza, 2016). Skład granulometryczny określonej warstwy namulów jest jednakowy i może mieć miąższość od kilku milimetrów do kilkunastu centymetrów (Zawadzki, 1995). Warstwowanie materiału drobnoziarnistego jest lepiej uwidocznione w madach o uziarnieniu piasków, natomiast w madach o drobniejszym uziarnieniu na przykład pyłów łatwe do identyfikacji są warstwy piasków, a trudne do odróżnienia warstwy materiału drobnego. Na zróżnicowanie uziarnienia warstw budujących mady wpływa wiele czynników, w tym rodzaj pokrywy glebowej terenów przez które płyną rzeki, stopień rozdrobnienia transportowanego materiału, odcinek biegu rzeki i energia jej przepływu oraz ukształtowanie obszaru podlegającego zalewom. Ważne jest również wypiętrzenie równiny zalewowej ponad poziom wody pełnokorytovej, czas stagnowania wód zalewowych, mikrorzeźba terenu, a także sposób jego użytkowania i istniejące melioracje (Musierowicz, 1956; Zawadzki, 1995; Kabała i in., 2011; Ligęza, 2016; Kawalko i in., 2022). Mady tworzące się w dolinie tej samej rzeki lub w dolinach różnych rzek charakteryzuje bardzo duża różnorodność i zmienność, na którą wpływają procesy m. in. transportu, segregacji i sedymentacji materiału aluwialnego (Zawadzki, 1995; Falkowski i Falkowska, 2010; Ligęza, 2016). Ze względu na uziarnienie i położenie w biegu rzeki Zawadzki (1995) wyróżnia dwa rodzaje rzecznych osadów aluwialnych, z których powstają mady, tj. osady na tarasach zalewowych rzek oraz osady delt. Częstki mineralne o największych średnicach ($\phi > 1$ mm), pozostają w górnym biegu rzek, natomiast częstki o mniejszych rozmiarach ($\phi \leq 1$ mm) są osadzane w ich środkowym i dolnym odcinku. Potwierdzają to współczesne badania Chojnickiego (2022), który zanotował, że w profilach gleb zlokalizowanych w środkowym biegu Wisły przeważało uziarnienie gliny lekkiej, natomiast w zlokalizowanych na Żuławach dominowało uziarnienie pyłu ilastego.

Bliżej nurtu rzeki ulegają sedymentacji częstki o większych wymiarach, natomiast w dalszej odległości częstki mniejsze (Zawadzki, 1995; Falkowski i Falkowska, 2010; Ligęza, 2016). W opracowaniach m.in. Miklaszewskiego (1912) i Musierowicza (1956) została wskazana sekwencja występowania mad w terenie w zależności od uziarnienia. Najbliżej koryta rzeki położone są mady (tzw. naspy), charakteryzujące się dużą zawartością piasku gruboziarnistego, następnie mady tzw. chude zawierające małą zawartość frakcji ilastej, a w większej odległości od koryta rzeki tworzą się mady tzw. tłuste ze względu na stagnowanie wód zalewowych niosących namuły zawierające częstki o małych średnicach ($\phi < 0,01$ mm). Żwirry i piaski nadrzeczne (tzw. naszory), które charakteryzują się silnym przesortowaniem i nie zawierają warstw namulów o drobniejszym uziarnieniu stanowią rolnicze nieużytki i nie były zaliczane do mad. Z częstek najdrobniejszych tworzą się osady delt zawierające dużą ilość łu koloidalnego ($\phi < 0,002$ mm), nawet ponad 50% (Zawadzki, 1995; Orzechowski i in., 2022; Chojnicki, 2022). Jak podaje Choj-

nicki (2022) w profilach gleb zlokalizowanych w środkowym biegu Wisły zawartość łu koloidalnego wahała się w granicach od 0 do 35%, a w próbkach gleb pobranych z profili mad zlokalizowanych na Żuławach zawartość łu koloidalnego wynosiła 10–54%. Podobny przedział zawartości (9–49%) tej frakcji w madach Żuław Wiślanych oznaczyli Orzechowski i in. (2022).

Zróżnicowanie uziarnienia w zależności od odległości od koryta rzeki zostało potwierdzone we współczesnych badaniach Ligęzy (2016), który dokonał analizy właściwości mad wiślanych z okolic Puław. Najbardziej różnorodnie pod względem uziarnienia były profile położone do 50 m od rzeki, natomiast mniejsze zróżnicowanie wykazywały mady znajdujące się w odległości 50–75 m i ponad 100 m od jej koryta. Najniższym udziałem piasku (20%) charakteryzowały się próbki pobrane na madach w odległości 25–50 m oraz >100 m, natomiast najwyższym (100%) próbki z punktów kontrolnych zlokalizowanych przy Wiśle (0–50 m). Z badań Ligęzy (2016) także wynika, że w odległości do 50 m od koryta rzeki wśród aluwii występował materiał o uziarnieniu od piasków luźnych do pyłów ilastych z przewagą piasków, glin piaszczystych i pyłów. W odległości do 75 m i 75–100 m osadzone materiały wykazywały uziarnienie drobniejsze odpowiednio glin lekkich i glin zwykłych.

Po zakończeniu II wojny światowej najważniejszym zadaniem, które stało przed gleboznawcami było wykonanie map gleb Polski w jej nowych granicach z przeznaczeniem na różne cele. Część pokrywy glebowej kraju była dobrze rozpoznana i udokumentowana, pozostała wymagała przeprowadzenia dodatkowych badań oraz opracowania legendy do wykonania map. Wiele uwagi podziałom mad poświęcił Rytelewski (1965) badając profile glebowe w dolinie rzeki Łyny. Rytelewski (1965) w zaproponowanym podziale wyróżnił trzy typy mad: darniowe, glejowe i próchniczne. W zależności od udziału próchnicy wśród mad darniowych zostały wyróżnione dwa podtypy, tj. mady darniowe właściwe (poniżej 5% próchnicy) i mady darniowe próchniczne (powyżej 5% próchnicy). W odniesieniu do nasilenia procesu glejowego Rytelewski (1965) dzielił mady glejowe na dwa podtypy, tj. mady mułowo-mineralne (zawierające poniżej 15% części organicznych) i mady mułowo-organiczne (zawierające powyżej 15% części organicznych), a w typie mady próchniczne (czarne ziemie) wyróżnia w randze podtypów mady próchniczne właściwe (czarne ziemie właściwe) i mady próchniczne zdegradowane (mady szare).

W okresie powojennym do opracowań kartograficznych zostały wprowadzone podziały gleb zaproponowane w Projekcie klasyfikacji gleb Polski (1955) i Przyrodniczo-genetycznej klasyfikacji gleb Polski (1956), a następnie zmodyfikowane i dostosowane do tematyki i skali map. Zaproponowane podziały mad były oparte na różnych założeniach i poglądach i uwzględniały ich pochodzenie (mady rzeczne i mady morskie), podtypy (mady początkowego stadium rozwojowego o niewykształconym profilu, mady brunatne, mady próchniczne, mady zbielicowane, mady deluwialne), lokalizację (mady terenów równinnych, wyżynnych i nizinnych, mady terenów równinnych współczesnych tarasów rzecznych, mady górskie), wartość użytkową (mady bardzo dobre i dobre, mady średnie, mady słabe), skład granulometryczny (mady bardzo lekkie, mady lekkie, mady średnie i mady ciężkie) (Instrukcja, 1956).

Mady zbielicowane nie zostały wyszczególnione w opracowaniach kartograficznych dla celów rolniczych. Miklaszewski (1912) opisuje bielice nadrzeczne jako gleby zbudowane z drobnoziarnistego pyłu krzemionkowego, mało zasobnego w składniki pokarmowe, ił koloidalny oraz węglan wapnia. Gleby te były wydzielane głównie pod lasami sosnowymi występującymi na terenach zalewowych, a obecnie są zaliczane do gleb płowych (Białousz, 2021). Marsze także nie występują jako odrębny typ gleb w podziałach rolniczych, natomiast zostały uwzględnione w legendzie do mapy gleb Polski w skali 1: 300 000 pod redakcją Musierowicza (Mapa, 1958). Źródłem namulania w tych glebach jest woda morska. Odróżnienie mad rzecznych od marszy w praktyce nastęrczało wiele trudności, ponieważ namuły morskie mogą być przykryte aluwiami rzecznyymi. Jak podaje Musierowicz (1956) marsze rozpoznawano w terenie na podstawie obecności muszli i resztek fauny morskiej w profilach tych gleb, ale dla celów rolniczych kartowano je razem z madami rzecznyymi. Musierowicz (1956) wyróżniał też mady deluwialne wskazując, że w dolinach rzecznych mogą zachodzić jednocześnie procesy aluwialne i deluwialne. Mady deluwialne zostały wyróżnione w treści MGR25.

W tabeli klas gruntów z 1956 r. (TKG1956) (Rozporządzenie, 1956), opisy mad rzecznych na gruntach ornych terenów wyżynnych i nizinnych oraz terenów górzystych nie zawierały odniesienia do niższych jednostek podziału, a tylko do składu granulometrycznego i stosunków wodnych. Trwałe użytki zielone były podzielone na klasy bonitacyjne, ale nie odpowiadał im podział na typy gleb, podtypy, rodzaje oraz gatunki. W przypadku opisów gleb na użytkach leśnych, TKG1956 zawierała opisy mad występujących na terenach równinowych współczesnych tarasów rzecznych z rozróżnieniem podtypów mad o niewykształconym profilu, mad próchnicznych i mad brunatnych (Rozporządzenie, 1956). Podział mad na podtypy dla pozostałych kategorii użytków gruntowych terenów, wyżynnych i nizinnych został wprowadzony w Komentarzu do tabeli klas gruntów (1963). W tym opracowaniu (Komentarz, 1963) w typie mady wydzielono trzy podtypy, tj. mady o niewykształconym profilu, mady brunatne i mady czarnoziemne. Mady o niewykształconym profilu występują najbliżej nurtu rzeki. W profilach tych gleb zaznacza się wyraźne warstwowanie. Częste namulanie nie pozwala na rozwój procesu brunatnienia, a okresowe stagnowanie wody nie wystarcza do rozwoju procesu darniowego (Zawadzki, 1995; Strzemski i in., 1973). W profilach mad o niewykształconym profilu występują warstwy wyróżniające się ciemną barwą pochodzącą od próchnicy powstałej w wyniku rozkładu darni przykrytej namułami. W profilach glebowych takich mad występuje oglejenie gruntowe o różnym stopniu nasilenia uwidaczniające się na różnej głębokości (Zawadzki, 1995). Mady te rzadko zawierają węglan wapnia, charakteryzują się odczynem obojętnym lub zasadowym i zróżnicowaną zawartością próchnicy, której ilość zależy od uziarnienia tych gleb (Musierowicz, 1956; Chojnicki, 2002; Orzechowski i in., 2022). Mady brunatne tworzą się w większej odległości od koryta rzeki, na starszych tarasach zalewowych, w większości przypadków na stałe odciętych wałami przeciwpowodziowymi od zalewów rzek. Sporadyczne namulanie tych gleb sprawia, że zachodzi w nich intensywne wietrzenie fizyczne, chemiczne i biologiczne. Zawadzki (1995) wskazuje, że poziom brunatnienia w takich glebach powstaje w wyniku rozwoju roślinności powodującej zakwaszenie

i stymulację procesu wietrzenia. Mady brunatne mogą zawierać węglan wapnia, a poziom wody gruntowej w profilach tych gleb ulega bardzo dużym wahaniom w okresie wiosenno-jesiennym. Na wiosnę woda gruntowa może występować już na głębokości 40 cm, a jesienią poziom jej spada poniżej 150–200 cm. Mady czarnoziemne (próchniczne) tworzą się w warunkach okresowego nadmiernego uwilgotnienia, pod wpływem procesu darniowego z udziałem roślinności trawiastej (Strzemski i in., 1973). Warunki hydrologiczne na terenach występowania mad czarnoziemnych nie pozwalają na rozwinięcie się w pełni procesu bagiennego, ale powodują gromadzenie się znacznych ilości próchnicy w górnej części profilu glebowego. Miąższość poziomu akumulacyjnego w takich glebach może osiągać ponad 50 cm. Mady czarnoziemne zawierające dużą ilość części spławialnych, dlatego cechuje je gorsza struktura. Gleby te zaskorupiają się i są na ogół słabo przepuszczalne dla wody.

W Komentarzu do tabeli klas gruntów (1963) mady zostały podzielone na cztery grupy z uwzględnieniem zawartości części spławialnych (średnica cząstek <0,02 mm). W tym podziale wyróżniane były: mady bardzo lekkie (zawierające 0–10% części spławialnych, z przewagą w wierzchnich warstwach namulów o uziarnieniu piasków luźnych i piasków słabo gliniastych), mady lekkie (zawierające 10–20% części spławialnych, z przewagą w powierzchniowych warstwach namulów o uziarnieniu piasków gliniastych lekkich i piasków gliniastych mocnych), mady średnie (zawierające 20–50% części spławialnych, z przewagą w powierzchniowych warstwach namulów o uziarnieniu glin lekkich i glin średnich) oraz mady ciężkie (zawierające >50% części spławialnych, z przewagą w wierzchnich warstwach namulów o uziarnieniu gliny ciężkiej i łu). W zależności od zawartości części pyłowych (średnica cząstek od 0,1 do 0,02 mm) były wydzielane mady pylaste i pyłowe zawierające odpowiednio od 25–40% oraz ponad 40% cząstek pyłu. Z uwzględnieniem miąższości namulów do piaszczystego podłoża dla terenów równinnych, wyżynnych i nizinnych wydzielane były mady płytkie (do 50 cm), średnio głębokie (od 50 do 100 cm) i głębokie (powyżej 100 cm), a w terenach górskich wyróżniano także mady bardzo płytkie o miąższości namulów do 25 cm. W Komentarzu do tabeli klas gruntów (1963) w części dotyczącej trwałych użytków zielonych opisane były w randze typu także mady glejowe, w których oglejenie silne plamiste lub całkowite występuje nie niżej niż 40 cm od powierzchni gruntu i może być widoczne także w poziomie próchnicznym. Z informacji zawartej w Komentarzu do tabeli klas gruntów (1963) wynika, że podział gleb na podtypy miał m.in. na celu zbieranie w warunkach terenowych bardziej szczegółowej informacji do opracowania MGR5 i MGR25 oraz mapy glebowo-przyrodniczej w skali 1 : 25 000 (MGP25) (Jadczyński i Smreczak, 2017). W obowiązującej Urzędowej Tabeli Klas Gruntów (UTKG2012) (Rozporządzenie, 2012) mady na terenach nizinnych i wyżynnych oraz terenach górskich występują w randze osobnego typu, do którego zaliczane są trzy podtypy: mady początkowego stadium rozwojowego, mady brunatne i mady czarnoziemne. Podtypy gleb klasyfikator określa w terenie, a informację w tym zakresie zamieszcza w uwagach na drukach opisów odkrywek glebowych. W UTKG2012 na terenach wyżynnych i nizinnych dla gruntów ornych i lasów mady są oznaczane wielką literą F, a dla łąk trwałych i pastwisk trwałych wielkimi literami FZ lub

FZ(G) w przypadku mad glejowych. Dla gruntów ornych i lasów na terenach górskich do oznaczeń mad stosuje się wielką literę J, a w przypadku łąk trwałych i pastwisk trwałych JZ lub JZ(G) dla mad glejowych górskich.

O wartości gruntów i ich przydatności do produkcji rolnej decyduje szereg parametrów, dlatego w UTKG2012, podobnie jak we wcześniejszych opracowaniach z zakresu klasyfikacji gruntów, stosowane są także inne podziały mad, na przykład ze względu na uziarnienie warstwy próchnicznej lub orno-próchnicznej. Z wykorzystaniem tego kryterium wyróżnia się: mady bardzo lekkie tzw. piaszczyste (0–10% części spławialnych), mady lekkie tzw. chude (10–20% części spławialnych), mady średnie (20–50% części spławialnych) i mady ciężkie oraz bardzo ciężkie tzw. tłuste (powyżej 50% części spławialnych). Mady bardzo lekkie wykazują w poziomie próchnicznym najczęściej uziarnienie piasków słabo gliniastych (ps) oraz piasków słabo gliniastych pylastych (psp), mady lekkie charakteryzują się w poziomie A uziarnieniem piasków gliniastych lekkich (pgl), piasków gliniastych lekkich pylastych (pglp), piasków gliniastych mocnych (pgm) i piasków gliniastych mocnych pylastych (pgmp). Mady średnie i mady ciężkie oraz bardzo ciężkie (ilaste) to gleby zawierające w poziomie orno-próchnicznym odpowiednio pył zwykły (plz), glinę lekką (gl) i glinę lekką pylastą (glp) oraz pył ilasty (pli), glinę średnią (gs), glinę średnią pylastą (gsp), glinę ciężką (gc), glinę ciężką pylastą (gcp), il (i) i il pylasty (ip). Ze względu na zawartość cząstek pyłowych w UTKG2012, podobnie do wcześniejszych opracowań, wyróżnia się także mady pyłowe i pylaste, a do mad nie zalicza się piasków rzecznych występujących najbliżej koryta rzeki, które nie wykazują warstwowania. O wartości rolnej mad decyduje również miąższość warstwy namulów do piaszczystego podłoża na terenach wyżynnych i nizinnych, a w terenach górskich do warstwy otoczków. Mady terenów górskich różnią się od mad terenów wyżynnych i nizinnych większą zawartością piasku oraz części szkieletowych w profilach glebowych, a miąższość warstw namulów do kamienistego podłoża jest znacznie mniejsza. W UTKG2012 wyróżnia się mady bardzo płytkie, płytkie, średnio głębokie i głębokie wykazujące miąższości namulów do piaszczystego lub kamienistego podłoża odpowiednio: do 25 cm, 25–50 cm, 50–100 cm i ponad 100 cm. Charakterystyczną budowę profili glebowych wykazują mady w kotlinach górskich, których miąższość namulów może być większa od zwietrzliny skał, z których wytworzyły się typy gleb ulegające erozji wodnej powierzchniowej. Mady podlegają okresowemu zalewom, dlatego w ocenie gruntów rolnych i leśnych, na których występują mady należy także uwzględnić istniejące zabezpieczenia przed powodzią i urządzenia melioracyjne.

Mady na terenach wyżynnych i nizinnych występują w bardzo szerokim zakresie klas bonitacyjnych, tj. I–VI dla gruntów ornych, z których wyższe klasy nadają się pod sady oraz uprawę warzyw; I–VI dla łąk trwałych i pastwisk trwałych, a w przypadku mad glejowych w klasach III–VI oraz w klasach I–V w lasach tworząc typy siedliskowe takie jak: las łąkowy, ols, ols jesionowy, las mieszany, bór mieszany świeży i bór świeży. W terenach górskich i podgórskich mady położone na gruntach ornych zaliczane są do klas II–VI, w przypadku łąk trwałych i pastwisk trwałych do klas III–V. W UTKG2012 nie zostały opisane mady występujące pod lasami w terenach górskich. Mady początkowe

go stadium rozwojowego odpowiadające madom o niewykształconym profilu podlegają wiosennym i letnim zalewom, dlatego w większości są przeznaczane na łąki trwałe i pastwiska trwałe, podobnie jak część mad brunatnych i czarnoziemnych.

W Instrukcji w sprawie wykonania map MGR5 i MGR25 oraz mapy MGP25 (Instrukcja, 1965) znalazła się propozycja oznaczania wszystkich mad wielką literą F niezależnie od obszaru ich występowania (tereny wyżynne i nizinne oraz tereny górskie). Na przykład w treści MGR25 wyróżniane były także podtypy mad oznaczane odpowiednimi małymi literami alfabetu lub nie stosowano dla tych gleb dodatkowych oznaczeń. Madom o niewykształconym profilu odpowiadał symbol F, madom brunatnym i madom czarnoziemnym były przypisane odpowiednio symbole Fb i Fc, a Fd i FG to symbole oznaczające kolejno mady deluwialne oraz mady glejowe. W treści MGR25 występują oznaczenia mad odnoszące się do kategorii agronomicznej tych gleb, a przedziały zawartości części spławialnych dla tych kategorii różnią się od stosowanych w gleboznawczej klasyfikacji gruntów (Rozporządzenie, 2012). Na MGR25 zostały wyróżnione mady bardzo lekkie (zawartość części spławialnych od 0 do poniżej 5%), mady lekkie (zawartość części spławialnych od 5 do poniżej 10%), mady średnie (zawartość części spławialnych od 10 do poniżej 35%), mady ciężkie (zawartość części spławialnych od 35 do poniżej 50%) i mady bardzo ciężkie (zawartość części spławialnych powyżej 50%), którym odpowiadają oznaczenia małymi literami alfabetu pisanyymi łącznie z wielką literą F, kolejno: Fbl, Fl, Fs, Fc i Fbc. Z treści MGR25 można także wyczytać uziarnienie mad zapisane symbolem odpowiedniej grupy granulometrycznej na przykład Fgsp (mady wytworzone z gliny średniej pylastej) czy Fpli (mady wytworzone z pyłu ilastego). Zróżnicowanie tych zapisów może wynikać z potrzeby generalizacji konturów glebowych ze skali MGR5 do MGR25 lub z różnorodności namulów i trudności w ich kartowaniu na co już zwracał uwagę Musierowicz (1956). MGR25 zawiera także informację o miąższości utworów aluwialnych i ich zróżnicowaniu w profilu glebowym. Namuły zaliczane do różnych grup granulometrycznych mogą zalegać jedne na drugich bardzo płytko (0–25 cm), płytko (0–50 cm), średnio głęboko (50–100 cm) i głęboko (100–150 cm), co odpowiada kolejno oznaczeniu: jedną kropką (.), dwiema kropkami (:) i trzema kropkami (:) (Instrukcja, 1965). Znak „~” przy opisie mad oznacza, że podlegają one zalewom rzeczonym. Należy dodać, że zostały opracowane tabele korelacji między typami gleb wymienionymi w przepisach prawa z zakresu GKG oraz legendzie do MGR25, a 6 wydaniem Systematyki gleb Polski (SgP6) (Systematyka, 2019). Szczegółowe informacje w tym zakresie zawierają publikacje Świtoniak i in. (2019) oraz Smreczak i Łachacz (2019). Tabelę korelacji pomiędzy jednostkami glebowymi zapisanymi w GKG a SgP6 (Systematyka, 2019) zawierają także Szczegółowe zasady wykonywania gleboznawczej klasyfikacji gruntów (Bartmiński i in., 2020). Zgodnie z informacją zawartą w tym opracowaniu klasyfikatorzy gruntów mogą posługiwać się klasyfikacją uziarnienia gleb (PTG, 2009) i obowiązującą SgP6 (Systematyka, 2019) oraz podawać przynależność opisanych gleb do właściwego rzędu, typu, podtypu i odmiany zamieszczając te informacje w części „Uwagi” znajdującej się w opisie odkrywki glebowej. W opracowaniu dla klasyfikatorów gruntów mady początkowego stadium rozwojowego, mady brunatne, mady próchniczne

oraz mady glejowe zostały zaliczone kolejno do: mad właściwych (SF), mad brunatnych (BF), mad czarnoziemnych (CF) oraz gleb gruntowo-glejowych (GF) (Bartmiński i in., 2020). W badaniach innych autorów (Chojnicki, 2022; Kawałko i in., 2022) mady użytkowane rolniczo były zaliczane według SgP6 (Systematyka, 2019) w większości do gleb gruntowo-glejowych, mad brunatnych, mad próchnicznych i mad rdzawych. Według klasyfikacji WRB z 2015 roku (WRB, 2015) gleby te reprezentowały: Fluvisols (Kawałko i in., 2022; Orzechowski i in., 2022), Cambisols (Kawałko i in., 2022; Orzechowski i in., 2022), Phaeozems (Orzechowski i in., 2022) i Gleysols (Kawałko i in., 2022).

3. Udział mad w rolniczej przestrzeni produkcyjnej

Analiza powierzchni mad i ich udziału w RPP była wykonana na podstawie informacji z cyfrowej MGR25. Do analiz zostały włączone wszystkie kontury gleb oznaczone literami F, Fb, Fc, Fd oraz FG zaliczane do różnych kategorii użytków gruntowych, także do lasów (Ls) i terenów zabudowanych (Tz). Łączna powierzchnia mad na MGR25 wynosiła 1 636 325 ha, co stanowiło 7,9% gleb użytkowanych rolniczo ogółem, wydzielonych na mapie w tej skali. Zdecydowana większość mad, tj. 1 573 186 ha została zaliczona do podtypu mady początkowego stadium rozwojowego, co stanowi ponad 96,1% mad ogółem (Tab. 1). Największą powierzchnię z pozostałych typów i podtypów zajmowały mady glejowe (FG) 55 013 ha, natomiast mady brunatne, mady czarnoziemne oraz mady deluwialne występowały na obszarze nie przekraczającym 8126 ha, co stanowi niecałe 0,5% mad użytkowanych rolniczo ogółem. Mady glejowe oraz mady początkowego stadium rozwojowego występują na terytorium całego kraju, natomiast większość mad w podtypie brunatne, czarnoziemne oraz deluwialne wydzielonych na MGR25 zlokalizowana jest w południowej jego części (Ryc. 1). Z badań Kabały i in. (2011) wynika, że w warunkach długotrwałych braków zalewów powodziowych

i regulacji stosunków wodnych oraz z uwagi na rodzaj materiału aluwialnego, z którego wytworzyły się mady transformacja tych gleb może przebiegać w kierunku m.in. powstawania czarnych ziem zdegradowanych (szarych ziem), gleb brunatno-rdzawych, czarnych ziem zbrunatniałych oraz gleb rdzawych. Inne udziały poszczególnych podtypów mad na Żuławach Wiślanych zanotował Witek (1965) wskazując, że największą powierzchnię na tym obszarze zajmują mady brunatne (63%), a pozostałe to mady właściwe (odpowiadające madom początkowego stadium rozwojowego), następnie mady próchniczne i mady glejowe. Odmienne stanowisko prezentują Orzechowski i in. (2022) podkreślając, że ze względu na wysoki poziom wód gruntowych i brak możliwości rozwoju poziomu brunatnienia (kambik), w pokrywie glebowej Żuław Wiślanych dominują mady próchniczne i mady właściwe.

Ze względu na uziarnienie największą powierzchnię w skali kraju zajmują mady średnie (553 605 ha) i mady ciężkie (478 539 ha), a ich udziały procentowe stanowią odpowiednio 33,8% i 29,2% wszystkich gleb w tym typie (Tab. 2). Udział powierzchni mad lekkich i bardzo ciężkich jest ponad dwukrotnie mniejszy i wynosi odpowiednio 14,0% i 12,3%. Powierzchnia mad bardzo lekkich wynosi 173 276 ha, co stanowi 10,6% powierzchni wszystkich mad w Polsce (Tab. 2). Mady występujące w południowej i południowo-zachodniej części kraju oraz na Żuławach to głównie mady średnie, mady ciężkie i mady bardzo ciężkie (Ryc. 2). Większą część mad zlokalizowanych w środkowej części kraju stanowią mady bardzo lekkie i mady lekkie. Badania Chojnickiego (2001) prowadzone w dolinie środkowej Wisły (od Puław do Płocka) dowiodły, że mady na tym odcinku charakteryzuje jednak uziarnienie pyłu zwykłego i pyłu ilastego oraz glin i piasków gliniastych (podział na grupy granulometryczne według Systematyki Gleb Polski wydanie 4, 1989). Ligęza (2016) podaje, że w okolicach Puław dominują wśród utworów aluwialnych piaski luźne i gliny piaszczyste oraz pyły gliniaste i ły, co pozwala je zaliczyć w bardzo szerokim zakresie od mad bardzo lekkich do mad bardzo ciężkich.

Tabela 1

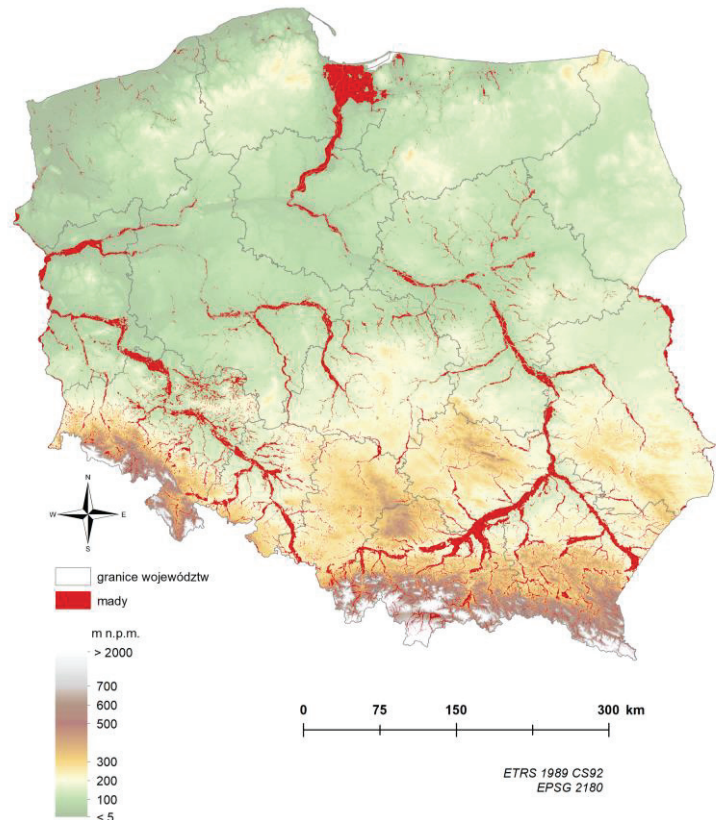
Powierzchnia i udział typów i podtypów mad wydzielonych na mapie glebowo-rolniczej w skali 1:25000

Table 1

Area and share of types and subtypes of alluvial soils delineated on the soil-agricultural map at the scale 1: 25,000

Typy i podtypy mad Types and subtypes of alluvial soils	Symbol na MGR25* Symbol on MGR25	Powierzchnia Area (ha)	Udział Share (%)
mady o niewykształconym profilu Weakly developed alluvial soils	F	1573186	96,141
mady brunatne Cambic alluvial soils	Fb	5456	0,333
mady czarnoziemne Chernoziemnic alluvial soils	Fc	2594	0,159
mady deluwialne Deluvial alluvial soils	Fd	76	0,005
mady glejowe Gleyic alluvial soils	FG	55013	3,362
Polska Poland	1636325		100,000

* MGR25 – mapa glebowo-rolnicza w skali 1:25 000;
MGR25 – soil-agricultural map at the scale 1:25,000



Ryc. 1. Przestrzenne rozmieszczenie mady (kolor czerwony) wydzielonych na mapie glebowo-rolniczej w skali 1:25 000

Fig. 1. Spatial distribution of alluvial soils (red color) delineated on the soil-agricultural map at the scale 1: 25 000

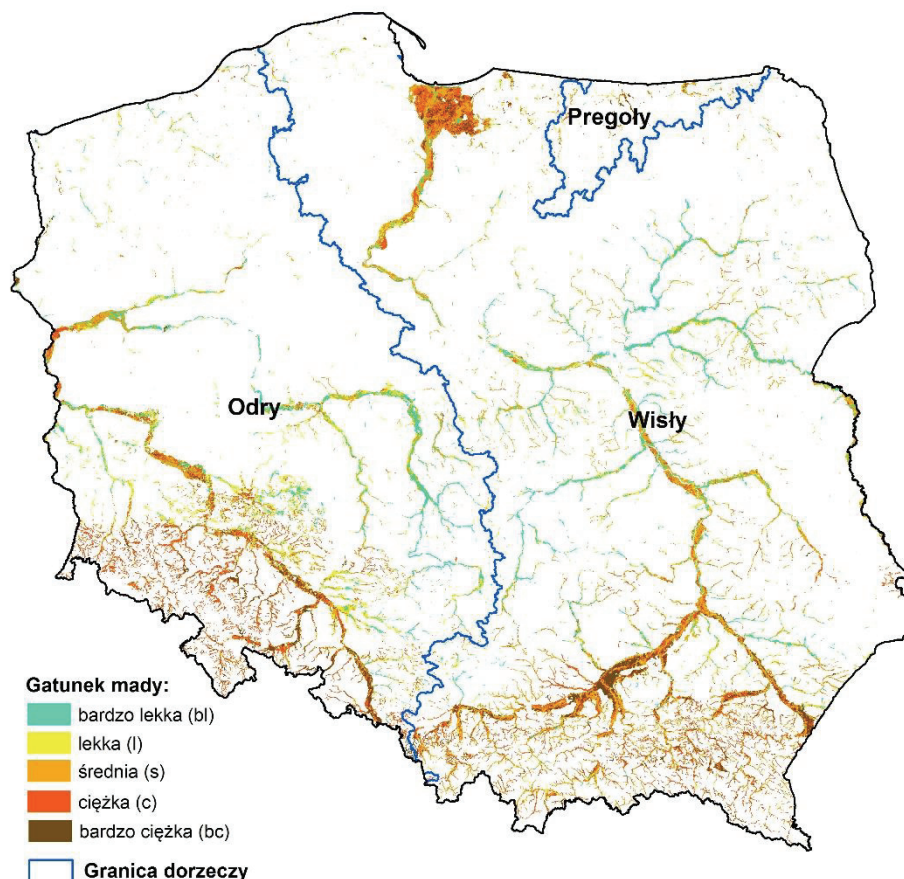
Tabela 2

Powierzchnia i udział gatunków mady wydzielonych na mapie glebowo-rolniczej w skali 1:25000 w odniesieniu do dorzeczy rzek

Table 2

Area and share of alluvial soil's agronomic classes delineated on the soil-agricultural map at the scale 1: 25,000 in relation to river basins

Gatunki mady Alluvial soils' texture classes	Jednostki Units	Dorzecza rzek; River basins			Polska Poland
		Wisła	Odra	Pregoła	
Mady bardzo lekkie Very light alluvial soils	Powierzchnia; Area (ha)	108338	119481	2033	173267
	Udział; Share (%)	5,9	4,6	0,0	10,6
Mady lekkie Light alluvial soils	Powierzchnia; Area (ha)	108338	119481	2033	229852
	Udział; Share (%)	6,6	7,3	0,1	14,0
Mady średnie Medium alluvial soils	Powierzchnia; Area (ha)	399113	150428	4065	553605
	Udział; Share (%)	24,4	9,2	0,2	33,8
Mady ciężkie Heavy alluvial soils	Powierzchnia; Area (ha)	298038	177520	2981	478539
	Udział; Share (%)	18,2	10,8	0,2	29,2
Mady bardzo ciężkie Very heavy alluvial soils	Powierzchnia; Area (ha)	136851	61787	2423	201061
	Udział; Share (%)	8,4	3,8	0,1	12,3
Razem Sum	Powierzchnia; Area (ha)	1039344	585017	11964	1636325
	Udział; Share (%)	63,5	35,8	0,7	100,0



Ryc. 2. Rozmieszczenie przestrzenne mad zaliczonych do poszczególnych gatunków mad wydzielonych na mapie glebowo-rolniczej w skali 1:25 000 w podziale na główne dorzecza rzek w Polsce

Fig. 2. Spatial distribution of alluvial soils delineated according to agronomic categories on the soil-agricultural map at the scale 1: 25,000, as regarded to main river basins

Wyjaśnienie:

bl: bardzo lekka; l: lekka; s: średnia, c: ciężka; bc: bardzo ciężka

Explanations:

bl: very light; l: light; s: medium, c: heavy; bc: very heavy

Najwięcej mad użytkowanych rolniczo występuje kolejno w dorzeczach Wisły, Odry i Pregoly, które zajmują odpowiednio 63,5%, 35,8 % oraz 0,7% całkowitego arealów tych gleb w kraju (Tab. 2). Mady ze względu na bardzo duże zróżnicowanie uziarnienia oraz stosunków wodnych, zostały zakwalifikowane do bardzo różnych kompleksów rolniczej przydatności gleb, od kompleksów najlepszych o największym potencjale produkcyjnym, takich jak kompleks pszenno-bardzo dobry (kompleks 1) i kompleksu trwałych użytków zielonych bardzo dobrych i dobrych (kompleks 1z) aż do kompleksu żytniego bardzo słabego (kompleks 7) i użytków zielonych słabych i bardzo słabych (kompleks 3z) – Tab. 3. W stosunku do całkowitej powierzchni tych gleb w kraju największy udział (2,63%) mad jest w kompleksie użytków zielonych średnich (2z), a następnie (1,32%) w kompleksie pszenno-dobrym (kompleks 2) – Tab. 3. Najmniejszy udział mad w obrębie użytków rolnych występuje w kompleksie zbożowo-pastewnym słabym (kompleks 9), pszenno-wadliwym (kompleks 3) oraz użytkach zielonych bardzo dobrych i dobrych (kompleks 1z) odpowiednio 0,078%; 0,086% oraz 0,229% (Tab. 3). Na etapie ukończenia prac redakcyjnych MGR25, które odbywały się na przełomie lat 60 i 70 ubiegłego wieku, łączna powierzchnia mad pozostających w użytkowaniu rolniczym w Polsce wynosiła 1 565 390 ha, a w użytkowaniu leśnym (Ls) i pod terenami zabudowanymi (Tz) pozostawało łącznie 70 935 ha. Po przeprowadzeniu procesu aktualizacji użytków gruntowych, na początku II dekady XXI w., powierzchnia mad na użytkach rolnych zmniejszyła się o 6,4% do 1 464 900 ha. Główną przyczyną tego procesu było wyłączenie 100 490 ha tych gleb z rolniczego użytkowania na cele nierolne i nieleśne.

4. Stan agrochemiczny mad użytkowanych rolniczo

Porównanie właściwości mad użytkowanych rolniczo w Polsce przeprowadzono na podstawie wyników oznaczeń: kwasowości aktualnej (pHw) i kwasowości wymiennej (pHc) wyrażonych w jednostkach pH, zawartości węgla organicznego (Corg) oraz zawartości fosforu (P), potasu (K) i magnezu (Mg) w formie dostępnej dla roślin. Oznaczenia kwasowości aktualnej i wymiennej wykonano odpowiednio w zawiesinie gleba-woda destylowana oraz zawiesinie gleba-1 mol KCl dm⁻³ w stosunku 1:2,5 g/v. Zawartość węgla organicznego przeanalizowano metodą suchego spalania w aparacie CN, zawartość przyswajalnych dla roślin form P i K oraz Mg oznaczono odpowiednio metodą Egnera-Riehma oraz metodą Schatchabela (Ostrowska i in., 1991). Badania dotyczyły warstwy 0–20 cm gleb użytkowanych rolniczo i były realizowane przez Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy (IUNG-PIB) we współpracy z Krajową Stacją Chemiczno-Rolniczą (KSChR) oraz Okręgowymi Stacjami Chemiczno-Rolniczymi (OSChR) na zlecenie Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi w ramach zadania 1.3 w Programie Wieloletnim (2016–2020) IUNG-PIB. Ze względu na rozkład wyników odbiegający od normalnego przed analizą statystyczną zmienne wynikowe zostały poddane transformacji logarytmicznej, a wyniki odstające (<10%) zostały zastąpione wartościami średnimi.

W celu porównania właściwości mad użytkowanych rolniczo do oceny wprowadzono dwa główne źródła zmienności, tj. rodzaj użytku gruntowego i kategorię agronomiczną gleb. Użytki gruntowe zostały podzielone na dwie grupy: grunty orne

Tabela 3

Powierzchnia i udział mad według kompleksów rolniczej przydatności gleb na mapie glebowo-rolniczej w skali 1:25000 na początku I połowy II dekady XXI w.

Table 3

Area and share of alluvial soils according to agricultural complexes of soil suitability on soil-agricultural map at the scale of 1:25,000 at the beginning of the first half of the second decade of the 21st century

Kompleks rolniczej przydatności gleb Complex of agricultural suitability of soil	Mady ogółem; Alluvial soils total		Średnia powierzchnia konturu' Average area of soil contour
	Powierzchnia Area	Udział w użytkach rolnych w kraju Share of the farmland	
	(ha)	(%)	(ha)
Kompleks pszenno-bardzo dobry (1) Very good wheat complex	70443	0,366	13,3
Kompleks pszenno-dobry (2) Good wheat complex	254141	1,321	12,4
Kompleks pszenno-wadliwy (3) Defective wheat complex	16570	0,086	7,4
Kompleks żytni bardzo dobry (4) Very good rye complex	47180	0,245	7,9
Kompleks żytni dobry (5) Good rye complex	80654	0,419	7,2
Kompleks żytni słaby (6) Weak rye complex	74301	0,386	7,2
Kompleks żytni bardzo słaby (7) Very weak rye complex	19478	0,101	5,8
Kompleks zbożowo-pastewny mocny (8) Cereal-fodder strong complex	125440	0,652	9,8
Kompleks zbożowo-pastewny słaby (9) Cereal-fodder weak complex	15087	0,078	5,8
Kompleks pszenno-górski (10) Mountain wheat complex	21420	0,111	10,8
Kompleks zbożowy górski (11) Mountain cereal complex	10576	0,055	7,0
Kompleks owsiano-ziemniaczany górski (12) Mountain oat-potato complex	5461	0,028	8,1
Kompleks owsiano-pastewny górski (13) Mountain oat-fodder complex	649	0,003	8,4
Gleby orne przeznaczone pod użytki zielone (14) Arable soil intended for grasslands	630	0,003	6,6
Użytki zielone bardzo dobre i dobre (1z) Very good and good grasslands	43959	0,229	13,1
Użytki zielone średnie (2z) Medium grasslands	505688	2,629	12,3
Użytki zielone słabe i bardzo słabe (3z) Weak and very weak grasslands	173223	0,900	9,7
Razem / Sum	1464900	7,615	9,0

(GO, n=1386) oraz łąki trwałe i pastwiska trwałe, określane w dalszej części pracy wspólną nazwą jako trwałe użytki zielone (TUZ, n=209). Kategorię użytku gruntowego w 2015 roku potwierdzali pracownicy terenowi Okręgowych Stacji Chemiczno-Rolniczych pobierający próbki gleby do badań. Mady należące do GO i TUZ zostały dodatkowo podzielone na cztery kategorie agronomiczne, tj. na mady bardzo lekkie, lekkie, średnie oraz mady ciężkie zgodnie z zasadami ustalania potrzeb wapnowa-

nia i klas zasobności gleb w składniki pokarmowe dla roślin. W 373 z 1386 punktów kontrolnych, które były w okresie tworzenia MGR25 (1965–1972) zlokalizowane na GO i należały do kompleksów rolniczej przydatności gleb od 1 do 14 zanotowano zmianę użytku gruntowego na TUZ, natomiast dla 63 z 209 punktów zlokalizowanych na madach w konturach kompleksów przydatności użytków zielonych od 1z do 3z stwierdzono zmianę sposobu użytkowania na GO. Zmiany w obrębie użytkowania

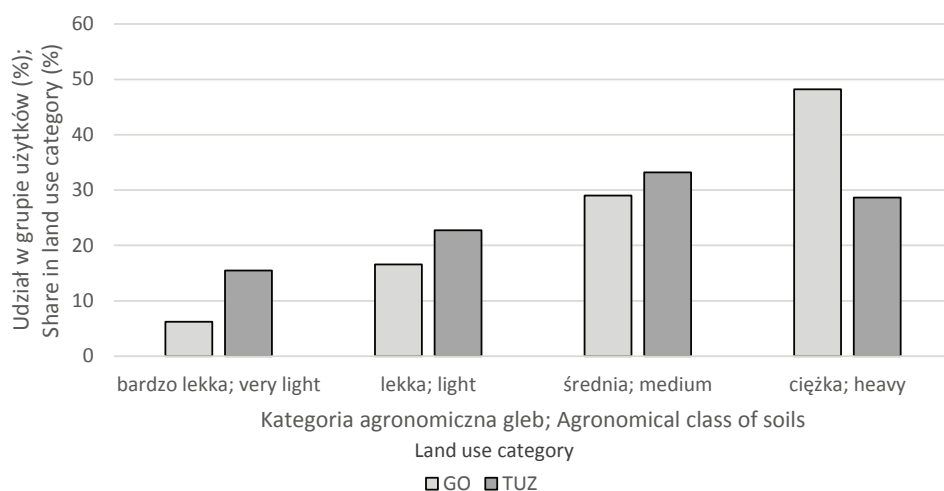
mad wpisują się w ogólny trend obserwowany w rolnictwie, tj. włączania części TUZ do GO, szczególnie w przypadku braku przeżuwaczy w gospodarstwach rolnych i chęci zwiększenia przez rolników powierzchni pól uprawnych. Zmiany te uwiarydliły się ze szczególnym nasileniem po przystąpieniu Polski do UE. Włączanie GO do TUZ może wynikać z nieopłacalności i zawodności użytkowania ornego wielu mad znajdujących się w bezpośrednim obszarze oddziaływania wód rzecznych lub porzucania uprawy tych gleb ze względu na lekkie uziarnienie i niestabilne plonowanie roślin, w warunkach zmieniającego się klimatu i coraz częstszego występowania epizodów suszowych. Kabała i in. (2011), Cieszewski i Czajka (2015), Łabaz i Kabała (2016), Kaczmarek i Gajewski (2022) wymieniają wśród czynników wpływających na zmiany użytkowania mad m. in. regulację koryta rzeki, budowę wałów przeciwpowodziowych ograniczających lub eliminujących zjawiska powodziowe oraz melioracje terenów nadrzecznych powodujące ich nadmierne osuszenie. Działania człowieka w kierunku zagospodarowania terenów nadrzecznych doprowadziły do zastąpienia łągów terenami rolnymi, a pastwisk nadrzecznych gruntami rolnymi (Kabała i in., 2011).

Ocena udziału poszczególnych kategorii agronomicznych gleb w GO i TUZ wykazała, że w obu grupach najmniejszy odsetek stanowią mady bardzo lekkie, chociaż w grupie TUZ (15%) ich udział jest 2,5 razy większy w porównaniu do GO (6%) (Ryc. 3). Mady bardzo lekkie i lekkie o składzie granulometrycznym od piasków luźnych do piasków mocnych pylastych stanowią 23% w GO i 38% w TUZ co wskazuje, że gleby wykazujące gorsze właściwości chemiczne (Tab. 4) i właściwości wodne wynikające z uziarnienia są częściej przeznaczane pod trwałe zadarnienie. W kategorii gleb bardzo lekkich i gleb lekkich wśród utworów glebowych dominują pgl, pglp, pgm i pgmp. Mady średnie i ciężkie charakteryzujące się wyższą zawartością części spławialnych i pyłu oraz składników pokarmowych dla roślin są częściej przez rolników wykorzystywane jako GO (77%) w porównaniu do TUZ (62%). W madach średnich i ciężkich dużą grupę stanowią mady pyłowe wykazujące uziarnienie plz i pli oraz mady pylaste, o uziarnieniu gpl, gsp, ip (dane nie publikowane).

Wyniki oceny statystycznej wskazują, że mady użytkowane jako GO różnią się pod względem niektórych właściwości

fizyczno-chemicznych od mad pod TUZ (Tab. 4), co może m.in. wynikać z praktyki stosowanej w rolnictwie obejmującej częstsze nawożenie roślin uprawnych w porównaniu z roślinami łąk i pastwisk. Wartości średnie pHw i pHc dla mad zlokalizowanych na GO są wyższe odpowiednio 0,2 i 0,3 jednostki pH w porównaniu do TUZ. Średnia wartość pHc dla mad użytkowanych jako GO i TUZ wynosi odpowiednio 5,7 oraz 5,4, co odpowiada odczynowi słabo kwaśnemu i kwaśnemu (Tab. 4). Wartości minimalne i maksymalne pHw i pHc dla GO i TUZ pozostają w porównywalnym zakresie (Tab. 4). Wartości minimalne pHw i pHc zanotowane w madach na terenie całego kraju były o 1,7 (pHw) oraz 1,1 (pHc) jednostki pH niższe od przedstawionych przez Ligęzę (2016). Falkowska i Falkowski (2010) w badaniach właściwości aluwii z okolic Magnuszewa zanotowali przedział pH dla tych utworów od 5,33 do 8,5, a w badaniach Kawałko i in. (2022) dla czterech profili mad zlokalizowanych przy Odrze ustalono wartość pHw w granicach 4,96–6,54 przy czym wartości te były wyższe dla GO w porównaniu do TUZ. Podobne wyniki dla pHc oznaczonego w poziomach próchnicznych mad (n=8) reprezentujących środkową część Wisły uzyskał Chojnicki (2001). Chojnicki (2001) nie podaje sposobu użytkowania mad objętych badaniami, ale wskazuje, że większość poziomów A w tych glebach charakteryzowała się odczynem słabo kwaśnym. W części profili (n=5) autor (Chojnicki, 2001) stwierdził też odczyn kwaśny i silnie kwaśny. Chojnicki (2001) podkreśla, że w madach może zachodzić wstępne stadium procesu ługowania jonów o charakterze zasadowym, co powoduje zakwaszanie się mad szczególnie tych o dużym udziale frakcji gruboziarnistej, ale nie zachodzi w tych glebach przemieszczanie się pedogenicznych form żelaza w głąb profilu glebowego. Ligęza (2016) zanotował, że w madach wiślanych zlokalizowanych w okolicach Puław, wartości pHw i pHc w kolejnych warstwach 10-cio centymetrowych badanych do głębokości 50 cm na gruntach ornych, łąkach i lasach łącznie były odpowiednio w granicach 5,9–7,9 oraz 4,7–8,3.

Średnie zawartości węgla organicznego różnią się w odniesieniu do rodzajów użytków (Tab. 4). W warstwie próchnicznej GO zawartość Corg była 1,4 razy niższa w porównaniu do TUZ (Tab. 4). Podobne efekty zanotował Ligęza (2016) stwierdzając, że w profilach mad użytkowanych jako GO zawartość Corg była



Ryc. 3. Udział poszczególnych kategorii agronomicznych mad w GO i TUZ

Fig. 3. Share of individual agronomical classes of alluvial soils on GO and TUZ

Wyjaśnienia/explanations:

GO – Grunty orne; arable land,

TUZ – Trwałe użytki zielone; permanent grasslands

Tabela 4

Właściwości mad zlokalizowanych na GO (n=1386) i TUZ (n=209)

Table 4

Properties of alluvial soils located on GO (n=1386) and TUZ (n=209)

Statystyka Statistics	pHw*		pHc		Corg		P ₂ O ₅		K ₂ O		Mg	
					(g·kg ⁻¹)		(mg·100 g ⁻¹)					
	Rodzaj użytku gruntowego; Land use category											
	GO**	TUZ	GO	TUZ	GO	TUZ	GO	TUZ	GO	TUZ	GO	TUZ
Średnia Average	6,5	6,3	5,7	5,4	16,9	23,8	16,2	11,52	16,1	9,7	13,1	11,4
Median Median	6,6	6,1	5,7	5,3	14,0	19,9	11	6,7	13,8	7,3	11,8	9,3
Odchylenie standardowe Standard deviation	0,86	0,9	1,0	1,1	9,6	14,6	23,8	13,9	11,3	7,9	9,4	11,2
Współczynnik zmienności (%) Coefficient of variation (%)	13	14	18	20	59	61	146	121	70	82	72	99
Mnimum Minimum	4,2	4,2	3,6	3,6	16	30	0,9	0,4	1	1	0,5	0,5
Maksimum Maximum	8,6	8,8	7,9	8,0	85,8	87,0	507,5	97	117,5	46,5	141,7	120,7
Dolny kwartył Lower quartile	5,9	5,6	4,8	4,5	10,7	13,6	6,3	3,4	8,8	3,9	7,3	4,2
Górny kwartył Upper quartile	7,2	6,9	6,5	6,2	19,3	30,6	18,8	13,9	20,7	13,8	17,7	15,2

** GO – Grunty orne; Arable land; TUZ – Trwałe użytki zielone; Permanent grassland

Objaśnienia – Explanations* pHw – pH oznaczone w wodzie; pHc – pH oznaczone w 1 mol·dm⁻³ KCl; Corg – węgiel organiczny, P₂O₅ – fosfor przyswajalny dla roślin; K₂O – potas przyswajalny dla roślin; Mg – magnez przyswajalny dla roślin; * pHw – pH determined in water; pHc – pH determined in 1 mol·dm⁻³ KCl; Corg – organic carbon, P₂O₅ – phosphorus available to plants; K₂O – potassium available to plants; Mg – magnesium available to plants

1,7 razy niższa w porównaniu do łąk na madach wiślanych. Kawałko i in. (2022) zanotowali w poziomie Ad gleb zlokalizowanych na użytkach zielonych zawartość Corg odpowiednio 48,6 g·kg⁻¹ oraz 28,8 g·kg⁻¹ podczas gdy w poziomach Ap gleb na gruntach ornych była odpowiednio ponad 4,2 i ponad 2,5 razy niższa przy średniej zawartości 11,45 g·kg⁻¹ (dla n=2). Różnice w zawartości Corg pomiędzy glebami na gruntach ornych i TUZ wynikają z rodzaju użytkowania tych gruntów oraz zwiększonego gromadzenia się węgla w poziomie darniowym (Ad) w porównaniu do poziomu płuznego (Ap). Mieszanie resztek poźniwnych, napowietrzanie warstwy ornej, wapnowanie gleb oraz stosowanie nawozów mineralnych sprzyja wzrostowi aktywności mikrobiologicznej i szybszej mineralizacji glebowej materii organicznej. Ponadto użytkowanie płuzne oraz mała ilość wnoszonych resztek poźniwnych, głównie słomy, powoduje straty węgla organicznego, którym w przypadku mad może towarzyszyć wymywanie jego rozpuszczalnej formy w głąb profilu glebowego w wyniku na przykład zmian poziomu wód gruntowych (Kuś, 2010). Kawałko i in. (2022) wskazali, że przekształcenie mad użytkowanych jako TUZ w gleby uprawne powodowało nie tylko zmiany zawartości Corg w glebie, ale też prowadziło do zmniejszenia zdolności sorpcyjnej związków próchnicznych.

Średnia zawartość przyswajalnych dla roślin form P, K i Mg w madach użytkowanych jako GO (16,2 mg P₂O₅ · 100 g⁻¹; 16,1 mg K₂O · 100 g⁻¹ i 13,1 mg · 100 g⁻¹) w porównaniu do TUZ (11,5 mg P₂O₅ · 100 g⁻¹; 9,7 mg K₂O · 100 g⁻¹ i 11,4 mg · 100 g⁻¹) jest odpowied-

nio o 1,6; 1,9 i 1,3 razy wyższa (Tab. 4), co może wynikać z praktyki rolniczej i stosowania bardziej intensywnego nawożenia mineralnego na GO w porównaniu do TUZ. Kabała i in. (2011) oznaczyli zawartość przyswajalnych dla roślin form P, K i Mg w poziomach Ap mad zlokalizowanych w dolinie rzeki Dobra, we Wrocławiu-Pawłowicach po ponad 200 latach użytkowania rolniczego, regulacji stosunków wodnych i przebudowie koryta rzeki. Zakresy zawartości indywidualnych makroelementów wynosiły 28–166 mg P₂O₅·kg⁻¹; 46–148 mg K₂O·kg⁻¹ i 9–120 mg·kg⁻¹ gleby. Wartości minimalne przedstawione w pracy Kabały i in. (2011) były wyższe od wyników uzyskanych w przedstawionych badaniach dla GO i TUZ.

Podział mad ze względu na kategorie agronomiczne wskazał dodatkowe różnice wynikające ze sposobu użytkowania tych gleb. Wartości pHw opisujące kwasowość aktualną różniły się między poszczególnymi kategoriami tylko dla GO. Istotnie najniższe wartości pHw (5,78) były charakterystyczne dla mad bardzo lekkich, a najwyższe dla mad średnich i ciężkich (wartości pHw odpowiednio 6,57 i 6,62) (Tab. 5). Dla pHc istotnie najniższe wartości charakteryzowały mady bardzo lekkie kwalifikując te gleby w klasie odczynu kwaśnego. Nie stwierdzono zróżnicowania pHc pomiędzy pozostałymi kategoriami agronomicznymi mad użytkowanych jako GO. Nie zanotowano także zróżnicowania dla pHw i pHc pomiędzy użytkami z wyjątkiem mad średnich, które wykazywały wyższą wartość pHc=6,57 pod GO w porównaniu do TUZ pH=6,31 (Tab. 5).

Tabela 5

Właściwości mad użytkowanych jako GO i TUZ w odniesieniu do kategorii agronomicznej gleb

Table 5

Properties of alluvial soils used as GO and TUZ in relation to the agronomic class of soils

Kategoria agronomiczna mad Alluvial soils' agronomic category	Właściwości; Properties					
	pH _w *	pH _c	C _{org} (g·kg ⁻¹)	P ₂ O ₅ (mg·100 g ⁻¹)	K ₂ O	Mg
Rodzaj użytku gruntowego; Land use category						
Grunty orne (GO); Arable land						
Mady bardzo lekkie Very lighth alluvial soils	5,78a**A*** (±0,79)	4,94aA (±0,92)	11,7aA (±0,58)	11,22aA (±9,02)	8,53aB (±7,18)	6,00aA (±4,87)
Mady lekkie Light alluvial soils	6,28bA (±0,90)	5,55bA (±1,11)	13,0aA (±0,95)	20,60bA (±32,18)	13,61abB (±12,71)	7,81bA (±5,56)
Mady średnie Medium alluvial soils	6,57cB (±0,89)	5,75bB (±1,09)	14,9bA (±0,78)	14,38aA (±12,75)	15,67bB (±9,99)	12,07cA (±8,56)
Mady ciężkie i bardzo ciężkie Heavy and very heavy alluvial soils	6,62cA (±0,77)	5,71bA (±0,96)	18,5cA (±0,95)	16,00aB (±19,14)	18,02cB (±11,55)	15,75cA (±9,79)
Trwałe użytki zielone (TUZ); Permanent grassland						
Mady bardzo lekkie Very lighth alluvial soils	6,2aA (±0,74)	5,47aA (±0,94)	20,5aB (±1,55)	14,82aA (±22,04)	5,88aA (±6,75)	7,36aA (±7,44)
Mady lekkie Light alluvial soils	6,02aA (±0,81)	5,18aA (±1,02)	22,6aB (±1,52)	11,81aA (±11,45)	7,49abA (±5,31)	7,77aA (±5,93)
Mady średnie Medium alluvial soils	6,31aA (±0,95)	5,51aA (±1,14)	23,5aB (±1,26)	16,28aB (±27,82)	10,2bA (±8,63)	13,33bA (±16,38)
Mady ciężkie i bardzo ciężkie Heavy and very heavy alluvial soils	6,47aA (±0,97)	5,52aA (±1,17)	28,7aB (±1,73)	10,25aA (±19,89)	14,05cA (±8,61)	17,14bA (±16,20)

*pH_w – pH oznaczone w wodzie; pH_c – pH oznaczone w 1 mol · kg⁻¹ KCl; C_{org} – węgiel organiczny, P₂O₅ – fosfor przyswajalny dla roślin; K₂O – potas przyswajalny dla roślin; Mg – magnez przyswajalny dla roślin; **różne małe litery alfabetu (w kolumnach) oznaczają statystycznie istotną różnicę pomiędzy kategoriami agronomicznymi gleb w obrębie tego samego użytku; ***różne wielkie litery alfabetu oznaczają statystycznie istotną różnicę pomiędzy kategoriami użytków gruntowych w obrębie tej samej kategorii agronomicznej mad.

*pH_w – pH determined in water; pH_c – pH determined in 1 mol · kg⁻¹ KCl; C_{org} – organic carbon, P₂O₅ – phosphorus available to plants; K₂O – potassium available to plants; Mg – magnesium available to plants; **different lowercase letters of alphabet indicate a statistically significant difference between soil agronomic categories within the same land use category; ***different capital letters of the alphabet indicate a statistically significant difference between the different land use categories within the same agronomic class of alluvial soils.

Porównanie wartości pH_c z zasadami dobrej praktyki rolniczej (Zbiór zaleceń, 2019) wskazuje, że wapnowanie mad jest wskazane tylko w przypadku mad bardzo lekkich zlokalizowanych na GO. Pozostałe kategorie agronomiczne mad nie wymagają tego zabiegu. W madach bardzo lekkich podobnie jak innych glebach wytworzonych z pl i ps niski odczyn gleb jest wynikiem niskiej zawartości próchnicy glebowej i ładu koloidalnego, ługowania jonów o charakterze zasadowym w głąb profilu glebowego wraz z wodą opadową lub/i wodą gruntową oraz pobierania tych jonów przez rośliny uprawne.

Mady pod TUZ dla wszystkich kategorii agronomicznych gleb wykazywały istotnie wyższą zawartość węgla organicznego w porównaniu do GO. Podobne zróżnicowanie potwierdzają m.in. Kawalko i in. (2022) i Ligęza (2016). W obrębie GO istotnie wyższe zawartości C_{org} zawierały mady ciężkie oraz mady średnie w porównaniu do mad bardzo lekkich i lekkich, natomiast w obrębie TUZ zawartość C_{org} nie różniła się pomiędzy kategoriami agronomicznymi gleb (Tab. 5). Uprawa płużna gleb sprzyja szybszej mineralizacji materii organicznej niezależnie od

kategorii agronomicznej gleby, podczas gdy pod TUZ procesy te zachodzą wolniej na co wpływa m.in. poziom wód gruntowych, okresowa anaerobioza oraz charakter pokrywy roślinnej. Zróżnicowanie zawartości węgla organicznego w obrębie GO jest też wynikiem niskiej zawartości ładu koloidalnego w madach bardzo lekkich i lekkich, który stabilizuje związki organiczne tworząc z nimi trwałe połączenia organiczno-mineralne. Istotnie większy stopień akumulacji materii organicznej w madach wykazujących wyższą zawartość ładu koloidalnego w porównaniu do mad charakteryzujących się większym udziałem piasku potwierdzą wcześniejsze badania m.in. Ligęzy (2016), który także zanotował zróżnicowanie zawartości węgla organicznego w profilach mad zlokalizowanych na różnych użytkach.

Zawartości pierwiastków przyswajalnych dla roślin P, K i Mg różniły się pomiędzy kategoriami agronomicznymi gleb w obrębie tego samego rodzaju użytku rolnego oraz w obrębie tej samej kategorii agronomicznej i różnych użytków gruntowych. Ocena statystyczna dla P wykazała, że zawartość tego pierwiastka jest istotnie wyższa dla mad lekkich zlokalizowanych

na GO w porównaniu do pozostałych kategorii agronomicznych. Różnic takich nie stwierdzono dla wydzielonych grup mad pod TUZ. Porównanie zawartości P pomiędzy użytkami wskazuje na istotne różnice tylko dla mad średnich i ciężkich. Istotnie wyższe zawartości dla mad średnich zanotowano dla TUZ, a dla mad ciężkich dla GO (Tab. 5). Wartości średnie dla K we wszystkich kategoriach agronomicznych mad były wyższe w przypadku GO w odniesieniu do TUZ, natomiast dla Mg nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy GO i TUZ. W odniesieniu do K i Mg istotnie wyższe zawartości tych makroelementów w obrębie tego samego użytku charakteryzowały mady średnie i ciężkie (Tab. 5). Kabała i in. (2011) uzyskali odmienne wyniki dla zawartości P w poziomach mad próchnicznych zlokalizowanych w dolinie rzeki Dobra. Zawartość tego pierwiastka była wyższa w utworach zawierających więcej części spławialnych. W przedstawionych badaniach wyższa zawartość P w madach lekkich mogła być wynikiem bardziej intensywnego nawożenia tych gleb w celu uzupełnienia braków fosforu lub właściwości namulów zawierających ten pierwiastek. Wyższe zawartości K i Mg w madach średnich i ciężkich można interpretować lepszymi właściwościami sorpcyjnymi tych gleb w stosunku do kationów w porównaniu do mad bardzo lekkich i lekkich wynikającymi z wyższej zawartości węgla organicznego i ładu koloidalnego. Porównanie średnich zawartości składników przyswajalnych dla roślin uzyskanych w trakcie badań z klasami zawartości tych pierwiastków w glebach użytkowanych jako GO wykazało, że poziomy orno-próchniczne mad cechuje średnia i wysoka zawartość P, średnia zawartość K i wysoka oraz bardzo wysoka zawartość Mg. W przypadku TUZ klasy zasobności gleb w P i Mg odpowiadały klasom zanotowanym dla GO, natomiast zawartość K była niska. Innymi właściwościami mad, na które zwraca uwagę Chojnicki (2001, 2004) jest zawartość żelaza i jego form, szczególnie w przypadku mad nadmiernie uwilgotnionych. Chojnicki (2004) wykazał, że wysoki poziom wody gruntowej występujący w profilach tych gleb powoduje akumulację i krystalizację form amorficznych Fe, która uwidacznia się w szczególny sposób w poziomach oksydoredukcyjnych i silnie oglejonych. Ponadto intensywna uprawa tych gleb wpływa na transformację minerałów ilastych (Orzechowski i in., 2022).

5. Funkcje mad użytkowanych rolniczo

Mady na obszarach rolniczych pełnią wiele funkcji oraz dostarczają usługi ekosystemowe (zaopatrzeniowe, regulujące i podtrzymujące oraz kulturowe) i wynikające z tych usług korzyści niezbędne dla zdrowia i życia ludzi. Jedną z najważniejszych funkcji jaką pełnią te gleby jest retencjonowanie wody. Położenie tych gleb w dolinach i pradolinach rzek może powodować ich okresowe lub trwale nadmierne uwilgotnienie, które zależy w dużej mierze od uziarnienia warstw aluwialnych i odległości od rzeki. Witkowska-Walczak i in. (2000) badali retencję wodną mad w Polsce podkreślając, że właściwości hydrofizyczne tych gleb mają szczególne znaczenie dla tzw. małej retencji dolinowej przy wylewie rzek. Witkowska-Walczak i in. (2000) w badaniach wykorzystali 31 wzorcowych profili glebowych wybranych z Banku Gleb Mineralnych Polski, reprezentujących trzy

kategorie mad: mady średnie i ciężkie (zawartość części spławialnych w poziomach zróżnicowania i warstwach w zakresie 26–63%), mady lekkie i bardzo lekkie (zawartość części spławialnych w poziomach zróżnicowania i warstwach w zakresie 1–32%) oraz mady średnie i lekkie (zawartość części spławialnych w poziomach zróżnicowania i warstwach w zakresie 15–61%). Badania wykazały, że mady są niejednorodne pod względem statycznych charakterystyk wodnych. Mady z grupy średnie i ciężkie retencjonują największe ilości wody chociaż ze względu na duży udział porów małych (21%) mogą wykazywać niekorzystne stosunki wodno-powietrzne i nadmierne uwilgotnienie. Mady bardzo lekkie i lekkie retencjonują najmniej wody ze względu na stosunkowo duży udział porów o dużych średnicach (17–27%). Potwierdzają tę opinię Kaczmarek i Gajewski (2022) na przykładzie mad lekkich pradoliny środkowej Warty użytkowanych jako TUZ, w których woda użytkowa pochodzi głównie z opadów atmosferycznych i szybko przesiąka w głąb profili glebowych, bez możliwości stagnowania na słabo przepuszczalnych warstwach.

Skład granulometryczny namulów oraz ich miąższość i właściwości fizyczno-chemiczne wpływają na funkcję retencyjną i siedliskową tych gleb. Zawartość zanieczyszczeń w namulach mineralnych, ich przemieszczanie się do warstw wodonośnych oraz zmiana stosunków wodno-powietrznych podczas zalewów może stanowić potencjalne zagrożenie dla tych funkcji w glebach użytkowanych rolniczo.

Jednym z największych incydentów powodziowych w ostatnich dziesięcioleciach na rzece Wiśle była powódź w 2010 roku, która spowodowała wiele szkód w uprawach rolniczych. Ze względu na skalę zniszczeń oraz obawy o zanieczyszczenie obszarów rolniczych różnymi substancjami, tereny zalewowe zostały poddane licznym badaniom. Po ustąpieniu powodzi Maliszewska-Kordybach i in. (2011) przeprowadziły badania dotyczące analizy zawartości metali i metaloidów oraz wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) w glebach gmin Wilków i Janowiec położonych w rejonie Małopolskiego przełomu Wisły. Próbkę do badań były pobrane z dwóch głębokości 0–30 cm i 30–60 cm oraz dodatkowo ze świeżych osadów aluwialnych o miąższości 2 cm. W żadnej z pobranych próbek nie zostały stwierdzone przekroczenia dopuszczalnych zawartości zanieczyszczeń określonych w przepisach krajowych (Rozporządzenie, 2016). Badania pozwoliły autorkom na wyciągnięcie wniosków, że incydenty powodziowe nie mają negatywnego wpływu na właściwości chemiczne gleb obszarów bezpośrednio dotkniętych zalewami. Klimkowicz-Pawlas i in. (2012) kontynuowały badania obszarów po powodzi z wykorzystaniem oceny ryzyka. Badania były prowadzone na terenie gminy Wilków objętej powodzią w 2010 r. Zastosowana procedura oceny ryzyka ekologicznego TRIAD wskazała dla 88% próbek z badanej puli wartość zintegrowanego ryzyka (IR) jest poniżej wartości akceptowanej dla terenów rolniczych, tj. 0,50. Efekty toksyczne dla testowanych mikroorganizmów (*Vibrio fischeri*) wynikały z oddziaływania innych właściwości mad i nie były istotnie zależne od poziomu zanieczyszczenia. Ponadto obliczone wartości EC50 (ang. Effective concentration) i TU (ang. Toxicity Unit) pozwoliły na stwierdzenie, że zanieczyszczenia występujące na tym obszarze nie powodują toksycznych efektów w stosunku do organizmów żywych.

Zmiany aktywności biologicznej pod wpływem zalewania trzech mad użytkowanych rolniczo: bardzo lekkiej, lekkiej i średniej w warunkach laboratoryjnych i naturalnych badali Furtak i in. (2019). W pracy autorzy obserwowali zmiany wartości pH, aktywności fosfataz i dehydrogenaz oraz potencjału aktywności metabolicznej ocenianej na podstawie EcoPlate™ Biolog® w czasie. Furtak i in. (2019) w podsumowaniu badań stwierdzili, że warunki okresowego nadmiaru wody wpływały na wszystkie analizowane parametry przy czym w warunkach laboratoryjnych różnice te były bardziej wyraźne. Słabiej zaznaczał się wpływ nadmiaru wody w madach naturalnych, co zdaniem autorów (Furtak i in., 2019) może powodować szybszy powrót tych gleb do stanu sprzed powodzi.

Na terenach zalewowych w dolinach rzek występują lasy i łąki łęgowe cechujące się bogactwem flory i fauny niespotykanej na innych obszarach, co sprzyja zachowaniu bioróżnorodności. W skali kraju, aż 287 948 ha powierzchni mad, tj. 17,6% znajduje się w granicach Specjalnych obszarów ochrony siedlisk (SOO) Natura 2000 i aż 312 380 ha w granicach Obszarów specjalnej ochrony ptaków (OSO) Natura 2000 (Tab. 6). Na szczególne podkreślenie zasługuje duży udział (łącznie 54,5%) w sieci

Natura 2000 powierzchni mad średnich (s) i mad ciężkich (c), które też odgrywają dużą rolę w retencjonowaniu i kształtowaniu stosunków wodnych w dolinach rzecznych.

Mady pełnią na terenach rolniczych przede wszystkim funkcję produkcyjną. Zlokalizowane na gruntach ornych są zaliczane do klas bonitacyjnych od gleb najlepszych do najgorszych, zarówno w terenach nizinnych i wyżynnych oraz górskich. Na madach średnich i ciężkich można uprawiać nawet najbardziej wymagające rośliny rolnicze dobierając ich gatunki do warunków glebowych, klimatycznych i wodnych. Dane zgromadzone w trakcie prac terenowych realizowanych przez pracowników OSChR-ów we współpracy z IUNG-PIB na zlecenie MRiRW wskazują, że mady o lżejszym uziarnieniu są przeznaczane pod uprawę żyta, owsa, ziemniaków, gryki, pszenżyta, fasoli i grochu, natomiast średnie i ciężkie pod uprawę rzepaku, pszenicy, kukurydzy, buraków cukrowych, jęczmienia i kapusty. Należy nadmienić, że w niektórych rejonach kraju na madach zakładane są sady owocowe i chmielniki oraz prowadzona jest uprawa warzyw. TUZ, w tym łąki łęgowe pokrywają ok. 750 tys. ha, a ok. 500 tys. ha zajmują mady brunatne lub próchniczne, na których występują dwu lub wielokośne łąki świeże oraz pastwiska zaliczane

Tabela 6

Powierzchnia i udział gatunków mad na mapie glebowo-rolniczej w skali 1:25000 według obszarów Natura 2000

Table 6

Area and share of alluvial soils' textural classes on the soil-agricultural map at the scale 1:25,000 according to areas under Nature 2000

Kategorie agronomiczne mad; Alluvial soils' agronomic classes	Jednostki; Units	Natura 2000; Nature 2000		
		Specjalne obszary ochrony siedlisk (SOO); Special areas of habitat protection	Obszary specjalnej ochrony ptaków (OSO); Special areas of birds protection	Razem część lądowa; Total of land area
Mady bardzo lekkie Very light alluvial soils	Powierzchnia; Area (ha)	60162	67377	84066
	Udział; Share (%)	20,9	21,6	20,4
Mady lekkie Light alluvial soils	Powierzchnia; Area (ha)	54341	62412	78808
	Udział; Share (%)	18,9	20,0	19,1
Mady średnie Medium alluvial soils	Powierzchnia; Area (ha)	100687	107477	141796
	Udział; Share (%)	35,0	34,4	34,4
Mady ciężkie Heavy alluvial soils	Powierzchnia; Area (ha)	56224	55949	81156
	Udział; Share (%)	19,5	17,9	19,7
Mady bardzo ciężkie Very heavy alluvial soils	Powierzchnia; Area (ha)	16533	19165	26233
	Udział; Share (%)	5,7	6,1	6,4
Razem Sum	Powierzchnia; Area (ha)	287948	312380	412060
	Udział; Share (%)	100,0	100,0	100,0

do kompleksu rolniczej przydatności gleb 1z. Grzyb (1993) podaje, że nawożone łąki łęgowe mogą dostarczyć w trakcie sezonu wegetacyjnego 7–8 Mg·ha⁻¹ paszy bardzo dobrej jakości.

Funkcja produkcyjna mad określana jest przez ich żyzność i produktywność. Szczegółową charakterystykę wartości użytkowej mad na przykład położonych na obszarze Dolnego Powiśla i Żuław Wiślanych zawierają opracowania Witka (1965), Matusika (1973) oraz Orzechowskiego i in. (2004). Autorzy zwracają uwagę, że produktywność gleb na tych terenach jest ściśle związana z genezą i hipsometrią terenu, która wpływa na stosunki wodne, uziarnieniem utworów i ich miąższością. Należy wspomnieć, że Minister rolnictwa i rozwoju wsi w 2023 ustanowił funkcję Pełnomocnika ds. Żuław Wiślanych. Zadaniem pełnomocnika jest m.in. inicjowanie i monitorowanie działań na rzecz budowy, przebudowy i modernizacji systemu urządzeń wodnych wraz z infrastrukturą towarzyszącą, pozwalające na efektywną uprawę gleby i prawidłowy rozwój roślin uprawnych na obszarze Żuław Wiślanych. Pełnomocnik Ministra rolnictwa i rozwoju wsi ma także prowadzić współpracę z organami administracji publicznej, środowiskiem naukowym oraz rolnikami i ich przedstawicielami w zakresie problematyki związanej z rewitalizacją Żuław Wiślanych.

Innym problemem, który coraz częściej dotyka terenów rolniczych położonych w dolinach rzek jest przeznaczanie ich na cele nierolnicze i nieleśne. W miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego mady, podobnie jak inne grunty użytkowane rolniczo wykorzystuje się pod zabudowę jednorodzinną, wielorodzinną oraz usługi i rekreację. W ostatnich latach obserwuje się coraz większą presję budownictwa na te obszary, ponieważ są atrakcyjne krajobrazowo. Jest to wyrazem braku świadomości lokalnych władz jak ważne funkcje pełnią obszary nadrzeczne.

6. Podsumowanie

Mady zajmują 7,9% powierzchni wszystkich użytków rolnych, a zasady podziału tych gleb określające ich przydatność rolniczą zostały wypracowane przez wiele pokoleń gleboznawców i przedstawione w różnych opracowaniach. Najważniejszym zbiorem zasad podziałów mad dla celów rolniczych jest tabela klas gruntów oraz instrukcja opracowania map glebowo-rolniczych i glebowo-przyrodniczych w skali 1:5000 i 1:25 000. Zrozumienie symboliki stosowanej do opisu mad na mapie klasyfikacji czy MGR25 umożliwia właściwe przeznaczenie i użytkowanie tych gleb. Podziały mad stosowane w opracowaniach rolniczych są proste i nie zmieniły się od czasów powojennych. Zaliczanie mad do odpowiedniego podtypu oraz określenie ich potencjalnej żyzności nie wymaga dodatkowych analiz laboratoryjnych. Nie nastęrcza również trudności zakwalifikowanie mad do właściwej kategorii agronomicznej, a namuły budujące profile tych gleb, do odpowiedniej grupy granulometrycznej. Przynależność mad do określonego kompleksu przydatności rolnej gleb dodatkowo opisuje ich możliwości produkcyjne oraz właściwy dobór roślin uprawnych. Analiza informacji z numerycznej MGR25 wskazuje, że największy obszar krajowych użytków rolnych zajmują mady wiślane zaliczane do kategorii agrono-

micznej gleb średnich i ciężkich cechujących się wysoką żyznością potencjalną, co potwierdziły badania właściwości fizykochemicznych mad zlokalizowanych na gruntach ornych. Mady wykorzystywane jako TUZ różnią się od GO wyższą zawartością węgla organicznego, ale cechuje je niższa zawartość potasu. Na madach tworzą się bardzo żyzne siedliska łąk łęgowych charakteryzujących się wysokimi walorami siedliskowymi, które pełnią różne funkcje dostarczając usług ekosystemowych dla człowieka. Ze względu na walory przyrodnicze część siedlisk zlokalizowanych na madach została objęta ochroną w ramach sieci Natura 2000. Epizody powodziowe występujące w różnych okresach czasu nie powodują degradacji mad w wyniku zanieczyszczenia, a warunki względnej i bezwzględnej anaerobiozy nie zaburzają w istotnym stopniu właściwości biologicznych tych gleb. Obserwowane w ostatnich latach przeznaczenie, szczególnie mad średnich i ciężkich, na cele nierolnicze i nieleśne powoduje zmniejszenie się zasięgu obszarów rozlewiskich rzek, a co za tym idzie ograniczenie funkcji retencyjnej tych obszarów i katastrofalne skutki powodzi. Należy mieć nadzieję, że w przyszłości mady nie będą bez rozważenia przeznaczane na cele nierolnicze i nieleśne, ale będą stanowić potencjał produkcyjny rolnictwa, a ich wartość przyrodnicza zostanie bardziej doceniona ze względu na świadczenie usług ekosystemowych mało jeszcze docenianych przez społeczeństwo.

Podziękowania

Praca została finansowana z zadania 2.1 w Dotacji Celowej dla IUNG-PIB na 2024 r.

Acknowledgments

The publication was granted from the Targeted Subsidy for IUNG-PIB in 2024, task 2.1.

Literatura

- Bartmiński, P., Bieniek, A., Gregoliński, D., Smreczak, B., Szyniec, K., Woch, F., 2020. Szczegółowe zasady przeprowadzania gleboznawczej klasyfikacji gruntów. Wydawnictwo POLIHYMNIA Sp. z o.o., Lublin, 174 pp.
- Białousz, S., 2021. Klasyfikacja i kartografia gleb w Politechnice Warszawskiej. Bazy danych o glebach i przykłady zastosowań. Szkic z okazji 100-lecia Wydziału Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej 457 pp.
- Chojnicki, J., 2001. Formy żelaza w madach środkowej doliny Wisły. Roczniki Gleboznawcze – Soil Science Annual, Supl. 52, 95–107.
- Chojnicki, J., 2002. Soil-forming processes in alluvial soils of central Vistula valley and Żuławy. SGGW Development Foundation, Warsaw, Poland. (in Polish with English summary)
- Chojnicki, J., 2004. Formy żelaza w madach Żuław. Roczniki Gleboznawcze – Soil Science Annual 55(1), 77–87. (in Polish with English abstract)
- Chojnicki, J., 2022. Chemiczne wietrzenie mad środkowej Wisły i Żuław. Soil Science Annual, 2022, 73(3)157349, <https://doi.org/10.37501/soil-sa/157349>
- Ciszewski, D., Czajka, A., (2015). Human-induced sedimentation patterns of a channelized lowland river. Earth Surface Processes and Landforms 40(6), 783–795.

- Falkowska, E., Falkowski, T., 2010. Właściwości sorpcyjne utworów wezbraniowych na tarasie zalewowym doliny środkowej Wisły w okolicach Magnuszewa w świetle morfogenezy form fluwialnych. *Przeгляд Naukowy–Inżynieria i Kształtowanie Środowiska* 2(48), 35–48.
- Furtak, K., Grządziel, J., Gałazka, A., Niedźwiecki, J., 2019. Analysis of soil properties, bacterial community composition, and metabolic diversity in fluvisols of a floodplain area. *Sustainability* 11(14), 3929. <https://doi.org/10.2290/su11143929>
- Grzyb, S., 1993. Łąki łęgowe w polskim rolnictwie i środowisku przyrodniczym. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 412, 41–50.
- Instrukcja w sprawie przeprowadzenia gleboznawczej klasyfikacji gruntów, 1956. Załącznik do zarządzenia Ministra Rolnictwa Nr 127 z dnia 14.VI.1956 r., 42 pp.
- Instrukcja w sprawie wykonania map glebowo-rolniczych w skali 1:5 000 i 1:25 000 oraz map glebowo-przyrodniczych w skali 1:25 000 /Tymczasowa/ 1965. Część 1, Ministerstwo Rolnictwa, Departament Urzędów Rolnych oraz Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Warszawa 153 pp.
- IUSS Working Group WRB, 2015. World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. In *World Soil Resources Reports*; FAO: Rome, Italy, 2015; p. 182.
- Jadczyński, J., Smreczak, B., 2017. Mapa glebowo-rolnicza w skali 1:25 000 i jej wykorzystanie na potrzeby współczesnego rolnictwa. *Studia i Raporty IUNG-PIB* 51(5), 9–28.
- Kabała, C., Gałka, B., Jezierski, P., Bogacz, A., 2011. Transformacja mad w warunkach regulacji rzeki i długotrwałego użytkowania rolniczego w dolinie Dobrej na Nizinie Śląskiej. *Roczniki Gleboznawcze – Soil Science Annual* 62, 141–153.
- Kaczmarek, Z., Gajewski, P., 2022. Selected physical and water properties of alluvial soils in the context of their susceptibility to drainage degradation. *Soil Science Annual* 73(3), 156063. <https://doi.org/10.37501/soilsa/156063>
- Kawałko, D., Kaszubkiewicz, J., Jezierski, P., 2022. Morphology and selected properties of alluvial soils in the Odra River valley, SW Poland. *Soil Science Annual* 73(3), 156062. <https://doi.org/10.37501/soilsa/156062>
- Klimkowicz-Pawlas, A., Maliszewska-Kordybach, B., Smreczak, B., 2012. Application of preliminary stage of risk assessment procedure for agricultural soils: Area affected by flood as a case study. *Journal of Food Agriculture and Environment* 10(1), 675–680.
- Komentarz do tabeli klas gruntów w zakresie bonitacji gleb gruntów ornych terenów równinnych, wyżynnych i nizinnych wraz z regionalnymi instrukcjami dotyczącymi gleb ornych terenów górzystych i komentarzami dotyczącymi użytków zielonych i gleb pod lasami dla użytku klasyfikatorów gleb i pracownikó kartografii gleb IUNG², 1963. Ministerstwo Rolnictwa, 468 pp.
- Kuś, J., 2010. Produkcyjne i siedliskowe konsekwencje zmian w produkcji rolnej w Polsce. *Studia i Raporty IUNG-PIB* 22, 65–85.
- Ligeza, S., 2016. Zmienność współczesnych mad puławskiego odcinka Wisły. Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie: Wyd. 358.
- Łabaz, B., Kabała, C., 2016. Human-induced development of mollic and umbric horizons in drained and farmed swampy alluvial soils. *Catena* 139, 117–126.
- Maliszewska-Kordybach, B., Klimkowicz-Pawlas, A., Smreczak, B., 2011. Effect of flooding on contamination of agricultural soils with metals and PAHs: The Middle Vistula Gap case study. *Water Air and Soil Pollution* 223, 687–697.
- Mapa gleb Polski 1958. Pod redakcją A. Musierowicza. Wydawnictwo: Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa. Skala: 1:300 000.
- Mapa gleb Województwa Lubelskiego w skali 1:300 000 1935. Pod redakcją T. Mieczynskiego.
- Matusik, M., 1973. Próba typologii i regionalizacji rolnictwa na obszarze Dolnego Powiśla. *Polska Akademia Nauk*, 155 pp.
- Mieczynski, T., 1938. Gleboznawstwo terenowe. Nakładem Państwowego Instytutu Naukowego Gospodarstwa Wiejskiego, Puławy, 337 pp.
- Miklaszewski, S., 1912. Gleby Ziemi Polskiej ze szczególnym uwzględnieniem Królestwa Polskiego oraz Mapa Gleboznawcza Królestwa Polskiego. Wydanie II, Warszawa, 232 pp.
- Miklaszewski, S., 1935. Rozpoznawanie gleb w polu na ziemiach polskich oraz obowiązujące klasyfikacje gruntów do celów rolniczych, melioracyjnych, szacunkowych i podatkowych. Warszawa, 155 pp.
- Musierowicz, A., 1956. Gleboznawstwo ogólne. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Wydanie II, Warszawa, 500 pp.
- Obwieszczenie Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 12 lipca 2022 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Rozwoju w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych oraz opracowywania i przekazywania wyników tych pomiarów do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego 2022 (Dz.U. 2022 poz. 1670).
- Orzechowski, M., Smółczyński, S., Kalisz, B., Sowiński, P., 2022. Geneza, właściwości i wartość rolnicza mad delty Wisły i Pasłęki. *Soil Science Annual* 73(3), 157350. <https://doi.org/10.37501/soilsa/157350>
- Orzechowski, M., Smółczyński, S., Sowiński, P., 2004. Zasobność mad żuławskich w makroelementy ogólne i przyswajalne. *Annales UMCS, Lublin, Sec. E* 59(3), 1065–1071.
- Ostrowska, A., Gawliński, S., Szczubiałka, Z., 1991. Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin. IOŚ, Warszawa, 334 pp.
- Projekt klasyfikacji gleb Polski, 1955. Praca zbiorowa. Polskie Towarzystwo Gleboznawcze, Prace Komisji Klasyfikacji, Nomenklatury i Kartografii Gleb, Warszawa, 76 pp.
- Przyrodniczo-genetyczna klasyfikacja gleb Polski ze szczególnym uwzględnieniem gleb uprawnych, 1956. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne Warszawa, 96 pp.
- Przyrodniczo-genetyczna klasyfikacja gleb Polski, 1956. *Roczniki Nauk Rolniczych* 74, seria D, 1–96.
- PTG, 2009. Particle size distribution and textural classes of soils and mineral materials – classification of Polish Society of Soil Science 2008. *Roczniki Gleboznawcze – Soil Science Annual* 60(2), 5–16. (in Polish with English abstract)
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi (Dz.U. 2016 poz. 1395).
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 12 września 2012 r. w sprawie gleboznawczej klasyfikacji gruntów (Dz.U. 2012 poz. 1246)
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 4 czerwca 1956 r. w sprawie klasyfikacji gruntów (Dz.U. 1956 nr 19 poz. 97).
- Rytelewski, J., 1965. Typologia gleb aluwialnych doliny rzeki Łyny. *Roczniki Gleboznawcze – Soil Science Annual* 15(1), 91–109
- Słownik gleboznawczy i nauk pokrewnych, Encyklopedyczny., 1967. Polskie Towarzystwo Gleboznawcze, Komisja Słownictwa Gleboznawczego. Warszawa, Część III, 168 pp.
- Smreczak, B., Łachacz, A., 2019. Typy gleb wyróżniane w klasyfikacji bonitacyjnej i ich odpowiedniki w 6. wydaniu Systematyki gleb Polski. *Soil Science Annual* 70(2), 115–136.
- Strzemiński, M., 1947. Zarys rozwoju naukowej systematyki gleb. *Pamiętnik Państwowego Instytutu Naukowego Gospodarstwa Wiejskiego w Puławach. Tom XVIII, Seria A – Materiały do poznania Gleb Polskich, T.6.*, 340 pp.
- Strzemiński, M., 1980. Historia gleboznawstwa polskiego od zarania polskiego piśmiennictwa rolniczo-gleboznawczego do powstania Drużyny Rzeczypospolitej. *PWRiL*, 224 pp.
- Strzemiński, M., Siuta, J., Witek, T., Bury-Zaleska, J., Nowosielski, O., Słowik, K., Trębski, L., Truskowska, R., 1973. Przydatność rolnicza gleb Polski. *PWRiL*, 285 pp.
- Systematyka Gleb Polski, 1989. *Roczniki Gleboznawcze – Soil Science Annual* 40(3–4), 150 pp.
- Systematyka gleb Polski, 2019. Polskie Towarzystwo Gleboznawcze, Komisja Genezy Klasyfikacji i Kartografii Gleb. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Polskie Towarzystwo Gleboznawcze, Wrocław-Warszawa, 250 pp. (in Polish)

Świtoniak, M., Kabała, C., Podlasiński, M., Smreczak, B., 2019. Propozycja korelacji jednostek glebowych wyróżnionych na mapie glebowo-rolniczej z typami i podtypami Systematyki gleb Polski (6. wydanie, 2019). *Soil Science Annual* 70(2), 98–114. <https://doi.org/10.2478/ssa-2019-0010>

Ustawa z dnia 26 marca 1935 r. o klasyfikacji gruntów dla podatku gruntowego (Dz.U. 1935 nr 27 poz. 203).

Witek, T., 1965. Gleby Żuław Wiślanych. *Pamiętnik Puławski* 18, 157-266.

Witkowska-Walczak, B., Walczak, R.T., Sławiński, C., 2000. Retencja wody na mać Polski. *Acta Agrophysica* 38, 267–280.

Zawadzki, S., 1995. *Gleboznawstwo*. (Praca zbiorowa), Wydanie III, PWRiL, 560 pp.

Zbiór zaleceń dobrej praktyki rolniczej mający na celu ochronę wód przed zanieczyszczeniem azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych, 2019. Opracowanie pod redakcją IUNG-PIB Puławy, 77 pp.

Alluvial soils in agricultural divisions and their utility value in Poland

Keywords:

Alluvial soils
Agricultural land
Soil-agricultural map

Abstract

The work aimed to present the divisions of alluvial soils used in agriculture, analyze the share of these soils in the agricultural production space, and the functions they perform in the agricultural areas. The publication also contains the characteristics of some physical and chemical properties of these soils as referred to agronomic classes and land use categories. The article showed that in agriculture dominant terms and divisions of Fluvisols developed by Polish soil scientists before World War II and in the early post-war period, including the development of land bonitation classes and instructions for the preparation of soil-agricultural maps on scales at 1 : 5,000 and 1 : 25,000. The range of alluvial soils in agricultural areas as based on data from a digital soil-agricultural map on a scale of 1 : 25,000, showed that they constitute 7.9% of total agricultural land. Alluvial soils are dominated by proper alluvial soils, and their share in the total area of these soils is 96.1%. The largest area of alluvial soils used for agriculture occurs in the Vistula (63.5%), followed by the Oder (35.8%) basin. More than 25% of alluvial soils in lowland and upland areas were included in arable lands 1 and 2 of the agricultural soil suitability complex, and 10.8% in complex 10 in mountainous areas. Over 13% of alluvial soils create very good and good (1z) habitats for permanent patches and permanent pastures. The pH values in the 0-20 cm layer of alluvial soil located on arable land (GO) and permanent grassland (TUZ) are in a wide range from 3.8 to 8.0. It was noted that in GO the content of forms available to plants is very high for phosphorus (P) and average for potassium (K) and magnesium (Mg), and for TUZ it is for P, Mg, and K in the following content classes: very high, high and low. Alluvial soils used for agriculture not only perform a production function in the environment but also retention and habitat functions, which is why some of them have been included in the Natura 2000 network.