

Wpłynęło 12.08.2014 r.
Zrecenzowano 15.09.2014 r.
Zaakceptowano 18.11.2014 r.
A – koncepcja
B – zestawienie danych
C – analizy statystyczne
D – interpretacja wyników
E – przygotowanie maszynopisu
F – przegląd literatury

CHARAKTERYSTYKA ZASOBNOŚCI GLEB W GMINIE RABA WYŻNA

Wojciech ŚWIERK^{1) ABCDEF}, Stanisław TWARDY^{2) ABCDEF},
Wojciech MATOGA^{3) ABCDEF}

¹⁾ Urząd Gminy w Rabe Wyżnej

²⁾ Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Małopolski Ośrodek Badawczy w Krakowie

³⁾ Okręgowa Stacja Chemiczno-Rolnicza w Krakowie

Streszczenie

Celem pracy była ocena stanu jakościowego gleb zlewni górnej Raby, przeprowadzona na przykładzie gminy Raba Wyżna. Analizy zasobności gleb wykonano w Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Krakowie (OSChR). Dotyczyły one fosforu, potasu i magnezu oraz stopnia zakwaszenia gleb wraz z określeniem potrzeb ich wapnowania. W pracy wykorzystano dane pochodzące z gminnego monitoringu gleb, który prowadzono w latach 2005–2008. Łącznie pobrano i przeanalizowano 576 próbek materiału glebowego, pochodzących z użytków rolnych. Stwierdzono, że w ponad 60% próbek występował odczyn bardzo kwaśny lub kwaśny, co wskazuje na potrzebę wapnowania analizowanych gleb. Natomiast próbki o odczynie obojętnym nie przekraczały 10% ogólnej liczby próbek poddanych analizie. Zawartość makroelementów (fosfor, potas, magnez) w badanych glebach były zróżnicowana: od bardzo niskiej do bardzo wysokiej. W ok. 55% przebadanych próbek gleb zawartość fosforu była bardzo niska, a w ponad 50% próbek – bardzo niska zawartość potasu. Natomiast zawartość magnezu w prawie połowie badanych próbkach gleb była wysoka i bardzo wysoka.

Słowa kluczowe: bonitacja, gmina Raba Wyżna, odczyn i zasobność gleb, składniki nawozowe: fosfor, potas, magnez, wapń

WSTĘP

Gleba jest ważnym elementem środowiska przyrodniczego, stanowi bowiem główne źródło zaopatrzenia roślin i mikroorganizmów w wodę oraz składniki pokarmowe. Jej stan jakościowy zależy od właściwości fizykochemicznych, w tym

Do cytowania For citation: Świerk W., Twardy S., Matoga W. 2015. Charakterystyka zasobności gleb w gminie Raba Wyżna. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 15. Z. 2 (50) s. 129–146.

granulometrii, uwilgotnienia, zawartości substancji organicznych i przyswajalnych przez rośliny uprawne. Właściwości te mogą ulegać zmianie w wyniku nawożenia, oddziaływania zanieczyszczeń przemysłowych lub związanych z motoryzacją, a także na skutek intensywnej, często nieuzasadnionej, chemizacji rolnictwa. Ponadto opady suchych pyłów i kwaśne deszcze pogarszają żyzność gleby, a tym samym obniżają wysokość i jakość zbieranych plonów [SAPEK, SAPEK 2011].

W obszarach urzeźbionych ważna jest również stosowana agrotechnika; szczególnie w zakresie podstawowych prac uprawowych, które muszą być zróżnicowane nie tylko w zależności od zwięzłości gleb, ale też rzeźby i ekspozycji terenu, dodatkowo przekształcanych warunkami klimatycznymi [TWARDY, KOPACZ 2014].

Gleby górskie wykorzystywane rolniczo spełniają różnorodne funkcje gospodarcze oraz pozaprodukcyjne. Wymagają jednak szczególnej ochrony, w tym zwłaszcza odpowiedniego zagospodarowania oraz użytkowania [CHODAK i in. 1998; PAWLIK-DOBROWOLSKI 1993]. Pod względem typologicznym są to w większości gleby brunatne właściwe i kwaśne, o znacznej szkieletowatości oraz stosunkowo małej miąższości profilu. Występują również wylugowane gleby biellicowe i pseudobiellicowe, a w dolinach rzecznych mady. Wymienione typy gleb dominują na całym obszarze zlewni górnej Raby, również w obrębie gminy Raba Wyżna [KOPACZ 2011; SKIBA 1995].

Na omawianym obszarze postępuje ekstensyfikacja działalności rolno-produkcyjnej. Obserwuje się rezygnację z chowu zwierząt gospodarskich, w tym przeżuwaczy, a zarazem wzrost powierzchni użytków zielonych oraz ograniczenie poziomu nawożenia, zwłaszcza mineralnego. Następstwem zmniejszonego pogłowia jest niedostatek obornika i gnojówki. Zauważalne jest też zwiększone okresowe ugorowanie lub całkowite zaniechanie użytkowania ziemi oraz wprowadzanie uproszczeń organizacyjnych, polegających np. na jednorazowym koszeniu runi w sezonie wegetacyjnym. Podobna sytuacja zachodzi zresztą w całych Karpatach Zachodnich, a jej konsekwencją jest wyraźne zmniejszenie powierzchni użytków ornych oraz stopniowy wzrost małowartościowych obszarów trawiastych [KOPACZ, TWARDY 2012].

Celem pracy była identyfikacja stanu jakościowego gleb górskich w gminie Raba Wyżna. Przez wiele lat prowadzono tu niskonakładową gospodarkę rolną, charakteryzującą się m.in. znaczną redukcją czynników plonotwórczych, zwłaszcza nawozów mineralnych oraz chemicznych środków służących do ochrony uprawianych roślin.

W pracy chodziło o rozpoznanie, jak taka gospodarka wpływa na właściwości produkcyjne gleb górskich, w tym na ich kategorie agronomiczne, a także na zasobność w podstawowe makroelementy, decydujące o efektach produkcyjnych w warunkach długoterminowego utrzymywania ekstensywnej formy gospodarowania. Taka ekstensyfikacja wynikała z konieczności dostosowywania się rolników do zmiennych uwarunkowań ekonomicznych, w tym zwłaszcza niekorzystnej relacji cen nawozów mineralnych i innych środków rolno-produkcyjnych do ni-

skiej wartości rynkowej wytwarzanych ziemiopłodów [KOPACZ, TWARDY 2014]. Celem pracy była też wstępna ocena jakości stanu środowiska rolno-produkcyjnego, na które w odpowiednio zredukowanym zakresie oddziałują czynniki antropogeniczne, związane z niskonakładową gospodarką nawozową, prowadzoną w gospodarstwach rolnych.

Przeanalizowanie stanu jakościowego gleb w typowo rolniczej gminie górskiej, jaką jest Raba Wyżna, będzie pomocne w formułowaniu ogólnej oceny, w tym w odniesieniu do całej zlewni górnej Raby. Pozwoli to ukształtować obiektywny osąd, co do ich stanu jakościowego, a także aktualnych możliwości rolno-produkcyjnych. Wymieniona gmina jest bowiem powszechnie uznawana za reprezentatywną dla obszarów położonych w niższych partiach Karpat Zachodnich.

CHARAKTERYSTYKA BADANEGO OBSZARU

Górska część zlewni Raby, po zbiornik retencyjny w Dobczycach (rys. 1), zajmuje powierzchnię ok. 770 km² i rozprzestrzenia się na obszarze Beskidów oraz Pogórza Karpackiego [KONDRACKI 2000]. Od południowego zachodu graniczy ze zlewnią Skawy, a od południa i wschodu ze zlewnią Dunajca.



Rys. 1. Lokalizacja zlewni górnej Raby; źródło: KOPACZ [2011]

Fig. 1. Location of the upper Raba River basin; source: KOPACZ [2011]

Występują tam, obok piętra wysokich pogórzy Płaskowyżu Żeleźnicy i Pogórza Sieniawskiego (800–930 m n.p.m.), pogórza średnie o wysokości 650–750 m n.p.m. (np. Płaskowyż Naprawy) i obniżenia, utrzymujące się w przedziale 500–550 m n.p.m. (np. Obniżenie Jabłonkowskie, czy Kotlina Chabówki). Dlatego obszar omawianej części zlewni jest zróżnicowany pod względem wysokości: ok. 31% znajduje się na wysokości pomiędzy 250–500 m n.p.m., 48% w przedziale 500–700 m n.p.m., 20% w przedziale 700–1000 m n.p.m. i 1% powyżej 1000 m n.p.m., co wyraźnie różnicuje też sposób jego wykorzystania [KOPEĆ 1993].

W źródłowej części zlewni górnej Raby położona jest gmina Raba Wyżna, składająca się 8 sołectw (wsi). Pod względem obszarowym zajmuje ok. 88,3 km². Należy zaliczyć ją do przeciętnych w powiecie nowotarskim, natomiast wyróżnia się pod względem gęstości zaludnienia wskaźnikiem 151 osób·km⁻². Z gminnej ewidencji ludności wynika, że na koniec 2010 r. gmina ta liczyła 14 012 mieszkańców, co stanowi 7,6% ludności powiatu.

Indywidualne gospodarstwa rolne są tu niewielkie. Ich średnia powierzchnia wynosi 2,72 ha, przy łącznej liczbie 1966 gospodarstw. W minionych latach prowadzono w nich intensywną gospodarkę rolną, a oprócz upraw polowych, chowano stosunkowo dużą ilość zwierząt gospodarskich, szczególnie bydła, owiec i koni [KOPEĆ 1993; TWARDY 1993].

Obecnie w gminie dominuje niskonakładowa produkcja roślinna, w znacznej części na tzw. własne samozaopatrzenie oraz potrzeby czasowo przebywających osób (wczasowiczów, turystów). Natomiast w produkcji zwierzęcej kontynuowany jest chów przeżuwaczy: bydła mlecznego i rzeźnego oraz w nieznacznej ilości owiec. W obrębie użytków rolnych stwierdza się też, w stosunku do minionych lat, wyraźne zmiany strukturalne, nastąpiła bowiem redukcja upraw polowych na korzyść powierzchni zadarnionych, głównie ekstensywnie użytkowanych łąk i pastwisk [KOPACZ, TWARDY 2013].

Obecnie wszystkie użytki rolne zajmują łącznie 5362 ha (60,7%), lasy 3124 ha (35,4%), a pozostałe (tj. nieużytki, drogi, wody oraz tereny znajdujące się pod zabudową wiejską) 342 ha, co odpowiada 3,9% ogólnej powierzchni gminy.

Pod względem jakościowym dominują gleby o średnim i niskim potencjale produkcyjnym, zaliczane do klas bonitacyjnych IV, V i VI, które łącznie zajmują niemal 93,7% powierzchni użytków rolnych. Najwartościowsza, czyli III klasa bonitacyjna, zajmuje zaledwie ok. 6,0% powierzchni. Zbliżony układ bonitacyjny występuje na obszarze całej zlewni górnej Raby, przy czym wraz ze wzniesieniem terenu n.p.m. stopniowo zmniejsza się udział klas IV i V na korzyść VI i VIz. Jeżeli chodzi o przydatność rolniczą analizowanych gleb należy podkreślić, że przeważają tu kompleksy glebowo-rolnicze określone jako zbożowo-górskie, owsiano-ziemniaczane oraz owsiano-pastewne górskie. Łączny ich udział przekracza 80,0% ogólnej powierzchni użytków rolnych, a razem z gruntami przeznaczonymi do przekształcenia na użytki zielone niemal dokładnie pokrywa się z sumaryczną powierzchnią gleb mieszczących się w IV, V i VI klasie bonitacyjnej.

W klasyfikacji bonitacyjnej uwzględnia się nie tylko charakterystykę gleby (głębokość profilu glebowego, uziarnienie, stosunki wodno-powietrzne, zawartość próchnicy, zasobność w składniki pokarmowe itp.), ale również jej możliwości produkcyjne, które są wypadkową warunków geomorfologicznych i klimatycznych [TOKARZ, TURZAŃSKI (red.) 1999].

Na omawianym obszarze, podobnie zresztą jak w całych Karpatach Zachodnich, dominują gleby klas od IV do VIz. Na nich rozprzestrzeniają się głównie wspomniane wyżej górskie kompleksy glebowo-rolnicze, na których w przypadku użytków ornych dominuje uprawa żyta, owsa, jęczmienia, a z roślin okopowych ziemniaki.

Specyfika takiego rolnictwa, oparta na niskonakładowych formach produkcji oraz coraz szerzej wprowadzanej gospodarce prośrodowiskowej, uwzględniającej działalność rodzinnych, drobnotowarowych gospodarstw ekologicznych, stwarza dobre podstawy do dalszego ich rozwoju również w kierunku szeroko rozumianej agroturystyki wiejskiej. Sprzyjać to będzie też ogólnym założeniom gminy w dochodzeniu do zrównoważonego i wielofunkcyjnego jej rozwoju [KOPACZ, TWARDY 2012; TWARDY i in. 2011; ŚWIERK 2012].

AGROKLIMAT

Warunki klimatyczne w tej części zlewni górnej Raby są zmienne i istotnie różnicowane lokalnymi czynnikami, w tym wysokością terenu n.p.m., położeniem, ekspozycjami, spadkami itp. Klimat ten zaliczany jest do górskiego, choć umiarkowanie ciepłego, co jest charakterystyczne dla niższych położen karpackich, nieprzekraczających 750–800 m n.p.m. [OBREBSKA-STARKLOWA i in. 1995]. Jednak silne urzeźbienie powierzchni oraz jej bogaty mikrorelief sprawia, że poszczególne parametry klimatyczne są lokalnie zróżnicowane. Dotyczy to zwłaszcza opadów atmosferycznych i termiki powietrza. Na czynniki te oddziałują bowiem sąsiadujące masywy górskie; z jednej strony tatrzańskie, a z drugiej wyniosłości babiogórskie i gorczańskie, choć równocześnie nieco osłabia je i łagodzi bliskość progu Pogórza Karpackiego.

W wyniku takich uwarunkowań roczne sumy opadów atmosferycznych kształtują się na ogół w przedziale 800–1000 mm, a średnia roczna temperatura powietrza wynosi 5,0–7,0°C. Wartości te są jednak modyfikowane zmiennym przebiegiem kierunków cyrkulacji mas powietrza w danym roku, zwłaszcza w stosunku do położenia dolin i kotlin górskich. Należy podkreślić, że na omawianym terenie występuje korzystny klimat akustyczny oraz czyste powietrze, obszary te pozbawione są bowiem obecnie sąsiedztwa większych zakładów przemysłowych i przetwórczych.

Początek okresu wegetacyjnego przypada na przełom marca i kwietnia, a koniec na I dekadę października. W poszczególnych latach przesunięcia w tym zakre-

się dochodzą nawet do 2 tygodni. Prace polowe rozpoczyna się zazwyczaj w II dekadzie kwietnia, a kończy w II dekadzie października. Okres wegetacyjny (tj. liczba dni ze średnią temperaturą dobową wyższą niż 5,0°C) trwa od 190 do 200 dni. Pierwsze przymrozki notuje się zazwyczaj w I lub II dekadzie października, a ostatnie w I dekadzie maja.

Prowadzona w gminie Raba Wyżna gospodarka rolna, zwłaszcza na gruntach ornych, w pełni uwzględnia powyższe zmienności agroklimatyczne, które decydują zarówno o warunkach produkcyjnych i właściwym doborze uprawianych roślin, jak i o wysokości uzyskiwanych plonów. Użytki zielone wykorzystywane są ekstensywnie lub półintensywnie [TWARDY i in. 2011]. Łąki kosi się zazwyczaj dwukrotnie, czasem tylko jednorazowo na początku lipca, po ustaniu tzw. deszczy świętojańskich. Zbiór biomasy trawiastej z pierwszego pokosu stanowi 50–70% plonu całorocznego i często wystarcza na zimowe potrzeby zwierząt gospodarskich. Pastwiska natomiast użytkowane są zazwyczaj od III dekady kwietnia, tak długo, jak pozwalają na to w danym roku warunki pogodowe. W sprzyjających warunkach zwierzęta wypędzane są na przydomowe pastwiska nawet jeszcze w listopadzie, przy czym bardziej wówczas chodzi o utrzymanie ich ogólnej kondycji zdrowotnej (poprzez ruch i przebywanie na świeżym powietrzu) niż o pobieranie paszy, której jest już niewiele.

Opisane warunki agroklimatyczne sprawiają, że plonowanie roślin uprawnych jest na tym obszarze wyraźnie niższe, bo co najmniej o 25–30% w stosunku do obszarów nizinnych.

METODY BADAŃ

W pracy przeanalizowano wyniki badań laboratoryjnych wykonanych w latach 2005–2008 przez Okręgową Stację Chemiczno-Rolniczą w Krakowie (OSChR), na zlecenie władz samorządowych. Dotyczyły one stopnia zakwaszenia gleb i potrzeb ich wapnowania, a także zawartości w nich fosforu, potasu i magnezu. Badania przeprowadzono w wybranych 44 reprezentatywnych gospodarstwach rolnych. Z działek tych gospodarstw do analiz pobrano łącznie 576 próbek gleby. Próbkę zawsze pobierano w terminach jesiennych, przypadających na przełom września i października. W prezentowanych analizach nie wyodrębniano próbek gleb pochodzących z poszczególnych form użytkowania rolniczego, tj. oddzielnie z użytków zielonych i oddzielnie z gruntów ornych, ponieważ końcowe wyniki analityczne rozpatrywano w ujęciu ogółu użytków rolnych, a nie wyselekcjonowanych kultur uprawnych.

Materiał glebowy przebadano w zakresie: oznaczenia odczynu (pH) w H₂O i KCl, zasobności w fosfor (P₂O₅), potas (K₂O) oraz magnez (Mg). Analizy zawartości fosforu i potasu wykonano metodą Egnera-Riehma, ekstrahując przyswajalne związki fosforu i potasu z gleby roztworem mleczanu wapnia zakwaszonym kwa-

sem solnym do pH 3,6. W przesączu glebowym oznaczano fosfor kolorymetrycznie, a potas za pomocą fotometru płomieniowego. Magnez natomiast oznaczano metodą uniwersalną, według Surway'a, w modyfikacji Nowosielskiego, w wyciągu 0,03 N kwasu octowego metodą ASA [LITYŃSKI i in. 1976].

Próbki gleby pobierano z jednorodnie użytkowanych obszarów rolniczych z warstwy 0,0–20 (25) cm [OSChR 1982; 2006]. Tak pobrane próbki gleby (zwane „pierwotnymi”), dzielono na dwie równe części. Z pierwszej części wykonywano bezpośrednio wyżej podane analizy, a pozostały materiał glebowy łączono ze sobą, uwzględniając miejsce poboru i sposób rolniczego użytkowania ziemi. Najczęściej łączono glebę pochodzącą z 15–20 próbek pierwotnych, które następnie po wymieszaniu traktowano jako próbkę ogólną (uśrednioną). Jeżeli wyniki analityczne z uśrednionej próbki były zbliżone do analiz wykonanych na próbkach pierwotnych, to przyjmowano, że pobrany i przeanalizowany materiał glebowy jest reprezentatywny dla danego obszaru użytku rolnego o zbliżonych warunkach przyrodniczych i agrotechnicznych. Tak wytypowane obszary są też wstępnie przewidziane do dalszych prac monitoringowych, stanowiących część badań prowadzonych na obszarze zlewni rzeki Raby przez ITP MOB w Krakowie.

Zastosowano podział zasobności gleb oparty na pięciu klasach zawartości analizowanych substancji (tab. 1): od bardzo niskiej (klasa V) po bardzo wysoką (klasa I).

Tabela 1. Klasy zasobności fosforu, potasu i magnezu w glebach mineralnych

Table 1. Classes of phosphorus, potassium and magnesium abundance in mineral soils

Klasa zasobności gleby Class of abundance	Zasobność Abundance	Fosfor P ₂ O ₅	Potas K ₂ O	Magnez Mg
		Phosphorus P ₂ O ₅	Potassium K ₂ O	Magnesium Mg
		mg·(100 g) ⁻¹ gleby mg·(100g) ⁻¹ of soil		
V	bardzo niska very low	≤5,0	≤10,0	≤4,0
IV	niska low	5,1–10,0	10,1–15,0	4,1–6,0
III	średnia medium	10,1–15,0	15,1–25,0	6,1–10,0
II	wysoka high	15,1–20,0	25,1–30,0	10,1–14,0
I	bardzo wysoka very high	>20,1	>30,1	>14,1

Źródło: OSChR [2006]. Source: Regional Chemical-Agricultural Station [OSChR 2006].

W niniejszej pracy wykorzystano również zgromadzone wyniki badań własnych, związanych z realizacją pracy doktorskiej [ŚWIERK 2012], przy czym całość materiału glebowego pozyskano i przeanalizowano zgodnie z wyżej opisanymi metodami.

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Na użytkach rolnych badanej gminy przeważają gleby niższych klas bonitacyjnych (IV–VI), które łącznie zajmują 93,7% analizowanej powierzchni:

Klasa gleb:

- IV** – 1981 ha, co stanowi 36,9% użytków rolnych;
- V** – 1532 ha, co stanowi 28,6% użytków rolnych;
- VI** – 1468 ha, co stanowi 27,4% użytków rolnych;
- VIz** – 41 ha, co stanowi 0,8% użytków rolnych.

Najbardziej wartościowa III klasa bonitacyjna zajmuje zaledwie 6,3% powierzchni uprawnych. Należy podkreślić, że zbliżony układ bonitacyjny gleb występuje na obszarze całej górnej zlewni Raby, przy czym wraz ze wzniesieniem terenu n.p.m. stopniowo zmniejsza się udział klasy IV na korzyść V i VI [KOPEĆ 1993].

Omawiane gleby charakteryzują się słabymi kompleksami uprawowymi, które plasują się na stosunkowo niskich pozycjach (8–14) listy przydatności rolno-produkcyjnej, co w udziale procentowym przedstawia poniższe zestawienie;

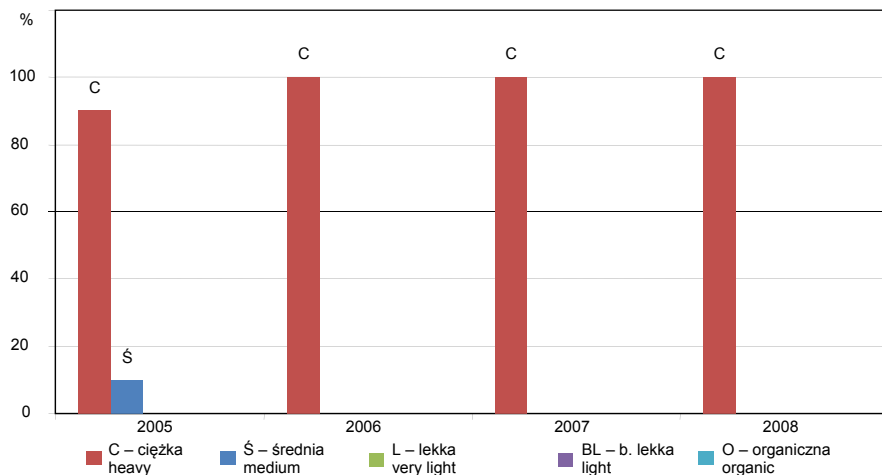
Kompleksy glebowo-rolnicze:

- 8** – zbożowo-pastewny mocny – 6,8%;
- 9** – zbożowo-pastewny słaby – 0,1%;
- 10** – pszenny górski – 2,3%;
- 11** – zbożowy górski – 37,7%;
- 12** – owsiano-ziemniaczany górski – 20,0%;
- 13** – owsiano-pastewny górski – 23,5%;
- 14** – grunty orne przeznaczone pod użytki zielone – 9,6 %.

Kompleksy zbożowo-pastewne (8–9) występują głównie na glebach III i IV klasy bonitacyjnej, natomiast umiejscowienie pozostałych (10–13) uwarunkowane jest położeniem terenu i układem warunków klimatycznych. Najczęściej rozprzestrzeniają się jednak na glebach V i VI klasy bonitacyjnej. Z kolei ostatni, 14. kompleks, wskazuje na grunty, które ze względu na uwilgotnienie lub niezbyt korzystne położenie, a także uwarunkowania agroklimatyczne, nadają się bardziej do wykorzystywania jako trwałe użytki zielone niż pola orne [TOKARZ, TURZAŃSKI (red.) 1999].

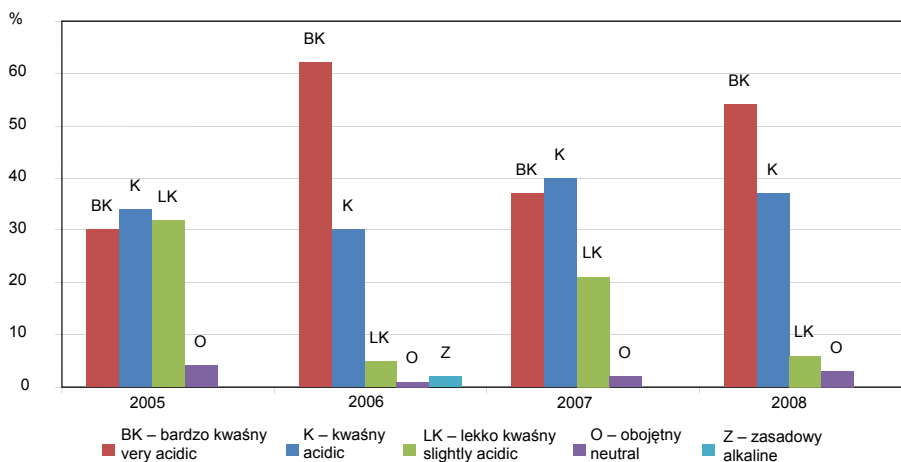
Z analizy materiału glebowego wynika, że na badanym terenie dominują gleby ciężkie, a tylko w niewielkim stopniu średnie (rys. 2). Ich komponenty cechują się dużą ilością części spławialnych, charakterystycznych dla frakcji gliniastych i ilastych, wpływa na dużą zwięzłość i małą przepuszczalność, zarówno powietrza, jak i wody. Są one jednak dość odporne na procesy erozyjne, zwłaszcza, jeżeli okrywa jest szata roślinna.

W ponad 60% badanych próbek glebowych stwierdzono odczyn bardzo kwaśny, a w ok. 30% odczyn kwaśny lub lekko kwaśny. W latach realizacji badań odczyn obojętny na użytkach rolnych badanej gminy przekraczał niewiele 5% w stosunku do ogólnej liczby analizowanych próbek (rys. 3). Ponieważ przytaczane da-



Rys. 2. Kategorie agronomiczne gleb w gminie Raba Wyżna; źródło: opracowanie własne

Fig. 2. Agronomical categories of soils in the Raba Wyżna commune; source: own elaboration



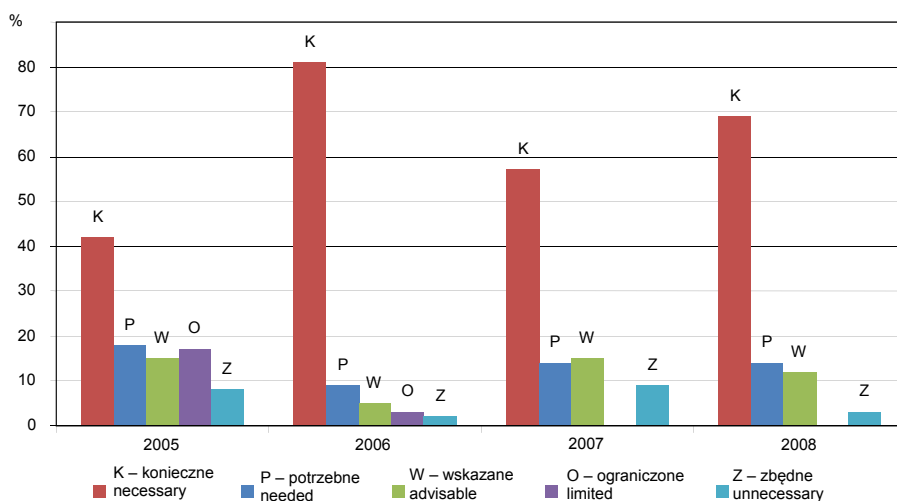
Rys. 3. Odczyn gleb (pH) w gminie Raba Wyżna; źródło: opracowanie własne

Fig. 3. Percent share of soil pH values in the Raba Wyżna commune; source: own elaboration

ne procentowe pozostają w ścisłych relacjach do ogólnej powierzchni przebadanych użytków rolnych stwierdzono, że ok. 90% występujących na tym terenie gleb ma odczyn kwaśny, mieszczący się w przedziale od bardzo kwaśnego do lekko kwaśnego. Przyjęto następujące przedziały w odniesieniu do odczynu gleb: gleby silnie kwaśne charakteryzują się $\text{pH} \leq 4,5$, kwaśne mają pH utrzymujące się w przedziale 4,6–5,5, lekko kwaśne 5,6–6,5, a gleby obojętne pod względem za-

kwaszenia cechuje pH mieszczące się w przedziale 6,6–7,2. W takich też przedziałach pogrupowano uzyskane wyniki badań (rys. 3). Zbliżony udział gleb, tj. bardzo kwaśnych i kwaśnych, występuje na obszarze całej zlewni górnej Raby [KOPACZ 2011; ŚWIERK 2012].

Ze względu na niskie pH większość omawianych gleb wymaga wapnowania. Analizy materiału glebowego przeprowadzone w latach 2005–2008 wykazały konieczność wapnowania 40–80% gleb użytków rolnych, w których stwierdzono odczyn bardzo kwaśny lub kwaśny (rys. 4). Natomiast na pozostałym obszarze zabieg taki byłby potrzebny lub wskazany, ale nie bezwzględnie konieczny. Jedynie na stosunkowo małych przydomowych powierzchniach wapnowanie można uznać jako zbędne dla ilościowo-jakościowych cech zbieranych plonów.



Rys. 4. Potrzeby wapnowania gleb w gminie Raba Wyżna; źródło: opracowanie własne

Fig. 4. The needs for soil liming in the Raba Wyżna commune; source: own elaboration

Wyniki analiz zgromadzone w poszczególnych latach wskazują na niekorzystną, ale ustabilizowaną sytuację w tym zakresie, co ilustrują diagramy zamieszczone na rysunku 4. Z przeglądu różnych danych literaturowych wynika, że zdiagnozowany stan pH utrzymuje się w zlewni górnej Raby od wielu dziesiątków lat i był zbliżony do opisanego nawet wówczas, gdy na tym terenie prowadzono intensywną gospodarkę rolną i stosowano znacznie więcej czynników plonotwórczych, w tym nawozów mineralnych oraz chemicznych środków ochrony roślin [KOPC 1993; TWARDY 1993].

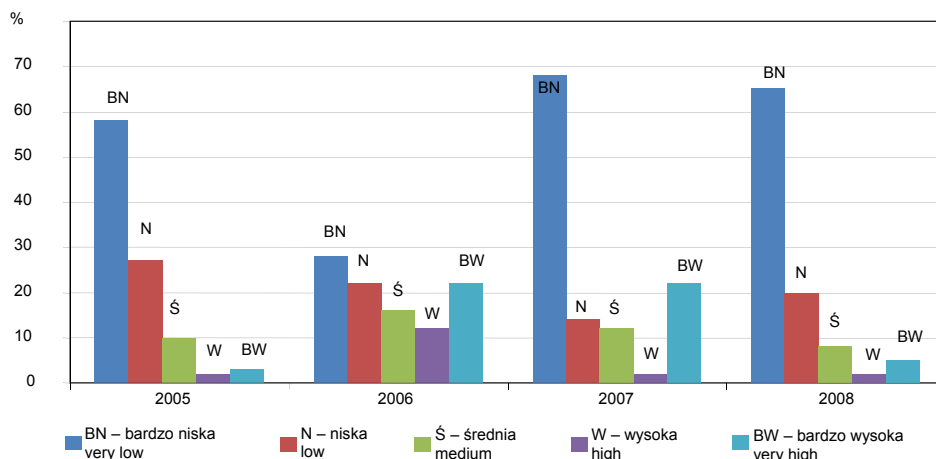
Obecnie, aby poprawić opisany stan zakwaszenia omawianych gleb górskich użytkowanych ornice, należałoby co 3–4 lata stosować wapnowanie w przeciętnej dawce 3,0–4,0 Mg·ha⁻¹ CaO. Natomiast na użytki zielone dawka taka mogłaby być

niższa i mieścić się w granicach $1,5\text{--}2,0 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ CaO}$. Takie zalecenie będzie jednak trudne do praktycznego przeprowadzenia ze względu na stosunkowo wysoki koszt tego zabiegu; gdyż oprócz ceny nawozu dochodzi jeszcze koszt jego rozsięwu oraz transportu. Należy również uwzględnić wielkość obszaru użytków rolnych, które powinny być wapnowane. Z dokonanych analiz wynika, że tylko w samej gminie Raba Wyżna konieczność lub potrzebę w tym zakresie ujawniono na powierzchni co najmniej 2,5 tys. ha użytków rolnych w odniesieniu do dawki $3,0 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ CaO}$. Pozostałe powierzchnie użytkowane rolniczo powinny być zaspokajane dawką przynajmniej o połowę niższą.

Ponieważ w omawianej gminie dominują małe gospodarstwa rolne, wprowadzające działania ekologiczne, należałoby je ukierunkować na stosowanie roślin uprawnych, które preferują duże zakwaszenie gleb. Taką rośliną mogłaby być np. borówka amerykańska (*Vaccinium corymbosum*), która oprócz dużego nasłonecznienia i dość zasobnej gleby wymaga, aby była ona bardzo kwaśna, a jej pH mieściło się w granicach 3,8–4,8.

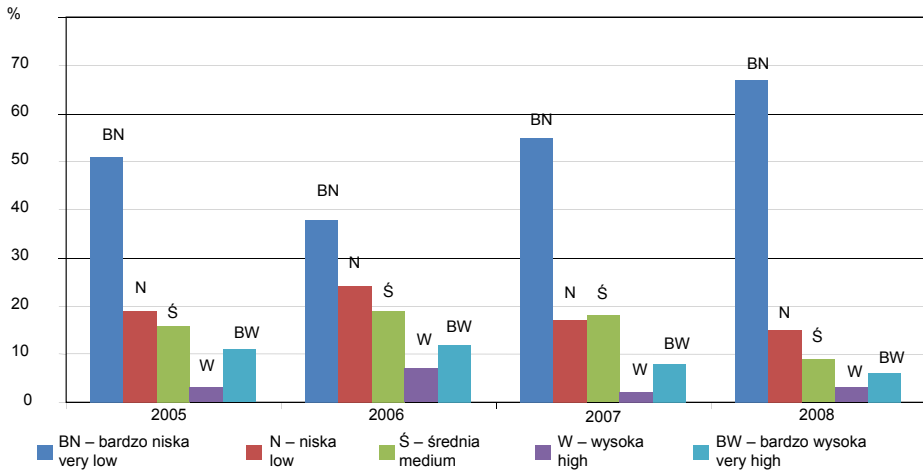
Zawartość analizowanych makroelementów w badanych próbkach gleb przedstawiono na rysunku 5–7, zgodnie z ogólnie przyjętą dla gleb ciężkich skalą klas zasobności, podaną w tabeli 1. We wszystkich latach badań stwierdzano w analizowanych próbkach gleb bardzo niską (kl. V) oraz niską (kl. IV) zasobność w fosfor i potas (rys. 5, 6).

Bardzo niska zawartość P_2O_5 , tj. $\leq 5,0 \text{ mg}$ w 100 g powietrznie suchej masy gleby (p.s.m.), występowała w ponad 55% badanych próbek (gdzie rozpiętość wynosi 28–68%), a w przypadku K_2O taką samą, czyli bardzo niską zasobność ($\leq 10,0$



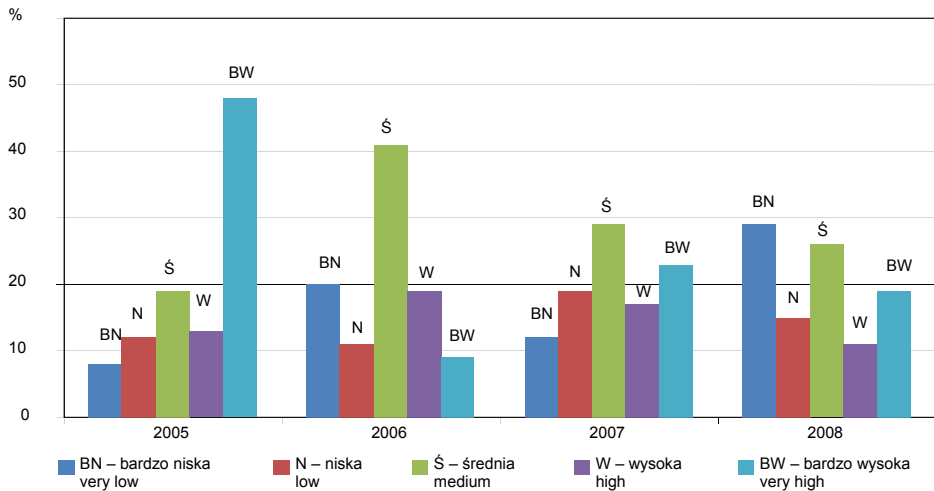
Rys. 5. Zawartość fosforu (P_2O_5) w glebach UR gminy Raba Wyżna; źródło: opracowanie własne

Fig. 5. Phosphorus content (P_2O_5) in soils of agricultural lands in the Raba Wyżna commune; source: own elaboration



Rys. 6. Zawartość potasu (K_2O) w glebach UR gminy Raba Wyżna; źródło: opracowanie własne

Fig. 6. Potassium content (K_2O) in soils of agricultural lands in the Raba Wyżna commune; source: own elaboration



Rys. 7. Zawartość magnezu (Mg) w glebach UR gminy Raba Wyżna; źródło: opracowanie własne

Fig. 7. Magnesium content (Mg) in soils of agricultural lands in the Raba Wyżna commune; source: own elaboration

mg w 100 g p.s.m. gleby), stwierdzono w prawie 50% analizowanych próbek, przy czym zróżnicowania w poszczególnych latach utrzymywały się w przedziale 38–67% w odniesieniu do ogólnej liczby badanych próbek gleby (rys. 5, 6). Można zatem uznać, że około połowa uprawianych gleb wykazuje drastyczny niedostatek

analizowanych makroelementów, co w dalszej konsekwencji decyduje zarówno o ilości, jak i jakości zbieranych plonów.

Niską zasobność obu tych składników stwierdzono w 21% (P_2O_5) oraz 18% (K_2O) wszystkich analizowanych próbek gleby. W obrębie tej klasy zasobności, zarejestrowano też mniejsze zróżnicowania w poszczególnych latach, które wynosiły odpowiednio: 13–27% oraz 14–23%. Na podstawie zgromadzonych wyników analitycznych można zatem uznać, że kolejne 20% występujących gleb cechuje się niewystarczającą zasobnością w fosfor i potas, a łączne potrzeby nawozowe, dotyczące aplikacji tych składników, odnoszą się do co najmniej 70% wszystkich występujących użytków rolnych.

Średnią zasobność w P_2O_5 stwierdzono w 11%, a K_2O w 14% analizowanych próbek materiału glebowego. W przypadku fosforu utrzymywała się ona w przedziale 10,1–15,0 mg P_2O_5 , a potasu 15,1–25,0 mg K_2O w 100 g p.s.m. gleby (rys. 5, 6). W warunkach takiej zasobności gleb oraz niezbyt wysokich plonach zbóż (3,0–3,5 Mg·ha⁻¹), a także uproszczonego w warunkach górskich zmianowaniu roślin uprawnych, przeciętny poziom nawożenia utrzymuje się w granicach 40–60 kg·ha⁻¹ P_2O_5 oraz 60–80 kg·ha⁻¹ K_2O .

Natomiast zasobność gleb określoną jako wysoka (kl. II) oraz bardzo wysoka (kl. I) rejestrowano już w znacznie mniejszym udziale procentowym. Stwierdzano ją na kompleksach zbożowo-pastewnych mocnych, głównie III lub sporadycznie IV klasy bonitacyjnej, które są bardziej związane z położeniem dolinowym, gdzie częściej występują mady górskie. Kompleksy takie spotyka się też w bezpośredniej bliskości obojętów gospodarskich, co jest następstwem starannie prowadzonej agrotechniki, w tym również wyższego poziomu nawożenia mineralno-organicznego.

Niekiedy jednak zasobność określona jako bardzo wysoka może być spowodowana miejscem poboru materiału glebowego. Dotyczy to szczególnie poboru próbek gleby z miejsca, gdzie wcześniej przetrzymywano na polu obornik, a także poboru w sąsiedztwie nagromadzonych stałych i płynnych odpadów poprodukcyjnych, składowanych w sposób niezgodny z przyjętymi zasadami cross compliance.

Zasobność omawianych gleb w magnez przedstawiono na rysunku 7., z uwzględnieniem wcześniej wspomnianych 5 klas zaprezentowanych w tabeli 1. Z danych analitycznych wynika, że bardzo niska (kl. V) i niska (kl. IV) zawartość tego składnika wystąpiła łącznie w ok. 30% próbek materiału glebowego. Taki też ogólny obszar użytków rolnych w omawianej gminie można uznać jako bardzo ubogi w magnez. Gleby o podanych zasobnościach powinny się nawozić, najlepiej wapnem magnezowym, w ilościach co najmniej 500–600 kg·ha⁻¹.

Średnią zasobność w magnez, tj. mieszczącą się w przedziale 6,1–10,0 mg w 100 g p.s.m. gleby, stwierdzono – podobnie zresztą jak bardzo niską i niską – w zbliżonym procentowym udziale analizowanych próbek. W zależności jednak od roku badań i miejsca ich poboru występowało dość duże zróżnicowanie w zasobności tego składnika. Korzystniej przedstawiała się zasobność zarejestrowana na

kompleksach zbożowo-pastewnych mocnych, zalegających na III i IV klasie bonitacyjnej.

Wysoką i bardzo wysoką zasobność w magnez stwierdzono natomiast w 40% analizowanych próbek gleby. Przy czym 15% próbek analizowanego materiału glebowego mieściło się w przedziale 10,1–14,0 mg Mg, a blisko 25% wykazywało wartości przekraczające 14,0 mg w 100 g p.s.m. gleby. Wartości te są nieco wyższe niż powszechnie występujące w obszarach górskich na glinach i pyłach gliniastych, choć trzeba podkreślić, że istnieje wyraźna dodatnia korelacja między zawartością magnezu w glebach, a ich składem granulometrycznym, zwłaszcza ilością cząstek ilastych i spławialnych. Dlatego też ujawniona w badaniach bardzo wysoka zasobność gleb w ten składnik należałoby raczej uzasadniać korzystną granulometrią w miejscu poboru i ściśle wiązać z ich gatunkiem.

Przeprowadzone na terenie gminy Raba Wyżna badania odczynu i zasobności gleb w podstawowe makroskładniki wskazują na postępującą degradację. Niemal całkowite zaniechanie wapnowania zwiększyło zakwaszenie gleb, w warunkach równoczesnego pobierania tego makroelementu przez system korzeniowy roślin. Silne zakwaszenie powoduje rozpad struktur wtórnych minerałów ilastych oraz zmniejszenie ich zdolności sorpcyjnych. Następuje też wiązanie fosforu z jonami glinu, manganu i innych metali, w wyniku czego tworzą się trudno dostępne dla roślin fosforany [SAPEK, SAPEK 2011; SMORÓŃ 2013]. Wszystko to znacznie zmniejsza aktywność mikroorganizmów odpowiedzialnych za mineralizację materii organicznej i wiążących azot z powietrza atmosferycznego. Powyższe procesy odnoszą się nie tylko do użytków rolnych analizowanej gminy, ale też do wszystkich obszarów zlewni górnej Raby, zwłaszcza położonych w powiatach tatrzańskim i nowotarskim.

Podobne wyniki badań odnotowywano na tym obszarze w ostatniej dekadzie ubiegłego wieku, wykazując, że w południowej części województwa małopolskiego przeważają gleby o odczynie bardzo kwaśnym i kwaśnym (64%) oraz lekko kwaśnym (23%) [TOKARZ, TURZAŃSKI (red.) 1999]. Z przeprowadzonych wówczas badań wynika również, że zasobność gleb w fosfor, potas i magnez nie zmieniła się znacznie od tego czasu, a prezentowane w niniejszej pracy wyniki są zbliżone do wcześniej podawanych wartości liczbowych. Należy jednak zauważyć, że opisany stan jest skutkiem prowadzonej od dłuższego czasu niskonakładowej gospodarki rolnej, w której, głównie ze względów ekonomicznych, ograniczono nawożenie mineralne.

W warunkach rezygnacji z nawożenia mineralnego wykorzystuje się nawozy gospodarskie, głównie obornik i gnojówkę. Jednak i te czynniki plonotwórcze stosowane są w ograniczonym zakresie z powodu niskiego pogłowia zwierząt gospodarskich, które są ich bezpośrednimi producentami [KOPACZ 2011; SMORÓŃ 2013].

Polepszenie właściwości gleb górskich w zakresie ich zasobności, a tym samym naturalnych możliwości rolno-produkcyjnych, musi nastąpić w wyniku odpowiedniej aplikacji podstawowych makroelementów decydujących o potrzebach

zyciowych roślin uprawnych. Do prawidłowego ich rozwoju niezbędne są też mikroelementy i sole mineralne.

Obornik jest źródłem wszystkich wymienionych składników odżywczych roślin, ponadto poprawia strukturę gleb uprawnych. Właściwie przeprowadzona fermentacja wyraźnie zwiększa jego wartość gospodarczą. Dlatego każde gospodarstwo rolne powinno dążyć do wytwarzania jak największej masy obornika, będącego podstawą zrównoważonego gospodarowania. Szczególnie jest to ważne w warunkach dochodzenia gospodarstw do próśrodowiskowej produkcji rolnej.

Stan jakościowy użytków rolnych w omawianej gminie i całej zlewni górnej Raby wskazuje, że występujące tu gleby są na ogół ubogie w składniki pokarmowe, a także częściowo zdegradowane. Wymagają obfitego zasilania nawozami mineralnymi i organicznymi, co z ekonomicznego i gospodarskiego punktu widzenia patrząc, jest obecnie ekonomicznie nieuzasadnione. Koszty takich zabiegów prawdopodobnie zaledwie równoważyłyby wartość zbieranych plonów. Dlatego rolnicy dość chętnie przyjmują propozycje działań zmierzających do przekształcania swoich konwencjonalnych, małych gospodarstw rolnych w gospodarstwa ekologiczne, licząc na zwiększone pod względem jakości efekty produkcyjne, a także dotacje z tytułu prowadzenia takiej gospodarki oraz możliwości udziału w różnych dodatkowych programach, związanych z wytwarzaniem żywności o wysokiej jakości.

Należałoby natomiast dokonać rewizji sposobu użytkowania górskich obszarów rolniczych, zwłaszcza pod kątem rozwijania i wspomagania gospodarstw prowadzących działalność ekologiczną. W wielu z nich prowadzi się już niskonakładową działalność zbliżoną do gospodarki ekologicznej, jednak oficjalnie nie są one nigdzie zarejestrowane [TWARDY, ŚWIERK 2008]. Gospodarstwa takie, choć niewielkie, dysponują zazwyczaj wystarczającą siłą roboczą, a swoją produkcję opierają na wytwarzanych w ich obrębie nawozach gospodarskich i organicznych. Zbędna biomasa roślinna jest tam kompostowana i później wykorzystywana jako wartościowy nawóz organiczny. Niemniej jednak zwierzęta gospodarskie, głównie krowy, są w takich gospodarstwach podstawowym czynnikiem decydującym o ilości pozyskiwanych substancji plonotwórczych zawartych w masie obornika, rolnik–producent zaś, decyduje o przyjaznym i racjonalnym ich wykorzystaniu w produkcji roślinnej.

WNIOSKI

1. Prowadzona na analizowanym obszarze niskonakładowa gospodarka rolna, w której rezygnuje się z nawożenia mineralnego, stopniowo pogarsza warunki siedliskowe roślin uprawnych oraz obniża ich potencjał produkcyjny.

2. Na tym terenie występują głównie gleby ciężkie, utworzone z gliny pylastej, pyłu gliniastego oraz najdrobniejszych cząstek ilastych. Cząstki $\leq 0,02$ mm wypełniają skład granulometryczny w 50–60%, a $\leq 0,002$ mm w 8–10 %. Gleby te są dość odporne na przesuszanie i erozję wodną.

3. Badane gleby są ubogie w makroelementy. W około 55% próbek materiału glebowego stwierdzono bardzo niską zawartość fosforu, a w 50% potasu. Natomiast niską zawartość obu tych makroelementów ujawniono w 18% (potas) i 20% (fosfor) w stosunku do ogólnej liczby analizowanych próbek gleby.

4. Użytki rolne położone w gminie Raba Wyżna wykazują największe potrzeby w zakresie zasilania w fosfor. W ponad 75% analizowanych próbek stwierdzono drastyczny brak tego makroelementu, który odpowiada m.in. za jakość zbieranych plonów. Potrzeby stosowania nawozów potasowych dotyczą około połowy gleb użytkowanych łącznie.

5. Wieloletnia rezygnacja z wapnowania zwiększyła zakwaszenie gleb występujących w zlewni górnej Raby. Wykonane analizy ujawniły, że w ponad 60% badanych próbek glebowych występuje odczyn bardzo kwaśny lub kwaśny, co w konsekwencji ogranicza możliwości produkcyjne tych gleb.

6. Wskazane byłoby monitorowanie omawianych gleb w aspekcie wyczerpywania się przyswajalnych form składników pokarmowych. Pozwoliłoby to na dokonanie oceny ich naturalnego potencjału w warunkach niskonakładowej gospodarki rolnej.

7. Warunki klimatyczno-edaficzne, ekonomiczne, ekologiczne, społeczne i inne wskazują na potrzebę dokończenia zachodzących przeobrażeń strukturalno-użytkowych, zmierzających do zamiany użytków ornych na trwałe użytki zielone. Ruń łąkowo-pastwiskowa zapewnia bowiem zwierzętom gospodarskim dobrą, bogatą gatunkowo oraz tanią paszę, a równocześnie chroni profil glebowy przed procesami erozyjnymi.

LITERATURA

- CHODAK T., SZERSZEŃ L., KABALA C., KARCZEWSKA A. 1998. Dominujące kierunki badań gleb górskich w Polsce. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych. Z. 464 s. 15–20.
- KONDRACKI J. 2000. Geografia regionalna Polski. Warszawa. Wydaw. Nauk. PWN. ISBN 83-01-13050-4 ss. 440.
- KOPACZ M. 2011. Zmienność obciążenia składnikami nawozowymi rolniczych obszarów karpaccich w kontekście przeobrażeń strukturalno-przestrzennych. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. Rozprawy naukowe i monografie. Nr 31. Falenty. Wydaw. ITP. ISBN 978-83-62416-32-5 ss. 122.
- KOPACZ M., TWARDY S. 2012. A spatial analysis of biogenic load differentiation of an agricultural origin in the Carpathian basin areas. Polish Journal of Environmental Studies. Vol. 21. No. 5A s. 196–201.
- KOPACZ M., TWARDY S. 2013. Analiza zmian trwałych użytków zielonych w Karpatach na przykładzie zlewni górnego Dunajca i Raby. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 13. Z. 3(43) s. 91–103.
- KOPACZ M., TWARDY S. 2014. Znaczenie ekstensywnego użytkowania łąkowo-pastwiskowego we wdrażaniu zasady cross-compliance na obszarach górskich. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 14. Z. 2(46) s. 49–66.

- KOPEĆ S. 1993. Analiza struktury użytków rolnych i ocena poziomu intensyfikacji produkcji rolniczej w zlewni Raby. W: Zlewnia Raby jako obszar alimentacji wód i zanieczyszczeń dla zbiornika retencyjnego w Dobczycach. Pr. zbior. Red. A. Wieczysty. Kraków. Wydaw. PK. Monografia. Nr 145 s. 55–72.
- LITYŃSKI T., JURKOWSKA H., GORLACH E. 1976. Analiza chemiczno-rolnicza, przewodnik metodyczny do analizy gleb i nawozów. Warszawa. PWN ss. 330.
- OBREŃBSKA-STARKŁOWA B., HESS M., OLECKI Z., TREPIŃSKA J., KOWANETZ L. 1995. Klimat. W: Karpaty Polskie: przyroda, człowiek i jego działalność. Pr. zbior. Red. J. Warszyńska. Kraków. Wydaw. UJ s. 31–47.
- OSChR 1982. Wyniki badań agrochemicznych wraz z wyliczeniem potrzeb nawozowych dla Gminy Raba Wyżna. Kraków ss. 12.
- OSChR 2006. Zalecenia nawozowe dla gospodarstw korzystających z wyników badań zasobności gleb. Kraków ss. 30.
- PAWLIK-DOBROWOLSKI J. 1993. Wprowadzenie oraz ogólne wiadomości o obszarze i zakresie przeprowadzonych badań. W: Zlewnia Raby jako obszar alimentacji wód i zanieczyszczeń dla zbiornika retencyjnego w Dobczycach. Pr. zbior. Red. A. Wieczysty. Monografia. Nr 145. Kraków. Wydaw. PK s. 3–11.
- SAPEK B., SAPEK A. 2011. Wapń i magnez w opadzie atmosferycznym. Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych. Nr 50 s. 134–155.
- SKIBA S. 1995. Pokrywa glebowa. W: Karpaty Polskie: przyroda, człowiek i jego działalność. Praca zbior. Red. J. Warszyńska. Kraków. Wydaw. UJ s. 69–76.
- SMOROŃ 2013. Dynamika plonowania łąk górskich po zaniechaniu nawożenia w okresie dwudziesto-pięciolecia. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 13. Z. 2(42) s. 111–120.
- ŚWIERK W. 2012. Zmiany jakości wód powierzchniowych na tle implementacji programu zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich w zlewni górskiej. Rozprawa doktorska. Falenty. ITP, MOB w Krakowie. Maszynopis ss. 115.
- TOKARZ M., TURZAŃSKI K. (red.) 1999. Ocena stanu zanieczyszczenia gleb województwa małopolskiego metalami ciężkimi i siarką. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Kraków. Oficyna wydaw. TEXT s. 5–28, 47–48.
- TWARDY S. 1993. Gospodarka nawozami organicznymi w zlewni rzeki Raby. W: Zlewnia Raby jako obszar alimentacji wód i zanieczyszczeń dla zbiornika retencyjnego w Dobczycach. Pr. zbior. Red. A. Wieczysty. Monografia. Nr 145. Kraków. Wydaw. PK s. 111–129.
- TWARDY S., JANKOWSKA-HUFLEJT H., WRÓBEL B. 2011. The role of grasslands in the formation of structural and spatial order of rural areas. Journal of Water and Land Development. No. 15 s. 99–113.
- TWARDY S., KOPACZ M. 2014. Comparison of concentrations and loads of macronutrients brought with precipitation and leaching from the soil profile. Polish Journal of Environmental Studies. Vol. 23. No. 3A s. 132–136.
- TWARDY S., ŚWIERK W. 2008. Znaczenie gospodarstw ekologicznych oraz formy ich wsparcia w ramach PROW 2007–2013. Wydaw. Wieś Jutra. Nr 10 (123) s. 15–17.

Wojciech ŚWIERK, Stanisław TWARDY, Wojciech MATOGA

CHARACTERISTICS OF SOIL RICHNESS IN THE RABA WYŻNA COMMUNE

Key words: *fertiliser components: phosphorus, potassium, magnesium, calcium, soil fertility evaluation, soil pH and richness, the Raba Wyżna commune*

S u m m a r y

The study aims to assess soil quality in the upper Raba River basin based on the example of the Raba Wyżna commune. Soil richness analyses were performed at the Regional Chemical-Agricultural Station in Kraków. They involved phosphorus, potassium, magnesium, and the degree of soils acidification together with an indication of the need of soil liming. The study uses data from the communal monitoring of soils, which was carried out in the years 2005–2008. In total, 576 soil samples from agricultural lands were collected and analyzed. Over 60% of samples had acidic or very acidic pH, which indicates the need for liming of analyzed soils. The share of samples with neutral pH did not exceed 10% of the total number of analyzed samples. The content of macroelements (phosphorus, potassium, magnesium) in examined soils varied ranging from very low to very high level. Approximately 55% of analyzed soil samples had very low phosphorus, and more than 50% had very low potassium content. In contrast, magnesium content in almost half of analyzed soil samples was high and very high.

Adres do korespondencji: prof. dr hab. S. Twardy, Małopolski Ośrodek Badawczy ITP, ul. Ulanów 21B, 31-450 Kraków; tel. +48 12 412-52-08, e-mail: S.Twardy@itp.edu.pl