

Alina Bochniarz

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

TEMATYKA GLEBOZNAWCZA W WYDAWNICTWACH NAUKOWYCH IUNG-PIB*

Słowa kluczowe: Polish Journal of Agronomy, Studia i Raporty IUNG-PIB, otwarty dostęp

Wstęp

Właściwości gleb są uwzględniane w większości prac naukowych dotyczących rolnictwa, chociażby w opisie podstaw metodycznych prowadzonych badań. Są elementem, który łączy zagadnienia agrotechniczne i środowiskowe, bywają też obiektem zainteresowania mikrobiologii, biochemii, klimatologii, kartografii czy medycyny.

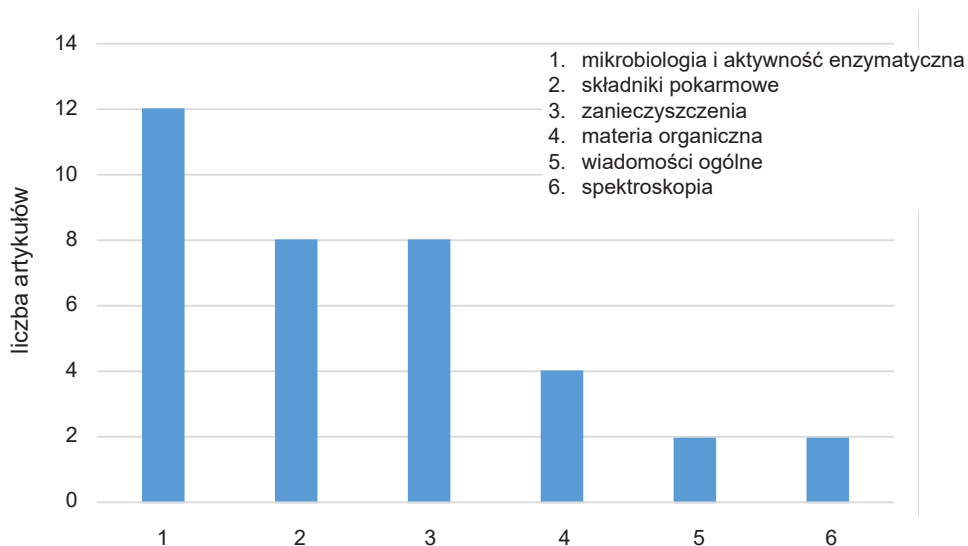
Celem opracowania jest omówienie i klasyfikacja tematyki gleboznawczej publikowanej w ostatnich latach w objętych pełnym dostępem wydawnictwach IUNG-PIB, zachęcenie czytelnika do korzystania z tych zasobów i ułatwienie wyszukiwania potrzebnych informacji. Do opracowania wybrano tylko artykuły, których tytuł odnosi się do właściwości gleb użytków rolnych i wpływu na nie różnych czynników. Zasygnalizowano jedynie zagadnienia podejmowane w publikacjach, bez podawania szczegółów, wyników i wniosków, które czytelnik może znaleźć bezpośrednio w cytowanym źródle. Materiał podzielono na zawartość czasopisma Polish Journal of Agronomy oraz serii Studia i Raporty IUNG-PIB.

Tematyka gleboznawcza w czasopiśmie Polish Journal of Agronomy (PJA) lata 2009–2020

Polish Journal of Agronomy, kontynuacja Pamiętnika Puławskiego, jest czasopiśmie naukowym wydawanym od 2009 roku. Obejmuje tematykę produkcji roślinnej i związanych z nią zagadnień środowiskowych. Uwzględnia prace doświadczalne

*Opracowanie wykonano w ramach zadania 1.2 pt. „Gleby użytkowane rolniczo” z dotacji budżetowej przeznaczonej na realizację zadań MRiRW w 2021 r.

i przeglądowe. Artykuły mają typowy układ pracy naukowej, ich celem jest wyjaśnienie powiązań przyczynowo-skutkowych badanych czynników lub usystematyzowanie wiedzy o wybranym zagadnieniu. Autorami są naukowcy z całej Polski, dlatego tematyka nie jest reprezentatywna dla działalności IUNG-PIB. W zakresie problematyki związanej z glebami czasopismo obejmuje wiele zróżnicowanych zagadnień (rys. 1).



Rys. 1. Zagadnienia uwzględnione w artykułach na temat gleb publikowanych w Polish Journal of Agronomy (jeden artykuł może być zaliczony do różnych kategorii)

Źródło: opracowanie własne

Dobrym wstępem do omówienia tematyki glebowej w PJA jest praca przeglądowa przygotowana na kongres nauk rolniczych w 2011 roku przez zespół autorski reprezentujący IUNG-PIB, Instytut Agrofizyki PAN, UMCS, Instytut Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN i SGS Eko-Projekt Sp. z o.o. z Pszczyny (41). W artykule zostały omówione różne funkcje gleby (produkcyjna, siedliskowa, retencyjna), zagrażające jej procesy, konieczność eliminacji lub zmniejszania tych zagrożeń. Autorzy podkreślili rolę współpracy instytucji naukowych w tej dziedzinie i ich dotychczasowy dorobek w odniesieniu do ochrony i racjonalnego wykorzystania gleb. Na tle ogólnego wstępu przedstawili sytuację w Polsce: zróżnicowanie i pochodzenie gleb (skała macierzysta, skład granulometryczny), które decyduje o ich potencjale, rolę materii organicznej i skutki spadku jej zawartości. Wspomnieli o, rzadko uwzględnianej, podatności gleb na zagęszczenie, ważnej szczególnie w przypadku stosowania ciężkiego sprzętu. Omówili zakwaszenie, które ogranicza wykorzystanie potencjału produkcyjnego gleb i przedstawili zagrożenie erozją wodną. Podkreślili niewielki udział gleb zanieczyszczonych metalami ciężkimi i siarką. Przedyskutowali przyczyny zmniejszania się powierzchni użytków rolnych i zmian struktury upraw. W podsumowaniu zapro-

ponowali kierunki badań i strategię ochrony gleb pozwalającą osiągać zakładane efekty gospodarcze, a jednocześnie utrzymać potencjał i realizować ich funkcje pozaprodukcyjne.

Jedną z cech pokrywy glebowej Polski jest jej znaczne zróżnicowanie. By umożliwić badania porównawcze, w IUNG-PIB stworzono obiekt doświadczalny, w którym zgromadzono charakterystyczne dla Polski gleby z zachowaniem nienaruszonego profilu. Obiekt ten został wykorzystany do porównania właściwości różnych gleb po blisko 100 latach użytkowania (79). Uwzględniono glebę brunatną dystroficzną, rędzinę brunatną, madę brunatną, glebę płową, czarną ziemię, glebę rdzawą i brunatną eutroficzną. Określono skład granulometryczny ich wierzchniej warstwy, pH w H₂O i KCl, zawartość próchnicy, zawartość węglanów i przyswajalnych form fosforu, potasu i magnezu oraz parametry mikrobiologiczne: aktywność dehydrogenaz, fosfatazy kwaśnej i zasadowej, liczebność bakterii ogółem i rodzaju *Azotobacter*, liczebność promieniowców i grzybów. Autorzy określili zależności między wybranymi właściwościami fizykochemicznymi i mikrobiologicznymi. Na podstawie porównania z uzyskanymi tymi samymi metodami danymi z 1994 roku stwierdzili, które cechy są stałe i wydzielili odrębne grupy typów gleb o zbliżonej pod tym względem charakterystyce.

Dla rolników ważna jest **zasobność gleby w składniki pokarmowe roślin**. Harasim i in. (23) podjęli tematykę zawartości azotu mineralnego w glebie, istotną zarówno ze względów produkcyjnych, jak i środowiskowych. Autorzy badali zawartość azotu mineralnego i jego przemiany w obiektach z mieszanką pastwiskową złożoną z koniczyny białej, kostrzewy łąkowej, życicy trwałej i tymotki łąkowej uprawianej na różnych glebach w różnych stanowiskach: na polu uprawnym po ziemniaku na oborniku, na użytku przemiennym po jęczmieniu jarym i na łące trwałej zagospodarowanej metodą pełnej uprawy. Oznaczali zawartość azotu azotanowego i amonowego wczesną wiosną i jesienią po wypasie ostatniego odrostu w warstwach gleby: 0–30, 30–60 i 60–90 cm. Wyniki przedstawili na tle warunków termiczno-opadowych w trzech latach użytkowania mieszanki. Na podstawie różnicy wartości w obu terminach określili potencjalną stratę azotu, która jest wskaźnikiem stopnia zagrożenia wód glebowo-gruntowych azotanami.

Innymi makroelementami zajmowali się Hury i in. (24). Uwzględnili dostępne na krajowym rynku granulowane nawozy azotowo-fosforowe produkcji polskiej, litewskiej i rosyjskiej o jednakowej deklarowanej zawartości składników. Nawozy były stosowane w różnych dawkach, w uprawie buraka cukrowego. Badano, jak ich użycie wpływa na zawartość przyswajalnych form fosforu i potasu oraz wymiennych form magnezu, a także pH gleby w warstwie 0–25 cm. Wyniki przedstawiono na tle warunków meteorologicznych w 4 latach prowadzenia doświadczenia.

Przedmiotem zainteresowania Banacha i in. (2) była zawartość fosforu w glebie na terenach zalewowych Lubelszczyzny. Do badań wybrano 7 typów gleb. Określono ogólną pulę fosforu i parametry, które mają znaczenie w przemianach i krążeniu tego pierwiastka – potencjał redoks, wilgotność, pH, zawartość N, Ca, Fe. Porównano

te dane dla gleb uprawianych i zlokalizowanych obok niepodlegających uprawie. W ten sposób oceniono ich zróżnicowanie i potencjalne zagrożenie eutrofizacją w przypadku powodzi.

Celem pracy Wiatrowskiej i Komisarek (96) było określenie zdolności retencyjnych oraz parametrów sorpcji fosforu w glebach płowych i czarnych ziemiach na Pojezierzu Poznańskim. Znajomość tych parametrów jest pomocna w prawidłowym bilansowaniu fosforu. Są one trudne do określenia laboratoryjnego, dlatego podjęto próbę ich oszacowania na podstawie właściwości gleby. Badania były prowadzone na 6 profilach zaklasyfikowanych jako gleba płowa zaciekowa opadowo-glejowa, gleba płowa gruntowo-glejowa, czarna ziemia z poziomem cambic oraz czarna ziemia murszasta. Oznaczono skład granulometryczny, zawartość C organicznego, kationową pojemność wymienną, zawartość tlenków żelaza i glinu oraz zawartość fosforu dostępnego dla roślin.

Tematykę bilansowania fosforu podjęła też Lemanowicz (47). Jej doświadczenie obejmowało różne kombinacje nawożenia P, K, Mg, Ca i S na 5 poziomach i na tle nawożenia saletrą amonową w uprawie pszenicy ozimej. Określano zawartość dostępnego fosforu oraz aktywność fosfatazy kwaśnej i zasadowej w czerwcu i październiku. Autorka przeanalizowała wpływ badanych czynników na te parametry i ich wzajemne powiązania. Stosunek fosfatazy zasadowej do kwaśnej uznała za dobry wskaźnik potrzeb wapnowania gleb.

W praktyce potrzebne są metody dające podstawy do precyzyjnego wyznaczania dawek fosforu, by pokryć potrzeby roślin i jednocześnie zapewnić utrzymanie rezerw glebowych na odpowiednim poziomie. Tu jaka i in. (91) testowali przydatność do tego celu metody Hedleya. Porównywali ją ze stosowaną standardowo w Polsce metodą Egnera-Riehma. Dane pochodziły z doświadczenia z uprawą pszenicy ozimej, pszenżyta ozimego i kukurydzy na kiszonce, nawożonych różnymi dawkami fosforu i różnymi nawozami fosforowymi (superfosfat potrójny i pojedynczy). Autorzy zbadali rozmieszczenie frakcji fosforu w glebie do głębokości 90 cm. Stwierdzili, że metoda Hedleya jest przydatna raczej do badań naukowych, szczególnie wieloletniego bilansowania fosforu.

Gondek i Kopeć (20) badali problem zaopatrzenia roślin w siarkę – ograniczenie emisji jej związków do atmosfery może powodować niedobór siarki w glebach, ale nadmierne dostarczanie jej w nawozach może prowadzić do zakwaszenia gleby. Autorzy badali w trzyletnim doświadczeniu wazonowym z pszenicą jarą wpływ nawozów siarkowych różnego pochodzenia na pH gleby, zawartość S w glebie oraz wymywanie tego pierwiastka. Dodatkowymi czynnikami doświadczenia było nawożenie NPK i wapnowanie.

Kraska (38) zajmował się mikroelementami. Badał wpływ różnych działań (uproszczeń w uprawie roli i wysiewu międzyplonów) na zawartość Zn, Cu, Mn, Fe w warstwie ornej. Doświadczenie prowadzono na rędzinie, o pH 7,35, w monokulturze pszenicy jarej. Analizy wykonywano zarówno wiosną, jak i jesienią, w kolejnych trzech latach. Wyniki pozwoliły określić zróżnicowanie reakcji poszczególnych

mikroskładników na badane czynniki i zmienność ich zawartości w czasie zarówno w ciągu roku, jak i kolejnych lat.

Wiele uwagi w pracach naukowych poświęca się **glebowej materii organicznej**. Krasuska i in. (42) badali sekwestrację węgla organicznego w glebie w warstwie 0–30 cm w ciągu 20 lat w różnych systemach uprawy dla roślin, które mogą być wykorzystywane do produkcji biopaliw. Szacowali również emisję N_2O . Użyli modelu DNDC, a dane glebowe pochodziły z badań 50 000 profili wzorcowych. Uwzględnili kukurydzę, pszenicę i rzepak oraz uprawę – pełną orną (z wariantem z przyoraniem słomy), ograniczoną i siew bezpośredni. Omówili również czynniki, które mogą powodować błędy w oszacowaniach z użyciem testowanego modelu.

Jedną z frakcji glebowej materii organicznej jest węgiel rozpuszczalny. Burzyńska (6) badała wpływ zaniechania użytkowania łąki na jego zawartość, porównując obiekty z runią koszoną i zostawianą na poletkach, z runią koszoną i usuwaną oraz z nawożeniem mineralnym. Próbki gleby były pobierane wczesną wiosną z głębokości do 15 cm, określano również pH w $CaCl_2$ i KCl.

Materia organiczna odgrywa również rolę w kontroli **zanieczyszczeń gleb**. Ukalska-Jaruga i in. (92) podjęły temat roli glebowej materii organicznej (MO) w procesach akumulacji trwałych zanieczyszczeń organicznych (TZO). W pracy przeglądowej opisały budowę i skład materii organicznej gleb, udział różnych frakcji MO w akumulacji TZO i procesy, jakim te zanieczyszczenia podlegają w trójfazowym układzie glebowym. Podkreśliły, że należy oprócz zawartości uwzględniać biodostępność, gdyż niektóre frakcje materii organicznej silnie wiążą TZO, co zmniejsza ich pobieranie i tempo rozkładu. Zwróciły uwagę na ograniczenia doświadczeń prowadzonych w kontrolowanych warunkach laboratoryjnych i zaakcentowały potrzebę poszerzonych, wielokierunkowych badań środowiskowych gleb zanieczyszczonych omawianymi związkami.

Gleba może być też zanieczyszczona **metalami ciężkimi**. Mierzwa-Hersztek i Gondek (57) badali, jak nawożenie pomiotem ptasim i wytworzonym z niego biowęglem wpływa na zawartość mobilnych i związanych z materią organiczną form Cd i Pb. Pomiot i biowęgiel, o znanym składzie chemicznym i parametrach porowatości, były mieszane z powierzchniową warstwą gleby. Na tym podłożu była uprawiana mieszanka traw pastewnych. Po 7 miesiącach od aplikacji nawozu pobierano próbki glebowe z warstw 0–10, 10–20, 20–30 cm. Określano pH, przewodnictwo elektryczne, zawartość całkowitą azotu i węgla, zawartość całkowitą Cd i Pb oraz zawartość ich frakcji (mobilne, wymienne, związane z MnOx, związane z materią organiczną), kwasowość hydrolityczną i sumę kationów wymiennych.

Strępek i Telesiński (88) w doświadczeniu wazonowym badali wpływ selenu na ograniczenie toksyczności ołowiu. Testowali związki Se na 4. i 6. stopniu utlenienia. Określali aktywność oksydazy o-difenolowej w glebie oraz aktywność peroksydazy gwajakolowej i zawartość polifenoli w roślinach pszenicy jarej. Zbadali wpływ na nie ołowiu i modyfikację tej reakcji pod wpływem dodatku selenu.

Pasieczna (66) badała zawartość antymonu i bizmutu w glebach. Podstawą były próbki z warstwy ornej pól (do 20 cm) i z użytków zielonych (do 10 cm). Zostały pobrane z obszaru całej Polski, 1 próbka na 2 500 km². Autorka przeanalizowała zróżnicowanie zawartości tych pierwiastków w zależności od położenia geograficznego, wysokości, skały macierzystej. Podkreśliła, że chociaż są one rzadko badane, ich znaczenie jako zanieczyszczeń może wzrastać ze względu na wykorzystanie w przemyśle i medycynie weterynaryjnej.

Istotnym wskaźnikiem oceny jakości środowiska glebowego jest **aktywność enzymatyczna**. Furtak i Gałązka (15) w pracy przeglądowej omówiły podstawowe grupy enzymów działających w glebie (oksyreduktazy, enzymy cyklu azotowego, fosforowego i siarkowego, enzymy rozkładające węglowodany). Podały substraty i produkty prowadzonych przez nie reakcji, sposoby oznaczania oraz uwarunkowania działania. Podkreśliły znaczenie kompleksowego traktowania aktywności enzymatycznej gleby.

Romanowicz i Krzepińko (74) badały aktywność katalazy w glebie pod uprawą maliny. Próbki były pobierane z ryzosfery i ze strefy pozaryzosferowej w okresie owocowania roślin, a aktywność enzymu była określana metodą wolumetryczną. Autorki podkreśliły jej przydatność do celów demonstracyjnych.

Wiele prac dotyczy oddziaływania różnych czynników na **mikroorganizmy glebowe**. Pocięjowska i in. (70) badali wpływ sposobu przygotowania stanowiska pod pszenicę jarą na liczebność mikroorganizmów i aktywność biochemiczną gleby. Uwzględnili 10 wariantów sposobów przygotowania stanowiska od pełnej uprawy płużnej do siewu bezpośredniego, ich elementem była uprawa międzyplonów: łubinu z grochem i gorzycy białej. Analizy zostały wykonane przed siewem, w fazie 2–3 rozkrzewień, strzelania w źdźbło, kłoszenia i po zbiorze. Określono liczebność bakterii i grzybów oraz aktywność dehydrogenaz, fosfatazy kwaśnej i proteazy.

Natywa i in. (58) badali wpływ nawożenia azotem i deszczowania na liczebność w glebie bakterii z rodzaju *Azotobacter*. Tematykę wybrali ze względu na zakwaszające działanie nawozów azotowych i wzrost zainteresowania rolników nawadnianiem, szczególnie w gospodarstwach wysokoprodukcyjnych i do upraw wysokoplonujących. Rośliną testową była kukurydza. Dawki azotu wynosiły 0, 80 i 240 kg·ha⁻¹, deszczowanie stosowano, kiedy wilgotność gleby spadała poniżej 70% ppw. Próbki gleby z warstwy 0–20 cm pobierano przed siewem, w fazie 2–3, 7–8 liści, w pełni kwitnienia, w dojrzałości młeczkowej i po zbiorze. Wyniki przeanalizowano na tle warunków pogodowych w 3 okresach wegetacyjnych.

Martyniuk i in. (56) badali wpływ mieszanki paszowej zawierającej 20 i 40% koniczyny białej uprawianej po jęczmieniu jarym, ziemniaku na oborniku i zaoranej łące na aktywność mikrobiologiczną gleby. Wiosną i jesienią określali liczebność bakterii ogółem, liczebność bakterii z rodzaju *Azotobacter*, liczebność grzybów, aktywność dehydrogenazy i fosfatazy kwaśnej i zasadowej, a także pH.

Breza-Boruta (5) zajmowała się mikroorganizmami rozkładającymi materię organiczną, ważnymi w systemie ekologicznym jako czynniki udostępniające skład-

niki pokarmowe roślinom. Uwzględniła mikroorganizmy pektynolityczne z grup wytwarzających enzymy o różnych mechanizmach działania (poligalakturonazy i liazy pektynowe). Badania prowadziła przez 3 lata w uprawie ziemniaka w systemie ekologicznym i konwencjonalnym. Próbkę były pobierane przed sadzeniem, w fazie wschodów, kwitnienia i dojrzałości bulw. Oprócz liczby drobnoustrojów pektynolitycznych z obu grup określono skład granulometryczny, zawartość C organicznego, azotu ogólnego oraz zasobność gleby w P, K i Mg.

Martyniuk (55) poszukiwał odpowiedzi na pytanie, czy intensywne rolnictwo rzeczywiście prowadzi do degradacji gleby i niekorzystnie wpływa na jej aktywność mikrobiologiczną. W artykule wykorzystał m.in. wyniki porównania zasiedlenia gleb Polski przez bakterie z rodzaju *Azotobacter* na początku i pod koniec XX wieku. Wskazał, dlaczego racjonalne gospodarowanie sprzyja mikroorganizmom glebowym, i podał, jak błędy w agrotechnice mogą ograniczać ich aktywność. Podkreślił możliwości kompensacyjne i przystosowawcze zespołów drobnoustrojów glebowych pozwalające im funkcjonować w zmiennych warunkach pól uprawnych.

Kocoń i Jadczyzyn (34) badały wpływ komercyjnych preparatów mikrobiologicznych (EM, EmFarma Plus, UGmax) na chemiczne wskaźniki żyzności gleby pod uprawą zbóż. Dodatkowymi czynnikami doświadczenia były sposób stosowania preparatu i dawka azotu. W 3 latach badań po sprężeniu roślin pobierano próbki gleby z warstwy ornej. Oznaczano pH oraz zawartość przyswajalnych form fosforu, potasu i magnezu. Wyniki przeanalizowano na tle warunków pogodowych, zróżnicowanych w poszczególnych latach badań.

Gałązka (16) omówiła specyficzne produkty mikroorganizmów glebowych – glomaliny. Po wstępie teoretycznym, w którym scharakteryzowała źródła i znaczenie tych substancji, przedstawiła wyniki badań dotyczących wpływu systemu uprawy na ich zawartość w glebie. Porównywała system ekologiczny, integrowany i konwencjonalny. Próbkę gleby pobierano spod pszenicy ozimej, z warstwy 0–15 cm. Określano w nich zawartość glomalin ogólnych i łatwo ekstrahowalnych, ogólną zawartość węgla i azotu, ogólną liczebność bakterii i promieniowców, liczebność bakterii z rodzaju *Azotobacter*, liczebność grzybów i aktywność enzymatyczną gleby (dehydrogenaza, fosfataza kwaśna i zasadowa). W opracowaniu wyników uwzględniono korelacje między zawartością glomalin i wybranymi cechami gleby.

W artykułach publikowanych w PJA podejmowano też zagadnienia związane z wpływem gleby na zdrowotność roślin. Sobiczewski i in. (87) próbowali określić przyczynę zjawiska tzw. zmęczenia gleby w sadach jabłoniowych. Porównywali glebę z obiektów z 27-letnią uprawą jabłoni i glebę niewykorzystywaną do uprawy drzew owocowych. W próbkach pobranych z głębokości 15–30 cm określono skład granulometryczny, pH, zawartość fosforu, potasu i magnezu. Analizowali także liczebność grzybów i organizmów grzybopodobnych, a w próbkach z obiektów poddanych działaniu zabiegów fitosanitarnych (uprawa pszenicy ozimej i gorczycy białej, dodatek do gleby zmielonych nasion gorczycy) również ogólną liczbę bakterii i grzybów, grzybów patogenicznych, bakterii fluorescencyjnych zaliczonych do

rodzaju *Pseudomonas* i bakterii zarodnikujących zaliczonych do rodzaju *Bacillus*, grzybów należących do rodzaju *Trichoderma* i rzędu *Mucorales*.

Kowalska i Smolińska (35) badały możliwości ograniczenia występowania w glebie patogenu cebuli – bakterii *Burkholderia cepacia* przez dodatek nasion gorczycy sarepskiej i makuchu rzepakowego. Kontrolę stanowiły obiekty z zaprawianiem nasion cebuli Funabenem T i moczeniem siewek w zawieszynie grzyba *Trichoderma harzianum*. W kilku terminach określano w podłożu liczebność patogenu, liczbę grzybów, bakterii właściwych i promieniowców, bakterii przetrwalnikujących, bakterii *Pseudomonas*, w tym fluoryzujących.

Ciekawym zagadnieniem jest wykorzystanie gleby jako źródła szczepów bakteryjnych dla przemysłu. Pietraszek i Walczak (68) badali możliwość wykorzystania wyizolowanych z gleby szczepów bakterii *Bacillus* w produkcji biopreparatów. Określili ich aktywność amylolityczną oraz scharakteryzowali produkowane przez nie enzymy.

Kilka prac opublikowanych w PJA dotyczy **rozkładu herbicydów w glebie**. Kucharski i Sadowski (44) badali w doświadczeniu polowym wpływ adiuwantów Atpolan Bio 80 EC i Break Thru 240 EC na pozostałości fenmedifamu (herbicyd) w buraku cukrowym i w glebie. Próbkę gleby do oceny pozostałości pobrano w czasie zbioru roślin z warstwy 0–15 cm. Szybkość rozkładu herbicydu badano w próbkach pobranych od 1 h do 150 dni po jego aplikacji, a zdolność przemieszczania się w profilu glebowym – 6, 12 i 20 tygodni po aplikacji w warstwach gleby: 0–15, 16–30 i 31–50 cm.

Wpływ adiuwantów na herbicyd był również przedmiotem badań Kucharskiego i in. (45). W doświadczeniu polowym z burakiem cukrowym przedwzchodowo zastosowano lenacil w dawce zalecanej i obniżonej oraz trzy adiuwanty Atplus 60 EC, Break Thru S 240, BackRow. Próbkę gleby były pobrane w czasie zbiorów z warstwy 0–15 cm. Określono w nich zawartość lenacilu i przeanalizowano wpływ czynników doświadczenia na jego ilość.

Gregorczyk i Swarczewicz (22) badali zastosowanie modelu dwuwykładniczego do opisu zanikania atrazyny w glebie lekkiej. Pomiarzy stężenia atrazyny wykonano po 10, 50, 100, 128 i 188 dniach i porównano z wynikami testowanego modelu.

Ci sami autorzy badali kinetykę rozkładu linuronu w glebie lekkiej i średniej w łącznym stosowaniu z insektycydem Actara 25 WG i fungicydem Indofil 80 WP (21). Pomiarzy wykonano 7 razy w ciągu 90 dni eksperymentu. Autorzy ocenili przydatność analizy wariancji w układzie powtarzanych pomiarów do wydzielenia efektów głównych i interakcyjnych badanego procesu.

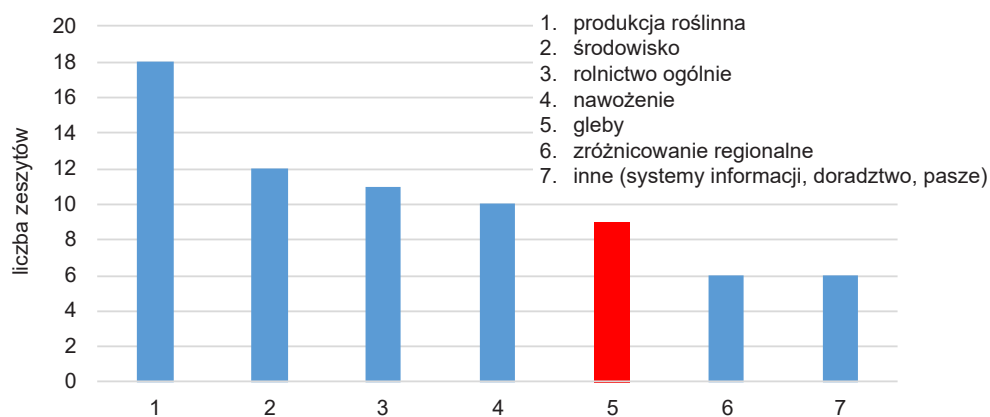
Do tematyki gleboznawczej można zaliczyć również prace dotyczące metod badawczych. Debaene i in. (9) oceniali możliwość wykorzystania spektroskopii emisyjnej (VIS-NIRS) w zakresie 400–2200 nm do określania pH gleby i zawartości frakcji ilastej, węgla organicznego i dostępnych form Mg, P, K w warstwie ornej gleby. Próbkę pochodziły z RZD w Baborówku. Porównano wyniki uzyskane przy zastosowaniu tradycyjnych metod laboratoryjnych oraz spektrofotometru Veris VIS-NIR.

Na tej podstawie autorzy określili, do jakich oznaczeń metoda spektrofotometryczna nadaje się najlepiej.

Kontynuacją tej tematyki jest praca Debaene (8). Autor omówił zasadę metody spektrofotometrycznej, jej zalety, możliwości zastosowania w badaniach rolniczych oraz czynniki, które mogą wpływać na wyniki. Porównał jej wykorzystanie w polskich, francuskich i światowych badaniach gleb. Podkreślił potrzebę tworzenia i rozwijania polskiej spektralnej biblioteki gleb i przedstawił na przykładach jej potencjalne zastosowania do badań w różnych skalach przestrzennych.

Tematyka gleboznawcza w serii *Studia i Raporty IUNG-PIB (SiR)* lata 2006–2020

Studia i Raporty IUNG-PIB są wydawane od roku 2006. Do 2020 roku zawierały opracowania powstające na podstawie badań prowadzonych w Instytucie w ramach programów wieloletnich realizowanych na zlecenie Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi (MRiRW). Każdy zeszyt serii ma oddzielny tytuł i jest opatrzony wstępem kierowników uwzględnionych w nim zadań. Treść poszczególnych artykułów jest w dużej mierze warunkowana zapotrzebowaniem MRiRW – charakteryzują wybrane aspekty rolnictwa Polski i UE, uwzględniają regulujące je akty prawne, zawierają przegląd wyników badań IUNG z danej tematyki, często wykorzystują unikatowe bazy danych Instytutu. Każdy artykuł zakończony jest krótkim podsumowaniem. Z wydanych do końca 2020 roku 64 zeszytów w opracowaniu uwzględniono 9, w całości poświęconych tematyce gleboznawczej (rys. 2).



Rys. 2. Tematyka podejmowana w serii *Studia i Raporty IUNG-PIB*
(jeden zeszyt może być zaliczony do różnych kategorii)

Źródło: opracowanie własne

Ogólnym wprowadzeniem do problematyki gleboznawczej może być artykuł Smreczak i in. (86), dotyczący **funkcji gleb**. Autorzy podali najczęściej wykorzystywane ich klasyfikacje i odnoszące się do nich akty prawne. Omówili badania IUNG dotyczące analizy zagrożeń w odniesieniu do gleb użytkowanych rolniczo. Podali wybrane wskaźniki jakości gleb: biologiczne, chemiczne i fizyczne, ich potencjalne wykorzystanie w różnych analizach środowiskowych, podkreślili potrzebę ich łącznej interpretacji. Jako przykład syntetycznej oceny podali m.in. ogólny wskaźnik waloryzacji rolniczej przestrzeni produkcyjnej. Rozwinęli koncepcję usług ekosystemowych w znaczeniu ogólnym i odnoszącym się do gleb, uwzględniając usługi zaopatrzeniowe, regulacyjne, wspomagające i kulturowe. Zwrócili uwagę na potrzebę ich wyceniania i trudności metodyczne z nim związane.

Krasowicz i Matyka (39) podkreślili, że badania związane z **racjonalnym wykorzystaniem gleb** są jednym z kluczowych działań IUNG-PIB. W opracowaniu dotyczącym tej tematyki scharakteryzowali zasoby ziemi w Polsce i tendencje zmian w jej użytkowaniu, czynniki decydujące o potencjale produkcyjnym gleb, zagrożenia związane z urbanizacją oraz zmiany w rolnictwie spowodowane integracją z UE. Podkreślili konieczność uwzględniania wszystkich, również pozaprodukcyjnych, funkcji gleb i zapobiegania zjawiskom je zakłócającym. Za warunek konieczny ochrony i racjonalnego wykorzystania gleb uznali kompleksowe działania obejmujące badania naukowe, kształtowanie świadomości społecznej, monitoring zmian i wsparcie finansowe. Artykuł Krasowicza i in. (40) dotyczący programów wieloletnich realizowanych przez IUNG-PIB pokazuje, że problematyka związana z właściwościami, funkcjonowaniem i ochroną gleb użytków rolnych była istotnym elementem każdego z nich.

Do racjonalnego wykorzystania gleb nawiązuje również opracowanie Jadczyżyna i in. (27) dotyczące przeznaczania użytków rolnych na cele urbanizacyjne. Autorzy omówili ogólną sytuację w tym zakresie w Europie i przedstawili dokładniejsze dane dla wybranych miast Europy Środkowej, m.in. dla Wrocławia. Na podstawie badań własnych opisali te zmiany w Polsce, w odniesieniu do gleb dobrych, średnich i słabych, i ocenili skuteczność uregulowań prawnych w tym zakresie.

Podstawą wszystkich analiz są poprawne dane wyjściowe. Siebielec (76) omówił cele i podstawy prawne **badania monitoringowych gleb**. Opisał zasady, według których to zadanie jest realizowane w Polsce w ramach Monitoringu chemizmu gleb ornych Polski: częstotliwość, wyznaczanie punktów reprezentatywnych dla obszaru i pokrywy glebowej i procedura ich zmiany, sposób pobierania próbek indywidualnych i tworzenia próbki zbiorczej, dokumentacja położenia punktów pomiarowo-kontrolnych (fotografie, GPS). Lokalizacja 216 punktów monitoringowych została pokazana na mapie Polski. Autor podał listę 29 uwzględnionych w badaniach cech i metodykę ich określania w próbkach. Omówił przykładowe wyniki badań monitoringowych gleb w Polsce w odniesieniu do odczynu, zawartości materii organicznej, zawartości przyswajalnego fosforu, potasu, magnezu i siarki siarczanowej, zanieczyszczenia kadmem, ołowiem, cynkiem, miedzią i niklem.

Łopatka (50) podkreślił zalety międzynarodowych projektów monitoringowych i omówił projekt LUCAS. Jest on źródłem udostępnianych bezpłatnie danych dotyczących podstawowych parametrów związanych z glebami użytkowymi rolniczo. Autor określił reprezentatywność tej bazy w warunkach Polski przez porównanie uwzględnionej powierzchni gatunków gleb i kompleksów przydatności rolniczej z danymi polskiej mapy glebowo-rolniczej w skali 1:25 000. Jako przykład wykorzystania danych przedstawił na mapach przestrzenną zmienność frakcji uziarnienia gleb, gatunków gleb, zawartości próchnicy, pH, zawartość kationów wymiennych, a także uwzględnił możliwość ich łączenia z danymi krajowymi z innych źródeł.

Lipiński (48) zadeklarował, że głównym zadaniem stacji chemiczno-rolniczych jest badanie gleb dla potrzeb doradztwa nawozowego, ale biorą one udział również w badaniach monitoringowych. Ochal (65), wykorzystując dane publikowane przez GUS pochodzące ze stacji chemiczno-rolniczych, omówił sytuację w Polsce pod względem podstawowych parametrów stanu żyzności gleb (pH, zawartość przyswajalnych form potasu, fosforu i magnezu). Dane zostały uporządkowane według województw i zilustrowane mapkami dotyczącymi zwykle skrajnych wartości danego parametru. Ciekawym podejściem jest przedstawienie tych zmian w ujęciu historycznym, od 1955 roku.

Chemiczne wskaźniki żyzności gleb Polski omówiła również Jadczyżyn (29), jednak wykorzystwała dane pochodzące z 4000 punktów monitoringowych na gruntach ornych, z lat 2008 i 2012, pozyskane w ramach monitoringu azotanów. Uwzględniła pH w KCl, zawartość węgla organicznego, zawartość przyswajalnych form P, K i Mg. Omówiła i przedstawiła w tabelach dokładne statystyki dla poszczególnych województw, a na wykresach wartości przeciętne dla obu lat.

Zasobności gleb w podstawowe składniki dotyczy też częściowo praca Łopatki i in. (53). Autorzy omówili źródła składników pokarmowych, procesy, w których są uwalniane, różnice gleb uprawnych w stosunku do naturalnych, czynniki, również ekonomiczne, decydujące o nadmiarze lub braku składników w glebach uprawnych. Wyniki badań uwzględniają zawartość przyswajalnego P, K i Mg w warstwie ornej określonej na podstawie 41 536 próbek gleb z UR całej Polski.

Jadczyżyn (30) przedstawiła sposób bilansowania składników pokarmowych w gospodarstwie i wykorzystanie wyników analiz gleby w opracowywaniu planów nawożenia.

Rutkowska (75) omówiła przyczyny i skutki niezbilansowanego nawożenia fosforem i potasem w Polsce. Na przykładzie dwóch doświadczeń IUNG-PIB, w Grabowie i Baborówku, przedstawiła efekty zaprzestania nawożenia P i K, m.in. zubożenie gleby w przyswajalne formy tych pierwiastków.

Pecio i Jarosz (67) również odniosły się do zasobności i właściwości chemicznych gleb, ale z perspektywy wpływu na nie zabiegów uprawowych. Podstawą wniosku jest metaanaliza z ponad 700 prac prezentujących wyniki wieloletnich doświadczeń prowadzonych w całej Europie, w zróżnicowanych warunkach klimatycznych i glebowych. Autorki określiły wpływ agrotechniki (zmianowanie,

międzyplony, uproszczenia uprawowe, nawożenie mineralne i organiczne – komposty, obornik, gnojowica, przyorywanie resztek poźniwnych) na odczyn, zasoby składników pokarmowych, stosunek C:N. Szczególną uwagę poświęciły znaczeniu ograniczenia intensywności zabiegów uprawowych w zapobieganiu mineralizacji materii organicznej. Przedstawiły skutki tych działań, zarówno pozytywne, jak i negatywne, oraz uszeregowały porównywane zabiegi według stopnia ich wpływu na zmiany badanych parametrów.

Podleśna (71) na podstawie przeglądu literatury omówiła wpływ różnych form nawożenia siarką na odczyn gleby oraz zawartość w niej makro- (N, P, K, Ca, Mg) i mikroelementów (Zn, Mn, Cu, Fe, Mo).

Prowadzone są również badania nad możliwością modyfikowania właściwości fizykochemicznych gleby przez zastosowanie preparatów mikrobiologicznych. Kocoń i Gałązka (33) przeanalizowały wpływ 3 najpopularniejszych preparatów z pożytecznymi mikroorganizmami: EM, EmFarma oraz Użyźniacza Glebowego UGmax na pH oraz zawartość przyswajalnego P, K, Mg w glebie w doświadczeniu polowym. Dodatkowymi czynnikami był sposób stosowania preparatu i dawka azotu.

Duży udział w publikacjach SiR mają zagadnienia związane z **materią organiczną gleb**. Kuś (46) opisał rolę próchnicy glebowej w zachowaniu żyzności gleb i jej funkcję w sekwestracji węgla. Omówił skład glebowej materii organicznej i jej wpływ na fizyczne, fizykochemiczne i biologiczne właściwości gleby, podał naturalne i antropogeniczne czynniki wpływające na jej zawartość. Podkreślił specyfikę oceny zawartości materii organicznej w Polsce związaną z dużym udziałem gleb lekkich i przedstawił wpływ zmian w sposobie użytkowania gruntów na tę cechę. Omówił sposób bilansowania materii organicznej w gospodarstwie i na powierzchni pola z wykorzystaniem współczynników reprodukcji i mineralizacji. Przedstawił bilans glebowej materii organicznej dla Polski i dla poszczególnych województw, a bilansowanie na poziomie gospodarstwa pokazał na przykładzie 6 gospodarstw o różnych kierunkach produkcji, strukturze zasiewów i warunkach siedliskowych. Zwrócił uwagę na znaczenie słomy w regeneracji zasobów materii organicznej w gospodarstwach bezinwentarzowych i omówił inne praktyki rolnicze korzystnie oddziałujące na zawartość węgla organicznego w glebie.

Siebielec i in. (77) oprócz omówienia roli materii organicznej w glebie i wpływu praktyk rolniczych na jej bilans podali możliwe do wykorzystania egzogenne źródła węgla (obornik i gnojowica, osady ściekowe komunalne i z przemysłu spożywczego, inne odpady biodegradowalne/organiczne przemysłowe, m.in. poferment, komposty, biowęgiel) i przeanalizowali ich dostępność w różnych rejonach kraju. Autorzy zwrócili jednak uwagę na ryzyko związane z ich stosowaniem, wynikające m.in. z zawartości antybiotyków, farmaceutyków, hormonów, nanocząstek, mikroplastiku. W pracy zostały omówione programy dostarczające danych o zawartości materii organicznej w glebach i wygenerowane na ich podstawie mapy zawartości materii organicznej w glebach UR Polski dla lat 1992–1997 i 2016–2020. Określenia zmian zawartości materii organicznej w glebach autorzy dokonali na podstawie

analizy 570 profili wzorcowych z 4 województw, porównując dane z lat 1960–1980 i 2010–2019, a do wyjaśnienia wpływu rolnictwa na te zmiany wykorzystali model RothC użyty do mniejszego obszaru testowego. Podkreślili znaczenie Monitoringu chemizmu gleb ornycy Polski jako źródła wiedzy o zawartości próchnicy w glebach kraju.

Podobne informacje w nieco innym ujęciu pojawiają się w pracy Ukalskiej-Jarugi i in. (93). Autorki omówiły źródła, skład i procesy, jakim podlega materia organiczna, ciekawe jest syntetyczne ujęcie wpływu materii organicznej na fizyczne, chemiczne i biologiczne właściwości gleby. Przedstawiły działania wpływające na zawartość materii organicznej w glebie oceniane przez pryzmat sekwestracji węgla i emisji CO₂. Praca zawiera też analizę zawartości materii organicznej na podstawie monitoringu, ale autorki podkreślają, że sama zawartość nie jest wystarczającym wskaźnikiem i w ocenach należy uwzględniać aspekty jakościowe.

Dane z monitoringu gleb dotyczące zawartości węgla organicznego wykorzystali też Faber i in. (12), ale ich artykuł obejmuje dokładne opracowanie statystyczne ich zmienności w czasie (dla kolejnych tur analiz) i porównanie z danymi z innych źródeł. Autorzy określili również warunki pozyskiwania danych umożliwiające efektywną analizę dynamiki zmian zawartości materii organicznej w glebach Polski i ocenili przydatność obecnego monitoringu, opartego na stosunkowo niewielkiej liczbie próbek, do inwentaryzacji emisji gazów cieplarnianych z rolnictwa.

Łopatka (49) przeanalizował możliwości wykorzystania do modelowania zmian zawartości materii organicznej w glebach bazy danych paneuropejskiego monitoringu LUCAS, uwzględniającej m.in. wilgotność gleby (określoną na podstawie bilansu wody), strukturę zasiewów, obsadę inwentarza i odczyn gleb.

Niedźwiecki i Łopatka (62) omówili wskaźnik fizycznej jakości gleby – S. Podali metodykę jego wyznaczania i właściwości gleby, które uwzględnia. Przedstawili jego zróżnicowanie w Polsce i wyliczyli średnie wartości dla województw. Podkreślili związek wskaźnika S z zawartością materii organicznej i możliwość jego wykorzystania w ocenie jej zmian.

Kuś (46) podkreślał rolę słomy w gospodarstwach bezinwentarzowych, szerzej tę tematykę omówiła Pikuła (69). Jej opracowanie dotyczy produkcji i wykorzystania słomy w Polsce. Autorka przedstawiła zawartość składników pokarmowych i wartość nawozową słomy w zależności od pochodzenia, sposoby jej stosowania na polu, wpływ niektórych czynników (wilgotność, temperatura, stopień rozdrobnienia, głębokość przyorania, pH) na szybkość jej rozkładu. Podkreśliła konieczność korekty nawożenia azotem w przypadku przyorania słomy. Podała na podstawie literatury i wyników badań własnych przykłady wpływu nawożenia słomą na właściwości gleby i plonowanie roślin. Omówiła również możliwe niekorzystne oddziaływanie tego zabiegu, ujawniające się głównie przy zbyt uproszczonych zmianowaniach.

Problematyką, której ostatnio poświęca się dużo uwagi jest **bioróżnorodność gleb**. Siebielec i Siebielec (78) przedstawili jej definicję, rolę w przyrodzie i znaczenie dla produkcji rolnej. Do analizy wybrali podział organizmów glebowych ze względu

na rozmiar: mikroflora, mikrofauna, mezofauna, makrofauna, i scharakteryzowali te grupy. Opisali wpływ czynników abiotycznych i związanych z produkcją rolną na bioróżnorodność gleby, zagrożenia, zabiegi i techniki zapobiegające jej utracie w glebach rolnych. Podkreślili, że spadek bioróżnorodności może być zarówno przyczyną, jak i skutkiem degradacji gleby.

Najwięcej uwagi w zakresie bioróżnorodności gleb poświęca się mikroorganizmom. Gałązka i Kocoń (19) badały w Grabowie w latach 2012–2014 wpływ preparatów z mikroorganizmami pożytecznymi EM, EmFarma Plus, UGmax na mikroorganizmy glebowe. W glebie oznaczano ogólną liczebność: drożdży, grzybów, bakterii i promieniowców, bakterii mlekowych, kopiotroficznych, oligotroficznych, bakterii z rodzaju *Azotobacter*, amonifikacyjnych oraz rozkładających fosforany. Określono także ogólną biomasę mikroorganizmów i zawartość w niej węgla i azotu. W omówieniu wyników oprócz wpływu badanych czynników i lat badań na liczebność drobnoustrojów podano charakterystykę, wymagania siedliskowe i znaczenie wybranych grup mikroorganizmów w glebie i dla roślin.

Kozieł i Gałązka (36) badały bakterie mające zdolność uruchamiania fosforu w glebie ze źródeł niedostępnych dla roślin. Wykrywa się je dzięki ich zdolności wykorzystania fosforanu wapnia $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Oznaczono ich ogólną liczebność w warstwie do 20 cm w 182 próbkach gleb pobranych w ramach krajowego monitoringu chemizmu gleb z różnych województw. Autorki przeanalizowały związek wyników z typem i gatunkiem gleby, a także lokalizacją w Polsce.

Tematyka udostępniania fosforu została podjęta również w pracy Gałązki i in. (17). Autorki przebadaly wpływ 3 dostępnych w handlu preparatów mikrobiologicznych: EM, EmFarma Plus, UGmax na potencjał mineralizacji fosforu w glebie. Czynnikiem trzyletniego doświadczenia prowadzonego w RZD Grabów obok rodzaju preparatu był sposób jego stosowania i dawka azotu. W glebie pod uprawą pszenżyta, pszenicy ozimej i jęczmienia jarego oznaczono ogólną liczebność drobnoustrojów rozpuszczających $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, aktywność fosfatazy kwaśnej i zasadowej. Wyniki przedstawiono na tle danych literaturowych dotyczących przemian fosforu w glebie.

Gałązka i Kocoń (18) omówiły również wpływ dodatku wymienionych preparatów na szerzej ujętą aktywność enzymatyczną gleby. Przedstawiły rolę poszczególnych grup enzymów glebowych, warunki ich aktywności, znaczenie w krążeniu pierwiastków w glebie. Na tej podstawie zinterpretowały efekt wpływu dodatku preparatów mikrobiologicznych na badane parametry.

Głównym celem badań Kozieł i in. (37) była izolacja nowych szczepów *Rhizobium* i ocena ich efektywności symbiotycznej, ale obejmowały one również analizy gleby spod upraw bobiku i grochu w 3 miejscowościach w okolicach Puław. W próbkach gleby z warstwy 0–15 cm określono pH, skład granulometryczny, aktywność dehydrogenaz, fosfatazy kwaśnej i zasadowej, ogólną liczebność bakterii właściwych i promieniowców, ogólną liczebność *Azotobacter*. Uzyskano dane charakteryzujące glebę pod ekstensywną uprawą roślin strączkowych.

W glebie mogą bytować również bakterie chorobotwórcze dla ludzi i zwierząt. Abramczyk i Gałązka (1) badali występowanie pałeczek *Salmonella* i *Escherichia coli*. Stwierdzili, że gleba może być ich rezerwuarem, chociaż nie jest naturalnym miejscem ich aktywności. Wymienili potencjalne źródła tych drobnoustrojów w środowisku glebowym.

Organizmy glebowe należące do **mezofauny** zostały omówione tylko w jednej pracy. Feledyn-Szewczyk i in. (13) badali dżdżownice występujące w glebach uprawnych. Na podstawie literatury scharakteryzowali tę grupę zwierząt. Przyjęli podział gatunków ze względu na głębokość, na jakiej są aktywne – od dżdżownic gatunków ściółkowych do drążących głębokie korytarze. Podali ich przykłady, opisali wygląd, wielkość, siedlisko, długość życia, rodzaj pokarmu, intensywność rozmnażania, wrażliwość na światło. Przedstawili również czynniki wpływające na ich liczebność i kondycję w glebach uprawnych. Do głównych funkcji dżdżownic w rolnictwie zaliczyli: polepszanie struktury gleby, wprowadzanie do niej materii organicznej, polepszanie gospodarki wodnej, koncentrację składników pokarmowych, zwiększanie aktywności mikrobiologicznej i produkcję stymulatorów wzrostu roślin. W opisie wpływu zabiegów agrotechnicznych na liczebność i skład gatunkowy dżdżownic wykorzystali wyniki własne doświadczenia prowadzonego w Osinach. Określono w nim liczbę i świeżą masę dżdżownic w przeliczeniu na 1 m². Próbkę gleby do analiz pobierane były spod pszenicy ozimej uprawianej w systemach konwencjonalnym (wariant ze zmianowaniem i z monokulturą), integrowanym i ekologicznym oraz z upraw wierzby, miskanta i ślazuca. Wyniki pozwoliły porównać wpływ systemu produkcji i uprawianych gatunków na badane parametry.

Niezależnie od tematyki badań wnioskowanie musi opierać się na prawidłowo pozyskanych danych. Podstawą wielu analiz wykonywanych w IUNG-PIB jest **mapa glebowo-rolnicza w skali 1:25 000**. Jadczyzsyn i Smreczak (28) opisali, w jaki sposób doszło do jej stworzenia. Wychodząc od koncepcji jej powstania, przedstawili wykorzystane źródła danych, wybrane parametry i zasady ich generalizacji, metodę kreślenia od strony technicznej, sposób uzupełniania zawartości mapy w aneksach glebowych, przekształcanie mapy z postaci analogowej do cyfrowej. Autorzy podali też przykłady wykorzystania mapy w badaniach i ekspertyzach: m.in. opracowanie wskaźnika waloryzacji rolniczej przestrzeni produkcyjnej, wydzielenie obszarów o niekorzystnych warunkach gospodarowania (ONW), wyznaczenie obszarów problemowych rolnictwa. Mapa jest ciągle wykorzystywana przez System monitoringu suszy rolniczej. Autorzy przedstawili potencjalne możliwości jej zastosowania i doskonalenia z wykorzystaniem nowoczesnych narzędzi i możliwość integracji z zewnętrznymi bazami danych.

Również Pudełko (73) zajmował się sposobami odwzorowania danych analiz glebowych, kiedy oznaczenia są wykonywane w próbkach z kilku miejsc, a wyniki trzeba odnieść do obszaru. Autor opisał metody interpolacji i ich wpływ na efekt odwzorowania zróżnicowania zawartości składnika czy innej cechy, czynniki, które

trzeba uwzględnić przy ich wyborze: m.in. specyfikę gleby, zmienność gleb, wielkość obszaru, możliwość pobrania próbek. Podkreślił, że nie ma jednej dobrej metody, każdorazowo trzeba dopasować ją do indywidualnych warunków. Tworzenie map zawartości składników jest przydatne np. w rolnictwie precyzyjnym. Takie działania ułatwiają obecnie nowoczesne metody interpolacji i źródła danych, np. zdjęcia satelitarne.

Do tematyki tej nawiązuje też opracowanie Dobersa (11). Autor podał i przetestował sposoby poprawy dopasowania tradycyjnego pobierania próbek z wykorzystaniem pozycjonowania satelitarnego.

Natomiast Łopatka i in. (52) przedstawili autorską metodę interpolacji i możliwości jej wykorzystania w generowaniu map zagrożeń dla jakości gleby.

Łopatka i Koza (51) wykorzystali dane z różnych źródeł do wydzielenia **obszarów o niekorzystnych warunkach gospodarowania** (ONW). Zgodnie z przyjętą metodyką, w zakresie gleb uwzględnili: nadmierne uwilgotnienie, ograniczony drenaż, niekorzystną teksturę i kamienistość, niekorzystne właściwości chemiczne (zakwaszenie, zasolenie). Konieczne było również wykorzystanie charakterystyki klimatu i ukształtowania terenu. Analizą objęli obszar Polski i UE, a wyniki opisali i przedstawili na mapach.

Obszary problemowe rolnictwa są szczególnie narażone na degradację gleb. Jadczyzyn i Koza (26) przeanalizowali wdrażanie na nich pakietów rolnośrodowiskowych, między innymi „ochrona gleb i wód”. Zauważyli tendencje zmniejszenia zainteresowania tymi działaniami i podkreślili potrzebę poszukiwania rozwiązań, które te niekorzystne relacje odwróca.

Zakwaszenie jest jednym z czynników ograniczających potencjał produkcyjny gleby. W pierwszym numerze SiR Fotyma i Igras (14) przedstawili potrzeby wapnowania w Polsce, oszacowali jego koszty i podkreślili, że odkwaszanie gleb jest procesem ciągłym, a zabiegi tego typu wymagają ponawiania. Zaproponowali powołanie narodowego i regionalnych programów wapnowania gleb.

Smreczak i in. (84) również omówili ten problem w odniesieniu do Polski. Podali przyczyny zakwaszenia, procesy, jakie wywołuje oraz jego wpływ na funkcję produkcyjną i środowiskową gleby. Przedstawili obszary ryzyka na użytkach rolnych w Polsce wyznaczone z uwzględnieniem kryterium pH w KCl $\leq 5,5$ w warstwie do 20 cm i kategorii agronomicznej gleby. Porównali sytuację dla lat 1992–1997 i 2014. Przeanalizowali również wyniki uzyskane z zastosowaniem proponowanego nowego kryterium, pH w $\leq 5,0$, wyrażającego kwasowość aktualną.

Innym problemem jest **zanieczyszczenie gleb azotanami**. Łopatka i in. (53) omówili sytuację w Polsce na podstawie stężenia azotanów w wodach drenarskich z 1697 lokalizacji. Zbadali też i podali w postaci równań regresji zależności między zawartością azotanów a nawożeniem i obsadą zwierząt.

Procesem prowadzącym do degradacji gleby jest jej **nadmierne zagęszczanie**. Czyż i in. (7) do głównych przyczyn tego zjawiska zaliczyli wykorzystanie w produkcji ciężkiego sprzętu bezpośrednio na polach i nieodpowiednie systemy uprawy roli.

Opisali, jakie cechy zwiększają podatność gleby na zagęszczenie i jak się ją ocenia. Podali, jakie parametry ulegają pogorszeniu w glebach nadmiernie zagęszczonych i jakie są tego skutki produkcyjne i środowiskowe. Ostrzegli, że zmiany dotyczące głębszych warstw są praktycznie nieodwracalne. Zaproponowali najbardziej efektywne metody i zabiegi przeciwdziałające nadmiernemu zagęszczeniu gleb i przedstawili wyniki badań tego procesu przeprowadzone na wybranych obiektach o zróżnicowanej charakterystyce.

Jadczyzyn i Bartosiewicz (25) zajęli się innym czynnikiem prowadzącym potencjalnie do degradacji gleb – ich osuszeniem. Opisali klimat Polski pod względem możliwości odnawiania zasobów wodnych, źródła wody dla roślin rolniczych, możliwości retencyjne różnych gleb. Przeanalizowali wpływ różnych działań człowieka na poziom wód. Określili tereny, na których obecnie najintensywniej zachodzą **procesy stepowania i pustynnienia gleb** i opisali ich skutki produkcyjno-środowiskowe. Przeprowadzili przestrzenną ocenę degradacji gleb organicznych i mineralnych w wyniku osuszenia. Wydzielili kategorie gleb podatnych na suszę i określili ich udział w Polsce. Przedstawili występowanie suszy rolniczej w odniesieniu do gleb mineralnych oraz organicznych i pochodzenia organicznego, a także sposoby polepszenia retencji wód na gruntach rolnych.

Do tej tematyki nawiązuje też praca Smreczak i in. (83) dotycząca odwadnianych gleb łąkowych. Autorzy podkreślili rolę torfowisk w sekwestracji węgla i przedstawili zagrożenia związane z murszeniem. Przeanalizowali na przykładzie trzech obszarów pilotażowych zmiany miąższości warstwy organicznej oraz zawartości materii organicznej w glebach torfowych pod Tuz po 50 latach użytkowania. Porównanie takie było możliwe dzięki bazom danych tworzonym i aktualizowanym przez IUNG.

Czynnikiem degradowującym glebę mogą być również **zanieczyszczenia chemiczne**. Maliszewska-Kordybach i in. (54) podali ogólne informacje dotyczące źródeł zanieczyszczeń, ich podział, drogi migracji, obszary najbardziej na nie narażone. Omówili zróżnicowane kryteria stosowane w ocenie zanieczyszczenia gleb w krajach Unii Europejskiej oraz trudności związane z opracowaniem jednolitego dla UE systemu klasyfikacji zanieczyszczenia gleb. Przedstawili standardy oceny stosowane w Polsce uwzględniające sposób użytkowania gruntów. Wykorzystując bazy danych IUNG pochodzące z realizacji różnych projektów monitoringowych, opracowali analizę stanu zanieczyszczenia gleb w Polsce. Uwzględnili metale (Cd, Cu, Ni, Pb, Zn) i trwałe zanieczyszczenia organiczne: wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne oraz związki chloroorganiczne obejmujące DDT i lindan. Zidentyfikowali czynniki, od których zależy poziom zanieczyszczenia i zaproponowali uwzględnienie w ocenie jego stopnia kryteriów opartych na analizie ryzyka ekologicznego oraz ryzyka dla zdrowia człowieka.

Smreczak i Jadczyzyn (80) przypomnieli wyniki prowadzonych w całym kraju według jednakowej metodyki badań gleb użytkowanych rolniczo w latach 1992–1997 obejmujące zawartość siarki i pierwiastków śladowych oraz odczyn. Podali przykłady ich wykorzystania w projektach regionalnych i ogólnopolskich.

Uzupełnieniem i aktualizacją tej tematyki jest praca Smreczak i in. (85). Autorzy na podstawie danych pochodzących z Monitoringu chemizmu gleb ornych Polski określili zmiany zawartości kadmu, ołowiu, cynku i benzo(a)pirenu w wierzchniej warstwie gleb w dwudziestoletnim okresie (1995–2015) i przedstawili je na tle regulacji prawnych dotyczących zawartości dopuszczalnych.

Biodostępnością trwałych zanieczyszczeń organicznych zajmowali się Smreczak i in. (82). Opisali właściwości TZO oraz ich potencjalny wpływ na zdrowie człowieka i środowisko. Podkreślili, że do oceny stopnia zanieczyszczenia parametrem lepszym od zawartości jest biodostępność, która jest wynikiem skomplikowanych zależności między glebą, zanieczyszczeniem, innymi substancjami obecnymi w glebie, organizmami żywymi, czynnikami środowiskowymi. Podali chemiczne i biologiczne metody oznaczania frakcji biodostępnej TZO w glebach i omówili ich ograniczenia. Przedstawili też wykorzystanie oceny biodostępności do określenia ryzyka ekologicznego.

Przeglądu metod jego oceny stosowanych na świecie dokonały Klimkowicz-Pawlas i in. (32). Do przetestowania w praktyce wybrały skomplikowaną procedurę ERA i wykorzystały ją do oceny gleb użytkowanych rolniczo z terenu narażonego na skażenie WWA.

Jednym z problemów w ocenie zagrożenia stwarzanego przez zanieczyszczenia jest zmienność ich działania w obecności innych substancji lub pod wpływem różnych czynników środowiskowych. Badania takich zjawisk prowadziła Suszek-Łopatka (89). Są one bardzo trudne ze względu na liczne interakcje – oddziaływania addytywne, synergistyczne i antagonistyczne, których pominięcie może prowadzić do błędnych wniosków. Jako przykład autorka podała m.in. wyniki badań prowadzonych w IUNG-PIB nad toksycznością fenantrenu dla bakterii nityfikacyjnych.

Do zanieczyszczeń organicznych można zaliczyć też większość środków ochrony roślin. Kucharski (43) podał wyniki badań monitoringowych IUNG obejmujących 32 substancje czynne herbicydów i potencjalne przyczyny przekroczeń ich dopuszczalnych poziomów w glebie. Opisał badania modelowe obejmujące rozkład i przemieszczanie się substancji w środowisku glebowym i wodnym, ocenę ich trwałości i mobilności w glebie prowadzone w doświadczeniach laboratoryjnych i polowych. Przeanalizował czynniki wpływające na te parametry związane z charakterystyką chemiczną preparatu, sposobem stosowania, warunkami glebowymi i gatunkiem chronionej rośliny.

Do zanieczyszczeń gleby należą również pierwiastki śladowe. Smreczak i in. (81) przedstawili wyniki badań zanieczyszczenia cynkiem, ołowiem, kadmem i arsenem gleb w rejonie Olkusza. Podali czynniki decydujące o poziomie zanieczyszczenia i opisali sposoby określania biodostępności w odniesieniu do metali.

Baran i in. (3) analizowali zawartość rtęci w glebach woj. małopolskiego, z miejsc o różnym użytkowaniu, w tym gruntów ornych i użytków zielonych. Podali chemiczną charakterystykę rtęci, związki, jakie tworzy, czynniki wpływające na jej przemieszczanie się w glebach, źródła naturalne i antropogeniczne oraz opisali tok-

syczość dla organizmów żywych. Badania własne obejmowały 320 uśrednionych próbek gleby z poziomu do 10 cm. Określono ich skład granulometryczny, oznaczono pH, zawartość węgla organicznego oraz rtęci. Przeanalizowano zależności między zawartością Hg i badanymi właściwościami gleb oraz sposobem użytkowania terenu. Wyniki oznaczeń zostały przedstawione na mapce, określono też miejsca, gdzie zawartość rtęci przewyższa tło geochemiczne.

Istotnym czynnikiem wpływającym na możliwości wykorzystania gleb jest **erozja**. Kompleksowe opracowanie Nowocienia (63) dotyczy erozji wodnej, wąwozowej i wietrznej. Autor przedstawił naturalne i antropogeniczne czynniki ją wywołujące, skutki erozji i ich trwałość, uwarunkowania naturalne: cechy klimatu, ukształtowanie terenu, podatność gleb, decydujące o jej intensywności. Podał metody oceny erozji potencjalnej i jej ujęcie przestrzenne w Polsce. Opisał techniczne metody zmniejszania erozji i podkreślił, że powinny być uwzględniane w planach zagospodarowania przestrzennego na terenach wiejskich.

Podobnej tematyki dotyczy artykuł Nowocienia i Wawera (64). Autorzy opisali sposób oceny potencjalnej erozji wodnej (powierzchniowej i wąwozowej) na obszarach rolnych, a wyniki dla Polski przedstawili w ujęciu geograficznym krain fizjograficznych. Ocena zagrożenia pozwoliła wydzielić obszary, na których działania przeciwoerozyjne są najpilniejsze.

Informacje dotyczące zagrożenia erozją wodną powierzchniową i wąwozową oraz wietrzną znajdują się też w najnowszym opracowaniu Wawera i Nowocienia z 2018 roku (94).

Woch (98) opisał na przykładzie wybranych obiektów urządzeniowe metody ograniczania erozji na terenach wiejskich. Uwzględnił wpływ: scalania gruntów (rozmieszczania działek), rozmieszczenia dróg rolniczych w rzeźbie terenu, zmianę użytkowania gruntów (rolnicze/leśne/TUZ), melioracje wodne, lokalizację terenów budowlanych, wydzielenia terenów chronionych itp. Podkreślił, że najlepsze efekty w ograniczaniu erozji przynoszą działania kompleksowe.

W innym opracowaniu Woch (97) przeanalizował aspekt ekonomiczny ochrony gleb przed erozją w procesie urządzeniowym. Wyliczył na przykładzie danych z wybranych obiektów, po jakim czasie koszty inwestycji się zwracają i które zabiegi przeciwoerozyjne są najefektywniejsze.

Podolski (72) omówił podstawowe zabiegi przeciwoerozyjne związane z uprawą roślin i użytkowaniem rolniczym terenu.

Trzy prace, zamieszczone w 10. numerze SiR, dotyczą możliwości wykorzystania zadrzewień śródpolnych w ograniczaniu erozji. Autorzy opisują m.in. dobór gatunków drzew i krzewów, sposoby zakładania zadrzewień, ich rodzaje i funkcje, w tym związane z poprawą warunków glebowych (4, 31, 95).

Szewrański (90) omówił akty prawne związane z ochroną gleb przed erozją w Polsce i UE, zarówno historyczne, jak i aktualne dla czasu publikacji.

W ocenie zjawisk przestrzennych związanych z glebą duże znaczenie ma możliwość szybkiego pozyskiwania różnorodnych danych. Niedźwiecki i Debaene (59)

przedstawili metodę **spektroskopii** w bliskiej podczerwieni i w świetle widzialnym (VIS-NIRS) i jej gleboznawcze zastosowanie. Jako przykład posłużyło im określenie zawartości węgla organicznego w skali pola, w Stacji Doświadczalnej IUNG-PIB w Baborówku. Porównali wyniki uzyskane metodami klasycznymi i testowaną metodą. Omówili wady i zalety stosowania spektroskopii VIS-NIRS, jej potencjalne zastosowania i ulepszenia (np. spektrometry mobilne).

Kontynuacją tej tematyki jest praca Debaene'go i in. (10). Autorzy podali metody interpretacji wyników analizy spektralnej gleby i ocenili ich przydatność w różnych skalach przestrzennych. Chociaż w doświadczeniu porównawczym w Grabowie najlepsze dopasowania wyników uzyskali dla zawartości węgla organicznego i frakcji łu, jednak przewidywali, że istnieje możliwość pośredniego oznaczania w ten sposób zawartości pierwiastków śladowych, w tym niektórych mikroelementów.

Jednym z zastosowań VIS-NIRS jest tworzenie spektralnych bibliotek gleb. Niedźwiecki i in. (60) przedstawili polskie i światowe działania w tym zakresie. Pokazali, jakie materiały z różnych projektów monitoringowych i badań mogą być w tym celu wykorzystane. Omówili poszczególne etapy pracy (wybór i przygotowanie próbek, skanowanie spektrofotometrem, analizę widm, ich opracowanie matematyczne) i zbadali dopasowanie modeli predykcyjnych na przykładzie glebowej materii organicznej i zawartości łu w glebach pól produkcyjnych w Baborówku.

Niedźwiecki i in. (61) zaproponowali nowatorskie wykorzystanie spektroskopii VIS-NIRS do tworzenia spektralnej biblioteki gleb organicznych. Materiałem do badań były gleby z trwałych użytków zielonych z różnych rejonów Polski: torfowe, torfowe na podłożu mineralnym, murszowo-torfowe, murszowe na podłożu mineralnym, murszowate, murszaste torfiaste oraz mułowo-torfowe i torfowo-mułowe. W każdej z 17 lokalizacji wykonano odkrywkę glebowe w celu opisanie budowy morfologicznej i pobrano próbki do badań laboratoryjnych i analizy spektralnej. Autorzy przedstawili wykorzystanie spektrometri, sposoby analizy uzyskanych widm i konieczne przekształcenia wyników. Przebadali zdolność predykcyjną metody w zakresie zawartości węgla całkowitego i azotu całkowitego w zależności od pochodzenia utworów organicznych i stopnia rozkładu (murszenia) oraz ocenili potencjał metody w monitorowaniu przemian gleb organicznych.

Podsumowanie

Oferta publikacyjna IUNG-PIB jest bardzo bogata, duży udział mają w niej też materiały dotyczące gleb. W opracowaniu uwzględniono tylko tytuły naukowe oferowane w otwartym dostępie. Pominięto m.in. serię Monografie i Rozprawy Naukowe, podręcznik Wademekum klasyfikatora gleb, materiały konferencyjne, materiały szkoleniowe i instrukcje wdrożeniowe. Czasopismo Polish Journal of Agronomy i seria Studia i Raporty IUNG-PIB różnią się docelową grupą odbiorców. Prace publikowane w PJA są przeznaczone dla naukowców, zarówno treść, jak i forma prezentowania wyników musi spełniać standardy artykułów naukowych. Opracowania ze Studiów i Raportów są obszerniejsze, zwykle zawierają ogólne informacje o wybranych

aspektach rolnictwa w Polsce i UE, często też dane monitoringowe i informacje pochodzące z baz danych tworzonych i aktualizowanych w IUNG-PIB. Mogą być wykorzystywane przez instytucje rządowe w zarządzaniu i ochronie krajowych zasobów, stanowią również sprawdzone źródło wiedzy dla studentów, naukowców, wykładowców, doradców.

Pomimo tej specyfiki tematyka gleboznawcza podejmowana w obu wydawnictwach jest podobna. Obejmuje zagadnienia związane z właściwościami fizycznymi, chemicznymi i mikrobiologicznymi gleb, ich zasobnością w makro- i mikroelementy, zawartością materii organicznej, z czynnikami powodującymi degradację gleb (zanieczyszczenia, nadmierne zagęszczenie, erozja) i wykorzystaniem nowych narzędzi w badaniach. W SiR większy udział mają prace dotyczące metodyki opracowań przestrzennych, co jest związane z pozyskiwaniem i przetwarzaniem danych monitoringowych w ramach zadań zleczanych przez MRiRW. Pracownicy Instytutu publikują swoje wyniki również w wydawnictwach zewnętrznych, dlatego niektóre tematy z działalności IUNG nie są reprezentowane w PJA.

Zaletą SiR i PJA jest m.in. nieograniczony dostęp do ich zawartości przez Internet. Umożliwia on szybkie przeszukiwanie treści i kopiowanie tekstu, co zwiększa atrakcyjność tych zasobów dla odbiorców. Przedstawiona w opracowaniu ogólna charakterystyka tematyki dotyczącej badań gleb w omówionych wydawnictwach może dodatkowo ułatwić wykorzystanie zgromadzonych w nich informacji.

Publikacje uwzględnione w opracowaniu

1. A b r a m c z y k K., Gałązka A.: Pałeczki *Salmonella* i *Escherichia coli* jako realne zagrożenie zdrowia ludzi oraz jakości gleby. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2017, **54(8)**: 73-82.
2. B a n a c h A., Wolińska A., Błaszczak M., Stępniewska Z.: The influence of soil properties and land use on the phosphate level in soils from Lubelskie region. Polish Journal of Agronomy, 2015, **22**: 3-9.
3. B a r a n A., Wieczorek J., Jaworska M.: Zawartość rtęci w glebach województwa małopolskiego. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2015, **46(20)**: 143-161.
4. B e r n a c k i Z., K a r g J.: Zadrzewienia śródpolne jako bariery antyerozyjne i biogeochemiczne. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2008, **10**: 59-67.
5. B r e z a-B o r u t a B.: Występowanie drobnoustrojów pektynolitycznych w glebie w systemie ekologicznym i konwencjonalnym. Polish Journal of Agronomy, 2013, **15**: 32-37.
6. B u r z y Ń s k a I.: Zawartość rozpuszczalnego węgla organicznego w mineralnej glebie i w płytkich wodach gruntowych na tle sposobu użytkowania łąki. Polish Journal of Agronomy, 2012, **8**: 3-8.
7. C z y ż E.A., Łopatka A., Dexter A.R., Łysiak M., Stanek-Tarkowska J.: Podatność gleb na zagęszczenie. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2013, **35(9)**: 57-95.
8. D e b a e n e G.: Visible and near-infrared spectroscopy in Poland: from the beginning to the Polish Soil Spectral Library. Polish Journal of Agronomy, 2019, **37**: 3-10.
9. D e b a e n e G., N i e d ź w i e c k i J., P e c i o A.: Visible and near-infrared spectrophotometer for soil analysis: preliminary results. Polish Journal of Agronomy, 2010, **3**: 3-9.
10. D e b a e n e G., P i k u ł a D., N i e d ź w i e c k i J., K o w a l i k M.: Spektroskopia bliskiej podczerwieni jako narzędzie przydatne w określaniu żyzności gleb. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2015, **46(20)**: 85-103.
11. D o b e r s E.S.: Recognition of soil heterogeneity as a base for the strategy of soil sampling (Rozpoznanie zmienności przestrzennej gleby dla wyboru strategii pobierania próbek). Raporty PIB, 2006, **1**: 27-36.

12. Faber A., Jarosz Z., Łopatka A., Siebielec G.: Ocena zmian zawartości węgla organicznego w glebach na podstawie danych monitoringu chemizmu gleb ornych w Polsce. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2015, **46(20)**: 9-20.
13. Feledyn-Szewczyk B., Berbec A.K., Radzikowski P.: Rola dżdżownic w kształtowaniu jakości gleb oraz wpływ różnych zabiegów agrotechnicznych na ich występowanie. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2017, **54(8)**: 57-71.
14. Fotyma M., Igras J. Narodowy program wapnowania gleb w Polsce na lata 2007–2013. *Raporty PIB 2006*, 1: 45-48.
15. Furta K., Gałązka A.: Enzymatic activity as a popular parameter used to determine the quality of the soil environment. *Polish Journal of Agronomy*, 2019, **37**: 22-30.
16. Gałązka A.: Charakterystyka glomalin i oddziaływania różnych systemów uprawy na ich zawartość w glebie. *Polish Journal of Agronomy*, 2013, **15**: 75-82.
17. Gałązka A., Gawryjolek K., Kocoń A.: Liczebność drobnoustrojów rozpuszczających fosforany i aktywność fosfatyzacji w glebie w kontekście stosowania preparatów mikrobiologicznych. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2017, **54(8)**: 95-109.
18. Gałązka A., Kocoń A.: Ocena efektywności działania preparatów z mikroorganizmami pożytecznymi na aktywność enzymatyczną gleby. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2015, **45(19)**: 143-154.
19. Gałązka A., Kocoń A.: Wpływ preparatów z mikroorganizmami pożytecznymi na liczebność i biomasa mikroorganizmów glebowych. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2015, **45(19)**: 127-142.
20. Gondek K., Kopeć M.: Assessment of the effect of sulphur supplied to the soil with mineral fertilizers and waste from magnesium sulphate production on its content in spring wheat (*Triticum aestivum* L.) and in soil effluents. *Polish Journal of Agronomy*, 2010, **2**: 18-26.
21. Gregorczyk A., Swarczewicz M.: Analiza wariancji w układzie powtarzanych pomiarów do określenia efektów czynników wpływających na pozostałości linuronu w glebie. *Polish Journal of Agronomy*, 2012, **11**: 15-20.
22. Gregorczyk A., Swarczewicz M.: Zastosowanie modelu dwuwykładniczego do opisu zanikania herbicydów w glebie. *Polish Journal of Agronomy*, 2012, **8**: 9-14.
23. Harasim A., Igras J., Harasim P.: Zmiany zawartości azotu mineralnego w glebie mineralnej pod mieszanką pastwiskową w różnych stanowiskach. *Polish Journal of Agronomy*, 2017, **30**: 25-32.
24. Hur G., Sobolewska M., Dojss D., Pużyński S., Gibczyńska M.: Wpływ dwuskładnikowych nawozów mineralnych na zasobność gleby po uprawie buraka cukrowego. *Polish Journal of Agronomy*, 2018, **33**: 33-37.
25. Jadczyzyn J., Bartosiewicz B.: Procesy osuszania i degradacji gleb. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2020, **64(18)**: 49-60.
26. Jadczyzyn J., Koza P.: Wdrażanie wybranych pakietów rolno-środowiskowych oraz zalesień na obszarach problemowych rolnictwa (OPR). *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2015, **46(20)**: 105-123.
27. Jadczyzyn J., Siebielec G., Łopatka A., Koza P.: Ocena przekształcania i zasklepienia gleb użytków rolnych na cele urbanizacji. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2018, **58(12)**: 35-46.
28. Jadczyzyn J., Smreczak B.: Mapa glebowo-rolnicza w skali 1:25 000 i jej wykorzystanie na potrzeby współczesnego rolnictwa. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2017, **51(5)**: 9-27.
29. Jadczyzyn T.: Chemiczne wskaźniki żyzności gleb Polski w świetle badań monitoringowych. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2015, **45(19)**: 173-184.
30. Jadczyzyn T.: Sporządzanie planu nawożenia z uwzględnieniem wyników badań gleby. *Raporty PIB*, 2006, **1**: 37-48.
31. Karg J., Bernacki Z.: Zadrzewienia śródpolne w krajobrazie rolniczym. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2008, **10**: 39-57.
32. Klimkowicz-Pawlas A., Maliszewska-Kordybach B., Smreczak B.: Metody oceny ryzyka ekologicznego terenów narażonych na oddziaływanie zanieczyszczeń organicznych. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2013, **35(9)**: 155-179.
33. Kocoń A., Gałązka A.: Wpływ preparatów z mikroorganizmami pożytecznymi na właściwości fizykochemiczne gleby oraz plon roślin. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2015, **45(19)**: 113-125.
34. Kocoń A., Jadczyzyn T.: Wpływ preparatów mikrobiologicznych, sposobów ich stosowania oraz dawek nawożenia azotem na zawartość przyswajalnego fosforu w glebie i inne wybrane wskaźniki chemiczne żyzności gleby. *Polish Journal of Agronomy*, 2015, **21**: 11-18.
35. Kowalska B., Smolińska U.: Badania nad ograniczeniem populacji w glebie ważnego patogena cebuli – bakterii *Burkholderia cepacia*. *Polish Journal of Agronomy*, 2013, **15**: 38-48.

36. Kozieł M., Gałązka A.: Liczebność bakterii uruchamiających fosfor ze związków mineralnych w glebach uprawnych Polski. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2017, **54(8)**: 83-93.
37. Kozieł M., Siebielec S., Siebielec G., Martyniuk S.: Ocena efektywności symbiotycznej szczepów bakterii z rodzaju *Rhizobium* wyizolowanych z brodawek korzeniowych bobiku (*Vicia faba* L. var. *minor*) i grochu (*Pisum sativum* L.). Studia i Raporty IUNG-PIB, 2017, **54(8)**: 111-121.
38. Krasaka P.: The content of some micronutrients in rendzina soil cultivated using different tillage systems and catch crops. Polish Journal of Agronomy, 2011, **4**: 7-11.
39. Krasowicz S., Matyka M.: Racjonalne wykorzystanie gleb Polski jako problem społeczny. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2018, **58(12)**: 9-23.
40. Krasowicz S., Matyka M., Stachyra M., Bartuzi K.: Efekty realizacji programów wieloletnich IUNG-PIB w latach 2005–2020. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2020, **64(18)**: 109-127.
41. Krasowicz S., Oleszek W., Horabik J., Dębicki R., Jankowiak J., Stuczyński T., Jadczyż J.: Racjonalne gospodarowanie środowiskiem glebowym Polski. Polish Journal of Agronomy, 2011, **7**: 43-58.
42. Krasuska E., Jarosz Z., Kaczyński R.: Modelling soil organic carbon sequestration under crops for biofuels in Poland. Polish Journal of Agronomy, 2016, **27**: 126-136.
43. Kucharski M.: Pozostałości środków ochrony roślin w glebie Studia i Raporty IUNG-PIB, 2013, **35(9)**: 119-135.
44. Kucharski M., Sadowski J.: Influence of adjuvants on behavior of phenmedipham in plant and soil. Polish Journal of Agronomy, 009, **1**: 32-36.
45. Kucharski M., Sadowski J., Wujek B., Trajdos J.: Influence of adjuvants addition on lenacil residues in plant and soil. Polish Journal of Agronomy, 2011, **5**: 39-42.
46. Kuś J.: Glebowa materia organiczna – znaczenie, zawartość i bilansowanie. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2015, **45(19)**: 27-53.
47. Lemaniowicz J.: Phosphatases activity and plant available phosphorus in soil under winter wheat (*Triticum aestivum* L.) fertilized minerally. Polish Journal of Agronomy, 2011, **4**: 12-15.
48. Lipiński W.: Zadania i metody pracy stacji chemiczno-rolniczych w Polsce. Raporty PIB, 2006, **1**: 11-16.
49. Łopatką A.: Związek pomiędzy zawartością glebowej materii organicznej na gruntach ornych a strukturą upraw i obsadą zwierząt ustalony w oparciu o dane monitoringu LUCAS. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2015, **46(20)**: 21-43.
50. Łopatką A.: Europejski monitoring użytkowania gruntów i baza danych glebowych LUCAS. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2017, **51(5)**: 73-89.
51. Łopatką A., Koza P.: Naturalne czynniki ograniczające użytkowanie gleb w Polsce i w Unii Europejskiej. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2013, **35(9)**: 9-27.
52. Łopatką A., Koza P., Stuczyński T.: Metodyka interpolacji opracowana na potrzeby tworzenia map zagrożeń gleb. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2018, **58(12)**: 25-34.
53. Łopatką A., Siebielec G., Smreczak B.: Zasobność gleb w podstawowe składniki oraz zanieczyszczenie gleb i wód azotanami. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2020, **64(18)**: 77-90.
54. Maliszewski K., Kordybach B., Smreczak B., Klimkowicz-Pawlas A.: Zagrożenie zanieczyszczeniami chemicznymi gleb na obszarach rolniczych w Polsce w świetle badań IUNG-PIB w Puławach. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2013, **35(9)**: 97-118.
55. Martyniuk S.: Czy rolnictwo konwencjonalne (intensywne) szkodzi mikroorganizmom glebowym? Polish Journal of Agronomy, 2014, **17**: 25-29.
56. Martyniuk S., Oroń J., Harasim J.: Microbial and enzymatic characteristics of soils under pasture mixtures. Polish Journal of Agronomy, 2010, **2**: 41-43.
57. Mierzwa-Hersztek M., Gondek K.: Speciation of Cd and Pb in the soil after the biochar application. Polish Journal of Agronomy, 2016, **24**: 9-15.
58. Natywa M., Selwet M., Ambroży K., Pocijowska M.: Wpływ nawożenia azotem i deszczowania na liczebność bakterii z rodzaju *Azotobacter* w glebie pod uprawą kukurydzy w różnych fazach rozwoju rośliny. Polish Journal of Agronomy, 2013, **14**: 53-58.
59. Niedźwiecki J., Debaene G.: Nowoczesne chemometryczne metody oznaczania substancji organicznej w glebach. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2013, **35(9)**: 199-212.
60. Niedźwiecki J., Debaene G., Kowalik M.: Spektralna biblioteka gleb użytków rolnych w Polsce – podstawowe założenia. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2017, **51(5)**: 91-110.

61. Niedźwiecki J., Debaene G., Smreczak B., Łysiak M., Ukalska-Jaruga A.: Wstępne badania nad wykorzystaniem metod spektralnych do klasyfikacji utworów organicznych na potrzeby Spektralnej Biblioteki Gleb Polski. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2017, **54(8)**: 41-55.
62. Niedźwiecki J., Łopatka A.: Fizyczna jakość gleb użytków rolnych Polski. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2018, **58(12)**: 47-55.
63. Nowocień E.: Wybrane zagadnienia erozji gleb w Polsce. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2008, **10**: 9-38.
64. Nowocień E., Wawer R.: Ocena struktury zagrożeń gleb erozją wodną w Polsce. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2013, **35(9)**: 29-56.
65. Ochła P.: Aktualny stan i zmiany żyzności gleb w Polsce. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2015, **45(19)**: 9-25.
66. Pasieczna A.: Zawartość antymonu i bizmutu w glebach użytków rolnych Polski. *Polish Journal of Agronomy*, 2012, **10**: 21-29.
67. Pecio A., Jarosz Z.: Wpływ zabiegów agrotechnicznych na wybrane właściwości chemiczne gleb. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2015, **45(19)**: 69-84.
68. Pietraszek P., Walczak P.: Charakterystyka i możliwości zastosowania bakterii z rodzaju *Bacillus* wyizolowanych z gleby. *Polish Journal of Agronomy*, 2014, **16**: 37-44.
69. Pikuła D.: Wpływ wieloletniego nawożenia słomą na plonowanie roślin i żyzność gleby. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2015, **45(19)**: 85-96.
70. Pocięjowska M., Nattywa M., Majchrzak L., Cłapa T., Selwet M.: Wpływ sposobu przygotowania stanowiska pod pszenicę jarą na liczebność mikroorganizmów i aktywność biochemiczną gleby. *Polish Journal of Agronomy*, 2013, **15**: 21-26.
71. Podleśna A.: Wpływ nawozów siarkowych na odczyn i zawartość gleb w składniki pokarmowe. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2015, **45(19)**: 97-112.
72. Podolski B.: Agrotechnika przeciwerozyjna. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2008, **10**: 69-78.
73. Pudęko R.: Metody wizualizacji wyników badań odczynu i zasobności gleb na dużych polach uprawnych. *Raporty PIB*, 2006, **1**: 17-25.
74. Romanowicz A., Krzepińko A.: Porównanie aktywności katalazy w różnych organach maliny powtarzającej *Rubus idaeus* L. odmiany Polana oraz w glebie pod jej uprawą, oznaczanej metodą wolumetryczną. *Polish Journal of Agronomy*, 2013, **15**: 49-53.
75. Rutkowska A.: Produkcyjne i środowiskowe skutki wieloletniego wyczerpywania gleb z fosforu i potasu. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2015, **45(19)**: 55-67.
76. Siebielec G.: Stały monitoring gleb użytków rolnych Polski. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2017, **51(5)**: 57-72.
77. Siebielec G., Łopatka A., Smreczak B., Kaczyński R., Siebielec S., Koza P., Dach J.: Materia organiczna w glebach mineralnych Polski. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2020, **64(18)**: 9-30.
78. Siebielec G., Siebielec S.: Bioróżnorodność gleb. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2020, **64(18)**: 91-108.
79. Siebielec G., Siebielec S., Podolska G.: Porównanie mikrobiologicznej i chemicznej charakterystyki gleb po ponad 100 latach uprawy roślin zbożowych. *Polish Journal of Agronomy*, 2015, **23**: 88-100.
80. Smreczak B., Jadczyzyn J.: Badania właściwości gleb użytkowanych rolniczo w latach 1992–1997 i ich wykorzystanie w ocenach rolniczej przestrzeni produkcyjnej. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2017, **51(5)**: 41-56.
81. Smreczak B., Jadczyzyn J., Klimkowicz-Pawlas A., Ukalska-Jaruga A.: Stan zanieczyszczenia gleb pierwiastkami śladowymi oraz struktura użytkowania gruntów w rejonie Olkusza. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2015, **46(20)**: 125-141.
82. Smreczak B., Klimkowicz-Pawlas A., Maliszewska-Kordybach B.: Biodostępność trwałych zanieczyszczeń organicznych (TZO) w glebach. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2013, **35(9)**: 137-153.
83. Smreczak B., Niedźwiecki J., Jadczyzyn J., Łysiak M.: Aktualny stan odwadnianych gleb łąkowych wytworzonych z torfów niskich – badania pilotażowe. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2020, **64(18)**: 61-75.

84. Smreczak B., Ochal P., Siebielec G.: Wpływ zakwaszenia na funkcje gleb oraz wyznaczanie obszarów ryzyka na użytkach rolnych w Polsce. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2020, **64(18)**: 31-47.
85. Smreczak B., Siebielec G., Ukalska-Jaruga A., Klimkowicz-Pawlak A.: Ocena zawartości kadmu, cynku i ołowiu oraz benzo(a)pirenu w glebach użytkowanych rolniczo – dwadzieścia lat monitoringu chemizmu gleb ornych Polski. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2018, **58(12)**: 81-95.
86. Smreczak B., Ukalska-Jaruga A., Łysiak M., Strzelecka J., Niedźwiecki J., Sobich D.: Funkcje, jakość i usługi ekosystemowe gleb. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2017, **54(8)**: 9-23.
87. Sobiczewski P., Treder W., Bryk H., Klamkowski K., Krzewińska D., Mikiciński A., Berczyński S., Tryngiel-Gać A.: The impact of phytosanitary treatments in the soil with signs of fatigue on the growth of apple seedlings and populations of bacteria and fungi. *Polish Journal of Agronomy*, 2018, **34**: 11-22.
88. Stręk M., Telesiński A.: Badania nad możliwością wykorzystania selenu w ograniczeniu oddziaływania ołowiu na wybrane przemiany metaboliczne związków fenolowych w glebie i siewkach pszenicy jarej (*Triticum aestivum* L.). *Polish Journal of Agronomy*, 2014, **18**: 45-51.
89. Suszek-Łopatka B.: Znaczenie stresu łączonego dla oceny zagrożeń ekotoksykologicznych środowiska glebowego. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2013, **35(9)**: 181-198.
90. Szewrański S.: Wybrane zagadnienia prawnej ochrony gleb przed erozją. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2008, **10**: 117-121.
91. Tujaka A., Gosek S., Gałązka R.: Ocena przydatności metody Hedleya do oznaczania zmian zawartości frakcji fosforu w glebie. *Polish Journal of Agronomy*, 2011, **6**: 52-57.
92. Ukalska-Jaruga A., Smreczak B., Klimkowicz-Pawlak A., Maliszewska-Kordybach B.: Rola materii organicznej w procesach akumulacji trwałych zanieczyszczeń organicznych (TZO) w glebach. *Polish Journal of Agronomy*, 2015, **20**: 15-23.
93. Ukalska-Jaruga A., Smreczak B., Strzelecka J.: Wpływ materii organicznej na jakość gleb użytkowanych rolniczo. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2017, **54(8)**: 25-39.
94. Wawer R., Nowocień E.: Erozja wodna i wietrzna w Polsce. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2018, **58(12)**: 57-79.
95. Węgorzek T.: Biologiczne metody zmniejszania zagrożenia gleb erozją wodną (fitomelioracje). *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2008, **10**: 123-148.
96. Wiątrowska K., Komisarek J.: Sorpcja fosforu w glebach płowych i czarnych ziemiach w katenie falistej moreny dennej Pojezierza Poznańskiego. *Polish Journal of Agronomy*, 2015, **22**: 25-32.
97. Woch F.: Ekonomiczny aspekt ochrony gleb przed erozją w procesie urzędziowym. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2008, **10**: 103-115.
98. Woch F.: Urzędziowe metody zmniejszania zagrożenia erozyjnego gleb. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2008, **10**: 79-101.

Adres do korespondencji:

dr inż. Alina Bochniarz
Dział Upowszechniania i Wydawnictw
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel. 81 4786 726
e-mail: Alina.Bochniarz@iung.pulawy.pl

AUTOR

Alina Bochniarz

ORCID

0000-0001-6545-3041