



Instytut Uprawy
Nawożenia i Gleboznawstwa
Państwowy Instytut Badawczy

ZALECENIA POPOWODZIOWE

NA GRUNTY ORNE

DLA ROLNIKÓW

2024 rok

Puławy 2024 r.

INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA I GLEBOZNAWSTWA

PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

w Puławach

Dyrektor: prof. dr hab. Mariusz Matyka

Redakcja:

dr inż. Jacek Niedźwiecki

Zespół autorski:

dr inż. Jacek Niedźwiecki, dr hab. Bożena Smreczak, dr inż. Marta Wyzińska,

dr inż. Piotr Ochal, dr Karolina Furtak

Opracowano na podstawie publikacji „ZALECENIA POPOWODZIOWEDŁA ROLNIKÓW” 2010 rok,

wyd. IUNG-PIB ISBN 978-83-7562-055-9

ZALECENIA W PRZYPADKU ZANIECZYSZCZENIA GLEB UŻYTKOWANYCH ROLNICZO SUBSTANCJAMI POWODUJĄCYMI RYZYKO SZCZEGÓLNIE ISTOTNYMI DLA OCHRONY POWIERZCHNI ZIEMI

Jacek Niedźwiecki, Bożena Smreczak

Zakład Gleboznawstwa i Analiz Środowiskowych, IUNG-PIB

ZALECENIA DLA ROLNIKÓW W PRZYPADKU ZANIECZYSZCZENIA GLEB UŻYTKOWANYCH ROLNICZO SUBSTANCJAMI POWODUJĄCYMI RYZYKO SZCZEGÓLNIE ISTOTNYMI DLA OCHRONY POWIERZCHNI ZIEMI

W wyniku przejścia wód powodziowych przez potencjalne źródła zanieczyszczeń takie jak np. składowiska odpadów, wysypiska śmieci, oczyszczalnie ścieków, stacje paliwowe, magazyny środków ochrony roślin, itp, może dojść do lokalnych zanieczyszczeń terenu. Wynikiem takiego zanieczyszczenia jest przedostanie się do gleb niebezpiecznych substancji powodujących ryzyko dla zdrowia ludzi i środowiska takich jak: metale ciężkie, substancje ropopochodne, chemiczne środki produkcji rolnej i inne. Z reguły zanieczyszczenia są przenoszone wraz z wodami powodziowymi na większe odległości, dlatego mogą osadzać się na powierzchni gleby lub przedostawać się wraz z przesiąkającą wodą w głąb profilu glebowego, szczególnie na terenach, gdzie woda stagnowała przez dłuższy czas. W przypadku bardzo dużych i katastrofalnych powodzi zanieczyszczenia ulegają znacznemu rozcieńczeniu, co przyczynia się do ograniczenia bądź braku wystąpienia zanieczyszczenia gleb substancjami powodującymi ryzyko.

Po ustąpieniu wód powodziowych rolnicy powinni dokonać oględzin terenu zwracając szczególną uwagę na rodzaj naniesionych materiałów (osady, namuły, odpady itd) i w przypadku podejrzenia zanieczyszczenia gleby skontaktować się z laboratorium badawczym, które posiada akredytację w zakresie pobierania próbek glebowych oraz wykonywania analiz laboratoryjnych substancji powodujących ryzyko określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi (Dz.U. 2016 poz. 1395). Zgodnie z przepisami prawa tylko pracownicy terenowi laboratoriów akredytowanych mogą pobierać próbki glebowe do badań zawartości substancji powodujących ryzyko. Akredytowane laboratoria badawcze oraz posiadane przez te laboratoria zakresy akredytacji dostępne są na

stronie Państwowego Centrum Akredytacji: <https://www.pca.gov.pl/akredytowane-podmioty/akredytacje-aktywne/laboratoria-badawcze/>.

Identyfikacja zanieczyszczonego terenu jest prowadzona w sposób określony w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. (Dz.U. 2016 poz. 1395) z uwzględnieniem grupy substancji powodującej ryzyko, kategorii użytku gruntowego, powierzchni obszaru potencjalnie zanieczyszczonego, głębokości występowania zanieczyszczeń, wodoprzepuszczalności gruntu oraz w przypadku metali i metaloidu również kwasowości wymiennej oraz frakcji o średnicy cząstek <0,02 mm. Gleby, w których zostaną stwierdzone przekroczenia dopuszczalnych zawartości substancji powodujących ryzyko szczególnie niebezpiecznych dla ochrony powierzchni ziemi muszą zostać objęte procesem remediacji.

**ZALECENIA DLA SŁUŻB DORADZTWA ROLNICZEGO I OCHRONY ŚRODOWISKA
W PRZYPADKU ZANIECZYSZCZENIA GLEB UŻYTKOWANYCH ROLNICZO
SUBSTANCJAMI POWODUJĄCYMI RYZYKO SZCZEGÓLNIE ISTOTNYMI
DLA OCHRONY POWIERZCHNI ZIEMI**

W przypadku wystąpienia potencjalnego zagrożenia zanieczyszczenia terenów rolniczych substancjami powodującymi ryzyko należy postępować zgodnie z zapisami Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi (Dz.U. 2016 poz. 1395).

§ 1. Rozporządzenie określa sposób prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi, w tym:

- 1) substancje powodujące ryzyko szczególnie istotne dla ochrony powierzchni ziemi, ich dopuszczalne zawartości w glebie oraz dopuszczalne zawartości w ziemi, zróżnicowane dla poszczególnych właściwości gleby oraz grup gruntów, wydzielonych w oparciu o sposób ich użytkowania;
- 2) szczegółowe wymagania dotyczące ustalania dopuszczalnej zawartości w glebie oraz dopuszczalnej zawartości w ziemi substancji powodującej ryzyko, innej niż wskazana w pkt 1, z uwzględnieniem analizy jej wpływu na zdrowie ludzi i stan środowiska;
- 3) etapy identyfikacji terenów zanieczyszczonych, w szczególności:
 - a) sposób ustalenia działalności mogącej być przyczyną zanieczyszczenia na danym terenie obecnie lub w przeszłości,

- b) sposób ustalenia listy substancji powodujących ryzyko, których wystąpienie w glebie lub ziemi jest spodziewane ze względu na działalność,
 - c) źródła informacji istotne dla oceny zagrożenia zanieczyszczeniem gleby lub ziemi,
 - d) warunki uznawania istniejących badań zanieczyszczenia gleby i ziemi za aktualne,
 - e) etapy i sposób prowadzenia badań zanieczyszczenia gleby i ziemi;
- 4) rodzaje działalności mogących z dużym prawdopodobieństwem powodować historyczne zanieczyszczenie powierzchni ziemi, wraz ze wskazaniem przykładowych dla tych działalności zanieczyszczeń;
- 5) referencyjne metodyki wykonywania badań zanieczyszczenia gleby i ziemi;

W rozporządzeniu (Dz.U. 2016 poz. 1395) zostały określone zawartości kilkudziesięciu substancji powodujących ryzyko szkodliwych szczególnie istotnych dla ochrony powierzchni ziemi, wśród nich metali i metaloidu, wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA), polichlorowanych bifenyli (PCB) oraz pozostałości niektórych środków ochrony roślin. Dla gruntów rolnych, miąższość warstwy, z której należy pobrać próbki do badań wynosi do 25 cm. W przypadku podejrzenia przenikania zanieczyszczeń do głębszych warstw w profilu glebowym należy także próbki gleby pobrać z warstwy 25-100 cm oraz wykonać w nich dodatkowo oznaczenia wodoprzepuszczalności gruntu.

Glebę uznaje się za zanieczyszczoną substancjami powodującymi ryzyko szczególnie istotnymi dla ochrony powierzchni ziemi gdy stwierdzono przekroczenie wartości granicznych dla chociaż jednej substancji. Ustawodawca (Dz.U. 2016 poz. 1395) również dopuszcza przeprowadzenie analizy ryzyka środowiskowego. Dopuszczalne stężenia niektórych zanieczyszczeń (metali) w glebach znajdujących się na terenach gospodarstw, gdzie produkcja rolna jest prowadzona metodami ekologicznymi, określają przepisy o rolnictwie ekologicznym. Zasady wyznaczania obszarów zanieczyszczonych są podane w rozporządzeniu (Dz.U. 2016 poz. 1395). W przypadku stwierdzenia przekroczeń dopuszczalnych zawartości substancji powodujących ryzyko wymienionych w rozporządzeniu (Dz.U. 2016 poz. 1395) teren należy poddać remediacji. Regionalny Dyrektor Ochrony Środowiska wydaje decyzje ustalającą plan remediacji.

W przypadku stwierdzenia podwyższonych zawartości substancji powodujących ryzyko, których wartości nie przekraczają stężeń podanych w rozporządzeniu (Dz.U. 2016 poz. 1395) można zastosować metody przyspieszające rozkład niektórych substancji lub ograniczające ich dostępność dla roślin uprawnych. Dla związków ropopochodnych, środków ochrony roślin wskazane jest zastosowanie kompostu lub mulczowanie gleb oraz zastosowanie nawożenia NPK w celu pobudzenia aktywności mikrobiologicznej, szczególnie szczepów

bakterii, które mogą uczestniczyć w rozkładzie tych zanieczyszczeń. Dodatek materii organicznej poprawia również strukturę gleby oraz sorpcję zanieczyszczeń organicznych i nieorganicznych (metali). W celu przyspieszenia rozkładu zanieczyszczeń organicznych można również stosować szczepionki bakteryjne oferowane na rynku, a w przypadku metali zabiegiem zmniejszającym przyswajalność tych zanieczyszczeń dla mikroorganizmów i roślin jest wapnowanie gleby.

Na terenach popowodziowych mogą występować również takie zjawiska degradacji gleb, jak zakwaszenie, nadmierna alkalizacja, zasolenie, nadmierna zawartość związków azotu, szczególnie w przypadku zalania przez wodę składowisk lub magazynów substancji wywołujących takie efekty. Zakwaszenie gleb należy zneutralizować poprzez zastosowanie odpowiedniej dawki nawozu wapniowego, wyliczonej na podstawie oznaczeń kwasowości hydrolitycznej. Szybszy wzrost pH gleby można uzyskać poprzez zastosowanie wapna tlenkowego jednak jego stosowanie zaleca się głównie na glebach ciężkich i bardzo ciężkich. Degradacja gleby w postaci nadmiernej alkalizacji (np. pyły cementowe) może być neutralizowana poprzez dodatek siarki elementarnej, który w dość krótkim czasie powoduje zmianę odczynu gleby do poziomu optymalnego dla rozwoju roślin uprawnych. Określenie dawki siarki musi być poprzedzone określeniem właściwości buforowych gleb. W przypadku nadmiernego zasolenia gleb należy wprowadzić rośliny odporne na zasolenie (trawy). Usuwanie nadmiaru soli będzie następować w wyniku naturalnych procesów przemywania gleby przez wody opadowe. Do gleb nadmiernie wzbogaconych w azotany zaleca się dodawać np. słomę dla zwiększenia puli węgla w glebie i w konsekwencji zwiększenia zapotrzebowania mikroorganizmów na azot mineralny. Zastosowanie międzyplonów lub poplonów o dużych wymaganiach azotowych również ogranicza wymywanie azotanów do wód gruntowych, przy czym materiał roślinny z międzyplonów nie może być wykorzystany do skarmiania zwierząt.

(w niniejszym rozdziale wykorzystano materiały z opracowania „Postępowanie w przypadku zanieczyszczenia gleb użytków rolnych substancjami chemicznymi autorstwa (Barbara Maliszewska-Kordybach, Grzegorz Siebielec, Henryk Terelak) w ZALECENIA POPOWODZIOWEDLA ROLNIKÓW 2010 rok ” wyd. IUNG-PIB z roku 2010.

ZALECENIA DOTYCZĄCE UPRAW POŁOWYCH PO USTĄPIENIU WÓD POWODZIOWYCH

Marta Wyzińska

Zakład Uprawy Roślin i Jakości Plonu, IUNG-PIB

Powódź w roku 2024 powstała w wyniku ulewnych, długotrwałych opadów we wrześniu, powodując ogromne straty na obszarach rolniczych nie tylko w infrastrukturze technicznej, budownictwie, ale również częściową lub całkowitą stratę plonów. Skutki powodzi mają zróżnicowany charakter w zależności od długości przepływu i stagnowania wód powodziowych. Zniszczenia powstałe na użytkach rolnych będą wymagały indywidualnego i zróżnicowanego podejścia w zależności od długości okresu stagnacji wody zalewowej czy podtopienia.

Gleba zalana wodą zawiera bardzo małą ilość tlenu niezbędnego do oddychania roślin. Z badań wynika, że już po 24 godzinach w glebie zalanej wodą koncentracja tlenu jest bliska zera. Proces wyczerpywania tlenu z gleby zachodzi jeszcze szybciej w wysokiej temperaturze, która przyspiesza tempo oddychania roślin. Takie warunki sprzyjają również procesom gnilnym. Utrzymywaniu się roślin przy życiu w warunkach powodzi/długotrwałego podtopienia sprzyja chłodna i pochmurna pogoda. Przy wysokiej temperaturze rośliny mogą przetrwać zaledwie kilka dni, ponieważ zmiany w metabolizmie roślin powodowane brakiem tlenu są nieodwracalne. W zależności od warunków lokalnych (temperatury i ilości przepływającej wody powodziowej) tolerowany okres zalania roślin wynosi 36 do 48 godzin. Już pięciodniowe przebywanie roślin pod wodą powoduje całkowitą utratę plonu.

Rośliny, które zostały zalane wodą cierpią z nadmiaru toksyn uwalnianych w warunkach beztlenowej fermentacji oraz dwutlenku węgla, którego koncentracja wzrasta 50-krotnie w porównaniu z glebą nie zalaną.

W rejonach, w których woda stagnowała krócej, po opadnięciu wody pozostają rośliny pokryte warstwą namułu, która ogranicza proces fotosyntezy. Jeśli w krótkim okresie nie wystąpią deszcze, które zmyją z roślin namuł, zdolność roślin do regenerowania jest bardzo ograniczona. Rośliny, które przetrwają w tych ekstremalnych warunkach są z jednej strony bardzo wrażliwe na niedobór azotu oraz innych składników pokarmowych, z drugiej zaś podatne na porażenia przez choroby systemu korzeniowego (zgnilizna korzeni) oraz są łatwo atakowane przez szkodniki. Objawy chorobowe na roślinach mogą się pojawiać po kilku

tygodniach, a nawet miesiącach po ustąpieniu powodzi. Jeśli wysoki poziom wysycenia gleby wodą utrzymuje się zbyt długo, rośliny wykazują objawy wędnięcia charakterystyczne dla niedoboru wody, liście najpierw żółkną a następnie brunatnieją, zatrzymuje się proces wytwarzania nowych liści/pędów i rośliny zaczynają obumierać.

Na polach, gdzie nie została zebrana kukurydza, trzeba ją zebrać, jak tylko możliwy będzie wjazd na pola, jednak plon nie powinien być przeznaczony na cele konsumpcyjne czy też paszowe. Natomiast na podtopionych (zalanych) polach z roślinami okopowymi (ziemniakami, burakami, warzywami okopowymi) będzie następowało masowe gnicie bulw i korzeni; rośliny te należy zebrać i zutilizować. Plony z zalanych/podtopionych pól należy utylizować, najlepiej w biogazowniach. Pola, na których nie zebrano soi, należy (jeśli będzie możliwy wjazd na pole) zaorać. Z kolei plantacje, które zostały obsiane oziminami (głównie rzepak), również należy zlikwidować i ewentualnie przesiać zbożami ozimymi. Żywniowcy podkreślają, że zbiory z zalanych (podtopionych) upraw (pól) nie powinny być wykorzystane zarówno w żywieniu zwierząt, jak i ludzi.

Na polach, na których wszystkie rodzaje upraw zostały zniszczone na skutek fali powodziowej i długotrwałej stagnacji wody, należy: w miarę możliwości odprowadzić wodę pozostałą w zagłębieniach oraz, aby przyspieszyć osuszanie, wyrównać wszelkie wyrwy powstałe w wyniku spływów powierzchniowych, usunąć naniesione przez wodę gałęzie i nieczystości; z chwilą, gdy gleba osiągnie odpowiednią wilgotność, przystąpić do mechanicznej uprawy gleby – która uległa silnemu zagęszczeniu – aby odbudować jej strukturę i przerwać proces denitryfikacji oraz dalsze straty azotanów wraz z przesiąkającą w głąb wodą.

Zależnie od możliwości uprawę wykonać pługiem lub kultywatorem, na głębokość do 20 cm, aby warstwa uprawna uległa napowietrzeniu.

W przypadku uprawy pól, gdzie nie zebrano roślin należy najpierw (jeśli będzie możliwy wjazd na pole) wykonać zbiór. Konieczna będzie również orka. Przywrócenie glebie żyzności i struktury wymaga przemyślanego oraz długookresowego działania. Na polach, gdzie została zmyta wierzchnia warstwa gleby, przywrócenie żyzności takich gruntów będzie zapewne trudne, czasochłonne i wymagające dużych nakładów finansowych. Na terenach poddanych dużym spływom powierzchniowym i infiltracji wód w głąb profilu, w szczególności na glebach lekkich i średnich, należy się liczyć ze znacznymi ubytkami wapnia, magnezu i potasu. W związku z tym Okręgowe Stacje Chemiczno-Rolnicze powinny w pierwszej kolejności na tych terenach określić niedobory składników pokarmowych oraz odczyn gleby.

Zapewne ze względu na duże zróżnicowanie efektów spowodowanych przez powódź na polach, każdy przypadek powinien być rozpatrywany indywidualnie.

PRZYGOTOWANIE PÓL POD ZASIEWY

Z uprawą gleby pod nowe zasiewy należy czekać tak długo, aż wilgotność gleby będzie pozwalała na bezpieczne użycie ciężkich narzędzi. Przejazdy maszyn w przypadku nadmiernego uwilgotnienia gleby mogłyby doprowadzić do jeszcze większego jej zagęszczenia, co ograniczyłoby wzrost i rozwój korzeni w znacznie większym stopniu niż opóźnienie terminu siewu.

Gdy gleba osiągnie wilgotność pozwalającą na wejście z narzędziami, po wstępnym wyrównaniu powierzchni glebę należy, w miarę możliwości, zasilić nawozami fosforowymi i potasowymi. Na terenach popowodziowych wskazane jest wapnowanie gleby, po wykonaniu analiz glebowych w Okręgowych Stacjach Chemiczno-Rolniczych. Wapnowanie wpłynie korzystnie na zwiększenie aktywności biologicznej gleby. Po siewie nawozów należy wykonać orkę i doprawić broną. Ze względu na podwyższone wysycenie gleb wodą należy poczekać, aż będzie możliwy wjazd na pole oraz pracować przy obniżonym ciśnieniu w kołach. Właściwie wykonana uprawa powinna sprzyjać poprawie struktury, napowietrzeniu gleby i maksymalnemu wyrównaniu jej powierzchni przed siewem.

Wszędzie tam, gdzie będzie możliwość wjazdu na pole, możliwość uprawy gleby, istnieje szansa na wysiew zbóż ozimych (ewentualnie w opóźnionym terminie).

PRZYGOTOWANIE PÓL POD ROŚLINY JARE

Tam, gdzie jest możliwość uprawy poplonu ozimego (żyto w mieszance z wyką ozimą) jest szansa na uzyskanie dużego plonu biomasy, która powinna być przeznaczona przede wszystkim na przyoranie wiosną (zielony nawóz). Wzbogaci ona glebę w substancję organiczną. Jeśli tylko będzie możliwość wjazdu na pole, należy takie poplony wysiewać, pomimo upływu zalecanego terminu siewu. Przed siewem poplonów wskazane jest nawożenie, w miarę możliwości wszystkimi składnikami, co pozwoli na uzyskanie większego plonu biomasy.

(w niniejszym rozdziale wykorzystano materiały z opracowania: ZALECENIA POPOWODZIOWE DLA ROLNIKÓW 2010 rok ” wyd. IUNG-PIB z roku 2010).

ZALECENIA DLA OBSZARÓW POPOWODZIOWYCH ODNOŚNIE REGULACJI ODCZYNU GLEB

Piotr Ochal

Zakład Nawożenia i Zarządzania Składnikami Pokarmowymi, IUNG-PIB

Na gruntach popowodziowych mogą występować zakwaszenie czy nadmierna alkalizacja. Odczyn gleby może być znacznie zmieniony pod wpływem stagnującej przez dłuższy czas wody na polu. Woda może bowiem doprowadzić do wypłukiwania w głąb gleby wapnia i magnezu, co jest najważniejszą z przyczyn zakwaszania się gleb (obniżania się pH). Z drugiej jednak strony, woda może nieść ze sobą inne składniki mineralne, których obecność będzie podnosić pH gleby. Warto zatem po powodzi zrobić szczegółową analizę gleby określając jej odczyn ((pH-KCl gleby)) oraz wymieszanie wapna z glebą.

Zakwaszenie gleb należy zneutralizować poprzez zastosowanie odpowiedniej dawki wapna nawozowego, wyliczonej na podstawie oznaczeń odczynu (pH gleby) oraz wymieszanie wapna z glebą. Szybszy wzrost pH gleby, a przede wszystkim jej sanitację można uzyskać poprzez zastosowanie wapna tlenkowego. Wapnowanie gleb będzie również korzystne na obszarach gdzie doszło do zanieczyszczenia gleby metalami ciężkimi. Wzrost odczynu gleb w wyniku wapnowania ograniczy mobilność metali ciężkich, a więc i ich fitotoksyczności oraz przechodzenia do łańcucha pokarmowego i wód gruntowych.

Ponadto wapnowanie wpłynie korzystnie na uregulowanie odczynu gleb oraz poprawę jej aktywności biologicznej. W przypadku nadmiernej alkalizacji jako substancji do zakwaszania gleb najczęściej używa się nawozów, które w zależności od szybkości i efektywności oddziaływania można podzielić na nawozy: szybko działające tj. siarczan glinu, siarczan żelaza, siarczan amonu siarczan potasu; wolno i wysoce efektywnie działające: siarka elementarna; wolnodziałające: gips (Filipek i in. 2015 s. 118-119).

W celu podjęcia odpowiednich i najbardziej racjonalnych decyzji należy przedtem określić odczyn gleby i inne właściwości fizykochemiczne gleb w Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej.

WŁAŚCIWOŚCI MIKROBIOLOGICZNE GLEB UPRAWNYCH PO POWODZI

Karolina Furtak

Zakład Mikrobiologii, IUNG-PIB

RYZIKO ZANIECZYSZCZENIA SANITARNEGO GLEB

Podczas powodzi do wód powodziowych, a następnie do gleb mogą przedostać się mikrobiologiczne skażenia sanitarne. Dotyczy to szczególnie terenów, gdzie uszkodzeniu uległa infrastruktura oczyszczalni ścieków, sieci kanalizacyjne, przydomowe szamba, zalane zostały składowiska odpadów, szpitale, cmentarze, a także gdy doszło do padnięcia zwierząt i ich biomasa zalega na obszarach zalanych. W takich przypadkach wzrasta ryzyko występowania w wodzie powodziowej mikroorganizmów chorobotwórczych takich jak:

- bakterie z rodzaju *Salmonella* - wywołujące dur brzuszny, dur rzekomy i salmonellozy;
- bakterie z rodzaju *Shigella* - wywołujące czerwonkę;
- bakterie z rodzaju *Campylobacter* - wywołujące ostre biegunki zwane kamylobakteriozami;
- *Clostridium tetani* - bakteria wywołująca tężec;
- *Clostridium botulinum* - laseczka jadu kiełbasianego;
- bakterie wywołujące gruźlicę i żółtaczkę bakteryjną;
- wirusy jelitowe (enterowirusy);
- grzyby;
- pierwotniaki.

Zanieczyszczenie sanitarne gleb może występować szczególnie wtedy, gdy zanieczyszczona woda powodziowa stoi przez dłuższy czas na danym terenie.

W przypadku podejrzenia zanieczyszczenia sanitarnego gleb należy zgłosić ten fakt do władz lokalnych oraz instytucji kontroli (Stacji Sanitarno-Epidemiologicznej) i instytucji doradczych dla rolnictwa (Okręgowe Stacje Chemiczno-Rolnicze).

Wskazane jest, aby przeprowadzić badania czystości sanitarnej takich gleb. Próbkę gleby i ewentualnie wody (jeżeli w obrębie gospodarstwa jest zlokalizowana studnia) powinny zostać przebadane przez laboratorium Stacji Sanitarno-Epidemiologicznej (lub inne wykwalifikowane laboratorium) w celu określenia występowania potencjalnie patogennych mikroorganizmów.

W badaniach rutynowych wskaźnikami stanu sanitarnego gleby są: obecność jednostek tworzących kolonie bakterii z rodzaju *Salmonella*, miano bakterii z grupy *coli* oraz bakterii *C. perfringens*, a także obecność i ocena stopienia żywotności jaj pasożytów jelitowych *A. lumbricoides* i *T. trichiura*.

Muł i osad popowodziowy zalegające na glebach zagrożonych zanieczyszczeniem sanitarnym również mogą zawierać w sobie potencjalne patogeny. Zaleca się, by podczas ich usuwania z pól stosować maseczki i rękawice ochronne.

W przypadku potwierdzenia przez laboratorium skażenia sanitarnego należy przeprowadzić odkażanie gleby zgodnie z zaleceniami Inspekcji Sanitarnej.

Obok zagrożenia dla zdrowia ludzkiego i zwierzęcego powódź wiąże się ze zwiększonym rozwojem patogenów roślinnych, m.in. grzybów *Fusarium* sp., *Verticilium* sp. i *Botrytis cinerea*. Gleba może być rezerwuarem tych patogenów, co stanowi zagrożenie dla nowozakładanych upraw. Poza oczyszczeniem gleby z obumierających i martwych roślin, warto rozważyć stosowanie fungicydów, aby ochronić rośliny przed chorobami.

Jedną z podstawowych metod sanitacji jest wapnowanie gleby, które posiada właściwości dezynfekcyjne. Wapno tlenkowe działa zarówno jako środek odkażający, jak i neutralizujący metale ciężkie. Dodatkowo, na rynku są dostępne dezynfektanty, które można samodzielnie stosować (np. Basamid 97 GR i Nemasol 510 SL). Ważne by przed odkażaniem gleby jej powierzchnia została oczyszczona z zalegających resztek zwierzęcych, roślinnych, odpadów i osadu popowodziowego.

ODBUDOWA POŻYTECZNEJ SPOŁECZNOŚCI MIKROORGANIZMÓW W GLEBIE

W zdrowej glebie znajdują się miliardy mikroorganizmów, które pełnią podstawowe funkcje, takie jak rozkładanie resztek poźniwnych, obieg składników odżywczych, stymulowanie wzrostu roślin i odpieranie czynników stresogennych, decydujące w dużej mierze o żyzności danej gleby. Zaburzenia różnorodności i liczebności mikroorganizmów glebowych mają daleko idące konsekwencje dla produkcji roślinnej.

Największym wyzwaniem dla mikroorganizmów glebowych podczas powodzi jest niedobór tlenu. Zwiększona wilgotność związana jest ze zmniejszoną dyfuzją tlenu i azotu w glebie oraz rozwojem drapieżników żerujących na bakteriach. W warunkach beztlenowych w glebie dostępność mikro- i makroelementów jest od dwóch do czterech razy mniejsza niż w środowisku dobrze natlenionym. Im dłużej gleba pozostaje zalana, tym większe zmiany i szkody zachodzą w społeczności mikroorganizmów. Powódź prowadzi do spadku

aktywności mikroorganizmów, a następnie ograniczenia ich populacji i zmniejszenia biomasy. Dochodzi do zastąpienia bakterii tlenowych bakteriami beztlenowymi, które wytwarzają gazy takie, jak metan i podtlenek azotu, które wpływają na inne organizmy glebowe np. na liczbę dżdżownic, które przemieszczają się z dala od źródła tych gazów albo giną. Brak odpowiedniej ilości tlenu w glebie wiąże się ze spowolnieniem procesów rozkładu materii organicznej. Woda powodziowa wpływa również na migrację mikroorganizmów w glebie. Może wypłukiwać te, które są pożyteczne dla upraw, jak i wprowadzać na danym terenie nowe rodzaje, które utrudnią odbudowę prawidłowego składu społeczności. Ponadto, może dochodzić do przenoszenia patogenów roślinnych.

Zbyt małe natlenienie powoduje zmiany w społeczności mikroorganizmów, co skutkuje przede wszystkim zmniejszeniem liczebności bakterii promujących wzrost roślin oraz pożytecznych grzybów mikoryzowych.

Grzyby mikoryzy pęcherzykowo-wiązkowej zwiększają powierzchnię korzeni roślin w glebie, pomagają wchłaniać wodę, fosfor, cynk i inne składniki odżywcze. Ich obecność jest niezwykle istotna dla wzrostu kukurydzy. W warunkach długotrwałego zalania populacja tych grzybów spada, a ich nieobecność może mieć negatywny wpływ na plony w kolejnym sezonie.

Warunki beztlenowe zmniejszają proces nityfikacji mikrobiologicznej, nasilając denityfikację, co prowadzi do utraty gazowego azotu z gleby. Przywrócenie równowagi mikrobiologicznej jest niezwykle istotne dla zatrzymania azotu w środowisku glebowym i udostępnienia go roślinom.

Kluczowe zagadnienia związane z regeneracją społeczności mikroorganizmów glebowych:

(a) Natlenienie

Przyjmuje się, że po około 3 tygodniach od ustąpienia zalania społeczność mikroorganizmów glebowych jest w stanie wrócić do równowagi. Zaleca się więc, aby jak najszybciej osuszyć glebę, tzn. w przypadku występowania zastoisk wody powodziowej wspomóc jej odciek poprzez wykonanie drenaży, odpływów. Jeżeli na glebie zalega warstwa mułu/osadu zaleca się uprzątnięcie tej warstwy, by przywrócić dostęp tlenu do gleby. Zabiegiem poprawiającym natlenienie gleby jest również jej spulchnianie, a nawet głębszowanie. Rozluźnienie warstwy podornej, nie tylko napowietrza glebę, ale również wspomaga meliorację i może zapobiegać powstawaniu zastoisk wodnych w przyszłości.

Odpowiednie natlenienie gleby stanowi podstawę do odbudowy liczebności i różnorodności mikroorganizmów glebowych.

(b) Uprawa

W momencie gdy tylko gleba może być uprawiana, należy wdrożyć uprawę, aby rozbić uszczelnione powierzchnie i umożliwić dostęp powietrza do gleby. Powinno się stosować rośliny okrywowe po wyschnięciu gleby, aby promować wzrost mikroorganizmów, które są niezbędne do obiegu składników odżywczych. Warto rozważyć przezimowanie roślin okrywowych, aby zapewnić dodatkowe korzyści przed sadzeniem. Wzrost roślin wiąże się z rozwojem ich systemów korzeniowych, które zarówno wpływają na strukturę gleby, jak i stanowią siedlisko dla wzrostu licznych bakterii ryzosferowych pożytecznych dla upraw. Dobrym wyborem do zasadzenia jesienią są rośliny strączkowe, które „przyciągają” grzyby mykoryzowe oraz inne pożyteczne organizmy w glebie.

(c) Materia organiczna

Zaleca się dodanie materii organicznej do gleby, dzięki czemu gleba zostanie wzbogacona w składniki odżywcze, a to wspomogę rozwój mikroorganizmów. Jest to szczególnie istotne na terenach, gdzie fala powodziowa spowodowała erozję gleby i utratę warstwy próchnicznej. Materia organiczna jest niezbędna do zatrzymywania powietrza oraz wody w glebie, co wpływa na zwiększenie jej odporność na wypadek przyszłych zdarzeń hydrologicznych. Warto rozważyć pozostawienie resztek poźniwnych w kolejnym sezonie, zastosowanie nawozów organicznych np. obornika, czy biopreparatów dostępnych na rynku.

(d) Bakterie symbiotyczne pod uprawę roślin bobowatych

W przypadku gdy na terenie popowodziowym planowano uprawę roślin bobowatych, a w szczególności soi, należy zastosować preparaty mikrobiologiczne zawierające bakterie symbiotyczne roślin bobowatych, tzw. rizobia, bakterie brodawkowe, azotowe, korzeniowe (np. Nitragina). Są to bakterie zdolne wiązać atmosferyczny i żyjące w symbiozie z korzeniami roślin. Stosowana szczepionka powinna zawierać 10^7 - 10^9 CFU (jednostek tworzących kolonię) na 1 g/mL preparatu. Należy pamiętać, że dobór takiej szczepionki jest uzależniony od rodzaju rośliny - każda współżyje z inną bakterią.

Tabela 1. Rośliny bobowate i ich symbionty bakteryjne

Roślina	Bakteria
Łubin Seradela	<i>Bradyrhizobium</i> sp.
Soja	<i>Bradyrhizobium japonicum</i>
Groch Groszek Bób Soczewica Wyka Bobik	<i>Rhizobium leguminosarum</i> bv. <i>viceae</i>
Fasola	<i>Rhizobium leguminosarum</i> bv. <i>phaseoli</i>
Koniczyna	<i>Rhizobium leguminosarum</i> bv. <i>trifolii</i>
Lucerna Nostrzyk Kozieradka	<i>Sinorhizobium meliloti</i>
Komonica	<i>Mesorhizobium loti</i>
Ciecierzycza	<i>Mesorhizobium ciceri</i> <i>Mesorhizobium mediterraneum</i>

Obecność w glebie mikroorganizmów zdolnych do wiązania azotu, nie tylko symbiontów roślin bobowatych, ale również i innych (np. *Burkholderia*, *Devosia*, *Cupravidus*, *Ochrobactrum*, *Microvirga*) zwiększa dostępność azotu dla roślin, poprawia jakość gleby, zwiększa bioróżnorodność mikrobiologiczną oraz zmniejsza emisję N₂O do atmosfery.

(e) Stosowanie nawozowych produktów mikrobiologicznych

W przygotowaniu gleby, a także w trakcie uprawy, należy rozważyć zastosowanie biopreparatów, w tym nawozowych produktów mikrobiologicznych (NPM), które mogą wspomóc regenerację gleby i wzrost roślin.

Wysoka liczebność bakterii z rodzaju *Pseudomonas*, *Bacillus* oraz *Azotobacter* w ryzosferze, czyli w bezpośrednim sąsiedztwie korzeni włośnikowych roślin zwiększa dostępność fosforu i żelaza, poprzez wytwarzanie specyficznych chelatów - sideroforów. Produkowany przez te bakterie kwas ketoglutaryny stymuluje rozwój systemu korzeniowego

i jego aktywność w pobieraniu składników pokarmowych. Co więcej, bakterie te produkują kwas salicylowy oraz antybiotyki, które działają przeciwko patogenom roślinnym. Inną, pożyteczną bakterią występującą w NPM jest *Bacillus subtilis*, która tworzy siderofory, produkuje antybiotyki, egzopolisacharydy i rozkłada resztki roślinne. Kolejną istotną grupą mikroorganizmów są bakterie fosforowe np. *Bacillus megaterium*, które udostępniają fosfor z form uwstecznionych i sprawiają, że powraca on do formy przyswajalnej dla roślin.

Tabela 2. Przykłady mikrobiologicznych komponentów preparatów wspomagających glebę i rośliny

Mikroorganizm	Działanie
<i>Pseudomonas</i> sp.	zwiększenie dostępności żelaza produkcja kwasu salicylowego łagodzenie warunków niedotlenienia poprawa zawartości chlorofilu i biomasy roślin
<i>Bacillus</i> sp.	produkcja kwasu ketoglutarynowego produkcja antybiotyków produkcja egzopolimerów, osmoprotektantów, przeciwutleniaczy rozkład resztek roślinnych solubizacja fosforu, potasu synteza fitohormonów składnik biofungicydów, insektycydów ograniczenie występowania chorób roślinnych stymulacja wzrostu roślin
<i>Azotobacter</i> sp.	wiązanie azotu atmosferycznego synteza fitohormonów (m.in. auksyn, giberelin) produkcja związków hamujących rozwój patogenów (szczególnie grzybowych) solubizacja fosforanów, potasu, cynku produkcja alginianów
<i>Gluconacetobacter diazotrophicus</i>	wzrost biomasy roślin wzrost biomasy wyższe poziomy wymiany gazowej produkcja osmoprotektantów
Bakterie kwasu	hamowanie wzrostu grzybów pleśniowych i bakterii patogennych

mlekowego (rodzina Lactobacteriaceae)	(produkcja bakteriocyn, substancji przeciwgrzybiczych) ograniczanie występowania mykotoksyn przyśpieszenie biodegradacji substancji organicznej
Grzyby mykoryzowe	wspomagają pobieranie fosforu, potasu, siarki i cynku stymulacja roślin do produkcji i wydzielania związków o charakterze obronnym zabezpieczenie korzeni przed infekcją powodowaną przez patogeny składniki insektycydów
<i>Trichoderma</i> sp.	produkcja antybiotyków promocja wzrostu roślin zwiększenie pobierania składników odżywczych stymulacja roślin do produkcji i wydzielania związków o charakterze obronnym wzrost kiełkowania nasion

Zaleca się stosowanie zgodnie z instrukcją producenta. Na terenach popowodziowych warto stosować preparaty doglebowe, by oddziaływały zarówno na glebę, jak i rośliny. Oczywiście nie zaleca się stosowania kilku/kilkunastu różnych preparatów w celu wprowadzenie jak największej liczby mikroorganizmów do gleby. Takie działanie jest bezcelowe. Należy wybrać preparaty pochodzące ze zweryfikowanego źródła i zawierające ok. 10^7 CFU (jednostek tworzących kolonie) mikroorganizmów na 1 g/mL preparatu. Już wprowadzenie jednego rodzaju pożytecznych mikroorganizmów może poprawić kondycję gleby i będzie oddziaływać korzystnie na resztę mikroorganizmów glebowych.

Preparaty stosowane dolistnie mogą być pomocne przy walce z patogenami roślinnymi oraz na początkowym etapie uprawy, gdy gleba nie może być jeszcze nawożona bezpośrednio ze względu na występowanie nieprzepuszczalnej warstwy lub zbyt dużą wilgotność. W takiej sytuacji na rośliny, które nie były całkowicie zalane wodą powodziową (np. krzewy, drzewa), można stosować dolistny nawóz azotowy oraz preparaty mikrobiologiczne.

(f) Mikrobiologiczna ochrona przed patogenami

Odbudowa zdrowej społeczności mikroorganizmów glebowych ma również znaczenie dla ochrony upraw przed rozwojem patogenów grzybowych. Wilgotna gleba, utrata naturalnych mikroorganizmów drapieżnych oraz duża ilość martwego i gnijącego materiału roślinnego stanowi warunki sprzyjające rozwojowi patogenów grzybowych, które będą zagrożeniem dla kolejnych upraw. Zróżnicowanie mikroorganizmów glebowych zapewnia

konkurencję z patogenami oraz występowanie bakterii żerujących na patogenach grzybowych, co zmniejsza ich rozprzestrzenianie się, a to ogranicza choroby.

Na rynku są dostępne również preparaty mikrobiologiczne zawierające bakterie kwasu mlekowego bądź bakterie z rodzaju *Bacillus*, które produkują różnego rodzaju związki o działaniu przeciwdrobnoustrojowym. Bakterie te wchodzi w skład biofungicydów i bioinsektycydów. Warto rozważyć ich zastosowanie jako środka ochronnego, a jednocześnie wzbogacają one społeczność mikroorganizmów glebowych. Ponadto, niektóre z preparatów mogą być zalecane do bioasekuracji pomieszczeń inwentarskich (np. ProBio ASekuracja).

SŁUŻBY, DO KTÓRYCH MOGĄ ZWRÓCIĆ SIĘ O POMOC ROLNICY Z OBSZARÓW DOTKNIĘTYCH POWODZIĄ

Służby oraz instytucje kontroli i ochrony środowiska:

- Powiatowe Stacje Sanitarно-Epidemiologiczne
- Wojewódzkie Inspektoraty Ochrony Środowiska
- Służby i instytucje doradcze dla rolnictwa:
- Okręgowe Stacje Chemiczno-Rolnicze
- Ośrodki Doradztwa Rolniczego
- Wojewódzkie Inspektoraty Ochrony Roślin i Nasiennictwa
- Zakład Herbologii IUNG-PIB we Wrocławiu
- Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa
- Powiatowe Inspektoraty Weterynarii
- Powiatowe wydziały ds. rolnictwa i środowiska

SPIS TREŚCI

ZALECENIA W PRZYPADKU ZANIECZYSZCZENIA GLEB UŻYTKOWANYCH
ROLNICZO SUBSTANCJAMI POWODUJĄCYMI RYZYKO SZCZEGÓLNIE
ISTOTNYMI DLA OCHRONY POWIERZCHNI ZIEMI

Jacek Niedźwiecki, Bożena Smreczak.....3

ZALECENIA DOTYCZĄCE UPRAW POŁOWYCH PO USTĄPIENIU WÓD
POWODZIOWYCH

Marta Wyzińska.....7

ZALECENIA DLA OBSZARÓW POPOWODZIOWYCH ODNOŚNIE REGULACJI
ODCZYNU GLEB

Piotr Ochal.....10

WŁAŚCIWOŚCI MIKROBIOLOGICZNE GLEB UPRAWNYCH PO POWODZI

Karolina Furtak.....11