CENTRUM DORADZTWA ROLNICZEGO W BRWINOWIE

ODDZIAŁ W RADOMIU

Bartłomiej Kołacz

Znaczenie materii organicznej w glebie oraz działania agrotechniczne wspomagające jej utrzymanie

RADOM 2020

Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie

Oddział w Radomiu

ISBN: 978–83-63411-96-1

Projekt okładki, skład: Małgorzata Sieczko

Druk: Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie
Oddział w Radomiu
26-600 Radom, ul. Chorzowska 16/18,
tel. 48 365 69 00, e-mail: radom@cdr.gov.pl,
www.cdr.gov.pl

Nakład: 500 egz.

Spis treści

Lp.		Str.
1.	Wstęp	5
2.	Czym jest gleba?	6
3.	Jak powstają gleby?	6
4.	Gleby w Polsce	7
5.	Materia organiczna w glebie	10
6.	Bilans materii organicznej	13
7.	Co nam daje materia organiczna?	16
8.	Rozkład materii organicznej w glebie	17
9.	Naturalne czynniki wpływające na ilość materii organicznej	18
10.	Praktyki zwiększające zawartość materii organicznej w glebie	20
11.	Stosowanie obornika zwierzęcego lub innych odpadów bogatych w węgiel	24
12.	Kompost	24
13.	Ściółka lub trwałe pokrycie gleby	25
14.	Zredukowana lub zerowa uprawa roli	26
15.	Literatura	28

Wstęp

Nikogo nie trzeba przekonywać, że dla rolnika gleba jest podstawowym warsztatem pracy. Dlatego pracując na niej lub nad nią powinniśmy pamiętać, by jej nie niszczyć, lecz starać się poprawić. Niekoniecznie jednak rozumiemy, skąd wziął się obecny trend związany z tak zwanym rolnictwem zrównoważonym, wprowadzeniem poplonów, międzyplonów, itd.

Według Badań FAO gleba jest jednym z podstawowych narzędzi i czynników, który może ograniczyć obserwowane obecnie zmiany klimatyczne. Dobra, zdrowa gleba jest zdolna do akumulacji bardzo dużej ilości dwutlenku węgla, prawie dwa razy większej niż obecnie zawarta w atmosferze.

Zdolność gleb do adsorpcji węgla zmniejszamy przez ogólnie znane czynniki: pozostawianie gleby bez okrywy roślinnej, stosowanie środków chemicznych, niszczenie struktury ciężkim sprzętem, urbanizację itp. Dwutlenek węgla (CO_2) wiązany w procesie fotosyntezy jest sprowadzany do gleby, gdzie powinien być wykorzystywany przez jej ekosystem. By węgiel zawarty w CO_2 mógł być skutecznie i trwale wiązany w glebie, musi zajść szereg skomplikowanych procesów fizyko- i biochemicznych przeprowadzanych głównie przez bakterie, szczególnie z grupy promieniowców, grzyby oraz organizmy wyższe.

Dlatego gdy gleba jest zdegradowana, „martwa” lub zachwiana jest naturalna równowaga jej biosystemu, procesy humifikacji nie będą zachodzić albo będą nieefektywne. Nie otrzymamy naturalnego biofizycznego bufora dla wody i składników pokarmowych humusu, lecz szybką mineralizację i utratę składników pokarmowych.

Czym jest gleba?

Krótko mówiąc, gleba jest mieszanką minerałów, martwych i żywych organizmów (materiałów organicznych), powietrza i wody. Te cztery składniki reagują ze sobą w niesamowity sposób, dzięki czemu gleba jest jednym z najbardziej dynamicznych i ważnych zasobów naturalnych naszej planety.

Gleby są ograniczonymi zasobami naturalnymi. Są uważane za odnawialne, ponieważ stale się formują. Chociaż jest to prawdą, to ich formowanie zachodzi z bardzo małą szybkością. W rzeczywistości powstanie jednego centymetra warstwy wierzchniej może zająć kilkaset lat lub więcej. Szybkości tworzenia się gleby różnią się na całej planecie: najniższe prędkości występują w zimnych, suchych regionach (ponad 1000 lat), a najszybsze w gorących, wilgotnych regionach (kilkaset lat).

Jak powstają gleby?

Wczesna faza formowania się gleby rozpoczyna się od rozpadu skały pod wpływem klimatu. Woda deszczowa rozpuszcza elementy skalne, wahania temperatury powodują pęknięcia w skałach. Zamarzanie i rozmrażanie wody zatrzymanej w skale poszerzy istniejące pęknięcia i wgłębienia. Pionierska roślinność, początkowo porosty, zasiedlają ją, a ich korzenie dodatkowo rozluźnią skałę. Ponadto rozkładające się resztki roślinne wytwarzają kwasy organiczne, które dodatkowo rozkładają skałę. Materia organiczna zaczyna się gromadzić i mieszać z materiałem mineralnym dostarczanym przez skałę.

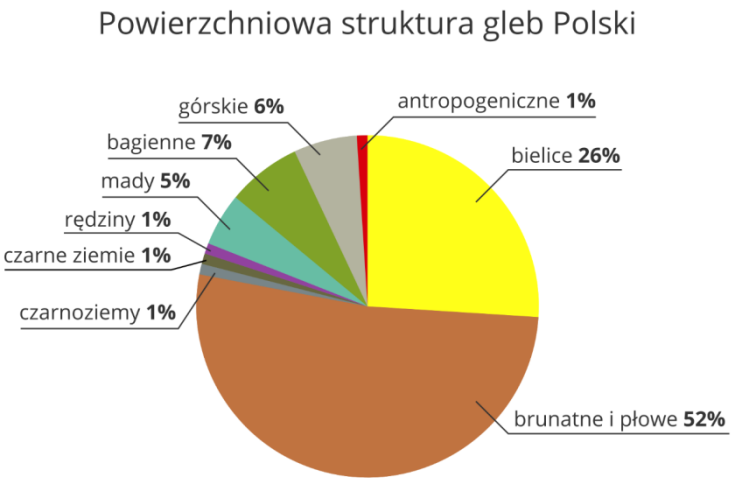
Z czasem minerały skalne zostaną rozpuszczone lub przekształcone. Elementy uwalniane ze skały wytrącają się i mogą powstawać nowe minerały. Na przykład żelazo zostanie utlenione i wytrąci się jako tlenki lub wodorotlenki żelaza, nadając glebie czerwonawe lub żółtawo-brązowawe zabarwienie. Fauna glebowa osiedli się i wymiesza („ujednolici") glebę. Produkcja próchnicy z rozkładających się szczątków roślinnych będzie równa jej zużyciu przez mikroby glebowe, faunę i florę. Przekształcenie minerałów

skalnych w minerały glebowe dotrzyma kroku usuwaniu wcześniej utworzonych minerałów glebowych.

Gleby są uważane za zasoby ograniczone, ponieważ ich tworzenie i rozwój wymaga setek do tysięcy lat, a ich utraty i degradacji nie można odzyskać w ciągu życia człowieka. Warunki środowiskowe, które wpływają na glebę, procesy fizyczne, chemiczne i biologiczne, które biorą udział w jej tworzeniu, są powszechnie znane jako pięć czynników kształtujących glebę: klimat, organizmy (flora i fauna, w tym działalność człowieka), rzeźba terenu, skała macierzysta i czas .

Gleby w Polsce

Gleby w Polsce powstały po ustąpieniu lodowców. Na początku holocenu tworzyły się gleby tundrowe. Kiedy ocieplił się klimat i obszar naszego kraju zaczęły porastać lasy rozpoczął się **proces glebotwórczy**. W lasach iglastych rozpoczęło się bielicowanie gleb i rozkład ściółki leśnej. W ten sposób powstały gleby bielicowe. W środowisku mniej kwaśnym w lasach liściastych wytworzyły się gleby brunatne. Natomiast na podłożu bogatym w sole mineralne powstały żyzne czarnoziemy.



Ryc.1 Struktura gleb Polski wg powierzchni (sites.google.com)

Blisko 80% powierzchni Polski pokrywa kompleks gleb brunatnych, bielicowych i płowych. Występują one powszechnie na terenach nizinnych, nieco mniej jest ich na wyżynach i w górach (zwłaszcza bielic). Pod względem przydatności rolniczej najbardziej wartościowe są gleby brunatne.

Najczęściej występującymi glebami w Polsce są **gleby brunatne i płowe**. Zajmują one ponad połowę powierzchni kraju. Tworzą się zazwyczaj na glinach zwałowych i iłach (niektóre brunatne powstały na lessach). Gleby te są najczęściej zaliczane do III i IV klasy bonitacyjnej (tylko najbardziej żyzne gleby brunatne należą do klasy II). Występują zazwyczaj na obszarach moreny dennej.

Drugim najczęściej występującym typem gleb w Polsce są **gleby bielicowe**. Zajmują one około 1/4 powierzchni kraju. Powstają zazwyczaj na podłożu piaszczystym lub żwirowym. Są typowe dla obszarów pól sandrowych. Są to gleby o niskiej żyzności – zazwyczaj należą do V lub VI klasy bonitacyjnej. Należy pamiętać, że dominacja lasów iglastych w Polsce (a szczególnie borów sosnowych) przyspiesza procesy bielicowania.

Gleb o najwyższej urodzajności jest w naszym kraju niewiele. Uchodzące za najlepsze, **czarnoziemy**, zajmują tylko około 1% powierzchni. Ich występowanie jest związane z podłożem lessowym. Można je spotkać na Wyżynie Lubelskiej w okolicach Chełma, Wyżynie Małopolskiej – Płaskowyż Proszowicki (koło Krakowa) i na Płaskowyżu Głubczyckim (opolskie).

Charakteryzujące się podobną jakością, **czarne ziemie** to gleby astrefowe powstające na obszarach pobagiennych – również mają około 1% udziału w powierzchni kraju. Występują głównie na Kujawach, a poza tym na Nizinach: Wielkopolskiej, Szczecińskiej i Śląskiej (na południe od Wrocławia). W okolicach Ciechanowa i Łowicza na Mazowszu.

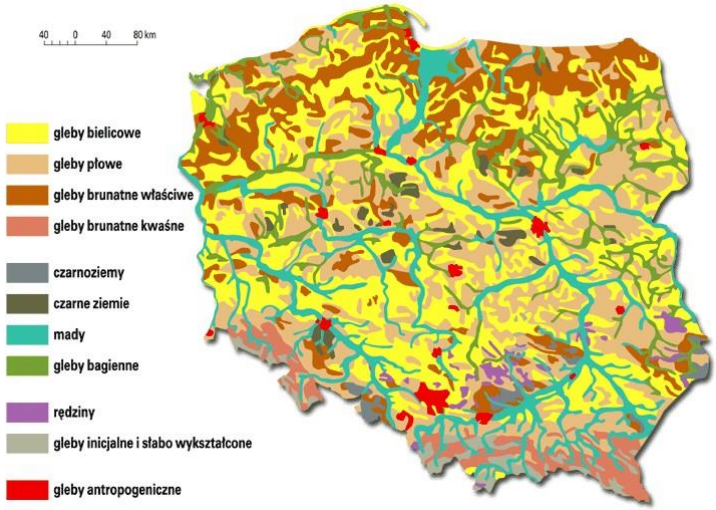
Większy odsetek (ok. 5%) przypada **madom**. Na dużej powierzchni utworzyły się one w delcie Wisły, dzięki czemu Żuławy Wiślane zaliczają się do najbardziej urodzajnych terenów w Polsce.

Gleby bagienne zajmują około 7% powierzchni kraju i poza dolinami rzek występują głównie na Podlasiu, Polesiu i pojezierzach. Są dosyć żyzne, ale ze względu na duże zawilgocenie wykorzystuje się je przede wszystkim na łąki i pastwiska.

Dobrą jakość, z uwagi na głęboki profil, mają także **rędziny**. Wykształciły się one na skałach węglanowych Wyżyny Małopolskiej i Wyżyny Lubelskiej. Stanowią łącznie około 1% powierzchni kraju.

Natomiast dla typowo **górskich gleb inicjalnych** odsetek ten wynosi około 6%. Występują na stokach Karpat i Sudetów. Są mało urodzajne i na ogół porośnięte trawami, które służą głównie do wypasu zwierząt.

Ostatnią grupę stanowią **gleby antropogeniczne**, czyli przekształcone na skutek działalności człowieka. Występują one na obszarach miejskich (urbisole), podmiejskich (np. hortisole) i uprzemysłowionych (industrioziemy). Większe ich kompleksy spotkać można w Górnośląskim Okręgu Przemysłowym i na terenie innych dużych miast (w Warszawie, Trójmieście, Łodzi, Krakowie, Wrocławiu, Poznaniu, Szczecinie), a także w rejonie odkrywkowych kopalni węgla brunatnego i elektrowni (w Bełchatowie, Koninie i Turoszowie).



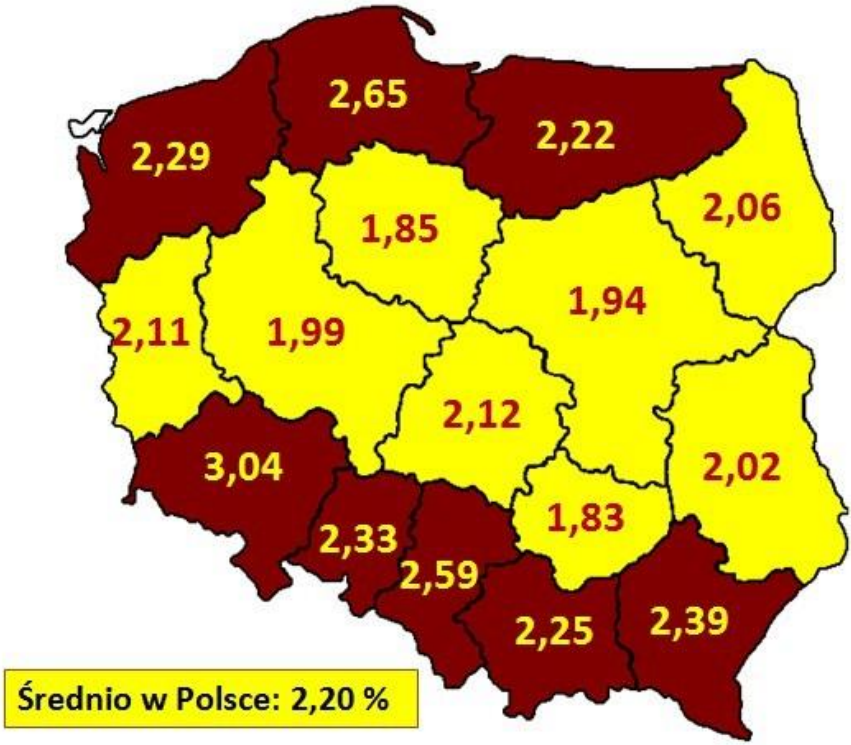
Ryc.2. Rozmieszczenie gleb polskich (nawozy.eu)

Materia organiczna w glebie

Materia organiczna jest podstawowym wskaźnikiem jakości gleb decydującym o ich właściwościach fizykochemicznych, takich jak zdolności sorpcyjne i buforowe oraz procesach biologicznych, warunkujących wiele przemian, określanych mianem aktywności biologicznej. Wysoka zawartość próchnicy w glebach jest czynnikiem stabilizującym ich strukturę, zmniejszającym podatność na zagęszczenie oraz degradację w wyniku erozji wodnej i wietrznej.

Zachowanie zasobów próchnicy glebowej jest istotne nie tylko ze względu na utrzymanie produkcyjnych funkcji gleb, ale również z punktu widzenia roli gleb w sekwestracji (wiązaniu) węgla z atmosfery. O naturalnym zróżnicowaniu zawartości próchnicy w glebach decydują takie czynniki jak uziarnienie, położenie w terenie i stosunki wodne - gleby lekkie występujące w wyższych położeniach terenu, poza zasięgiem działania wód gruntowych, zazwyczaj cechuje niższa zawartość próchnicy od gleb zwięzłych o opadowo-gruntowym typie gospodarki wodnej. Najwyższą zawartością materii organicznej charakteryzują się gleby hydrogeniczne, powstałe w siedliskach zależnych od wody, takie jak czarne ziemie i gleby torfowe. Spośród czynników antropogenicznych na zawartość materii organicznej w glebie w największym stopniu wpływają: sposób użytkowania ziemi (tzn. rolniczy, łąkowy, leśny), intensyfikacja rolnictwa, rotacja roślin, obecność poplonów oraz poziom nawożenia organicznego.

Gleby polskie nie należą do szczególnie zasobnych w próchnicę, co należy wziąć pod uwagę zagospodarowując plon uboczny i dobierając gatunki do uprawy.



Ryc.3. Zawartość materii organicznej w glebach polskich, % – przegląd regionalny (opracowano na podstawie: Jończyk i in. 2008)

W roku 2015 średnia zawartość próchnicy w badanych punktach wyniosła 1,94%. przy medianie 1,68%, a to oznacza nie różniła się istotnie w porównaniu do roku 2010 (odpowiednio 1,97 i 1,70%) i 2005 (odpowiednio 1,90 i 1,67%). W całej grupie analizowanych punktów przeważają gleby klasyfikowane w przedziale zawartości średniej (1-2%) i ich udział to 62,9%. który utrzymuje się na względnie stałym poziomie od 1995 roku.

Substancja organiczna gleby	Jednostka	Wartość	Rok				
			1995	2000	2005	2010	2015
Próchnica	%	minimum	0,79	0,77	0,72	0,76	0,62
		maximum	5,75	5,68	5,46	6,05	6,62
		średnia	1,95	1,96	1,9	1,97	1,94
		mediana	1,77	1,8	1,67	1,7	1,68
Węgiel organiczny	%	minimum	0,45	0,45	0,42	0,44	0,36
		maximum	3,33	3,29	3,17	3,51	3,84
		średnia	1,13	1,14	1,09	1,14	1,12
		mediana	1,02	1,04	0,97	0,99	0,98
Azot ogólny	%	minimum	0,021	0,035	0,036	0,038	0,04
		maximum	0,324	0,91	0,343	0,412	0,36
		średnia	0,098	0,106	0,098	0,112	0,12
		mediana	0,09	0,09	0,087	0,096	0,11
Stosunek C/N		minimum	6,8	7,1	6,9	7,4	4,0
		maximum	21,9	19,5	22,7	17,4	15,6
		średnia	11,9	11,3	11,6	10,4	9,4
		mediana	11,4	11,0	11,5	10,2	9,1

Ryc.4. Poziom substancji poszczególnych składników substancji organicznej gleb polskich na przestrzeni lat (https://www.gios.gov.pl)

Bilans materii organicznej

Badania na zasobność gleby w próchnicę są stosunkowo rzadko wykonywane. Wynika to ze struktury naszego rolnictwa. Ze względu na duże rozdrobnienie gospodarstw i małą ich rentowność rolnicy często rezygnują z jakichkolwiek analiz glebowych. W gospodarstwach większych najczęściej bada się tylko podstawowe parametry: odczyn i zasobność gleby w potas, fosfor i magnez. Analizy te wykonywane są na ogół w Okręgowych Stacjach Chemiczno-Rolniczych. Najczęstszą przeszkodą w określeniu zawartości próchnicy glebowej są względy ekonomiczne. Cena wykonania jednego badania kształtuje się na poziomie około 35 zł. Pełny zestaw analiz, jak wynika z badań ankietowych, wykonywany jest najczęściej w dużych, nowoczesnych gospodarstwach w odstępach dwuletnich, a nawet rocznych. Dobrą alternatywą dla skomplikowanych i drogich analiz chemicznych, które beznakładowo może wykorzystać każdy rolnik, jest samodzielne sporządzenie bilansu glebowej materii organicznej. W tym celu można wykorzystać dwie metody: Eicha i Kundlera.

METODA EICHA I KUNDLERA

Metoda ta nazywana jest często również metodą reprodukcyjno-degradacyjną, polega na przyporządkowaniu poszczególnym grupom roślin oraz nawozom naturalnym i organicznym – współczynników, które określają czy dany element oddziałuje korzystnie (+) czy negatywnie (-) na glebową materię organiczną. Przy ich wyznaczaniu wzięto pod uwagę również kategorię agronomiczną gleby, według zasady, że im gleba cięższa tym oddziaływanie degradacyjne lub reprodukcyjne jest większe. Współczynniki te wskazują na ogromną rolę deficytowych nawozów naturalnych (szczególnie obornika), a także tzw. „nawozów zielonych" w zwiększaniu zawartości materii organicznej w glebie. Spośród uprawianych roślin w plonie głównym najkorzystniej na współczynnik reprodukcji próchnicy oddziałują wieloletnie motylkowe, trawy oraz ich mieszanki. Korzystnymi właściwościami charakteryzują się również rośliny jednoroczne należące do rodziny bobowatych (strączkowe). Natomiast okopowe, powszechnie

uważane za dobry element zmianowania, przyczyniają się do degradacji gleby, co wynika głównie z intensywnej uprawy roli podczas przygotowania łoża siewnego i pielęgnacji roślin, a także dużej ingerencji w układ gleby podczas zbioru buraka lub ziemniaka. Do pogorszenia współczynnika degradacji dodatkowo przyczynia się także mała ilość resztek pozbiorowych pozostałych na polu po uprawie tych roślin.

Taki stan rzeczy można jednak stosunkowo łatwo zmienić poprzez wprowadzenie do gleby nawozów naturalnych lub organicznych, które są zazwyczaj stosowane w agrotechnice okopowych. Niestety niekorzystny współczynnik glebowej substancji organicznej mają również najczęściej uprawiane zboża. Jeśli ta grupa roślin jest głównym elementem naszego płodozmianu to szczególną rolę rekompensującą powinny pełnić międzyplony i plony uboczne, szczególnie słoma, której działanie próchnicotwórcze jest porównywalne z 15,5 t obornika.

Współczynniki reprodukcji (+) i degradacji (-) glebowej substancji organicznej (t/ha/rok) – według Eicha i Kundlera

Roślina lub nawóz	Jednostka	Współczynniki dla gleb		
		lekkich	średnich	ciężkich
Okopowe, warzywa korzeniowe	1 ha	-1,26	-1,40	-1,54
Kukurydza, warzywa liściaste	1 ha	-1,12	-1,15	-1,22
Zboża, oleiste, włókniste	1 ha	-0,49	-0,53	-0,56
Strączkowe	1 ha	+0,32	+0,35	+0,38
Trawy polowe	1 ha	+0,95	+1,05	+1,16
Motylkowe i ich mieszanki	1 ha	+1,89	+1,96	+2,10
Międzyplony na zielony nawóz	1 ha	+0,63	+0,70	+0,77
Obornik (25% s.m.)	1 t s.m.	+0,35		
Gnojowica (6-8% s.m.)	1 t s.m.	+0,28		
Słoma (85% s.m.)	1 t s.m.	+0,21		
Liście buraczane (15% s.m.)	1 t s.m.	+0,14		

Co nam daje materia organiczna?

Materia organiczna w glebie spełnia kilka funkcji. Z praktycznego punktu widzenia w rolnictwie jest to ważne z dwóch głównych powodów:

- jako „odnawialne źródło składników odżywczych”
- jako środek poprawiający strukturę gleby, utrzymujący strukturę gleby i minimalizujący erozję.

Jako odnawialne źródło składników odżywczych materia organiczna spełnia dwie główne funkcje:

- ponieważ materia organiczna w glebie pochodzi głównie z resztek roślinnych, zawiera wszystkie niezbędne składniki odżywcze roślin. Dlatego nagromadzona materia organiczna jest magazynem składników odżywczych dla roślin;
- stabilna frakcja organiczna (humus) adsorbuje i utrzymuje składniki odżywcze w postaci dostępnej dla roślin.

Materia organiczna uwalnia składniki odżywcze w postaci dostępnej dla roślin po rozkładzie. Aby utrzymać ten system obiegu składników odżywczych, szybkość dodawania materii organicznej z resztek pożniwnych, obornika i innych źródeł musi być równa szybkości rozkładu, a także uwzględniać szybkość pobierania przez rośliny i strat przez wymywanie i erozję. Tam, gdzie szybkość dodawania jest mniejsza niż szybkość rozkładu, materia organiczna w glebie spada. I odwrotnie, gdy szybkość dodawania jest wyższa niż szybkość rozkładu, materia organiczna w glebie wzrasta. Termin „stan ustalony” opisuje stan, w którym szybkość dodawania jest równa szybkości rozkładu.

Pod względem poprawy struktury gleby aktywne i niektóre z odpornych składników organicznych gleby, wraz z mikroorganizmami (zwłaszcza grzybami), biorą udział w wiązaniu cząstek gleby w większe agregaty. Agregacja jest ważna dla dobrej struktury gleby, napowietrzania, infiltracji wody oraz odporności na erozję i zaskorupianie się.

Rozkład materii organicznej w glebie

Kiedy resztki roślin są wprowadzane do gleby, różne związki organiczne ulegają rozkładowi. Rozkład jest procesem biologicznym, który obejmuje fizyczny rozkład i biochemiczną transformację złożonych cząsteczek organicznych martwego materiału w prostsze cząsteczki organiczne i nieorganiczne. Ciągłe dodawanie rozkładających się resztek roślinnych do powierzchni gleby przyczynia się do aktywności biologicznej i procesu obiegu węgla w glebie. Podział materii organicznej w glebie oraz wzrost i rozkład korzeni również przyczyniają się do tych procesów. Cykl węgla to ciągła przemiana organicznych i nieorganicznych związków węgla przez rośliny oraz mikro i makroorganizmy między glebą, roślinami i atmosferą.

Rozkład materii organicznej jest w dużej mierze procesem biologicznym, który zachodzi naturalnie. Jego prędkość zależy od trzech głównych czynników: organizmów glebowych, środowiska fizycznego i jakości materii organicznej. W procesie rozkładu uwalniane są różne produkty: dwutlenek węgla (CO_2), energia, woda, składniki pokarmowe roślin i ponownie zsyntetyzowane organiczne związki węgla. Sukcesywny rozkład martwego materiału i modyfikowanej materii organicznej powoduje powstanie bardziej złożonej materii organicznej zwanej humusem. Ten proces nazywa się humifikacją. Humus wpływa na właściwości gleby. Gdy powoli się rozkłada, gleba jest ciemniejsza; zwiększa agregację gleby i stabilność agregatów oraz zdolność do przyciągania i zatrzymywania składników odżywczych.

Organizmy glebowe, w tym mikroorganizmy, wykorzystują materię organiczną gleby jako pokarm. Gdy rozkładają materię organiczną, wszelkie nadwyżki składników odżywczych (N, P i S) są uwalniane do gleby w formach, które mogą wykorzystywać rośliny. Ten proces uwalniania nazywa się mineralizacją. Produkty odpadowe wytwarzane przez mikroorganizmy są również materią organiczną w glebie. Ten materiał odpadowy jest mniej podatny na rozkład niż pierwotny materiał roślinny i zwierzęcy, ale może być wykorzystywany przez wiele organizmów. Rozbijając struktury węgla i odbudowując nowe lub magazynując C we własnej biomasie, biota gleby

odgrywa najważniejszą rolę w procesach obiegu składników odżywczych, a tym samym w zdolności gleby do dostarczania uprawom wystarczających składników odżywczych.

Naturalne czynniki wpływające na ilość materii organicznej

W systemach zarządzanych przez człowieka, na biologiczną aktywność gleby wpływa system użytkowania gruntów, typy roślin i praktyki zarządzania. Czynniki środowiskowe, które kontrolują aktywność fauny i flory, a zatem równowaga między akumulacją a rozkładem materii organicznej w glebie, opisano poniżej.

TEMPERATURA

Kilka badań terenowych wykazało, że temperatura jest kluczowym czynnikiem kontrolującym szybkość rozkładu resztek roślinnych. Rozkład występuje zwykle szybciej w ciepłych rejonach niż w obszarach chłodniejszych. Gleby w chłodniejszych klimatach zwykle zawierają więcej materii organicznej ze względu na wolniejsze tempo mineralizacji (rozkładu).

WILGOTNOŚĆ GLEBY I NASYCENIE WODY

Poziomy materii organicznej w glebie zwykle rosną wraz ze wzrostem średnich rocznych opadów. Warunki podwyższonego poziomu wilgotności gleby skutkują większą produkcją biomasy, która zapewnia więcej pozostałości, a tym samym większy potencjał żywności dla fauny i flory.

Aktywność biologiczna gleby wymaga powietrza i wilgoci. Optymalna aktywność drobnoustrojów występuje przy prawie „pojemności pola", co odpowiada 60-procentowej wypełnionej wodą przestrzeni porów. Z drugiej strony okresy nasycenia wody prowadzą do słabego napowietrzania. Większość organizmów glebowych potrzebuje tlenu, a zatem redukcja tlenu w glebie prowadzi do zmniejszenia szybkości mineralizacji, gdy organizmy te stają się nieaktywne, a nawet umierają. Niektóre procesy transformacji stają się beztlenowe, co może prowadzić do uszkodzenia korzeni

roślin spowodowanych przez produkty odpadowe lub sprzyjających warunków dla organizmów chorobotwórczych. Dalsza produkcja i powolny rozkład mogą prowadzić do bardzo dużej zawartości materii organicznej w glebach o długim okresie nasycenia wodą (np. gleby torfowe).

RODZAJ GLEBY

Materia organiczna w glebie ma tendencję do wzrostu wraz ze wzrostem zawartości gliny. Wzrost ten zależy od dwóch mechanizmów. Po pierwsze, wiązania między powierzchnią cząstek gliny a materią organiczną opóźniają proces rozkładu. Po drugie, gleby o wyższej zawartości gliny zwiększają potencjał tworzenia się gruzełek. Makroagregaty fizycznie chronią cząsteczki materii organicznej przed dalszą mineralizacją spowodowaną atakiem drobnoustrojów. W podobnych warunkach klimatycznych zawartość materii organicznej w glebach drobnoziarnistych (gliniastych) jest dwa do czterech razy większa niż w glebach gruboziarnistych (piaszczystych).

Materiał macierzysty wpływa na akumulację materii organicznej nie tylko poprzez jej wpływ na strukturę gleby. Gleby rozwinięte z naturalnie bogatego materiału, takiego jak bazalt, są bardziej żyzne niż gleby utworzone z materiału granitowego, który zawiera mniej składników mineralnych. Co więcej, pierwsze wspomniane gleby doświadczają większego gromadzenia materii organicznej z powodu obfitego wzrostu wegetatywnego.

TOPOGRAFIA

Akumulacja materii organicznej jest często obserwowana w kotlinach i u podnóży wzgórz. Są dwa powody tej akumulacji: warunki są wilgotniejsze niż w środkowym lub górnym zboczu, a materia organiczna jest transportowana do najniższego punktu krajobrazu poprzez spływ i erozję. Podobnie poziomy materii organicznej w glebie są wyższe na zboczach północnych w porównaniu ze zboczami skierowanymi na południe, ponieważ temperatury są niższe.

ZASOLENIE I KWASOWOŚĆ

Zasolenie, toksyczność i ekstremalne wartości pH gleby (kwaśne lub zasad-

owe) powodują słabą produkcję biomasy, a tym samym zmniejszone dodawanie materii organicznej do gleby. Na przykład pH wpływa na tworzenie się próchnicy na dwa sposoby: rozkład i produkcja biomasy. W glebach silnie kwaśnych lub silnie alkalicznych warunki wzrostu mikroorganizmów są złe, co powoduje niski poziom biologicznego utleniania materii organicznej. Kwasowość gleby wpływa również na dostępność składników pokarmowych dla roślin, a tym samym pośrednio reguluje produkcję biomasy i dostępną żywność dla fauny i flory. Grzyby są mniej wrażliwe niż bakterie na kwaśne warunki glebowe.

PRODUKCJA ROŚLINNA I BIOMASY

Szybkość akumulacji materii organicznej w glebie zależy w dużej mierze od ilości i jakości wsadu materii organicznej. Zastosowania łatwo rozkładających się materiałów o niskim stosunku C:N, takich jak zielony nawóz i rośliny strączkowe, sprzyjają rozkładowi i krótkotrwałemu wzrostowi labilnej puli azotu w sezonie wegetacyjnym. Z drugiej strony, zastosowania materiałów roślinnych o dużych stosunkach C:N i zawartości ligniny, takich jak słoma zbożowa i trawy, ogólnie sprzyjają unieruchomieniu składników pokarmowych, gromadzeniu się materii organicznej i tworzeniu się próchnicy, ze zwiększonym potencjałem do poprawy rozwoju struktury gleby.

Obrót korzeni stanowi również ważny dodatek próchnicy do gleby, a zatem jest ważny dla sekwestracji węgla. W lasach większość materii organicznej jest dodawana jako powierzchowna ściółka. Jednak w ekosystemach trawiastych nawet dwie trzecie materii organicznej jest dodawane poprzez rozkład korzeni.

Praktyki zwiększające zawartość materii organicznej w glebie

Rosnące obawy dotyczące wpływu konwencjonalnej produkcji roślin na środowisko i gospodarkę wywołały zainteresowanie systemami alternatywnymi. Kluczowa dla takich systemów jest potrzeba promowania i

utrzymywania procesów biologicznych w glebie oraz minimalizowania nakładów paliw kopalnych w postaci nawozów, pestycydów i uprawy mechanicznej. Wszystkie działania mające na celu wzrost materii organicznej w glebie pomagają w tworzeniu nowej równowagi w ekosystemie rolnym.

Różne podejścia są wymagane dla różnych warunków glebowych i klimatycznych. Działania będą jednak oparte na tej samej zasadzie: zwiększenie produkcji biomasy w celu budowy aktywnej materii organicznej. Aktywna materia organiczna zapewnia siedliska i pokarm dla pożytecznych organizmów glebowych, które pomagają budować strukturę i porowatość gleby, dostarczają roślinom składników odżywczych i poprawiają zdolność gleby do zatrzymywania wody.

Badania wykazały, że możliwe jest przywrócenie poziomów materii organicznej w glebie. Działania promujące gromadzenie i dostarczanie materii organicznej, takie jak stosowanie roślin okrywowych i powstrzymywanie się od spalania, a także działania zmniejszające tempo rozkładu, takie jak zmniejszona i zerowa uprawa, prowadzą do wzrostu zawartości materii organicznej w glebie

ZRÓWNOWAŻONE NAWOŻENIE

Niezrównoważone nawożenie, na przykład głównie N, może powodować większą konkurencję chwastów, częstsze występowanie szkodników i utratę jakości produktu. Niezrównoważone nawożenie ostatecznie prowadzi do niezdrowych roślin. Dlatego nawozy powinny być stosowane w wystarczających ilościach i zrównoważonych proporcjach. Efektywność wykorzystania nawozów będzie wysoka, gdy zawartość materii organicznej w glebie jest również wysoka. Na glebach bardzo ubogich lub zubożonych uprawy nieefektywnie wykorzystują nawozy. Po przywróceniu poziomu materii organicznej w glebie nawóz może pomóc w utrzymaniu odnawialnego źródła składników odżywczych w glebie, zwiększając plony, a tym samym ilość pozostałości powracających do gleby.

ROŚLINY OKRYWOWE

Uprawa roślin okrywowych jest jedną z najlepszych praktyk poprawy poziomu materii organicznej, a tym samym jakości gleby.

Korzyści z uprawy roślin okrywowych:

- Zapobiegają erozji, zakotwiczając glebę, zmniejszają wpływ kropel deszczu.
- Dodają do gleby materiał roślinny w celu uzupełnienia materii organicznej.
- Niektóre, np. żyto, wiążą nadmiar składników odżywczych w glebie i zapobiegają wymywaniu.
- Niektóre, zwłaszcza gatunki strączkowe, wiążą N w glebie.
- Większość stanowi siedlisko pożytecznych owadów i innych organizmów.
- Umiarkują temperatury gleby, a tym samym chronią organizmy glebowe.

Ważne jest, aby rozpocząć pierwsze lata od upraw pokrywających powierzchnię dużą ilością pozostałości, które rozkładają się powoli (z powodu wysokiego stosunku C:N). Trawy i zboża są najbardziej odpowiednie na tym etapie, również ze względu na ich intensywny system ukorzeniania, który szybko poprawia strukturę gleby.

W następnych latach, kiedy jakość gleby zacznie się poprawiać, można włączyć do rotacji rośliny strączkowe. Rośliny strączkowe wzbogacają glebę w N, a ich pozostałości szybko się rozkładają z powodu niskiego stosunku C:N. Później, gdy system zostanie ustabilizowany, możliwe jest włączenie roślin okrywowych o funkcji ekonomicznej, np. paszy dla zwierząt gospodarskich. Wybór roślin okrywowych powinien zależeć od obecności wysokiego poziomu ligniny i kwasów fenolowych. Dają one pozostałościom wyższą odporność na rozkład, a tym samym chronią glebę przez dłuższy czas.

Innym decydującym czynnikiem w dynamice składu pozostałości jest skład biochemiczny pozostałości. W zależności od gatunku, ich składników che-

micznych oraz czasu i sposobu zarządzania nimi będą występować różnice w szybkości rozkład. Gatunki zbóż (owies i pszenica) wykazują większą odporność niż wyka zwyczajna (strączkowa) na rozkład. Rośliny strączkowe mają niższy stosunek C:N i niższą zawartość ligniny, a zatem podlegają szybkiemu rozkładowi. Systemy produkcji rolnej, w których pozostałości są pozostawiane na powierzchni gleby, takie jak bezpośredni siew i wykorzystanie roślin okrywowych, stymulują rozwój i aktywność fauny glebowej na wielu poziomach.

Termin „zielony nawóz" jest często używany do wskazania tych samych gatunków roślin, które są używane jako rośliny okrywowe. Jednak zielony nawóz odnosi się konkretnie do roślin uprawianych w celu włączenia nierozłożonej materii wegetatywnej do gleby. Chociaż ta praktyka jest stosowana specjalnie do dodawania materii organicznej, nie jest to najbardziej efektywne wykorzystanie materii organicznej (szczególnie w gorącym klimacie) z dwóch powodów:

- Należy w jak największym stopniu unikać mechanicznych zaburzeń gleby.
- Gdy biomasa jest jednocześnie wprowadzana do gleby, następuje krótki okres wysokiej aktywności mikrobiologicznej w rozkładzie materiału. Powoduje to nagłe uwolnienie dużej ilości składników odżywczych, które nie mogą zostać wychwycone przez sadzonki następnej uprawy, a zatem zostają utracone z systemu.

Ogólnie rzecz biorąc, im większa produkcja zielonego nawozu lub biomasy uprawnej, tym większa jest populacja gleby pod względem drobnoustrojów, mezofauny i makrofauny - od grzybów i mikroorganizmów po dżdżownice i termity. Dynamika rozkładu pozostałości powierzchniowych zależy między innymi od aktywności mikroorganizmów, a także od mezofauny glebowej i makrofauny. Makrofauna składa się głównie z dżdżownic, chrząszczy, mrówek, ślimaków. Organizmy te pomagają zintegrować pozostałości z glebą i poprawić strukturę gleby, porowatość, infiltrację wody i przepływ przez tworzenie nor, połknięcie i wydzieliny.

Naturalne wprowadzanie resztek pożniwnych i resztek chwastów z powierzchni gleby do głębszych warstw gleby przez makrofaunę glebową jest procesem powolnym. Aktywność mikroorganizmów jest regulowana przez aktywność makrofauny, ponieważ ta ostatnia dostarcza im pożywienia i powietrza poprzez swoją aktywność bioturbacyjną. W ten sposób składniki odżywcze są uwalniane powoli i mogą dostarczać plonie składników odżywczych przez dłuższy czas. Jednocześnie gleba jest przez długi czas pokryta pozostałościami i jest chroniona przed wpływem deszczu i słońca.

Stosowanie obornika zwierzęcego lub innych odpadów bogatych w węgiel

Każde zastosowanie obornika zwierzęcego, gnojowicy lub innych odpadów bogatych w węgiel, takich jak osady z oczyszczalni ścieków, poprawia zawartość materii organicznej w glebie. W niektórych przypadkach lepiej jest pozwolić na okres rozkładu przed zastosowaniem na polu. Każdy dodatek związków bogatych w węgiel tymczasowo unieruchamia dostępny N w glebie, ponieważ mikroorganizmy potrzebują zarówno C, jak i N do wzrostu i rozwoju. Obornik zwierzęcy jest zwykle bogaty w N, więc unieruchomienie N jest minimalne. Tam, gdzie słoma stanowi część obornika, okres rozkładu pozwala uniknąć unieruchomienia azotu na polu.

Kompost

Kompostowanie to technologia recyklingu materiałów organicznych w celu zwiększenia produkcji rolnej. Procesy biologiczne i chemiczne przyspieszają tempo rozkładu i przekształcają materiały organiczne w bardziej stabilną formę humusową do zastosowania w glebie. Kompostowanie przebiega w kontrolowanych warunkach w hałdach i dołach kompostowych.

Skuteczne kompostowanie zależy od wystarczającej dostępności materiałów organicznych, wody, obornika i „taniej" siły roboczej. Tam, gdzie te nakłady są gwarantowane, kompostowanie może być ważną metodą zrównoważonego i produktywnego rolnictwa. Ma działanie polepszające

żyzność gleby oraz właściwości fizyczne, chemiczne i biologiczne gleby. Dobrze wykonany kompost zawiera wszystkie składniki odżywcze potrzebne roślinom. Może być stosowany do utrzymania i poprawy żyzności gleby, a także do regeneracji gleby zdegradowanej. Jednak materiałów do produkcji kompostu może brakować, a technologia ta wymaga wysokich nakładów pracy w celu prawidłowej produkcji i zastosowania kompostu. Dlatego stosowanie kompostu może być ograniczone do niektórych roślin uprawnych i niektórych obszarów zastosowania, np. do produkcji warzyw w ogrodach przydomowych.

Ściółka lub trwałe pokrycie gleby

Jednym ze sposobów poprawy stanu gleby jest ściółkowanie obszaru wymagającego poprawy. Ściółki to materiały umieszczane na powierzchni gleby w celu ochrony przed uderzeniami i erozją kropel deszczu oraz w celu zwiększenia jej żyzności. Ściółkowanie resztek pożniwnych to system utrzymywania ochronnego przykrycia resztek wegetatywnych, takich jak słoma, łodygi kukurydzy i ściernisko na powierzchni gleby. System jest szczególnie cenny tam, gdzie nie można szybko ustalić zadowalającego pokrycia roślin, gdy ryzyko erozji jest największe. Ściółkowanie dodaje do gleby materię organiczną, ogranicza wzrost chwastów i praktycznie eliminuje erozję w okresie, gdy ziemia jest pokryta ściółką.

Ryc.5. Wyściółkowana plantacja truskawek (www.e-sadownictwo.pl)

Istnieją dwa główne systemy mulczowania:

- systemy rozdrabniania *in situ* - pozostałości roślin pozostają tam, gdzie spadają na ziemię;
- systemy rozdrabniania i przenoszenia - resztki roślin są sprowadzane z innych źródeł i wykorzystywane jako ściółka.

Ściółkowanie resztek pożniwnych ma wiele pozytywnych skutków dla produkcji roślinnej. Może to jednak wymagać zmiany w istniejących praktykach uprawy. Ściółkowanie *in situ* zależy od zaprojektowania odpowiednich systemów upraw i płodozmianu, które muszą być zintegrowane z systemem rolniczym. Ściółka może być bardziej odpowiednia w ogrodach przydomowych lub w przypadku cennych upraw ogrodniczych np. w plantacjach truskawek, niż w mniej intensywnych systemach rolniczych.

Zredukowana lub zerowa uprawa roli

Powtarzająca się uprawa degraduje strukturę gleby i jej zdolność do zatrzymywania wilgoci, zmniejsza ilość materii organicznej w glebie, rozkłada agregaty i zmniejsza populację fauny glebowej, takiej jak dżdżownice, które przyczyniają się do obiegu składników pokarmowych i struktury gleby.

Unikanie mechanicznych zakłóceń gleby oznacza uprawę roślin bez mechanicznego przygotowania podłoża lub zakłóceń gleby od czasu zbiorów poprzedniej uprawy. Pojęcie „uprawa zerowa" jest używane w tej praktyce jako synonim terminu, „bezpłużna", siew bezpośredni.

W porównaniu z uprawą tradycyjną uprawa zredukowana lub zerowa ma dwie zalety w stosunku do materii organicznej gleby. Konwencjonalna uprawa gleby stymuluje aktywność mikrobiologiczną poprzez napowietrzanie gleby, co powoduje zwiększenie wskaźnika mineralizacji. Poprzez rozkład struktury gleby zmniejsza ruchy w górę i w dół fauny glebowej, takiej jak dżdżownice, które są w dużej mierze odpowiedzialne za produkcję „próchnicy" poprzez spożycie świeżych pozostałości. Zmniejszona lub zerowa uprawa reguluje aktywność mikrobiologiczną, ponieważ atmosfera porów jest bogatsza w CO_2/O_2.

Uprawa stała się najczęstszą metodą zwalczania chwastów. Jednak ściółkowanie jest praktyką bardziej przyjazną dla środowiska niż uprawa roli w celu zwalczania chwastów. Luźna gleba powstająca w wyniku uprawy ma mniejszą strukturę niż wcześniej; wygląd jest zwodniczy. Późniejszy ulewny deszcz wkrótce wypełnia tę luźną glebę, nie tylko negując kosztowną uprawę, która wytworzyła luźną glebę, ale także kulminując w zdegradowanym środowisku dla dostępu wody, kiełkowania nasion i wzrostu korzeni. Konieczna jest dalsza uprawa, aby ponownie rozluźnić glebę. Jest to typowa „spirala spadkowa" konwencjonalnego rolnictwa. Ponadto uprawa gleby, gdy jest ona zbyt wilgotna lub zbyt sucha, prowadzi do zagęszczenia lub rozpylenia gleby.

Poważna, przyspieszona erozja gleby oraz wysokie koszty robocizny i energii związane z opartymi na pługach metodami przygotowania podłoża do siewu doprowadziły do powszechnego przyjęcia systemów uprawy zerowej. W systemach bezpłużnych uprawę wysiewa się w glebie, która pozostaje niezakłócona od czasu zbioru poprzedniej uprawy. Ściółka z resztek pożniwnych jest utrzymywana i mocno zakotwiczona do podłoża. Zwalczanie chwastów polega na mechanicznym przycinaniu, uprawach okrywowych lub chemicznym zwalczaniu chwastów przy użyciu herbicydów kontaktowych. W systemach uprawy uproszczonej lub zerowej fauna glebowa stopniowo wznawia aktywność życiową. Rozluźniają one glebę i mieszają składniki glebowe. Dodatkową zaletą zwiększonej zawartości materii organicznej w glebie jest stworzenie stabilnej i porowatej struktury gleby bez kosztownych, czasochłonnych i potencjalnie degradujących upraw.

W systemach uprawy zerowej działanie makrofauny glebowej stopniowo włącza resztki pożniwne i resztki chwastów z powierzchni gleby do gleby. Aktywność mikroorganizmów jest również regulowana przez aktywność makrofauny, która zapewnia im pożywienie i powietrze przez korytarze podziemne.

Ściśle mówiąc, termin „uprawa zerowa" odnosi się do metod, które nie powodują żadnych zaburzeń gleby, co może być trudne do osiągnięcia.

Podczas bezpośredniego siewu, nasiona takie jak kukurydza, soja, pszenica i jęczmień, wysiewa się bezpośrednio w płytkie bruzdy pokrojone na resztki pożniwne. Chwasty są kontrolowane mechanicznie za pomocą noża, który powala rośliny i łamie ich łodygi, lub chemicznie za pomocą herbicydów.

Literatura:

1. http://www.fao.org/
2. http://www.iung.pulawy.pl/
3. https://www.gios.gov.pl/
4. https://www.bezpluga.pl/
5. https://nawozy.eu/
6. http://www.geoinfo.amu.edu.pl/
7. https://www.topagrar.pl/
8. „Chemia Rolna – podstawy teoretyczne i praktyczne”, wydawnictwo SGGW-AR
9. „Gleboznawstwo”, PWRiL
10. „Kodeks Dobrej Praktyki Rolniczej” – Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi