Małopolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego
z s. w Karniowicach

Nawozy zielone źródłem próchnicy

Karniowice 2020

Opracowanie:

Ilona Maczek

Dział Technologii Produkcji Rolniczej i Doświadczalnictwa
MODR z s. w Karniowicach

Spis treści:

1. *Nawozy zielone* ***4***

2. *Próchnica glebowa* ***13***

3. *Dlaczego warto stosować nawozy zielone w płodozmianie?* ***15***

4. *Wpływ nawozów zielonych na wzrost zawartości próchnicy w glebie* ***19***

5. *Rośliny przydatne na nawóz zielony* ***24***

1. Nawozy zielone

Nawozy zielone to rośliny, które uprawia się w celu przyorania zarówno ich części nadziemnych, jak i podziemnych. Obumarłe części roślin są jednym z podstawowych czynników użyźniających pola uprawne.

Nawozy zielone to rośliny uprawiane specjalnie na przyoranie w celu użyźnienia gleby.

Źródło: H. Skąpski, Z. Dąbrowski. Ogólna uprawa roślin ogrodniczych. PWRiL, Warszawa 1980.

Materia organiczna podlega w glebie wielu procesom biochemicznym m.in. humifikacji, w wyniku, której powstaje tzw. czarne złoto ogrodników, czyli próchnica. Również pozostawione po zbiorze resztki pożniwne, stanowią bardzo cenny nawóz zielony, wzbogacający glebę w materię organiczną.

Materia organiczna składa się ze świeżych i częściowo rozłożonych tkanek roślinnych, resztek pożniwnych i nawozów organicznych, obumarłych organizmów glebowych (mikroflora, makro- i mezofauna), zwierząt wyższych, a także próchnicy.

Źródło: Praca zbiorowa. Ogólna uprawa roli i roślin. PWRiL, Warszawa 1996.

Rośliny zielne oprócz wnoszenia materii organicznej, wpływają pozytywnie również na właściwości fizyczne, chemiczne i biologiczne gleby. Znaczenie nawozów zielonych wzrasta, szczególnie w obliczu rezygnacji z produkcji zwierzęcej mającej miejsce głównie w gospodarstwach warzywniczych. Dodatkowo zaprzestano tam uprawy roślin na paszę tj. bobowate czy trawy, które także są czynnikiem wzbogacającym glebę w próchnicę. W wyniku ograniczonej dostępności do nawozów naturalnych, rośliny na nawóz zielony stają się coraz to istotniejszym czynnikiem wpływającym na wzrost żyzności gleb w Polsce. Nawozy zielone mają również ogromne znaczenie w uprawach ekologicznych, gdzie pełnią obok nawozów naturalnych i organicznych, nie tylko funkcję nawozową, ale również fitosanitarną.

Rośliny na nawóz zielony cechuje przede wszystkim szybki wzrost oraz wytwarzanie w stosunkowo krótkim czasie dużej masy wegetatywnej. Bardzo ważna jest również głębokość ukorzenienia. Gatunki roślin o dużym i głębokim systemie korzeniowym spulchniają glebę, zatem rośliny następcze mogą korzenić się równie głęboko, przez co lepiej wykorzystują zgromadzone tam składniki pokarmowe, wcześniej dla nich niedostępne. Ponadto rośliny o rozbudowanym systemie korzeniowym pobierają i uruchamiają trudno dostępne związki fosforu i potasu z głębokich warstw gleby. Po rozłożeniu ich części zielnych, pierwiastki te stają się łatwo dostępne dla roślin następczych płytko korzeniących się. Rośliny stosowane jako nawóz zielony powinny wykazywać się również zwiększoną wartością nawozową. Przedstawiciele rodziny motylkowych ze względu na fakt, że współżyją z bakteriami brodawkowatymi, które wiążą wolny azot z powietrza, są szczególnie cenione w płodozmianie. W wyniku wzbogacenia gleby w ten pierwiastek, można znacząco ograniczyć stosowanie nawozów mineralnych, co obniża koszty produkcji. Wiele gatunków roślin bobowatych, jest w stanie skutecznie zastąpić obornik np. koniczyna biała, jako wsiewka w zboża, gromadzi w glebie od 60-140 kg N/ha, co odpowiada 10-25 tonom obornika. Łubin i gorczyca są szczególnie cenione przy braku nawożenia naturalnego. Rośliny na nawóz zielony powinny być również mało wymagające w stosunku do warunków klimatyczno-glebowych. Cenne są także gatunki odporne na agrofagi. Szkodniki i choroby mogą nie tylko obniżyć plon rośliny uprawianej np. w międzyplonie, ale również mogą atakować rośliny następcze. Nasiona gatunków na nawóz zielony powinny być tanie i łatwo dostępne.

Fot. 1. Korzenie rośliny z rodziny bobowatych z brodawkami korzeniowymi (fot. Ilona Maczek)

Zastosowanie nawozów zielonych jest bardzo szerokie. Mogą być uprawiane w plonie głównym, ale przede wszystkim wysiewane są, jako międzyplony oraz poplony.

Rośliny uprawiane na nawóz zielony w **plonie głównym**, mają zastosowanie jedynie na glebach lekkich i przepuszczalnych, które wymagają użyźnienia i zwiększenia retencji wodnej. W tym celu wczesną wiosną najczęściej wysiewa się rośliny z rodziny bobowatych. Uprawia się je cały sezon wegetacyjny i przyoruje dopiero po żniwach. Odpowiednim gatunkiem na tego typu stanowiska jest łubin żółty, gdyż posiada bardzo głęboki system korzeniowy. Na glebach lepszych uprawa nawozu zielonego w plonie głównym jest nieuzasadniona ekonomicznie.

Rośliny na nawóz zielony najczęściej uprawia się w międzyplonach i w poplonach. W zależności od terminu wysiewu i przyorania dzieli się je na:

- → międzyplony letnie (syn. ścierniskowe, poplon letni),
- → międzyplony ozime (syn. poplony ozime),
- → międzyplony wiosenne (syn. przedplony),
- → wsiewki poplonowe.

Międzyplony letnie wysiewane są tuż po zbiorze plonu głównego (wcześnie zbierane rośliny rolnicze lub warzywa) od początku lipca do końca sierpnia, a przyorywane są późną jesienią, zwykle w ostatniej dekadzie października. Aby uzyskać optymalny plon biomasy, nie można opóźniać wysiewu nasion. Należy również dobrać odpowiednie gatunki, które powinny być przede wszystkim odporne na niesprzyjające warunki klimatyczno-glebowe w momencie wschodów, a tak-

Fot. 2. Gryka zwyczajna charakteryzuje się szybkim tempem wzrostu (źródło: pixabay.com)

że odporne na spadki temperatury poniżej 0°C w późniejszym okresie rozwoju. Gdy rośliny zdążą zakwitnąć, mogą dodatkowo stanowić ostatni pożytek dla pszczół tuż przed zimą. Do uprawy w międzyplonie letnim nadają się głównie wszystkie jednoroczne rośliny z rodziny bobowatych, głównie łubin żółty i wąskolistny oraz peluszka w czystym siewie lub w mieszankach, ale również inne gatunki odznaczające się stosunkowo szybkim wzrostem biomasy, tj. gorczyca biała, rzodkiew oleista, facelia błękitna czy gryka zwyczajna.

Ten rodzaj międzyplonów stosuje się pod wszystkie rośliny, które wysiewa się lub sadzi ich rozsadę wczesną wiosną oraz pod takie gatunki, które jednocześnie reagują korzystnie na nawożenie organiczne np. ziemniak, pomidor, burak cukrowy, kukurydza, wczesne warzywa kapustne, cebula, warzywa dyniowate i seler korzeniowy.

Międzyplony ozime są wysiewane od połowy sierpnia do połowy września, a przyorywane są na przełomie kwietnia i maja następnego roku. Uprawia się je po roślinach z plonu głównego, które późno schodzą z pola. Gatunki uprawiane w ten sposób muszą cechować się przede wszystkim zimotrwałością. Do uprawy w międzyplonie ozimym nadaje się m.in. koniczyna biała, wyka ozima, żyto zwyczajne, życica wielokwiatowa i rzepik ozimy w siewie czystym lub w mieszankach np. mieszanka gorzowska: wyka ozima 15%, życica wielkokwiatowa 65% i koniczyna krwistoczerwona 20%.

Fot. 3. Mieszanka „gorzowska" poplonowa ozima (źródło: www.granumfn.pl)

Ten rodzaj międzyplonu stosuje się przede wszystkim pod warzywa z późnego siewu lub rozsady, które wymagają nawożenia organicznego np. późna kapusta głowiasta, kalafior i brokuł na zbiór jesienią lub ogórek i inne gatunki ciepłolubne wymagające sadzenia rozsady w nagrzaną glebę np. melon, dynia czy oberżyna.

Międzyplony wiosenne są najrzadziej stosowanym rodzajem nawozów zielonych. Wysiewa się je wczesną wiosną i przyoruje w pierwszej połowie czerwca przed siewem lub sadzeniem roślin uprawianych na zbiór jesienią. Rośliny stosowane na przedplon muszą charakteryzować się niską temperaturą kiełkowania i być odporne na wiosenne przymrozki. Na międzyplony wiosenne można stosować m.in. wykę siewną, groch siewny (peluszkę), koniczynę białą, owies zwyczajny oraz żyto zwyczajne zarówno w siewie czystym jak i w mieszankach.

Fot. 4. Peluszka (groch pastewny) może być uprawiana jako międzyplon wiosenny (źródło: SDOO Węgrzce)

Międzyplony wiosenne stosuje się pod warzywa późnego siewu lub sadzenia do gruntu np. późna kapusta, kalafior, brokuł lub warzywa ciepłolubne, które korzystnie reagują na nawożenie organiczne.

W latach o małej ilości opadów, ze względu na wczesnoletni termin przyorania roślin, obserwuje się największy, negatywny wpływ tego zabiegu na obniżenie wilgotności gleby. Wynika to z wprowadzenia do gleby dużej ilości masy organicznej, która sta-

nowi warstwę utrudniającą podsiąkanie wody z głębszych, wilgotnych warstw gleby. Mniejszy wpływ na obniżenie wilgotności gleby ma przyoranie biomasy poplonu ozimego wczesną wiosną, a najmniejszy późną jesienią - resztki roślinne ulegają wtedy znacznemu rozkładowi. W przypadku międzyplonów ozimych i przedplonów dodatkowym czynnikiem przesuszającym glebę jest orka wiosenna. Dlatego uprawę, szczególnie przedplonów, zaleca się jedynie w rejonach z dużą ilością wody opadowej lub w gospodarstwach wyposażonych w deszczownice.

W uprawie roślin na nawóz zielony w pierwszym roku uprawy w zależności od przebiegu pogody może wystąpić ryzyko przesuszenia gleby na skutek wyczerpania zapasów wody glebowej przez te rośliny, co dotyczy również poplonów letnich. Natomiast w drugim i trzecim roku po przyoraniu nawozów zielonych, rozłożona masa organiczna szczególnie z bobiku, wyki kosmatej i siewnej, żyta zwyczajnego, owsa zwyczajnego i grochu siewnego, skutecznie retencjonuje wodę, co ma bardzo pozytywny wpływ na poprawę warunków wilgotnościowych w glebie.

Wsiewki poplonowe są to rośliny, które wysiewa się latem w gatunek uprawiany w plonie głównym i przeoruje z glebą jesienią. W międzyczasie zostaje przeprowadzony zbiór rośliny uprawnej np. pomidora, kukurydzy cukrowej lub pora i dopiero w momencie, gdy rośliny poplonowe pozostają same na polu, następuje bujny przyrost ich biomasy. Na wsiewki poplonowe nadają się rośliny lub ich mieszanki, które początkowo charakteryzują się wolnym wzrostem i znoszą znaczne zacienienie np. seradela siewna, mieszanka koniczyn lub mieszanka koniczyny z lucerną nerkowatą.

Tabela 1. ***Orientacyjne terminy uprawy roślin na nawóz zielony (od siewu do przyorania)***

Miesiące											
I	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**	**VIII**	**IX**	**X**	**XI**	**XII**
							międzyplony letnie				
cd. międzyplony ozime								międzyplony ozime			
		przedplony									
				plon główny							
				wsiewki poplonowe							

Opracowano na podstawie (z modyfikacjami): I. Domagała- Świątkiewicz. Najważniejsze nawożenie. Wydawnictwo Działkowiec, Warszawa 2004.

Fot. 5. Mieszanka koniczyny z lucerną nerkowatą jako wsiewka poplonowa (źródło: pixabay.com)

Resztki pożniwne również stanowią bardzo cenny nawóz zielony, który dostarcza przede wszystkim duże ilości materii organicznej, a w mniejszym stopniu składniki pokarmowe. W przypadku słomy zbóż należy pamiętać o jej szerokim stosunku węgla do azotu, który wynosi około 85:1. Po dokładnym rozdrobnieniu i przyoraniu słomy następuje silny rozwój bakterii, które pobierają przyswajalne składniki mineralne z gleby. W takim przypadku zaleca się albo przyoranie ich z gnojówką lub wysianie nawozu mineralnego azotowego (około 15 kg na 1 tonę słomy).

Problem wąskiego stosunku węgla do azotu dotyczy natomiast roślin bobowatych. Rozkład materii organicznej w tym przypadku następuje dość szybko, zatem na glebach lekkich może doprowadzić do zbyt nagłego wypłukiwania azotu. Aby zwolnić tempo mineralizacji zielonej masy, należy stosować rośliny bobowate w mieszankach np. z trawami.

Mineralizacja jest to proces odwrotny do humifikacji i w jej wyniku materia organiczna ulega rozkładowi do prostych związków mineralnych, łatwo dostępnych dla roślin.

Źródło: I. Domagała- Świątkiewicz. Najważniejsze nawożenie. Wyd. Działkowiec, Warszawa 2004.

W **uprawie bezorkowej** nawóz zielony spełnia szczególną rolę. Resztki pożniwne oraz międzyplon tworzą mulcz, który chroni powierzchnię gleby przed erozją wodną i wietrzną. Ponadto poprawia się jej struktura i zwiększa aktywność biologiczna. Pokrycie gleby mulczem wpływa korzystnie również

na wsiąkalność wody w głąb profilu glebowego, ogranicza jej spływy oraz parowanie z powierzchni pola. W przypadku upraw bezorkowych ograniczenie intensywności i głębokości uprawy znacznie ogranicza tempo mineralizacji materii organicznej, a także spowalnia tempo jej rozkładu. Uprawa międzyplonów ogranicza straty azotu, gdyż rośliny akumulują składniki pokarmowe w swojej biomasie, a następnie po przyoraniu wzbogacają warstwę orną w formy pierwiastków dostępne dla roślin następczych. W systemie bezorkowym wszystkie korzyści wynikające z uprawy nawozów zielonych, stanowią podstawowe argumenty przemawiające za odejściem od pługa.

Podstawowym sposobem wykorzystania nawozów zielonych, jest **przyoranie całych** roślin na polu, na którym rosły. Na żyźniejszych glebach, gdy jednocześnie w gospodarstwie prowadzi się chów zwierząt, **zieloną masę można wykorzystać jako pełnowartościową paszę**. W takim przypadku przyoruje się na polu tylko resztki pozbiorowe. Rzadziej stosowany jest tak zwany **kośny sposób użytkowania nawozu zielonego.** Polega to na tym, że skoszoną biomasę przewozi się na inne pole i tam przyoruje. Plusem jest dostarczenie na większej powierzchni pól materii organicznej, a minusem są dodatkowe koszty transportu.

Przed wysiewem nawozów zielonych należy starannie przygotować stanowisko. Na glebach lekkich spulchnianie wykonuje się na głębokość 10-12 cm, a na ciężkich 16-20 cm. Konieczne jest również uzupełnienie składników pokarmowych głównie w fosfor i potas, opierając się o wyniki analizy gleby. Średnia dawka nawozów mineralnych (w czystym składniku) powinna wynosić 30-40 kg P_2O_5 i około 80 kg K_2O na hektar. Azot pod rośliny bobowate stosuje się w dawce startowej 20 kg N/ha, a pod inne rośliny w ilości 60 kg N/ha. Dobre wyniki daje również stosowanie pod rośliny w międzyplonie czy poplonie nawozów naturalnych i organicznych np. obornik czy kompost, zwłaszcza na glebach lekkich. Zastosowane nawożenie zwiększa plon nawozu zielonego i wzbogaca jego biomasę w składniki pokarmowe, które w kolejnych latach są stopniowo uwalniane do wierzchniej warstwy gleby. Rośliny na nawóz zielony sieje się gęściej niż w uprawie na nasiona (szczegółowe normy wysiewu dla poszczególnych gatunków – rozdział 5).

Należy pamiętać, że nie wszystkie gatunki wykorzystywane na nawozy zielone nadają się na każdy typ gleby. Na gleby bardzo lekkie i lekkie stosuje się grykę zwyczajną, seradelę siewną, łubin żółty oraz wykę ozimą. Natomiast na gleby średnie można wysiać koniczynę krwistoczerwoną, rzodkiew oleistą, gorczycę białą, łubin wąskolistny i rzepak ozimy. W przypadku uprawy mię-

dzyplonów na glebach ciężkich można zastosować np. nostrzyk, bobik i koniczynę białą. Słonecznik zwyczajny, facelia błękitna, groch siewny (peluszka) mogą być uprawiane na wszystkich typach gleb.

Fot. 6. Bobik nadaje się na cięższe gleby (źródło: SDOO Węgrzce)

Nawozy zielone można wysiewać właściwie przed każdą uprawą pamiętając jedynie, że nie należy stosować w **zmianowaniu pola**, po sobie gatunków z tej samej rodziny botanicznej, ze względu na zwiększone ryzyko występowania tych samych chorób i szkodników. Zatem po gorczycy, rzepiku czy rzodkwi oleistej nie należy uprawiać rzepaku, rzepy, brukwi oraz warzyw kapustowatych i rzepowatych. Podobnie jest w przypadku roślin z rodziny bobowatych, których udział w międzyplonach jest znaczący. Nie powinno się również uprawiać zbóż po życie uprawianym w międzyplonie letnim lub ozimym.

Zmianowanie to następstwo uprawianych roślin na danym polu, które uwzględnia ich wymagania i warunki przyrodnicze siedliska oraz jest gospodarczo uzasadnione.

Źródło: Praca zbiorowa. Ogólna uprawa roli i roślin. PWRiL, Warszawa 1996.

Termin przyorania nawozu zielonego zależy głównie od uprawianego gatunku i terminu siewu. Nie bez znaczenia jest jednak typ gleby, który wpływa na szybkość rozkładu materii organicznej. Na glebach lekkich zaleca się pozostawienie okrywy roślinnej na okres zimy i wymieszanie jej z glebą dopiero wiosną. Dzięki temu nie będzie ryzyka wymywania składników pokarmowych w głąb profilu glebowego, a gleba będzie chroniona m.in. przed erozją

oraz zwiększą się jej możliwości retencjonowania wody. Z reguły gleby cięższe powinno się przekopywać jesienią, gdyż rozkład materii organicznej jest tu wolniejszy i nie ma ryzyka wymywania składników pokarmowych. Ważna jest również faza rozwojowa przyorywanych roślin. Im rośliny są młodsze tym szybciej ulegają rozkładowi w glebie. Rośliny na nawóz zielony powinny być przekopane na głębokość nie mniejszą niż 16-20 cm - na glebach ciężkich płycej, a na lżejszych głębiej. Aby nawóz zielony mógł spełnić swoją funkcję musi być wysiany stosunkowo wcześnie, tak aby rośliny zdążyły osiągnąć odpowiednio dużą biomasę oraz pobrać z gleby tuż przed zimą azot mineralny, ograniczając tym samym wymywanie biogenów z gleb do cieków wodnych, stanowiąc jednocześnie rezerwuar składników pokarmowych dla roślin następczych.

Dobierając w sposób prawidłowy rośliny do warunków glebowo-klimatycznych w połączeniu z odpowiednią agrotechniką, można znacząco zwiększyć żyzność i urodzajność gleb. Nawozy zielone zwiększają nie tylko plony roślin uprawianych bezpośrednio po nich, ale również wpływają pozytywnie na wzrost i rozwój roślin uprawianych w latach następnych. Ich pozytywne działanie następcze trwa tym dłużej, im większa jest masa przyoranych części roślinnych.

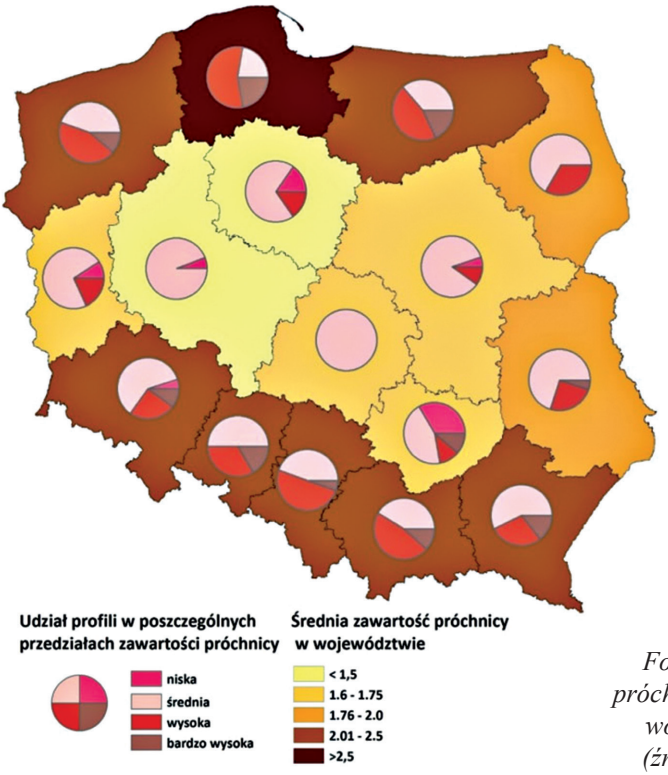
2. Próchnica glebowa

O żyzności gleby decyduje próchnica, której poziom można zwiększyć jedynie poprzez systematyczny dopływ substancji organicznej do gleby dzięki nawożeniu organicznemu lub naturalnemu, stosowaniu tzw. uprawy uproszczonej, a także przyoraniu nawozów zielonych. Próchnica powstaje w procesie **humifikacji**.

Humifikacja jest to proces polegający na rozkładzie złożonych związków organicznych do związków prostszych, z których w drodze syntezy biochemicznej i chemicznej powstaje humus – **próchnica**. W procesie humifikacji zaledwie 20-25% substancji organicznej przekształca się w próchnicę, reszta jest rozkładana do związków mineralnych, które są wykorzystywane jako substancje pokarmowe przez rośliny wyższe.

Źródło: H. Skąpski, Z. Dąbrowski. Ogólna uprawa roślin ogrodniczych. PWRiL, Warszawa, 1980.

Wzbogacenie gleby w próchnicę jest kluczowe w celu optymalnego zaopatrzenia roślin w wodę, gdyż jej związki gromadzą 3-5-krotnie więcej wody dostępnej dla roślin, niż same ważą. Dodatkowo ich pojemność sorpcyjna, czyli zdolność do zatrzymywania, a następnie uwalniania do roztworu glebowego przyswajalnych form składników pokarmowych, jest 5-10-krotnie większa od pojemności sorpcyjnej części mineralnej gleby, czyli części spławialnych. Próchnica pełni w glebie jeszcze wiele innych ważnych funkcji m.in. wpływa na tworzenie się struktury gruzełkowatej gleby, która sprawia, że gleby lżejsze stają się bardziej zwięzłe, a cięższe mają lepsze stosunki powietrzno-wodne. Gleba zasobna w próchnicę jest łatwiejsza w uprawie. Dodatkowo dzięki ciemnemu zabarwieniu, gleba na przedwiośniu szybciej się nagrzewa, zatem rośliny mogą wcześniej rozpocząć wegetację w sprzyjających warunkach termicznych. Próchnica wpływa pozytywnie na aktywność biologiczną gleby. Ponadto ostatnie badania wykazały, że ma również zdolność do dezaktywacji pozostałości herbicydów zalegających w glebie.



Fot. 7. Średnia zawartość próchnicy w poszczególnych województwach w Polsce (źródło: www.gios.gov.pl)

Ze względu na zawartość próchnicy, gleby w Polsce możemy podzielić na:

- → ubogie (0,1-1%),
- → słabo próchniczne (1,01-2%),
- → średnio próchniczne (2,01-4%).
- → próchniczne (powyżej 4%).

Zawartość próchnicy zależy od wielu czynników m.in. warunków klimatycznych, okrywy roślinnej, składu granulometrycznego i wieku gleby oraz jakości i oczywiście ilości związków organicznych, które dostają się do gleby. Najmniej humusu zawierają gleby brunatne i bielicowe wytworzone z piasków, a najzasobniejsze są rędziny, czarnoziemy, czarne ziemie i mady. Zawartość próchnicy w glebach Polski wynosi średnio 1,94%.

Niska zawartość próchnicy w glebie prowadzi do spadku jej właściwości fizykochemicznych, zaburzeń w pobieraniu składników pokarmowych, osłabienia zdolności gromadzenia wody z opadów atmosferycznych, a w następstwie ograniczenia wzrostu i plonowania roślin uprawnych. Czynnikiem pogłębiającym to niekorzystne zjawisko jest przebieg pogody. Duża ilość opadów w okresie wegetacji powoduje wypłukiwanie składników pokarmowych uwolnionych z próchnicy w głąb profilu glebowego. Zatem podstawowym i długoterminowym celem rolnika powinno być utrzymanie próchnicy na optymalnym dla danego typu gleby poziomie. Należy pamiętać, że proces tworzenia się próchnicy w glebie jest długotrwały, gdyż z wielu badań wynika, że aby podnieść jej poziom o zaledwie kilka procent, potrzeba na to nawet kilkudziesięciu lat.

3. Dlaczego warto stosować nawozy zielone w płodozmianie?

Nadrzędnym celem stosowania nawozów zielonych jest utrzymanie żyzności gleby na stałym, optymalnym poziomie, dzięki dostarczeniu materii organicznej w postaci nawet kilkunastu ton biomasy na hektar pola. Ma to szczególne znaczenie, zwłaszcza w gospodarstwach, gdzie odeszło się już dawno od hodowli zwierząt, co za tym idzie, brak jest własnych nawozów naturalnych tj. obornik, gnojówka czy gnojowica.

Część biomasy po przeoraniu ulega humifikacji, w wyniku której powstaje próchnica, która zwiększa pojemność kompleksu sorpcyjnego. Dzięki popra-

wie zdolności sorpcyjnej gleby, **nawozy mineralne są w mniejszym stopniu wypłukiwane do wód powierzchniowych i podziemnych**, przeciwdziałając ich zanieczyszczeniu biogenami, czyli azotem i potasem. Wpisuje się to w koncepcję Dyrektywy Azotanowej wydanej przez Radę Unii Europejskiej, która ma na celu zapewnić ochronę wód powierzchniowych i podziemnych przed zanieczyszczeniem azotanami pochodzenia rolniczego. Dodatkowo zmagazynowane przez kompleks sorpcyjny składniki pokarmowe uwalniane są stopniowo w formie łatwo dostępnej dla roślin.

Żyzność gleby jest to naturalna zdolność gleby do zaspokajania potrzeb roślin. Jest wypadkową naturalnej zasobności i właściwości fizycznych gleby.

Źródło: Praca zbiorowa. Ogólna uprawa roli i roślin. PWRiL, Warszawa 1996.

Także same rośliny w okresie wegetacji mają zdolność do pobrania i wbudowania pierwiastków w swoją biomasę, również chroniąc cieki wodne. Ponadto nie dochodzi do nadmiernego stężenia soli w roztworze glebowym, które mogłoby ujemnie wpływać na wzrost uprawianych roślin następczych, gdyż rośliny uprawiane w międzyplonie wykorzystują makro- i mikroelementy na budowę własnej biomasy. Następnie stają się one **naturalnym źródłem składników pokarmowych** dla roślin następczych. Dzięki stopniowemu rozkładowi i mineralizacji ich części zielnych oraz korzeni, przez kolejne lata rośliny uprawne mają zapewniony stały dostęp do łatwo przyswajalnych form makro- i mikroelementów. Ponadto rośliny o rozbudowanym systemie korzeniowym pobierają i uruchamiają trudnodostępne związki fosforu i potasu z głębokich warstw gleby. W związku z przywróceniem składników pokarmowych do wierzchniej warstwy gleby, stają się one łatwo dostępne dla roślin następczych, szczególnie tych płytko korzeniących się. **Rośliny o głębokim systemie korzeniowym spulchniają także glebę**, więc rośliny uprawiane po nich mogą korzenić się równie głęboko, przez co lepiej wykorzystują zgromadzone tam składniki pokarmowe, wcześniej dla nich niedostępne.

Do uprawy na nawóz zielony doskonale nadają się rośliny z rodziny bobowatych. Wśród nich największe znaczenie mają bobik, peluszka, łubin żółty i wąskolistny, seradela siewna oraz wyka ozima. Ze względu na symbiozę korzeni tych roślin z bakteriami brodawkowymi i wiązanie przez nie wolnego azotu, **można zminimalizować nawożenie mineralne azotem**. Groch czy łubin są w stanie pobrać nawet 90 kg N/ha, z którego będą mogły korzystać

rośliny następcze. Również pod uprawę tych roślin azot stosuje się jedynie w dawce startowej około 20 kg N/ha. Ich biomasa wzbogaca glebę w materię organiczną oraz w cenne składniki pokarmowe. Rośliny bobowate w większości posiadają głęboki i rozgałęziony system korzeniowy, dzięki czemu są w stanie pobrać składniki mineralne znajdujące się w głębokich warstwach gleby, jednocześnie ją spulchniając. Oczywiście uprawa roślin bobowatych mimo, iż najkorzystniej wpływa ona na strukturę i żyzność gleby, ma również swoje wady. Podczas wschodów rośliny te wymagają dużej ilości wody i są szczególnie wrażliwe na suszę w tym okresie. Ponadto koszt nasion jest stosunkowo wysoki.

Nawóz zielony ma przede wszystkim za zadanie dostarczyć glebie próchnicę i składniki pokarmowe, ale okazuje się, że korzyści z uprawy międzyplonów czy poplonów jest znacznie więcej. Rośliny rosnące w dużym zagęszczeniu, **ograniczają parowanie wody**, co przyczynia się do zmniejszenia ryzyka wysuszenia gleby. Ponadto przy tzw. deszczach nawalnych, nawozy zielone przyczyniają się do przeciwdziałania spływom wody opadowej i lepszego jej dystrybuowania w profilu glebowym. Również poplony ozime lub mulcz pozostawiony na okres zimy w większym stopniu zatrzymują śnieg, przyczyniając się do zmniejszenia zjawiska tzw. suszy wiosennej. Gleba zasobna w próchnicę ma zwiększone możliwości retencjonowania wody, gdyż jej związki gromadzą 3-5-krotnie więcej wody dostępnej dla roślin, niż same ważą.

Uprawa nawozów zielonych może stanowić element Dobrej Kultury Rolnej w obszarze *Środowisko, zmiana klimatu, utrzymanie gruntów w dobrej kulturze rolnej*. W wymogach i normach wzajemnej zgodności w zakresie *Gleby i zasobów węgla* wyróżnia się trzy podstawowe zagadnienia: minimalna pokrywa glebowa (GAEC 4), prowadzenie uprawy na gruntach ornych położonych na stokach o nachyleniu powyżej 20^{o} (GAEC 5) oraz utrzymanie poziomu materii organicznej (GAEC 6). Pod pojęciem okrywy ochronnej gleby rozumie się okrywę roślinną, ściernisko, resztki pożniwne oraz mulcz, czyli wszystkie elementy, które wchodzą w rozumienie pojęcia nawozów zielonych. W myśl GAEC 4 na rolniku ciąży obowiązek utrzymania okrywy ochronnej gleby na powierzchni co najmniej 30% gruntów ornych, położonych na obszarach zagrożonych erozją wodną, wchodzących w skład gospodarstwa rolnego w terminie co najmniej od 1 listopada do dnia 15 lutego. Zatem stosując nawozy zielone, przyczyniamy się do **ograniczenia erozji zarówno wodnej, jak i wietrznej**, przeciwdziałając tym samym degradacji gleby.

Prowadzenie uprawy na gruntach ornych położonych na stokach o nachyleniu powyżej 20° to wymóg, który mówi o zakazie utrzymywania czarnego ugoru oraz uprawy roślin wymagających utrzymywania redlin wzdłuż stoku. Dodatkowo rolnik ma obowiązek utrzymywania okrywy roślinnej lub ściółki w międzyrzędziach w przypadku upraw wieloletnich. Ostatnia norma GAEC 6 dotyczy utrzymania poziomu materii organicznej. Jest ona realizowana poprzez zakaz wypalania gruntów rolnych. Zakaz ten dotyczy wszystkich gospodarstw posiadających grunty rolne i ma kluczowe znaczenie, w celu zachowania i wzbogacenia gleb w materię organiczną. Obowiązki wynikające z przestrzegania Zasad wzajemnej zgodności w obszarze *Gleba i zasoby węgla*, przynoszą wiele korzyści zarówno rolnikowi jak i środowisku.

Stosowanie nawozów zielonych **wpływa na poprawę struktury gleby**, co z kolei zmniejsza jej podatność na zagęszczenie. Gleby lżejsze stają się bardziej zwięzłe, a cięższe są łatwiejsze w uprawie i mają wyregulowane stosunki powietrzno-wodne. Ponadto przyorana biomasa nawozu **podwyższa aktywność biologiczną gleby**, gdyż stanowi ona pożywkę dla drobnoustrojów.

Nawozy zielone **zwiększają liczbę gatunków roślin w zmianowaniu**, ułatwiając dobór następstwa roślin po sobie i poprawiając ich zdrowotność. Międzyplony są nieocenionym elementem płodozmianu, szczególnie ważne jako przerywnik w uprawie zbóż lub monokultur takich jak np. kukurydza. Odpowiedni dobór roślin na nawóz zielony może zmniejszyć zagrożenie wielu chorób czy szkodników. Wyjątek stanowi jedynie biofumigacja, czyli metoda zwalczania kiły kapusty przy pomocy innych roślin z rodziny krzyżowych np. gorczycy lub rzepaku ozimego.

Rośliny rosnące w międzyplonach czy poplonach dzięki dużemu zagęszczeniu hamują kiełkowanie nasion chwastów i skutecznie utrudniają ich rozwój. W efekcie tego zmniejszają zachwaszczenie w kolejnych latach uprawy, w przeciwieństwie do stosowania obornika.

Najważniejszym aspektem z punktu widzenia ekonomii, jest **wzrost możliwości produkcyjnych gospodarstwa**. Wiele badań wskazuje na bardzo pozytywny wpływ nawozów zielonych na wzrost i wierność w plonowaniu. Ponadto uwzględnianie nawozów zielonych w płodozmianie może stanowić źródł**o dodatkowych płatności** w ramach realizacji pakietów rolno-środowiskowo-klimatycznych.

4. Wpływ nawozów zielonych na wzrost zawartości próchnicy w glebie

Poprawienie żyzności gleby za pomocą nawozów zielonych to metoda znana już od czasów starożytnych. Stosowana była w Chinach za czasów dynastii Han (1134 r. p.n.e.), a także na terenie starożytnej Grecji i Cesarstwa Rzymskiego. Grecy siali najczęściej fasolę, natomiast na terenie Cesarstwa Rzymskiego uprawiano fasolę, łubiny i prawdopodobnie groch. Przez wiele wieków w różnym stopniu stosowano ten sposób nawożenia, do momentu, gdy w XIX w. odkryto symbiozę roślin bobowatych z bakteriami brodawkowymi, mającymi zdolność do wiązania wolnego azotu z powietrza. Niestety wraz z rozwojem produkcji nawozów mineralnych (lata 40. XX w.), nawozy zielone zaczęto traktować jedynie jako dodatkowe źródło materii organicznej. Ponadto w konwencjonalnych gospodarstwach prawidłowy płodozmian zawierający międzyplony czy poplony przestano uwzględniać, gdyż taka uprawa wyklucza pole z działalności produkcyjnej na pewien okres. Zapomniano zatem o konieczności kształtowania żyzności gleby, poprzez dostarczenie materii organicznej zarówno w formie nawozu zielonego, jak i w formie nawozów naturalnych tj. obornik. W uprawach konwencjonalnych funkcja nawozowa została zastąpiona nawozami sztucznymi, a funkcję sanitarną pełnią środki ochrony roślin. Efektem tych działań jest postępująca degradacja gleb użytkowanych rolniczo, a także zanieczyszczenia wód biogenami pochodzącymi ze źródeł rolniczych.

Aby uzmysłowić sobie jaki poziom materii organicznej znajduje się w glebie na poszczególnych polach uprawnych mamy dwa wyjścia. Po pierwsze można wykonać **badanie na zawartość próchnicy** w Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej. Oznaczenie wykonuje się metodą Tiurina wraz lub bez mikroelementów. Metoda ta służy do oznaczania zawartości próchnicy oraz węgla organicznego w glebach i polega na utlenianiu węgla do dwutlenku węgla w środowisku silnie kwaśnym. Następnie z ilości dwutlenku węgla można obliczyć poziom węgla i stąd bezpośrednio ilość próchnicy. Badanie to w sposób precyzyjny wskazuje na poziom materii organicznej znajdującej się w glebie na danym polu uprawnym.

Druga metoda jest mniej precyzyjna, ale również daje pewne pojęcie na temat stanu zawartości próchnicy na konkretnym polu uprawnym. Aby szacunkowo określić ilość materii organicznej należy obliczyć tzw. **uproszczony bilans glebowej substancji organicznej**. Do tego celu służą tzw. współczynniki

reprodukcji (+) lub degradacji (-) glebowej substancji organicznej dla poszczególnych grup roślin uprawnych. Wartość współczynnika oznacza ilość glebowej materii organicznej w tonach na 1 ha lub 10 t, o którą zostanie wzbogacona lub zubożona gleba w następstwie danej uprawy w okresie jednego roku. Współczynniki te są powszechnie dostępne w literaturze rolniczej.

Tabela 2. ***Współczynniki reprodukcji (+) lub degradacji (-) glebowej substancji organicznej dla poszczególnych grup roślin uprawnych***
(źródło: M. Fotyma, M. Mercik. Chemia rolna. PWN, Warszawa 1992)

Rośliny lub nawóz organiczny	Jednostka	Współczynniki reprodukcji (+) lub degradacji (-) dla gleb			
		lekkie	średnie	ciężkie	czarne ziemie
Okopowe	1 ha	-1.26	-1,40	-1,54	-1,02
Kukurydza	1 ha	-1,12	-1,15	-1,22	-0,91
Zboża, oleiste	1 ha	-0,49	-0,53	-0,56	-0,38
Strączkowe	1 ha	+0,32	+0,35	+0,38	+0,38
Trawy w polu	1 ha	+0,95	+1,05	+1,16	+1,16
Motylkowe, mieszanki	1 ha	+1,89	+1,96	+2,10	-
Obornik	10 t	+0,70			
Gnojowica	10 t	+0,28			
Słoma	10 t	+1,80			

Z tabeli 2 jasno wynika, że uprawa zbóż łącznie z kukurydzą, roślinami okopowymi oraz rzepakiem, sukcesywnie z roku na rok zubaża glebę z materii organicznej. Natomiast wprowadzając do płodozmianu rośliny bobowate, a także trawy wieloletnie można znacząco zwiększyć w niej zawartość próchnicy. Niestety uprawa tych roślin w plonie głównym jest marginalna. Tradycyjnym źródłem dopływu materii organicznej na pola uprawne są nawozy naturalne, ale najczęściej tylko w gospodarstwach gdzie hoduje się zwierzęta. Natomiast przyorywanie słomy powinno stać się powszechną praktyką w gospodarstwach, gdzie obsada zwierząt jest niewielka.

Nie bez powodu jedną z podstaw rolnictwa ekologicznego jest stosowanie odpowiedniego płodozmianu. Średnia produkcja zwierzęca w gospodarstwach ekologicznych w UE to ok. 1%. W Polsce sytuacja jest jeszcze gorsza. Niestety w świetle obowiązującego prawa, nie ma obligatoryjnego wymogu posiadania zwierząt w systemie ekologicznym, choć wiadomo, że powinno dążyć się do zrównoważonej produkcji roślinnej i zwierzęcej, w celu osiągnięcia tzw. samowystarczalności i obiegu zamkniętego w gospodarstwie. Brak posiadania obornika wymusza na rolnikach, konieczność stosowania w zmianowaniu nawozów zielonych, jako podstawowego źródła materii organicznej, czyli de facto próchnicy. Na szczęście odpowiednio dobrana mieszanka nawozów zielonych może równoważyć nawet 0,75 wartości nawozowej pełnej dawki obornika.

Płodozmian jest to zmianowanie zaplanowane z góry na szereg lat dla określonego obszaru gospodarstwa.

Źródło: Praca zbiorowa. Ogólna uprawa roli i roślin. PWRiL, Warszawa 1996.

W gospodarstwach konwencjonalnych ciężko mówić o płodozmianie. Najczęściej mamy do czynienia ze zmianowaniem na pojedynczych polach. Z raportu IUNG-PIB wynika, że do 2030 roku w glebach Polski degradacji ulegnie średnio 0,8% materii organicznej. Wynika to głównie z dużego udziału zbóż (ok. 70%) w strukturze upraw przy niskim areale roślin wieloletnich i małym dopływie nawozów naturalnych i organicznych. Nie bez znaczenia jest ciągle postępująca intensyfikacja rolnictwa. Każdorazowe wywożenie resztek pożniwnych z pola, zubaża glebę z materii organicznej, a także substancji pokarmowych, które trzeba dostarczyć w sposób sztuczny poprzez nawożenie mineralne. Należy również pamiętać, że degradacja gleb nie wynika tylko z braku wnoszenia materii organicznej do gleby. Jest to proces zmniejszenia się jej produktywności w wyniku działania także niekorzystnych czynników fizycznych i chemicznych tj. erozja, zanieczyszczenie substancjami toksycznymi, wyczerpanie gleby ze składników pokarmowych oraz zakwaszenie. Wapnowanie gleb jest podstawowym zabiegiem agrotechnicznym, wpływającym na odczyn gleby i dostępność składników pokarmowych dla roślin, ale również na jej odpowiednią strukturę gruzełkowatą.

Aby osiągnąć dodatni bilans materii organicznej, a przynajmniej uzyskać stan równowagi w przychodach i rozchodach, warto przeanalizować na konkretnych przykładach czynniki zubażające i wzbogacając glebę w materię organiczną.

Wcześniej należy zapoznać się z krótką tabelą 3, gdzie wyróżniono trzy podstawowe sposoby zastosowania nawozów zielonych tj. międzyplony ozime, ścierniskowe i wsiewki poplonowe. Wszystkie, bez wyjątku mają pozytywny wpływ na dopływ materii organicznej w glebie. Uwzględnienie nawozów zielonych w płodozmianie ma bezpośredni wpływ na tworzenie się próchnicy w glebie.

Tabela 3. ***Wartości współczynników reprodukcji (+) glebowej materii organicznej dla nawozów zielonych***

(źródło: T. Stachowicz. Uprawa poplonów w gospodarstwie ekologicznym. CDR w Brwinowie Oddział Radom, Radom 2015 (z modyfikacjami))

Lp.	Grupy roślin	Współczynnik
1	Międzyplony ozime	+0,21
2	Międzyplony ścierniskowe	+0,14
3	Wsiewki poplonowe	+0,34

Uprawiając na polu kukurydzę czy pszenicę w monokulturze, sukcesywnie prowadzimy do zubożenia gleby. Przyjmując, że uprawiamy kukurydzę na powierzchni 1 ha na glebie średniej przez okres 6 lat, to w efekcie doprowadzimy do ujemnego bilansu materii organicznej na poziomie -6,9 (patrz współczynnik degradacji dla kukurydzy na glebach średnich tabela 2: wartość -1,15 należy pomnożyć przez 6 lat, co daje -6,9). Jest to przykład płodozmianu zubażającego glebę z materii organicznej. Jednak sama coroczna zmiana rośliny uprawianej w plonie głównym na danym polu nie zawsze jest gwarancją, że „urozmaicony" płodozmian będzie miał pozytywny wpływ na zawartość próchnicy w glebie. W momencie, gdy nasze 1 ha pole znajduje się na glebach średnich i w pierwszym roku uprawiamy kukurydzę (współczynnik degradacji -1,15), w drugim jęczmień jary (-0,53), w trzecim pszenicę ozimą (-0,53), w czwartym burak cukrowy (-1,40), w piątym pszenicę jarą (-0,48), a w szóstym znowu kukurydzę (-1,15), bez zastosowania obornika i bez przyorania słomy, to bilans materii organicznej na tym polu wyniesie: -5,24. Taki sposób uprawy ma zdecydowanie degradujący wpływ na glebę.

Jedną z możliwości, aby bilans materii organicznej był dodatni, to wprowadzenie m.in. nawozów zielonych w każdym roku uprawy. A teraz przyjrzyjmy się konkretnemu przykładowi. W pierwszym roku uprawy na polu o powierzchni 1 ha o glebie średniej uprawiano w plonie głównym pszenicę ozimą

(-0,53), a następnie poplon ozimy (+0,21). W drugim roku zasiano jęczmień jary (-0,53), a następnie wsiewkę poplonową (+0,34). W roku trzecim uprawiano groch (+0,35) oraz poplon ozimy (+0,21). W czwartym roku uprawy najpierw wszedł burak cukrowy (-1,40), a następnie poplon ozimy (+0,21). W piątym roku wysiano kukurydzę (-1,15), a następnie poplon ozimy (+0,21). W roku ostatnim wysiano bobik (+0,35). Bilans materii organicznej wynosi +0,79. Jest to przykład płodozmianu wzbogacającego glebę, który bierze pod uwagę zarówno następstwo roślin, jak i poplony. Należy pamiętać, że dodatkowym źródłem materii organicznej w tym przypadku będzie również przyoranie słomy (średnio +1,80/10 t słomy).

Płodozmian, gdzie uwzględnione są poplony oraz rośliny bobowate jest szczególnie ważny w gospodarstwach ekologicznych, oprócz wzbogacenia jej w materię organiczną jeszcze z jednej istotnej przyczyny. Uzupełnienie składników pokarmowych w trakcie wegetacji w systemie ekologicznym jest bardzo trudne, gdyż rolnicy ci mogą stosować tylko niektóre, dopuszczone w ekologii formy nawozów, które uzupełniają niedobory fosforu i potasu. Aby gleba była zasobna w azot, w gospodarstwach ekologicznych szczególną uwagę zwraca się na udział roślin bobowatych w płodozmianie. Azot wraz z materią organiczną jest dodatkowo uzupełniany poprzez dostarczenie do gleby nawozów naturalnych tj. obornika.

„Ochrona gleby jest szczególnym obowiązkiem rolnika, dla którego stanowi ona warsztat pracy i podstawę utrzymania."

Źródło: MRiRW. Kodeks Dobrej Praktyki Rolniczej, Warszawa 2004.

Kodeks Dobrej Praktyki Rolniczej mówi, że mimo iż zawartość materii organicznej w glebie łączy się z wieloma czynnikami niezależnymi od rolnika, ma on jednak istotny wpływ na jej poziom prowadząc odpowiednią agrotechnikę np. poprzez stosowanie nawozów naturalnych i organicznych, wapnowanie, oraz stosowanie zasady „tak dużo zabiegów uprawowych jak to konieczne i tak mało jak to możliwe". Aktualna zawartość próchnicy w glebie jest efektem dbałości rolnika o glebę, głównie wynikającym z zastosowania odpowiedniego płodozmianu, czyli bilansu wnoszenia i wynoszenia materii organicznej na pola uprawne. Nawozy zielone są szczególnie cennym czynnikiem użyźniającym glebę, czyli takim, który kompleksowo wpływa korzystnie na jej właściwości biologiczne, chemicznie i fizyczne wzbogacając ją przy tym w materię organiczną.

5. Rośliny przydatne na nawóz zielony

Tabela 4. ***Wykaz wybranych roślin zalecanych do uprawy na nawóz zielony***
(główne źródło: CDR O/Radom. Skrócone normatywy produkcji rolnej. Radom, 2010 (z modyfikacjami))

Roślina	Norma wysiewu kg/ha	Termin siewu/rodzaj międzyplonu	Głębokość siewu cm	Nawożenie kg/ha			Plon zielonej masy dt/ha	Okres wegetacji dni	Inne
				N	P	K			
Bobowate									
Łubin żółty	160-200	do końca VII międzyplony letnie	2-6	20-60	50-70	80-100	100-150	70-80	wzbogaca glebę w azot, posiada głęboki system korzeniowy, dobry przedplon dla większości roślin, uprawiany w mieszankach i w czystym siewie, nadaje się na słabsze gleby
	200-250	20 V-10 VI wsiewki poplonowe		brak	brak	brak	150-250	140-160	
Wyka jara	120-140	do końca VII międzyplony letnie	2-6	20-60	50-70	80-100	100-150	70-80	wzbogaca glebę w azot, szybki przyrost biomasy, uprawiana głównie w mieszankach (z roślinami podporowymi), nadaje się na słabsze gleby
Wyka ozima	60-80	koniec VIII międzyplony ozime	1-5	20-60	50-100	100-160	250-350	220-240	

Peluszka	180-230	do końca VII międzyplony letnie	2-6	20-60	50-70	80-100	100-150	70-80	wzbogaca glebę w azot oraz duże ilości fosforu, odporna na niskie temperatury, uprawiana głównie w mieszankach, polecana na gleby średnie i ciężkie
Seradela	50-60	do 25 VII międzyplony letnie	2	20-60	50-70	80-100	100-150	70-80	wzbogaca glebę w azot i inne cenne składniki pokarmowe, uprawiana w mieszankach i w czystym siewie, rośnie na słabych glebach i toleruje kwaśny odczyn, wzbogaca płodozmian poprawiając stan fitosanitarny gleby
	50-70	wiosną wsiewki poplonowe		brak	brak	brak	60-150	150-180	
Bobik	250-300	do 5 VII międzyplony letnie	8-10	20-60	50-70	80-100	150-200	70-80	wzbogaca glebę w azot i inne cenne składniki pokarmowe,uprawiany w mieszankach i w czystym siewie, dobry przedplon dla zbóż, odporny na nadmiar wilgoci w glebie
Koniczyna biała	10-15	wiosną wsiewki poplonowe	1-1,5	brak	brak	brak	40-70	150-360	wzbogaca glebę w azot, uprawiana w mieszankach i w czystym siewie, szybki przyrost biomasy, zimotrwała,miododajna

Kapustowate									
Gorczyca	16-20	do 15 VIII międzyplony letnie	1-3	20-60	50-70	80-120	150-200	45-55	hamuje rozwój nicieni, szybki wzrost i duża biomasa, uprawiana w mieszankach i w czystym siewie, nadaje się na słabsze gleby, tanie nasiona, miododajna
Rzodkiew oleista	20-30	do 15 VIII międzyplony letnie	2-4	20-60	50-70	80-120	150-200	55-65	zalecana w mieszankach przed uprawą roślin okopowych, gdyż hamuje rozwój nicieni, posiada głęboki system korzeniowy, szybki wzrost biomasy zagłusza chwasty
Rzepik	6-8	15-25 VIII międzyplony ozime	1-3	20-60	60-120	120-200	250-350	220-240	hamuje rozwój nicieni, drutowców oraz utrudnia kiełkowanie chwastów, szybki przyrost zielonej masy
Trawy									
Żyto	180-220	5-25 IX międzyplony ozime	3-6	20-60	60-100	80-120	250-350	220-240	ma największe znaczenie wśród traw w międzyplonach, uprawiane w mieszankach i w czystym siewie, wytwarza dużo biomasy

Inne									
Facelia	10-15	do końca VII międzyplony letnie	0,5-2	20-60	40-60	60-80	350-400	50-60	wzbogaca glebę w fosfor, nadaje się na słabsze gleby, uzupełnia płodozmian – znaczenie fitosanitarne, posiada głęboki system korzeniowy, miododajna
Gryka	60	do końca VII międzyplony letnie	1-3	20-60	50-70	80-120	150-200	55-65	hamuje rozwój pędraków i kiełkowanie nasion chwastów, uprawiana w mieszankach i w czystym siewie, miododajna
Słonecznik pastewny	30-40	do 5 VII międzyplony letnie	2-4	20-60	40-60	60-80	150-300	65-75	wzbogaca płodozmian – znaczenie fitosanitarne, tanie nasiona, uprawiany głównie w mieszankach, posiada głęboki system korzeniowy

Literatura

Strony internetowe:

www.gios.gov.pl

www.oschr.pl

www.topagrar.pl/articles/aktualnosci-branzowe-uprawa/materia-organiczna-baza-zyznosci--gleby/

Książki:

Praca zbiorowa. Ogólna uprawa roli i roślin. PWRiL, Warszawa 1996.

H. Skąpski, Z. Dąbrowski. Ogólna uprawa roślin ogrodniczych. PWRiL, Warszawa 1980.

I. Domagała- Świątkiewicz „Najważniejsze nawożenie", wydawnictwo Działkowiec, Warszawa 2004.

Praca zbiorowa pod red. prof. dr J. R. Starcka. Uprawa roli i nawożenie roślin ogrodniczych. PWRiL, Warszawa 1984.

M. Fotyma, M. Mercik. Chemia rolna. PWN, Warszawa 1992

Broszury:

T. Stachowicz. Uprawa poplonów w gospodarstwie ekologicznym. Radom 2015.

MRiRW. Kodeks Dobrej Praktyki Rolnictwa, Warszawa 2004.

CDR O/Radom. Skrócone normatywy produkcji rolnej. Radom 2010.

A. Zaniewicz-Bajkowska, J. Franczuk, R. Rosa, E. Kosterna. Nawozy zielone na Mazowszu. Warszawa 2012

W. Kościelniak. Jak zwiększyć żyzność gleby? Łosiów 2015.

D. Nowak, Z. Bilski, I. Kajdan-Zysnarska. Metody wpływające na poprawę żyzności gleb. Poznań 2019.

Notatki:

Wydawca**: Małopolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego z s. w Karniowicach**
32-082 Bolechowice, Karniowice ul. Osiedlowa 9; tel. 12-285-21-13/14, fax 12-285-11-07; **www.modr.pl**
Skład komputerowy: Dział Metodyki Doradztwa i Szkoleń - Zespół Wydawnictw - Halina Knap
ISBN - 978-83-66244-44-3