

Optymalizacja nawożenia w rolnictwie konwencjonalnym – dla dobra rolników i Bałtyku

Prof. dr hab. Jadwiga Wierzbowska
UWM w Olsztynie

Plan prezentacji

1. Wstęp
2. Odczyn gleby a efektywność nawożenia
3. Bilans materii organicznej a poprawa efektywności nawożenia
4. Nawożenia azotem
5. Nawożenia fosforem
6. Nowe regulacje prawne mające na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód
7. Piśmiennictwo



Wstęp

- Prawidłowe nawożenie powinno uwzględniać:
- wymagania pokarmowe uprawianych roślin, właściwości gleby,
- warunki klimatyczne,
- termin stosowania nawozów.

Takie podejście odnosi się przede wszystkim do nawozów azotowych i fosforowych, które są jedną z przyczyn wzrostu zawartości azotu i fosforu nie tylko w glebie, ale również w wodach gruntowych i powierzchniowych.

Wstęp

Spośród krajów zlewni Morza Bałtyckiego powierzchni użytków rolnych, w Polsce jest największa. Największe jest też zużycie mineralnych nawozów azotowych i fosforowych.

W roku gospodarczym 2016/2017 na 1 hektar użytków rolnych zastosowano 78,2 kg N i 23,5 P.

W 2017 r. w Polsce zastosowano ich ok. 1150 tys. ton, natomiast na Łotwie tylko ok. 77 tys. ton, a w Estonii tylko ok. 37 tys. Ton

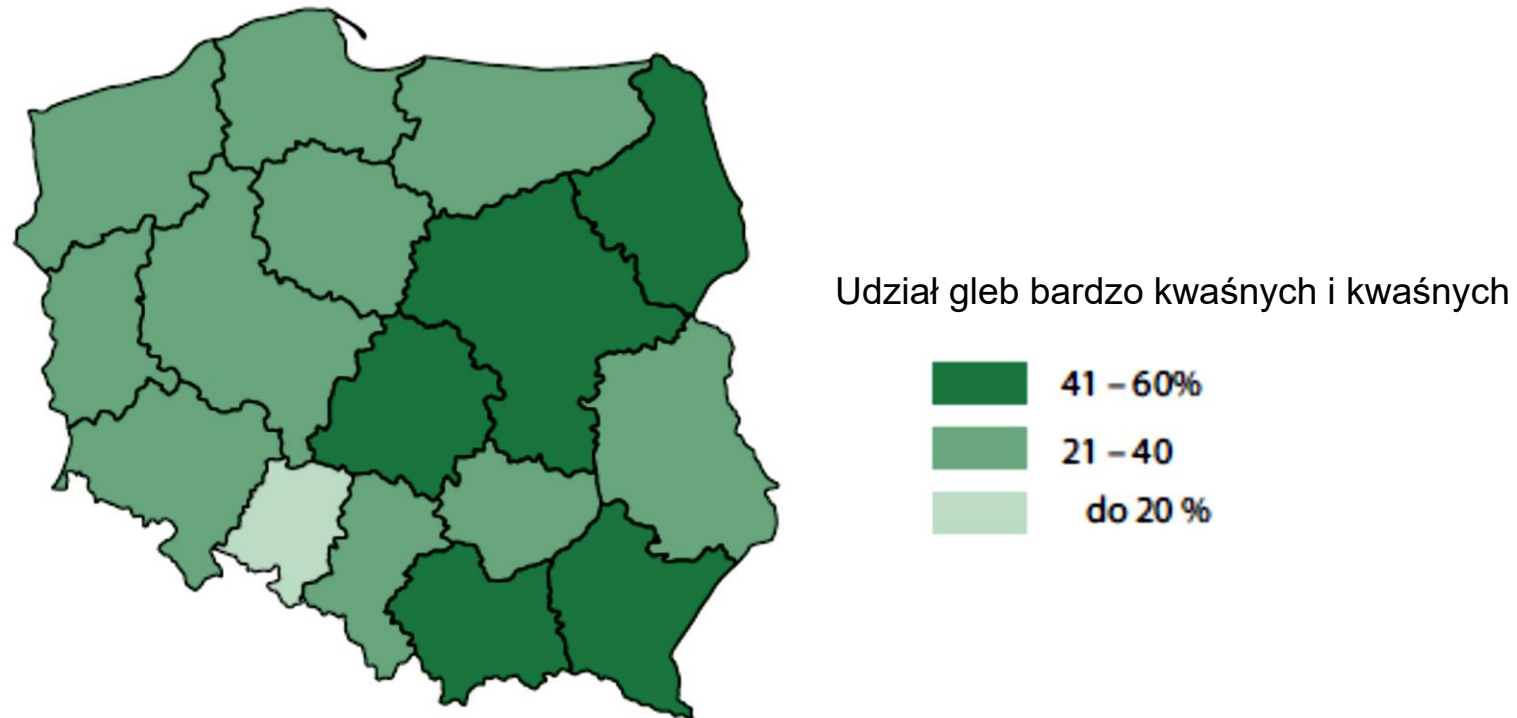
Wstęp

Bilans składników pokarmowych brutto w roku 2016,
w kg na 1 ha użytków rolnych w dobrej kulturze

Kraj	Azot	Fosfor
Estonia	22	-7
Finlandia	49	4
Litwa	25	2
Polska	48	2
Szwecja	32	0

Odczyn gleby a efektywność nawożenia

Jednym z głównych problemów polskiego rolnictwa jest duży udział gleb wykazujących bardzo duże i duże zakwaszenie.



Ocena stanu zakwaszenia gleb użytków rolnych w latach 2015-2018

Odczyn gleby a efektywność nawożenia

Naturalne przyczyny zakwaszenia gleb

- > 90% gleb jest wytworzonych z kwaśnych skał osadowych,
- przewaga opadów nad parowaniem,
- rozkład w glebie materii organicznej pochodzącej z resztek roślinnych i nawozów organicznych jak i również oddychające korzenie roślin są źródłem CO₂, który wpływa na wzrost zakwaszenia,
- zakwaszeniu sprzyjają naturalne procesy przemian związków organicznych oraz związków azotu i siarki.

Odczyn gleby a efektywność nawożenia

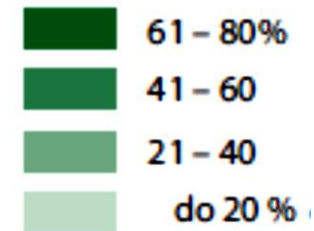
Antropogeniczne przyczyny zakwaszenia to:

- gazowe zanieczyszczenia powietrza związane z uwalnianiem tlenków: SO_2 , NO_x , i NH_4 ,
- nawożenie mineralne, głównie azotowe (amonowe i amidowe) oraz potasowe,
- „wywóz” składników zasadowych z plonem roślin uprawnych.

Odczyn gleby a efektywność nawożenia

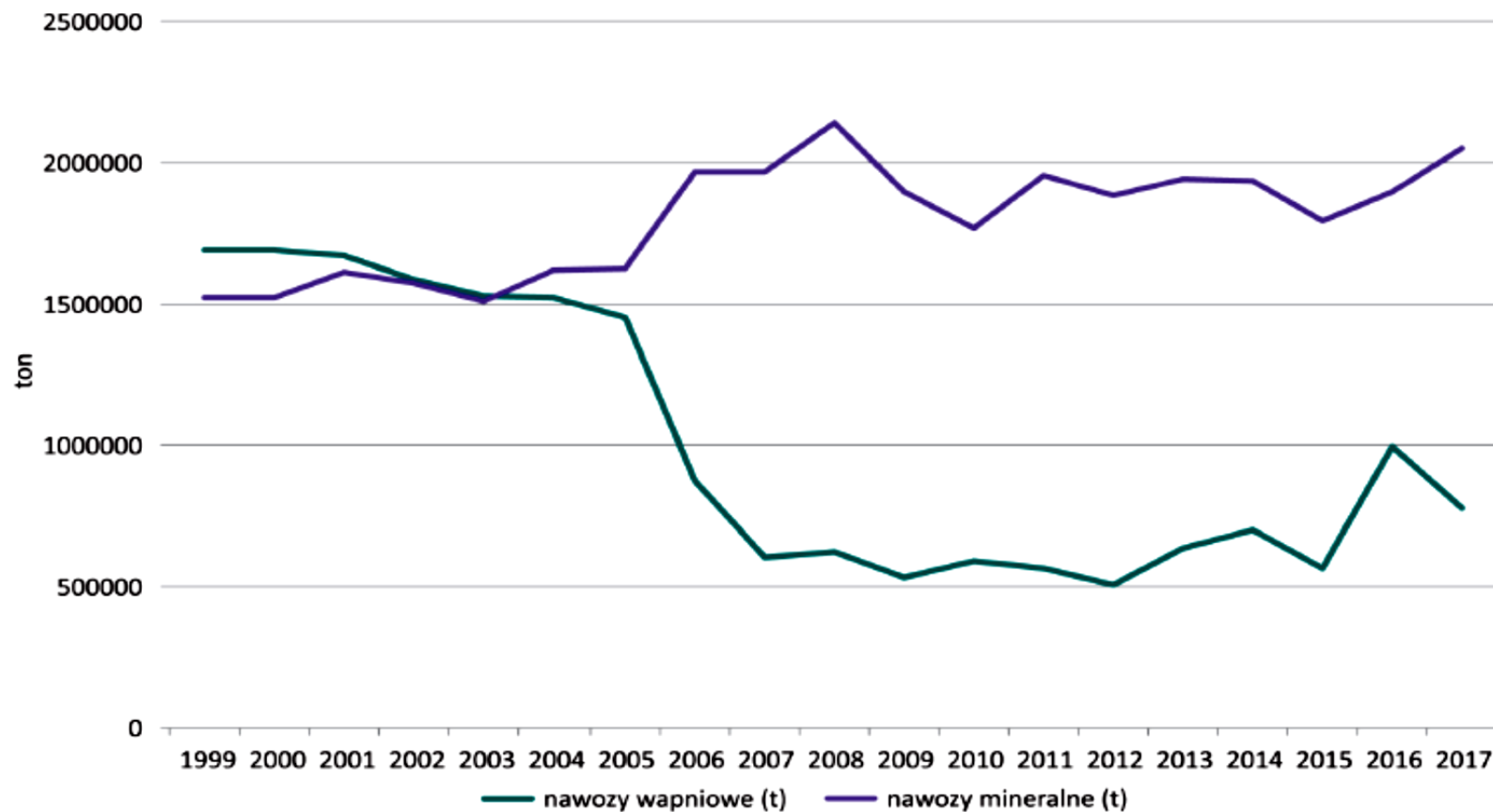


Udział gleb o potrzebach wapnowania koniecznych i potrzebnych



Ocena potrzeb wapnowania gleb użytków rolnych w latach 2015-2018

Odczyn gleby a efektywność nawożenia



Zużycie nawozów mineralnych (NPK) i wapniowych w Polsce w latach 1999-2017

Odczyn gleby a efektywność nawożenia

Nadzieję na poprawę sytuacji w tym zakresie jest

„Ogólnopolski program środowiskowej regeneracji gleb poprzez ich wapnowanie”.

W latach 2019-2023 przeznaczono na ten cel 300 mln zł. Beneficjentami Programu są rolnicy posiadający użytki rolne o powierzchni do 75 ha, w tym posiadający gleby o $\text{pH} \leq 5,5$. Dofinansowanie na wapno nawozowe lub środek wapnujący będzie można uzyskać raz na 4 lata.

Odczyn gleby a efektywność nawożenia

Wpływ wapnowania na właściwości gleby

- przeciwdziała uruchomieniu się toksycznego glinu;
- zapobiega zubożeniu glebowego kompleksu sorpcyjnego ("magazynu składników pokarmowych w glebie");
- decyduje o dostępności składników pokarmowych dla roślin.

Odczyn gleby a efektywność nawożenia

Wapnowanie przyczynia się do tworzenia gruzełkowej struktury gleby. Jest to bardzo korzystne przede wszystkim na glebach ciężkich, gdyż:

- gleby te dłużej utrzymują wilgoć,
- nie zlepiają się,
- zaś wysuszone tak mocno nie twardnieją, w związku z czym są łatwiejsze w uprawie.

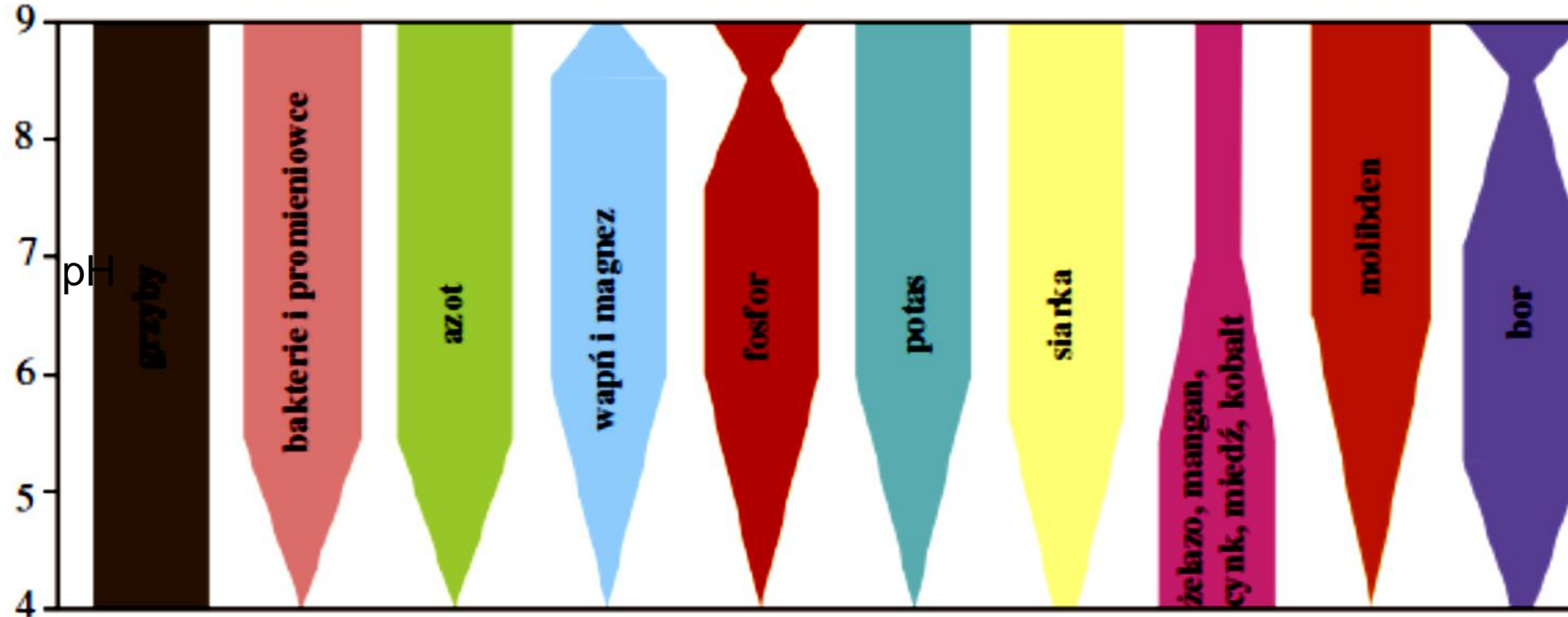
Odczyn gleby a efektywność nawożenia

Rośliny uprawiane na glebach posiadających strukturę gruzełkową lepiej rozwijają system korzeniowy (gleby te charakteryzują się dobrymi stosunkami wodno-powietrznymi), a w związku z tym mają do dyspozycji więcej wody i składników pokarmowych.

Odczyn gleby a efektywność nawożenia

- Wapnowanie wpływa na przyspieszenie rozkładu substancji organicznej, najefektywniej przebiegają one w odczynie słabo kwaśnym lub obojętnym.
- Wapnowanie sprzyja lepszemu pobieraniu przez rośliny azotu w formie amonowej.
- Przyczyniając się do lepszej przewiewności gleb, wapnowanie przeciwdziała procesom denitryfikacji, które prowadzą do strat azotu w postaci gazowej.
- Regulacja odczynu gleby do słabo kwaśnego i obojętnego jest bardzo ważna dla rozwoju bakterii wiążących wolny azot z powietrza.

Odczyn gleby a efektywność nawożenia



Źródło: Buckman i Bradi

Wpływ pH na przyswajalność składników pokarmowych i życie mikrobiologiczne gleby

Odczyn gleby a efektywność nawożenia

Największą zwyżką plonów na wapnowanie gleb reaguja:

- burak,
- kukurydza,
- groch siewny,
- koniczyna,
- lucerna.

Nieco mniejszą reakcję obserwujemy w przypadku

- pszenicy,
- jęczmienia,
- rzepaku,
- bobiku,
- łąbinu białego i wąskolistnego.

Najmniejszą, ale ciągle dodatnią reakcję obserwujemy w przypadku

- żyta,
- owsa,
- ziemniaka,
- Inu,
- łąbinu żółtego i seradeli.

Bilans materii organicznej a poprawa efektywności nawożenia

Przyczyny ujemnego bilansu materii organicznej

- Zwiększenie udziału w strukturze zasiewów (z 56 do ok. 80%) roślin o ujemnym wpływie na bilans próchnicy (zboża, rzepak).
- Ograniczenie (z 11 do 3%) udziału w strukturze zasiewów roślin wieloletnich.
- Zmiany w systemie utrzymania zwierząt inwentarskich zmniejszyły podaż obornika, podstawowego nawozu naturalnego. Na gruntach ornych średnia dawka obornika w skali kraju zmniejszyła się z ok. 9 t/ha (lata 80-tych XX. w.) do ok. 5 t/ha w ostatnich latach.
- Specjalizacja gospodarstw i koncentracja produkcji zwierzęcej prowadzi do niedoboru nawozów naturalnych w gospodarstwach bezinwentarzowych i do nadprodukcji nawozów naturalnych i związanego z tym ryzyka środowiskowego w innych rejonach.

Bilans materii organicznej a poprawa efektywności nawożenia

Współczynniki reprodukcji lub degradacji glebowej materii organicznej

Roślina lub nawóz	Jedno- stka	Współczynniki reprodukcji(+) lub degradacji (-) dla gleb			
		lekka	średnia	ciężka	czarne ziemie
Okopowe*	1 ha	- 1,26	-1,40	- 1,54	- 1,02
Kukurydza	1 ha	- 1,12	- 1,12	- 1,22	- 0,91
Zboża, oleiste	1 ha	- 0,49	- 0,58	- 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
Motylkowate, mieszanki	1 ha	+1,89	+ 1,96	+ 2,10	+ 2,10
Obornik	10 t	+ 0,70			
Gnojowica	10 t	+ 0,28			
Słoma	10 t	+ 1,80			

Wpływ uprawy poszczególnych ziemiopłodów na zawartość MO w glebie wynika między innymi ze sposobu przygotowania gleby do siewu, rozstawy rzędów (im większa, tym na ogół bardziej negatywny wpływ), zabiegów pielęgnacyjnych, długości okresu wegetacji i ilości pozostawianych resztek poźniwnych

Bilans materii organicznej a poprawa efektywności nawożenia

Pamiętaj!

Jeżeli bilans glebowej materii organicznej jest ujemny, trzeba zmodyfikować zmianowanie lub wprowadzić dodatkowe źródło tej substancji (międzyplony, przyorana słoma itp.).

Bilans materii organicznej a poprawa efektywności nawożenia



Zawartość (%) materii organicznej w glebach polskich

Bilans materii organicznej a poprawa efektywności nawożenia

Zawartość materii organicznej w glebach Polski

Klasa zawartości	Zawartość (%)		Udział gleb (%)	Europejska klasyfikacja – zawartość C org.
	materia organiczna	C- organiczny		
Niska	< 1,0	< 0,58	6	< 1,0 % bardzo niska
Średnia	1,0 – 2,0	0,58 – 1,16	50	
Wysoka	2,0 – 3,5	1,17 – 2,03	33	1,0 – 2,0 niska
Bardzo wysoka	> 3,5	> 2,04	11	2,1 – 6,0 średnia

Bilans materii organicznej a poprawa efektywności nawożenia

**Utrzymanie ujemnego salda bilansu
glebowej materii organicznej w dłuższym
okresie prowadzi do spadku urodzajności
gleby, której nie można w pełni
zrekompensować zwiększonymi dawkami
nawozów mineralnych.**

Bilans materii organicznej a poprawa efektywności nawożenia

Sposoby zapobiegania zmniejszaniu się zawartości materii organicznej w glebie:

- uprawa międzyplonów z przeznaczeniem na „nawóz zielony” (co jednak wymaga odpowiedniej ilości opadów),
- przyorywanie słomy,
- wykorzystanie alternatywnych źródeł materii organicznej (np. pofermenty, komposty).

Bilans materii organicznej a poprawa efektywności nawożenia

System nawożenia zrównoważonego zakłada, że wnoszenie składników w nawozach powinno być równe ich pobraniu z plonami roślin.

Warunkiem optymalizacji nawożenia jest bilans składników pokarmowych wykonany metodą „na powierzchni pola”.

Nawożenie azotem

Nadrzędnym celem gospodarowania azotem jest tak maksymalne wykorzystanie tego składnika przez rośliny, aby jego pozostałości w glebie były jak najmniejsze.

Azot jest składnikiem bardzo mobilnym i pozostawiony w glebie po zbiorze roślin ulega stratom w wyniku wymywania do wód podziemnych lub ulatniania do atmosfery.

Nawożenie azotem

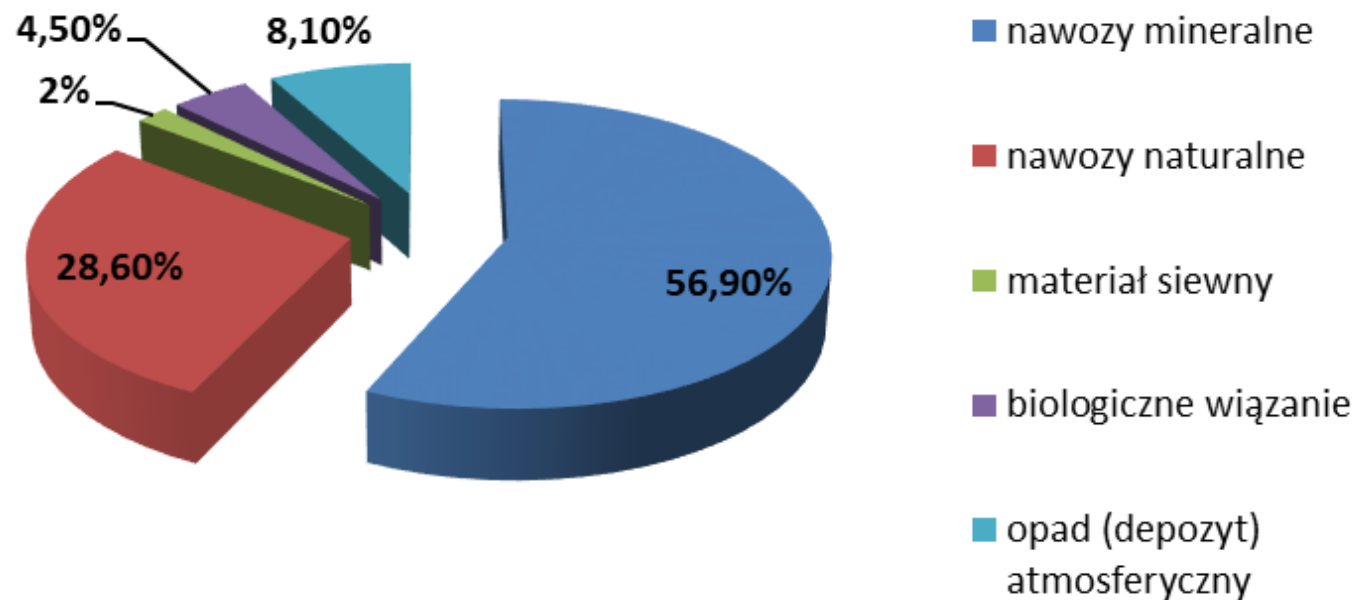
Dawki azotu powinny być ustalane w oparciu o bilans tego składnika uwzględniający jego przychody i straty w postaci pobrania z plonem.

Nawożenie azotem

Po stronie dochodowej bilansu azotu należy uwzględnić:

- N pozostawiany w glebie w postaci przyoranych produktów ubocznych,
- dopływ N w opadzie atmosferycznym,
- ilość N w resztkach poźniwnych roślin bobowatych,
- ilość N z nawozów naturalnych,
- **nawozy mineralne – powinny stanowić jedynie uzupełnienie różnicy między wymaganiami pokarmowymi rośliny i wyżej wymienionymi źródłami tego składnika.**

Nawożenie azotem



Struktura źródeł przychodów azotu w glebie w Polsce w latach 2015-2017

Nawożenie azotem

Wg badań IUNG-PIB w Puławach, w polskim rolnictwie w latach 2015-2017:

- nadwyżka bilansowa azotu wynosiła 46,7 kg/ha,
- efektywność wykorzystania (rozchód/przychód) tego składnika 64,4%.

Nawożenie azotem

Na terenie Polski widoczne jest duże zróżnicowanie regionalne dotyczące nadwyżki bilansowej i wykorzystania N przez rośliny:

- najmniejsza nadwyżka bilansowa N występuje w województwie podkarpackim (>10 kg N/ha) i małopolskim (12,6 kg N/ha), a efektywność wykorzystania N wynosi ok. 87%.
- natomiast w województwie wielkopolskim i kujawsko-pomorskim, nadwyżka bilansowa wynosi odpowiednio 82,9 i 74,7 Kg N/ha, a efektywności wykorzystania N tylko 50%.

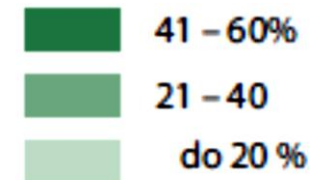
Nawożenie azotem

Wykorzystanie azotu z nawozów mineralnych zależy od sposobu aplikacji i warunków pogodowych. W dobrych warunkach rośliny wykorzystują ok. 70% azotu zastosowanego w nawozach mineralnych.

Nawożenie fosforem



Udział gleb o bardzo niskiej i niskiej zawartości fosforu przyswajalnego

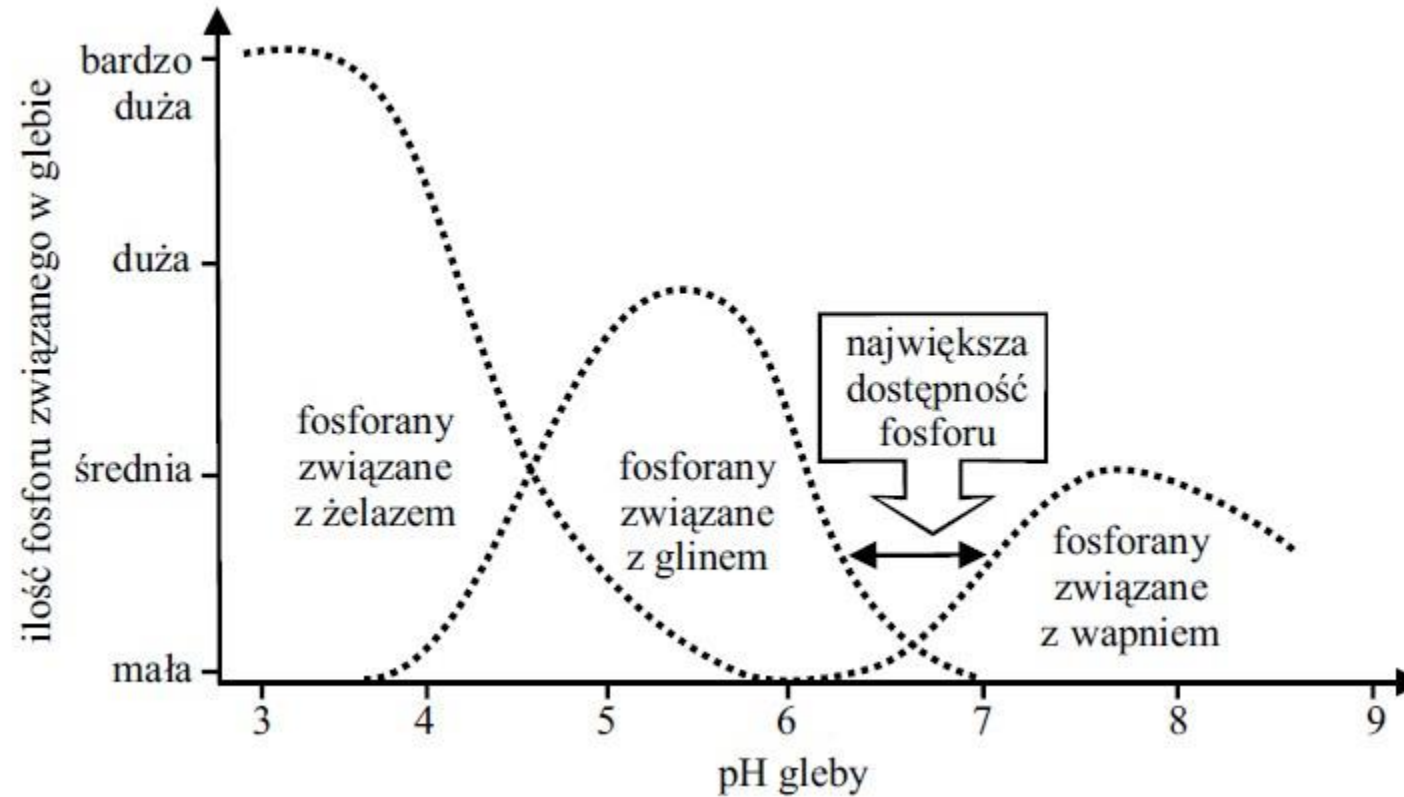


Ocena stanu zasobności gleb w przyswajany fosfor w latach 2015-2018

Nawożenie fosforem

Wraz ze wzrostem plonów następuje wyczerpywanie fosforu z gleby. Jeśli nie zostanie to zrekompensowane przez dodatkowe nawożenie tym składnikiem, to po jakimś czasie nastąpi zmniejszenie jego potencjalnych zasobów w glebie.

Nawożenie fosforem



Odczyn gleby a dostępność fosforu dla roślin

Nawożenie fosforem

Fosfor w glebie występuje głównie w postaci fosforanów żelaza, glinu, wapnia i magnezu oraz częściowo w związkach organicznych.

Fosforan żelaza i glinu w odczynie kwaśnym są prawie nierozpuszczalne. Najłatwiej rozpuszczają się w granicach pH 3-4.

Podwyższenie pH powoduje stopniowe uruchomienie przyswajalnego fosforu, a tym samym zwiększenie wykorzystania go z nawozów, jak również z gleby.

Nawożenie fosforem

W wyniku wapnowania zwiększa się pobieranie fosforu przez niektóre rośliny, np.

- kukurydza – 2-3-krotnie,
- owies – o ok. 60%,
- koniczyn – o ok. 10-20%.

Nowe regulacje prawne mające na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami

W związku z wprowadzeniem nowej ustawy **Prawo wodne** z dnia 20 lipca 2017 r., cała powierzchnia Polski została uznana za Obszar Szczególnie Narażony (OSN) na zanieczyszczenia azotanami ze źródeł rolniczych.

Nowe regulacje prawne mające na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami

W związku z tym dnia 12 lutego 2020 r. (Dz. U. 2020, poz. 243) wprowadzono Rozporządzeniem Rady Ministrów

„Program działań mających na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych oraz zapobieganie dalszemu zanieczyszczeniu”.

Nowe regulacje prawne mające na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami

Program ten obejmuje:

- Podział gospodarstw wg wymogów dotyczących nawożenia**
- Maksymalne dawki N – dotyczy gospodarstw**
 - o powierzchni 10-100 ha
 - utrzymujących 10-60 DJP*
- Plan nawożenia N**
 - gospodarstwa o powierzchni ≥ 100 ha oraz gospodarstwa ≥ 50 ha upraw intensywnych lub utrzymujące ≥ 60 DJP
 - nabywcy nawozów naturalnych i produktów pofermentacyjnych do bezpośredniego rolniczego wykorzystania od podmiotów importujących nawozy naturalne i produkty pofermentacyjne z państw trzecich,

Nowe regulacje prawne mające na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami

- podmioty prowadzące chów lub hodowlę drobiu > 40 000 stanowisk lub chów lub hodowlę świń > 2000 stanowisk dla świń o wadze > 30 kg lub 750 stanowisk dla macior,
- nabywcy nawozów naturalnych do bezpośredniego rolniczego wykorzystania od podmiotów prowadzących chów lub hodowlę drobiu > 40 000 stanowisk lub chów lub hodowlę świń powyżej 2000 stanowisk dla świń o wadze > 30 kg lub 750 stanowisk dla macior

Okresy nawożenia (wykaz gmin)

Sankcje za nieprzestrzeganie przepisów

***DJP**- duża jednostka przeliczeniowa inwentarza; umowna jednostka liczebności zwierząt hodowlanych w gospodarstwie, według polskich norm odpowiadająca jednej krowie o masie 500 kg.

Nowe regulacje prawne mające na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami

W celu kontroli przestrzegania zapisów zawartych w *Programie działań...* rolnik powinien dokumentować wszelkie działania związane z nawożeniem N i gospodarką nawozami naturalnymi.

Rolnik ma obowiązek posiadać plan nawożenia N lub obliczenia maksymalnych dawek N oraz prowadzenie ewidencji zabiegów agrotechnicznych związanych z nawożeniem N:

- termin zastosowania nawozu,
- gatunek rośliny i powierzchnia, na której został zastosowany nawóz,
- rodzaj zastosowanego nawozu,
- zastosowana dawka nawozu,
- termin przyorania nawozu naturalnego na terenie o dużym nachyleniu.

Ewidencja taka powinna być przechowywana przez okres trzech lat.

Nowe regulacje prawne mające na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami

W związku z niedopełnieniem obowiązków wynikających z realizacji z ustawy **Prawo wodne** i Zarządzenia Rady Ministrów „**Program działań mających na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych oraz zapobieganie dalszemu zanieczyszczeniu**”, Inspekcja Ochrony Środowiska może:

- nakazać usunięcie w określonym terminie nieprawidłowości stwierdzonych w trakcie kontroli,
- uiszczenie opłaty karnej (od 500 do 3000 zł),
- wnioskować o zmniejszenie dopłat przez Agencję Rozwoju i Modernizacji Rolnictwa

Nowe regulacje prawne mające na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami

...wymogi, przykłady obliczeń i dane niezbędne do realizacji założeń „**Programu działań...**”

dostępne są na stronie Krajowej Stacji Chemiczno-Rolniczej

<https://www.schr.gov.pl/index.php?c=article&id=35>

w zakładce Program azotanowy

Piśmiennictwo

- Hołubowicz-Kliza G. 2006. Wapnowanie gleb w Polsce. Instrukcja upowszechnieniowa Nr 128. Wydawnictwo IUNG-PIB, Puławy.
- <https://www.arimr.gov.pl/kontrole-beneficjentow/program-ograniczajacy-stosowanie-azotanow.htm>
- <https://www.gov.pl/web/rolnictwo/dzis-rusza-program-wapnowania-gleb>
- Jończyk K, Jadczyzyn J, Filipiak K, Stuczyński T. 2008. Przestrzenne zróżnicowanie zawartości materii organicznej w glebach Polski w kontekście ochrony gleb i ich rolniczego wykorzystania. - Studia i Raporty IUNG-PIB Puławy.
- Ochrona środowiska. 2019. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa
- Potarzycki J. 2014. Produkcyjne i środowiskowe aspekty gospodarowania fosforem. http://podr.pl/wp-content/uploads/2014/11/7-WERSJA-OSTATECZNA_Potarzycki-5-ok.pdf
- Raport z III etapu realizacji zamówienia „Monitoring chemizmu gleb ornych w Polsce w latach 2015-2017”. 2017. IUNG-PIB, Puławy
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 5 czerwca 2018 r w sprawie przyjęcia „Programu działań mających na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych oraz zapobieganie dalszemu zanieczyszczeniu”
- Stan środowiska w Polsce raport 2018 – praca zbiorowa pod kierunkiem Wiech A.K., Marciniewicz-Mykiety M., Toczko B. wyd. Inspekcja Ochrony Środowiska - Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 2018
- Środowiskowe aspekty zakwaszenia gleb w Polsce 2017 – praca zbiorowa. Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.2 w programie wieloletnim IUNG-PIB
- Zbiór zaleceń dobrej praktyki rolniczej mający na celu ochronę wód przed zanieczyszczeniem azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych. 2019. Opracowanie pod redakcją IUNG-PIB Puławy: Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi oraz Ministerstwo Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej.