

„Możliwości i bariery wykorzystania wapnowania gleb do poprawy efektywności ekonomicznej produkcji rolnej oraz ograniczania eutrofizacji wód powierzchniowych”

Kraków 28.09.2023

Istota i znaczenie nawożenia gleb nawozami odkwaszającymi

Paweł Zadrożny, Paweł Nicia

Operacja „Możliwości i bariery wykorzystania wapnowania gleb do poprawy efektywności ekonomicznej produkcji rolnej oraz ograniczenia eutrofizacji wód powierzchniowych”

Umowa o dofinansowanie nr KSOW/6/2022/079



„Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”.

Operacja współfinansowana ze środków Unii Europejskiej w ramach Schematu II Pomocy Technicznej

„Krajowa Sieć Obszarów Wiejskich” Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020.

Instytucja Zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020 - Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Materiał opracowany przez Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Gleba pełni w środowisku ważną rolę w funkcjonowaniu nie tylko ekosystemów lądowych, ale także ekotonów słodkowodnych.

Jedną z najważniejszych funkcji gleby jest ta, związana z produkcją biomasy i żywności.

Można założyć, że gleba stanowi podstawę rolniczej przestrzeni produkcyjnej,

a od jej właściwości zależy bezpośrednio jakość i ilość płodów rolnych.



„Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”.

Operacja współfinansowana ze środków Unii Europejskiej w ramach Schematu II Pomocy Technicznej

„Krajowa Sieć Obszarów Wiejskich” Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020.

Instytucja Zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020 - Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Materiał opracowany przez Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Z punktu widzenia przydatności gleb na cele rolnicze, najważniejszymi jej cechami są te, wpływające na jej:

- ✓ **zasobność,**
- ✓ **żyźność,**
- ✓ **urodzajność (produktywność).**



„Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”.

Operacja współfinansowana ze środków Unii Europejskiej w ramach Schematu II Pomocy Technicznej

„Krajowa Sieć Obszarów Wiejskich” Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020.

Instytucja Zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020 - Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Materiał opracowany przez Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Właściwości te warunkowane w glebie są przede wszystkim:

- ✓ **genezą i składem chemicznym skały macierzystej,**
- ✓ **składem granulometrycznym (mechanicznym) kształtującym jej strukturę i zdolności sorpcyjne,**
- ✓ **głębokością i stopniem wykształcenia profilu,**
- ✓ **odczynem,**
- ✓ **zawartością węgla wapnia,**
- ✓ **zawartością materii organicznej.**



„Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”.

Operacja współfinansowana ze środków Unii Europejskiej w ramach Schematu II Pomocy Technicznej

„Krajowa Sieć Obszarów Wiejskich” Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020.

Instytucja Zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020 - Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Materiał opracowany przez Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Istotnym czynnikiem są mikroorganizmy glebowe, które wpływają na przemiany związków mineralnych i organicznych, co pozwala zachować ciągłość obiegu materii w przyrodzie i warunkuje wzrost samych roślin.

Ważną rolę pełnią też warunki klimatyczne, spośród których decydujące znaczenie dla temperatury i wilgotności samej gleby ma nasłonecznienie oraz intensywność i ilość opadów.



„Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”.

Operacja współfinansowana ze środków Unii Europejskiej w ramach Schematu II Pomocy Technicznej

„Krajowa Sieć Obszarów Wiejskich” Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020.

Instytucja Zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020 - Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Materiał opracowany przez Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Wymywaniu kationów (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+), dekalcytacji gleb, wywołanej czynnikami antropogenicznymi sprzyja między innymi:

- ✓ **stosowanie nawozów zawierających azotany, chlorki, siarczany,**
- ✓ **rozkład materii organicznej z resztek poźniwnych i nawozów organicznych do kwasów próchnicowych,**
- ✓ **odprowadzanie jonów wapnia i magnezu,**
- ✓ **spalanie paliw stanowiących źródło kwasotwórczych tlenków siarki i azotu, które dostają się do gleby.**



„Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”.

Operacja współfinansowana ze środków Unii Europejskiej w ramach Schematu II Pomocy Technicznej

„Krajowa Sieć Obszarów Wiejskich” Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020.

Instytucja Zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020 - Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Materiał opracowany przez Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Źródła głównych gazowych zanieczyszczeń powietrza pochodzenia antropogenicznego mające wpływ na zakwaszenie gleb [Filipek i in. 2015]

Związek	Pochodzenie
Ditlenek siarki	<ul style="list-style-type: none"> - spalanie paliw kopalnych - spalanie biomasy - wytapianie rud siarczkowych
Zredukowane związki siarki	<ul style="list-style-type: none"> - wydobycie ropy naftowej i siarki - procesy przemysłowe
Tlenki azotu	<ul style="list-style-type: none"> - spalanie paliw kopalnych - transport samochodowy - spalanie biomasy - produkcja i stosowanie nawozów
Zredukowane związki azotu	<ul style="list-style-type: none"> - zwierzęta domowe - nawozy mineralne, naturalne i organiczne - spalanie paliw kopalnych - spalanie biomasy - odpady bytowe



„Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”.

Operacja współfinansowana ze środków Unii Europejskiej w ramach Schematu II Pomocy Technicznej

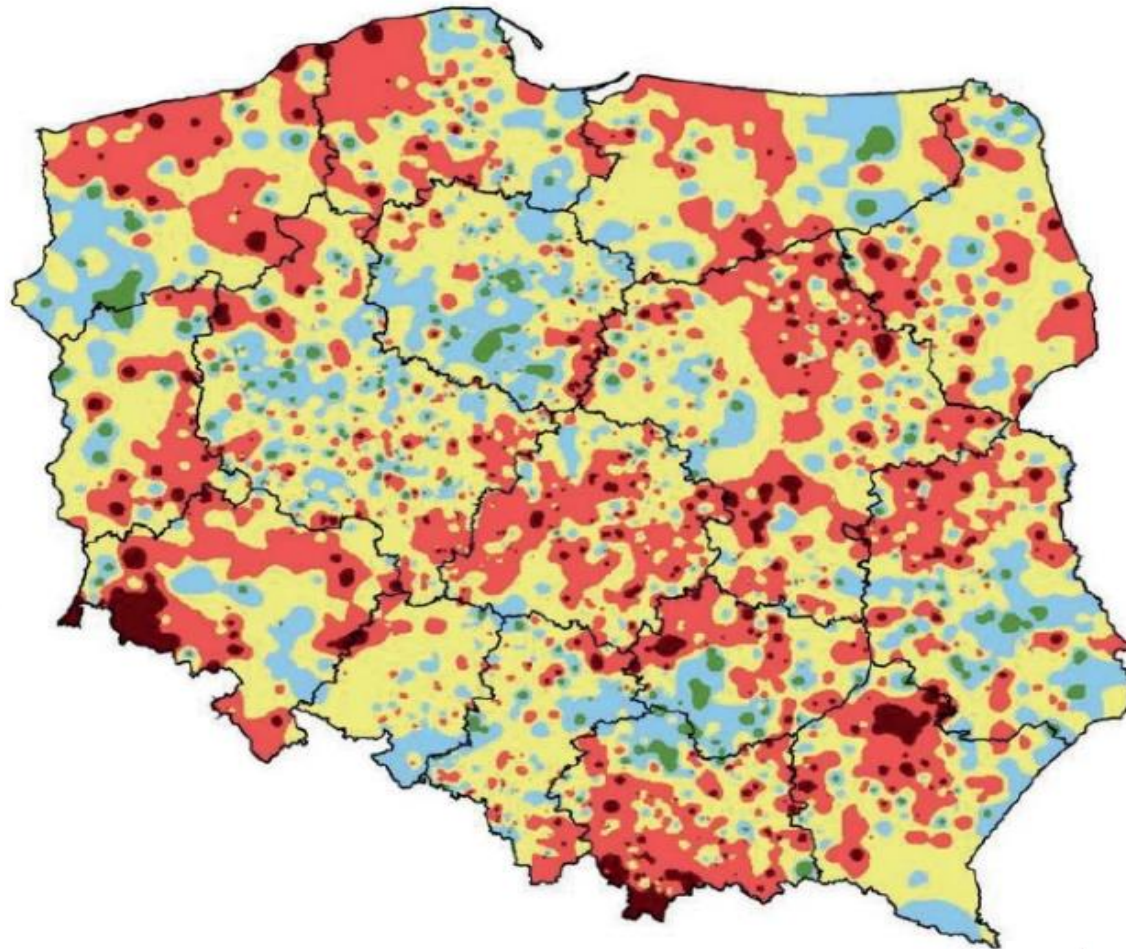
„Krajowa Sieć Obszarów Wiejskich” Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020.

Instytucja Zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020 - Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Materiał opracowany przez Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Podział Polski ze względu na odczyn gleby [Pietr i Krysztoforski 2022]

Przedziały
odczynu gleb



„Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”.

Operacja współfinansowana ze środków Unii Europejskiej w ramach Schematu II Pomocy Technicznej

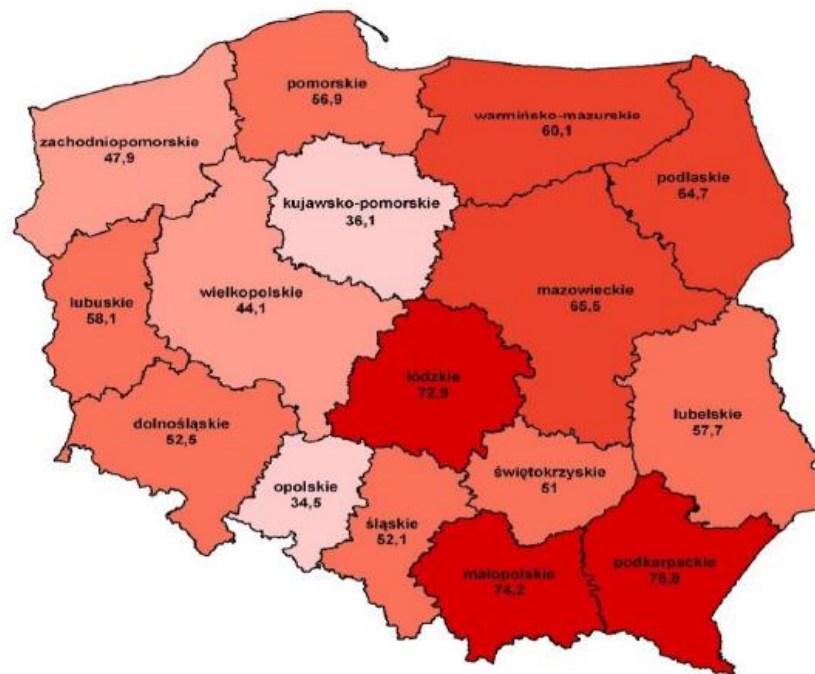
„Krajowa Sieć Obszarów Wiejskich” Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020.

Instytucja Zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020 - Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

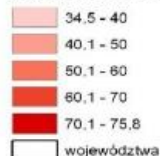
Materiał opracowany przez Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Przestrzenne zróżnicowanie próbek gleb w klasach odczynu bardzo kwaśnego i kwaśnego

[Ochal i in. 2017]



Procentowy udział
gleb bardzo kwaśnych i kwaśnych



„Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”.

Operacja współfinansowana ze środków Unii Europejskiej w ramach Schematu II Pomocy Technicznej

„Krajowa Sieć Obszarów Wiejskich” Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020.

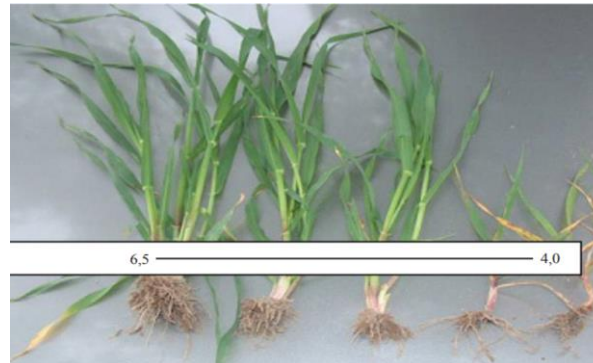
Institucja Zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020 - Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Materiał opracowany przez Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Przy niskich wartościach pH gleb:

- ✓ następuje obniżenie ilości plonów większości uprawianych roślin,
- ✓ następuje zmniejszenie aktywności różnych grup mikroorganizmów glebowych, których działalność wpływa na rozkład resztek poźniwnych i odkładanie się próchnicy w glebie,
- ✓ spowalnia się tempo asymilacji azotu z powietrza przez mikroorganizmy glebowe oraz roślinne.

System korzeniowy jęczmienia w warunkach narastającego zakwaszenia [Grzebisz i in. 2013]



„Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”.

Operacja współfinansowana ze środków Unii Europejskiej w ramach Schematu II Pomocy Technicznej

„Krajowa Sieć Obszarów Wiejskich” Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020.

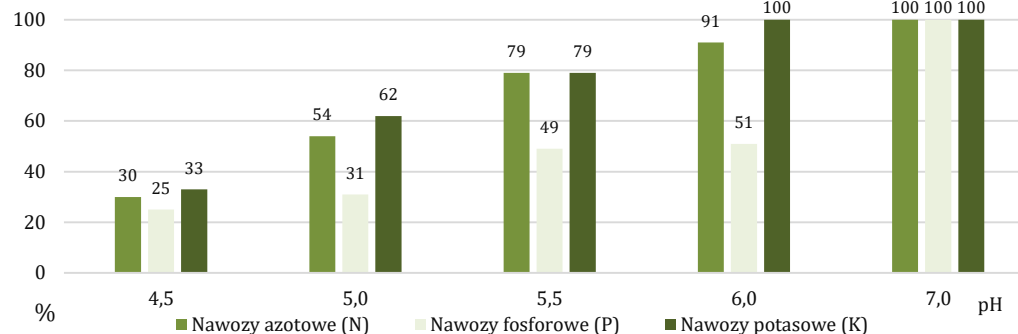
Instytucja Zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020 - Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Materiał opracowany przez Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Przy niskich wartościach pH gleb:

- ✓ kompleks sorpcyjny gleb traci zdolność do zatrzymywania składników mineralnych wnoszonych do gleb wraz z nawożeniem mineralnym,
- ✓ następuje przejście niektórych składników pokarmowych w formy trudno przyswajalne dla roślin,
- ✓ makro- i mikroelementy dostarczane do gleb wraz z nawozami są wymywane do wód gruntowych, powodując ich eutrofizację.

Względna efektywność plonotwórcza NPK w zależności od odczynu gleby [opracowanie własne na podstawie: Grzebisz i in. 2013]



„Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”.

Operacja współfinansowana ze środków Unii Europejskiej w ramach Schematu II Pomocy Technicznej

„Krajowa Sieć Obszarów Wiejskich” Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020.

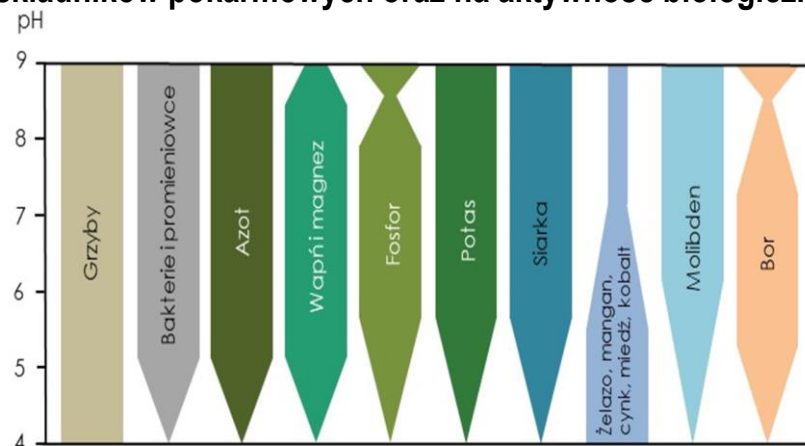
Institucja Zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020 - Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Materiał opracowany przez Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Przy niskich wartościach pH gleb:

- ✓ następuje ograniczenie odkładania się próchnicy w glebie i w konsekwencji zmniejszenie jej zawartości,
- ✓ zwiększa się fitoprzyswajalność metali ciężkich, w tym glinu ruchomego, który przy niskich wartościach pH może działać toksycznie,
- ✓ zmniejsza się retencja wodna gleby.

Wpływ pH na przyswajalność składników pokarmowych oraz na aktywność biologiczną gleb [Buckman i Bradi 1971]



„Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”.

Operacja współfinansowana ze środków Unii Europejskiej w ramach Schematu II Pomocy Technicznej

„Krajowa Sieć Obszarów Wiejskich” Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020.

Institucja Zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020 - Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Materiał opracowany przez Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Przypisanie kluczowej roli wartości pH w określaniu jakości gleby jest uzasadnione z praktycznego punktu widzenia.

Rolnicy w Polsce chcąc prowadzić produkcję żywności muszą bazować na glebach nie najlepszej jakości, wynikającą z ich pedogenezy.

Rolnik nie może w sposób łatwy poprawić składu granulometrycznego gleb lekkich i bardzo lekkich oraz zwiększyć w nich szybko i w prosty sposób zawartości próchnicy.

Zoptymalizowanie odczynu gleby w trakcie zabiegów agrotechnicznych na gruntach rolnych jest łatwe do osiągnięcia ale wymaga określenia potrzeb wapnowania, czyli konieczna jest systematyczna kontrola pH gleby poprzez proste analizy wykonywane przez okręgowe stacje chemiczno-rolnicze.



„Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”.

Operacja współfinansowana ze środków Unii Europejskiej w ramach Schematu II Pomocy Technicznej

„Krajowa Sieć Obszarów Wiejskich” Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020.

Instytucja Zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020 - Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Materiał opracowany przez Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Potrzeby wapnowania [Pietr i Krysztoforski 2022] powinny zrównoważyć dekalcytację związaną z:

- ✓ zakwaszającym wpływem depozycji dwutlenku siarki i tlenków azotu ⇨ 37,2 kg CaO/ha,
- ✓ wymywaniem z gleby składników o charakterze zasadowym ⇨ 120-250 kg CaO/ha,
- ✓ odprowadzaniem wapnia i magnezu w plonie roślin ⇨ 20-300 kg CaO/ha.

Szacunkowo ubytek CaO:



„Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”.

Operacja współfinansowana ze środków Unii Europejskiej w ramach Schematu II Pomocy Technicznej

„Krajowa Sieć Obszarów Wiejskich” Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020.

Institucja Zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020 - Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Materiał opracowany przez Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Ocena potrzeb wapnowania gleb mineralnych (gruntów ornych) [na podstawie: www.dpr.iung.pl 2023]

Klasa wapnowania	Kategoria agronomiczna gleby (pH w 1 N KCl)			
	bardzo lekka	Lekka	średnia	ciężka
Konieczne	< 4,0	< 4,5	< 5,0	< 5,5
Potrzebne	4,1-4,5	4,6-5,0	5,1-5,5	5,6-6,0
Wskazane	4,6-5,0	5,1-5,5	5,6-6,0	6,1-6,5
Ograniczone	5,1-5,5	5,6-6,0	6,1-6,5	6,6-7,0
Zbędne	> 5,6	> 6,1	> 6,6	> 7,1



„Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”.

Operacja współfinansowana ze środków Unii Europejskiej w ramach Schematu II Pomocy Technicznej

„Krajowa Sieć Obszarów Wiejskich” Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020.

Instytucja Zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020 - Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Materiał opracowany przez Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Zalecane dawki nawozów wapniowych na grunty orne [na podstawie: www.dpr.iung.pl 2023]

Kategoria agronomiczna gleby	Klasa potrzeb wapnowania (CaO w t/ha)				
	konieczne	potrzebne	wskazane	ograniczone	zbędne
Bardzo lekka	3,0	2,0	1,0	-	-
Lekka	3,5	2,5	1,5	-	-
Średnia	4,5	3,0	1,7	1,0	-
Ciężka	6,0	3,0	2,0	1,0	-



„Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”.

Operacja współfinansowana ze środków Unii Europejskiej w ramach Schematu II Pomocy Technicznej

„Krajowa Sieć Obszarów Wiejskich” Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020.

Instytucja Zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020 - Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Materiał opracowany przez Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Przykład dawki CaO na gruntach ornych dla gleb ciężkich [na podstawie: Jadczyzyn i Lipiński 2022]

pH gleby	Zalecana dawka CaO [t /ha]	Podział dawki	
		Część I	Część II
Gleby ciężkie			
4,7	5,7	5,7	-
4,6	5,8	5,8	-
4,5	6,0	6,0	-
4,4	7,0	6,0	-
4,3	7,5	6,0	1,5
4,2	8,0	6,0	2,0
4,1	9,0	6,0	3,0
4,0	9,8	6,0	3,8
3,9	10,8	6,0	4,8



„Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”.

Operacja współfinansowana ze środków Unii Europejskiej w ramach Schematu II Pomocy Technicznej

„Krajowa Sieć Obszarów Wiejskich” Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020.

Instytucja Zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020 - Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Materiał opracowany przez Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Przykład dawki CaO na gruntach ornym dla gleb ciężkich [na podstawie: Jadczyzyn i Lipiński 2022]

pH gleby	Zalecana dawka CaO [t /ha]	Podział dawki	
		Część I	Część II
Gleby ciężkie			
4,7	5,7	5,7	-
4,6	5,8	5,8	-
4,5	6,0	6,0	-
4,4	7,0	6,0	-
4,3	7,5	6,0	1,5
4,2	8,0	6,0	2,0
4,1	9,0	6,0	3,0
4,0	9,8	6,0	3,8
3,9	10,8	6,0	4,8

Taki sposób ustalania dawek nawozów odkwaszających:

- ✓ daje możliwość bardziej precyzyjnego doboru dawek wapna,
- ✓ umożliwia precyzyjne ustalenie wartości pH w glebie do poziomu optymalnego dla uprawianych roślin,
- ✓ ogranicza koszty doprowadzenia gleby do optymalnego poziomu pH.



„Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”.

Operacja współfinansowana ze środków Unii Europejskiej w ramach Schematu II Pomocy Technicznej

„Krajowa Sieć Obszarów Wiejskich” Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020.

Instytucja Zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020 - Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Materiał opracowany przez Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

**Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach (IUNG-PIB) szacuje, że zapotrzebowanie krajowego rolnictwa na wapno
wynosi**

ok. 31 mln t CaO, czyli przeciętnie około 2 t CaO/ha UR.



Instytut Uprawy
Nawożenia i Gleboznawstwa
Państwowy Instytut Badawczy



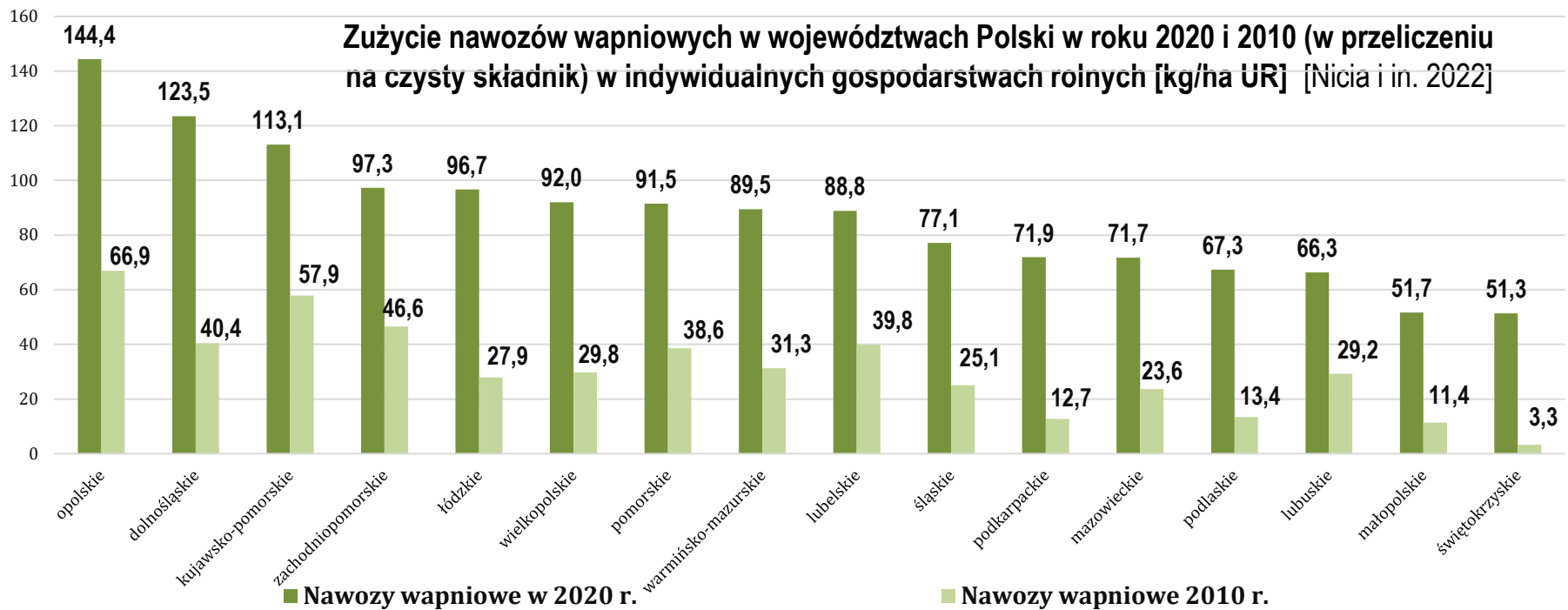
„Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”.

Operacja współfinansowana ze środków Unii Europejskiej w ramach Schematu II Pomocy Technicznej

„Krajowa Sieć Obszarów Wiejskich” Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020.

Instytucja Zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020 - Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Materiał opracowany przez Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie



Analizując dane dotyczące nawożenia uzyskane w ramach Powszechnego Spisu Rolnego za lata 2010-2020 można stwierdzić, że ilości nawozów wapniowych stosowanych przez rolników w Polsce są

od kilkunastu do ponad 38-krotnie mniejsze od optymalnych.



„Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”.

Operacja współfinansowana ze środków Unii Europejskiej w ramach Schematu II Pomocy Technicznej

„Krajowa Sieć Obszarów Wiejskich” Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020.

Instytucja Zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020 - Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Materiał opracowany przez Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

W glebach, na których stosuje się zabiegi odkwaszania następuje:

- ✓ **optymalizacja odczynu, co zapobiega degradacji glebowego kompleksu sorpcyjnego,**
- ✓ **ograniczenie szkodliwego działania glinu i wodoru,**
- ✓ **poprawa dostępności składników pokarmowych dla roślin,**
- ✓ **stymulacja rozwoju mikroflory glebowej, co w dłuższej perspektywie czasu wpływa na zwiększenie zawartości próchnicy,**
- ✓ **poprawa właściwości fizycznych, a to w konsekwencji prowadzi do znacznego zmniejszenia eutrofizacji wód powierzchniowych,**
- ✓ **zwiększenie retencji wody w glebie.**



„Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”.

Operacja współfinansowana ze środków Unii Europejskiej w ramach Schematu II Pomocy Technicznej

„Krajowa Sieć Obszarów Wiejskich” Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020.

Instytucja Zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020 - Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Materiał opracowany przez Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Bibliografia:

- Baran S., Turski R. 1996. *Degradacja, ochrona i rekultywacja gleb*. Lublin: AR.
- Bartmiński P., Bieniek A., Gregoliński D., Smreczak B., Szyniec K., Woch F. 2020. *Szczegółowe zasady przeprowadzania gleboznawczej klasyfikacji gruntów*. Warszawa-Puławy: PSKG.
- Bednarek R., Dziadkowiec H., Pokojka U., Prusinkiewicz Z. 2004. *Badania ekologiczno-gleboznawcze*. Warszawa: PWN.
- Buckman H.C., Brady N.C. 1971. *Gleba i jej właściwości*. Warszawa: PWRiL.
- Dobrzański B., Zawadzki S. (red.). 1995. *Gleboznawstwo*. Warszawa: PWRiL.
- Filipek T., Badora A., Lipiński W., Brodowska M. S., Domańska J., Harasim P., Kozłowska-Strawska J., Skowron P., Skowrońska M., Tkaczyk P. 2015. *Zakwaszenie i wapnowanie gleb*. Warszawa: FAPA.
- Filipek T., Skowrońska M. 2013. Aktualnie dominujące przyczyny oraz skutki zakwaszenia gleb użytkowanych rolniczo w Polsce. *Acta Agrophysica*, 20, 2: 283-294.
- Gębski M. 1998. Czynniki glebowe oraz nawozowe wpływające na przyswajanie metali ciężkich przez rośliny. *Postępy Nauk Rolniczych*, 5: 3-16.
- Grzebisz W., Szczepaniak W., Diatta J. B. 2013. Środowiskowe skutki zakwaszenia gleb uprawnych. *Studia i Raporty IUNG PIB*, 34(8):19-26.
- Grzywnowicz I. 1998. Wpływ wapnowania i nawożenia magnezem na zmiany zawartości różnych form fosforu w górskich glebach łąkowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rolniczych*, 456: 581-585.
- Hersy J. (red.) 1981. *Szczegółowa uprawa roślin*. Warszawa: PWN.
- Hillel D. 2012. *Gleba w środowisku*. Warszawa: PWN.
- Hołubowicz-Kliza G., Jadczyzyn T., Sułek A. 2021. *Poradnik wapnowania gleb gruntów ornych*. Puławy: IUNG PIB.
- Jadczyzyn T., Lipiński W. 2022. *Zasady ustalania dawek wapna w doradztwie nawozowym. Nowe zalecenia w zakresie wapnowania gleb gruntów ornych i trwałych użytków zielonych*. Puławy: IUNG PIB.
- Kabata-Pendias A., Pendias H. 1999. *Biogeochemia pierwiastków śladowych*. Warszawa: PWN.
- Kotecki A. 2020. *Uprawa roślin*. Tom 1-3. Wrocław: UP.
- Lipiński W. 2005. Odczyn gleb Polski. Nawozy i Nawożenie. 2: 33-40.
- Lityński T., Jurkowska H. 1982. *Żywność gleby i odżywianie się roślin*. Warszawa: PWN.
- Mocek A. (red.) 2015. *Gleboznawstwo*. Warszawa: PWN.
- Niedźwiecki J., Ochal P. 2021. Środowiskowe skutki zakwaszenia gleb użytkowanych rolniczo i ich ograniczanie. *Studia i raporty IUNG PIB*, 66(20): 81-89.
- Ochal P., Jadczyzyn T., Jurga B., Kopiński J., Matyka M., Madej A., Rutkowska A., Smreczak B., Łysiak M. 2017. Środowiskowe aspekty zakwaszenia gleb w Polsce. IUNG-PIB, Puławy.
- Ochal P., Smreczak B. 2020. Zakwaszenie gleb i aktualne zagadnienia wapnowania. *Studia i Raporty IUNG PIB*, 63(17): 9-19.
- Pietr J. St., Krysztoforski M. (red.). 2022. *Krajowy raport o stanie gruntów rolnych w Polsce: zakwaszenie gleb oraz ich regeneracja poprzez wapnowanie - stan obecny i propozycje systemowych rozwiązań*. Kraków-Brwinów: CDR.
- Strzemski M., Siuta J., Witek T. 1973. *Przydatność rolnicza gleb Polski*. Warszawa: PWRiL.
- Zawadzki S. (red.) 1999. *Gleboznawstwo*. PWRiL, Warszawa.
- <https://www.dpr.iung.pl> (dostęp 20.01.2023).



„Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”.

Operacja współfinansowana ze środków Unii Europejskiej w ramach Schematu II Pomocy Technicznej

„Krajowa Sieć Obszarów Wiejskich” Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020.

Institucja Zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020 - Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Materiał opracowany przez Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Dziękuję za uwagę

Odwiedź portal KSOW – <http://ksow.pl>

Zostań Partnerem Krajowej Sieci Obszarów Wiejskich



„Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”.

Operacja współfinansowana ze środków Unii Europejskiej w ramach Schematu II Pomocy Technicznej

„Krajowa Sieć Obszarów Wiejskich” Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020.

Instytucja Zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020 - Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Materiał opracowany przez Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie