



MAZOWIECKI OŚRODEK DORADZTWA ROLNICZEGO

REGENERACJA ŚRODOWISKA GLEB POPRAWIEZ ICH WAPNOWANIE



MAZOWIECKI OŚRODEK
DORADZTWA ROLNICZEGO

2021



„Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”
„Instytucja Zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014- 2020 — Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi”
Publikacja współfinansowana ze środków Unii Europejskiej w ramach Schematu II Pomocy Technicznej
„Krajowa Sieć Obszarów Wiejskich” Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020
Publikacja opracowana przez Mazowiecki Ośrodek Doradztwa Rolniczego z siedzibą w Warszawie

© Mazowiecki Ośrodek Doradztwa Rolniczego
z siedzibą w Warszawie

ul. Czereśniowa 98, 02-456 Warszawa
tel. 22 571 61 00, fax 22 571 61 01
e-mail: sekretariat@modr.mazowsze.pl

Autorzy:
Piotr Ochal
Milena Kosiec
Agnieszka Janiec

Zdjęcia:
Agnieszka Janiec
Zenon Mazur

Opracowanie graficzne,
przygotowanie do druku i druk:



Drukarnia Biga-Druk
Cezary Wałachowski, Jan Leszczyński s.c.
Tartaczna 16/18, 26-600 Radom

Nakład:
1500 egzemplarzy





**Mazowiecki Ośrodek Doradztwa Rolniczego
z siedzibą w Warszawie**

ul. Czereśniowa 98, 02-456 Warszawa
tel. 22 571 61 00, fax. 22 571 61 01
e-mail: sekretariat@modr.mazowsze.pl
www.modr.mazowsze.pl

Mazowiecki Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Warszawie

ODDZIAŁ RADOM

ul. Chorzowska 16/18, 26-600 Radom
tel./fax /48/ 365 02 06
e-mail: sekretariat.radom@modr.mazowsze.pl

Mazowiecki Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Warszawie

ODDZIAŁ SIEDLCE

ul. Kazimierzowska 21, 08-110 Siedlce
tel. /25/ 640 09 11, fax. /25/ 640 09 11
e-mail: sekretariat.siedlce@modr.mazowsze.pl

Mazowiecki Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Warszawie

ODDZIAŁ POŚWIĘTNE W PŁOŃSKU

ul. H. Sienkiewicza 11, 09-100 Płońsk
tel. /23/ 663 07 00, fax. /23/ 662 99 50
e-mail: sekretariat.plonsk@modr.mazowsze.pl

Mazowiecki Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Warszawie

ODDZIAŁ PŁOCK

ul. Zglenickiego 42 D, 09-411 Biała
tel. /24/ 262 97 72, fax. /24/ 262 99 30
e-mail: sekretariat.plock@modr.mazowsze.pl

Mazowiecki Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Warszawie

ODDZIAŁ OSTROŁĘKA

ul. Targowa 4, 07-412 Ostrołęka
tel./fax. /29/ 760 03 69
e-mail: sekretariat.ostroleka@modr.mazowsze.pl

Mazowiecki Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Warszawie

ODDZIAŁ BIELICE

Bielice 19, 96-500 Sochaczew
tel. /46/ 862 00 40, fax. /46/ 862 00 52
e-mail: sekretariat.bielice@modr.mazowsze.pl



Dr Piotr Ochal
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut
Badawczy w Puławach

ZNACZENIE WAPNOWANIA GLEB W UPRAWIE ROŚLIN

Wstęp

Naturalne warunki do produkcji rolnej w naszym kraju nie są zbyt sprzyjające z powodu małej urodzajności gleb oraz bardzo dużej zmienności pogody. W ogólnej powierzchni gruntów ornich gleby bardzo lekkie stanowią ponad 30% a lekkie niemal 35%. Gleby te mają małą pojemność wodną i pokarmową, a ponadto silnie ulegają procesom zakwaszenia. Klimat w Polsce charakteryzuje się krótkim okresem nasłonecznienia i niewystarczającą, na ogół, ilością opadów, które są niekorzystnie rozłożone, gdyż większość przypada na okres jesieni i zimy, gdy gleba nie jest wystarczająco chroniona przez okrywą roślinną. W związku z tym, względny nadmiar wody przesiąka do głębszych warstw i tracony jest w sposób nieproduktywny. Przesiłekająca woda wymywa składniki pokarmowe, a przede wszystkim kationy wapnia i magnezu. Dlatego specyfika warunków glebowych i klimatycznych składa się na silne zakwaszenie gleb w Polsce. Ponadto kwaśne deszcze i stosowanie nawozów fizjologicznie kwaśnych (głównie azotowych) pogłębia straty wapnia i magnezu. Ogólnie straty wapnia z gleby szacowane są na około 200 kg CaO rocznie z każdego hektara użytków rolnych (UR). Przy obecnym zużyciu nawozów wapniowych na poziomie około 60 kg CaO/ha rocznie straty te nie są nawet równoważone.

Uwarunkowania naturalne oraz przemysłowa działalność człowieka powodują, że udział gleb kwaśnych i bardzo kwaśnych użytkowanych rolniczo jest bardzo znaczący. Od wielu lat gleby takie stanowią w Polsce przeciętnie ponad 50% powierzchni użytków rolnych. Istnieją jednak i takie obszary,

gdzie te najsilniej zakwaszone stanowią ponad 60% ich obszaru. Są to województwa łódzkie, małopolskie, mazowieckie, podkarpackie, podlaskie. Kwaśny odczyn gleb jest bardzo niekorzystny zarówno z punktu widzenia rolnictwa, jak i ochrony środowiska. W glebach bardzo kwaśnych i kwaśnych odnotowuje się szereg niekorzystnych zjawisk takich jak występowanie w wysokich stężeniach szkodliwych dla roślin a pośrednio także dla zwierząt i dla ludzi, związków manganu a zwłaszcza glinu. Ponadto wykazują one szereg ujemnych właściwości biologicznych, fizycznych i chemicznych. Na glebach takich wapnowanie przestaje być elementem agrotechniki, a staje się zabiegiem rekultywacyjnym. Wapnowanie jest nawożeniem gleby zasadowymi związkami wapnia w celu zubożenia nadmiernej kwasowości. Zabieg ten powoduje w środowisku glebowym również inne korzystne dla roślin zmiany chemiczne, fizyczne i biologiczne wpływając na wzrost plonów roślin uprawnych. Dla rolnictwa polskiego wapnowanie ma ogromne znaczenie ze względu na dużą powierzchnię gleb bardzo kwaśnych i kwaśnych.

Znaczenie odczynu gleb w uprawie roślin

Rośliny uprawne mogą prawidłowo rozwijać się i wydać dobry plon o zadawalających parametrach jakościowych tylko wtedy, gdy odczyn gleby zostanie uregulowany zgodnie z ich wymaganiami. Przyjmuje się, że najbardziej optymalny odczyn dla wzrostu, rozwoju i plonowania większości gatunków roślin uprawnych w Polsce jest od lekko kwaśnego do zasadowego (przedział wartości pH 5,6 – 7,0). Na glebach silnie zakwaszonych dobór gatunków roślin jest ograniczony do łubinu żółtego, seradeli lnu, żyta i traw, które dobrze plonują przy pHKCl od 5,1 do 5,5. Owies, ziemniaki, mieszanki zbożowe i pastewne wymagają pHKCl od 5,6 do 6,0. Wrażliwe na zakwaszenie gleby są pszenice, pszenżyto, bobik i rzepak, które dobrze plonują przy pHKCl od 6,1 do 6,5. Optymalna uprawa najbardziej wrażliwych na zakwaszenie gleby buraków pastewnych i cukrowych, kukurydzy, jęczmienia, lucerny i koniczyny wymaga pHKCl od 6,6 do 7,0. Uprawa roślin na glebach o optymalnym dla nich odczynie gwarantuje dobre wykorzystanie przez rośliny składników pokarmowych z rezerw glebowych, nawozów naturalnych i mineralnych. W tabeli 1 podano optymalne zakresy pH dla roślin uprawnych.

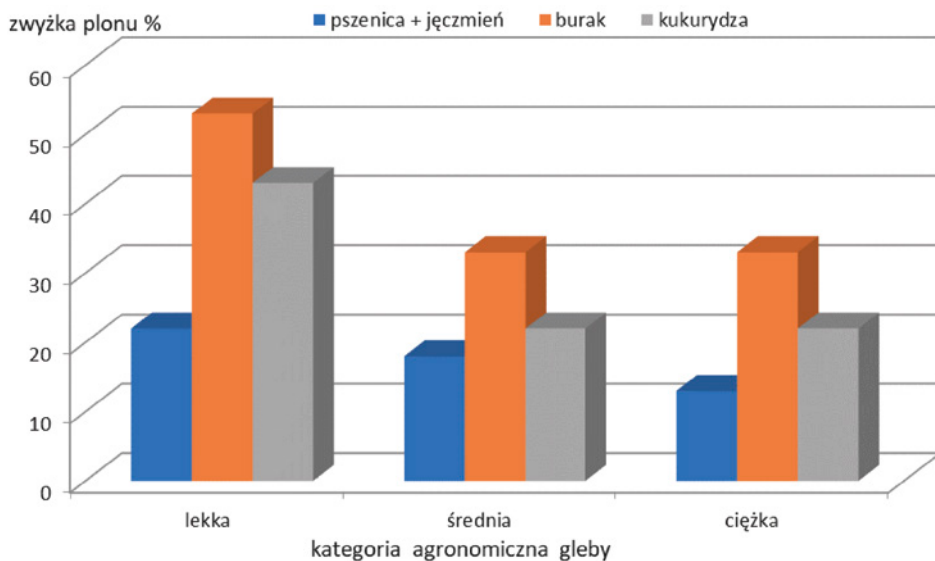
Tabela 1. Optymalne zakresy odczynu gleby dla roślin uprawnych
(źródło: Grzebisz i in. 2005)

Roślina uprawna		Odczyn
Zboża	pszenica	5,5-7,5
	żyto	4,0-6,5
	pszenżyto	5,0-7,0
	jęczmień	6,0-7,5
	owies	4,5-6,0
	kukurydza	5,5-7,0
	gryka	5,0-6,5
Okopowe	burak cukrowy	6,0-7,5
	ziemniak	4,0-6,5
Przemysłowe	rzepak	5,5-7,5
	len	5,5-6,5
	konopie	6,5-7,5
	tytoń	6,5-7,0
Strączkowe	soja	6,0-7,0
	łubin żółty	4,0-6,0
	bobik, fasola, groch, łubin biały	6,0-7,5
Motylkowate, trawy	seradela	4,5-6,5
	lucerna	6,0-7,5
	koniczyna czerwona	5,5-7,0
	koniczyna biała	5,0-6,5
	trawy	5,5-7,0

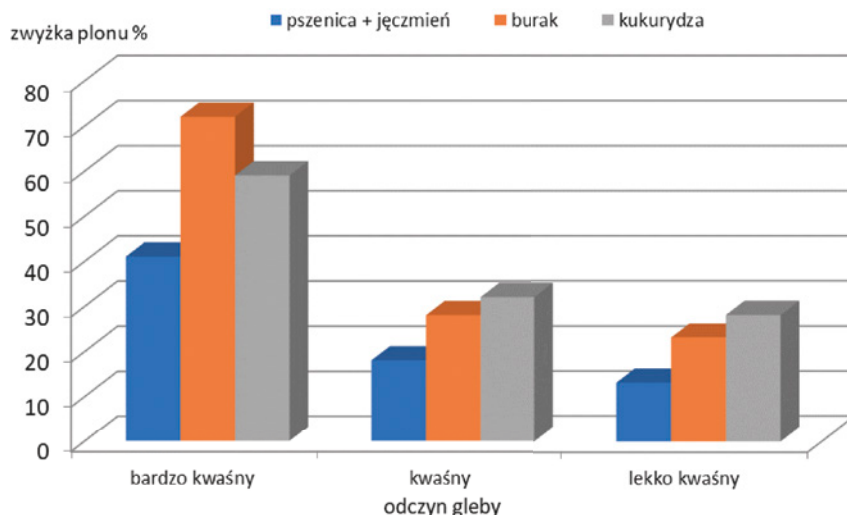
Jak wynika z przedstawionej tabeli rozpiętość wymagań względem pH jest znaczna, dlatego też reakcja poszczególnych gatunków na wapnowanie będzie różna. Pod względem przeciętnej reakcji na wapnowanie możemy wyróżnić rośliny:

- 1) bardzo silnie reagujące na wapnowanie, do nich należy m. in. burak, lucerna, kukurydza, groch siewny, koniczyna (wzrost plonów o około 25 %),
- 2) silnie reagujące (wzrost plonów o około 15%): pszenica, jęczmień, rzepak, bobik, łubin biały i wąskolistny,
- 3) średnio reagujące (wzrost plonów o około 7%): żyto, owies, ziemniak, len, łubin żółty, seradela,

Zwyżki plonów pod wpływem wapnowania tych samych roślin są znacznie większe na glebach lżejszych niż na glebach ciężkich. Reakcja roślin jest również zróżnicowana w zależności od odczynu gleby (rys 1., rys 2.)



Rysunek 1. Efektywność wapnowania w zależności od kategorii agronomicznej gleby (źródło: Fotyma i Zięba 1988)



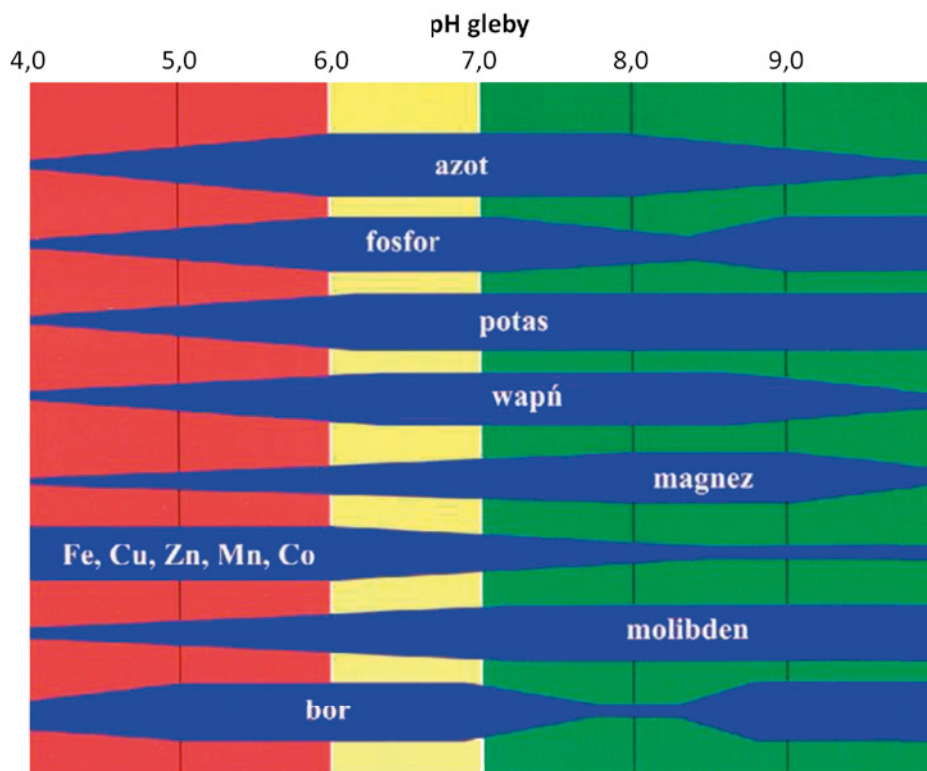
Rysunek 2. Efektywność zabiegu wapnowania w zależności od odczynu gleby (źródło: Fotyma i Zięba 1988)

Oprócz konieczności uregulowania odczynu gleb do poziomu optymalnego dla uprawianych gatunków roślin, bardzo ważne jest stosowanie zrównoważonego nawożenia, uwzględniającego bilans składników i zasobność gleby w przyswajalne dla roślin formy fosforu, potasu i magnezu. Bilans składników po stronie rozchodu uwzględnia ilości wynoszone z pola z plonem głównym i ubocznym uprawianych roślin, a po stronie przychodu ilości wnoszone do gleby w nawozach naturalnych (oborniku, gnojowicy i gnojówce) oraz w nawozach mineralnych.

Wpływ odczynu gleby na dostępność podstawowych składników pokarmowych

Jednym z podstawowych czynników oddziałującym na dostępność składników pokarmowych dla roślin z roztworu glebowego jest odczyn pH gleby. Większość z nich najlepiej pobierana jest w zakresie odczynu od lekko kwaśnego do obojętnego (pH 5,6 do 7,0). Wapnowanie gleby

wpływa korzystnie na szereg właściwości fizykochemicznych i biologicznych. Poprzez właściwości chemiczne rozumie się przede wszystkim stworzenie korzystnych warunków do pobierania składników pokarmowych przez rośliny z roztworu glebowego. Wpływ odczynu gleby na przyswajalność składników pokarmowych jest zróżnicowany (rys 3). Wraz z zakwaszaniem się gleb następuje spadek przyswajalności N, P, K, Mg, Ca oraz mikrośladników Mo i B. Natomiast wraz ze wzrostem pH gleby następuje spadek przyswajalności metali ciężkich: Fe, Zn, Mn i Cu. Spadek odczynu poniżej pH 5,5 prowadzi do wzrostu aktywności jonów glinu i manganu, które mogą toksycznie oddziaływać na rośliny.



Rysunek 3. Odczyn a dostępność składników mineralnych z gleby
(Źródło: Grzebisz i in. 2005)

Wapnowanie w dużym stopniu wpływa na zawartość przyswajalnego fosforu dla roślin. Fosfor w glebie występuje głównie w związkach mineralnych - w postaci fosforanów glinu, żelaza, wapnia i magnezu a także częściowo w postaci organicznej. Fosforany żelaza i glinu są prawie nierozpuszczalne przy odczynie kwaśnym, a fosforany wapnia i magnezu są trudno rozpuszczalne przy odczynie słabo zasadowym. Maksimum przyswajalności fosforu osiąga się zwykle przy wapnowaniu gleby do odczynu słabo kwaśnego lub obojętnego. W glebach ciężkich, w których istotne znaczenie ma sorpcja wymienna kwasu fosforowego, optimum dla przyswajalności fosforu zbliża się do pH 7,0, w glebach piaskowych, w których główne znaczenie ma sorpcja chemiczna przez kationy glinu i żelaza, optimum zbliża się do pH 5,5. Wpływ zabiegu wapnowania na zachowanie azotu w glebie jest złożony. Wapnowanie wpływa na przyspieszenie rozkładu substancji organicznej i na przyspieszenie procesu nityfikacji, które przebiegają intensywniej przy odczynie lekko kwaśnym i obojętnym. Wzrost odczynu gleby sprzyja pobieraniu azotu w formie amonowej. Niski odczyn utrudnia przechodzenie azotu amonowego w formę azotanową. Rośliny wrażliwe na kwaśny odczyn gleby wykształcają słabo rozwinięty system korzeniowy, który nie może skutecznie pobierać jonów azotanowych. Jony te mogą być wymywane w głąb profilu glebowego poza zasięg korzeni i bezpowrotnie tracone. Wraz ze wzrostem odczynu gleby następuje spadek przyswajalności mikroelementów: żelaza (Fe), cynku (Zn), manganu (Mn) i miedzi (Cu), wyjątkiem jest molibden (Mo), którego dostępność wzrasta. W takiej sytuacji niezwykle ważne jest dokarmianie roślin poprzez stosowanie nawozów mineralnych wzbogaconych w mikroelementy lub stosowanie ich w postaci oprysków dolistnych.

Przedstawione wyżej zależności tylko utwierdzają nas w przekonaniu jak niezwykle ważna i istotna jest racjonalna gospodarka składnikami pokarmowymi uwzględniająca właściwy odczyn gleby.

Wpływ odczynu na aktywność biologiczną

Aktywność biologiczna, a zwłaszcza mikrobiologiczna gleb, zależy w dużym stopniu od zakwaszenia. Największa aktywność mikroorganizmów glebowych zachodzi w glebach o odczynie objętym lub lekko zasadowym. Przemiana NH_4^+ do NO_3^- (nityfikacja) jest tego najlepszym przykładem,

bowiem jest procesem najbardziej wrażliwym na niskie pH. W warunkach kwaśnego odczynu procesy mineralizacji i humifikacji materii organicznej są bardzo spowolnione. Odczyn gleby decyduje o liczebności i różnorodności mikroorganizmów oraz aktywności enzymów syntetyzowanych przez te mikroorganizmy. W glebach zakwaszonych znacznie spada szybkość rozkładu organicznych związków węgla, azotu, siarki, fosforu. Staje się to przyczyną spowolnienia obiegu tych biogenów w agroekosystemie. Zasobność i produktywność gleb znacznie się obniża. Zmniejszają się zasoby materii organicznej gleby a jej jakość się pogarsza. Wzrasta udział kwasów fulwowych w próchnicy i na skutek tego rośnie rozpuszczalność kationów zasadowych, takich jak wapń i magnez, co z kolei powoduje zwiększone wymywanie ich w głąb profilu glebowego i dalsze zakwaszenie powierzchniowej warstwy gleby. W tabeli 2 przedstawiono optymalny odczyn dla rozwoju mikroflory w glebie.

Tabela 2. Optymalny odczyn dla rozwoju mikroflory w glebie
(W. Boguszewski, M. Kac-Kacas 1966)

Zasadnicze grupy drobnoustrojów	Drobnoustroje	Odczyn pH optymalny	Dolna granica tolerancji pH
Drobnoustroje rozkładające substancję organiczną	grzyby	4,0-5,0	1,5-2,0
	amonifikatory	6,2-7,0	-
	denitryfikatory	7,0-8,0	-
	nitryfikatory	6,5-7,2	4,8-5,0
	uruchamiające fosfor	6,5-7,2	-

Bakterie asymilujące wolny azot	symbiotyczne		
	lucerny	6,8-7,2	4,9-5,0
	koniczyny	6,8-7,2	4,2-4,7
	grochu	6,5-7,0	4,0-4,5
	wyki	6,5-7,0	4,0-4,5
	łubinu	5,5-6,5	3,2-3,5
	seradeli	5,5-6,5	3,2-3,5
	niesymbiotyczne		
	azotobakter	6,5-7,5	5,5-6,0
	clostridium pasterianum	5,0-7,0	4,7-5,0

Jakkolwiek dolna granica tolerancji dla wielu drobnoustrojów leży poniżej pH 5,0, praktycznie dla żadnej grupy drobnoustrojów nie są to optymalne warunki rozwoju. W przypadku bakterii azotobakter uważa

się, że jest to gatunek wskaźnikowy, świadczący o właściwych warunkach bytowania wszystkich pożytecznych mikroorganizmów. W warunkach gleb polskich ze względu na ich obniżone pH występuje on niezmiernie rzadko.

Znaczenie zabiegu wapnowania dla struktury gleby

W wyniku wapnowania poprawia się struktura gruzełkowata szczególnie gleb ciężkich. Jest to niezwykle istotne dla rozwoju systemu korzeniowego roślin uprawianych szczególnie na glebach zawierających duży udział cząstek ilastych. Związki wapnia z próchnicą cementują gruzełki gleby, uodparniając je na działanie wody. Struktura gruzełkowata umożliwia szybszą penetrację korzenia w głąb profilu glebowego oraz wpływa korzystnie na magazynowanie wody opadowej. W tabeli 3 przedstawiono wpływ wapnowania gliny lekkiej na strukturę gleby. Jak wynika z analizy danych, procent gruzełków o średnicy większej niż 0,25 mm zwiększył się w zależności od wielkości dawki wapna odpowiednio o 15,7 p.p i 28,5 p.p. w odniesieniu do gleby niewapnowanej (29,1%). Zwiększenie udziału drobnych gruzełków w glebie w wyniku wapnowania ma szczególnie duże znaczenie na glebach cięższych. Gleba taka jest mniej podatna na zlepianie się jeśli jest wilgotna i zaskorupianie po jej wysuszeniu. W glebach o uregulowanym odczynie rośliny korzenia się głębiej wobec zwiększenia przewodności, a głęboka uprawa staje się łatwiejsza.

Tabela 3. Wpływ wapnowania na strukturę gleby
(źródło: Boguszewski, Kac-Kacas 1966)

Obiekt doświadczenia	% gruzełków odpornych na działanie wody o średnicy				
	2-3 mm	1-2 mm	0,25-1,0 mm	0,1-0,25 mm	< 0,1 mm
Gleba niewapnowana	1,0	3,9	24,2	25,5	45,4
Gleba wapnowana według 1Hh	2,2	10,1	32,5	23,0	32,2
Gleba wapnowana według 2,5Hh	3,3	12,9	41,4	16,0	25,8

Agrotechnika wapnowania

Podstawową częścią systemu nawożenia jak i ochrony gleb przed degradacją jest doprowadzenie gleby do optymalnego pH poprzez wapnowanie. Zabieg ten wyrównuje straty wapnia wymywanego przez opady oraz wynoszonego z gleby z plonami roślin. Wielkość zalecanych dawek nawozów wapniowych na gleby gruntów ornyczych zależy od odczynu gleby i jej składu granulometrycznego (tab. 4 i 5). Zapotrzebowanie na nawozy wapniowe wynika ze stanu zakwaszenia gleb oraz konieczności doprowadzenia ich odczynu do uznawanego za optymalny dla danej kategorii agronomicznej gleb.

Tabela 4. Przedziały potrzeb wapnowania

Kategoria agronomiczna gleby	pH _{KCl} dla przedziału potrzeb wapnowania				
	konieczne	potrzebne	wskazane	ograniczone	zbędne
Bardzo lekkie	do 4,0	4,1-5,5	4,6-5,0	5,1-5,5	od 5,6
Lekkie	do 4,5	4,6-5,0	5,1-5,5	5,6-6,0	od 6,1
Średnie	do 5,0	5,1-5,5	5,6-6,0	6,1-6,5	od 6,6
Ciężkie	do 5,5	5,6-6,0	6,1-6,5	6,6-7,0	od 7,1

źródło: zalecenia nawozowe. cz. I

Tabela 5. Optymalne dawki nawozów wapniowych w tonach CaO na hektar

Kategoria agronomiczna gleby	Przedział potrzeb wapnowania			
	konieczne	potrzebne	wskazane	ograniczone
Bardzo lekkie	3,0	2,0	1,0	-
Lekkie	3,5	2,5	1,5	-
Średnie	4,5	3,0	1,7	1,0
Ciężkie	6,0	3,0	2,0	1,0

Jednorazowe stosowanie wysokich dawek nawozów wapniowych w praktyce nie jest uzasadnione. Zbyt wysokie dawki mogą wywołać szereg niekorzystnych zmian fizyko-chemicznych gleby. W związku z tym nie zaleca się jednorazowo stosować więcej jak 2/3 zalecanej dawki wapna przy wapnowaniu koniecznym, czyli od 2,0 do 4,0 t CaO/ha w przypadku aplikacji wapna w formie tlenkowej.

Przy wyborze formy nawozu wapniowego i ustaleniu warunków jego zastosowania należy wziąć pod uwagę rodzaj gleby podlegającej wapnowaniu oraz wymagania uprawianej rośliny. Wapno tlenkowe nadaje się przede wszystkim na gleby cięższe, których odczyn zmienia się bardzo powoli. Na tych glebach nie ma niebezpieczeństwa gwałtownej zmiany odczynu, gdyż odznaczają się one wysoką zdolnością buforową, dlatego nie zachodzi ryzyko przewapnowania. Natomiast na glebach lekkich, szczególnie piaskach, bardziej celowe jest stosowanie wapna węglanowego, kredy, które jest znacznie łagodniejsze w działaniu.

Wapno z magnezem

Większość gleb Polski charakteryzuje się niską lub bardzo niską zasobnością przyswajalnego magnezu (Mg), dlatego w sytuacji gdy łącznie występuje kwaśny odczyn i niska zasobność Mg, warto rozważyć wysiew wapna magnezowego. Wapno zawierające magnez zaleca się stosować na

gleby bardzo kwaśne o bardzo niskiej zawartości magnezu przyswajalnego. W zaistniałej sytuacji połowę naliczonej dawki CaO trzeba zastosować w postaci wapna zwykłego, a połowę w postaci wapna magnezowego o stosunku Ca:Mg 3-2:1. Jeśli dysponujemy nawozami o szerokim stosunku Ca:Mg, naliczoną dawkę CaO można zastosować w postaci wapna magnezowego. Na glebach kwaśnych i o niskiej zawartości przyswajalnego Mg 2/3 naliczonej dawki CaO należy zastosować w postaci wapna zwykłego a 1/3 w postaci wapna z Mg. Orientacyjne dawki wapna magnezowego w zależności od zawartości magnezu w glebie i potrzeb wapnowania podano w tabeli 6.

Tabela 6. Optymalne dawki nawozów wapniowo - magnezowych w tonach CaO+MgO* na 1 hektar

Kategoria agronomiczna gleb	Zawartość magnezu w glebie			
	bardzo niska		niska	
	przedział potrzeb wapnowania			
	konieczne	potrzebne	konieczne	potrzebne
Bardzo lekkie	1,5	1,0	1,0	0,7
Lekkie	1,7	1,2	1,2	0,8
Średnie	2,2	1,5	1,5	1,0
Ciężkie	3,0	1,5	2,0	1,0

* o stosunku Ca:Mg jak 3-2: 1 źródło: Fotyma, Zięba 1988

Zasady stosowania wapna zawierającego magnez są takie same jak wapna zwykłego. Wapna zawierające Mg w formie tlenkowej zaleca się stosować na gleby kategorii agronomicznej średniej i ciężkiej, natomiast wapna węglanowe z magnezem na gleby lekkie i bardzo lekkie. Decydując się na wapno węglanowe koniecznie trzeba zwrócić uwagę na rozdrobnienie, gdyż ten parametr w głównej mierze będzie decydował o efektywności działania. Na glebach o uregulowanym pH charakteryzujących się niską

zawartością magnezu przyswajalnego bezpieczniej jest stosować magnez w postaci nawozów bezwapniowych.

Bardzo ważny jest termin wapnowania. Rozsiany nawóz wapniowy ma zlikwidować kwasowość nie warstwy powierzchniowej, ale warstwy ornej, czyli do głębokości 25 cm a nawet 30 cm. Miejsce wapnowania w zmianowaniu zależy od gatunku uprawianej rośliny oraz możliwości organizacyjnych i wymagań agrotechniki. W zmianowaniach z dobozem roślin wrażliwych i bardzo wrażliwych na kwaśny odczyn gleby wapno można wysiać pod każdą roślinę. Jeśli w zmianowaniu występują rośliny mało wrażliwe na zakwaszenie gleby staramy się, aby zabieg wapnowania był możliwie odległy w czasie od uprawy ziemniaka lnu czy łubinu żółtego. Jeżeli jest to możliwe, najlepiej jest zastosować nawóz wapniowy po zbiorze wymienionych roślin. Natomiast w zmianowaniach mieszanych tzn., z uprawą roślin wrażliwych, jak i mało wrażliwych na zakwaszenie, kierujemy się zasadą, aby te ostatnie (mało wrażliwe), przychodziły w pierwszym i następnie w najdalszych latach od wapnowania. W polskim systemie wyróżniamy zespoły uprawek, w związku z tym, zamieszczono wapnowanie w systemie zabiegów agrotechnicznych (tab. 7).

Tabela 7. Miejsce wapnowania w systemie zabiegów agrotechnicznych (Fotyma, Zięba, 1989)

Zespół uprawek	Rodzaj uprawki	Wapnowanie
Przedsięwne (wiosenne)	włótkowanie, bronowanie, kultywatorowanie	nie stosować
Pielęgnacyjne	bronowanie, redlenie, pielenie	nie stosować, wyjątkowo pogłównie na ziemniaki (tylko wapno węglanowe)
Późniwne	podorywka, bronowanie, kultywatorowanie	najlepszy termin stosowania nawozów wapniowych
Przedsięwne (jesienne)	orka siewna, brona, wałowanie	termin dopuszczalny
Przedzimowe	orka przedzimowa	termin dobry, pod warunkiem, że nie stosuje się obornika

Najlepszym terminem stosowania wapnowania jest zespół uprawek późniejszych po spręczeniu zbóż, ze względu na możliwość dobrego wymieszania wysianego wapna z glebą. Jeżeli nie stosuje się obornika lub gnojowicy można wapnować pole w zespole jesiennych uprawek przedsięwziętych przed orką siewną lub przed orką przedzimową. Wyjątkowo można też zastosować wapno węglanowe pogłównie na ziemniaki przed redleniem. Największe przyrosty plonu uzyskuje się w drugim, trzecim roku po wapnowaniu, ale jego pozytywne oddziaływanie na żyzność gleby i plony roślin trwa znacznie dłużej nawet do 6 lat. Nawozy wapniowe możemy wysiewać również w okresie wiosennym, jednakże po aplikacji wapna należy wstrzymać się z wysiewem nasion czy sadzeniem roślin minimum 3 - 4 tygodnie, ponieważ w świeżo wapnowanej glebie zachodzą procesy blokujące przyswajalność niektórych składników pokarmowych, głównie fosforu. W związku z tym, rośliny w początkowej fazie wzrostu mogą być niedożywione. Przy wapnowaniu wiosennym powinniśmy aplikować tylko węglanową formę wapna. Nawozów wapniowych nie można mieszać z nawozami zawierającymi amoniową formę azotu - z takiej mieszanki w warunkach wilgotnych może utleniać się amoniak; z nawozami zawierającymi fosfor rozpuszczalny w wodzie - fosfor może przechodzić w połączenia nierozpuszczalne; z nawozami granulowanymi - nierównomierny rozsiew takiej mieszanki. Nie zaleca się bezpośrednio przed ani tuż po wapnowaniu stosować obornika i gnojowicy. Równoczesna aplikacja tych nawozów powoduje straty azotu oraz uwstecznienie fosforu. Zalecany okres między zabiegami wynosi 8 - 10 tygodni. Jeżeli planujemy aplikację obu nawozów w tym samym czasie to najpierw trzeba zaaplikować wapno, wymieszać go z glebą, a dopiero potem rozrzucić obornik.

Rodzaje środków wapnujących

Środki wapnujące występujące na rynku możemy podzielić wg kilku kryteriów: 1) nawozy wapniowe tlenkowe zawierające wapń w postaci tlenku wapnia CaO lub węglanowe zawierające wapń w postaci węglanu wapnia CaCO_3 . 2) drugi podział zakłada, że wyróżniamy nawozy wapniowe zawierające magnez lub nie zawierające magnezu, tutaj znajdują się zarówno środki wapnujące w formie tlenków jak i węglanów. 3) trzecie kryterium podziału to pochodzenie wapna: z przerobu skał wapiennych, z produkcji ubocznej, tzn. czy jest to rozdrobniona kopalina czy użyteczne odpady przemysłowe. Z rolniczego punktu widzenia bardzo istotny jest

podział tej grupy nawozów na szybko i wolno działające. Do nawozów szybko odkwaszających glebę zaliczane są formy wodorotlenkowe i tlenkowe, a wolno odkwaszające glebę to węglany i krzemiany. Dodatkowo w grupie nawozów wolnodziałających duże znaczenie ma rozdrobnienie nawozu i pochodzenie geologiczne. Środki wapnujące pochodzące z młodszych okresów geologicznych charakteryzują się wyższą aktywnością chemiczną, co przełoży się na szybszy efekt odkwaszający. W tabeli 8 przedstawiono niektóre właściwości chemiczne wybranych skał węglanowych.

Tabela 8. Właściwości chemiczne wybranych skał węglanowych.

Okres geologiczny	Zawartość w suchej masie w %		Siła zobojętniająca w %	Aktywność chemiczna* w %
	CaO	MgO		
Wapienie				
Kambr	54,7	0,1	53,3	15-25
Dewon	55,4	0,8	55,8	20-26
Trias	55,2	0,2	55,0	20-25
Jura	55,4	0,4	53,3	35-46
Kreda	50,0	0,4	47,2	65-98
Dolomity				
Prekambr	30,3	21,8	56,3	9,7
Dewon	31,3	20,8	57,4	9,9
Trias	35,8	16,4	55,0	35,0

* frakcji 0,03-0,2 cm. Źródło: Fotyma i Zięba 1988

Wartość nawozów wapniowych i wapniowo magnezowych zależy m. in. od % zawartości CaO i MgO a więc od pierwiastków które decydują o tzw. sile zobojętniania oraz od rozdrobnienia i pochodzenia geologicznego o tym z kolei mówi aktywność chemiczna.

Siła zobojętniająca (zasadowość ogólna) wyraża zdolność jednostki masy skały lub nawozu do zobojętniania określonej ilości kwasu. Siła zobojętniająca powinna teoretycznie być równa procentowej zawartości CaO w nawozie. Praktycznie siła zobojętniająca może być mniejsza lub większa od teoretycznej. Siła zobojętniająca mniejsza niż % CaO w nawozie pojawia się wówczas, gdy wapń występuje częściowo w postaci soli obojętnej np. siarczanu wapnia (CaSO₄). Siła zobojętniająca większa niż % CaO występuje wówczas, gdy w nawozie obok wapnia występuje magnez. Wynika to z faktu, że tlenek magnezu ma o 40% większą siłę zobojętniającą niż tlenek wapnia (1 t MgO powoduje taki sam efekt odkwaszający w glebie jak 1,4 t CaO). Z tego względu dolomity mają większą siłę zobojętniającą niż wapienie. Oczywiście pod warunkiem, że ulegną rozpuszczeniu w środowisku glebowym i będą wystarczająco aktywne chemicznie.

Aktywność chemiczna to miara szybkości reakcji nawozu wapniowego z glebą. Wyraża się ją w % w stosunku do aktywności świeżo strąconego węglanu wapnia, którą przyjęto za 100%. Cecha ta jest ściśle związana ze stopniem rozdrobnienia surowca, dla tego wyznacza się ją przy ściśle określonej średnicy cząstek. Aktywność chemiczna związana jest ściśle z wiekiem geologicznym surowców wapniowych. Waha się od kilkunastu % dla najstarszych wapieni i dolomitów z okresu prekambryjskiego do prawie 100% dla miękkich skał z okresu kredowego. Wysoka aktywność chemiczna nawozu wapniowego jest jedną z jego najważniejszych właściwości przydatnych dla rolnika. Niska aktywność chemiczna środków wapnujących oznacza, że ich działanie odkwaszające jest powolne i rozłożone w czasie. Często w pierwszych dwóch latach po zastosowaniu tych nawozów działanie to jest słabe. Wysoka aktywność chemiczna młodych wapieni (kreda) często sięgająca do 100% (nawozy tlenkowe około 200%) przesądza o dużej szybkości ich działania.

Szczegółowe wymagania jakościowe dla typów wapna nawozowego znajdują się w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki Dz. U. Nr 183, poz. 1229, załącznik nr 6. Wapna nawozowe można wprowadzać do obrotu także na podstawie Rozporządzenia Komisji (UE) 463/2013 z dnia 17.05.2013 r. (Dz.U.U.E.L.2013.134.1) zmieniające Rozporządzenie (WE) 2003/2003

Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie nawozów w celu dostosowania jego załączników I, II i IV do postępu technicznego.

Podsumowanie

Wapnowanie jest zabiegiem agrotechnicznym, w określonych warunkach (przy bardzo kwaśnym pH) także środowiskowym, który korzystnie wpływa na szerokie spektrum właściwości edaficznych gleby. Gleby o uregulowanym odczynie charakteryzują się zdecydowanie lepszą przyswajalnością i efektywnością wykorzystania składników pokarmowych. Azot i fosfor zastosowany na glebie o uregulowanym odczynie charakteryzuje się znacznie większą efektywnością plonotwórczą. Lepsze wykorzystanie składników pokarmowych z gleby pośrednio przyczynia się do ograniczania wymywania składników biogennych do wód gruntowych czy powierzchniowych (głównie N, P). W konsekwencji wielorakiego oddziaływania wapnowania na funkcjonowanie gleby zwiększa się zarówno potencjał produkcyjny gleb, jak i ograniczony zostaje ujemny wpływ na środowisko nadmiaru biogenów. Optymizmem napawa fakt, że na lata 2019-2023 został ustanowiony program rekompensujący zakup wapna do poprawy jakości gleb bardzo kwaśnych i kwaśnych, dzięki czemu istnieje duża szansa na poprawę jakości gleb użytkowanych rolniczo.

Literatura

1. Boguszewski W.: Wapnowanie gleb. PWRiL, Warszawa 1980. 176 ss.
2. Boguszewski W., Kac Kacas M. Wapnowanie gleb. PWRiL Warszawa 1966. 119 ss.
3. Filipek T.: Przyrodnicze i antropogeniczne przyczyny oraz skutki zakwaszenia gleb. Nawozy i Nawożenie, 2001, 8: 5-26.
4. Filipek T i in. Zakwaszenie i wapnowanie gleb. Fundacja Pomocy dla Rolnictwa FAPA 2015, 236 ss.
5. Fotyma M., i Zięba S. Przyrodnicze i gospodarcze podstawy wapnowania gleb. PWRiL Warszawa 1988, 251 ss.
6. Grzebisz W., Szczepaniak W., Diatta J.B. ABC wapnowania gleb uprawnych. Wyd Prodruk. 2005, ss. 49
7. Grzebisz W., Diatta J. B., Szczepaniak W. Produkcyjne i ekologiczne

uwarunkowania wapnowania gleb gruntów ornycych. Nawozy i Nawożenie, 2006 27: 69-85.

8. Grzebisz W., Szczepaniak W., Diatta J. B. Środowiskowe skutki zakwaszenia gleb uprawnych. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2013, 34(8):19-26.
9. Jadczyzyn T., Ochal P. Zakwaszenie gleb i potrzeby wapnowania. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2013, 34(8):9-18.
10. Ochal P. Regeneracyjne wapnowanie gleb w Polsce. Instrukcja upowszechnieniowa nr 198 IUNG-PIB, Puławy, 2012
11. Ochal P. 2014. Wapnowanie podstawowym elementem dobrych praktyk rolniczych Studia i Raporty IUNG-PIB 2014 z., 37(11), s 9-18
12. Ochal P., Jadczyzyn T., Jurga B., Kopiński J., Matyka M., Madej A., Rutkowska A., Smreczak B., Łysiak M. Środowiskowe aspekty zakwaszenia gleb w Polsce. Puławy 2017 Maszynopis.
13. Zalecenia nawozowe. Cz. I. Liczby graniczne dla wyceny zawartości w glebach makro- i mikroelementów. IUNG Puławy, 1990, P (44).

Milena Kosiec
Starszy specjalista
Mazowiecki Ośrodek Doradztwa Rolniczego

OGÓLNOPOLSKI PROGRAM REGENERACJI ŚRODOWISKOWEJ GLEB POPRZEZ ICH WAPNOWANIE 2019-2023

Wstęp

Zakwaszenie gleb dotyka coraz większych obszarów użytkowanych rolniczo i jest problemem nie tylko poszczególnych krajów, ale również globalnym. W Polsce od wielu lat udział gleb bardzo kwaśnych i kwaśnych przekracza średnio 50% powierzchni użytków rolnych. Jedynym skutecznym sposobem na podniesienie odczynu gleby jest wapnowanie.

Po co wapnujemy glebę?

Wapnowanie gleby jest ważnym zabiegiem agrotechnicznym pozwalającym podwyższyć odczyn pH gleby zbyt kwaśnej, a także uzupełnić w glebie niedobory wapnia przyswajalnego dla roślin, wpływając w ten sposób na wzrost plonu roślin uprawnych.



Podnoszenie świadomości producentów rolnych na temat istoty wapnowania gleb jest bardzo ważnym elementem przeciwdziałania zakwaszania gleb w Polsce. W związku z tym został uruchomiony „Ogólnopolski program regeneracji środowiskowej gleb poprzez ich wapnowanie”, który wesprze działania regeneracyjne gleb zakwaszonych w wyniku oddziaływania czynników antropogenicznych.

Program

Nabór wniosków w ramach programu priorytetowego NFOŚiGW pn. „Ogólnopolski program środowiskowej regeneracji gleb poprzez ich wapnowanie” ruszył od 1 sierpnia 2019 r.

Nabór odbywa się w trybie ciągłym. Terminy, sposób składania i rozpatrywania wniosków są określone w ogłoszeniach o naborze lub w regulaminie naboru, które zamieszczają na stronie internetowej WFOŚiGW. Beneficjentami Programu są rolnicy posiadający użytki rolne o powierzchni nieprzekraczającej **75 ha**, w tym posiadający gleby o odczynie (pH) **poniżej lub równym 5,5**. Badanie odczynu gleby należy wykonać raz na 4 lata, a próbkę pobiera się z powierzchni nie większej niż 4 ha. Dofinansowanie działań regeneracyjnych dla danej działki ewidencyjnej będzie udzielone nie częściej niż raz na cztery lata.

Koszty kwalifikowane obejmują wyłącznie koszty zakupu wapna nawozowego odpowiadającego typom wapna nawozowego, określonego w załączniku nr 6 do rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 8 września 2010 r. w sprawie sposobu pakowania nawozów mineralnych, umieszczania informacji o składnikach nawozowych na tych opakowaniach, sposobu badania nawozów mineralnych oraz typów wapna nawozowego (Dz. U. Nr 183, poz. 1229) oraz środka wapnującego, o którym mowa w przepisach rozporządzenia (WE) nr 2003/2003 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 13 października 2003 r. w sprawie nawozów, z wyłączeniem kosztów transportu i rozsiewania.

Kwoty dofinansowania warunkuje powierzchnia gospodarstwa i przedstawiają się one następująco:

- a) **do 300 zł/t** czystego składnika odkwaszającego (CaO oraz MgO) dla gospodarstw o powierzchni do **25 ha użytków rolnych**,
- b) **do 200 zł/t** czystego składnika odkwaszającego (CaO oraz MgO) dla gospodarstw o powierzchni od **25 ha do 50 ha użytków rolnych**,

- c) **do 100 zł/t** czystego składnika odkwaszającego (CaO oraz MgO) dla gospodarstw o powierzchni od **50 ha do 75 ha** użytków rolnych;

Istotną ubiegania się o dofinansowanie jest odpowiedni pobór próbek gleby, które muszą być pobrane zgodnie z instrukcją opartą o PN R 04031:1997. Pobieranie próbek odbywa się samodzielnie przez rolnika lub przez próbkobiorcę OSChR.

Rola Okręgowej Stacji Chemiczno – Rolniczej

Do zadań OSChR należy przede wszystkim zgromadzenie kompletnych wniosków wraz z wymaganymi informacjami i załącznikami, a także kontrola merytoryczna wniosku spełnienia wymagań określonych w programie. Weryfikacja poprawności merytorycznej wniosku polega na sprawdzeniu poprawności wypełnienia wniosku, sprawdzeniu zgodności zakupionego wapna nawozowego lub środka wapnującego oraz wykonanych przez wnioskodawcę obliczeń zastosowanego wapna nawozowego lub środka wapnującego. Następnie OSChR przekazuje kompletne wnioski do WFOŚiGW. OSChR prowadzi również rejestr opinii oraz złożonych wniosków. Ponadto OSChR wykonuje badania pH dla potrzeb programu oraz wydaje zaświadczenie o zalecanej dawce wapna. Zaświadczenie wydawane jest przez OSChR, która badania wykonała lub właściwą terytorialnie OSChR dla złożenia wniosku.

Dane zawarte w zaświadczeniu służą weryfikacji wniosku o dopłatę w zakresie gleb o pH $\leq 5,5$.

Kwota dopłaty nie może być wyższa niż:

- wynikająca z faktury zakupu wapna lub środka wapnującego
- wynikająca z dawki czystego składnika na każdy ha gleb o pH $\leq 5,5$.

Dopłata udzielana jest do zakupu wapna udokumentowanego fakturą oraz zalecaną dawką wapna wystawioną przez właściwą OSChR.

Zaświadczenie wydawane jest na podstawie badań pH gleby i kategorii agronomicznej, wskazujące przeciętną ilość CaO lub CaO + MgO na ha przebadanych UR w gospodarstwie. Wyznaczona dawka czystego składnika i posiadana powierzchnia UR stanowi podstawę do określenia dopłaty dla gospodarstwa rolnego. Zaświadczenie „Zalecana dawka wapna” wystawiana jest na druku obowiązującym w OSChR.

Rola Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

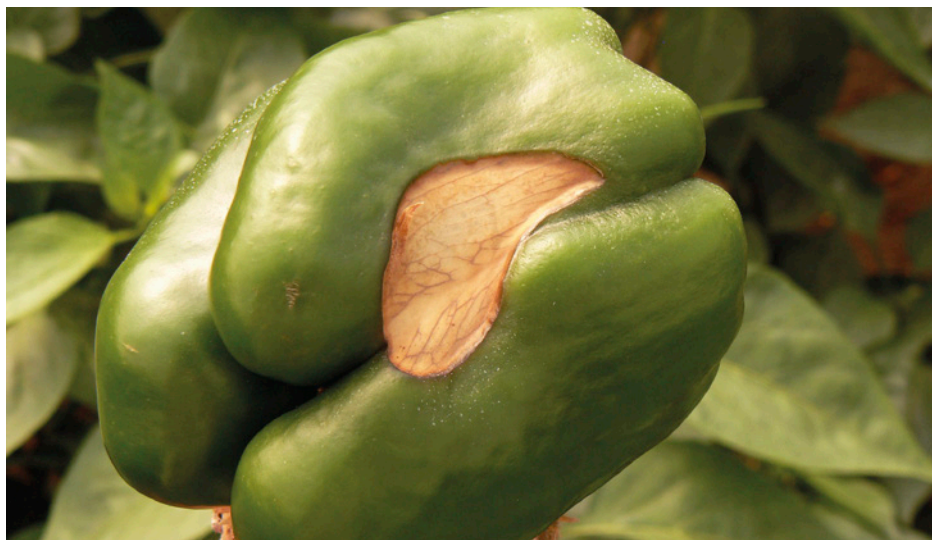
WFOŚiGW jest odpowiedzialny za podjęcie decyzji o dofinansowaniu wniosków przekazanych przez OSChR. Gdy decyzja jest pozytywna odsyła się kopię egzemplarza wniosku do wnioskodawcy (co będzie stanowiło zawarcie umowy). Ponadto WFOŚiGW ocenia wnioski pod względem występowania pomocy de minimis oraz w zakresie spełnienia pozostałych przesłanek Programu. Za wypłatę należnego dofinansowania również odpowiada WFOŚiGW.

Literatura:

Opracowanie na podstawie materiałów prof. dr hab. Wojciecha Lipińskiego - Krajowa Stacja Chemiczno-Rolnicza.

ZNACZENIE WAPNIA W UPRAWIE

Wapń bierze udział w procesach zachodzących w roślinie (wpływa na podziały komórek, ich wzrost, długość, wpływa na prawidłowe działanie chloroplastów i mitochondriów). Odgrywa ważną rolę w pobieraniu i transporcie soli mineralnych w roślinie, wywiera wpływ na właściwości fizyczne i fizyko-chemiczne gleby (odczyn, stosunki wodno-powietrzne, umożliwia zlepianie się cząstek glebowych - tworząc strukturę gruzełkową) zwiększając jednocześnie przyswajalność innych składników pokarmowych. Największe zapotrzebowanie na wapń mają pomidory, papryka oraz warzywa kapustne. Objawy niedoboru tego pierwiastka widoczne są najczęściej na wierzchołkowych częściach rośliny gdyż jego przemieszczanie w roślinie jest bardzo powolne. Młode wierzchołkowe liście wykręcają się, a końce wyginają się do dołu. Często obserwuje się na roślinach zamieranie stożków wzrostu. Na owocach pomidora oraz papryki bardzo popularnym objawem niedoboru wapnia są brązowe, zapadające się plamy, czyli sucha zgnilizna wierzchołkowa (fot. 1).



fot. 1

To najczęściej występująca choroba fizjologiczna w uprawach tych gatunków niosąca ze sobą duże straty finansowe producenta związane ze spadkiem plonu. Przyczyną występującego zjawiska jest niedostateczne odżywienie roślin tym pierwiastkiem lub też rośliny nie mogą go pobrać z podłoża z różnych względów np. zbyt duża zawartość w podłożu magnezu, potasu lub sodu, zasolenie, zbyt niskie pH, niska wilgotność podłoża. Niedobay wapnia na owocach ogórka objawiają się zasychaniem i zniekształcaniem jego końców, a zawiązki stają się jasne, zdrobniałe. Liście przybierają kształt parasola - brzeg liścia ulega ściągnięciu. Przy zbyt kwaśnym odczynie gleby bardzo groźnym patogenem warzyw kapustnych okazuje się kiła kapusty (fot. 2).



fot. 2

Wywołuje ją grzyb z gromady śluzorośla pasożytnicze. Na korzeniach roślin kapustnych tworzą się palczaste narośla wskutek niekontrolowanego wzrostu komórek oraz ich podziałów. Wapnowanie podnosi pH gleby - wówczas zoospory nie mogą kiełkować, co jednocześnie w pewien sposób ogranicza rozprzestrzenianie się choroby.

Tipburn - inaczej zamieranie brzegów liści kapusty pekińskiej to również choroba fizjologiczna wywołana niedostatecznym wysyceniem błon komórkowych wapniem (fot. 3a, 3b). Kapusta, u której występuje to zaburzenie fizjologiczne traci wartość handlową i nie nadaje się do dalszego przechowywania.



fot. 3a



fot. 3b

Tipburn występuje również na sałacie (fot. 4). Objawia się brunatnieniem i zamieraniem brzegów liści najczęściej najbardziej oddalonych od korzenia (co wiąże się z powolnym przemieszczaniem wapnia w roślinie). Zjawisko to może wystąpić wewnątrz główki sałaty lub też na zewnętrznych liściach.

Przy wapnowaniu gleb należy uwzględnić gatunek rośliny, rodzaj gleby i jej pH. Znając te czynniki możemy ustalić odpowiedni poziom wapnowania. W Polsce uważa się, że około 70% gleb jest kwaśnych i wymaga odkwaszenia.



fot. 4

Literatura:

1. J. Borkowski „Zaburzenia fizjologiczne kapusty pekińskiej” - Hasło ogrodnicze - 05/1999.
2. J. Dobrzańska „Ogórki pod osłonami” – 1999.

Fot. 1. Sucha zgnilizna wierzchołkowa na papryce

Fot. 2. Wapnowanie gleb ogranicza występowanie kiły kapusty

Fot. 3a, 3b. „TIPBURN” na kapuście pekińskiej

Fot. 4. „TIPBURN” na sałacie

Notatki:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....