

W. BOGUSZEWSKI, M. KAC-KACAS
Pracownia Nawożenia IUNG w Puławach

UWAGI O PROBLEMACH WAPNOWANIA GLEB W POLSCE

Ocena potrzeb wapnowania

Proces bielicowy był przeważającym procesem glebotwórczym na terenie naszego kraju. W związku z tym gleby kwaśne o pH 5,5 zajmują około 50% powierzchni użytkowanej rolniczo, a gleby słabo kwaśne (pH 5,6—6,5) ponad 30%. Wapnowanie gleb kwaśnych powinno być prawie z reguły jednym z podstawowych zabiegów agrotechnicznych, zmierzających do podniesienia ich żyzności. Wapnowanie gleb słabo kwaśnych również bywa wskazane przy większym udziale w strukturze zasiewów roślin wrażliwych na kwaśny odczyn oraz ze względu na działanie wapna na właściwości fizyczne i fizyko-chemiczne gleby.

Zużycie nawozów wapniowych w rolnictwie polskim wzrosło z 229 tys. ton w 1950/51 r. do 512 tys. ton w 1955/56 r. Następnie zarysował się pewien spadek i w latach ostatnich do 1960 r. zużycie wapna nawozowego wahało się około 400 tys. ton rocznie. W bieżącym pięcioleciu zaopatrzenie rolnictwa w nawozy wapniowe ma szybko wzrastać z 640 tys. ton w 1961 r. do 1500 tys. ton, tj. około 1000 tys. ton CaO w 1965 r.¹

Nasuwa się w związku z tym pytanie, w jakim stopniu wymienione ilości nawozów wapniowych zaspokoją nasze potrzeby w najbliższych latach i jak zapotrzebowanie na wapno będzie zmieniało się w perspektywie dalszych lat. Ustalenie konkretnego zapotrzebowania ogólnego na wapno obecnie, a tym bardziej na przyszłość, jest jednak zadaniem niezmiernie trudnym i podejście do niego zawsze będzie nieco subiektywne.

Do ustalenia pełnego zapotrzebowania rolnictwa w nawozy wapniowe obliczenia powinny iść naszym zdaniem w dwu zasadniczych kierunkach: 1) ustalenie ilości wapna potrzebnej do doprowadzenia gleb kwaśnych do pożądanego odczynu; 2) ustalenie ilości wapna potrzebnej do dalszego utrzymania odczynu na uzyskanym poziomie.

¹ Uchwała KERM w tej sprawie opierała się prawdopodobnie z jednej strony na wnioskach prof. dr B. Kuryłowicza (14), z drugiej zaś na realnych możliwościach naszego przemysłu.

Zapotrzebowanie na wapno do zobojętnienia obecnego zakwaszenia gleb

Dla ustalenia pierwszej niewiadomej brak jest wyników długoletnich doświadczeń z różnymi dawkami wapna. Poza tym nie ma jeszcze dokładnego rozeznania co do powierzchni gleb kwaśnych w Polsce, gdyż stacje chemiczno-rolnicze przebadaly niecałe 40% powierzchni użytków rolnych.

Pewne wstępne, bardzo ogólnikowe wnioski co do ilości wapna potrzebnej do doprowadzenia gleb kwaśnych do $\text{pH}_{\text{KCl}} = 6,0-6,5$ można wysunąć na podstawie doświadczeń przeprowadzonych w krajach sąsiednich, a więc przede wszystkim w ZSRR i w Niemczech, przyjmując wyniki badań stacji chemiczno-rolniczych, przeprowadzonych do tej pory, za reprezentatywne dla całej powierzchni uprawnej w Polsce. Zakładamy więc, że 50% powierzchni gleb uprawnych, czyli około 8 mln ha, są to gleby mocno kwaśne i kwaśne, 30% zaś, czyli około 5 mln ha, są to gleby słabo kwaśne. Jeżeli przyjmiemy zgodnie z tabelami 1 (11) i 2 (19) średnią normę wapnowania dla gleb mocno i średnio kwaśnych 3 tony CaCO_3 /ha (około 1,7 ton CaO /ha), a dla gleb słabo kwaśnych około 1 tony CaCO_3 /ha (0,6 ton CaO /ha), to ogólna ilość CaCO_3 potrzebna do doprowadzenia tych gleb do $\text{pH} 6,0-6,5$ stanowiłaby około 29 mln ton CaCO_3 , czyli 16,2 mln ton CaO . Przy obliczeniach tych oparliśmy się na dominującej przewadze gleb lekkich w Polsce.

Tabela 1

Dawki CaCO_3 t/ha, zalecane przez Centralny Instytut Nawożenia, Uprawy i Gleboznawstwa ZSRR (11)

Skład mechaniczny gleby	pH_{KCl}						
	<4,5	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	— 5,5
Gleby lekkie (piaski gliniaste i gliny lekkie)	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0		2,0
Gliny średnie i ciężkie (mocne)	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0		3,5

Tabela 2

Dawki CaCO_3 t/ha według zaleceń Instytutu Rolniczego Doświadczalno-Badawczego w Lipsku (19)

Skład mechaniczny gleby	pH					
	4,5	4,8	5,0	5,2	5,5	6,0
Piaski	2,0	1,5	1,0	1,0	0,5	—
Piaski gliniaste	3,5—5,0	3,0—4,0	2,5—3,5	2,0—3,0	1,0—2,0	0,5
Gliny lekkie i średnie	6,5—9,5	5,0—7,5	4,5—6,5	3,5—5,5	3,0—4,5	1,0—2,5
Gliny b. ciężkie	10	8,5—10,0	7,5—9,5	6,5—8,0	5,0—6,5	3,0

Przyjęte przez nas normy w porównaniu z dawkami z tabeli 1 są raczej skromne. Dla północno-zachodniej strefy ZSRR, gdzie klimat jest wilgotniejszy i wymywanie zasad z gleby szybsze, stosuje się większe dawki: od 2,5 do 8,0 ton CaCO_3/ha , w zależności od kwasowości i składu mechanicznego gleby (11).

Należy przy tym zaznaczyć, że dawki zalecane w ZSRR i Niemczech uwzględniają w wysokim stopniu produktywność jednostki nawozu wapniowego. Jeżeli chodzi o otrzymanie maksymalnego efektu wapnowania, to jest on osiągnięty często dopiero przy bardzo wysokich dawkach. Np. w doświadczeniu przeprowadzonym w Stevenage, Herts (w Anglii) zwiększenie dawek wapna do rzędu 20 ton CaCO_3/ha wywoływało jeszcze wyższą plon (tabela 3).

Tabela 3

Plony roślin przy różnych dawkach wapna (4)

Rok	Roślina	Jednostka	Kreda mielona ton/ha				
			0	4,38	8,75	17,50	26,25
1935	mieszanka (siano)	q/ha	31,9	57,5	74,0	82,5	84,1
1936	buraki pastewne (korzenie)	t/ha	43,0	62,2	72,7	78,7	79,0

Pozytywne wyniki z wysokimi dawkami wapna otrzymano i w innych doświadczeniach przeprowadzonych w Anglii (4). W ZSRR przeprowadzono szereg doświadczeń długoletnich (9, 11), między innymi i w warunkach klimatyczno-glebowych bardzo zbliżonych do naszych (8); w niektórych z nich także zanotowano znaczną efektywność wysokich dawek nawozów wapniowych.

Z drugiej strony jednak w doświadczeniach mających na celu doraźny efekt wapnowania (zwyżki plonów w ciągu 1—2 lat) bardzo często okazują się wystarczające zupełnie niskie dawki wapna. Przeciętnie z 67 doświadczeń terenowych według zestawienia Boguszewskiego (2) małe dawki (3—8 q CaO) wywoływały zwyżki plonu 2,1 q w przeliczeniu na ziarno zbóż, podwójne dawki (6—15 q CaO) — 2,4 q, czyli efektywność zwiększenia dawek była zupełnie nieznaczna.

Wymieniona wyżej ilość 16,2 mln ton CaO dotyczy akcji jednorazowej, mającej na względzie zmeliorowanie chemiczne gleb. Ilość nawozów wapniowych stosowanych corocznie w tym celu zależałaby od tego, w jak szybkim tempie pragniemy go osiągnąć.

Jak zaznaczyliśmy powyżej, część zużywanego przez rolnictwo wapna równoważy postępujące zakwaszenie gleb i tylko pozostała część powoduje zasadnicze przeobrażenie chemicznych właściwości gleb. Dlatego planowanie czasokresu tego przeobrażenia w skali krajowej może być

dokonane jedynie w powiązaniu z obliczeniem, jaka ilość wapna będzie potrzebna do zrównoważenia bieżącego zakwaszania gleb. Przechodzimy więc do rozpatrzenia tej drugiej pozycji zapotrzebowania na wapno.

Zapotrzebowanie na wapno do zapobieżenia dalszemu zakwaszeniu gleb

Utrzymanie odczynu na osiągniętym poziomie polega na systematycznym uzupełnianiu bieżących ubytków wapnia z gleby + dodatkowe wprowadzenie wapna celem neutralizacji kwasowości innych nawozów. Mówiąc o ubytkach wapnia, zastrzegamy się, że rozpatrujemy je nie z punktu widzenia jako pierwiastka potrzebnego roślinom, gdyż wskutek równowagi chemicznej będzie on zawsze w pewnej ilości obecny w kompleksie sorpcyjnym i dostępny roślinom, ale przede wszystkim z punktu widzenia wapnia jako aktywnego regulatora kwasowości glebowej. Ubytki wapnia odbywają się dwiema drogami: pobieranie przez rośliny i wylugowanie z gleby wraz z przesiąkiem wody.

Pobieranie CaO przez rośliny stanowi mniej istotną pozycję. W 1960 r. zbiory zbóż w całym kraju zawierały niepełnych 120 tys. kg CaO, zbiory ziemniaków — 100 tys. ton, zbiory buraków — 20 tys. ton, zbiory roślin motylkowych — 100 tys. ton (tabela 4).

Stosunek procentowy ilości wapnia zawartych w głównych i ubocznych częściach plonów przedstawia się następująco (5, 10):

Roślina	Nasiona, bulwy, korzenie	Słoma, łęty, liście
Zboża	15	85
Rzepak	20	80
Łubin	13	87
Groch	6	94
Ziemniaki	13	87
Buraki cukrowe	43	57

Jak widzimy, znaczna część wapnia zawarta jest w ubocznych częściach plonów, przeznaczonych na paszę albo ściółkę i pozostających w gospodarstwie. Stosunkowo dużo wapnia zawierają rośliny pastewne skarmiane w całości w gospodarstwie (motylkowe i inne). Tylko w plonach buraka istotna ilość wapnia zawarta jest w korzeniach wywożonych z gospodarstwa, ale i w tym wypadku znaczna część tej ilości wraca z wtyłokami. Ponieważ związki wapnia są mało rozpuszczalne, straty tego pierwiastka na drodze od sprzętu plonów z pola do przywiezienia na pole z powrotem z obornikiem, w przeciwieństwie do strat azotu i potasu, są stosunkowo nieznaczne.

Uwzględniając nawet rozchód kilku procent tego wapnia z produkcją zwierzęcą, można liczyć, że co najmniej 70% wapnia pobieranego przez rośliny z gleby pozostaje w gospodarstwie i wraca do gleby z obornikiem. Ilość wapnia wywożonego z płodami rolnymi z gospodarstw rolnych w całym kraju osiągałaby według tych założeń 110 tys. ton CaO rocznie (tabela 4). Gdy zaś uwzględnimy tylko powierzchnię gleb uprawnych kwaśnych, gdzie ubytek CaO jest szkodliwy i wymaga uzupełnienia, tj. 13 mln ha, to ilość ta zmniejszy się do 90 tys. ton CaO rocznie. Być może jest ona jeszcze mniejsza, gdyż rośliny, z którymi wynosimy większe ilości CaO, jak np. buraki cukrowe lub rośliny oleiste, są uprawiane właśnie na glebach lepszych, mniej kwaśnych.

Tabela 4

Pobieranie CaO przez rośliny*

Roślina	Zawartość CaO (w kg) w 1 q plonu produktu głównego i ubocznego	1 9 6 0			Zawartość CaO w zbiorach w tys. ton
		powierzchnia zasiewów w tys. ha	plony q/ha	zbiory tys. ton	
1. Zbożowe	0,80	9233	16,0	14773	118
2. Strączkowe	2,50	355	10,0	355	9
3. Ziemniaki	0,25	2877	131,0	37689	94
4. Buraki cukrowe	0,15	401	256,9	10302	15
5. Oleiste	3,00	146	11,1	162	5
6. Siano motylkowych	2,00	1401	34,8	4875	97
7. Kukurydza	0,40	130	300,0	3900	16
8. Okopowe	0,10	204	200,0	4080	4
Łącznie					358

* Pobieranie CaO przez rośliny obliczono uwzględniając zawartość CaO w roślinach na podstawie (5) i (10).

Wielkością zupełnie innego rzędu jest ubytek wapnia przez wymywanie. W literaturze rolniczej podawane są bardzo różne wielkości od 50 do 1000 kg CaO/ha. Duże wahania są w zupełności wytłumaczalne, zależą one od warunków przyrodniczych (klimat, gleba, ukształtowanie terenu) i gospodarczych (intensywność, rodzaj uprawy i nawożenia). W Anglii na podstawie zmian w zawartości wapnia na różnych glebach stwierdzono straty z ha w glebie 0,87—5,00 q CaO/ha oraz na podstawie badań w lizymetrach 0,87—2,25 q CaO rocznie (4). Większe straty stwierdzano przede wszystkim na glebach wapnowanych.

W ZSRR w okręgu leningradzkim w długoletnim doświadczeniu z wapnowaniem (12) pH gleby w obiekcie kontrolnym (bez wapnia) w ciągu 12 lat doświadczenia nie uległo wyraźnym zmianom, jak również nie

zwiększyła się kwasowość hydrolityczna. Należy przypuszczać, że przy niskim wyjściowym pH (pH w KCl = 4,6), a więc niskim nasyceniu wapniem kompleksu sorpcyjnego, wapń jest na tyle silnie utrzymywany przez koloidy gleby, że ulega wyługowaniu tylko w nieistotnych ilościach. Zupełnie inne wyniki uzyskano w tym samym doświadczeniu przy analizie gleby zwapnowanej, zarówno obniżenie pH, jak i wzrost kwasowości, były istotne. Wpływ 2 ton węgla wapnia na własności chemiczne gleby po 12 latach zanikał prawie zupełnie. Można więc sądzić, że około 2 ton węgla wapnia ulegało w tym czasie wyługowaniu, czyli około 90 kg CaO rocznie. Według Köhneleina (13) w badaniach w lizymetrach w Kiel wymywanie wapna z piasku próchnicznego wynosiło w zależności od stosowanej dawki wapna (dawki wysokie) 122—171 kg CaO, z gliny spiaszczonej 147—230 kg. Należy podkreślić, że w lizymetrach zachodzi tylko przesiąkanie, a nie ma podsiąkania, straty substancji ulegających wymywaniu są więc zawyżone.

W doświadczeniu statycznym w Berlin-Dahlem (24) na piasku gliniastym, przy stosowaniu w ciągu 4-letniej rotacji 120 kg N w siarczanie amonu i 130 kg N w saletrze sodowej, nastąpiło w ciągu 30 lat silne zakwaszenie gleby: pH spadło w obiektach z obornikiem z głęboką orką z 7,0 do 5,4, w obiektach bez obornika i z orką płytką z 6,1 do 3,9. Według danych i norm niemieckich w ostatnim wypadku trzeba byłoby zwapnować glebę dawką 32—44 q CaO/ha, aby doprowadzić ją do wyjściowego poziomu wskaźników kwasowości, co by stanowiło 100—150 kg CaO/ha rocznie. Jednakże w serii wapnowanej straty wapna musiały być niewspółmiernie wyższe: przy przeciętnym poziomie wapnowania 540 kg CaCO₃, czyli 300 kg CaO rocznie, nie następowała alkalizacja gleby, można nawet stwierdzić bardzo lekkie zwiększanie kwasowości.

W doświadczeniu statycznym w Dikopshof (3) na glebie brunatnej o zawartości 25% części spławialnych po 45 latach doświadczenia o wyjściowym pH około 7,0 zawartość wapnia w glebie w obiektach nie wapnowanych nie uległa istotnym zmianom. Zwiększenie zawartości CaO w obiektach wapnowanych wynosiło zaledwie 25% od ilości wprowadzonej z nawozami wapniowymi (22 ton CaO w ciągu 45 lat), czyli wyługowaniu ulegało około 350 kg CaO/ha rocznie. Należy uwzględnić, że roczna suma opadów w Dikopshof wynosi 620 mm, czyli więcej niż na większej części terenu naszego kraju, oraz że wyjściowe pH wynosiło 7,0, czyli wapnowanie było w zasadzie zbędne.

W doświadczeniu statycznym w Lauchstädt (1) po 52 latach intensywnej uprawy przy nawożeniu azotowym w postaci saletry nie nastąpiło istotne zakwaszenie, pH w serii nie wapnowanej wynosiło w różnych obiektach nawozowych 6,6—7,1, w serii wapnowanej — odpowiednio 7,1—7,4. Przy stosowaniu intensywnego nawożenia azotowego w postaci

siarczanu amonu, pH odpowiednio obniżyło się do 6,0, a w serii bez obornika nawet do 5,0 (bez obornika dawki N były wyższe), przy czym silne zakwaszenie sięgało na głębokość 40 cm.

Z powyższego przeglądu wieloletnich doświadczeń można sądzić, że w warunkach, gdzie nie wprowadzamy czynników specjalnie wpływających na zmiany kwasowości gleby (nawożenie fizjologicznie kwaśne z jednej strony i wapnowanie z drugiej), zakwaszenie gleb postępuje bardzo wolno, a straty wapna są niewielkie. Należy przypuszczać, że na glebach znajdujących się w ekstensywnej uprawie nastąpiła względna stabilizacja ilości wapna. Gdyby było inaczej, czyli gdyby straty wapna były duże, tzn. po kilkaset kilogramów CaO z ha rocznie, gleby bielcowe doszłyby w ciągu kilkudziesięciu lat do zupełnego spadku produktywności, a w każdym razie do zupełnej nieprzydatności do kultury roślin wrażliwych na odczyn kwaśny. Zawartość Ca wymiennego w piaszkowych glebach bielcowych często nie przekracza 2 milirówn. (16). 2 milirówn. na 100 g gleby stanowi 1680 kg CaO na ha warstwy ornej, czyli przy jakiegokolwiek bądź mierze istotnych stratach wapnia przez ługowanie uległby on wyczerpaniu w ciągu kilkunastu lat. Na uzupełnienie zawartości wapnia wymiennego z innych form w glebach kwaśnych niewiele można liczyć: wapń wymienny może stanowić w tych glebach ponad 50% wapnia rozpuszczalnego w 10% kwasie solnym.

Dla warunków polskich nie posiadamy dostatecznie udokumentowanych danych ani odnośnie zmian w zawartości wapnia w glebie na przestrzeni szeregu lat, ani odnośnie ilości wapnia ulegających ługowaniu. Badania Gerlacha w lizymetrach w Bydgoszczy na różnych glebach wykazały ubytek wapnia z przesiąkiem wody średnio z 2 lat 50—220 kg CaO w przeliczeniu na ha rocznie (7). W ciągu tych 2 lat gleby ugorowały przez 20 miesięcy, co oczywiście musiało wpłynąć w wysokim stopniu na zwiększenie przesiąku, a więc i zwiększenie ilości ługowanego wapnia. Z drugiej strony jednak Bydgoszcz znajduje się w suchym rejonie; na Pojezierzu oraz w południowych rejonach kraju o znacznie wyższej ilości opadów ługowanie może być intensywniejsze niż w warunkach klimatycznych Bydgoszczy.

Z powyższych danych i rozważań wynika, że w warunkach obecnych, to znaczy przy bardzo małej powierzchni gleb zwapnowanych, rocznie wymywa się przeciętnie nie mniej niż 50 kg CaO z ha, na powierzchni 13 mln ha — stanowi to w skali państwowej 650 tys. ton CaO.

Obliczając potrzeby wapna na zrównoważenie bieżącego zakwaszania gleb musimy wziąć też pod uwagę działanie nawozów, które zakwaszają glebę fizjologicznie albo chemicznie (nawozy potasowe i większość nawozów azotowych) lub na odwrót — zmniejszają jej kwasowość (nawozy fosforowe z wyjątkiem superfosfatu).

Tabela 5

Wpływ stosowania różnych nawozów mineralnych na kwasowość gleby*

N a w ó z	K	1 9 6 0		
		a	b	c
A. Nawozy azotowe				
Saletrzak (25%)	0,0	98,4	393,6	—
Saletra amonowa (34,0%)	+0,50	95,2	279,9	+139,9
Saletra wapniowa (15,5%)	—0,20	13,0	83,8	—16,8
Mocznik (46%)	+0,60	0,4	0,9	+0,5
Azotniak (20,5%)	—1,25	36,0	175,7	—219,6
Siarczan amonu (21%)	+1,00	27,0	128,5	+128,5
Ogółem	—	—	—	+32,5
B. Nawozy fosforowe				
Superfosfaty pyliste (18%)	0,0	81,5	453,1	—
Superfosfaty granulowane (18%)	0,0	44,2	245,7	—
Superfosfaty wzbogacone (40%)	0,0	—	—	—
Supertomasyna (28%)	—0,37	63,1	225,3	—83,3
Mączka fosforytowa (15%)	—0,27	9,5	63,4	—17,1
Fosforan dwuwapniowy (30%)	—0,10	—	—	—
Ogółem				—100,4
C. Nawozy potasowe i kompleksowe				
Potasowe (40%)	+0,3	300,0	750,0	+225,0
Kompleksowe (13, 13, 13)	+0,3	—	—	—
Ogółem				+225,0
Wszystkie nawozy łącznie				+157,1

* K — Ilość CaCO_3 w q potrzebna do zobojętnienia 1 q stosowanego nawozu (+), albo ilość CaCO_3 w q, działaniu której równa się alkalizujące działanie 1 q stosowanego nawozu. (—).

a — Zużycie nawozów mineralnych w tys. ton rocznie w przeliczeniu na czysty składnik — N, P_2O_5 , albo K_2O .

b — Zużycie nawozów mineralnych w tys. ton rocznie.

c — Ilość CaCO_3 w tys. ton potrzebna do zobojętnienia całej masy towarowej rocznie stosowanych nawozów mineralnych (+), albo — ilość CaCO_3 w tys. ton, działaniu której równa się działanie stosowanych nawozów mineralnych (—).

Współczynnik K był ustalony na podstawie tabeli przytoczonej przez Kornilowa (11) z uwzględnieniem innych prac (4, 17). Biorąc pod uwagę te ostatnie, współczynnik K przytoczony przez Kornilowa został przez nas zmniejszony dla niektórych kwaśnych nawozów azotowych i potasowych oraz założyliśmy, że superfosfat nie działa na glebę ani zakwaszająco, ani zasadowo.

Jak wynika z tabeli 5, stosowany obecnie asortyment nawozów przyczynia się do zakwaszenia gleby. Zakwaszające działanie nawozów azotowych i potasowych wymaga do zobojętnienia 257 tys. ton CaCO_3 , tj. 144

tys. ton CaO, alkalizujące działanie nawozów wynosi 100 tys. ton CaCO₃, tj. 56 tys. ton CaO, czyli w ostatecznym wyniku do zubożenia zakwaszającego działania nawozów mineralnych potrzeba by było 157 tys. ton CaCO₃, tj. 88 tys. ton CaO. Biorąc pod uwagę tylko powierzchnię gleb kwaśnych wymagających wapnowania, liczbę tę należałoby zredukować do 70 tys. ton CaO, tym bardziej, że nawozy chemicznie lub fizjologicznie kwaśne są, a przynajmniej powinny być, stosowane przede wszystkim na glebach obojętnych.

W ten sposób ogólna ilość CaO potrzebna do powstrzymania procesu dalszego zakwaszenia gleby wynosiłaby obecnie: 1) do kompensacji ilości tego składnika pobieranych przez rośliny 90 tys. ton; 2) do zrównoważenia ilości tego składnika ulegających ługowaniu z warstwy ornej gleby — 650 tys. ton i 3) do zubożenia działania nawozów mineralnych — 70 tys. ton — ogółem 810 tys. ton CaO. Należy uwzględnić, że pozycje 2 i 3 tego obliczenia zająają się, arytmetyczne ich sumowanie może być źródłem pewnych błędów. Ponieważ jednak całe obliczenie jest tylko grubo orientacyjne, możemy się pogodzić z tą niedokładnością.

Wpływ zmian w gospodarce rolnej na potrzeby wapnowania

Pozostaje do rozważenia, w jakiej mierze zmiany zachodzące w gospodarce rolnej wpłyną na zmiany w potrzebach wapnowania.

W perspektywie najbliższego dwudziestolecia ma się zmienić struktura zasiewów (mniej zbóż i ziemniaków, więcej przemysłowych i pastewnych, w tym głównie kukurydza i motylkowe). Plony mają wzrosnąć w przybliżeniu o 50%. Wzrost plonów będzie się odbywał wskutek wprowadzenia racjonalnej struktury zasiewów, a więc i racjonalniejszych zmianowań, ulepszonej agrotechniki, bardzo wielkiego zwiększenia ilości stosowanych nawozów, doboru najwydajniejszych odmian, a także innych poczynań i zabiegów zmierzających do podniesienia kultury i żyzności roli oraz wydajności gospodarstwa rolnego.

1. **Z m i a n y w s t r u k t u r z e z a s i e w ó w:** zwiększenie powierzchni pod uprawą roślin przemysłowych, motylkowych, kukurydzy zamiast ziemniaków wpływa na zwiększenie potrzeb wapnowania, gdyż na znacznej części powierzchni gleby o kwasowości odpowiedniej dla obecnej struktury zasiewów okażą się zbyt kwaśne dla nowej struktury. Nie sposób jest obliczyć wpływu tego czynnika ilościowo, trzeba go jednak mieć na uwadze.

2. W tym samym kierunku będą prawdopodobnie działać **z m i a n y w a s o r t y m e n c i e o d m i a n.** Odmiany bardziej intensywne, czyli o wyższej możliwości wydawania wysokich plonów, wymagają z reguły lepszego środowiska, a więc w większości wypadków należy się u nich spodziewać większej wrażliwości na zakwaszenie gleby.

3. Z podniesieniem poziomu plonów idzie w parze odpowiednie z większanie pobrania przez rośliny składników pokarmowych, w tym i wapnia. Można orientacyjnie przypuszczać, że ilość CaO pobrana przez plony roślin w ciągu najbliższych dwudziestu lat wzrośnie dwukrotnie.

4. Następną pozycją jest wymywanie wapna do głębszych warstw gleby. Na ilość CaO wymytego z gleby będzie wpływać cały szereg dodatkowych czynników:

a. **Uprawa mechaniczna.** W parze z ogólnym podniesieniem kultury roli i z mechanizacją rolnictwa będzie niewątpliwie postępować pogłębianie orki. Czynnik ten może wywierać istotny wpływ na zahamowanie strat wapna przez ługowanie. Przy orce na głębokość 15 cm wapń, przesuwany się z warstw powierzchniowych w dół wskutek procesów eluwalnych, po osiągnięciu głębokości 15 cm jest już stracony dla rolnictwa, gdyż ulega dalszemu ługowaniu, a nie wraca na powierzchnię w wyniku orki. Przy orce na 30 cm droga ługowania z warstwy wierzchniej jest dwa razy dłuższa, a więc możliwości strat wapnia odpowiednio mniejsze. Pogłębienie warstwy ornej wpływa ponadto na zwiększenie pojemności wodnej tej warstwy, z czym jest związane zmniejszenie przesiąku wody, a więc również zmniejszenie strat wapnia.

b. Wskutek wzrostu poziomu plonów i pewnych zmian w strukturze zasiewów prawdopodobnie zwiększy się zużycie przez rośliny wody na transpirację, a więc zmniejszy się przesiąk. W tym samym kierunku będzie działać planowane zwiększenie powierzchni pod uprawę międzyplonów. Równoległe do zmniejszenia przesiąku będą się zmniejszać straty wapnia przez ługowanie.

c. Trzecim czynnikiem wpływającym na ługowanie wapnia i to bardzo ważnym, a działającym w kierunku odwrotnym niż pierwsze dwa, jest sam proces wapnowania. Widać to najwyraźniej z wyników uprzednio cytowanych doświadczeń w Berlin-Dahlem (24) i Dikopshof (3). Po zwapnowaniu proces ługowania wapnia przebiega intensywniej i są potrzebne znacznie większe ilości wapna do utrzymania odczynu gleby na zmienionym poziomie.

Biorąc pod uwagę, że w ciągu najbliższych dwudziestu lat większość gleb ma być przewapnowana i opierając się na wynikach uprzednio wspomnianych badań (3, 24), można sądzić, że przeciętna ilość wapna ługowanego z gleby rocznie wzrośnie przynajmniej 1,5 razy. Jest to szacunek bardzo skromny, ale uwzględniamy wpływ omówionych wyżej czynników ograniczających wymywanie wapna. W szacunku tym nie uwzględniliśmy bezpośredniego wpływu nawożenia na gospodarkę wapniem w glebie i potrzeby wapnowania. Zagadnieniu temu poświęcamy następny rozdział.

5. Wzrost intensywności nawożenia. Intensywność nawożenia podstawowymi składnikami nawozowymi N, P i K może istotnie wpływać na rozmiary strat wapnia i na potrzeby wapnowania. Wpływ ten jest jednak bardzo złożony.

Na glebach mocno kwaśnych, zwłaszcza zawierających istotne ilości glinu ruchomego, ujemne wpływy związane z wysoką kwasowością mogą być decydującym czynnikiem ograniczenia plonu. W tych warunkach skuteczność nawożenia podstawowymi składnikami będzie bardzo niska i po zastosowaniu wapnowania wzrośnie. Jako przykład można przytoczyć wyniki już cytowanego doświadczenia w leningradzkim rejonie (12), gdzie na glebie o pH w KCl = 4,3 i kwasowości hydrolitycznej = 8,2 milirówn./100 g sumy zwyżek plonów na NPK za okres trzech lat wynosiły:

bez CaCO ₃	—	14,0 q
przy wapnowaniu 2 tony CaCO ₃	—	22,8 q
„ „ 4 „ „	—	25,8 q
„ „ 6 „ „	—	31,0 q

W cytowanym doświadczeniu wapnowanie wpłynęło dodatnio na efektywność nawożenia. Podobne zjawiska, jak podkreśliliśmy, zachodzą raczej na glebach bardzo kwaśnych o bardzo niskiej kulturze. Nie tylko kwaśna reakcja, ale całokształt czynników kultury jest tam zły, co nie stwarza warunków dla dobrej skuteczności nawozów. Wapnowanie, jako najważniejszy spośród zabiegów zmierzających do podniesienia kultury gleb kwaśnych, wpływa na zmianę warunków w kierunku bardziej korzystnym dla efektywności nawożenia. W tych warunkach zarówno skuteczność nawożenia na tle wapnowania, jak i skuteczność wapnowania na tle nawożenia podstawowymi składnikami, wzrastają. Należy przypuszczać, że z takim układem warunków spotkamy się na glebach bardzo kwaśnych i o niskiej kulturze. Gleby te zajmują mniejszą część powierzchni podlegającej wapnowaniu.

Częściej jednak występuje odwrotne zjawisko, przynajmniej w odniesieniu do nawożenia fosforem i azotem. Unieruchomienie kwasu fosforowego wskutek powiązania półtoratlenkami jest na ogół silniejsze od unieruchomienia na glebach o odczynie zbliżonym do obojętnego przez wytwarzanie fosforanów wapnia. Zakres najniższej rozpuszczalności fosforanów półtoratlenków znajduje się w granicach pH 3—4. Podwyższenie pH wywołuje uruchomienie kwasu fosforowego w glebie, a więc zwiększenie wykorzystania fosforu glebowego. Potrzeba nawożenia fosforem przeważnie się zmniejsza i skuteczność jego obniża się. W cytowanym już doświadczeniu w Berlin-Dahlem (23) istotne zwyżki plonów na nawożeniu fosforowym otrzymano tylko w obiektach nie wapnowanych. W 40-letnim doświadczeniu w Stacji Doświadczalnej Ohio, cytowanym przez Truoga

(25), skuteczność nawożenia fosforem wszystkich ziemiopłodów, z wyjątkiem koniczyny, w serii wapnowanej obniżyła się, i odwrotnie — efekt wapnowania na tle nawożenia fosforowego zmniejszył się. Według Pearsona (18) wapnowanie wpływa na spadek ilości fosforu w glebie przechodzącej do obojętnego wyciągu (NH_4F) i wzrost ilości przechodzącej do kwaśnego wyciągu (H_2SO_4). Zjawisko to również wskazuje na uruchomienie fosforanów półtoratlenków. Steward i Pearson wykazują zwiększenie pobrania fosforu z gleby i zmniejszenie pobrania fosforu z nawozu wskutek wapnowania (18).

Wpływ wapnowania na dynamikę azotu w glebie jest wieloraki. Wapnowanie wpływa na przyspieszenie rozkładu substancji organicznej i na przyspieszenie procesu nitryfikacji, które przebiegają intensywnie przy odczynie bliskim do obojętnego; stwarzając warunki lepszej przewiewności gleb wapnowanie przeciwdziała procesom denitryfikacji, które prowadzą do strat azotu jako N_2 ; wapnowanie sprzyja pobieraniu azotu przez rośliny w formie NH_4 (18); doprowadzenie reakcji do pH około 6,5 i wyżej jest warunkiem *sine qua non* intensywnego wiązania azotu przez azotobaktera. Nawożenie fizjologicznie kwaśne na glebach kwaśnych może dawać efekt negatywny, w tych wypadkach wapnowanie jest niezbędnym warunkiem osiągnięcia pozytywnego efektu nawożenia azotowego. Jak widzimy, zmiana odczynu gleby poprzez wapnowanie może wpływać na zwiększenie wykorzystania azotu nawozów, jak też jeszcze bardziej — azotu gleby. Jako przykład podniesienia efektywności nawożenia azotowego w wyniku wapnowania można przytoczyć wyniki 5-letniego doświadczenia, cytowanego przez Selke'go, na kwaśnej glebie piaskowej (21).

	Plony ziarna	
	bez wapna	wapnowane
Bez N	4,4	8,0
Siarczan amonu	1,4	13,2
Saletrzak	5,1	14,4
Saletra sodowa	10,4	14,4
Azotniak	7,5	12,3

W cytowanym powyżej wieloletnim doświadczeniu w Ohio (25) nawożenie łączne azotem i potasem dawało większy efekt w serii wapnowanej i odwrotnie — skuteczność wapnowania była wyższa na tle nawożenia NK. Ponieważ jednak wapnowanie generalnie wpływa na udostępnienie roślinom azotu z gleby, a nawet zwiększanie jego zawartości w glebie, mogą powstać warunki, w których wskutek wapnowania wytworzy się w glebie na tyle dobre zaopatrzenie roślin w azot, że nawożenie mineralne staje się mniej potrzebne i efektywność jego na tle wapnowania zmniejsza się.

Wpływ wapnowania na udostępnienie roślinom potasu i magnezu jest zagadnieniem jeszcze bardziej złożonym niż w przypadku fosforu i azotu. Oba te składniki występują w roztworze jako kationy. Dlatego też zwiększenie się ich ilości w roztworze glebowym jest przede wszystkim rezultatem wysokiej koncentracji jonów wapnia w kompleksie sorpcyjnym i w roztworze glebowym. Wapń znajdujący się w nadmiarze wypiera potas i magnez z kompleksu sorpcyjnego do roztworu. W wyniku wapnowania mają miejsce i inne zjawiska, a szczególnie rozkład materii organicznej, w skład której wchodzi magnez i potas i który to proces przebiega bardziej intensywnie dzięki bardziej intensywnemu działaniu mikroorganizmów w warunkach odczynu obojętnego (4, 9, 11). Jednakże nie zawsze jest notowany sam fakt zwiększenia się zawartości pierwiastków w roztworze glebowym w wyniku wapnowania (4, 11, 18), było stwierdzone również zjawisko odwrotne. W każdym razie wpływ wapnowania na zwiększenie zawartości potasu w roztworze glebowym ujawnia się dopiero przy wysokich dawkach wapna. Ale nawet ci badacze, którzy stwierdzili w wyniku wapnowania uruchomienie potasu i magnezu w glebie, nie utożsamiają tego faktu z lepszym pobieraniem tych składników przez rośliny (4, 23), nadmiar bowiem jonów wapnia hamuje także pobieranie potasu i magnezu. Antagonistyczne działanie wapnia jest na tyle silne, że często po zwapnowaniu gleby zawartość potasu i magnezu w roślinach zmniejsza się, mimo uruchomienia tych składników w glebie. Widocznie sumaryczny wpływ wapnowania na przyswajalność potasu i magnezu przez rośliny zależy od szeregu czynników, a przede wszystkim od samej rośliny (4).

Antagonistyczne działanie wapnia w stosunku do potasu, a szczególnie do magnezu, przejawia się i w plonie. Co do magnezu, to ustalono dla szeregu roślin, że wapnowanie większymi dawkami wapnia często nie tylko nie daje większej zwyżki plonu w stosunku do dawek umiarkowanych, ale przy jednostronnym wapnowaniu nawozami wapniowymi nie zawierającymi magnezu w istotnej ilości może nastąpić zniżka plonu. Dodatek magnezu w tym wypadku bywa bardzo efektywny i może się przyczynić do większej wydajności wysokich dawek wapnia (5, 9).

Jeżeli chodzi o mikroelementy, to z wyjątkiem molibdenu, którego przyswajalność w wapnowanej glebie się zwiększa, inne mikroelementy potrzebne roślinom, a więc mangan, bor, miedź i cynk w pewnym stopniu ulegają unieruchomieniu. Dlatego też wapnując gleby należy w niektórych wypadkach stosować mikroelementy, co może wpływać na powiększenie efektywności wysokich dawek wapna (9).

W a p n o w a n i e i n a w o ż e n i e o b o r n i k i e m. Obornik wpływa alkalizująco na odczyn gleby. Należy tu rozróżniać wpływ krótkotrwały i długotrwały. Krótkotrwałe działanie polega na zawartości w

oborniku amoniaku. W miarę pobierania przez rośliny azotu amonowego, względnie jego nitryfikacji, działanie to ustaje. Długotrwałe działanie polega na zawartości w oborniku przeciętnie około 0,5% CaO. W cytowanym już doświadczeniu w Berlin-Dahlem (23) w seriach bez obornika zakwaszenie gleby postępowało znacznie dalej. Istotny wpływ pozytywny wapnowania na plony roślin stwierdzono tylko w obiektach bez obornika. Działanie obornika w obiektach nie wapnowanych było prawie trzy razy wyższe niż w wapnowanych. Zależność efektywności wapnowania od nawożenia obornikiem była w tym doświadczeniu znacznie wyższa, niż by to wynikało ze zmian w kwasowości gleby zachodzących wskutek stosowania obornika. Jest to zjawisko bardziej złożone. Działanie obornika w pewnej mierze upodabnia się do działania wapnowania nie tylko pod względem wpływu na kwasowość gleby. Wpływ nawożenia obornikiem na glebę jest wielostronny, między innymi obornik oddziałuje pozytywnie na strukturę gleby i na jej pojemność sorpcyjną. W tym samym kierunku wpływa wapnowanie; gdy więc część zmian w glebie, które przy gospodarce bez obornika nastąpiłyby wskutek wapnowania, dokonuje się wskutek nawożenia obornikiem, efektywność wapnowania zmniejsza się.

Praktyka rolnicza przed wielu laty podpatrzyła, że wapnowanie, przyczyniając się do uruchomienia składników pokarmowych w glebie, częściowo zastępuje nawożenie. Stąd pochodzi twierdzenie, że „wapnowanie bogaci ojców i zubaża synów”. Jeżeli rolnik korzysta ze zwiększonego pobierania składników pokarmowych przez rośliny następującego wskutek wapnowania, nie rekompensując pobieranych ilości przez nawożenie, to z biegiem lat następuje zmniejszenie potencjalnych zasobów podlegających uruchomieniu — to jest właśnie zubożanie synów.

Z powyższego przeglądu widzimy, że efektywność wapnowania może się zmniejszać wskutek obfitego stosowania obornika, wskutek intensywnego nawożenia fosforowego, w niektórych wypadkach wskutek poprawy zaopatrzenia w azot. W poprzednich rozdziałach podawaliśmy także, iż na obniżenie efektywności wapnowania może także wpływać pogłębienie uprawy mechanicznej i ogólne podniesienie poziomu plonów. Uwagi te można ująć w jednym zdaniu: w warunkach wyższej kultury roli i intensywniejszego nawożenia efektywność wapnowania maleje. Potwierdza to się wynikami doświadczeń przeprowadzonych w Polsce. Z zestawienia 200 doświadczeń polowych z wapnowaniem wykonanych w Polsce w latach 1952—1956 (2) wynika bardzo wyraźnie, że efekt wapnowania w gospodarstwach produkcyjnych był przeciętnie o wiele wyższy niż w zakładach doświadczalnych, chociaż w tych ostatnich doświadczenia przeprowadzano na tak samo kwaśnych glebach. Zjawisko to tłumaczy się tą właśnie okolicznością, że w zakładach doświadczalnych

kultura roli była niewątpliwie wyższa i stosowano intensywniejsze nawożenie.

W doświadczeniach odmianowych w NRD na glebach o $\text{pH} = 4,6\text{—}5,2$ uzyskano przeciętnie plony jęczmienia jarego 31,7 q z ha (17). Jęczmień jest jednym z gatunków roślin uprawnych najbardziej wrażliwych na kwaśny odczyn, jednakże tak niskie pH nie było przeszkodą w osiągnięciu wysokiego poziomu plonów. Przyczyny tego zjawiska można dopatrywać się w dobrej kulturze roli i intensywnym nawożeniu stosowanym w wymienionych doświadczeniach.

Z powyższych danych i rozważań wynika, że zagadnienie wpływu podwyższenia poziomu nawożenia na potrzeby wapnowania jest bardzo złożone. Z jednej strony spotykamy się z takimi warunkami, że przeprowadzenie wapnowania jest podstawowym warunkiem wykorzystania nawozów, a stosowanie nawozów magnezowych i mikroelementów może wpływać pozytywnie na skuteczność stosowania większych dawek wapna, z drugiej strony bywa, że wapnowanie i nawożenie niejako zastępują się wzajemnie i na glebach dobrze nawożonych potrzeby wapnowania zmniejszają się. Intensywne nawożenie potasem może wprawdzie wpływać na zwiększenie strat wapnia przez wymywanie, ale to zjawisko uwzględnimy przy podsumowaniu wpływu nawożenia fizjologicznie kwaśnego. Nie mamy więc konkretnych podstaw do wprowadzenia poprawek do zapotrzebowania na wapno w wyniku bezpośredniego wpływu zwiększenia intensywności nawożenia.

Zupełnie inaczej przedstawia się wpływ nawożenia, gdy uwzględnimy planowany asortyment nawozów z wyraźną przewagą nawozów fizjologicznie i chemicznie kwaśnych. Biorąc pod uwagę planowane znaczne zwiększenie zużycia nawozów mineralnych, a szczególnie kwaśnych potasowych i azotowych (mocznik, siarczan amonu, saletra amonowa), można przypuszczać, że ilość wapna potrzebna do zubożenia ich zakwaszającego działania wzrośnie istotnie i będzie przedstawiać główną pozycję w ogólnej ilości wapna stosowanego do utrzymania odczynu gleby na stałym poziomie. Na podstawie orientacyjnych danych w odniesieniu do tej pozycji oraz przy uwzględnieniu ilości wapna wymywanej z gleby i wywożonej z płodami rolnymi można przypuszczać, że ilość CaO potrzebna dla przeciwdziałania zakwaszeniu gleby w końcu bieżącego dwudziestolecia przekroczy 2 mln ton rocznie.

W bieżącym dwudziestoleciu należałoby natomiast przewidywać, zgodnie z obliczeniami podanymi poprzednio, około 16 mln ton CaO na t.zw. meliorację wapniową, czyli radykalne poprawienie własności chemicznych, a częściowo i fizycznych, gleb kwaśnych. Stanowiłoby to ponad 800 tys. ton CaO rocznie. Do wymienionej ilości trzeba dodawać około 800 tys. ton CaO na przeciwdziałanie bieżącemu zakwaszaniu gleb. Ta os-

tatnia ilość będzie stopniowo wzrastać do wymienionej powyżej ilości ponad 2 mln ton rocznie w miarę przeprowadzania wapnowania i wzrostu zużycia nawozów mineralnych.

Jednocześnie w najbliższych latach należy przeprowadzić ściśle badania naukowe i obserwacje w skali produkcyjnej nad długotrwałością działania wapna zastosowanego w różnych dawkach w różnych rejonach kraju w zależności od warunków klimatyczno-glebowych. Wydaje się, że do badań tego rodzaju są jak najbardziej powołane rejonowe rolnicze zakłady doświadczalne, posiadające ku temu odpowiednie możliwości. Wyniki tych badań i obserwacji stworzą konkretniejsze podstawy do planowania zużycia wapna na następnym etapie w skali państwowej, wzbogacając nasze rozeznanie i dając dokładniejsze podstawy do zróżnicowania stosowania wapna w zależności od warunków przyrodniczych i gospodarczych.

Przy planowaniu zaopatrzenia rolnictwa w wapno, poza teoretycznymi obliczeniami ilości wapna potrzebnej do doprowadzenia gleby do odpowiedniego odczynu i, w dalszej kolejności, utrzymania tego odczynu, należałoby wziąć pod uwagę również postawę samych rolników i ich gotowość do czynienia większych nakładów na wapnowanie.

W miarę wzrostu kultury rolnej i fachowości rolników chyba będzie coraz bardziej ugruntowywać się świadomość, że im większe nakłady są czynione na intensywne nawożenie, tym bardziej należy dbać o właściwe uwzględnienie wszystkich innych czynników, od których zależy poziom plonów. Nie można dopuścić, aby przy intensywnym nawożeniu NPK odpowiedni plon nie był gdziekolwiekby osiągnięty wskutek braku wapna w glebie. W warunkach Polski jest to szczególnie ważne, ponieważ wapna posiadamy pod dostatkiem, a nawozy potasowe i surowce do nawozów fosforowych importujemy.

Z drugiej strony trzeba mieć na względzie omówione wyżej zjawisko, że w warunkach wyższej kultury roli i intensywniejszego nawożenia efektywność wapnowania może się obniżać. Praktyka rolna, obserwując doraźne zmniejszenie tej efektywności, będzie, być może, wykazywać tendencje do zmniejszenia zużycia wapna nawozowego. Tendencja taka występuje w wielu krajach. Ogólnie można powiedzieć, że w poszczególnych krajach, w których nawożenie już osiągnęło wysoki poziom, albo też ilość stosowanych nawozów szybko wzrasta, ilość stosowanego wapna jeżeli nie zmniejsza się, to w każdym razie jest daleka od potrzeb obliczonych teoretycznie.

W USA według obliczeń Pearson'a potrzeby wynoszą 80 mln ton wapna. Od 1932 do 1947 r. ilość nabywanego przez rolnictwo wapna szybko wzrastała i osiągnęła 30 mln ton. Po 1950 r. nastąpił ostry spadek zużycia do 22 mln ton (18).

W Wielkiej Brytanii zużycie wapna niezwykle silnie wzrastało do roku 1950, osiągając od tego czasu mniej lub więcej stały poziom, który w latach 1950—1956 wynosił średnio około 2,8 mln ton CaO rocznie (4). W Belgii według Steimita (22) zapotrzebowanie na wapno ma wynosić 870 tys. ton rocznie, z czego stosuje się około 250 tys. ton 60% wapna, czyli 150 tys. ton CaO. W Szwecji zużycie wapna rolniczego istotnie zmniejszyło się w ciągu ostatnich 15 lat.

Jednakże, pomimo że w wymienionych krajach zużycie wapna nie odpowiada potrzebom obliczonym teoretycznie, jest ono w przeliczeniu na jednostkę powierzchni stosunkowo wysokie. W USA, które jak wiadomo są krajem w większości ekstensywnego rolnictwa o mniejszym zużyciu nawozów niż w Polsce, ilość stosowanych nawozów wapniowych stanowi około 120 kg na ha użytków rolnych. Jest to zużycie znacznie większe od zaplanowanego w Polsce na rok 1965. W Wielkiej Brytanii wypada przeciętnie w latach 1950—1956 po 155 kg CaO na ha użytków rolnych, ale faktycznie ilość ta jest znacznie większa, gdyż gleby potrzebujące wapnowania zajmują w Wielkiej Brytanii około 34% (6,6 mln ton na 18,2 mln ha) powierzchni użytkowanej rolniczo. Możliwe, że tak wielkie ilości wapna są stosowane wskutek potrzeby zubożniania zakwaszającego działania niektórych nawozów, jak np. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, które są stosowane w Zjednoczonym Królestwie w dużej ilości. W Belgii średnio stosuje się 87 kg CaO na ha użytków rolnych, albo 150 kg CaO na ha użytków ornych. Przy tym gleby kwaśne potrzebujące wapnowania zajmują w Belgii tylko trzydzieści kilka procent ogólnej powierzchni.

W świetle tych liczb, postulowane przez nas teoretyczne ilości nawozów wapniowych na ha użytków rolnych — 80 kg CaO w najbliższych latach oraz 100—120 kg CaO w końcu dwudziestolecia nie wyglądają wyolbrzymione.

Wnioski

Na podstawie badań kwasowości gleb, wykonanych przez stacje chemiczno-rolnicze w kraju i w oparciu o wyniki długoletnich doświadczeń przeprowadzonych w krajach sąsiednich oraz doświadczeń jedno- i dwurocznych przeprowadzonych w Polsce obliczono, że na chemiczną meliorację gleb, tj. na doprowadzenie odczynu wszystkich gleb kwaśnych w Polsce do pH 6,0—6,5 potrzeba około 16 mln ton CaO.

Biorąc pod uwagę wymywanie wapna z gleby, zakwaszające działanie stosowanych nawozów i pobieranie wapna przez rośliny, obliczono, że ilość ogólna CaO, potrzebna do powstrzymania procesu dalszego zakwaszenia gleby, wynosi w chwili obecnej około 0,8 mln ton rocznie.

W miarę przeprowadzania podstawowego wapnowania, zmierzającego do likwidacji nadmiernej kwasowości naszych gleb, oraz wzrostu zużycia nawozów mineralnych, należy się liczyć z poważnym wzrostem zapotrzebowania na wapno przeznaczone na utrzymanie odczynu gleb na osiągniętym poziomie. Zapotrzebowanie to może przekroczyć w końcu bieżącego dwudziestolecia 2 mln ton CaO rocznie.

Dla dokładniejszego ustalenia potrzeb wapnowania (wysokość dawek wapna i ich częstotliwość) w różnych warunkach przyrodniczych należy przeprowadzić badania w postaci sieci wieloletnich doświadczeń polowych obejmującej poszczególne rejony kraju.

LITERATURA

1. A u s o r g e H.: Untersuchung über den Einfluss der unterschiedlichen Düngung auf die Böden des statischen Versuches Lanchstädt. Landw. Versuch — u. Untersuchungswesen 3, 499, 1958.
2. B o g u s z e w s k i W.: Skuteczność wapnowania gleb polskich. Pamiętnik Puławski, zesz. 2, 1961.
3. D h e i n A., M e r t e n s H.: Die chemischen, physikalischen und biologischen Bodeneigenschaften des Dikopshofer Dauerdüngungsversuches nach 45-jähriger Versuchsdurchführung. Z. Acker — Pflanzenbau, 100, 137, 1956.
4. G a r d n e r H. W., G a r n e r H. V.: The Use of Lime in British Agriculture. London, 1957.
5. Handbuch der Landwirtschaft. Berlin 1952.
6. J a c o b A.: Magnesium the Fifth Major Plant Nutrient. London 1958.
7. Jahresbericht d. Kais. Wilh. Inst. f. Landw. zu Bromberg 1915—16.
8. K a c a s M., M a j a u s k a s K., R o z o w s k i j G.: Wlijanie razlicznich doz izwiesti na plodorodie kislych diernowo-podzolistych poczw litowskoj SSR. Trudy Akademii Nauk Litowskoj SSR, ser. B, 3, 1955.
9. K e d r o w - Z i c h m a n O. K.: Izwiestkowanie poczw i primienienie mikroelementow. Moskwa 1957.
10. K o n o p i ń s k i T., B o r m a n n J.: Żywienie zwierząt domowych. Poznań 1957.
11. K o r n i ł o w M. F., B ł a g o w i d o w N. L.: Izwiestkowanie poczw siewierozapadnoj zony nieczernoziemnoj połosy SSSR Moskwa—Leningrad 1955.
12. K o r n i ł o w M. F.: Powtornoje izwiestkowanie ranie izwiestkowanych poczw. Trudy WIUAA wyp. 31 (Izwiestkowanie diernowo-podzolistych poczw.) Moskwa 1955.
13. K ö h n l e i n G., K n a u e r N.: Wasser u. Nährstoffbewegung aus der Ackerkrume in den Unterboden. Z. Pfl. Ernähr. Düng., 81, 1, 1958.
14. K u r y ł o w i c z B.: Zapotrzebowanie rolnictwa na nawozy wapienne. Referaty NOT „Nawozy sztuczne”. Warszawa 1954.
15. M a k s i m o w A., G o r a l s k i J.: Właściwości sorpcyjne i odczyn gleb. Warszawa 1959.
16. M u s i e r o w i c z A.: Gleboznawstwo szczegółowe. Warszawa 1958.
17. M ü l l e r K. H.: Ergebnisse mehrjähriger Sommergetreidesortenversuchen. Z. Landw. Versuchs- Untersuchungswesen 5, 50, 1959.
18. P e a r s o n R. W.: Liming and Fertilizer Efficiency. Agronomy J., 50, 7, 356 (1958).

19. Peter H., Markert S.: Die Bestimmung des Kalkbedarfes von Böden aus den pH — und MB-Werten. Z. Landw. Versuchs-Untersuchungswesen 5, 148, 1959.
20. Ratner E. J.: Mineralnoje pitanie rastenij i poglotitielnaja sposobność poczw. Moskwa—Leningrad 1950.
21. Selke W.: Die Herbstkalkung. Die Deutsche Landw. 8, 412, 1952.
22. Steimit D.: Le degré d'acidité et la situation en chaux de sols belges. Z. Pfl. Ernähr. Düng. 83, 254, 1958.
23. Tamm E., Eberhardt W.: Die Einwirkung verschiedenen Bodenbearbeitungs — u. Düngungsmassnahmen auf den chemischen Zustand u. die Ertragleistung eines lehmigen Sandbodens. Z. Acker, Pflanzenbau 106, 361, 1958.
24. Tamm E., Schranek A.: Der Einfluss langjährig differenzierter Düngungsmassnahmen auf Boden u. Ertrag eines lehmigen Sandbodens. Z. Acker-Pflanzenbau 110, 173, 1960.
25. Truog E.: Liming in Relation to Availability of Native and Applied Phosphates. Tłum. ros. Primienienije min. udobrienij w zarubieżnych stranach. Moskwa 1958.