

WYSTĘPOWANIE WAPNIA W ROŚLINACH I JEGO WPŁYW NA JAKOŚĆ PASZY Z ŁĄK I PASTWISK *

Marian Falkowski, Irena Kukulka

WSTĘP

Wapń od dawna jest znany jako składnik pokarmowy ważny dla roślin i zwierząt, a także jako skuteczny, chociaż powoli działający czynnik chemiczny, wywierający wpływ na właściwości fizyczne i chemiczne gleby. Od dawna utrwały się pewne poglądy, niedostatecznie poparte wynikami badań naukowych, na rolę i działanie wapnia, które utrzymują się nadal w literaturze podręcznikowej. Zagadnieniem tym zainteresowano się poważniej mniej więcej od połowy bieżącego stulecia. Zakwestionowano dotychczasowe normy określające zawartość tego składnika w paszach, wyodrębniono pewne formy wapnia występujące w roślinach, oznaczono stopień ich przyswajalności przez organizm zwierzęcy, poznano również wiele współzależności między wapniem a innymi składnikami mineralnymi oraz organicznymi w organizmach roślinnych i zwierzęcych. Przewadzone są badania nad dawkowaniem nawozów wapniowych i nad skutecznością wapnowania (mimo, że operuje się jeszcze dużymi dawkami, dochodzącymi na przykład do 200 q węglanu wapnia na hektar). Trudności w wyjaśnieniu tej kwestii wynikają z niezwykle powolnego działania wapnowania. Okazało się, że wapń z nawozów w ciągu 3,5 lat przesuwają się zaledwie do głębokości 10 cm w profilu gleby nie pokrytej roślinnością, a prędkość ta maleje znacznie na glebie zadarnionej. W pewnych badaniach trzeba było 27 lat, aby po wapnowaniu udało się stwierdzić niewielką zmianę odczynu gleby na głębokości 75 cm [4].

Obecnie ukazują się monograficzne opracowania na temat roli i znaczenia wapnia w organizmach roślinnych i zwierzęcych, stanowiące równocześnie przegląd przeprowadzonych badań. Na przykład dla organizmów zwierzęcych przeglądu takiego dokonał Simkiss [20]. Ostatnio ukazał się w czasopiśmie *Wszechświat* krótki, ale bogaty w treść artykuł na temat roli wapnia w życiu roślin (z przeglądem literatury naukowej), opracowany przez Stabrowską [22].

Dochodzi się obecnie do wniosku, że wapń bynajmniej nie odgrywa drugorzędnej roli w żywieniu zwierząt. Podważone zostało uznawane dotychczas za podstawowe, prawidło, że objawy chorobowe u zwierząt występują pod wpływem żywienia paszami o niedostatecznej zawartości wapnia. Obecnie stwierdza się, że objawy chorobowe występują częściej na skutek nadmiaru wapnia w paszy [2]. Nadmiar ten wpływa ujemnie na odczyn treści przewodu pokarmowego,

* Praca finansowana przez Komitet Melioracji, Łąkarstwa i Torfoznawstwa przy Wydziale V Polskiej Akademii Nauk.

na procesy trawienia białka i tłuszczu, wywołuje obniżenie przyswajalności fosforu, magnezu oraz wielu mikroelementów, np. żelaza, jodu, cynku, kobaltu, miedzi i manganu, a poza tym odbija się niekorzystnie na płodności zwierząt. Na ten temat sporo danych znaleźć można w nowoczesnych podręcznikach z dziedziny żywienia zwierząt, np. u Wiesnera [25]. Za nadmierną zawartość wapnia uważa się obecnie ilość przekraczającą 0,7% Ca w suchej masie paszy [26].

Niecała ilość wapnia podawanego w paszach naturalnych jest przyswajana przez organizm zwierzęcy. Okazuje się, że resorbuje on zaledwie ok. 20% tego składnika, co zależy zapewne także od stosunku ilościowego form wapnia w paszy po dawanej zwierzętom

ZAWARTOŚĆ WAPNIA W ROŚLINACH

Wapń występuje w roślinach w wielu formach — np. jako węglan, siarczan, fosforan, pektynian oraz jako składnik soli różnych kwasów organicznych, między innymi kwasu szczawowego. Obecność szczawianu wapnia wzbudza największe zainteresowanie ze względu na uznawaną dotąd szkodliwość tego związku dla organizmów zwierzęcych. Jak się jednak okazuje w roślinach prawdopodobnie korzystną rolę odgrywa nie wapń, dzięki neutralizacji kwasu szczawowego, lecz kwas, wiążący nadmierne ilości jonów wapnia.

Stosunek ilościowy połączeń wapnia jest specyficzny dla różnych roślin i ich poszczególnych części [15, 19]. W młodych tkankach roślin przeważa wapń aktywny, to znaczy jego połączenia rozpuszczalne w wodzie, a w miarę rozwoju, we wszystkich organach wzrasta zawartość wapnia fizjologicznie nieaktywnego, rozpuszczalnego w 2n kwasie solnym. Szczawian wapnia odkładany jest w większym stopniu w starych częściach roślin i należy do grupy związków fizjologicznie nieaktywnych. Sądzono dotąd, że wapń szczawianu nie jest wchłaniany w procesie trawienia paszy, a więc jest niedostępny dla organizmu zwierzęcego. Nowe wyniki badań wykazują jednak możliwość resorpcji wapnia z tego związku, przynajmniej w przewodzie pokarmowym przeżuwaczy, gdzie dochodzi do rozkładu szczawianu wapnia przez mikroflorę.

Nadmiar wapnia w roślinie przyspiesza proces starzenia się, zaznaczający się między innymi zmniejszoną zawartością chlorofilu. Na glebach zasobnych w wapń rośliny mogą pobierać go za dużo, co stwarza konkurencję dla magnezu, który wtedy jest przyswajalny w ilości niedostatecznej; zjawisko to może być przyczyną tak zwanej chlorozy wapniowej [6]. Jej objawy mogą występować u roślinności kalcifilnej, np. w okresie jej bujnego i szybkiego wzrostu na wiosnę [8].

Zawartość wapnia jest dużo większa w liściach niż w kwiatostanach i łodygach roślin. Najmniej zawierają go dolne części łodyg [18]. Jego zawartość na ogół maleje w miarę dojrzewania roślin, chociaż znane są także wyniki badań wykazujące wzrastanie ilości tego składnika w roślinach przechodzących w dalsze stadia rozwojowe. Na ten temat można znaleźć w literaturze różne, często sprzeczne dane. Sprzeczność ta może polegać na prowadzeniu badań w różnych warunkach meteorologicznych, a wiadomo jak znaczna jest zależność między ich prze-

biegiem a stężeniem wapnia w roślinach. Wydaje się, że przy normalnej pogodzie, tj. w okresach ani zbyt suchych, ani nadmiernie wilgotnych, zawartość wapnia maleje, czego dowodzi zestawienie gatunków analizowanych w stadium wegetatywnym i generatywnym (tab. 1 i 4).

Tabela 1

Zawartość wapnia w trawach, w % s.m.

| Gatunek | Stadium | | Liczba badanych odmian |
|--------------------------|-------------|-------------|------------------------|
| | wegetatywne | generatywne | |
| <i>Festuca pratensis</i> | 0,56 | 0,50 | 5 |
| <i>Festuca rubra</i> | 0,35 | 0,31 | 3 |

W warunkach klimatycznych Polski mniejszą zawartość wapnia stwierdzono w okresach nadmiernie wilgotnych [14, 1]. Reakcja roślin na zmianę uwilgotnienia była bardzo szybka; okazuje się, że wapń jest pobierany przez rośliny natychmiast po nawożeniu. Możliwe, że i inne czynniki decydują o zmniejszonej zawartości wapnia w roślinach przechodzących w dalsze stadia rozwojowe. Wskazują na to wyniki badań Denudta i in. [3].

Stwierdzono, że największa zawartość wapnia w *Lolium multiflorum* wystąpiła w okresie kłoszenia, natomiast w *Lolium perenne* i *Festuca pratensis* — w okresie kwitnienia. U *Phleum pratense* nie stwierdzono różnic w zawartości wapnia w obydwu stadiach rozwojowych.

Zmienna zawartość wapnia w okresie wegetacji występuje również w runi pastwiskowej. Zawartość tego składnika na ogół wzrasta w nich od wiosny do jesieni; regularność ta jest dość wyraźna, jeżeli nie wystąpią większe zmiany w wilgotności gleby [10, 21, 23]. Dobrym przykładem może być zawartość wapnia w *Dactylis glomerata* w czterech odrostach w okresie wegetacji (tab. 2). Prawidłowość ta wystąpiła nie u wszystkich gatunków, np. nie stwierdzono wyraźnych wahań zawartości Ca w *Poa pratensis* podczas okresu pastwiskowego (tab. 2). Z punktu widzenia prawidłowego żywienia zwierząt trawa ta może być pożądana w runi pastwiska ze względu na wyraźnie ustabilizowaną zawartość wapnia.

Tabela 2

Zawartość wapnia w odrostach badanych traw w liczbach względnych

| Gatunek | Odrost | | | |
|---------------------------|--------|-----|-----|-----|
| | I | II | III | IV |
| <i>Dactylis glomerata</i> | 100 | 130 | 152 | 170 |
| <i>Poa pratensis</i> | 100 | 97 | 98 | 97 |

Sezonowe zmiany procentowej zawartości wapnia w wielu gatunkach roślin zasługują na uwagę, zwłaszcza że często wczesną wiosną występują niedobory tego składnika. Z tego powodu udział pewnej ilości ziół, a przede wszystkim *Taraxacum officinale* lub nawet *Plantago lanceolata* w runi pastwiska w okresie wypasów wiosennych może być pożądany (tab. 3).

Tabela 3

Zawartość wapnia w ziołach i trawach w okresie wegetacji, w % s.m.

| Gatunek | Termin badania | | | Średnia roczna |
|--------------------------------|----------------|------|--------|----------------|
| | wiosna | lato | jesień | |
| <i>Achillea millefolium</i> | 1,59 | 1,77 | 1,76 | 1,71 |
| <i>Plantago lanceolata</i> | 1,95 | — | 2,04 | 2,00 |
| <i>Sanguisorba officinalis</i> | 1,68 | 2,42 | 2,31 | 2,14 |
| <i>Symphytum officinale</i> | 0,79 | 1,76 | 1,97 | 1,51 |
| <i>Taraxacum officinale</i> | 1,21 | 2,34 | 3,06 | 2,20 |
| <i>Deschampsia caespitosa</i> | 0,76 | 0,43 | 0,94 | 0,71 |
| <i>Festuca arundinacea</i> | 0,56 | 1,08 | 0,87 | 0,84 |
| <i>Poa annua</i> | 0,63 | 1,14 | 1,19 | 0,99 |
| Średnia dla ziół | 1,44 | 2,07 | 2,23 | 1,92 |
| Średnia dla traw | 0,65 | 0,88 | 0,99 | 0,84 |

W roślinach łąkowych można stwierdzić ogromną rozpiętość zawartości wapnia, co jest zwykle cechą gatunkową. W badaniach swoich autorzy niniejszego opracowania zwrócili szczególną uwagę na tę cechę, traktując ją jako podstawową. Ogółem zbadano 105 gatunków roślin z 25 rodzin botanicznych, wykonując ok. tysiąca oznaczeń zawartości wapnia. Została ona określona w zależności od siedliska, pory roku, stadium rozwojowego i dawek nawożenia. W grupie traw poddano także badaniu 32 odmiany uprawne. Ogólnie można stwierdzić, że w gatunkach z klasy jednoliściennych jest mniej wapnia niż w gatunkach z klasy dwuliściennych. Różnica obliczona ze średnich zawartości wapnia wynosi 167% na korzyść klasy dwuliściennych (tab. 4).

Tabela 4

Zawartość wapnia w roślinach z klasy jednoliściennych i dwuliściennych, w % s.m.

| Klasa | średnia zawartość | Wahania |
|----------------|-------------------|-----------|
| Jednoliścienne | 0,49 | 0,15—1,11 |
| Dwuliścienne | 1,31 | 0,55—4,35 |

W badanych rodzinach botanicznych daje się zauważyć między innymi pewne różnice w zawartości wapnia. Na pierwsze miejsce wysuwają się: *Urticaceae*, *Papilionaceae*, *Plantaginaceae* i *Rosaceae* z wyraźnie wyższą zawartością tego

składnika. Trzeba jednak podkreślić, że w niektórych rodzinach występuje duża rozpiętość w stężeniu Ca między badanymi gatunkami, wynoszącą od 0,88—4,35%, na przykład w rodzinie *Compositae*.

Analizując ilość wapnia w badanych gatunkach należy stwierdzić, że jakkolwiek rozpiętość jest bardzo duża, to występuje dość wyraźna prawidłowość, a mianowicie ilość Ca w roślinach jest nie tylko cechą gatunkową, ale także często wskaźnikiem zasobności gleby w ten składnik. Przykładem mogą być: *Sieglingia decumbens*, *Digitaria sanguinalis*, *Nardus stricta* i *Calamagrostis villosa* rosnące na głębokim piasku o odczynie kwaśnym. W tych gatunkach zawartość wapnia była najniższa, wahała się w granicach 0,15—0,23%. Natomiast u gatunków kalcifylnych, charakterystycznych dla siedlisk o dużej zasobności gleby w wapń, stwierdzono znaczne ilości wapnia w suchej masie. Z traw należy wymienić *Festuca pratensis* i *Bromus unioloides*, u których stężenie wapnia dochodziło do 1%; z ziół — przede wszystkim *Urtica dioica* i *Cirsium oleraceum* zawierały tego składnika nawet powyżej 4% w s.m.

Dla gospodarki na użytkach zielonych szczególnego znaczenia nabiera obecność w runi niektórych gatunków ziół, wyróżniających się większą zawartością wapnia i mających także właściwości roślin pastewnych. Do tej grupy można zaliczyć między innymi zawierające powyżej 2% Ca oraz *Alchemilla pastoralis*, *Daucus carota*, *Pastinaca sativa*, *Plantago lanceolata* i *Symphytum officinale*, a także *Taraxacum officinale*, w których zawartość Ca wynosi wprawdzie nieco poniżej 2%, ale mają one zdolność utrzymywania się w runi intensywnie nawożonej azotem.

Naturalna zasobność gleby w wapń z reguły odbija się na stężeniu tego składnika w roślinach. Przykładem krańcowym może być bardzo wysoka zawartość wapnia w roślinach z pastwiska w Goleiszowie. Pastwisko, z którego pobierano próbki roślin, położone jest na glebie zasobnej w wapń, a ponadto znaczne jego ilości dochodzą do gleby z pyłami emitowanymi przez cementownię w Goleiszowie (tab. 5).

Tabela 5

Zawartość wapnia w stadium kłoszenia niektórych gatunków traw na pastwisku w Goleiszowie, w % s.m.

| Gatunek | Zawartość wapnia |
|-----------------------------|------------------|
| <i>Alopecurus pratensis</i> | 1,52 |
| <i>Bromus mollis</i> | 1,29 |
| <i>Lolium perenne</i> | 1,55 |
| <i>Poa pratensis</i> | 1,27 |
| <i>Poa trivialis</i> | 0,97 |

Zawartość wapnia w gatunkach z niektórych rodzin jest jednak normalna pomimo małej zasobności gleby w Ca. Przykładem mogą być gatunki z rodziny motylkowatych, rosnące na głębokim, kwaśnym piasku (*Lotus corniculatus*, *Trifolium arvense*, *Trifolium repens* czy *Medicago falcata*), które zawierały

dużo wapnia — od 0,60 do 3,13%, podczas gdy pochodzące z podobnych stanowisk trawy (*Agropyron repens*, *Elymus arenarius*, *Agrostis vulgaris* i *Sieglingia decumbens*) — zawierały zaledwie od 0,15 do 0,28% wapnia.

Jakkolwiek trawy zalicza się do grupy roślin o stosunkowo małej zawartości wapnia, to jednak w poszczególnych gatunkach występuje znaczne jej zróżnicowanie. Dość regularnie stwierdza się wyższą zawartość tego składnika przede wszystkim w *Festuca pratensis*, a następnie w *Agrostis alba*, *Bromus unioloides*, *Lolium perenne* i *Poa annua*. W wymienionych gatunkach zawartość Ca waha się na ogół w granicach 0,8—1,0%. Interesujący jest fakt, że w badaniach Kossa [13] i Steena [23] *Festuca pratensis* zajęła pierwsze miejsce w grupie traw badanych pod względem zawartości wapnia. Podaje się również, że wapnowanie w pewnych warunkach sprzyja udziałowi w runi *Festuca pratensis* [12]. Na uwagę zasługuje niższa zawartość wapnia, tj. ok. 0,60% u tak pospolitych gatunków jak: *Alopecurus pratensis*, *Dactylis glomerata*, *Festuca rubra*, *Phleum pratense* i *Poa palustris*.

Różna zawartość tego składnika w roślinach występuje także w odmianach uprawnych i wydaje się, że ta właściwość może być także cechą odmianową. Na przykładzie odmian uprawnych *Festuca pratensis* stwierdzono wyraźne zróżnicowanie zawartości wapnia; mniej zawierała go odmiana Motycka, a najwięcej odmiany Mommersteeg's Pasture oraz Sequana, przy czym różnice dochodziły do ok. 45% (tab. 6).

Tabela 6

Zawartość wapnia w odmianach uprawnych *Festuca pratensis*

| Odmiana | Zawartość wapnia | | | |
|-----------------------|------------------|------|-----------------------|------|
| | w % s.m. | | w liczbach względnych | |
| | 11.V | 2.VI | 11.V | 2.VI |
| Motycka | 0,69 | 0,47 | 100 | 100 |
| Mommersteeg's Hay | 0,82 | 0,60 | 119 | 128 |
| Mommersteeg's Pasture | 1,00 | 0,68 | 145 | 145 |
| Puławska | 0,90 | 0,59 | 130 | 125 |
| Sequana | 0,99 | 0,63 | 143 | 107 |
| Skrzeszowicka | 0,86 | 0,54 | 125 | 115 |

ROLA WAPNIA W METABOLIZMIE AZOTU W ROŚLINACH

Wapń odgrywa ważną rolę w metabolizmie azotu w roślinach, a więc w pobieraniu [16] i redukcji azotanów [17]. Aktywność reduktazy azotanowej zależy bowiem od obecności wapnia. Na przykładzie 8 odmian *Phleum pratense* można wykazać istnienie tego rodzaju zależności w odroście wiosennym i letnim (tab. 7). Analizując wyniki badań odmian uprawnych można również wykazać występowanie tej współzależności (tab. 8). W warunkach niedoboru wapnia należy więc spodziewać się wzrostu ilości azotanów przy zmniejszonej ilości

T a b e l a 7
Zawartość azotanów i wapnia na przy-
kładzie *Phleum pratense*, w % s.m.

| Termin badania | Zawartość | |
|-------------------|-------------------|------|
| | N-NO ₃ | Ca |
| Odrost wiosenny | 0,22 | 0,75 |
| Odrost letni | 0,38 | 0,68 |

reduktazy azotanowej. Zależność taka występuje zapewne tylko u traw i to u gatunków europejskich, w których nie stwierdzono występowania szczawianu wapnia fizjologicznie nieczynnego. Rozpoczęte przez autorów badania zdają się potwierdzać istnienie takiej zależności.

T a b e l a 8
Zawartość azotanów i wapnia u odmiany
Lolium perenne Mako, w % s.m.

| Termin badania | Zawartość | |
|-------------------|-------------------|------|
| | N-NO ₃ | Ca |
| Odrost wiosenny | 0,27 | 0,95 |
| Odrost letni | 0,33 | 0,74 |

Na temat współzależności między nawożeniem azotowym a zawartością wapnia w roślinach wykonano w różnych krajach badania o tyle interesujące, że w uprawie roślin pastewnych stosuje się coraz wyższe dawki nawozów azotowych. Stwierdzono dodatnią współzależność pomiędzy zawartością wapnia w roślinach a dawkami nawozów azotowych i to w różnych roślinach, rp. w szpinaku [7], i w trawach [7, 23]. W niektórych badaniach natomiast zawartość wapnia pozostawała bez większych zmian, pomimo zróżnicowanych dawek nawożenia azotowego [24].

Na zawartość wapnia w roślinach wpływa także forma nawozu azotowego, wiadomo bowiem, że wszystkie nawozy zawierające pewne ilości wapnia, na przykład saletra wapniowa [23] mogą spowodować wzrost ilości tego składnika w roślinach. Ważne jest także stwierdzenie, że formy azotanowe korzystniej wpływają na zawartość wapnia w roślinach niż formy amonowe [5].

Wprowadzając do gleby większe ilości wapnia przez nawożenie superfosfatem, można w dużym stopniu niwelować ujemny wpływ antagonistycznego stosunku K:Ca. Na taką możliwość wskazują wyniki analiz zawartości wapnia w dwóch gatunkach traw nawożonych dawką roczną wynoszącą 60 kg P₂O₅ i 100 kg K₂O oraz — 120 kg P₂O₅ i 200 kg K₂O na 1 ha (tab. 9).

Twierdzenie, że duże dawki nawozów azotowych nie wpływają ujemnie na zawartość wapnia w roślinach z użytków zielonych jest uzasadnione. W badaniach autorów pod wpływem zwiększania dawek nawożenia azotowego wystę-

Tabela 9

Zawartość wapnia w trawach, w % s.m.

| Nawożenie w kg/ha | <i>Dactylis</i> | <i>Poa</i> |
|---|------------------|------------------|
| | <i>glomerata</i> | <i>pratensis</i> |
| 100 K ₂ O, 60 P ₂ O ₅ | 0,89 | 0,98 |
| 200 K ₂ O, 120 P ₂ O ₅ | 0,88 | 0,96 |

pował nawet dość wyraźny wzrost zawartości wapnia w roślinach. Podwojenie jednorazowej dawki azotu do 200 kg N na hektar spowodowało zwiększenie zawartości wapnia w *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis* i *Poa pratensis* o 4—23% (tab. 10).

Tabela 10

Zawartość wapnia w trawach w liczbach względnych

| Gatunek | Jednorazowa dawka azotu w kg na ha | | | |
|---------------------------|------------------------------------|-----|--------|-----|
| | lato | | jesień | |
| | 100 | 200 | 100 | 200 |
| <i>Dactylis glomerata</i> | 100 | 122 | 100 | 104 |
| <i>Festuca pratensis</i> | 100 | 108 | 100 | 112 |
| <i>Poa pratensis</i> | 100 | 123 | 100 | 121 |

Wzrost ilości wapnia w ziołach jest również wyraźny, czego przykładem może być *Taraxacum officinale*, w którym stwierdzono zwiększenie się zawartości tego pierwiastka o 10—50%, nawet przy nawożeniu dawką roczną N 500 kg/ha. Zależność taka nie wystąpiła u *Symphytum officinale*, prawdopodobnie dlatego, że gatunek ten jest z natury zasobny w wapń (tab. 11).

Tabela 11

Zawartość wapnia w ziołach nawożonych azotem, w % w s.m.

| Gatunek | Nawożenie azotem w kg/ha rocznie | | | | | Średnia |
|-----------------------------|----------------------------------|------|------|------|------|---------|
| | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | |
| <i>Taraxacum officinale</i> | 1,20 | 1,31 | 1,76 | 1,78 | 1,84 | 1,50 |
| <i>Symphytum officinale</i> | 2,60 | 2,56 | 2,50 | 2,44 | 2,42 | 2,48 |

Na ogół nie zawsze daje się stwierdzić wyraźnego wpływu nawożenia wapniem na zawartość tego składnika w roślinach. Z badań Kautera [11] wynika, że nie wszystkie gatunki roślin reagują na nie jednakowo i tylko w niektórych może nastąpić wyraźniejszy wzrost zawartości wapnia, np. w *Lolium perenne*, *Taraxacum officinale*, *Ranunculus acer* i *Rumex obtusifolius*. W badaniach autorów stwierdzano czasami niewielki wzrost ilości tego składnika pod wpływem wap-

nia nawozowego i to w *Taraxacum officinale*, a także w *Poa pratensis* o ok. 5%, natomiast w *Festuca pratensis* wzrost ten był wyraźniejszy i wynosił nawet do 25% (tab. 12).

Tabela 12

Zawartość wapnia w roślinach, w % s.m.

| Gatunek | Nawożenie | |
|-----------------------------|-----------|--------|
| | PKN | PKN+Ca |
| <i>Taraxacum officinale</i> | 1,53 | 1,59 |
| <i>Poa pratensis</i> | 0,82 | 0,88 |
| <i>Festuca pratensis</i> | 0,76 | 0,95 |

Nawożenie użytków zielonych siarką powodowało zmniejszanie się zawartości wapnia w roślinach. Nawożenie siarką elementarną w ilości 40 kg na hektar obniżało zawartość wapnia w różnych gatunkach traw o 6—27% (tab. 13).

Tabela 13

Zawartość wapnia w trawach nawożonych siarką, w % s.m.

| Rodzina | Liczba analiz | Zawartość wapnia | |
|------------------|---------------|------------------|-------|
| | | NPK | NPK+S |
| <i>Gramineae</i> | 36 | 0,74 | 0,58 |

PODSUMOWANIE

Wybrane przykłady, podkreślające rolę wapnia w życiu roślin pastewnych, uwidoczniają, że prawidłowe stosowanie wapnia w żywieniu roślin i zwierząt jest problemem bardzo złożonym. Jeśli istnieje możliwość regulowania w pewnym stopniu zawartości wapnia w roślinach pastewnych przez nawożenie lub przez dobór odpowiednich gatunków do mieszanek pastewnych, to zapewnienie przyswajalności wapnia dla zwierząt z podawanej im paszy może napotykać trudności. W warunkach naturalnych jest to możliwe tylko w żywieniu pastwiskowym. Przystawanie wapnia przez organizm zwierzęcy jest uzależnione od obecności kalciferoli. Witaminy D₂ i D₃ są syntetyzowane w skórze zwierząt z prowitamin, pod wpływem promieniowania ultrafioletowego pochodzącego ze światła słonecznego. Witaminy te ułatwiają resorpcję wapnia przez błonę śluzową jelit, a także wbudowanie go w szkielet zwierzęcia. Na przykładzie wapnia staje się więc widoczna ogromna rola pastwiska w wychowie i żywieniu zwierząt.

Kierunki badań nad wapniem, jako ważnym składnikiem pasz zarysowują się obecnie dość wyraźnie. Wydaje się, że np. badania nad współzależnością pomiędzy wapniem a barwnikami i azotanami mogą rozwiązać zagadnienia dotyczące aktywności procesów życiowych roślin pastewnych.

Z punktu widzenia potrzeb pokarmowych zwierząt na podkreślenie zasługuje kierunek badań zmierzający do ustalenia stosunków ilościowych pomiędzy formami wapnia w roślinach, określenia w jakim stopniu są one ich cechą gatunkową oraz wykazania zależności występowania określonych form wapnia od warunków siedliska. W celu praktycznego rozwiązania problemu wapnia jako składnika pokarmowego roślin należy ustalić, czy stosowane formy nawozów azotowych i fosforowych mogą pokryć zapotrzebowanie roślin pastewnych na wapń, przy odpowiednim dla nich odczynie gleby. Wykorzystując wyniki badań na temat ilości i jakości związków wapnia występujących w roślinach, będzie możliwe wprowadzenie pewnych ulepszeń w składzie mieszanek roślin pastewnych.

LITERATURA

1. Bieszczad S.: Nawozy i herbicydy jako czynniki ekologiczne wpływające na zmiany ilościowe i jakościowe runi łąkowej i siana. Zesz. nauk. WSR Wroc. nr 80 Melior. 1968 z. 13.
2. Davis G.K.: Effects of high calcium intakes on the absorption of other nutrients. Fed. Proc. vol. 18:1959.
3. Denudt G., Lambert J.: Etude des variations qualitatives et quantitatives de 5 espèces fourragères suivant le mode d'exploitation. Rev. Agricul. 1970 nr 9.
4. Effect of long term surface applications of limestone and fertilizers to permanent hayland. Oprac.: MacLeod L.B., Bishop R.F. Jackson L.P., Goring E.T. Cand. J. Soil Sc., vol. 40:1960.
5. Ehrendorfer K.: Einfluss der Stickstoffform auf Mineralstoffaufnahme und Substanzbildung bei Spinat (*Spinacia oleracea* L.). Bodenkultur vol. 15:1964 z. 1.
6. Eichinger A.: Zum Antagonismus von Calcium und Magnesium. Z. Pfl. Ernähr. Düng. vol. 70:1955.
7. Greig J.K., Motes J.E., Tikriti A.S.: Effect of nitrogen levels and micronutrients on yield, chlorophyll and mineral content of spinach. Proc. Am. Soc. Hort. Sc. vol. 92:1968.
8. Grime J.P., Hutchinson T.C.: The incidence of lime-chlorosis in the natural vegetation of England. Ecology vol. 55:1967 nr 2.
9. Groot (de) Th.: Some experiences with the use of high levels of nitrogen on grassland in the Netherlands, with special reference to animal health. Proc. XI Intern. Grassld. Congr. 1970, Queensland Australia, 1.
10. Karns L.: Nährstoff und Mineralstoffgehalt des Weidefutters im Ablauf der Vegetationsperiode. Z. Acker. Pflbau, t. 100:19 1956.
11. Kauter A.: Untersuchungen über den Einfluss der Kalkdüngung auf den Mineralstoffgehalt einiger Wiesenpflanzen. Ber. Schweiz. Bot. Gesell. t. 53:1943 nr A.
12. Koriath H., Lennerts L.: Einfluss vom Schnittzeit und Düngung auf den Pflanzenbestand, den Ertrag und den Gehalt an Rohprotein, Gerüstsubstanzen sowie Kalzium und Phosphorsäure bei Wiesenheu. Arch. Tierernähr. t. 9:1959 nr 4.
13. Koss V.: Untersuchungen über Leistung, Mineralstoffaufnahme sowie gegenseitiges Verhalten von einigen Kulturgrasern in Gefäss — und Feldversuchen. (Dysert. Univ.) Berlin 1957.
14. Lidtke W.: Wpływ dopełniającego nawożenia mineralnego na plon i wartość paszową mieszanek łąkowych nawadnianych wodą ściekową. Roczn. Nauk rol. Ser. F, 1965, z. 2.

15. Mazel J.J., Čistova E.D. :Sootnošene meždu soderžaniem ot del'nyh soedinenii kal'cja u podsolnečnika. Izv. Timirjaz. selchoz. Akad. 1968 nr 3.
16. Minotti P.L., Craig W.S., Jackson W.A.: Nitrate uptake and reduction as affected by calcium and potassium. Soil Sc. Soc. Am. Proc. vol. 32:1968 nr 5.
17. Paulsen G.M., Harper J.E.: Evidence for a role of calcium in nitrate assimilation in wheat seedlings. Pl. Physiol. vol. 43:1968 nr 5.
18. Pritchard G.I., Pidgen W.J., Folkins L.P.: Distribution of potassium, calcium, magnesium and sodium in grasses at progressive stages of maturity. Can. J. Plant Sc. vol. 44:1965.
19. Ščerbakov A.P., Turkova M.S.: Formy kal'cja v sejancach drevesnyh porod. Fizjol. Rast.:1960 nr 4.
20. Simkiss K.: Calcium in reproductive physiology. London. 1967.
21. Skolimowski L.: Kształowanie się plonów runi w warunkach intensywnej gospodarki pastwiskowej. Pr. Komis. Nauk Rol. Leś. Pozn. TPN. t. 27:1967.
22. Stabrowska J.: Znaczenie wapnia dla wzrostu i rozwoju roślin wyższych. Wszechświat 1974 nr 2.
23. Steen E.: Inverkan av kvävegödsling på kvaliteten hos fyra vallgräs på betesstadiet. Lantbrukshögskolans Medd. Ser. A 1968 nr 92.
24. Tveitnes S.: Forsøk med stigande mengder nitrogen til eng. Forskrung og. Forsøk i Landbruket. t. 8:1967.
25. Wiesner E.: Fütterung und Fruchtbarkeit. Jena 1972.
26. Wuth E.: Die Wirkung einer mehrjährig differenzierten N-und P-Düngung auf alten Wiesensandort. Z. Landeskult. 1965 nr 4.

М. Фальковски, И. Кукулка

НАЛИЧИЕ КАЛЬЦИЯ В РАСТЕНИЯХ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО ЛУГОПАСТБИЩНОГО КОРМА

Резюме

На основании литературы и собственных исследований, авторы установили, что правильное применение кальция в питании растений и животных является очень сложной проблемой. На содержание кальция в растениях можно воздействовать напр. путем удобрения, тогда как обеспечение усвояемости этого элемента для животных — трудное и возможно только в пастбищном содержании, которое благоприятствует синтезу витаминов D₂ и D₃ в коже животных, облегчая таким образом усваивание Са животными. Желательным направлением исследований должны являться поиски за связью между кальцием и пигментами с одной стороны и нитратами с другой, определение количественных соотношений между формами кальция в растениях, а также установление зависимости между наличием определенных форм кальция в растениях и видовыми признаками и экологическими условиями.

Следует также установить, может ли применение азотных и фосфорных удобрений с содержанием кальция в какой-то степени обеспечить кормовые потребности растений при соответствующей кислотности почвы.

На основании результатов исследований касающихся качества и количества соединений кальция в растениях можно будет усовершенствовать состав смесей лугопастбищных растений.

M. Falkowski, I. Kukulka

OCCURRENCE OF CALCIUM IN PLANTS AND ITS EFFECT ON GRASSLAND FODDER QUALITY

S u m m a r y

On the basis of literature and own investigations the authors have proved that a correct use of calcium in nutrition of plants and animals is a very complicated problem. The calcium content in plants can be affected e.g. by fertilization, while ensuring availability of this element to animals is difficult. It is possible only at grazing, which contributes to a synthesis of vitamins D₂ and D₃ in the skin of animals and thus facilitates the Ca assimilation by animals. A desirable trend of the respective investigations would be seeking for a relationship between calcium on the one hand and pigments and nitrates on the other, determination of quantitative relations between particular calcium forms in plants as well as proving the dependence of occurrence of certain calcium forms in plants on specific features and ecological conditions.

It is also to state, whether the applied nitrogen and phosphorus fertilizers with Ca content could to some extent satisfy nutrient requirements of plants at an appropriate soil acidity.

On the basis of investigations on quality and quantity of calcium compounds in plants, it would be possible to make improvements in the composition of the mixtures of grassland plants.