

23 dni, obora straciła 2884 litry mleka, z czego na każdą krowę wypada 29 litrów.

Obora VI — spadek trwał w ciągu 39 dni, obora utraciła 2504 litry mleka, z czego na każdą krowę wypada 89 litrów.

W powyższych oborach z chwilą wybuchu pryszczycy wszystkie sztuki były zakażane sztucznie (aftyzacją). Surowicą ozdrowieńców nie szczepiono wogóle bydła dorosłego, a jedynie cielęta i jałówki. Upadki śmiertelne zdarzały się w bardzo małym odsetku sztuk chorych (w oborze V-iej padła 1 krowa i 2 cielęta). Komplikacje popryszczycowe w powyższych oborach zdarzały się bardzo rzadko. Jedynie w oborze IV obserwowano zapalenia wymion u 2 sztuk. Surowica ozdrowieńców stosowana u jałowizny i cieląt dawała dobre wyniki.

Wnioski są następujące:

1. Metoda aftyzacji przy pryszczycy wywołuje różne straty w mleczności bydła, wahające się w granicach od 6 litrów do 165 litrów od krowy.

2. Wielkość strat zależy od żywienia, utrzymania, pielęgnacji, warunków sanitarnych oraz kondycji zwierząt.

3. Zmiana środowiska zewnętrznego, pielęgnacja i żywienie wpływa znacznie na zmniejszenie się strat.

4. Maksymalna wysokość strat przy zastosowaniu metody aftyzacji jest niższa od podawanych strat przy normalnym zakażeniu, które sięgają około 300 litrów mleka od krowy.

5. Straty wywołane upadkiem wynosiły 3 sztuki, w tym dwa cielęta i jedna krowa na 320 sztuk bydła tj. 0,003%.

HIGIENA ŚRODKÓW SPOŻYWCZYCH

EDMUND PROST

Zasady chłodzenia i mrożenia mięsa

Z Katedry Higieny Produktów Zwierzęcych UMCS
Kierownik: Prof. dr A. TRAWIŃSKI

Centralizacja przemysłu mięsnego i tworzenie kombinatów mięsnych, w których odbywa się masowy ubój zwierząt rzeźnych jak i ich przetwórstwo łączą się ściśle z zagadnieniem konserwacji mięsa. Zadania konserwacji pozostają w powiązaniu z ogólnopanstwową, planową gospodarką mięsną oraz z tworzeniem baz zaopatrzeniowych, które są interwencyjnymi czynnikami zdrowych stosunków gospodarczych. Stąd też obok przetwórstwa konserwowego, chłodnictwo mięsne jest zasadniczą metodą konserwacji pozwalającą na utrzymanie, przez pewien okres czasu, surowca w stanie świeżym i zdatnym do spożycia. Ze względu na rolę jaką spełnia chłodzenie i mrożenie mięsa koniecznym jest zrozumienie zasad chłodnictwa mięsnego i omówienie właściwego jego stosowania.

Chłodzenie mięsa.

Zasady chłodnictwa łączą się ściśle z procesami dojrzewania mięsa oraz ze zmianami wywołanymi w tkance mięsnej przez drobnoustroje.

Tworzenie się procesów dojrzewania tkanki mięsnej jest jednym z warunków trwałości i wysokiej jakości surowca. Dojrzewanie mięsa odbywa się w dwóch fazach: tężenia (kwaśnienia) i autolizy i pozostaje w ścisłym powiązaniu z glikogenolizą mięśniową. Rozbudowa glikogenu i powstanie w ostatniej jego fazie kwasu mlekowego powoduje przez znaczne obniżenie pH do 5,6—5,4 proces tężenia, po którym następuje autoliza tkanki mięśniowej. Tężenie mięśni jest w omawianym wypadku następstwem wiązania wody z płynów tkankowych przez włókna mięśniowe, czego wyrazem jest przykurcz włókien mięśniowych. Należy jednak równocześnie zaznaczyć, że w pewnych wypadkach może wystąpić tężenie mięśni nie spowodowane glikogenolitycznym kwaśnieniem tkanki mięśniowej. Autoliza, stanowiąca drugą fazę dojrzewania mięsa

odbywa się pod wpływem działania fermentów proteolitycznych i cechuje się rozbudową białek mięśniowych na związki prostsze i łatwiej strawne oraz przemianą substancji łącznotkankowej w klej, co powoduje rozluźnienie spistości utkania włókien mięśniowych. Na skutek tych przemian staje się mięso kruche, soczyste, łatwostrawne i nabiera przyjemnego, aromatyczno-kwaśnego zapachu. Przejście tkanki mięśniowej przez proces dojrzewania jest ze względu na wartości kulinarne jak i sanitarno-higieniczne produktu (kwaśny odczyn środowiska) jednym z podstawowych warunków konserwacji chłodniczej. Należy jednak pamiętać, że wszelkie procesy fermentacyjne, podobnie jak i dojrzewanie mięsa, ulegają zahamowaniu w niskich temperaturach. Stąd też chłodzenie mięsa w pierwszej jego fazie, w okresie tworzenia się kwasu mlekowego powinno odbywać się w temperaturach nie niższych od 0° C. Badania wykazały, że powyższy proces fizykochemiczny mięsa w chłodni przebiega w temperaturze + 4° C w około 3 dni. Obniżenie temperatury środowiska zwalnia przebieg glikogenolizy i następuje autolizy, a temperatury zamrażania zatrzymują proces dojrzewania w jego początkowej fazie. Po odtajeniu mięsa mrożonego kwaśnienie w nim już nie występuje, przypuszczalnie na skutek zniszczenia odpowiednich fermentów. Stąd też doprowadzenie mięsa, przeznaczonego do dłuższego składowania w chłodni, do stanu dojrzewania, a specjalnie kwaśnienia jest bardzo ważnym momentem konserwacyjnym. Nie wskazano jest jednak przyspieszanie kwaśnienia mięsa przez przetrzymywanie go w pierwszym okresie po uboju zwierzęcia (ok. 24 godziny) w temperaturach wyższych, gdyż postępująca w procesie dojrzewania rozbudowa białka mięsnego może doprowadzić do powstawania ciał mogących wykazywać

nieprzyjemne oddziaływanie smakowe jak i nawet toksyczne, pomijając już całkowicie wpływ destrukcyjny drobnoustrojów, posiadających lepsze warunki rozwojowe.

Drugim ważnym czynnikiem mającym wpływ na trwałość mięsa chłodzonego jest zagadnienie bakteriologiczne. Zmniejszenie do minimum wpływu rozkładczego drobnoustrojów na konserwowaną tkankę mięsną jest uzależnione tak od doboru odpowiedniego surowca mięsnego jak i właściwego postępowania chłodniczego. Tusze mięsne przeznaczone jako surowiec do dłuższego chłodzenia powinny spełniać następujące warunki: najmniejsze zakażenie bakteriologiczne, możliwie najmniejszy stopień wilgotności oraz odpowiedni stopień zakwaszenia. Mięso zdrowych zwierząt rzeźnych jest tuż po uboju albo jałowe albo wykazuje nieznaczny stopień zakażenia. Stąd też występujące zmiany rozkładcze tkanki mięśniowej wywołane przez drobnoustroje są spowodowane najczęściej następowym zakażeniem lub też niewłaściwym postępowaniem z tuszą mięsną, umożliwiającym namnożenie bakteriologiczne. Sprawa higienicznego uboju oraz higienicznego postępowania poubojowego z tuszą mięsną jest zagadnieniem pierwszej wagi. — Ważnym czynnikiem jest również użycie w chłodnictwie mięsa o jaknajmniejszej zawartości wody, która wybitnie sprzyja rozwojowi flory bakteriologicznej. Specjalnie niepożądanym jest powierzchniowe zwilgotnienie surowca. Z tego też powodu do powyższej konserwacji nie nadaje się mięso sztuk młodych i charłacznych. Odpowiednie i możliwie całkowite wykrwawienie w czasie uboju powinno być również jednym z warunków. Proces zakwaszenia tkanki mięśniowej przez wytworzony na skutek glikolizy kwas mlekowy posiada duży wpływ na zahamowanie rozwoju drobnoustrojów w mięsie oraz na oporność tkanki mięsnej na bakteriologiczne działanie rozkładcze. Drobnoustroje, które dla swego rozwoju wymagają raczej alkalicznego środowiska, nie znajdują korzystnych warunków wzrostu w tkance mięśniowej, w której wystąpiło kwaśnienie. Te niekorzystne dla rozwoju drobnoustrojów warunki są spotęgowane również przez równoczesne odwodnienie substancji międzywłókienkowej przez napełnienie wodą włókien mięsnych jako skutek postępującego dojrzewania. Im zatem bardziej w tkance mięsnej jest posunięty proces kwaśnienia, tym niższy będzie stopień pH środowiska i tym bardziej mięso będzie odporne na działanie drobnoustrojów. Granice zwrotne dla stopnia zakwaszenia mięsa należy uznać pH — 6,5, przy osiągnięciu którego należy wykluczyć mięso z przeznaczenia do dłuższego chłodzenia. Mięso takie ze względu na zmniejszoną oporność na działanie drobnoustrojów powinno być przeznaczone do natychmiastowego spożycia. pH 6,8 stwarza już podejrzenie rozpoczynającego się rozkładu gnilnego.

Reasumując powyższe należy stwierdzić, że z przeznaczenia na dłuższą konserwację w chłodni należy wykluczyć:

mięso dotknięte silnym zakażeniem bakteriologicznym, co praktycznie będzie się streszczać do wykluczenia

tusz zanieczyszczonych kałem, ziemią lub brudem, spowodowanych upadkiem tuszy na ziemię,

mięso zwierząt młodych,

mięso pochodzące od zwierząt ubijanych z konieczności lub też wykazujące duży stopień wodnistości,

mięso zwierząt wyniszczonych, niewypoczętych, niegłodzonych i niewykrwawionych.

Obok doboru odpowiedniego surowca na trwałość chłodzonego mięsa, a specjalnie na jego zakażenie bakteriologiczne, posiada duży wpływ odpowiednie postępowanie poubojowe. Tusze mięsne w czasie jaknajkrótszym po uboju zwierzęcia tzn. w czasie około pół godziny, w celu powierzchniowego osygnięcia, powinny być przesunięte do pomieszczeń przeznaczonych do szybkiego schładzania. W pomieszczeniach tych, budowanych czy to jako komory chłodnicze czy też tunele chłodnicze, jest zastosowana możliwie jaknajniższa temperatura (0° C), możliwie jaknajwyższa wilgotność (do 95%) oraz szybki obieg chłodzonego powietrza (3 m/sek.). Te ściśle z sobą powiązane czynniki pozwalają na szybkie schłodzenie tusz mięsnych (do 24 godzin) i przesunięcie ich następnie do magazynów chłodniczych. Postępowanie powyższe nie dopuszcza do wtórnych zakażeń bakteriologicznych tusz mięsnych, które odbywały się dotychczas przy powolnym ochładzaniu na halach łącznych i w przedchłodniach, jak również stwarza niekorzystne warunki dla namnażania się drobnoustrojów znajdujących się już w mięsie. Poza tym zastosowanie w pomieszczeniach schładzających możliwie niskiej temperatury (0° C) i wysokiej wilgotności (95%) zmniejsza bardzo znacznie straty wagowe surowca powstałe na skutek nadmiernego parowania mięsa i w związku z tym posiada duże znaczenie ekonomiczne. Oddzielenie pomieszczeń schładzających od magazynów chłodniczych wpływa bardzo korzystnie na trwałość i oporność przeciwbakteriologiczną chłodzonych tusz mięsnych. Należy również zaznaczyć, że w magazynach chłodniczych powinien być ściśle przestrzegany regulamin, którego celem jest utrzymanie stopnia wilgotności, obiegu powietrza i temperatury stale na jednym poziomie. Częste zmiany temperatury sprzyjają wybitnie wzrostowi bakteriologicznemu jak i spleśnieniom powierzchniowym tusz mięsnych.

Mrożenie mięsa.

Chłodzenie mięsa służy dla krótkiej konserwacji, przeciętnie biorąc około 3 tygodni, podczas gdy odpowiednio stosowane mrożenie przedłuża ten okres do 1 roku, a nawet i dłużej. Wg dotychczas stosowanych metod mrożenia otrzymywano jednak surowiec o dużo gorszej wartości w porównaniu do mięsa świeżego, co stwarzało konieczność sprzedaży powyższego mięsa po cenach niższych. Dotychczasowe metody mrożenia polegały na powolnym zamrażaniu tusz mięsnych w temperaturze —6° do —10° C, które powodowało występowanie soku mięsnego na drodze osmotycznej z włókien mięsnych do przestrzeni międzywłókienkowych, który ulegał zamarzaniu i tworzył kryształki lodu. Występujący do przestrzeni międzywłókienkowych sok mięśny zawierał w swoim składzie sole mineralne, a równocześnie na skutek powolnego za-

marzania cząsteczek wody wytwarzał się w tych przestrzeniach roztwór nasycony w soli, który oddziaływał dyfuzyjnie na znajdującą się jeszcze we włóknach mięśniowych wodę, powodując tym samym zwiększenie się kryształków lodu w przestrzeniach międzywłókienkowych. Wytwarzane w ten sposób dość duże kryształy lodu powodowały na drodze mechanicznej rozdzielanie pęczków włókien mięśniowych oraz rozrywanie samych włókien, niszcząc ich strukturę. Przy odtajaniu tak zamrożonego mięsa, który to proces odbywał się najczęściej przez przesunięcie tusz na halę łączną, następowało rozpuszczenie kryształków lodu i wypływanie z mięsa soku mięsnego zawierającego sole mineralne, ciała wyciągowe i związki białkowe. Zniszczone w swej strukturze włókna mięsne nie były w stanie wchłonąć z powrotem rozpuszczonego soku mięsnego, który wyciekał. Powiększone i rozdęte przestrzenie międzywłókienkowe jak i zniszczone włókna mięśniowe stwarzały bardzo dogodne warunki środowiskowe dla przenikania wgłąb mięsa i silnego rozwoju flory bakteryjnej. W ten sposób odtajane mięso ulegało około trzy razy prędzej procesom rozkładowym, niż mięso świeże.

Nowoczesne tzw. szybkie lub uderzeniowe mrożenie mięsa opiera się na innych zasadach. Metoda ta nie polega jednak, jak powszechnie się sądzi na poddaniu tuszy mięsnej w krótkim czasie po uboju i po powierzchniowym ostudzeniu działaniu bardzo niskich temperatur. Tusze mięsne muszą być przed tym dokładnie wychłodzone w temperaturze 0° — $+2^{\circ}$ C w wyżej wspomnianych pomieszczeniach służących do szybkiego schładzania (komory chłodnicze lub tunele chłodnicze) przez okres około 24 godzin, a następnie przesunięte do magazynów chłodniczych, w których odbywa się dojrzewanie mięsa. Okres ten trwa dość różnie, zależnie od gatunku mięsa np. dla mięsa świńskiego około 2 dni, a dla mięsa wołowego około 5 dni. Przejście mięsa przez proces dojrzewania, a specjalnie przez zakwaszenie tkanki mięśniowej jest nieodzownym warunkiem wysokiej jakości surowca, co uwidacznia się dopiero po odtajeniu, jak i oporności na procesy rozkładowe wywołane przez drobnoustroje. Następnie dopiero odbywa się właściwe zamrożenie uderzeniowe w specjalnych tunelach zamrażających, w których zastosowana jest temperatura — 25° C oraz nadzwyczaj szybki obieg chłodzonego powietrza, 3 m/sek. Czas trwania zamrożenia wynosi dla ćwiartek wołowych około 24 godzin, a dla ćwiartek świńskich około 16 godzin. Proces zamrożenia należy uważać za zakończony, jeśli we wnętrzu mięsa występuje temperatura — 6° do — 7° C, co stwierdza się powszechnie i w przybliżeniu przez niemożność wbicia ostrza ostrego noża w zamrożone mięśnie. Powyższe postępowanie przy zastosowaniu niskich temperatur i szybkiego obiegu chłodzonego powietrza pozwala na zamrożenie dużych ilości mięsa w niewielkich pomieszczeniach, jakimi są tunele zamrażające i w stosunkowo krótkim czasie. — Po zamrożeniu umieszcza się mięso w magazynach — mroźniach w temperaturze około — 20° C. Składowanie odbywa się przez układanie zamrożonych

ćwiartek lub połówek na drewniane podkłady, wykonane z drzewa bezwonnego i dobrze wygładzonego, z zachowaniem pewnej przestrzeni od podłogi. Złożone tusze mięsne nie mogą sięgać sufitu magazynu, jak również jego ścian, ze względu na konieczność utrzymania cyrkulacji chłodzonego powietrza. Warstwy powierzchniowe mięsa należy przykrywać woskowanym papierem dla zmniejszenia strat wagowych na skutek wysychania. Połówki świńskie należy układać w ten sposób, aby dolna warstwa tusz była zwrócona skórą do dołu, a inne leżące na nich tusze stroną mięsną do dołu. Ćwiartki wołowe układa się kantem.

Odnosnie zmian strukturalnych, jakim podlega tkanka mięśniowa poddana szybkiemu zamrożeniu, stwierdza się tworzenie wewnątrz włókien mięśniowych niewielkie punkty kryształków lodu. Nagłe „uderzenie“ niskiej temperatury nie pozwala na wystąpienie soku mięsnego do przestrzeni międzywłókienkowych. Stąd też niewielkie w rozmiarach kryształy lodu tworzą się wewnątrz komórek mięsnych, nie zmieniając zasadniczo ich struktury. Stosunkowo nieznaczne zwiększenie objętości pierwszczy komórkowej, powstałe przez zamrożenie wody, jest kompensowane przez elastyczność błony komórkowej. Zmiany zachodzące w tkance mięśniowej składowanej w magazynach — mroźniach są stosunkowo niewielkie i dotyczą raczej powierzchni mięsa. Polegają one na wyschnięciu i wyjaśnieniu warstwy wierzchniej mięsa oraz w pewnym stopniu na jełczeniu chemicznym tłuszczu czyli tzw. łojowatości, powstałej na skutek utlenienia tłuszczu tlenem powietrza. Jełczenie, ze względu na to, że jest to reakcja w pewnym stopniu fotochemiczna, można częściowo zahamować przez wstawienie w okna szyb kolorowych (czerwonobrunatne, niebieskie, zielone). Występowanie na mięsie takich zmian jak ściemnienie, spowodowane przemianą hemoglobiny w methemoglobinę, pojawienie się ciemnych lub nawet czarnych plam spowodowanych przez pleśnie, jako też występowanie nadmiernego łojowacenia tłuszczu, należy odnieść do zbyt wysokich temperatur stosowanych w tych magazynach.

Szybkie zamrażanie mięsa posiada wyraźne aspekty ekonomiczne związane ze stratami wagowymi. Straty wagowe przy zamrażaniu mięsa wynoszą dla mięsa świńskiego 1,0—1,6%, a dla mięsa wołowego 1—2%. Półroczne składowanie w magazynach — mroźniach powoduje dla mięsa świńskiego 1—3%, a dla wołowego 2,3—6% strat wagowych. Te dość duże różnice w stratach wagowych należy odnieść do różnic w klasach gatunkowych ubijanych zwierząt. Zwierzęta rzeźne wyższych klas dają zawsze mniejsze straty.

Obok zamrażania nadzwyczaj ważną rzeczą jest również właściwe odtajanie mięsa mrożonego. Należy unikać bezwarunkowo szybkiego odtajania. Do tego celu budowane są specjalne komory o temperaturze $+6$ do $+8^{\circ}$ C i dość szybkim obiegu chłodzonego powietrza. Odtajanie trwa od 3 do 5 dni i należy je uważać za zakończone, jeżeli we wnętrzu mięsa jest

temperatura około -1°C . Mięso w ten sposób odtajane jest na powierzchni wilgotne, co pochodzi jednak nie z mięsa lecz z kondensacji pary wodnej powietrza. Dlatego też tusze mięsne należy przesunąć jeszcze na 2—3 dni do komór chłodniczych z szybkim obiegiem powietrza, gdzie następuje powierzchowne wysychanie. Stosowane wg tej metody odtajanie powoduje we wnętrzu mięsa powolne rozpuszczanie się kryształków lodu, a wytworzony z powrotem sok mięsny jest wchłaniany przez pierwowzrost komórki mięsnej. Równocześnie też nie stwarza się dogodnych warunków dla rozwoju drobnoustrojów wewnątrz masy mięsnej oraz przez powyższe postępowanie zmniejsza się do minimum możliwości wtórnych zakażeń bakteryjnych.

Omówiona metoda zamrażania jak i odtajania mięsa pozwala na otrzymanie pełnowartościowego surowca, nie wiele różniącego się od świeżego mięsa.

Piśmiennictwo

- 1) Bartels H.: Die Fleischwirtschaft 8 — 1952.
- 2) Dräger H.: Lebensmittelindustrie 11—12 — 1952.
- 3) Frühwald O.: Die Fleischwirtschaft 1 — 1953.
- 4) Komarow N. S.: Chołod. Moskwa 1950.
- 5) Manerger A. A., Mirkin E. J.: Technologie mięsa i miasoproduktów. Moskwa 1949.
- 6) Murawlański A. M.: Chołodilnaja obrabotka i chranjenje mięsa i subproduktów. Moskwa 1950.
- 7) Prost E.: Med. Wet. 10 — 1952.
- 8) Stefanowski B.: Chłodnictwo. 1952.
- 9) Trawińska J.: Med. Wet. 6 — 1952.
- 10) Trawiński A.: Mięsoznawstwo. 1948.

ZOOHIGIENA

M. STRZEMSKI

Paławy

Geochemia a weterynaria

Ujawniające się coraz częściej choroby niedoborowe zwierząt i ludzi skłaniają weterynarię do bliższego zajęcia się nie tylko problemem samego pożywienia, ale i środowiskiem jego produkcji. Środowisko warunkuje bowiem skład i właściwości pokarmów. Centrum spraw środowiskowych stanowi gleba, jako warsztat rolnika, będącego podstawowym producentem artykułów żywnościowych. Od jakości gleby zależy jakość i ilość produkowanych środków pokarmowych. Czynniki decydującymi o wartości spożywczej i wysokości plonów ziemiopłodów są: 1) odpowiedni kierunek produkcji, 2) uprawa roli i 3) nawożenie.

Kierunek produkcji dyktowany jest przez warunki obiektywne i potrzeby gospodarcze. Uprawa stanowi problem interesujący głównie tych, którzy się nią zajmują i tych którzy zaopatrują rolnika w narzędzia jego pracy. Co się zaś tyczy nawożenia, to wpływa ono dzisiaj jako zagadnienie, budzące zainteresowania bardzo różnych fachowców, a m. in. lekarzy. Dlaczego tak się dzieje — nietrudno zrozumieć w nawiązaniu do wspomnianej — w pierwszym zdaniu artykułu — kwestii niedoborów. Niedobory te zwalczać możemy skutecznie tylko drogą stosowania właściwych nawozów, tj. drogą racjonalnej chemizacji rolnictwa.

Ażebym taka chemizacja była racjonalna, nie wystarczy znajomość samego tylko składu chemicznego gleby i jej chemicznych właściwości. Należy jeszcze ponadto orientować się w obiegu tych wszystkich elementów, które były, są, lub mogą być zawarte w glebie. Jest to problem wchodzący w zakres nauki zwanej geochemią, a mieszczący się w ramach pewnego wycinka owej dyscypliny: noszącego nazwę geochemii gleby. Ogólne prawa, rządzące obiegiem elementów w pokrywie glebowej naszej ziemi wymagają pewnej specjalnej wiedzy i nie zawsze mogą być przedmiotem zainteresowania ludzi

o wykształceniu fachowym, nie należącym do dziedzin nauk o ziemi, gleboznawstwa lub chemii. Co zaś się tyczy geochemii szczegółowej (w obrębie samej historii opisowej pierwiastków), to jest to już temat nie tylko ważny, ale i najzupełniej dostępny dla ludzi nauki, reprezentujących różne gałęzie wiedzy przyrodniczej, a więc m. in. także medycyny i weterynarii, które powinny zająć się tym tematem najbliżej i najbardziej bezpośrednio. Może nawet nie mniej niż rolnictwo. Przeciwnie walka z niedoborami w organizmach roślinnych, zwierzęcych i ludzkich, to wspólna platforma zmagania dla tych, których zadaniem jest „pielegnacja“ roślin, zwierząt i ludzi oraz których obowiązuje ochrona zdrowia ludzi i zwierząt zarówno w zakresie profilaktyki jak i terapii. Konkretnie przykłady mogą zilustrować ważność niektórych problemów geochemicznych dla medycyny i weterynarii. Otóż w Polsce winniśmy zainteresować się przede wszystkim obiegiem kilku mikroelementów, z których brakiem szkodliwym dla świata zwierzęcego i ludzi należy liczyć się. Wchodzi tu w grę: miedź, cynk, mangan, fluor, brom, jod i kobalt.

Miedź znajduje się w strefie glebowej litosfery w postaci tlenków i węglanów oraz całego szeregu różnych soli, których występowanie wiąże się najczęściej ze specyficznymi warunkami klimatycznymi (pustynie). W glebach Polski mamy do czynienia prawie wyłącznie z tlenkami i węglanami, a więc ze związkami o bardzo słabej rozpuszczalności, mogącej warunkować wszędzie brak miedzi: na skutek jej nieprzystępności dla sorpcji biologicznej. Jednakowoż zupełna niepobieralność miedzi stanowi — zdaje się — zjawisko rzadkie. Groźniejsza jest w ogóle niedostateczna zawartość tego pierwiastka lub brak jego zupełny, z którym należy liczyć się u nas na terenach gleb torfowych, różnych gleb mineralnych silnie zbielicowanych i we