

TADEUSZ LITYŃSKI

NAWOŻENIE, JEDEN Z WAŻNYCH CZYNNIKÓW
WALKI Z GŁODEM*

Jednym z najbardziej charakterystycznych zjawisk obecnego stulecia jest wzrastający stale i w coraz silniejszym tempie przyrost ludności na świecie. Gdy pod koniec ubiegłego wieku liczba mieszkańców naszego globu wynosiła w przybliżeniu 1,5 mld, to w 1960 r. wzrosła do 3 mld, a w roku 2000 według prognoz demograficznych wahać się będzie w granicach od 6 do 7 mld (7).

W tej sytuacji przed rolnictwem staje coraz ostrzejszy problem wyżywienia tej wzrastającej liczby ludności świata, tym bardziej palący, że jak to wynika z danych FAO, w ciągu każdych 24 godzin umiera z braku pożywienia ok. 30 tysięcy ludzi, a 50% mieszkańców cierpi na tzw. głód utajony, wywołany jakościowymi brakami w pożywieniu. Największe zniwo zbiera śmierć w Azji, Afryce i Ameryce Południowej, w regionach świata najgęściej zaludnionych i gospodarczo zaniedbanych, gdzie wskutek utraty plonów, spowodowanej klęskami żywiołowymi, ludność otrzymuje racje żywności nie zaspokajające głodu.

Zdawałoby się pozornie, że trudności z wyżywieniem ludności da się łatwo usunąć przez oddanie do użytku rolnictwa istniejących jeszcze na świecie dużych obszarów ziemi rolniczo dotąd nie uprawianych, a nadających się do rolniczego użytkowania. Nie jest to jednak takie proste. Wiele z nich znajduje się bowiem w regionach klimatu tropikalnego, gdzie karczowanie i wypalanie buszu i oddawanie zdobytej ziemi pod uprawę jest bardzo trudne. Podobnie ogromnych kosztów inwestycyjnych i kapitału wymagają próby przekazywania terenów pustynnych i stepowych gospodarce rolnej. Nie można więc liczyć na uzyskanie w tej drodze większych areałów ziemi dla rolnictwa.

Przeciwnie, obserwować można obecnie zjawisko sukcesywnego kurczenia się ziemi uprawianej rolniczo. Budownictwo mieszkaniowe, przemysł, komunikacja i inne czynniki cywilizacji technicznej, związane z wyżem demograficznym, wydzierają rolnictwu z roku na rok coraz większe obszary ziemi. Scalanie gruntów i rekultywacja gruntów przemysłowych daje tylko małą rekompensatę kurczenia się obszarów

* Odczyt wygłoszony na Sesji Zwyczajnej Zgromadzenia Ogólnego PAN w Krakowie 30 października 1970 r.

rolnych na świecie. Nie można też liczyć i na szybszy wzrost plonów w krajach gospodarczo rozwijających się, uprawianych rolniczo w sposób szczególnie prymitywny.

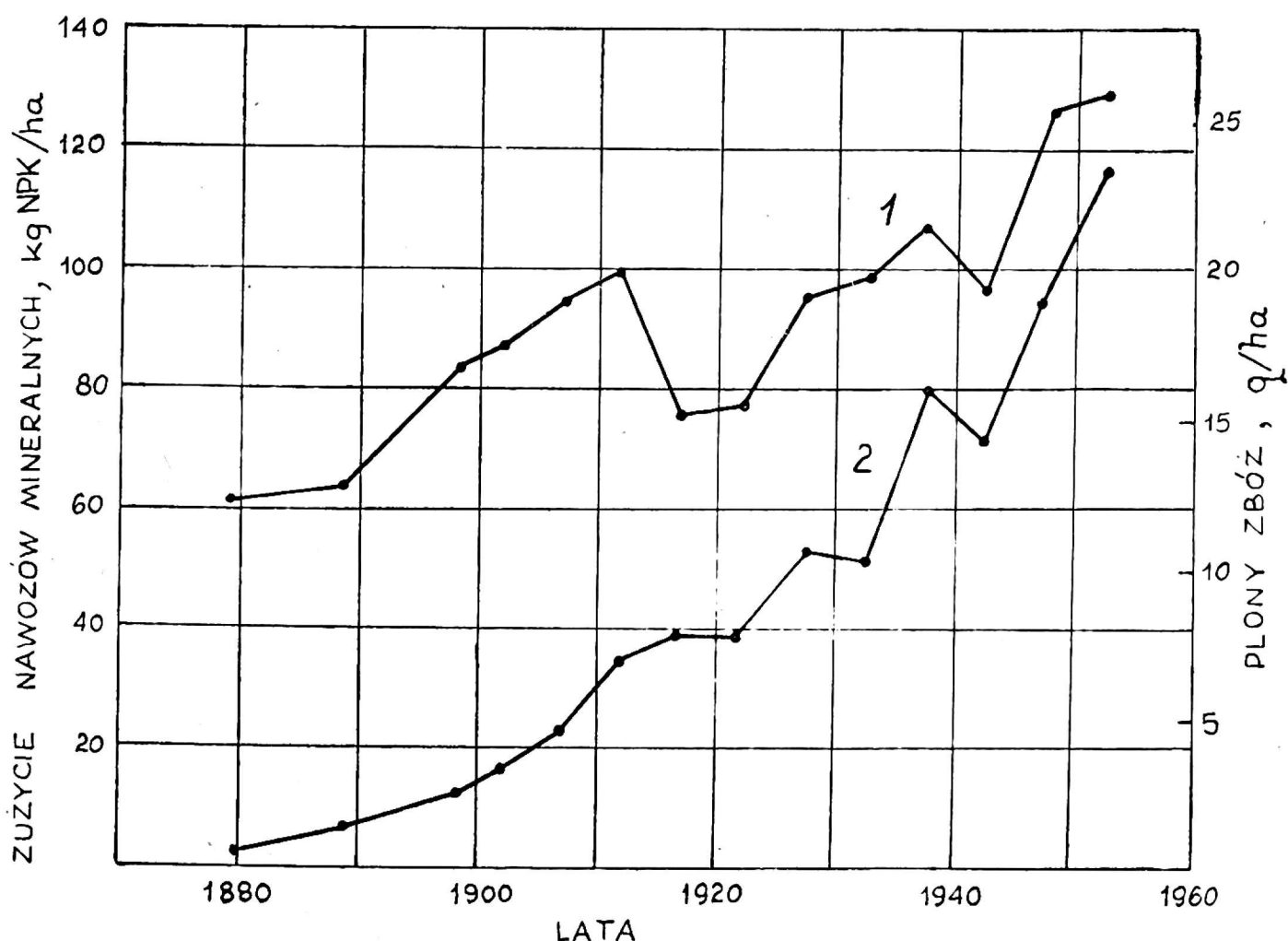
W tych warunkach jedynym sposobem zaopatrzenia ludności w potrzebną ilość pożywienia jest uzyskiwanie go w drodze coraz większego podnoszenia plonów z jednostki powierzchni ziemi, czyli stały wzrost intensyfikacji produkcji roślinnej.

Nowoczesne rolnictwo dysponuje na szczęście wieloma środkami, za pomocą których uzyskać można wysokie i wartościowe plony. I tak, dzięki pracy hodowców posiadamy dzisiaj pełne odmiany roślin uprawnych, znamy różne sposoby uprawy roli zapewniające jak najkorzystniejsze warunki glebowe dla wzrostu i rozwoju roślin, produkujemy bogaty asortyment nawozów mineralnych, podnoszących zapasy pokarmów dla roślin w glebie, dysponujemy środkami zwalczającymi różne choroby i szkodniki roślin, pracę rąk ludzkich zastępujemy w coraz większym stopniu maszynami.

Nie ulega wątpliwości, że spośród tych różnych czynników wpływających na wysokość plonów przodującą rolę odgrywa nawożenie. Jest dzisiaj rzeczą naukowo dowiedzioną, że w warunkach dobrze prosperującego rolnictwa uzyskiwane zwyczki plonów w 60% zawdzięcza się nawożeniu mineralnemu, a tylko 40% pozostałym czynnikom. Wszystkie kraje na zachodzie Europy, które mają obecnie wysoko wydajną produkcję roślinną uzyskały ją przede wszystkim dzięki rozwojowi przemysłu nawozowego i racjonalnie prowadzonej gospodarce nawozowej. Wzrost plonów następował niemal równolegle ze wzrostem zużycia nawozów mineralnych (rys. 1).

Profesor D. Fischer w książce pt. „Der Hunger in der Welt” (4) pisze; że gdyby wszystkie użytkowane rolniczo na świecie gleby były dzisiaj tak dobrze nawożone jak holenderskie, ziemia nasza mogłaby wyżywić nie 6 czy 7 miliardów, ale 29 miliardów ludności, czyli w przybliżeniu 9-krotnie więcej aniżeli obecnie znajduje się ludzi na świecie.

Nic też dziwnego, że wobec możliwości znacznego zwiększenia zasobów żywności w drodze nawożenia, obserwuje się dziś na całym świecie stały rozwój przemysłu nawozowego, a ilości nawozów produkowanych i zużywanych przez rolnictwo wzrastają z roku na rok w sposób dynamiczny. Wystarczy powiedzieć, że gdy roczna produkcja nawozów mineralnych w roku 1938/39 wynosiła około 9 milionów, to w roku 1966/67 osiągnęła liczbę 48 milionów ton czystych składników pokarmowych, czyli na przestrzeni lat powojennych wzrosła więcej niż 5-krotnie (8). Według dr G. W. Cooke'a, wicedyrektora Rolniczej Stacji Doświadczalnej w Rothamsted w 2000 r. zapotrzebowanie na nawozy mineralne wy-



Rys. 1. Plony zbóż w zależności od zużycia nawozów mineralnych w latach 1880—1960; 1) plony zbóż; 2) zużycie NPK (wg K. Scharrer 1958)

nosić będzie 220 milionów ton czystych składników pokarmowych (1). W związku z tym w latach najbliższych oczekiwać należy jeszcze szybszego niż dotąd wzrostu produkcji nawozów mineralnych na świecie.

Obserwujemy to i u nas w kraju. Dzięki miliardowym nakładom inwestycyjnym rozbudowano istniejące i wybudowano w latach powojennych nowe fabryki nawozowe; wymienimy choćby Kędzierzyn, Puławy, Włocławek, Gdańsk, Police, Tarnobrzeg i wiele innych.

Rolnictwo nasze z każdym rokiem coraz obficiej zasila rośliny uprawne nawozami. Wystarczy podać, że gdy przed wojną wysiewaliśmy za ledwie 5 kg, w roku bieżącym wysiejemy 30-krotnie więcej, bo 138 kg, a w planie perspektywicznym przewidziany jest dalszy wzrost poziomu nawożenia do 230 kg NPK na ha użytków rolnych w roku 1980. Obficiej zasilane pola obdarzają nas też wyższymi plonami, które np. dla 4 zbóż w roku ubiegłym wynosiły 21 q z ha użytków rolnych, w porównaniu z 11,4 q w latach przedwojennych. Podobnie układają się plony ziemniaków, buraków cukrowych, siana itp.

Można by się zapytać, czy wpływając na wysokość plonów nawozy mineralne nie oddziałują w jakiś sposób i na ich jakość. Otóż wpływ

ten faktycznie istnieje i zaznacza się na ogół tym silniej, im wyższe stosuje się dawki nawozów.

Dawniej gdy ilości wysiewanych nawozów były niewielkie, nie zwracano na to zjawisko większej uwagi, ograniczając się zazwyczaj do badania wpływu nawożenia mineralnego na jakość takich roślin, które dostarczają surowca do przeróbki przemysłowej, jak ziemniak przemysłowy, jęczmień browarny, tytoń, len i inne. Obecnie, kiedy dawki nawozów mineralnych zaczynają znacznie wzrastać, coraz więcej miejsca poświęca się również i ich wpływowi na ziemiopłody bezpośrednio użytkowane jako pokarm dla ludzi i zwierząt.

Wprawdzie skład chemiczny roślin, a tym samym ich wartość odżywcza uwarunkowana jest przede wszystkim genetycznie, czego przykładem mogą być np. uzyskane drogą hodowli odmiany łubinów słodkich, buraków cukrowych o wysokiej zawartości cukru, ziemniaków o dużej zawartości skrobi, odmiany wysokopłennych zbóż, zwłaszcza pszenicy itp., to jednak wiele cennych cech rośliny może ujawnić się w pełni w określonych, odpowiednich dla danej rośliny warunkach środowiskowych. Spośród nich sposób odżywiania rośliny odgrywa dużą rolę.

Za pomocą nawożenia możemy wpłynąć na skład i zawartość niemal wszystkich substancji chemicznych występujących w roślinach, jednak najważniejsze będzie jego oddziaływanie na te składniki roślinne, które jako pokarm dla zwierząt i ludzi mają podstawowe znaczenie. Należą do nich składniki mineralne, białko, tłuszcze, węglowodany i witaminy.

Składniki mineralne są elementami niezbędnymi dla normalnego rozwoju i wydania przez roślinę wysokiego i pełnowartościowego plonu. Należą tu zarówno makropierwiastki, takie jak azot, fosfor, potas, wapń czy magnez, jak i mikropierwiastki, wśród których wymienić należy miedź, cynk, żelazo, molibden i inne.

Pierwiastki te roślina pobiera z gleby. Jednak w glebie nie zawsze znajdują się one w ilości i w formie zaspokajającej pełne wymagania pokarmowe roślin. Bardzo często spotykamy się z mniej lub bardziej poważnymi niedoborami tych czy innych pierwiastków, co wyraża się słabym wzrostem, niskim plonem, zakłóceniami w przemianie materii, występowaniem objawów patologicznych, a w końcowym wypadku nawet śmiercią rośliny.

Uzyskiwany na takich glebach materiał roślinny nie jest pełnowartościowym pokarmem dla zwierząt i ludzi. Niedobór jakiegoś pierwiastka u zwierząt może objawiać się różnie. Niekiedy nie pociąga on za sobą wyraźnych objawów, powoduje jednak duże straty. Zwierzęta wykazują niską produktywność, są podatne na różne choroby i mało

płodne, mimo obfitego żywienia. Ten tzw. głód utajony jest może najbardziej niebezpieczny i największe przynosi straty, gdyż niedostrzeżony, nie jest leczony i usuwany.

Do pierwiastków, którego brak w warunkach Polski południowej przyczyniać się może do poważniejszych strat w produkcji roślinnej i zwierzęcej należy fosfor. Stacja chemiczno-rolnicza w Krakowie stwierdziła istotnie znaczne niedobory fosforu, jakie odczuwają gleby naszego województwa. Około 77% gleb Podkarpacia stanowią gleby bardzo ubogie w fosfor, wymagające silnego nawożenia fosforowego. Mała ilość fosforu w glebie pociąga za sobą nie tylko niską zawartość tego pierwiastka w roślinach, ale i nieodpowiedni stosunek fosforu do wapnia, który razem z witaminą D decyduje jak wiadomo o prawidłowej gospodarce fosforowej w organizmie zwierzęcym i ludzkim.

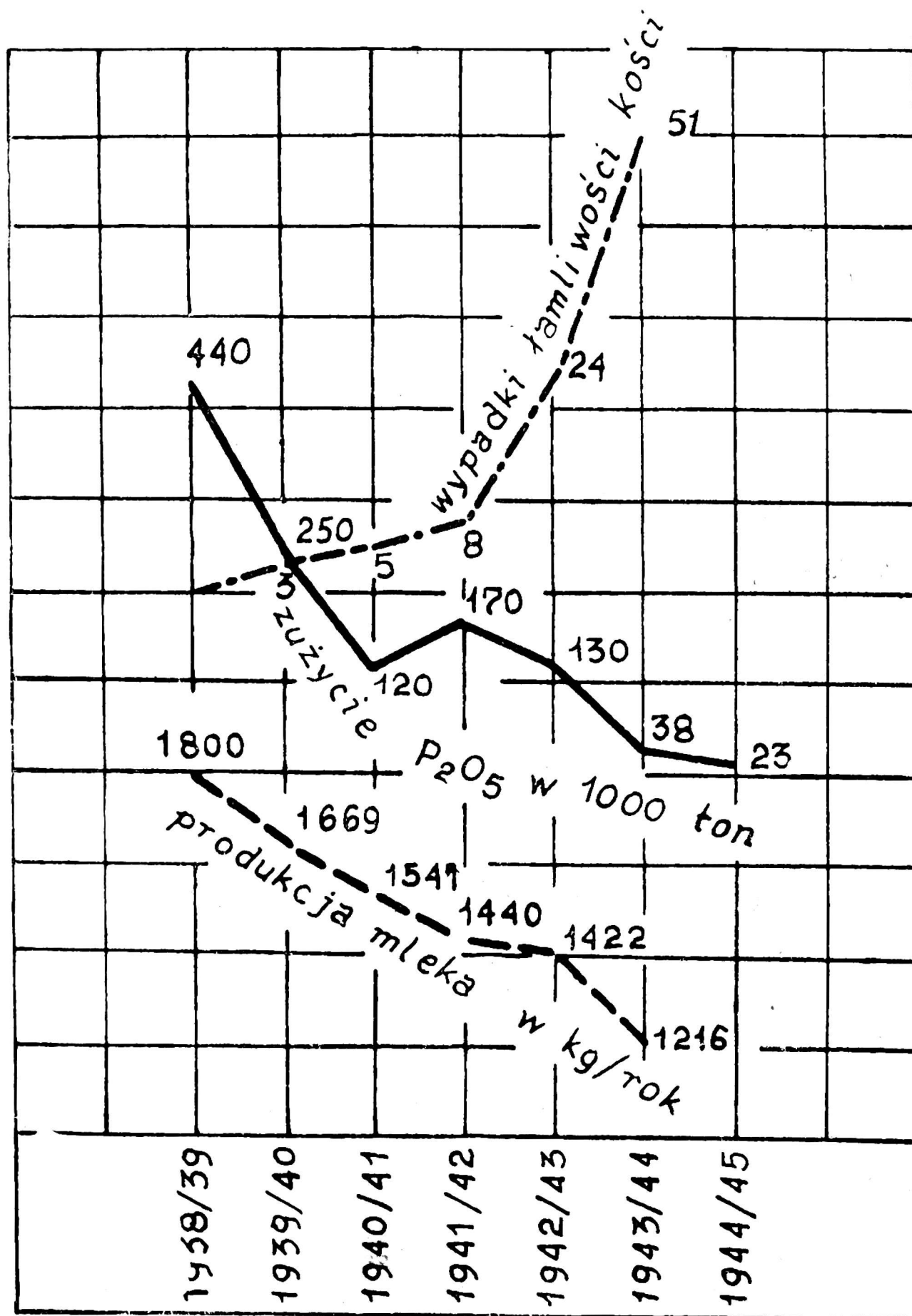
Tak np. potrzeby krowy średnio mlecznej na fosfor są zaspokajane, jeżeli jego przeciętna zawartość w dawce paszy w przeliczeniu na suchą masę wynosi co najmniej 0,26% P. Tymczasem z naszych doświadczeń wynika, że 90% koniczyn, stanowiących jedną z podstawowych roślin pastewnych gospodarstw chłopskich zawiera średnio tylko 0,23% P, a zatem stanowi materiał dla zwierząt deficytowy. Również i stosunek fosforu do wapnia w badanych przez nas próbkach koniczyny układa się niekorzystnie, wahając się w granicach jak 1:2,6 względnie 1:7,5, podczas gdy powinien być znacznie ciaśniejszy i mieścić się w granicach 1:1,3 względnie 1:1,7 (5).

Zwierzęta nasze odczuwają więc głód fosforowy, który można usunąć jedynie w drodze nawożenia fosforowego względnie dodatków do karmy tzw. fosforanów paszowych.

Prof. A. Demolon podaje skutki, jakie pociągnął za sobą spadek zużycia przez rolnictwo francuskie nawozów fosforowych w latach drugiej wojny światowej (rys. 2).

Widzimy, jak ze spadkiem ilości stosowanych nawozów fosforowych szedł spadek produkcji mleka i wzrastała ilość wypadków kruchości i łamliwości kości u zwierząt.

Innym przykładem chorób niedoborowych może być tzw. tężyczka pastwiskowa, występująca u zwierząt wypasanych na pastwiskach ubogich w magnez względnie karmionych paszą ubogą w ten składnik pokarmowy. Gleb o niskiej zawartości przyswajalnego dla roślin magnezu jest u nas dużo; około 1/3 część wszystkich gleb Polski wykazuje poważniejsze braki tego pierwiastka. Wysokie nawożenie potasowe hamując pobieranie magnezu przez rośliny pogłębia jeszcze bardziej niedobór magnezu w glebie i zaostrza objawy chorobowe u zwierząt. Choroba ta występuje w wielu krajach, jak w Holandii, Danii, pñ. Francji i Anglii, pociągając za sobą poważne straty w produkcji zwierzęcej.



Rys. 2. Zużycie nawozów fosforowych, produkcja mleka i łamliwość kości u bydła mlecznego we Francji w latach 1939—1945 (wg A. Demolon, cyt. K. Nehring, 1965).

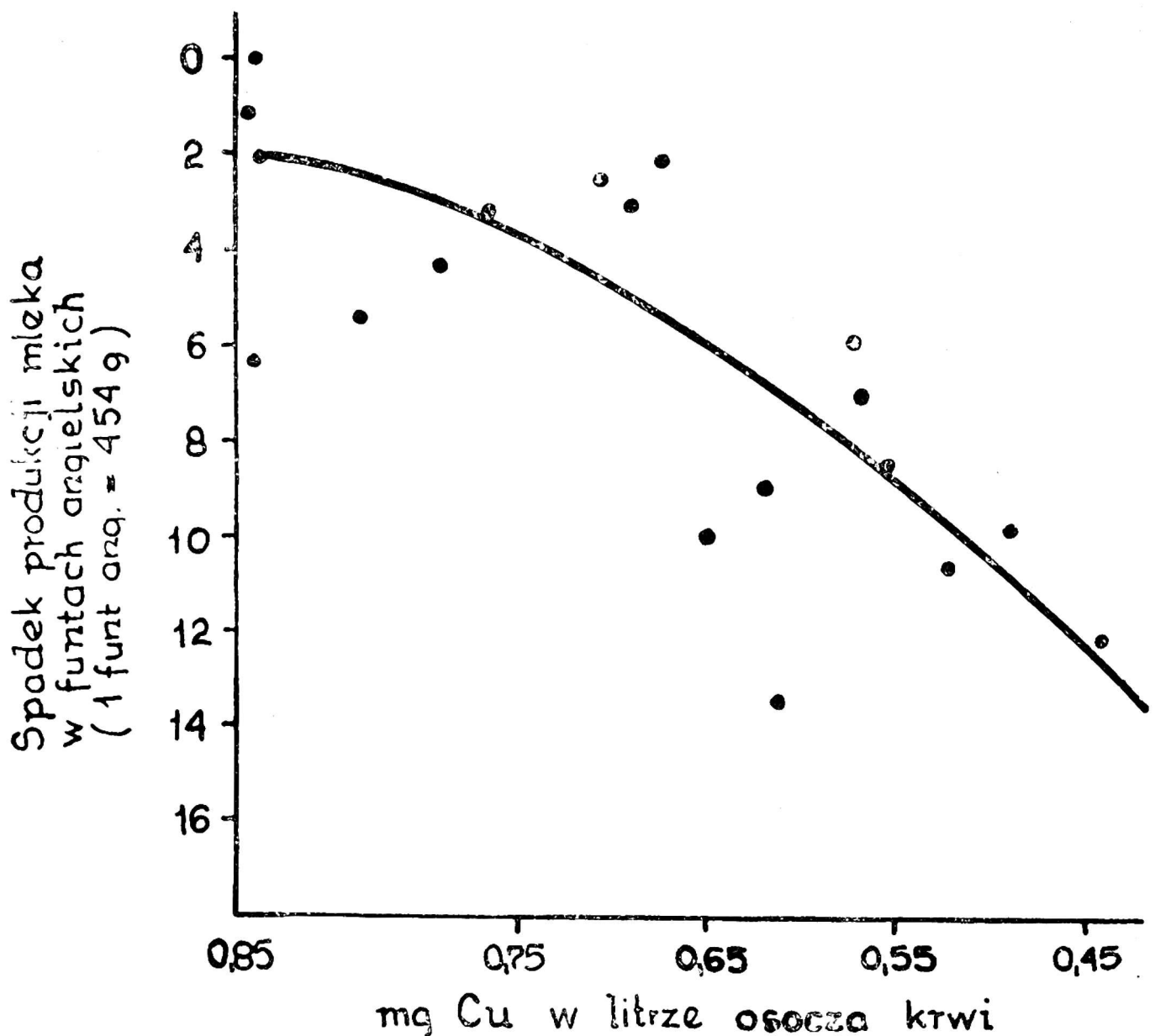
Według prof. Gunholda (1965) roczne szkody wywołone tężyczką pastwiskową w Europie szacuje się na miliard szylingów austriackich. W samej tylko Holandii na 45 tysięcy wypadków tężyczki w roku 1962 osiem tysięcy kończyło się śmiercią. Wszystkie tego rodzaju skutki niedoboru magnezowego można usunąć w drodze racjonalnego nawożenia użytków rolnych nawozami magnezowymi. Według niektórych badaczy niedobór magnezu sprzyjać ma występowaniu białaczek u ludzi i zwierząt. U nas w kraju zagadnieniem tym zajmuje się zespół naukowców z inicjatywy prof. Aleksandrowicza w Krakowie.

Ale nie tylko brak makropierwiastków, również i niedobory mikroelementów w glebie powodują wiele schorzeń u roślin, zwierząt i ludzi. Tak np. ogromne obszary niżu europejskiego ciągnące się szerokim pasem wzdłuż wybrzeży morza Północnego i Bałtyckiego wykazują niedobory miedzi, pociągające za sobą nie tylko spadek plonów u roślin, ale również spadek produkcji zwierzęcej. Tak zwana „allotrophagia”, zwana często anemią mleczną albo chorobą „lizania” występuje u zwierząt karmionych paszą zawierającą poniżej 7,5 mg Cu w kg s. masy. Zwierzęta chore wykazują niską zawartość miedzi w osoczu krwi i spadek mleczności. Można stwierdzić istotnie zachodzenie wyraźnej korelacji między stężeniem miedzi we krwi a produkcją mleka, jak to podaje rys. 3.

Również poważne w skutkach u ludzi i zwierząt są niedobory jodu, z jakimi mamy do czynienia na całym świecie. Według F. C. Kelly'ego i wsp. 200 milionów ludzi na świecie cierpi w wyniku zachwianej lub zaburzonej przemiany materii gruczołu tarczycowego, wywołanej niedoborem tego pierwiastka. Objawia się ona nabrzmieniem szyi w wyniku powiększenia się tarczycy, zwanym wolem (fot. 1).

Podobne objawy stwierdzić można i u zwierząt, choć przychodzi to trudniej ze względu na osłonięcie tarczycy sierścią lub piórami, pokładami tkanki mięśniowej, tłuszczowej itp. Wraz z powiększeniem tarczycy idą zaburzenia w płodności i produktywności. W stanie Montana w USA przed wprowadzeniem jodowanej paszy ginęło około 1 milion świń rocznie. Na fotografii 2 przedstawiono ciężki przypadek wola u kóz.

Choroba gruczołu tarczycowego jest ściśle związana — jak wiadomo — z ukształtowaniem terenu. Tereny góryste zawierają mniej jodu w powietrzu, wodzie, glebie i roślinności niż tereny położone blisko mórz i oceanów, stąd nasilenie występowania wola jest na nich znacznie silniejsze. Bardzo dobrym wskaźnikiem diagnostycznym niedoboru jodu jest według prof. Z. Ewy (3) niska zawartość tego pierwiastka w mleku. Na tej podstawie wyznaczył on okręgi wolotwórcze w poszczególnych powiatach naszego województwa. Jak z załączonej mapki wi-



Rys. 3. Zależność produkcji mleka od zawartości miedzi w osoczu krwi
(wg R. Deijs, 1955)

dzimy (rys. 4), największy odsetek przypadków schorzeń „wola” występuje w południowych powiatach: zakopiańskim, nowotarskim, żywieckim, suskim, wadowickim, myślenickim, nowosądeckim i innych (rys. 4).

Wyniki badań prof. Ewy, dotyczące zwierząt, pokrywają się z wynikami prac prof. Króla z Akademii Medycznej w Krakowie (6), według którego najsilniejsze nasilenie występowania wola u ludzi wykazują powiaty zakopiański i nowotarski, gdzie więcej niż 50% mieszkańców dotkniętych jest tą chorobą. Dodatek jodku potasu do soli kuchennej wpływa dodatnio na produktywność u zwierząt i zdrowotność u ludzi.

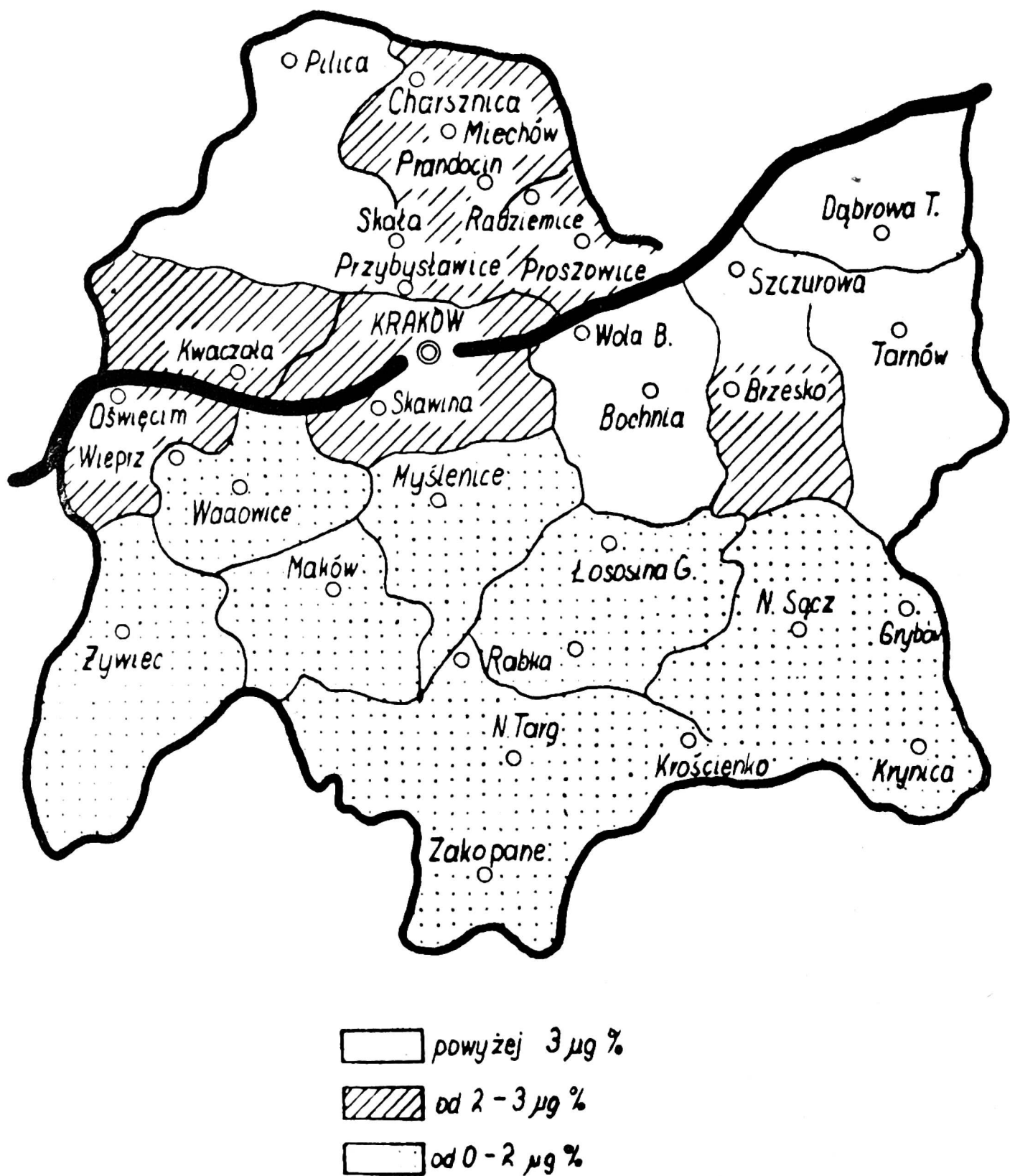


Fot. 1. Objawy schorzenia gruczołu tarczycowego u ludzi — z lewej: stan początkowy, z prawej: stan zaawansowany (cyt. K. H. Schütte, 1965)



Fot. 2. Ciężki przypadek wola u kóz

(cyt. K. H. Schütte, 1965)



Rys. 4. Mapka zasobności jodu w mleku w poszczególnych powiatach województwa krakowskiego (wg Z. Ewy i współpr. 1962)

Leczenie jodem odbywać się jednak musi pod kontrolą lekarzy medycyny i weterynarii, gdyż jod jako mikroelement w dawkach niewiele większych od optymalnych działa na organizmy zwierzęce ujemnie, powodując nadczynność tarczycy i wszystkie konsekwencje ze schorzeniem tym związane.

Brak czasu nie pozwala na omówienie schorzeń wywołanych niedoborem wielu innych mikropierwiastków, jak np. kobaltu, żelaza lub cynku, chciałbym jednak zaznaczyć, że jeżeli nawet obecnie nie występują objawy niedoboru któregoś z pierwiastków śladowych, to mogą one pojawić się w przyszłości w wyniku prowadzenia przez rolnictwo gospodarki intensywnej, wzrostu plonów i coraz większego odprowadzania z gleby nie tylko makro-, ale i mikroelementów.

Ale nie tylko brak, również i nadmiar pewnego pierwiastka w materiale roślinnym może pociągać za sobą nieraz poważne schorzenia u zwierząt i ludzi. Z wypadkami takimi mamy zwłaszcza do czynienia przy nieharmonijnym zestawieniu nawożenia mineralnego, najczęściej przy nieracjonalnie wysokim nawożeniu azotowym.

Tak np. rolnicy często dla uzyskania wysokiego plonu liści buraków, stanowiących doskonałą paszę dla bydła, stosują przy uprawie buraków wysokie dawki nawozów azotowych. Otóż w warunkach osłabionej fotosyntezy albo w wypadkach nawożenia roślin azotem na krótko przed zadaniem ich zwierzętom, przeróbka pobranego azotu na białko ulega częściowemu zahamowaniu, a wówczas dochodzi do znaczniejszego nagromadzenia się azotanów w liściach. Pobrane przez zwierzęta azotany mogą stać się przyczyną poważnych schorzeń, a nawet śmierci zwierzęcia. W przewodzie pokarmowym ulegają one przeróbce do azotynów, a te z kolei redukują hemoglobinę do methemoglobiny, powodując zaburzenia w rozprowadzaniu tlenu po organizmie. W przypadkach ostrych następuje śmierć przez uduszenie. Ma to miejsce, jeżeli podana zwierzętom pasza zawiera więcej niż 2,5 mg N-NO₃ w 1 g suchej masy. Jednak największe straty w pogłowiu i produkcji powodują nie tyle dawki toksyczne, ile dawki niższe od toksycznych, od 1 do 2,5 mg, obniżają one bowiem ogólną sprawność zwierzęcia, wywołują spadek produkcji mleka i płodności.

Z podobnymi przypadkami mamy do czynienia i u ludzi. Tak np. duża zawartość azotanów w szpinaku jest często powodem schorzeń, a nawet śmierci niemowląt, o czym dobrze wiedzą lekarze pediatri. Jeżeli zaistnieją bowiem warunki, w których azotany obecne w szpinaku przechodzić mogą w azotyny albo jeżeli bogatym w azotany szpinakiem karmione są niemowlęta z zaburzeniami trawiennymi, wówczas mogą wystąpić objawy zatrucia azotynami.

Wszystkie omówione tu przypadki dowodzą, jak bardzo aktualne są zagadnienia wpływu niedoboru względnie nadmiaru któregoś z pierwiastków na jakość uzyskiwanych przez rolnika ziemiopłodów oraz jak bardzo potrzebna do ich rozwiązania jest praca zespołowa chemików rolnych z gleboznawcami, żywieniowcami, fizjologami i lekarzami.

Ale nawożenie mineralne — jak to mówiliśmy — wpływać może nie tylko na ilość składników mineralnych w roślinie, ale również i na zawartość wielu ważnych substancji organicznych, jak białek, węglowodanów, tłuszczów itp.

I tak wiadomy jest nam wszystkim istniejący na świecie deficyt produkowanego przez rolnictwo białka. Stąd w czasach nowszych obserwować można zabiegi o podniesienie jego produkcji na różnej drodze, między innymi w drodze wzmożonego nawożenia azotowego zbóż, zastosowanego szczególnie w późniejszych fazach ich rozwoju. Okazuje się, że wpływ ten tylko do pewnych granic jest dodatni, przy wyższych dawkach następuje bowiem niekorzystna zmiana składu jakościowego białka. Ma miejsce w szczególności spadek ilości tzw. aminokwasów egzogennych — zwłaszcza lizyny — i białko traci na swej wartości biologicznej (tabela).

Wpływ nawożenia azotowego na zawartość lizyny i metioniny w ziarnie pszenicy ozim. (wg. K. Nehring, 1964)

Dawka N kg/ha	Lizyna	Metionina	Wartość biologiczna białka (EAA)
0	3,31	1,32	73,9
35	3,00	1,34	65,9
70	2,80	1,39	63,9
100	2,79	1,31	61,0

Jak widać z danych w tabeli białko pszenicy, tzw. gliadyna, nie jest białkiem pełnowartościowym. Jego wartość biologiczna wyrażona w jednostkach EAA stanowi w przybliżeniu $\frac{3}{4}$ wartości pełnego białka, jakim jest kazeina, białko mleka. Wysokie nawożenie azotowe obniżające zawartość lizyny zmniejsza jeszcze bardziej wartość biologiczną ziarna pszenicy. Szczury karmione wyłącznie białkiem pszenicy wprawdzie nie tracą na wadze, ale i nie przybywają na ciełe (rys. 3). Jest to wynikiem zbyt małej ilości lizyny w gliadynie.

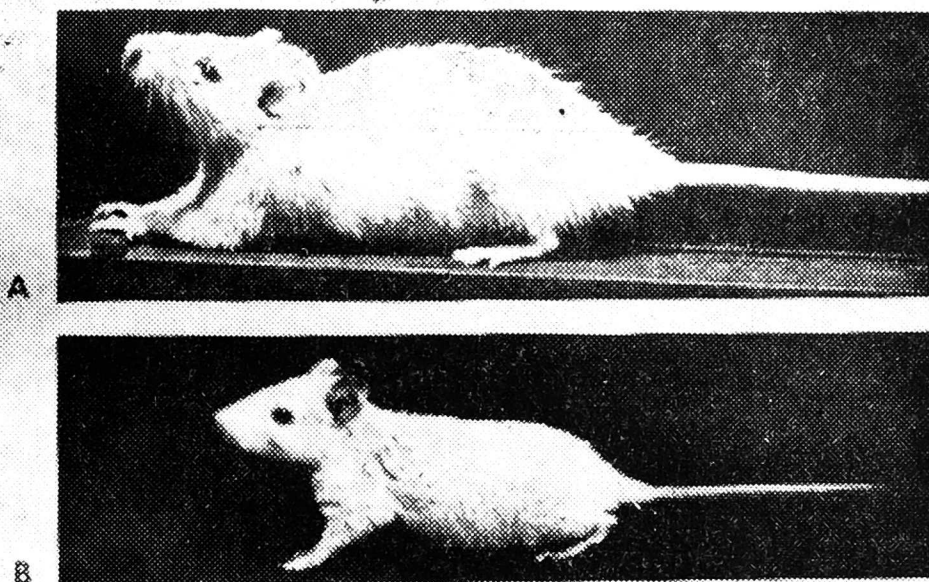


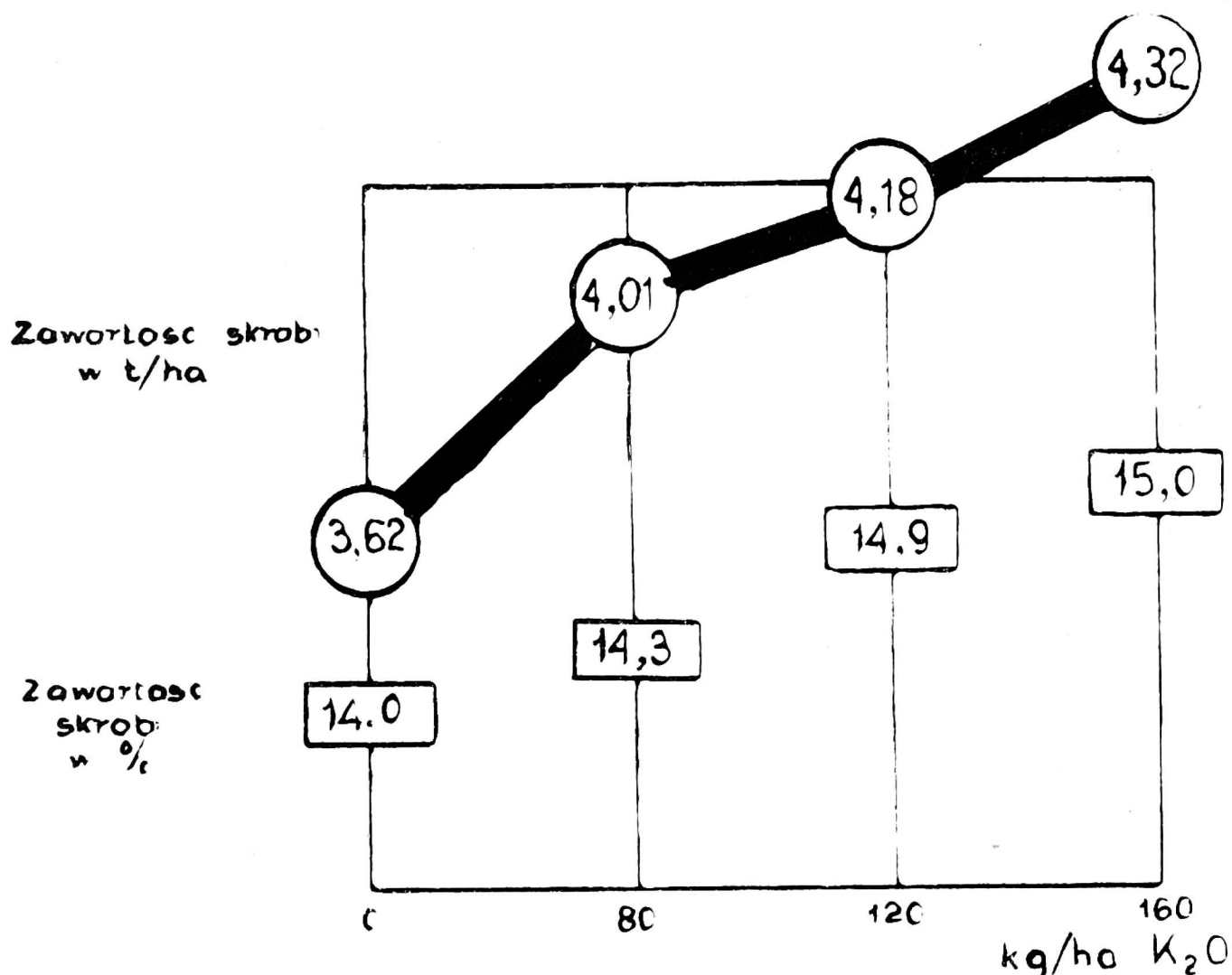
FIGURE 4-5. Stunting of growth due to feeding an incomplete protein as sole source of protein in the diet. Contrast between two rats of same age kept on diets alike except for the protein, which was a complete protein (casein from milk) in the case of A, and an incomplete protein in the case of B (glabalin from wheat). (From experiments by Osborne and Mendel, Connecticut Agricultural Experiment Station; pictures reproduced by courtesy of Yale University Press.)

Fot. 3. Szczury tego samego wieku karmione tą samą dietą z wyjątkiem białka, które na górnej fotografii stanowiło pełnowartościowe białko mleka (kazeina), a na dolnej — białko pszenicy (gliadyna) (wg Osborna i Mendela, Connecticut Agricultural Experiment Station, cyt. Nutrition and physical fitness, L. J. Bogert, 1966)

Czyżby zatem całe zagadnienie przeróbki nawozów azotowych na białko było nierealne? Wydaje się, że tak nie jest, gdyż spadek wartości biologicznej białka jest o wiele słabszy od przyrostu ilości białka, jakie otrzymuje się w drodze nawożenia, zwiększającego znacznie plon ziarna z hektara. Przyrost białka przeważa tak znacznie, że pomimo pewnego obniżenia się wartości biologicznej zawartość białka użytecznego w ziarnie zwiększa się ze wzrostem plonu. Poza tym istnieje możliwość podniesienia wartości biologicznej gliadyny w drodze dodatku do mąki pszennej odpowiedniej ilości lizyny, otrzymywanej dziś przez chemików na drodze syntetycznej.

Jeżeli chodzi o węglowodany, stanowiące jeden z najważniejszych materiałów energetycznych organizmów żywych, to w drodze nawożenia mineralnego, szczególnie potasowego, potrafimy poważnie wzbogacić w nie wiele uprawianych przez nas roślin i w ten sposób uzyskać np. buraki o wyższej cukrowości, ziemniaki bardziej skrobiowe itp. Widać to dobrze z rys. 5 ilustrującego dodatni wpływ wzrastającego nawożenia potasowego nie tylko na plon, ale i na procentową zawartość skrobi w ziemniakach.

I przeciwnie, przy niedoborze potasu skład chemiczny ulega niekorzystnej zmianie. W kłębach ziemniaków w miejsce skrobi i białka pojawiają się rozpuszczalne cukry redukujące, jak glukoza i fruktoza oraz

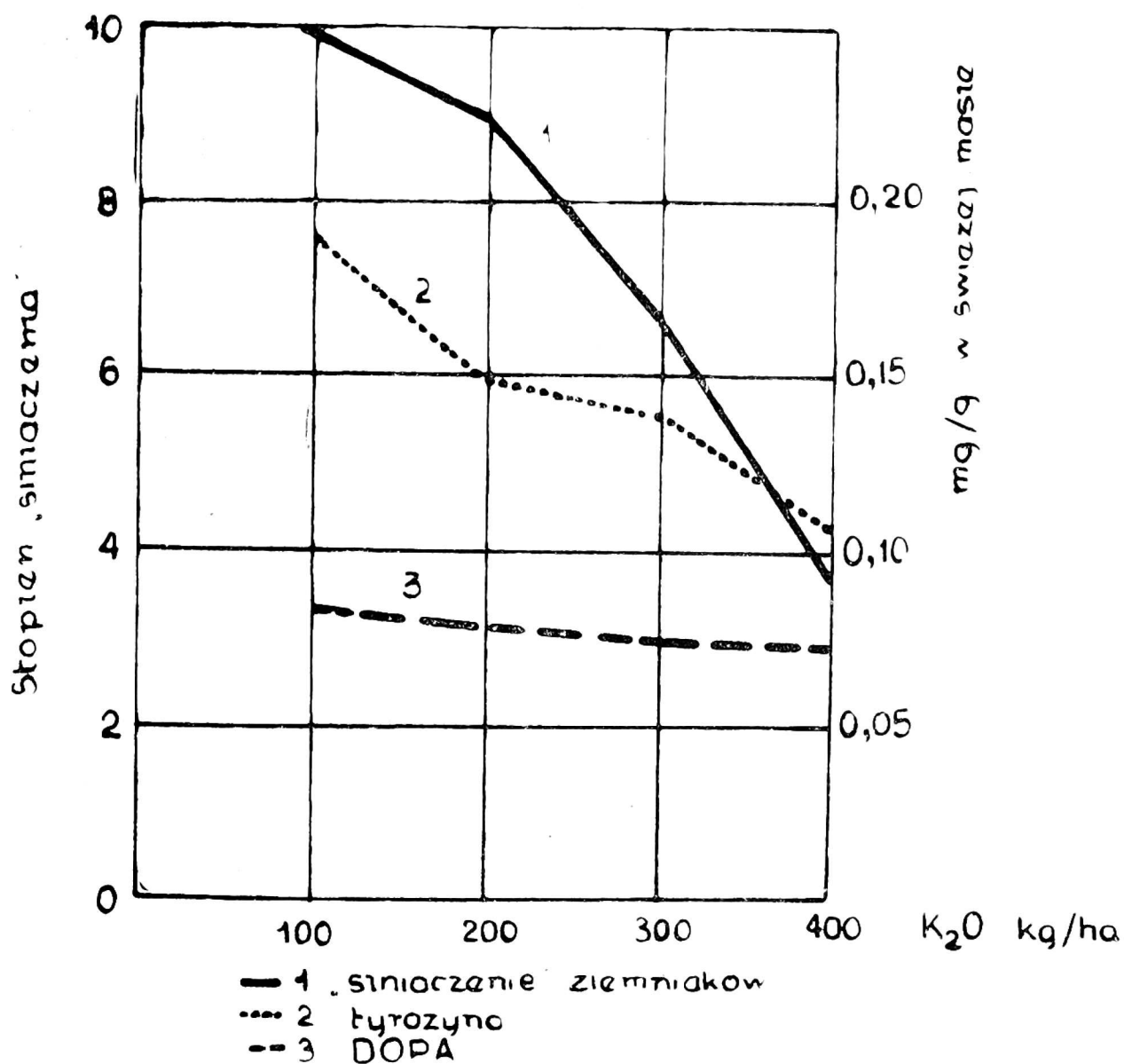


Rys. 5. Wpływ nawożenia potasowego na plon i zawartość skrobi w ziemniakach (wartości średnie z 8-letnich doświadczeń polowych).

proste związki azotowe — aminokwasy. Spośród tych ostatnich stwierdzić można szczególnie duże nagromadzenie się tyrozyny. Wpływa ona ujemnie na jakość ziemniaków. Ulegają one wówczas łatwo tzw. „siniaczeniu”, tj. występowaniu w miąższu ziemniaków ciemnych plam podczas mechanicznego uszkodzania ich w czasie transportu, zsypywania z wozów do piwnicy itp. W tych warunkach tyrozyna przechodzi w dopa-chinon, związek barwy czerwonej, a ten z kolei w czarne barwniki, zwane melaninami. Można stwierdzić wyraźną zależność między wysokością nawożenia potasowego a spadkiem ilości kłębów mechanicznie zsiniaconych (rys. 6).

Również i zjawisko ciemnienia ziemniaków podczas gotowania — chociaż oparte na innej zasadzie — występuje znacznie silniej właśnie przy niedoborze potasu.

Jak widzimy, w nawożeniu potasowym mamy środek poprawiający jakość ziemniaków, szczególnie w przypadku użycia potasu w formie siarczanu. Trzeba to szczególnie podkreślić, gdyż wśród nieświadomych szerzy się mniemanie, jakoby różne ujemne cechy ziemniaków, jak i innych ziemiopłodów powodowane były właśnie nawożeniem mi-



Rys. 6. Wpływ wzrastających dawek potasu na zawartość tyrozyny, DOPA i stopień „siniaczenia” surowych ziemniaków (wg C. H. Middelem, cyt. Grüne Hefte, 1956)

neralnym i że jedynie nawożenie organiczne obornikowe daje materiał o wysokiej wartości technologicznej i biologicznej. W dyskusji tej sły-szy się niekiedy głosy, iż nawozy mineralne nawet obniżają wartość pokarmową różnych ziemiopłodów, wpływając ujemnie na zdrowie ludzi i zwierząt. Czy głosy te istotnie są słuszne?

Otóż mamy dowody, świadczące nie tylko o równorzędności, a nawet wyższości nawożenia mineralnego nad organicznym. Jeden z wielu zo-stał dostarczony przez A. Scheunerta, M. Sachse i R. Spechta (9), jeszcze w roku 1934. Badacze ci porównywali stan zdrowia szczurów żywionych pokarmem otrzymywanym wyłącznie za pośrednictwem nawozów mineralnych ze szczurami, którym dostarczano pokarm uzy-skiwany z pól nawożonych wyłącznie nawozami organicznymi. Do-świadczenie ich trwało 28 miesięcy i rozciągało się aż na 6 generacji, przy czym szczury obu serii otrzymywały ilości pożywienia równorzę-dne pod względem ilości białka i wartości kalorycznej. Okazało się, że

zwierzęta „serii mineralnej” znajdowały się w lepszej kondycji zdrowotnej, były odporniejsze na choroby, dłużej żyły, samice dłużej zachowywały zdolność rozrodczą i były płodniejsze niż zwierzęta „serii organicznej”. Wynika więc z tego, że płody roślinne uzyskiwane wyłącznie na nawozach mineralnych pod względem biologicznym nie tylko dorównują, ale nawet przewyższają płody wyprodukowane na oborniku.

Drugi dowód dostarczony został przez W. Catela w roku 1949 (2). Badacz ten prowadził doświadczenia na niemowlętach, które żywił warzywami uprawianymi bądź wyłącznie na oborniku, bądź na oborniku z dodatkiem nawozów mineralnych NPK. Okazało się, że przyrosty wagi niemowląt, tworzenie się ciałek krwi, zawartość witaminy A w osoczu krwi, odporność na choroby infekcyjne itp. u niemowląt z serii organo-mineralnej były lepsze niż u osesków w serii wyłącznie obornikowej, z czego wynika, że nawożenie mineralne nie tylko nie pogarsza, ale przeciwnie wpływa korzystnie na zdrowie człowieka.

Oczywiście z faktów tych nie wolno nam wyciągać wniosku, że nawożenie organiczne jest w ogóle zbyteczne. Przeciwnie wydaje się, że właśnie dzisiaj w dobie coraz silniejszego zasilania gleby nawozami mineralnymi jest ono bardziej potrzebne niż wczoraj, kiedy nawozów tych do gleby wprowadzaliśmy niewiele. Materia organiczna, a zwłaszcza tworząca się z nich próchnica stanowi bowiem naturalny bufor zabezpieczający włósniki korzeniowe przed uszkadzającym działaniem zbyt dużych stężeń roztworów glebowych, same zaś składniki pokarmowe chroni przed ich wypłukiwaniem z gleby przez opady. Do tych cennych właściwości materii organicznej gleby dołącza się ich rola jako pokarmu węglowego dla drobnoustrojów glebowych, ożywiając glebę biologicznie, a dalej jej wpływ na strukturę i wiele innych. Nawożenie kompleksowe organo-mineralne z tych właśnie powodów wydaje się być obecnie szczególnie konieczne.

Skąd więc pochodzą poglądy dowodzące ujemnego oddziaływania nawożenia mineralnego na zdrowie zwierząt i ludzi? Otóż wydaje się, że są one konsekwencją nie zawsze racjonalnego i dobrze zharmonizowanego z wymaganiami pokarmowymi roślin nawożenia mineralnego. Tak zwane „nawożenie jednostronne”, w którym jeden ze składników znajduje się w nadmiarze w stosunku do innych albo gdy obecny jest w zestawie nawozowym w ilości niezaspokajającej wymagań pokarmowych roślin, prowadzi istotnie do uzyskiwania płodów o zmiennym i często nieodpowiednim dla zwierząt i ludzi składzie chemicznym. Ten zaś z kolei pociąga za sobą zaburzenia przemiany materii i różne schorzenia.

Należy z całym naciskiem podkreślić, że właśnie w nawożeniu mineralnym posiada dzisiaj ludzkość potężny czynnik zapewniający uży-

skiwanie dostatecznej ilości pożywienia dla wszystkich, poważnie redukujący istniejący faktyczny i utajony głód na ziemi. Wstrzymanie zasilania ziemi nawozami mineralnymi doprowadziłoby w ciągu kilku lat do poważnego i stałego spadku produkcji rolniczej i katastrofy żywnościowej na świecie. Chodzi jedynie o to, aby stosowanie nawozów mineralnych w praktyce rolniczej nie odbywało się poza kontrolą nauki i nie przekraczało tzw. „progu biologicznego” z jego wszystkimi ujemnymi konsekwencjami.

LITERATURA

1. Agricultural Chemicals, Vol. 24, N°10, (1969) cyt. FCDC, Israel, News letter, Vol. X, N° 1—2 (1970).
2. W. Catel: „Über den Einfluss der Verfütterung verschiedenen gedüngter Nahrungspflanzen auf das Gedeihen von Säuglingen” Landw. Forsch. 1, 220 (1949).
3. Z. Ewy, S. Bobek, J. Kamiński: „Badania nad występowaniem niedoboru jodu u zwierząt w województwie krakowskim”, Roczniki Nauk Rolniczych, 79—B—3, 311 (1962).
4. D. Fischer: „Der Hunger in der Welt”, Mitt. Dt. Landwirtsch. — Ges. 30, 149 (1965).
5. E. Gorlach, A. Compała, R. Wojtas: „Zawartość mineralnych składników w koniczynie czerwonej w niektórych rejonach województwa krakowskiego jako miernik jej wartości paszowej”, Biul. Reg. Zakł. Upowszechniania Postępu w Rolnictwie, WSR, Gleb. i nawoż. roślin, Dz. III, nr 6.
6. W. Król, D. Stylo: Pol. tyg. lek., 12, 2019 (1957), cyt. Z. Ewy i inn. Roczniki Nauk Rolniczych, 79—B—3, 311 (1962).
7. T. Lityński: „Rola nawożenia w podnoszeniu produkcji roślinnej”, Zeszyty Naukowe WSR w Krakowie, nr 44 (1968).
8. Roczniki FAO (Fertilizers), Bulletin mensuel economie et statistique agricole, 2/62.
9. A. Scheunert, M. Sachse, R. Specht: „Über die Wirkung fortgesetzter Verfütterung von Nahrungsmitteln, die mit oder ohne Künstlichen Dünger gezogen sind”. Biochem. Z. 274, 372, (1934), cyt. Handbuch der Pflanzenernährung und Düngung, Bd. III/2, 1965.