

ALINA KABATA*

IUNG — Puławy

KOMUNIKAT INFORMACYJNY
Z PAŃSTWOWEGO LABORATORIUM DLA BADAŃ
GLEBY, ROŚLIN I ŻYWIENIA W STANACH ZJEDNOCZONYCH

Państwowe Laboratorium dla Badań Gleby, Roślin i Żywienia (U. S. Plant, Soil and Nutrition Laboratory) w Ithaca (Stan Nowy York) powstało w 1939 r. Placówka ta podlega Wydziałowi Służby Rolniczej (U. S. Department of Agriculture, Agriculture Research Service), a współpracuje bezpośrednio z Oddziałem Gleboznawstwa i Gospodarki Wodnej (Soil and Water Conservation Research Division). W Stanach Zjednoczonych istnieje tylko jedno laboratorium tego typu.

Pozostałe laboratoria państwowe (odpowiedniki naszych instytutów) mają różną specjalność (tabela 1). Oprócz państwowych laboratoriów, każdy Stan posiada własne instytuty i stacje doświadczalne. Zadaniem laboratoriów państwowych jest współpraca ze wszystkimi placówkami rolniczymi w poszczególnych Stanach oraz opracowywanie problemów w skali ogólnokrajowej.

Tabela 1

Państwowe Naukowe Instytuty Rolnicze w USA

Nazwa placówki	Miejscowość	Stan
U. S. Regional Vegetable Breeding Laboratory	Charleston	South Carolina
U. S. Regional Pasture Research Laboratory	State College	Pennsylvania
U. S. Regional Soybean Laboratory	Urbana	Illinois
U. S. Regional Swine Breeding Laboratory	Ames	Iowa
U. S. Western Sheep Breeding Laboratory	Dubois	Idaho
U. S. Regional Animal Disease Research Laboratory	Auburn	Alabama
U. S. Regional Poultry Research Laboratory	East Lansing	Michigan
U. S. Regional Salinity Laboratory	Riverside	California
U. S. Plant, Soil and Nutrition Laboratory	Ithaca	New York

Plant, Soil and Nutrition Laboratory ma na celu opracowywanie wszystkich aktualnych zagadnień z cyklu: gleba — roślina — zwierzę — (człowiek). Laboratorium mieści się na terenie Uniwersytetu Corne-

* Autorka przebywa obecnie w tym Laboratorium jako stypendystka Fundacji Rockefellera.

lia (Cornell University) i związane jest z nim daleko posuniętą współpracą. Laboratorium posiada następujące podstawowe pracownie: chemiczną, fizjologiczną, mikrobiologiczną i pracownie z doświadczalnymi zwierzętami. Poza tym znajduje się tu szereg pracowni pomocniczych oraz szklarnie przystosowane do przeprowadzania prac hodowlanych w regulowanej temperaturze, świetle i wilgoci powietrza. W laboratorium zatrudnionych jest tylko 25 osób, w tym: 9 samodzielnych pracowników naukowych, 8 pomocniczych pracowników naukowych, 5 pracowników fizyczno-technicznych i 3 administracyjnych. Dyrektorem laboratorium jest od 1948 r. dr K. Beeson.

Bezpośrednią przyczyną powołania omawianego laboratorium były zjawiska niedożywienia, obserwowane wśród ludzi i zwierząt oraz nie-normalny rozwój roślin w niektórych rejonach Stanów Zjednoczonych. W związku z tym, podstawowym zadaniem wszystkich prac przeprowadzanych w laboratorium jest badanie wartości odżywczej produktów rolnych oraz czynników na to wpływających.

Pierwsze prace laboratoryjne miały na celu poznanie objawów niedoboru składników mineralnych u roślin i zwierząt (1, 3, 4, 7). Poza tym badania obejmowały następujące zagadnienia:

1. Bezpośredni wpływ nawożenia na zawartość składników mineralnych w roślinach (5, 6, 9).
2. Współzależność różnych składników mineralnych przy pobieraniu ich przez rośliny (2, 27, 34, 38).
3. Wpływ nawozów mineralnych na zawartość witamin w roślinach (13, 14, 18, 20, 24, 29, 30, 31, 32, 47, 48, 49).
4. Zapotrzebowanie składników mineralnych przez zwierzęta (17, 22, 23, 28, 33, 41, 42, 43, 44, 51).

Już pierwsze badania wykazały, że występowanie chorób powstałych na tle niedoboru składników mineralnych u roślin i zwierząt jest ściśle związane ze składem mineralnym gleb. W związku z tym, tematem dalszych prac było poznanie wpływu skały i gleby na wartość pokarmową roślin (8, 25, 39, 45).

Beeson opracował w 1945 r. pierwszą mapę gleb ilustrującą niedobór składników mineralnych. Drugą mapę opracował on w 10 lat później (1956 r.). Okazało się, że w okresie 10-lecia powierzchnia terenów, na których występują choroby „niedoborowe” lub toksyczne, znacznie się powiększyła (53). Występowanie chorób „niedoborowych” w USA można ogólnie zlokalizować w sposób podany w tabeli 2.

Gleby utworzone z utworów morenowych na nadbrzeżnych terenach północno-wschodniej części Ameryki wykazują niedobory: boru, kobaltu, miedzi, manganu, cynku, magnezu i fosforu. Takie same niedobory występują na alkalicznych glebach Ameryki Zachodniej. Brak

Pierwiastek	Objawy	Miejsce występowania	Rodzaj gleb	Najbardziej wrażliwe rośliny lub zwierzęta
Kobalt	Niedobór	Wybrzeże Atlantyckie, Floryda	Lekkie gleby mineralne, najczęściej powstałe z utworów morenowych	Przezuwacze
Miedź	Niedobór	Wybrzeże Atlantyckie, Floryda, Środkowa Ameryka	Lekkie gleby mineralne, gleby organiczne	Przezuwacze oraz niektóre rośliny zbożowe, warzywa i drzewa owocowe
Mangan	Niedobór	Floryda, Obszar Wielkich Jezior, Kalifornia	Gleby alkaliczne i lekkie gleby piaskowe	Warzywa i drzewa owocowe
Żelazo	Niedobór	Floryda, Ameryka Środkowa Kalifornia (częściowo)	Gleby alkaliczne (klimatu semiaridowego)	Drzewa owocowe i niektóre warzywa
Magnez	Niedobór	Wybrzeże Atlantyckie, Obszar Wielkich Jezior	Gleby piaskowe (klimatu humidowego)	Rośliny zbożowe, warzywa, drzewa owocowe
Cynk	Niedobór	Floryda, Kraina Gór i Dolin Zachodnich	Wyługowane gleby piaskowe, gleby alkaliczne	Drzewa owocowe, niektóre warzywa i rośliny
Bor	Niedobór	Wybrzeże Atlantyckie, Dorzecze Missisipi	Różne gleby klimatu humidowego	Warzywa, rośliny motylkowe, drzewa owocowe
Jod	Niedobór	Cała północna część Ameryki, z większym nasileniem na Zachodzie	Różne gleby	Problem rozwiązany przez stosowanie soli jodowanej dla ludzi i zwierząt
Fosfor	Niedobór	Teren całej Ameryki	Różne gleby	Przezuwacze oraz niektóre rośliny zbożowe i motylkowe
Molibden	Nadmiar	Ameryka Południowo-Zachodnia, Floryda	Alkaliczne gleby z dużą zawartością subst. organ. oraz podmokłe alkaliczne gleby powstałe z granitów	Przezuwacze
	Niedobór	Wybrzeże Atlantyckie, Floryda	Gleby kwaśne różnych typów	Warzywa, drzewa owocowe, rośliny motylkowe
Selen	Nadmiar	Ameryka Środkowo-Zachodnia	Gleby wytworzone z łupków i piaszczystych bogatych w selen (klimat semiaridowy)	Wszystkie zwierzęta

jodu obejmuje cały północny obszar z większym nasileniem w części zachodniej. Niedobór fosforu w glebach jest bardzo rozpowszechniony na terenie wszystkich Stanów.

Badania wykazały, że szereg chorób niedoborowych u zwierząt wynika z braku fosforu w paszy (34, 35). Na Florydzie stwierdzono objawy toksyczności molibdenu oraz bardzo rozpowszechniony brak kobaltu, miedzi i niekiedy żelaza. Toksyczne ilości selenu w glebie zanotowano na obszarach Ameryki Środkowej. Poza tym wzdłuż Wybrzeża Atlantyckiego występuje niedobór manganu i boru w glebie. Ostatnio stwierdzono, że istotną rolę w uprawie niektórych roślin (zwłaszcza motylkowych i drzew owocowych) odgrywa niedobór cynku, występujący lokalnie na terenie wielu Stanów.

Na terenie Stanów: Montana, Idaho i Kalifornia zaobserwowano chorobę cieląt „crooked-leg calves”, polegającą na skrzywieniu kończyn. Niekiedy schorzenie to poraża około 20% całego pogłowia. Przeprowadzone badania wykazały, że bezsprzecznie przyczyną tej choroby jest jakiś „czynnik” pokarmowy. Nie stwierdzono jednak dotychczas, czy jest to brak, czy też nadmiar jakiegoś składnika w paszy (52).

Podobnie przedstawia się zagadnienie „małpiego pyska” („monkey-face”) u jagniąt. Przy silnym porażeniu tą chorobą, jagnięta rodzą się z jednym okiem (cyklopowatość), z całkowicie zdeformowaną czaszką i są niezdolne do życia. W Stanie Idaho hodowcom od 50 lat znane są wypadki nienormalnego rozwoju jagniąt w okresie embrionalnym. Uważają oni, że choroba ta nie ma charakteru dziedzicznego, a jest spowodowana jedynie paszą, pochodzącą ze ściśle określonego obszaru. Te same owce, przewiezione na inne tereny, rodziły zawsze normalne jagnięta. Pastwiska, na których występuje ta choroba, są typu górskiego, na lekkich glebach mineralnych, utworzonych z utworów trzeciorzędowych, zaścielających skały granitowe. Przeprowadzone analizy chemiczne roślin i gleb nie wykazały jednak żadnych odchyłeń od normy.

W Pracowni Chemicznej przeprowadzane są przede wszystkim analizy mikroelementów w glebach, roślinach i zwierzętach. Stosowane są głównie metody chemiczne i kolorymetryczne. Poza tym opracowuje się zastosowanie metod rentgeno-spektralnych. Obecnie oznacza się przy użyciu tej metody następujące pierwiastki: siarkę, żelazo, fosfor, mangan, cynk, miedź oraz molibden, selen i kobalt, jeżeli występują w ilościach powyżej 2—3 g na 1 kg substancji.

Kubota bada rozmieszczenie kobaltu oraz współzależność pomiędzy żelazem, kobaltem i składem mechanicznym w różnych glebach Wybrzeża Atlantyckiego. Stwierdził on, że istnieje zależność pomiędzy występowaniem tych składników jedynie w glebach mineralnych, niezbieli-

cowanych. Jednocześnie wskazał on, że gleby typu glejowo-bielicowego wykazują największy niedobór kobaltu (26).

Hodgson prowadzi doświadczenia nad sorbowaniem kobaltu przez różne minerały glebowe (montmoryllonit, kaolin itp.) (58). Stosuje on różne metody wysycania minerału kobaltem, używając radioaktywnego izotopu Co. Okazało się, że w trakcie suszenia minerału następuje bardzo silne powiązanie kobaltu z sorbentem. Hodgson przypuszcza, że proces ten decyduje w dużym stopniu o nieprzyswajalności kobaltu, zasorbowanego przez nieorganiczny kompleks sorpcyjny w naturalnych warunkach glebowych. Na ogół reakcja sorbowania kobaltu przez minerały glebowe przebiega bardzo powoli i jest ściśle związana ze zmianą odczynu środowiska. Wszystkie minerały sorbuja więcej kobaltu w środowisku alkalicznym.

Beeson przeprowadza badania nad rozpoznaniem czynników wywołujących specyficzne schorzenia owiec („monkey-face”) i cieląt („crooked-leg”). Obecne prace mają na celu wyeliminowanie wszystkich innych czynników oprócz żywienia i sprawdzenie, czy ta sama pasza w innych warunkach lokalnych wywoła schorzenia tego samego typu. Jednocześnie opracowuje on zagadnienie toksycznej koncentracji molibdenu w niektórych roślinach, występujących na glebach powstałych ze skał zasadowych i wapiennych.

Beeson i Thacker stwierdzili, że istnieje ścisła zależność w biologicznym działaniu miedzi i siarki. Każde zachwianie równowagi pomiędzy zawartością tych pierwiastków w paszy wywołuje objawy zatrucia lub niedoboru któregoś z tych elementów u zwierząt (52). Prowadzą oni badania w Stacji Doświadczalnej New Hampshire nad biologiczną współzależnością pomiędzy tymi pierwiastkami. Chcą oni ustalić, jaka zawartość miedzi i siarki w paszy decyduje o toksycznym działaniu molibdenu na mleczne krowy.

Poza tym Beeson wspólnie z Percival prowadzą długoletnie doświadczenia nad biologiczną wartością roślin, występujących na glebach niedoborowych w kobalt i miedź oraz nad działaniem mikronawozów na tych glebach (39). Stwierdzili oni, że dodanie roślin motylkowych (lucerny) do paszy pochodzącej z tych gleb bardzo często zapobiega chorobom niedoborowym. Wpływ nawożenia kobaltowego na zawartość tego pierwiastka w roślinach zanotowano jeszcze po upływie pięciu lat. Natomiast ilość pobieranego kobaltu przez rośliny ulegała dużym zmianom w zależności od wprowadzania innych nawozów mineralnych do gleby.

Thacker wykonuje poza tym badania w Pracowni Drobnych Zwierząt Doświadczalnych nad rodzajem mineralnych niedoborów w sianie, które nie wywołuje żadnych specyficznych

objawów chorobowych u zwierząt, ale ogranicza ich normalny rozwój. Jednocześnie przedmiotem jego badań jest fizjologiczna różnica pomiędzy procesami trawienia u przeżuwaczy i innych zwierząt trawożernych.

W Pracowni Fizjologii Roślin — Thompson prowadzi badania nad wpływem niedoboru potasu, fosforu i siarki na skład roślin. Okazało się, że zawartość różnych aminokwasów ulega dużym zmianom, natomiast zawartość związków białkowych jest raczej stała. Prawie wszystkie badania fizjologiczne powiązane są z zagadnieniem metabolizmu związków azotowych w roślinie. Szczegółowe studia przeprowadzone są nad rozpoznaniem nowych aminokwasów i nad mechanizmem przechodzenia azotu z form nieorganicznych w organiczne.

Honda opracowuje zagadnienie mechanizmu pobierania soli mineralnych przez rośliny. Bada on, jaką rolę odgrywają w tym procesie mitochondria oraz jak jest wykorzystywana energia oddychania do akumulacji soli w komórkach roślinnych.

W Pracowni Mikrobiologicznej prowadzone są jedynie prace metodyczne. Metody mikrobiologiczne stosowane są przy różnych badaniach fizjologicznych.

Załączony spis literatury nie obejmuje wszystkich publikacji ogłoszonych przez pracowników laboratorium. Przedstawia on jedynie prace bardziej typowe, które orientują w kierunku badań, prowadzonych w omawianym laboratorium.

LITERATURA

1. Beeson K. C.: The mineral composition of crops with particular reference to the soils in which they grow. U. S. Dep. of Agr. Miscel. Publ. Nr 369, s. 1—164. 1941.
2. Beeson K. C., Lyon C. B., Barrentine M. W.: Ionic absorption by tomato plants as correlated with variations in the composition of the nutrient medium. *Plant Phys.* t. 19, nr 2, s. 258—277, 1944.
3. Beeson K. C., Gray L., Smith S. E.: Some areas in Eastern United States associated with deficiencies of cobalt and other elements in the soil. *Soil Sci. Soc. Am. T.* 9, s. 164—168, 1944.
4. Beeson K. C.: The occurrence of mineral nutritional diseases of plants and animals in the United States. *Soil Sci.*, t. 60, nr 1, s. 9—13, 1945.
5. Beeson K. C.: The effect of mineral supply on the mineral concentration and nutritional quality of plants. *Bot. Rev.* t. 12, nr 7, s. 424—455, 1946.
6. Beeson K. C., Gray L., Adams M. B.: The absorption of mineral elements by forage plants: I. The phosphorus, cobalt, manganese and copper content of some common grasses. *Yourn. Am. Soc. Agr.* t. 39, nr 5, s. 356—362. 1947. II. The effect of fertilizer elements in soybean leaves. t. 40, nr 6, s. 553—562, 1948.
7. Beeson K. C.: The soil factor in human nutritional problems. *Nutr. Rev.* t. 7, nr 12, s. 353—355, 1949.

8. Beeson K. C., Matrone G.: The nutrient element content of native forages in relation to land forms and soil types in North Carolina coastal plain. A Symposium on Copper Metabolism. s. 370—398, Baltimore, 1950.
9. Beeson K. C.: Absorption of mineral elements by forage plants. III. The relation of stage of growth to the micronutrient element content of Timothy and some Legumes. Agron. Journ. t. 43, nr 12, s. 590—593, 1951.
10. Beeson K. C.: Report on copper and cobalt in plants. Journ. Assoc. Offic. Agr. Chem. t. 35, nr 2, s. 402—406, 1952.
11. Beeson K. C., Lazar V. A., Boyce L. S.: Some plant accumulators of the micronutrient elements. Ecology, t. 36, nr 1, s. 155—156, 1955.
12. Beeson K. C.: Nutrient element content of native forage in relation to location and land forms in the South Carolina coastal plain. Soil Sci, t. 80, nr 3, s. 211—220. 1955.
13. Bernstein L., Hamner K. C., Parks R. Q.: The influence of mineral nutrition, soil fertility and climate on carotene and ascorbic acid content of turnip greens. Plant Phys. t. 20, nr 4, s. 540—572. 1945.
14. Ellis G. H., Hamner K. C.: The carotene content of tomatoes as influenced by various factors. Journ. Nutr. t. 25, nr 6, s. 540—553. 1943.
15. Ellis G. H., Randolph L. F., Matrone G.: A comparison of the chemical composition of diploid and tetraploid corn. Journ. Agr. Res. t. 72, nr 3, s. 123—130, 1946.
16. Ellis G. H., Brandt S., Thacker E. J.: Factor influencing the uptake of iron by blood and by bone marrow cells in vitro. Science, t. 19, nr 3081, s. 94—95. 1954.
17. Gray L. F., Ellis G. H.: Some interrelationships of copper, molybdenum, zinc and lead in the nutrition of the rat. Journ. Nutr. t. 40, nr 3, s. 441—452, 1950.
18. Hamner K. C., Lyon C. B., Hamner C. L.: Effect of mineral nutrition on the ascorbic acid content of the tomato. The Bot. Gezette. t. 103, nr 3, s. 586—667, 1942.
19. Hamner K. C., Parks R. Q.: Effect of light intensity on ascorbic acid content of turnip greens. Journ. Am. Soc. Agr. t. 36, nr 4, s. 269—273, 1944.
20. Hamner K. C.: Minor elements and vitamin content of plants. Soil Sci. t. 60, nr 2. s. 165—171. 1945.
21. Hurwitz Ch., Beeson K. C.: Cobalt content of some food plants. Food Res. t. 9, nr 5, s. 348—357. 1944.
22. Keener H. A., Percival G. P., Morow K. S., Ellis G. H.: Cobalt tolerance in young dairy cattle. Dairy Sci. t. 32, nr 6, s. 527—533. 1949.
23. Keener H. A., Percival G. P., Ellis G. H., Beeson K. C.: A study of the function of cobalt in the nutrition of sheep. Journ. Anim. Sci. t. 9, Nr 3, s. 404—413, 1950.
24. Kelly W. C., Somers G. F., Ellis G. H.: The effect of boron on the growth and carotene content of carrots. Am. Soc. Hort. Sci. t. 59, s. 352—360, 1952.
25. Kretschmer A. E., Lazar V. A., Beeson K. C.: A preliminary survey of the cobalt contents of south Florida forages. Soil Sci. Soc. of Florida, t. 14, s. 53—57, 1954.
26. Kubota J.: Cobalt status of soil Southeastern United States. Soil. Sci, t. 85, Nr 4, s. 130—140, 1958.
27. Lazar V. A., Beeson K. C.: Mineral nutrients in native vegetation on Atlantic coastal plain soil types. Agr. and Food Chem., t. 4, Nr 5, s. 439—444, 1956.
28. Lorenzen E. J., Smith S. E.: Copper and manganese storage in the rat, rabbit and guinea pig. Journ. Nutr. t. 33, Nr 2, s. 143—154, 1947.

29. Lyon C. B., Beeson K. C.: Manganese and ascorbic acid formation. *Journ. Am. Soc. Agron.* t. 35, Nr 2, s. 166—167, 1943.
30. Lyon C. B., Beeson K. C., Ellis G. H.: Effects of micronutrient deficiencies on growth and vitamin content of tomato. *The Bot. Gazette*, t. 104, Nr 4, s. 495—514, 1943.
31. Lyon C. B., Garcia C. R.: Anatomical responses of tomato stems to variations in the macronutrient cation supply. *The Bot. Gazette*, t. 105, Nr 4, s. 442—456, 1944.
32. Lyon C. B., Beeson K. C.: Influence of toxic concentrations of micronutrient elements in the nutrient medium of vitamin content of turnips and tomato. *The Bot. Gazette*, t. 109, Nr 4, s. 506—520, 1948.
33. Matrone G.: Copper and iron in the blood serum of dairy cows. *Dairy Sci.* t. 30, Nr 2, s. 121—126, 1947.
34. Matrone G., Lovvorn R. L., Peterson W. J., Smith F. H., Weybrew J. A.: Studies of the effect of phosphate fertilization on the composition and nutritive value of certain forages for sheep.
35. Matrone G., Smith F. H., Weldom V. B., Woodhouse W. W., Peterson W. J., Beeson K. C.: Effects of phosphate fertilization on the nutritive value of soybean forage for sheep and rabbits. *Tech. Bull.* Nr 1086, s. 1—95, 1954.
36. Maynard L. A., Beeson K. C.: Some causes of variation in the vitamin content of plants grown for food. *Nutr. Abst. and Rev.* t. 36, s. 155—164, 1943—44.
37. Parks R. Q.: The fixation of added boron by Durkirk fine sandy loam. *Soil Sci.* t. 57, Nr 6, s. 405—416, 1944.
38. Parks R. Q., Lyon C. B., Hood S. L.: Some effects of boron supply on the chemical composition of tomato leaflets. *Plant Phys.* t. 19, Nr 3, s. 404—419, 1944.
39. Percival G. P., Josselyn D., Beeson K. C.: Factors affecting the micronutrient element content of some forages in New Hampshire. *Station Tech. Bull.* Durham, N. Ham. t. 39, s. 1—34, 1955.
40. Reisner G. S., Thompson J. F.: The large scale laboratory culture of chlorella under conditions of micronutrient element deficiency. *Plant. Phys.* t. 31, Nr 3, s. 181—185, 1956.
41. Smith S. E., Medlicott M.: The blood picture of iron and copper deficiency anemias in the rat. *Am. Journ. Phys.* t. 141, Nr 3, s. 354—358, 1944.
42. Smith S. E., Medlicott M., Ellis G. H.: Manganese deficiency in the rabbit. *Arch. Biochem.* t. 4, Nr 2, s. 281—289, 1944.
43. Smith S. E., Larson E. J.: Zinc toxicity in rats. *Journ. Biol. Chem.* t. 163, Nr 1, s. 29—38, 1946.
44. Smith S. E., Ellis G. H.: Studies of the manganese requirement of rabbits. *Journ. Nutr.* t. 34, Nr 1, s. 33—41, 1947.
45. Smith S. E., Becker D. E., Loosli J. K., Beeson K. C.: Cobalt deficiency in New York State. *Journ. Anim Sci.* t. 9, Nr 2, s. 221—230, 1950.
46. Smith S. E., Ellis G. H.: Copper deficiency in rabbits, achromotrichia, alopecia and dermatosis. *Archiv. Biochem.* t. 15, Nr 1, s. 81—87, 1947.
47. Somers G. H., Coolidge M. H., Hamner K. C.: The distribution of thiamine and riboflavine in wheat grains. *Cereal Chem.* t. 22, Nr 4, s. 333—340, 1945.
48. Somers G. F., Beeson K. C.: The influence of climate and fertilizer practices upon the vitamin and mineral content of vegetables. *Adv. in Food Res.* t. 1, s. 291—324, 1948.

49. Somers G. F., Kelly W. C., Hamner K. C.: Changes in ascorbic acid content of turnip leaf discs as influenced by light, temperature, and carbon dioxide concentration. *Archiv. Biochem.* t. 18, Nr 1, s. 59—67, 1948.
50. Somers G. F., Kelly W. C.: Ascorbic acid and dry matter accumulation in turnip and broccoli leaf discs after infiltration with inorganic salts, organic acid and some enzyme inhibitors. *Plant Phys.* t. 26, Nr 1, s. 90—109, 1951.
51. Thacker E. J., Ellis G. H.: Liver damage and growth in the rabbit. *Journ. Nutr.* t. 30, Nr 5, s. 579—591, 1948.
52. Thacker E. J., Beeson K. C.: Occurance of mineral deficiencies and toxicities in animal in the United States and problems of their detection. t. 85, Nr 2, s. 87—94, 1958.
53. Trace elements. Proc. of the Conf. Held at the Ohio Agr. Exp. St. 1957. s. 406, N. York—London 1958.
54. Trace Elements. Proc. of the Conf. Held at the Ohio Agr. Ex. Station, 1957. New Ybrk and London, Academic Press Inc. 1958.
55. Trace Elements in Human and Animal Nutrition by E. J. Underwood. Academic Press Inc. N. York and London, 1956.
56. Bibliography of the literature on the minor elements and thier relation to plant and animal nutrition. Fourth Edition. Vol. IV. Printed 1955. Compiled and published by the Chilean Nitrate Educational Bureau, Inc. 120 Broadway, New Yrok. 5, Nr 4.