

HENRYK ZIOMBSKI

ZMIANY FIZYCZNE, CHEMICZNE I WARTOŚCI ODŻYWCZEJ
W TŁUSZCZACH OGRZEWANYCH*

Cz. III. ZMIANY W WARTOŚCIACH BIOLOGICZNO-ODŻYWCZYCH

Z Instytutu Żywności i Żywienia w Warszawie
Dyrektor: prof. dr hab. med. W. B. Szostak

Podawano 10 grupom szczurów-samców o masie ok. 212 g przez ok. 300 dni pięć różnych tłuszczów świeżych i termicznie utlenianych (smalec wieprzowy, olej rzepakowy, olej sojowy, olej słonecznikowy i olej arachidowy) w ilości 15% powietrznie suchej masy diety. Oznaczano wielkość spożycia diety, ich strawność i wydajność wzrostową oraz przyrosty masy ciała i masy właściwe: obliczano zawartość tłuszczów i wody w tuszach. Wykonano szereg oznaczeń wskaźników biochemicznych krwi.

W części I [9] omówiony był cel podjętych badań na tle piśmienictwa światowego i poprzednich własnych prac doświadczalnych, a w części II [10] — metody stosowane do termicznego utleniania tłuszczów oraz wyniki systematycznego określenia dynamiki kształtowania się parametrów, charakteryzujących zmiany zachodzące w tych substancjach; skład kwasów tłuszczowych i produktów ich rozpadu badano za pomocą chromatografii gazowej.

W ten sposób badane tłuszcze były dość dokładnie określone pod względem chemicznym.

Celem części III jest przedstawienie wyników badań biologicznych na szczurach po podawaniu tłuszczów świeżych i termicznie utlenianych.

MATERIAŁ I METODYKA

Tłuszcze badane i sposób ich użycia
do diet doświadczalnych

Badano smalec wieprzowy oraz oleje rafinowane — rzepakowy, słonecznikowy, sojowy, arachidowy, w stanie świeżym i po termicznym utlenieniu, które przeprowadzono w temperaturze 200°C przez 7 dni, po 8 godzin dziennie [10]. Do wszystkich badań użyto jednakowej diety półsyntetycznej, do której dodawano 15% wagowo jeden z 5 tłuszczów w stanie świeżym lub po termicznym utlenieniu (85 g powietrznie suchej diety i 15% ww. tłuszczów). Dla uniknięcia większych zmian w dietach przygotowywano je co 4 dni w porcjach 5 kilogramowych i przechowywano w chłodni. Skład diety podstawowej przedstawia tabela I i II.

* Praca ta była przygotowana przez jej autora jako rozprawa doktorska. Z powodu Jego przedwczesnej śmierci przewód nie odbył się. Prof. dr hab. med. A. Szczygieł, jako przewidziany promotor z całości tej obszernej pracy doświadczałnej zawierającej bardzo dużo tabel i rycin wybrał najważniejsze fragmenty i przygotował do druku w formie 3 krótkich artykułów. Dalsze fragmenty są w opracowywaniu.

Tabela I. Skład diety doświadczalnej

Składniki diety	g/100 g	keal	% keal w diecie
Kazeina	21	84	19,13
Sacharoza	27	108	24,60
Skrobia pszenna	28	112	25,51
Tłuszcz badany	15	135	30,75
Celuloza*)	4	—	—
Mieszanka soli mineralnych	4	—	—
Witaminy	1	—	—
Razem	100	439	99,99

*) Celulose powder CF 11 for column chromatography firmy Whatman made in England by Wand R Balston LTD.

Tabela II. Skład diet bezbłonnikowych stosowanych w doświadczeniach nad strawnością

Składniki diety	g/100 g	keal	% keal
Kazeina	21	84	18,46
Sacharoza	29	116	25,49
Skrobia pszenna	30	120	26,37
Tłuszcz badany	15	135	29,67
Mieszanka soli mineralnych	4	—	—
Witaminy	1	—	—
Razem	100	455	99,99

Dobór zwierząt i rodzaj klatek

Do badań użyto 200 szczurów (samców) szczepu Wistar pochodzących z hodowli własnej Instytutu Żywności i Żywienia; ich wiek wynosił 51 dni, a średnia masa początkowa $211,9 \pm 29,3$. Wszystkie szczury do chwili rozpoczęcia doświadczenia były żywione tą samą dietą hodowlaną o nazwie handlowej „Murigran”.

W celu ograniczenia do minimum wysiłku fizycznego u szczurów, umieszczano je po dwie sztuki w małych klatkach tzw. mysich, o 3 dm² powierzchni użytkowej na szczura. Klatki posiadały podłogi wykonane z siatki drucianej o oczkach 8 × 8 mm, przez które kał wydalany przez zwierzęta spadał do podstawionej szufladki, co przyczyniało się do ograniczenia kaprofagii.

Podział zwierząt na grupy i ich oznakowanie

Zwierzęta podzielono na 5 równych grup doświadczalnych (po 40 szczurów) zależnie od rodzaju dodanego tłuszczu w diecie, a poszczególne grupy — na równe podgrupy zależnie od tego, czy był to tłuszcz nie ogrzewany czy też ogrzewany. Liczba szczurów w każdej podgrupie wynosiła 20 sztuk.

W okresie doświadczalnym trwającym 301 dni (43 tygodnie) szczury przebywały w tym samym pomieszczeniu o średniej temp. 21°C. Dietę i wodę podawano każdego dnia *ad libitum*.

Rodzaj wykonywanych badań

1. Pomiary spożycia, oznaczenia przyrostu masy ciała i masy właściwej ciała szczurów

Kontrolę spożycia pożywienia przez szczury prowadzono 6-krotnie w ciągu całego doświadczenia. Pomiary masy ciała szczurów wykonywano w odstępach jednotygodniowych. Wagi dokonywano rano przed podaniem porcji diety.

W celu wykazania zmian w składzie ciała szczurów objętych doświadczeniem wprowadzono przyżyciowe oznaczanie masy właściwej ich ciała, wykonywane przy użyciu własnego specjalnie do tego celu zaprojektowanego i wykonanego w IZZ urządzenia [7, 8, 9]. Oznaczenie to wykonano u wszystkich zwierząt w 30 tygodniu trwania doświadczenia i w ciągu 4 dni. Na podstawie wyników pomiaru masy właściwej ciała obliczono w nim procentową zawartość tłuszczu, stosując wzór zaproponowany przez Rathbuna i Pace [6].

$$\% \text{ tłuszczu} = 100 \frac{5,548}{\text{masa właściwa}} - 5,044$$

Dla oznaczenia procentowej zawartości wody w ciele szczura stosowano wzór Pace i Rathbuna [4, 5].

$$\% \text{ wody} = 100 \cdot 4,424 - \frac{4,061}{\text{masa właściwa}}$$

2. Pomiary spontanicznej aktywności szczurów

Pomiary spontanicznej, nie wymuszonej aktywności fizycznej, wykonywano pod koniec doświadczenia. W tym celu szczury indywidualnie umieszczano w specjalnych, własnego projektu klatkach, wykonanych w IZZ, zamocowanych podobnie jak waga na dwu podporach, dzięki czemu szczur chodząc po jej wnętrzu wywoływał ruch wahadłowy klatki. Poszczególne wahnięcia były rejestrowane przez licznik cyfrowy uruchamiany impulsami elektrycznymi. Klatka miała takie wymiary, że szczur poruszał się głównie wzdłuż a nie w szerz. Długość klatki wynosiła 30 cm, a szerokość 15 cm. Wyniki pomiarów podano w liczbach przemieszczeń szczura w klatce względnie w metrach przebytej drogi na dobę.

3. Oznaczanie strawności suchej masy diety i tłuszczu

Oznaczenia rozpoczęto w 30 tygodniu trwania doświadczenia. Badania biologiczne strawności diety i tłuszczu przeprowadzono metodą klasyczną [11, 12] w okresie 15-dniowym (poprzedzonym 5-dniowym okresem wstępnym) podając dietę bezbłonnikową zawierającą w swym składzie 15% badanego tłuszczu (tab. I i II).

4. Oznaczanie oporności elektrycznej skóry

Celem pomiarów oporności elektrycznej skóry było wykrywanie ewentualnych wczesnych objawów niedoborów niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (zmiany skórne polegające na zwiększonej przepuszczalności wody).

Pomiarów oporności elektrycznej skóry szczurów dokonywano za pomocą 2 elektrod srebrnych oddalonych od siebie o 1 cm. Średnica poszczególnej elektrody wynosiła 1,5 mm. Elektrody podłączone były do lampowego woltomierza produkcji polskiej. Wynik podawano jako średnią z pięciu pomiarów.

Pobieranie materiału do badań

Zgodnie z założeniami, przyjętymi dla całości badań, od wszystkich szczurów pobierano kilkakrotnie małe ilości krwi z ogona do oznaczeń chemicznych i fizycznych w sposób podany we wcześniejszej pracy [11, 12].

Po zakończeniu doświadczenia szczury zabijano przez dekapitację, wykrwawienie i poddawano badaniu sekcyjnemu. Wypreparowane narządy (serce, nerki, wątroba, śledziona, jądra) ważono. Część wątroby, nerek oraz surowicy krwi homogenizowano w mieszaninie chloroformu i metanolu i po oddzieleniu ekstraktu przeznaczano do badań chemicznych. Pozostałe części narządów przekazywano do badań histologicznych.

Rozszerzone badania krwi

W celu przebadania, czy podawanie szczurom termicznie utlenianych tłuszczów oddziałuje na układ krwiotwórczy lub na cechy krwi związane z przemianą niektórych składników odżywczych wykonano w pobranych próbkach krwi oznaczenia zawartości Hb, hematokrytu i liczby erytrocytów.

Ponadto przeprowadzono rozszerzone badania biochemiczne krwi; oznaczono: współczynnik załamania światła surowicy krwi; masę właściwą całej krwi i su-

rowicy; poziom białek i ich frakcji w surowicy krwi oraz zawartość lipoproteidów (beta i prebeta); cholesterolu w surowicy krwi i glukozy; określono również objętość krwinek czerwonych i średnie stężenie hemoglobiny w krwinkach czerwonych [2, 3].

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

1. Wysokość spożycia diety

Dzienne spożycie diet w grupach kontrolnych otrzymujących tłuszcze świeże — nie ogrzewane, było podobne i mieściło się w granicach od 17,5 do 17,9 g/szczura/dobę. Nieco wyższe spożycie notowano w grupie szczurów żywionych dietą ze świeżym olejem rzepakowym (18,2 g).

2. Wzrost szczurów

Mimo stosunkowo dużego wyrównania w spożyciu diet, zawierających tłuszcze świeże, masy ciała szczurów od ok. 6 tygodnia doświadczenia rozchodzą się; w 12 tygodniu najwyższe masy ciała wykazywały szczury otrzymujące olej słonecznikowy, najniższe — olej arachidowy i olej rzepakowy. W 22 tygodniu doświadczenia różnice te pogłębiły się; w dalszym okresie czasu zwierzęta zaczęły padać wskutek infekcji.

Jeśli chodzi o grupy zwierząt otrzymujących w dietach tłuszcze termicznie utlenione, to krzywe ich wzrostu kształtowały się na znacznie niższych poziomach niż odpowiednich grup kontrolnych.

3. Wydajność wzrostowa diet

Wydajność wzrostowa była ilością gramów spożytej diety na 1 g przyrostu masy ciała. Najwyższe wartości były w przypadku świeżego oleju rzepakowego i arachidowego. W grupach zwierząt otrzymujących tłuszcze termicznie utleniane spożycie diety na 1 g przyrostu masy ciała było wyższe niż w grupach kontrolnych. Przyczyną tego było prawdopodobnie gorsze wykorzystywanie tłuszczów spolimeryzowanych.

4. Strawność suchej masy diet i tłuszczów

Strawność suchej masy wszystkich 10 diet nie wykazywała wyraźnej różnicy i wahała się w granicach 96,07—97,57%. Natomiast strawność tłuszczów termicznie utlenianych wchodzących w skład tych diet różniła się dość znacznie. Jeśli współczynnik strawności tłuszczów świeżych dodawanych do diet przyjąć za 100 to strawność diety zawierającej smalec wieprzowy wynosiła 95,19%, olej rzepakowy — 89,48%, olej sojowy — 95,38%, olej słonecznikowy — 91,03% i olej arachidowy — 95,06%.

Różnice między strawnością odpowiednich nie ogrzewanych i ogrzewanych tłuszczów przedstawiały się następująco: smalcu 96,64 i 65,79%, oleju rzepakowego — 95,71 i 33,76%, oleju sojowego 96,69 i 61,18%, oleju słonecznikowego 97,67 i 42,78% oraz oleju arachidowego — 95,97 i 63,51%. Z danych tych wynika, że absorpcja tłuszczów termicznie ogrzewanych obniżała się odpowiednio o 30,8, 59,9, 35,5, 54,9 i 32,5%. Natomiast strawność suchej masy diety była mniejsza odpowiednio o ok. 5, 10, 5, 8 i 4%.

Z danych tych wynika, że termiczne utlenianie obniża nie tylko bardzo znacznie strawność termicznie utlenianych tłuszczów ale w pewnym stopniu i strawność suchej masy diety. Ma to duże znaczenie praktyczne.

5. Spontaniczna aktywność ruchowa szczurów

Pomiary te były wykonywane w ciągu okresu 6 dobowego. Okazało się, że aktywność fizyczna poszczególnych grup otrzymujących tłuszcze świeże wynosiła od ok. 30 do 65 m a tłuszcze ogrzewane — od ok. 25 do 42 m/dobę. Nie stwierdzono tu żadnych zależności między aktywnością fizyczną a poprzednio opisanymi wynikami dotyczącymi różnych tłuszczów [11, 12]. Jedno tylko zjawisko występowało regularnie, a mianowicie, spontaniczna aktywność szczurów otrzymujących diety z tłuszczami ogrzewanymi była niższa od aktywności grup kontrolnych.

6. Oporność elektryczna skóry

Pomiary oporności elektrycznej wykazały, że różni się ona bardzo znacznie nawet w grupach otrzymujących w dietach tłuszcze świeże; najwyższa była ona u szczurów otrzymujących dietę ze smalcem a najniższa — przy diecie z olejem słonecznikowym i olejem rzepakowym.

W przypadkach diet z tłuszczami termicznie utlenianymi oporność elektryczna spadła przeszło dwukrotnie u szczurów na diecie ze smalcem a wzrosła prawie trzykrotnie w grupie zwierząt otrzymujących olej rzepakowy, i ok. 2-krotnie, gdy w diecie był olej słonecznikowy. Nie stwierdzono większej różnicy w tej oporności w grupach zwierząt posiadających w dietach olej arachidowy i świeży ogrzewany.

7. Badania biochemiczne surowicy krwi

Zawartość białka, stosunek albumin do globulin oraz skład niektórych frakcji białkowych surowicy krwi [2]

U zwierząt otrzymujących tłuszcze termicznie ogrzewane zawartość białek w surowicy krwi obniżała się o kilka procent w porównaniu do szczurów otrzymujących w diecie tłuszcze świeże. To samo dotyczyło stosunku albumin do globulin. Natomiast procentowa zawartość albumin nieznacznie spadała; to samo dotyczy beta globulin; poziom gamma globulin wzrastał. Ponieważ różnice nie były duże między różnymi grupami zwierząt doświadczalnych można przyjąć, że omawiane zmiany biochemiczne nie są znaczące. Być może powstawały one na tle niewydolności wątroby.

Poziom cholesterolu całkowitego w surowicy krwi

Poziom ten u zwierząt trzymany na diecie hodowlanej wynosił średnio 1,40 mM/1 litr, a u wszystkich zwierząt doświadczalnych był wyższy i wahał się w granicach 1,75 do 2,68 mM/litr z tym, że poziomy cholesterolu między grupami doświadczalnymi (tłuszcze ogrzewane) i kontrolnymi (tłuszcze nie ogrzewane) różniły się niewiele lub tylko o kilka procent.

8. Wpływ tłuszczów ogrzewanych na ciężar bezwzględny i względny niektórych narządów ciała

Stwierdzono, że u szczurów, którym podawano diety z tłuszczami termicznie utlenianymi, wzrastała masa wątroby, serca, płuc, nerek, śledziony i jąder. Zjawisko to było po raz pierwszy opisane przez *Kaunitza* [1].

Świadczyło to by o jakimś ogólnie szkodliwym działaniu tych tłuszczów na organizm.

9. Zmiany we krwi

W celu wyjaśnienia czy podawanie szczurom tłuszczów termicznie utlenianych wpływa na układ krwiotwórczy podjęto rozszerzone badania krwi. Oznaczano poziom Hb, hematokrytu, liczbę i objętość erytrocytów, średnią zawartość oraz stężenie Hb w krwince, masę właściwą całej krwi i surowicy. Uzyskane wyniki są bardzo rozbieżne i nie pozwalają wyciągnąć wniosków czy tłuszcze termicznie utleniane wpływają na układ krwiotwórczy i czy istnieją różnice w działaniu poszczególnych tłuszczów.

10. Padanie zwierząt w czasie trwania doświadczenia

W czasie doświadczenia zwierzęta padały albo nagle albo po dużym wyniszczeniu, przy czym wcześniej zaczęły padać zwierzęta otrzymujące w dietach tłuszcze termicznie ogrzewane. Różnice w śmiertelności zwierząt grup kontrolnych i doświadczalnych przedstawiały się następująco: smalec 0 i 10%, olej sojowy 20 i 25%, olej słonecznikowy 20 i 30%, olej arachidowy 45 i 60% oraz olej rzepakowy 25 i 75%. Jak z tego widać odsetki zwierząt padłych z podgrup otrzymujących tłuszcze termicznie utleniane były wyższe niż z podgrup kontrolnych. Uderza przy tym wysoka śmiertelność zwierząt otrzymujących olej rzepakowy i arachidowy. Nie znaleziono przyczyn tego zjawiska dla grupy otrzymującej ten drugi olej.

Należy tu dodać, że w przypadkach śmierci nagłej szczurów nie stwierdzono na sekcjach żadnych widocznych zmian. Natomiast u zwierząt padłych wśród objawów wyniszczenia znajdowano zmiany ropne, głównie w płucach i wybroczyny krwawe do żołądka i jelit.

11. Zmiany morfologiczne

W wycinkach różnych narządów stwierdzono u szczurów obydwu podgrup ropne zapalenie oskrzeli i stłuszczenie wątroby a u osobników grupy doświadczalnej, otrzymującej tłuszcze termicznie utlenione, więcej ziarniniaków w mięśniu sercowym w różnych stadiach rozwoju oraz ogniskowe zaniki mięszu części zewnątrzwydzielniczej trzustki i zaniki spermatogenezy. W nerkach, jelitach i śledzionie nie stwierdzono żadnych zmian.

Wyniki te nie były dostatecznie jednoznaczne i charakterystyczne dla poszczególnych tłuszczów. Świadczą one jedynie o wrażliwości szczurów na infekcje i o powstawaniu różnych zmian degeneracyjnych*.

WNIOSKI

Stwierdzono, że szczury otrzymujące tłuszcze termicznie utleniane od 15 tygodnia doświadczenia gorzej przybywały na wadze, mimo iż na 1 g przyrostu masy ciała spożywały więcej diety. Szczury doświadczalne zaczęły padać wcześniej i częściej niż ich odpowiedniki kontrolne. Śmierć następowała albo nagle bez wyraźnych zmian dających się wykryć sekcyjnie, albo wśród objawów wyniszczenia; wtedy sekcyjnie stwierdzano najczęściej zmiany ropne, zwykle w płucach.

Badanie składu chemicznego krwi wykazywało, że odsetek albumin malał a globulin wzrastał, poziom cholesterolu był wyższy niż normalnie. Pośmiertnie stwierdzono bezwzględne i względne powiększenie narządów wewnętrznych (wątroba, płuca, serce, nerki, śledziona i jądra).

Rozszerzone badania hematologiczne nie dały podstawy do wniosku, że układ krwiotwórczy został uszkodzony. Drobnowidowo wykazano u znacznego odsetka szczurów kontrolnych stłuszczenie wątroby; było ono mniejsze lub nie występowało wcale u zwierząt doświadczalnych. Poza tym stwierdzono, częściej u zwierząt doświadczalnych ziarniniaki w mięśniu sercowym w różnych stadiach rozwoju, ogniskowe zaniki części zewnątrzwydzielniczej trzustki oraz zaniki spermatogenezy.

Na podstawie tych badań można wyciągnąć wniosek, że tłuszcze termicznie utleniane są źle wchłaniane z przewodu pokarmowego, prawdopodobnie wskutek polimeryzacji. Te części, które zostały wchłonięte wywierają szkodliwe działanie na organizm, czego wyrazem jest powiększenie prawie wszystkich narządów wewnętrznych. Szczegółowe badania biochemiczne krwi oraz oznaczanie szeregu wskaźników hematologicznych nie dały podstaw do wyciągnięcia wniosków co do uszkodzenia układu krwiotwórczego. Szereg danych przemawia za tym, że najmniejsze szkodliwe działanie powodował smalec termicznie utleniany, a największe olej rzepakowy i olej arachidowy.

Wyjaśnienie rodzaju stwierdzonych zmian i ich przyczyn wymaga dalszych badań.

* Ze względu na ograniczoną objętość tego artykułu nie podano tu fotokopii obrazów histologicznych.

Podziękowanie:

W dyskusjach nad wynikami omawianej tu pracy mgr inż. H. Ziombki podkreślał wielokrotnie swoją wdzięczność dla techn. asyst. I. Kral za stałą i efektywną pomoc w prowadzeniu tych badań oraz dr E. Chotkowskiej za udział w przeprowadzeniu kilku oznaczeń biochemicznych.

X. Зёмбски

ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ А ТАКЖЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПИТАТЕЛЬНОЙ ЦЕННОСТИ НАГРЕВАЕМЫХ ЖИРОВ

Резюме

Крысы самцы весом тела в 212 г получали в течение около 300 дней 5 раз-ных свежих и термически окислённых жиров: свиное сало, рапсовое, соевое, подсолнечное и арахисовое масло в количестве 15% воздушно сухого остатка

корма. Определяли потребление корма, перевариваемость и ростовую эффективность а также приросты веса тела и удельный вес. Вычисляли содержание жира и воды в тушах. Проведён также ряд определений биохимических показателей в крови.

Было установлено, что потребление термически окислённых жиров вызывало ряд патологических изменений, прежде всего приостановление роста и развития, абсолютное и относительное увеличение веса некоторых внутренних органов а также морфологические изменения в тканях, в особенности в семенных железах, в сердце и других органах. Интенсивность этих изменений связана с видом окисленного жира и переживаемостью животных.

H. Ziomb ski

PHYSICAL, CHEMICAL AND NUTRITIONAL VALUE CHANGES IN HEATED FATS

Part III. Biological-nutritive changes

S u m m a r y

Male rats weighing about 212 g were given for about 300 days 5 various fresh and oxidated by heating fats: pork lard, rapeseed oil, soybean oil, sunflower oil and arachid oil in amounts of 15% of air-dried mass of the diet. The volume of food, its digestibility and growth efficiency and weight gain as well as proper weight gain were determined, the amounts of water and fats were determined also in the carcasses. Many determinations of biochemical blood parameters were done.

It was found that administration of fats oxidated by heating in the diet caused numerous pathological changes, in the first place inhibition of growth and development, absolute and relative increase in the mass of certain internal organs, and certain morphological changes in the tissues, particularly in the testicles and heart as well as other organs. The degree of intensity of these changes was connected with the character of fat oxidation and survival time of the animals.

PIŚMIENICTWO

1. Kaunitz H., Johnson R. E., Pogus L. A.: Long term nutritional study with fresh and Mildly oxidized vegetable and animal fats. *J. Am. Oil Chemists Soc.* 1965, 42, 770. — 2. Kobot F.: Metody badań laboratoryjnych stosowanych w klinice. Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich. Warszawa 1969. — 3. Miller J., Landes D. R.: Effects of feeding oxidized or heated oil on tissue composition and hematological status of rats. *J. Food Science*, 1975, 40, 545. — 4. Pace N., Rathbun E. N.: Studies on body composition 3. The body water and chemically combined nitrogen content in relation to fat content. *J. Biol. Chem.* 1945, 158, 685. — 5. Race E. E., Poling C. E., Mone P. E., Warner W. D.: A nutritive evaluation of overheated fats. *J. Am. Oil Chemists Soc.* 1960, 37, 607. — 6. Rathbun E. N., Pace N.: Studies on body composition. I. The determination of total body fat by means of the body specific gravity. *J. Biol. Chem.* 1951, 158, 662. — 7. Szczygiel A., Ziomb ski H.: Klatka do badań metabolicznych szczurów. *Roczn. PZH*, 1960, 11, 461. — 8. Ziomb ski H.: Urządzenie do pomiarów ciężaru właściwego zwierząt laboratoryjnych. *Acta Physiol. Pol.*, 1962, 13, 441. — 9. Ziomb ski H.: Zmiany fizyczne, chemiczne i wartości odżywczej w tłuszczach ogrzewanych. Cz. I. Zagadnienie w świetle piśmiennictwa światowego i kierunki dotychczasowych własnych badań. *Roczn. PZH*, 1979, 30, 473. — 10. Ziomb ski H.: Zmiany fizyczne, chemiczne i wartości odżywczych w tłuszczach ogrzewanych. Cz. II. Zmiany fizyczne i chemiczne powstałe w procesie termicznego utleniania pięciu wybranych tłuszczów. *Roczn. PZH*, 1980, 30, 593. — 11. Ziomb ski H.: Wartość odżywcza tłuszczów i ich rola w powstawaniu niektórych chorób. Cz. II. Wpływ rodzaju tłuszczu w diecie oraz dozowanego wysiłku fizycznego na wzrost szczurów. *Roczn. PZH*, 1964, 15, 521. — 12. Ziomb ski H.: Wartość odżywcza margaryny wodnej produkcji krajowej. I. Strawność margaryny oraz tłuszczów wchodzących w jej skład na podstawie badań na szczurach. *Roczn. PZH*, 1959, 10, 27.

Dn. 17 VI 1981 r.

02-903 Warszawa, ul. Powsińska 61/63.