

Jadwiga Leśniewska\*, Wanda Ficek\*

## Zawartość witaminy C w grasicy, śledzionie, wątrobie i nadnerczach szczurów rasy Wistar w zależności od wieku

### Streszczenie

Doświadczenia wykonano na szczurach (samcach) szczepu Wistar. Do doświadczeń użyto osesków 12-dniowych oraz szczurów 3-miesięcznych, dojrzałych płciowo. Badaniami objęto zawartość witaminy C (kwas askorbinowy) w grasicy, nadnerczach, wątrobie i śledzionie. Badania potwierdziły, że grasice osesków zawierały średnio o 41,5% więcej witaminy C niż grasice szczurów dorosłych. Analiza kwasu askorbinowego w nadnerczach wykazała zaś, że u szczurów dorosłych poziom tego związku był średnio wyższy o 45,8% niż u osesków. W śledzionie i wątrobie nie zanotowano większych różnic.

### Wstęp

Człowiek oraz inne naczelne, a także świńki morskie, latające ssaki (indyjski nietoperz owocożerny) i wróblowate nie syntetyzują witaminy C, ponieważ nie posiadają enzymu wątrobowego oksydazy L-gulonolaktonu biorącego udział w ostatnim etapie tej syntezy (Harper 1972, Hornig

---

\*Zakład Fizjologii Zwierząt Instytutu Zoologii Uniwersytetu Jagiellońskiego

Praca finansowana przez Ministerstwo Edukacji Narodowej: Temat: „Współzależność fizjologiczna między podwzgórzem a grasicą” oraz BW/1Z/Z.F.Zw/1992-1993

1975). Brak tego enzymu jest uwarunkowany genetycznie (Englard i Seifter 1986). Zwierzęta, które nie są zdolne do syntezy kwasu askorbinowego wymagają w diecie odpowiedniego poziomu tej witaminy. Pauling i Cameron (1979) oraz Marshall (1985) wykazali, że minimalny poziom spożywanej witaminy C u dorosłego człowieka powinien wynosić około 60 mg dziennie.

Poziom witaminy C w tkankach jest uwarunkowany ich stanem czynnościowym oraz stanem ośrodkowego układu nerwowego i może się zmienić w czasie trwania różnych chorób. Na ilość kwasu askorbinowego w tkankach poszczególnych narządów wpływa także zaopatrzenie ustroju w inne witaminy (np. w witaminę A, witaminę E, lub w kwas foliowy) oraz wiązki nieorganiczne (np. miedzi, magnezu lub selenu), jak również obecność leków (Rokicki 1967, Poovaiah, Omaye 1986).

Funkcja biologiczna witaminy C polega przede wszystkim na tworzeniu odwracalnych układów oksydoredukcyjnych w organizmach ssaków działających w obecności glutationu, cytochromów i nukleotydów pirymidynowych lub flawonowych (Hornig 1975, Njus i Kelly 1991, Njus, Jalukar, Zu i Kelly 1991, Hemilä 1992).

Kwas askorbinowy jest niezbędny jako aktywator oksigenaz o funkcji mieszanej, które uczestniczą w procesach hydroksylacji aminokwasów (tyrozyny, fenyloalaniny, tryptofanu, proliny) oraz amin przy syntezie katecholamin, przy wytwarzaniu hydroksyproliny w biosyntezie kolagenu i substancji kitowej (Pauling i Cameron 1979, Englard i Seifter 1986). Oksygenazy o funkcji mieszanej stanowią grupę enzymów mikrosomalnych, są zorganizowane w krótkie łańcuchy transportu elektronów, ale nie są sprzężone z fosforylacją. Takie układy transportu elektronów zależne od kwasu askorbinowego zostały znalezione w mikrosomach komórek narządów ssaków, takich jak: wątroba, nerki, nadnercza (Dryzek-Mikołajczyk 1966).

Jedną z najistotniejszych funkcji witaminy C jest utrzymanie w odpowiednim stanie substancji międzykomórkowej w tkance kostnej, chrzęstnej i zębinie (Kostowski 1972). Jest ona konieczna do syntezy głównych białek tkanki łącznej: kolagenu i elastyny, pełniąc rolę aktywatora hydroksylazy prolinowej. Kwas askorbinowy jest niezbędnym stymulatorem wytwarzania włókien kolagenowych, wpływa rów-

niez ochronnie i stabilizująco na substancję spajającą włókna kolagenowe (Englard i Seifter 1986, Płomieński i Stępka 1982).

Witamianie C przypisuje się również pozytywny wpływ na układ immunologiczny. Vallance (1977) wykazał zależność między witaminą C a poziomem przeciwciał typu IgG i IgM w surowicy ludzi.

Dotychczasowe badanie wskazują również na pozytywne znaczenie kwasu askorbinowego w terapii przeciwnowotworowej (Mirvish 1986). Pauling i Cameron (1979), Pauling i Moertel (1986) oraz Block, Henson i Levine (1991) donoszą o przeciwnowotworowym działaniu witaminy C w stosunku do guzów indukowanych substancjami z grupy węglowodorów i nitrozwiązków. Ich zdaniem kwas askorbinowy uczestniczy między innymi w wytwarzaniu FIH (fizjologicznego inhibitora hialuronidazy).

Witamina C jest konieczna do prawidłowego przebiegu większości procesów metabolicznych w organizmach ssaków, a szczególnie zwierząt młodych, których organizm wykazuje zwiększone zapotrzebowanie na kwas askorbinowy. Ponieważ u zwierząt laboratoryjnych, takich jak myszy i szczury występuje szybki wzrost grasicy i innych narządów, dlatego w przeprowadzanych doświadczeniach chodziło o zbadanie zawartości witaminy C w wybranych tkankach limfoidalnych, tj. grasicy i śledzionie oraz ustalenie poziomu tej witaminy w takich narządach, jak wątroba i nadnercza u osesków i szczurów dojrzałych płciowo.

## **Materiał i metody**

Materiał doświadczalny stanowiło 14 szczurów-samców szczepu Wistar. Doświadczenia zostały przeprowadzone na dwóch grupach szczurów różnych wiekowo. Pierwszą grupę (n=7) stanowiły samce, oseski 12-dniowe; Drugą grupę (n=7) – samce 3-miesięczne, dojrzałe płciowo. Zwierzęta doświadczalne pochodziły z jednej hodowli i przebywały w warunkach oświetleniowych 12 godz. w ciągu dnia i 12 godz. w nocy. Oseski pozostawały z matką w gnieździe i były karmione jej mlekiem, natomiast dorosłe zwierzęta karmiono paszą standardową typu „Murigran” i otrzymywały one wodę do picia *ad libitum*.

Materiał do badań pobierano o tej samej porze, tj. w godzinach przedpołudniowych. Szczury usypiano lekko narkozą eterową, a następnie pobierano im takie narządy, jak: grasice, nadnercza, wątroby

i śledziony. Ilościowe oznaczanie kwasu askorbinowego wykonano według metody Omaye, Turnbull i Sauberlich (1979).

Zasada tej metody polega na wykorzystaniu własności oksydoredukcyjnych witaminy C. Kwas askorbinowy w roztworze kwasowym redukuje jon żelazowy  $Fe^{+++}$  do jonu żelazowego  $Fe^{++}$ . W następnym etapie jon żelazowy ( $Fe^{+2}$  jest przyłączony do dwupirydylu i tworzy z nim kompleks chelatujący, który wykazuje charakterystyczną absorpcję przy długości fali 525 nm. Do wykonania krzywej kalibracyjnej użyto kwasu askorbinowego cz.d.a. produkcji POLFY w Krakowie. Uzyskane wyniki opracowano testem t-Studenta i przedstawiono w postaci tabel w tekście.

## Wyniki badań

### Grasica

Wyizolowane grasice ważono. Na podstawie kolejnych pomiarów ustalono, że u osesków 12-dniowych waga grasic wynosiła średnio 55 mg, natomiast u szczurów 3-miesięcznych waga badanych gruczołów wynosiła średnio 502,86 mg (tab. 1).

Na podstawie kolejnych oznaczeń zawartości kwasu askorbinowego (trzy pomiary u każdego osobnika) w poszczególnych grasicach stwierdzono, że u osesków 12-dniowych średni poziom witaminy C stanowił 141,34  $\mu$ g na 100 mg świeżej tkanki. Natomiast u szczurów 3-miesięcznych średnia zawartość tego kwasu wynosiła 82,64  $\mu$ g na 100 mg świeżej tkanki.

Poziom kwasu askorbinowego był wyższy w grasicy u osesków 12-dniowych. Różnica na korzyść osesków wynosiła średnio 58,70  $\mu$ g na 100 mg świeżej tkanki, co stanowiło około 41,53%. Różnica była istotna statystycznie ( $p < 0,001$ ) – zob. tabela 7. Dane o zawartości kwasu askorbinowego w grasicy poszczególnych osobników przedstawia tabela 2.

**Tab. 1. Waga grasic (w mg) u badanych zwierząt**

Lp.	Oseski 12-dniowe	Szczury 3-miesięczne	Różnica na korzyść szczurów 3-miesięcznych (mg)
1.	50	372	+322
2.	54	432	+378
3.	50	422	+372
4.	52	471	+419
5.	58	568	+510
6.	60	508	+448
7.	61	747	+686
$\bar{x}$	55	502,86	+447,86

**Tab. 2. Zawartość kwasu askorbinowego ( $\mu\text{g}/100$  mg świeżej tkanki) w grasicy 12-dniowych osesków i 3-miesięcznych szczurów**

Lp.	Oseski 12-dniowe	Szczury 3-miesięczne	Różnica na korzyść osesków 12-dniowych ( $\mu\text{g}$ )
1.	115,87	71,04	+44,83
2.	119,58	76,96	+42,62
3.	125,92	78,96	+46,96
4.	139,16	79,80	+59,36
5.	151,84	87,34	+64,50
6.	164,01	90,96	+73,05
7.	172,02	93,42	+79,60
$\bar{x}$	141,34	82,64	+58,70

### Nadnercza

Nadnercza pobierano w całości, a następnie ważono. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że waga nadnerczy w grupie osesków 12-dniowych osiągała średnio 5 mg, zaś u szczurów 3-miesięcznych średnia waga badanych gruczołów wynosiła 43,57 mg. Dane zawiera tabela 3.

Analizując poziom kwasu askorbinowego w nadnerczach stwierdzono, że u osesków 12-dniowych wynosił on średnio 241,14  $\mu\text{g}$  na

**Tab. 3.** Waga nadnerczy (w mg) u badanych zwierząt

Lp.	Oseski 12-dniowe	Szczury 3-miesięczne	Różnica na korzyść szczurów 3-miesięcznych (w mg)
1.	5	52	+47
2.	5	38	+33
3.	6	42	+36
4.	5	50	+45
5.	5	51	+46
6.	4	34	+30
7.	5	38	+33
$\bar{x}$	5	43,57	+38,57

**Tab. 4.** Zawartość kwasu askorbinowego ( $\mu\text{g}/100$  mg świeżej tkanki) w nadnerczach 12-dniowych osesków oraz 3-miesięcznych szczurów

Lp.	Oseski 12-dniowe	Szczury 3-miesięczne	Różnica na korzyść szczurów 3-miesięcznych (w $\mu\text{g}$ )
1.	226,86	408,62	+185,76
2.	226,87	416,65	+189,98
3.	232,49	429,93	+197,44
4.	236,19	439,80	+203,61
5.	239,05	465,65	+226,60
6.	258,33	465,97	+207,64
7.	272,38	492,11	+219,73
$\bar{x}$	241,14	445,52	+204,38

100 mg świeżej tkanki, zaś u zwierząt dorosłych, tj. szczurów 3-miesięcznych średnia zawartość witaminy C w nadnerczach wynosiła 445,52  $\mu\text{g}$  na 100 gm świeżej tkanki. Poziom kwasu askorbinowego był wyższy w nadnerczach szczurów 3-miesięcznych. Różnica na korzyść szczurów dorosłych wynosiła średnio 204,38  $\mu\text{g}$  na 100 mg świeżej tkanki, co stanowiło około 45,87%. Różnica była istotna statystycznie ( $p < 0,001$  – tabela 7). Dane na temat zawartości (z trzech pomiarów) kwasu askorbinowego u pojedynczego osobnika przedstawia tabela 4.

## Wątroba

Analizując zawartość witaminy C w tkance wątrobowej stwierdzono, że u osesków 12-dniowych poziom kwasu askorbinowego wynosił średnio 33,20  $\mu$  na 100 mg świeżej tkanki, natomiast u szczurów 3-miesięcznych średnia zawartość witaminy C w wątrobie wynosiła 30,21  $\mu$ g na 100 mg świeżej tkanki. Wyższy poziom kwasu askorbinowego w tkance wątrobowej odnotowano u osesków 12-dniowych. Różnica na korzyść osesków wynosiła średnio 2,99  $\mu$ g na 100 mg tkanki, co stanowiło około 9%. Różnica była istotna statystycznie ( $p < 0,05$  – tabela 7). Dane średnie z trzech pomiarów u każdego osobnika przedstawia tabela 5.

Tab. 5. Zawartość kwasu askorbinowego ( $\mu$ g/100 mg świeżej tkanki) w wątrobie 12-dniowych osesków oraz 3-miesięcznych szczurów

Lp.	Oseki 12-dniowe	Szczury 3-miesięczne	Różnica na korzyść osesków 12-dniowych (w $\mu$ g)
1.	30,58	24,76	+5,82
2.	32,20	26,48	+5,72
3.	33,14	30,38	+2,76
4.	33,62	31,34	+2,28
5.	34,20	31,90	+2,30
6.	34,28	32,76	+1,52
7.	34,28	32,82	+1,46
$\bar{x}$	33,20	30,21	+2,99

## Śledziona

Badając zawartość kwasu askorbinowego w poszczególnych śledzionach u osesków 12-dniowych i szczurów 3-miesięcznych nie stwierdzono istotnych różnic. Średni poziom witaminy C w grupie osesków 12-dniowych wynosił 34,78  $\mu$ g na 100 mg świeżej tkanki, a u szczurów 3-miesięcznych średnia zawartość kwasu askorbinowego wynosiła 35,61  $\mu$ g na 100 mg świeżej tkanki i była wyższa średnio o 0,83  $\mu$ g na 100 mg tkanki, co

stanowiło około 2,33%. Stwierdzona różnica była nieistotna statystycznie – zob. tabela 7. Dane średnie z trzech pomiarów dla każdego osobnika ukazuje tabela 6.

**Tab. 6.** Zawartość kwasu askorbinowego ( $\mu\text{g}/100$  mg świeżej tkanki) w śledziona 12-dniowych osesków i 3-miesięcznych szczurów

Lp.	Oseski 12-dniowe	Szczury 3-miesięczne	Różnica dla szczurów 3-miesięcznych w $\mu\text{g}$ = mikrogramy
1.	32,10	30,58	-1,52
2.	32,86	37,52	+4,66
3.	33,72	38,04	+4,32
4.	34,48	36,96	+2,48
5.	36,00	34,48	-1,52
6.	36,86	35,24	-1,62
7.	37,42	36,42	-1,00
$\bar{x}$	34,78	35,61	+0,83

**Tab. 7.** Średnia zawartość kwasu askorbinowego ( $\mu\text{g}/100$  mg świeżej tkanki) w badanych narządach u 12-dniowych osesków i 3-miesięcznych szczurów – istotność statystyczna

Lp.	Badany narząd	Liczba osobników	Oseski 12-dniowe	$\pm$ SD	Liczba osobników	Szczury 3-miesięczne	$\pm$ SD	Istotność statystyczna
1.	Grasica	7	141,34	$\pm 19,59$	7	82,64	$\pm 7,57$	$p < 0,001$
2.	Nadnercza	7	241,14	$\pm 16,41$	7	445,52	$\pm 28,7$	$p < 0,001$
3.	Wątroba	7	33,20	$\pm 1,36$	7	30,21	$\pm 1,92$	$p < 0,05$
4.	Śledziona	7	34,78	$\pm 1,91$	7	35,61	$\pm 2,42$	N.S.

N.S. – różnica statystycznie nieistotna



## Dyskusja

Grasica należy obok szpiku kostnego do centralnego narządu limfatycznego. Gruczoł ten u młodych, rozwijających się zwierząt wykazuje zapotrzebowanie, między innymi, na liczne biokatalizatory-mikroelementy oraz witaminy. Zdaniem niektórych badaczy, jednym z niezbędnych czynników dla rozwoju grasicy oraz do odpowiednio optymalnej jej czynności jest kwas askorbinowy (Sieńko i Witkowska 1987, Park i Kimler 1991). Grasica jest konieczna w procesie powstawania i utrzymywania stanu kompetencji immunologicznej. Jest związana z powstawaniem limfocytów T i wypełnianiem nimi obszarów grasiczozależnych w śledzionie i węzłach limfatycznych. Populacja tych limfocytów pozostaje immunologicznie kompetentna, nawet po inwencji fizjologicznej tego gruczołu.

W grasicy przebiegają intensywne procesy biochemiczne związane zwłaszcza z przemianami białek oraz aminokwasów, a witamina C jest jednym z koniecznych aktywatorów tych procesów. Kwas askorbinowy uczestniczy w reakcjach monooksydacji i dioksydacji aminokwasów. Zadaniem tej witaminy jest utrzymanie jonów metali na odpowiednim stopniu utlenienia. Witamina C nie wpływa bezpośrednio na substraty reakcji, jedynie aktywuje enzymy biorące udział w tych procesach (Englard i Seifter 1986, Haskel i Johnston 1991).

W doświadczeniach własnych stwierdzono, że u osesków 12-dniowych zawartość witaminy C w grasicy była wyższa średnio o 41,53% w porównaniu do średniej zawartości kwasu askorbinowego w badanym gruczole u szczurów 3-miesięcznych. Nagromadzenie znacznych ilości witaminy C w grasicy u osesków było prawdopodobnie związane z dużym zapotrzebowaniem na tę witaminę. Liczne dane dowodzą, że wysokiemu poziomowi kwasu askorbinowego w tkankach towarzyszy intensywny metabolizm (Rebouche 1991). Stąd też należy przypuszczać, iż na tym obszarze anatomicznym odbywają się intensywne procesy metaboliczne związane z syntezą hormonów, jak również rozwojem prawidłowej odpowiedzi immunologicznej na antygeny zależne od grasicy. Gruczoł ten jest źródłem licznych substancji białkowych, zwanych hormonami grasiczymi. Stanowią one grupę związków immunomodulacyjnych i odgrywają istotną rolę w homeostazie organizmu. Hormony grasicze pobudzają

limfopoezę, powodują podniesienie poziomu krążących limfocytów oraz zwiększają ilość limfocytów w tkance limfatycznej. Poza tym hormony te biorą udział w wytwarzaniu przeciwciał, warunkując odporność organizmu na infekcje, szczególnie zaś zakażenia pochodzenia wirusowego (Bach i Goldstein 1980, Harakeh i Jariwall 1991).

Cooper i Adorol (1971) wykazali, że witamina C dodana w określonej ilości do hodowli *in vitro* białych krwinek stymuluje boczny łańcuch heksozy monofosforanowej, co jest niezbędnym procesem prawidłowego przebiegu przemian metabolicznych w tych komórkach. Przeprowadzone dotąd badania świadczą, iż kwas askorbinowy jest konieczny w procesie wytwarzania limfocytów, zwłaszcza populacji limfocytów T, które są odpowiedzialne za odporność typu komórkowego.

Stwierdzona w badaniach własnych niższa zawartość witaminy C u szczurów 3-miesięcznych w grasicy była prawdopodobnie związana z obniżeniem aktywności metabolicznej w tymocytach, co z kolei było przyczyną zmniejszonego zapotrzebowania na kwas askorbinowy. Szczury w wieku trzech miesięcy osiągają dojrzałość płciową i rozpoczyna się u nich proces fizjologicznego zaniku grasicy.

Śledziona, obok grasicy, stanowi jeden z narządów układu limfatycznego. W doświadczeniach własnych nie stwierdzono istotnej różnicy w poziomie kwasu askorbinowego w badanym narządzie pomiędzy dwiema porównywanymi grupami szczurów. W śledzionie szczurów 3-miesięcznych średnia zawartość witaminy C była wyższa zaledwie o 2,3% w porównaniu z odeskami. Obie grupy badane, tj. odeski i szczury dorosłe, miały w śledzionie znaczną zawartość kwasu askorbinowego. Wynika to prawdopodobnie z funkcji tej witaminy jako czynnika stymulującego układ odpornościowy.

Kwas askorbinowy jest również niezbędny dla nadnerczy. W doświadczeniach własnych stwierdzono, że u oseków 12-dniowych ilość witaminy C w nadnerczach była niższa średnio o 45,87% w porównaniu ze zwierzętami dojrzałymi płciowo, tj. szczurami 3-miesięcznymi. Wysoki poziom witaminy C w nadnerczach wynika z funkcji, jaką pełni ten związek w biosyntezie amin katecholowych w rdzeniu nadnerczy. Kwas askorbinowy jest niezbędnym aktywatorem w procesach hydroksylacji przy wytwarzaniu noradrenaliny. W ostatnim etapie tej syntezy zostają zużyte równe ilości dopaminy, kwasu askorbi-

nowego i tlenu (Levin 1976). Witamina C bierze również udział w procesie transmetylacji noradrenaliny do adrenaliny. Obecne badania wykazują również udział witaminy C w procesach hydroksylacji na terenie kory nadnerczy (England i Seifter 1986).

Witamina C jest również bardzo potrzebna dla wątroby. W badaniach własnych wykazano, że zawartość kwasu askorbinowego u oseków 12-dniowych był wyższy średnio o  $2,99 \mu\text{g}$  w stosunku do zwierząt dorosłych.

Kwas askorbinowy jest ważnym składnikiem komórki wątrobowej. Wiadomo, że witamina C wpływa na przemianę węglowodanów i aminokwasów w wątrobie, na wydzielanie barwników żółciowych oraz na aparat Golgiego hepatocyta (Rokicki 1967). Przeprowadzone dotychczas badania wykazują, że kwas askorbinowy uczestniczy w metabolizmie lipidów i cholesterolu (Greene, Harwood, Stacpoole 1985). Zwierzęta karmione przez dłuższy czas dietą ubogą w witaminę C wykazywały wysoki poziom cholesterolu w wątrobie i innych tkankach. Szczególnie duże ilości cholesterolu odkładały się w naczyniach krwionośnych, powodując w nich zmiany miażdżycowe (Holloway i Rivers 1981).

Wyższa zawartość witaminy C w tkance wątrobowej u oseków 12-dniowych była prawdopodobnie wynikiem nasilonych przemian metabolicznych związanych ze wzrostem i rozwojem organizmu. U oseków toczą się intensywne procesy wzrastania wyrażające się w przyroście długości i ciężaru ciała. Liczne obserwacje kliniczne oraz doświadczenia laboratoryjne potwierdzają, iż organizmy rozwijające się wykazują zwiększone zapotrzebowanie na witaminę C wskutek zwiększonego przebiegu metabolizmu.

## Literatura

- Bach J.F., Goldstein G., 1980. *New concepts of thymic hormones*. Thymus, 2, 1–4
- Block G., Henson D.E. and Levine M., 1991, *Vitamin C: Biologic functions and relation to cancer*. Nutr. cancer, 15, 249–280
- Cooper M.R., Adorol B., 1971, *Stimulation of leucocyte hexose monophosphate shunt activity by ascorbic acid*. Infect. Immun. 3, 851–853

- Dryzek-Mikołajczyk L., 1966, *Zawartość kwasu askorbinowego w jajnikach i nadnerczach szczura*. Endokrynol. Pol. 17, 541–550.
- Englard., Seifter S., 1986, *The biochemical function of ascorbic acid*. Ann. Rev. Nutr. 6, 346–406
- Greene Y., Harwood H.J.Jr., Stacpoole P.W., 1985, *Ascorbic acid regulation of 3-hydroxy-3-methyl coenzyme A reductase activity and cholesterol synthesis in guinea pig liver*. Biochem. Biophys. Acta, 834, 134–138
- Harakeh S., Jariwalla R.J., 1991, *Effect of ascorbate on HIV replication in T-lymphocyte cell lines*. Nutr. Cancer, 15, 265–266.
- Harper H.A., 1972, *Zarys chemii fizjologicznej*, PZWL, 568–570
- Haskell B.E., Johnston C.S., 1991, *Complement component C1q activity and ascorbic acid nutrition in guinea pigs*. Nutr. Cancer, 15, 262–263
- Hemilä H., 1992, *Vitamin C and the common cold*. Brit. J. Nutr. 67, 3–16.
- Holloway D.E., Rivers J.M., 1981, *Influence of chronic ascorbic acid intake on bile acid composition in the guinea pigs*. J. Nut. 111, 412–415
- Hornig D., 1975, *Metabolism of ascorbic acid*. World Rev. Nutr. Diet. 23, 225–258
- Kostowski W., 1972, *Hormony a czynność autonomicznego układu nerwowego*, PZWL, 30–60
- Levin S., 1976, *Vitamin C*. Academic Press, London, San Francisco. 75–81
- Marshall E., 1985, *The academy kills a nutrition report*. Science, 230, 420–421
- Mirvish S.S., 1986, *Effects of vitamin C and E on N-nitroso compound formation, carcinogenesis and cancer*. Cancer, 58, 1842–1850
- Njus D., Kelly P.M., 1991, *Vitamin C and E donate single hydrogen atoms in vivo*. FEBS, 2, 147–151
- Njus D., Jalukar V., Zu J., Kelly P.M., 1991, *Concerted proton-electron transfer between ascorbic acid and cytochrome b561*. Am. J. Clin. Nutr. 54, 1179S–1183S
- Omaye S.T., Turnbull J.D., Sauberlich H.E., 1979, *Selected methods for determination of ascorbic acid in animal cells, tissues, and fluids*. Methods in Enzymology, 62, 1–11
- Park C.H., Kimler B.F., 1991, *Growth modulation of human leukemic and proleukemic progenitor cells by L-ascorbic acid*. Nutr. Canc., 15, 264–265
- Pauling L., Cameron E., 1979, *Ascorbic acid and cancer: A review*. Canc. Res. 39, 663–681
- Pauling L., Moertel C., 1986, *A proposition: Megadoses of vitamin C are valuable in the treatment of cancer*. Nutr. Rev. 44, 28–32
- Płomiński P., Stepka K., 1982, *Współczesne poglądy na leczenie nowotworów dużymi dawkami witaminy C*. Wiad. Lek. 2, 889–893
- Pooaiah S.P., Omaye S.T., 1986, *Response of plasma retinal to dietary of ascorbic acid and selenium in the guinea pig*. Nutr. Res. 6, 583–588
- Rebouche C.J., 1991, *Ascorbic acid carnitine biosynthesis*. Nutr. Canc. 15, 256–257

- Rokicki W., 1967, *O spichrzowaniu witaminy C w wątrobie*. Acta Physiol. Pol. 10, 515-529
- Sieńko B., Witkowska E., 1987, *Zmiany w poziomie witaminy C i w budowie histologicznej wybranych narządów szczura pod wpływem dootrzewnego podawania hydrokortyzonu*. Zeszyty Nauk. UJ Ser. Zool. 34, 17-29
- Vallance S., 1977, *Relationship between ascorbic acid and serum proteins of the immune system*. br. Med. J. 2, 437-439

*Jadwiga Leśniewska i Wanda Ficek*

## **Vitamin C Content in the Thymus, Spleen, Liver and Adrenal Glands in Suckling and Adult Wistar Strain Rats**

### **Summary**

In twelve-day-old sucklings and three-month-old sexually mature rats. Vitamin C content was studied in the thymus, spleen, liver and adrenal glands. The thymus, the central lymphatic organ in mammals, shows some difference in vitamin C content depending on the age of the animals and their developmental stage. The thymus in twelve-day-old suckling rats contained 41,5% more vitamin C per 100 mg of fresh tissue than in three-month old rats. In the adrenal glands vitamin C content was inversely proportional to age of the animals. In three-month-old rats vitamin C level in adrenal glands tissue was 45,8% higher (per 100 mg of fresh tissue) than in twelve-day-old rats.