Zawartość witaminy C w jadalnych tkankach ślimaków pozyskiwanych w Polsce

MICHAŁ GONDEK, PRZEMYSŁAW KNYSZ, JERZY LECHOWSKI*,
MONIKA ZIOMEK, ŁUKASZ DROZD, KRZYSZTOF SZKUCIK

Katedra Higieny Żywności Zwierzęcego Pochodzenia, Wydział Medycyny Weterynaryjnej,
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 12, 20-033 Lublin

*Katedra Biochemii i Toksykologii, Wydział Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki,
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

Otrzymano 20.05.2020

Zaakceptowano 14.08.2020

Gondek M., Knysz P., Lechowski J., Ziomek M., Drozd Ł., Szkucik K.
Content of vitamin C in edible tissues of snails obtained in Poland

Summary

Ascorbic acid (Vit. C) is essential for the proper functioning of the human body. Humans are unable to synthesize vitamin C endogenously, so it must be supplied with food. The available literature does not provide any data on the content of vitamin C in the meat of snails. The aim of the study was therefore to determine and compare its content in the edible parts of snails obtained in Poland. The research material consisted of 30 samples of snail meat (the foot with the collar and a fragment of the coat) belonging to three species: *Helix pomatia*, *Cornu aspersum aspersum*, and *Cornu aspersum maxima*. *Helix pomatia* snails were obtained from the natural environment, while the other two species came from commercial breeding farms. Ascorbic acid was determined by the method of Roe and Kuethner, as modified by Dabrowski and Hinterleitner (1989). Previously, tissues for biochemical analysis were prepared according to the methodology described by Zannoni et al. (1974). The average level of vitamin C in the edible parts of particular snail species ranged from 38.14 mg/kg (*Helix pomatia*) to 185.38 mg/kg (*Cornu aspersum aspersum*). Statistically significant differences in the level of ascorbic acid were found between all species of snails examined. The highest vitamin C content was found in the meat of *Cornu aspersum aspersum*. The lowest level of ascorbic acid occurred in the meat of *Helix pomatia*, in which it was 20.41% and 37.04% of the levels found in the meat of *Cornu aspersum aspersum* and *Cornu aspersum maxima*, respectively. The present research showed a significantly higher content of ascorbic acid in snails of the *Cornu* genus kept in heliciculture as compared to free-living snails (*Helix pomatia*). Moreover, the content of ascorbic acid in the edible parts of snails is higher than it is in pork and beef meat. The present study showed that snails from the *Cornu* genus can be an additional valuable source of vitamin C in the human diet.

Keywords: ascorbic acid, *Helix pomatia*, *Cornu aspersum aspersum*, *Cornu aspersum maxima*, molluscs, snail meat

Spożywanie ślimaków wiąże się z wielowiekową tradycją sięgającą czasów Imperium Rzymskiego. Obecnie mięso ślimaków wykorzystywane jest w kuchni azjatyckiej – chińskiej i japońskiej oraz w wielu krajach Afryki. W Europie natomiast ślimaki cieszą się szczególnie dużą popularnością we Francji, gdzie uchodzą za przysmak, ponadto spożywane są także we Włoszech, Hiszpanii, Portugalii, Belgii i Holandii (40). W Polsce mięso pozyskiwane jest z trzech gatunków ślimaków: ślimaka winniczka (*Helix pomatia*), ślimaka małego szarego (*Cornu aspersum aspersum*, wcześniej *Helix aspersa* Müller) oraz ślimaka dużego szarego (*Cornu aspersum maxima*, wcześniej *Helix aspersum maxima*). Ślimaki z rodzaju *Cornu* pozyskiwane są

z hodowli fermowych, natomiast winniczek pochodzi głównie ze środowiska naturalnego, a jego zbiór jest ściśle regulowany przepisami prawa krajowego (37). Na rynku mięso ślimaków występuje w różnych postaciach, mianowicie: surowca (żywy ślimak w stadium hibernacji), półproduktu (mięso mrożone), konserw oraz gotowych produktów przyrządzanych ze świeżych ślimaków lub gotowych dań wytwarzanych na bazie mięsa ślimaczego (36).

Wartość odżywcza żywności definiowana jest jako zdolność produktów spożywczych do pokrywania potrzeb organizmu człowieka wynikających z przemian metabolicznych (25). O wartości odżywczej żywności decydują natomiast: wartość energetyczna, wartość

biologiczna oraz strawność. Jak wykazały badania dotyczące poszczególnych składników odżywczych, mięso ślimaków, w tym również z gatunków pozyskiwanych w Polsce, charakteryzuje się niską zawartością tłuszczu, wyższym poziomem kwasów tłuszczowych nienasyconych w porównaniu do nasyconych oraz korzystnym stosunkiem zawartości kwasów tłuszczowych n-6 do n-3 (10, 41). Mięso ślimaków może stanowić również interesującą alternatywę dla źródła białka w diecie człowieka. Średnia jego zawartość, w zależności od gatunku, sposobu chowu i żywienia, wynosi bowiem: 12,87% (*Helix aspersa*), 15,44-16,35% (*Helix pomatia*) oraz 20,56% (*Archachatina marginata*) (1, 6, 16, 35). Badania przeprowadzone w Polsce wykazały natomiast, że średnia zawartość białka waha się od 15% w mięsie ślimaków z rodzaju *Cornu* do nawet 20,76% w mięsie winniczków (46). Białko mięsa ślimaków charakteryzuje się również korzystnym składem aminokwasowym, a zawartość aminokwasów egzogennych wynosi w nim średnio od 4004 mg (*Helix aspersa*) do nawet 5305 mg/100 g (*Helix pomatia*) jadalnej części produktu (6, 39). Ponadto, badania przeprowadzone przez Ćelik i wsp. (11) potwierdziły, iż białko mięsa ślimaków należących do gatunku *Cornu aspersum* Müller charakteryzuje się wysoką jakością, a współczynnik PER (protein efficiency ratio), wyliczony przy użyciu modeli matematycznych, przyjmuje wartość zbliżoną do wartości białka jaja kurzego.

Konsumenci wybierając żywność, kierują się nie tylko zawartością w niej podstawowych składników, takich jak tłuszcz, białko czy też węglowodany, lecz również poziomem składników nieodżywczych, w tym witamin, mikro- i makroelementów. Składniki te bowiem odgrywają istotną rolę w zbilansowanej diecie człowieka i kształtowaniu się prozdrowotnych cech produktu spożywczego. Jak wykazały badania, mięso ślimaków z gatunków *Helix lucorum*, *Helix pomatia*, *Cornu aspersum*, a także z rodzaju *Archatina*, *Achatina* i *Limicolaria* stanowić może istotne źródło takich minerałów, jak: wapń, potas, magnez, żelazo, cynk, miedź oraz selen (1, 2, 6, 10, 15, 16, 20, 35). Ilość tych pierwiastków w znacznym stopniu zależy od części anatomicznej ślimaka, obszaru geograficznego z którego pochodzi, terminu zbioru, sposobu chowu oraz żywienia. W dostępnej literaturze niewiele jest natomiast danych dotyczących poziomu poszczególnych witamin w mięsie ślimaków. Nieliczne tylko opracowania wskazują, że mięso *Helix aspersa* cechuje się porównywalną, a nawet wyższą niż mięso innych gatunków zwierząt, w tym ryb czy wołowiny, zawartością witamin A, E, B₁, B₂, B₃ i B₆ (6).

Kwas askorbinowy (witamina C) jest niezbędnym składnikiem do prawidłowego funkcjonowania organizmu człowieka. Nie jest on jednak syntetyzowany przez człowieka z powodu braku oksydazy L-gulonog-γ-laktonowej, która katalizuje ostatni etap jego biosyntezy (14). W efekcie składnik ten musi być dostarczany

wraz z pożywieniem, a niedobór kwasu askorbinowego może powodować szkorbut manifestujący się m.in. kruchością naczyń krwionośnych, uszkodzeniem tkanek łącznej oraz zmęczeniem (21). Witamina C pełni szereg ważnych funkcji biologicznych, m.in. bierze udział w syntezie kolagenu, regulacji metabolizmu cholesterolu, pełni również rolę kofaktora w syntezie katecholamin oraz L-karnityny (3, 31, 34, 43). Jedną z najistotniejszych funkcji kwasu askorbinowego jest silne działanie antyutleniające. Witamina C usuwa bowiem reaktywne formy tlenu i azotu, a tym samym zapobiega uszkodzeniom oksydacyjnym DNA, białek oraz lipidów (4, 9, 24, 28). Ponadto, niektórzy badacze wskazują, że witamina C może zmniejszać częstość występowania niektórych typów raka, a podawana dożylnie w dużych dawkach pozwala wydłużyć średni czas przeżycia pacjentów z zaawansowaną chorobą nowotworową (5, 7, 8, 27).

Biorąc pod uwagę fakt, że w dostępnej literaturze brak jest danych dotyczących zawartości witaminy C w jadalnych tkankach ślimaków, celem badań było oznaczenie i porównanie jej zawartości w mięsie pozyskanych w Polsce ślimaków należących do trzech jadalnych gatunków: *Helix pomatia*, *Cornu aspersum* i *Cornu aspersum maxima*.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono na trzech gatunkach ślimaków pozyskiwanych na obszarze Polski tj. *Helix pomatia*, *Cornu aspersum aspersum* oraz *Cornu aspersum maxima*. Ślimaki z gatunku *Helix pomatia* pozyskane zostały z naturalnego środowiska ich występowania, zaś pozostałe dwa gatunki pochodziły z komercyjnych ferm hodowlanych. Wszystkie trzy gatunki ślimaków przeznaczone do badań pochodziły z obszaru województwa wielkopolskiego. Do badań wykorzystywano jadalną część mięśniową ślimaka (tuszkę ślimaka) w skład której wchodzi stopa wraz z kołnierzem i fragmentem płaszcza. Materiał do badań stanowiło 30 próbek zbiorczych mięsa ślimaków (tuszek). Spośród każdego gatunku ślimaków w sposób losowy pobrano 10 takich próbek, każda o masie 1 kg. Próbką analityczną przeznaczoną do oznaczenia witaminy C składała się z 20 tuszek ślimaków, które zostały wyosobnione z każdej próbki zbiorczej. Homogenizację próbek przeprowadzono przy użyciu ręcznego blendera. Kwas askorbinowy oznaczano stosując metodę Roe i Kuethnera, w modyfikacji Dabrowskiego i Hinterleitnera (13). Wcześniej tkanki przeznaczone do analizy biochemicznej przygotowano zgodnie z metodyką zaproponowaną przez Zannoniego i wsp. (45).

Analizę statystyczną wyników badań przeprowadzono za pomocą programu Statistica 13.1. PL. Obliczono wartości średnie i odchylenia standardowe. Testem Shapiro-Wilka zbadano rozkład zmiennych, testem Levene'a określono jednorodność ich wariancji. Zmienne wykazywały rozkład normalny, przy braku jednorodności wariancji. Określenie istotności różnic wykonano zatem przy użyciu jednoczynnikowej analizy wariancji (ANOVA) z korektą Welcha. Jako test *post hoc* zastosowano natomiast test Tukeya. Za poziom istotności statystycznej przyjęto $p < 0,05$.

Wyniki i omówienie

Wyniki przeprowadzonych badań dotyczących zawartości witaminy C w mięsie trzech gatunków ślimaków pozyskanych na obszarze Polski przedstawiono w tabeli 1. Średni poziom witaminy C w jadalnej części poszczególnych gatunków ślimaków wahał się od 38,14 mg/kg (*Helix pomatia*) do 185,38 mg/kg (*Cornu aspersum aspersum*). Jednocześnie wykazano istotne różnice w zawartości kwasu askorbinowego pomiędzy wszystkimi badanymi gatunkami ślimaków (Welch ANOVA, $P < 0,05$). Najwyższą zawartość witaminy C stwierdzono w mięsie ślimaków z gatunku *Helix aspersum aspersum*. Poziom witaminy C w mięsie ślimaków z gatunku *Helix aspersum maxima* był istotnie niższy w porównaniu do jej zawartości w mięsie *Helix aspersum aspersum*, ale istotnie wyższy niż w mięsie *Helix pomatia*. Najniższą zawartość kwasu askorbinowego stwierdzono natomiast w mięsie winniczków; była ona, odpowiednio, 4,9 i 2,7-krotnie niższa niż w mięsie ślimaków z gatunku *Cornu aspersum aspersum* oraz *Cornu aspersum maxima*.

W tabeli 2 przedstawiono zawartość witaminy C w różnego rodzaju żywności pochodzenia zwierzęcego i niezawierającego. Generalnie, żywność pochodzenia zwierzęcego stanowi nieznaczne źródło kwasu askorbinowego w diecie człowieka, a jej zawartość w tego typu produktach jest kilku, a nawet kilkudziesięciokrotnie niższa w porównaniu do żywności pochodzenia roślinnego. Ponadto, w porównaniu do mięśni, u zwierząt rzeźnych zawartość witaminy C jest istotnie wyższa w narządach wewnętrznych, takich jak wątroba oraz nerki. W mleku, podobnie jak w mięsie, jej ilość jest znikoma. W dostępnej literaturze niewiele jest danych dotyczących zawartości kwasu askorbinowego

Tab. 1. Poziom witaminy C (mg/kg) w jadalnych tkankach ślimaków pozyskiwanych w Polsce

Gatunek	$\bar{x} \pm SD$	min.	max.
<i>Helix pomatia</i>	38,14 ^a ± 4,43	30,82	44,15
<i>Cornu aspersum maxima</i>	102,80 ^b ± 15,99	84,89	128,22
<i>Cornu aspersum aspersum</i>	185,38 ^c ± 40,82	121,19	248,59

Objaśnienia: a, b, c – średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie w kierunku pionowym przy $p < 0,05$.

w poszczególnych częściach anatomicznych ślimaków – uniemożliwia to przeprowadzenie kompleksowego porównania otrzymanych wyników i odniesienia ich do badań innych bądź tych samych gatunków ślimaków, pochodzących z różnych regionów geograficznych i pozyskanych zarówno ze środowiska naturalnego, jak i ferm hodowlanych. Utrudnia to również identyfikację czynników, które mogą mieć istotny wpływ na zawartość tego związku w jadalnej części tego produktu. Bazy danych z zakresu składu i wartości odżywczej żywności, które dostępne są za pośrednictwem platformy internetowej administrowanej przez Departament Rolnictwa Stanów Zjednoczonych wskazują, że zawartość witaminy C w tkankach mięczaków, takich jak małże lub ostrygi, sięgać może 8 mg/100 g surowca. To samo źródło podaje natomiast, że witamina ta jest nieobecna w tkankach ślimaków (0 g/100 g produktu), nie określając jednak ich gatunku oraz pochodzenia (<https://fdc.nal.usda.gov>). Analizując wyniki badań własnych należy jednak stwierdzić, że zawartość witaminy C, szczególnie w mięsie ślimaków z rodzaju *Cornu*, jest istotnie wyższa niż w mięsie wołowym, wieprzowym, nutrii czy też renifera, gdzie, w zależności od autora badań bądź źródła danych, wynosi ona

Tab. 2. Zawartość witaminy C w wybranej żywności pochodzenia zwierzęcego i roślinnego

Rodzaj żywności	Zawartość witaminy C	Autor opracowania
Mięso i przetwory mięsne (wołowe lub wieprzowe)	2 mg/100 g	Moszczyński i Pyć (30)
Mięso wieprzowe (<i>m. longissimus dorsi</i>)	45,0 mg/kg suchej masy	Gebert i wsp. (19)
Mielona wołowina (97% mięsa i 4% tłuszczu)	0 mg/100 g	USDA (https://fdc.nal.usda.gov)
Mięśnie piersiowe indyka	69,6-101,7 mg/kg (w zależności od tygodnia życia)	Nagórna-Stasiak i wsp. (33)
Mięśnie piersiowe kaczki	77,0-121,0 mg/kg (w zależności od tygodnia życia)	Nagórna-Stasiak i wsp. (32)
Mięso nutrii	0,4 mg/100 g	Tulley i wsp. (42)
Mięso renifera	poniżej granicy oznaczalności (< 0,1 mg/100 g)	Hassan i wsp. (22)
Wątroba renifera	11,88 mg/100 g	Hassan i wsp. (22)
Hydrolizat białkowy: mięsa indyka mięsa kurczaka mięsa wołowego	42,60 mg/100 g 47,50 mg/100 g 54,80 mg/100 g	Pinto e Silva i wsp. (38)
Mleko	8 µg/ml (2 dni po wycieleniu) 1-2 mg/100 g	Hidiroglou i wsp. (23) Moszczyński i Pyć (30)
Brokuł	77,1-93,1 mg/100 g 89,0-148,2 mg/100 g	Favell (17) Vanderslice i Higgs (44)
Szpinak	21,6-31,6 mg/100 g 22,5-67,70 mg/100 g	Favell (17) Vanderslice i Higgs (44)
Pomidory	15,7-17,3 mg/100 g	Vanderslice i Higgs (44)

od 0 do 4,5 mg/100 g produktu (tab. 2). Szczególną uwagę należy zwrócić na relatywnie wysoką zawartość witaminy C w jadalnej części ślimaków z gatunku *Cornu aspersum aspersum*, która porównywalna jest do zawartości kwasu askorbinowego w mięśniach piersiowych indyków i kaczek, a nawet niektórych produktów pochodzenia roślinnego (tab. 2).

Zapotrzebowanie na witaminę C zależy od kilku czynników, takich jak m.in. wiek, płeć czy też stan fizjologiczny. W przypadku osób dorosłych zalecane spożycie witaminy C zgodnie z RDA (Recommended Dietary Allowance) wynosi, odpowiednio, 75 mg/dzień dla kobiet oraz 90 mg/dzień dla mężczyzn (18). Pięćdziesiąt gramów surowego mięsa ślimaków z gatunku *Cornu aspersum aspersum* pozwala pokryć zatem 10-12% dziennego zapotrzebowania dorosłego człowieka na witaminę C, zaś wskaźnik ten dla mięsa winniczków wynosi zaledwie 2,12-2,54%. Powyższe wyliczenia powinny jednak uwzględniać poziom redukcji kwasu askorbinowego powstały podczas obróbki kulinarnej. Powszechnie bowiem wiadomo, że witamina C jest podatna na rozkład, zwłaszcza pod wpływem wysokich temperatur. Jak wykazały badania, obróbka termiczna, taka jak gotowanie, powoduje redukcję witaminy C w niektórych warzywach nawet do poziomu 0 mg/kg (26). W tym kontekście konieczne jest przeprowadzenie dalszych badań dotyczących wpływu gotowania na kinetykę redukcji witaminy C w mięsie ślimaków zwłaszcza tych z rodzaju *Cornu*.

Wyniki badań własnych wykazały również istotne zróżnicowanie w poziomie witaminy C pomiędzy poszczególnymi gatunkami badanych ślimaków. Uważa się powszechnie, że bezkręgowce nie są w stanie syntetyzować kwasu askorbinowego (12). Zaobserwowane różnice gatunkowe w zawartości witaminy C mogą być zatem związane z pochodzeniem ślimaków przeznaczonych do badań oraz ich żywieniem. Ślimaki winniczki pozyskane bowiem zostały ze środowiska naturalnego, zaś ślimaki z rodzaju *Cornu* z ferm hodowlanych. W helikulturach ślimaki otrzymują zbilansowaną paszę uzupełnianą mieszanką mineralno-witaminową, tak aby uzyskać możliwie najlepsze efekty produkcyjne. Ponadto konstrukcja ferm umożliwia mięczakom stały dostęp do bogatych w witaminę C roślin takich jak rzepik, gorczyca bądź koniczyna. Trudno natomiast jednoznacznie wskazać przyczynę różnic w poziomie kwasu askorbinowego w mięsie ślimaków *Cornu aspersum aspersum* i *Cornu aspersum maxima*. Obydwa gatunki pochodziły bowiem z jednej hodowli, przebywały w podobnych warunkach i żywione były według takiego samego schematu. Badania przeprowadzone przez Mai i wsp. (29) z wykorzystaniem dwóch różnych gatunków ślimaków morskich (*Haliotis tuberculata* i *Haliotis discus hannai*) wykazały jednak, że pomimo zastosowania takich samych warunków hodowli i żywienia, zawartość witaminy C była istotnie wyższa w tkankach *H. tuberculata*. Świadczyć to może o gatunkowej

zmienności w przyswajaniu i akumulacji witaminy C przez ślimaki, jednak konieczne jest podjęcie dalszych badań, które pozwolą na lepsze zrozumienie i poznanie tego mechanizmu.

Podsumowując, przeprowadzone badania wykazały, że gatunek ślimaków pozyskiwanych w Polsce ma istotny wpływ na poziom witaminy C w ich mięsie. Znacznie wyższa zawartość kwasu askorbinowego występuje w utrzymywanych w helikulturach ślimakach z rodzaju *Cornu* w porównaniu do wolno żyjącego winniczka (*Helix pomatia*). Ponadto zawartość kwasu askorbinowego w jadalnej części ślimaków z gatunku *Helix aspersum aspersum* jest wyższa w porównaniu do jego zawartości w mięsie wieprzowym oraz wołowym. Spożywanie ślimaków z rodzaju *Cornu* może stanowić zatem dodatkowe źródło witaminy C w diecie człowieka. Jednocześnie konieczne jest podjęcie dalszych badań nad kinetyką rozkładu kwasu askorbinowego w mięsie ślimaków podczas jego obróbki kulinarnej wykorzystującej różne technologie. Dalsze badania powinny również koncentrować się nad identyfikacją czynników wpływających na zawartość witaminy C w tkankach hodowlanych ślimaków z rodzaju *Cornu*.

Piśmiennictwo

1. Adegoke A. A., Bukola A.-T. C., Comfort I. U., Olainka A. A., Amos K. O.: Snails as meat source: Epidemiological and nutritional perspectives. J. Microbiol. Antymicrob. 2010, 2, 001-005.
2. Ademolu K. O., Idowu A. B., Mafiana C. F., Osinowo O. A.: Performance, proximate and mineral analyses of African giant land snail (*Archachatina marginata*) fed different nitrogen sources. Afr. J. Biotechnol. 2004, 3, 412-417.
3. Amano A., Tsunoda M., Aigaki T., Maruyama N., Ishigami A.: Effect of ascorbic acid deficiency on catecholamine synthesis in adrenal glands of SMP30/GNL knockout mice. Eur. J. Nutr. 2014, 53, 177-185.
4. Barja G., López-Torres M., Pérez-Campo R., Rojas C., Cadenas S., Prat J., Pamplona R.: Dietary vitamin C decreases endogenous protein oxidative damage, malondialdehyde, and lipid peroxidation and maintains fatty acid unsaturation in the guinea pig liver. Free Radic. Biol. Med. 1994, 17, 105-115.
5. Block G.: Epidemiologic evidence regarding vitamin C and cancer. Am. J. Clin. Nutr. 1991, 54, 1310S-1314S.
6. Çağıltay F., Erkan N., Tonus D., Selçuk A.: Amino acid, fatty acid, vitamin and mineral contents of the edible garden snail (*Helix aspersa*). J. Fish. Sci. 2011, 5, 354-363.
7. Cameron E., Pauling L.: Supplemental ascorbate in the supportive treatment of cancer: Prolongation of survival times in terminal human cancer. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 1976, 73, 3685-3689.
8. Cameron E., Pauling L.: Supplemental ascorbate in the supportive treatment of cancer: Reevaluation of prolongation of survival times in terminal human cancer. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 1978, 75, 4538-4542.
9. Carty J. L., Bevan R., Waller H., Mistry N., Cooke M., Lunec J., Griffiths H. R.: The effects of vitamin C supplementation on protein oxidation in healthy volunteers. Biochem. Biophys. Res. Commun. 2000, 273, 729-735.
10. Çelik M. Y., Duman M. B., Sariipek M., Gören G. U., Öztürk D. K., Kocatepe D., Karayücel S.: Comparison of fatty acids and some mineral matter profiles of wild and farmed snails, *Cornu aspersum* Müller, 1774. Molluscan Res. 2019, 39, 234-240.
11. Çelik M. Y., Duman M. B., Sariipek M., Gören G. U., Öztürk D. K., Kocatepe D., Karayücel S.: Comparison of Proximate and Amino Acid Composition between Farmed and Wild Land Snails (*Cornu aspersum* Müller, 1774). J. Aquat. Food Prod. Technol. 2020, 29, 383-390.
12. Chatterjee I. B., Majumder A. K., Nandi B. K., Subramanian N.: Synthesis and some major functions of vitamin C in animals. Ann. NY Acad. Sci. 1975, 258, 24-47.
13. Dabrowski K., Hinterleitner S.: Application of a simultaneous assay of ascorbic acid, dehydroascorbic acid and ascorbic sulphate in biological materials. The Analyst. 1989, 114, 1, 83-87.
14. Drouin G., Godin J.-R., Pagé B.: The Genetics of Vitamin C Loss in Vertebrates. Curr. Genomics 2011, 12, 371-378.

15. Drozd Ł., Ziomek M., Szkucik K., Paszkiewicz W., Maćkowiak-Dryka M., Belkot Z., Gondek M.: Selenium, copper, and zinc concentrations in the raw and processed meat of edible land snails harvested in Poland. *J. Vet. Res.* 2017, 61, 293-298.
16. Fagbua O., Oso J. A., Edward J. B., Ogunleye R. F.: Nutritional status of four species of giant land snails in Nigeria. *J. Zhejiang Univ., SCIENCE B* 2006, 7, 686-689.
17. Favell D. J.: A comparison of the vitamin C content of fresh and frozen vegetables. *Food Chem.* 1998, 62, 59-64.
18. Food and Nutrition Board Panel on Dietary Antioxidants and Related Compounds. Dietary reference intakes for vitamin C, vitamin E, selenium, and carotenoids. National Academy Press; Washington, D.C. 2000.
19. Gebert S., Eichenberger B., Pfirter H. P., Wenk C.: Influence of different dietary vitamin C levels on vitamin E and C content and oxidative stability in various tissues and stored m. longissimus dorsi of growing pigs. *Meat Sci.* 2006, 362-367.
20. Gomot A.: Biochemical composition of Helix snails: Influence of genetic and physiological factors. *J. Molluscan Studies* 1998, 64, 173-181.
21. Grosso G., Bei R., Mistretta A., Marventano S., Calabrese., Masuelli L., Giganti M. G., Modesti A., Galvano F., Gazzolo D.: Effects of Vitamin C on health: a review of evidence. *Front. Biosci.* 2013, 18, 1017-1029.
22. Hassan A. A., Sandanger T. M., Brustad M.: Level of selected nutrients in meat, liver, tallow and bone marrow from semi-domesticated reindeer (*Rangifer t. tarandus* L.). *Int. J. Circumpolar Health* 2012, 71, 17997.
23. Hidioglou M., Ivan M., Batra T. R.: Concentrations of vitamin C in plasma and milk of dairy cattle. *Ann. Zootech.* 1995, 44, 399-402.
24. Hillstrom R. J., Yacopin-Ammons A. K., Lynch S. M.: Vitamin C inhibits lipid oxidation in human HDL. *J. Nutr.* 2003, 133, 3047-3051.
25. Kunachowicz H.: Co rozumiemy pod pojęciem wartości odżywczej żywności. *Bezp. Żywn.* 2001, 1.
26. Lee S., Choi Y., Jeong H. S., Lee J., Sung J.: Effect of different cooking methods on the content of vitamins and true retention in selected vegetables. *Food Sci. Biotechnol.* 2018, 27, 333-342.
27. Luo J., Shen L., Zheng D.: Association between vitamin C intake and lung cancer: a dose-response meta-analysis. *Sci. Rep.* 2014, 22, 6161.
28. Lutsenko E. A., Cárcamo J. M., Golde D. W.: Vitamin C Prevents DNA Mutation Induced by Oxidative Stress. *J. Biol. Chem.* 2002, 277, 16895-16899.
29. Mai K.: Comparative studies on the nutrition of two species of abalone, *Haliotis tuberculata* L. and *Haliotis discus hannai* Ino. VII. Effects of dietary vitamin C on survival, growth and tissue concentration of ascorbic acid. *Aquaculture* 1998, 161, 383-392.
30. Moszczyński P., Pyć R. (red.): *Biochemia witamin. Witaminy lipofilne i kwas askorbinowy.* Część II. Wyd. PWN, Warszawa 1999.
31. Murad S., Grove D., Lindberg K. A., Reynolds G., Sivarajah A., Pinnell S. R.: Regulation of collagen synthesis by ascorbic acid. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 1981, 78, 2879-2882.
32. Nagórna-Stasiak B., Kowalczyk M., Lechowski J., Rogus M.: Witamina C w mięśniach, sercu i wątrobie kaczek. *Med. Weter.* 2001, 57, 268-272.
33. Nagórna-Stasiak B., Lechowski J., Kowalczyk M.: Synteza witaminy C u indyków. *Med Weter.* 1999, 55, 195-198.
34. Otsuka M., Matsuzawa M., Ha T. Y., Arakawa N.: Contribution of a high dose of L-ascorbic acid to carnitine synthesis in guinea pigs fed high-fat diets. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* 1999, 45, 163-171.
35. Özogul Y., Özogul F., Olgunoglu A. I.: Fatty acid profile and mineral content of the wild snail (*Helix pomatia*) from the region of the south of the Turkey. *Eur. Food Res. Technol.* 2005, 221, 547-549.
36. Paszkiewicz W., Ziomek M., Szkucik K., Maćkowiak-Dryka M.: Pozyskiwanie i jakość zdrowotna mięsa ślimaków. *Med. Weter.* 2014, 70, 673-679.
37. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 16 grudnia 2016 r. w sprawie ochrony gatunkowej zwierząt – Dz. U. z 2016 r. poz. 2134.
38. Silva M. E. M. P. s., Paton I., Trigo M., Atzinger M. C. B. C. von: Mineral and vitamin content of beef, chicken, and turkey hydrolysates. *Quim. Nova* 2008, 31, 41-43.
39. Souci S. W., Fachmann W., Kraut H.: *Food Composition and Nutrition Tables.* Medpharm Scientific Publishers, Stuttgart 2000.
40. Szkucik K., Ziomek M., Maćkowiak-Dryka M., Paszkiewicz W.: Ślimaki jadalne – użytkowość, wartość odżywcza i bezpieczeństwo dla zdrowia konsumenta. *Życie Wet.* 2011, 86, 631-635.
41. Szkucik K., Ziomek M., Paszkiewicz W., Drozd Ł., Gondek M., Knysz P.: Fatty acid profile in fat obtained from edible part of land snails harvested in Poland. *J. Vet. Res.* 2018, 62, 519-526.
42. Tulley R. T., Malekian F. M., Rood J. C., Lamb M. B., Champagne C. M., Redman Jr S. M., Patrick R., Kinler N., Raby C. T.: Analysis of the nutritional content of *Myocastor coypus*. *J. Food. Compos. Anal.* 2000, 13, 117-125.
43. Turley S. D., West C. E., Horton B. J.: The role of ascorbic acid in the regulation of cholesterol metabolism and in the pathogenesis of atherosclerosis. *Atherosclerosis* 1976, 24, 1-18.
44. Vanderslice J. T., Higgs D. J.: Vitamin C content of foods: sample variability. *Am. J. Clin. Nutr.* 1991, 54, 1323S-1327S.
45. Zannoni V. G., Lynch M., Goldstein A., Sato P. H.: A rapid micromethod for the determination of ascorbic acid in plasma and tissues. *Biochem. Med.* 1974, 11, 41-48.
46. Ziomek M., Szkucik K.: Skład podstawowy mięsa ślimaków jadalnych. *Mat. XIV Kongresu PTNW, Wrocław 13-15.09.2012*, s. 569.

Adres autora: lek. wet. Przemysław Knysz, ul. Akademicka 12, 20-033 Lublin; e-mail: knysz.przemyslaw@gmail.com