

Zawartość wapnia, popiołu i białka surowego w worku trzewiowym i muszlach jadalnego ślimaka szarego (*Cornu aspersum* synonim *Helix aspersa*) z warunków chowu zamkniętego

Maciej Ligaszewski, Przemysław Pol

*Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Systemów i Środowiska Produkcji,
32-083 Balice k. Krakowa*

Gospodarka wapniowa odgrywa szczególnie ważną rolę w rozwoju ślimaków muszlowych, a także w cyklu życiowym ich osobników dorosłych ze względu na konieczność budowy i napraw uszkodzeń muszli, składających się z kalcytowych i aragonitowych form krystalicznych węglanu wapnia. W muszlach jadalnego lądowego ślimaka szarego (*Cornu aspersum*) zawartość wapnia wynosi średnio 30,0–40,0% (Ligaszewski i in., 2009). Od ilości oraz zdolności do powiększania rozmiarów komórek wapiennych wątrobotrzustki, odpowiedzialnych za magazynowanie i uwalnianie do organizmu wapnia zależy między innymi sprawność procesu osmoregulacji oraz odporność ślimaków na stres termiczny (Scheil i in., 2010). Wapń gromadzi się w wątrobotrzustce w postaci międzykomórkowych granul zawierających nieorganiczny, bezpostaciowy depozyt tego pierwiastka oraz fosforu i magnezu (Almedras i Porcel, 1992). Z tych powodów w mieszankach paszowych dla lądowych ślimaków jadalnych z ferm produkcyjnych, w szczególności dwóch podgatunków ślimaka szarego (*Cornu aspersum*), tj. północnoafrykańskiego podgatunku ślimaka dużego szarego (*Cornu aspersum maxima*) i ślimaka małego szarego (*Cornu aspersum aspersum*), standardowa zawartość wapnia w czystym składniku wynosi – w zależności od stadium rozwojowego ślimaków – od 10 do 11,0% (Ligaszewski i Pol, 2017), a uznaniowo jeszcze o 2–3% więcej. Jednak, zbyt duża ilość wapnia zdeponowanego w tuszach ślimaków wpływa na pogorszenie się jakości kon-

sumpcyjnej ich mięsa. Wynika to z faktu, że gromadzą one w swoich tkankach przeciętnie 10 razy więcej wapnia niż inne zwierzęta gospodarskie, czemu towarzyszy również większa akumulacja innych pierwiastków metalicznych, w tym tych z grupy metali ciężkich (Toader-Williams i Golubkina, 2009). Polska jest liczącym się w Europie producentem i eksporterem obu podgatunków *Cornu aspersum*. Wątrobotrzustka, będąca w ciele ślimaka głównym depozytem wapnia i innych metali, stanowi kilkadziesiąt procent masy worka trzewiowego. Dlatego, głównym celem badań była ocena różnicy w zawartości wapnia w workach trzewiowych *Cornu aspersum aspersum* i *Cornu aspersum maxima* oraz zawartości w nich popiołu surowego stanowiącego depozyt wapnia i innych metali, w tym metali ciężkich oraz fosforu. Dodatkowo, zbadano również zawartość wapnia w muszlach oraz białka ogólnego w workach trzewiowych ślimaków doświadczalnych.

Material i metody

2-tygodniowy wylęg ślimaka małego szarego (*Cornu aspersum aspersum*) i ślimaka dużego szarego (*Cornu aspersum maxima*) umieszczono w plastikowych, dwuczęściowych, specjalnie przeznaczonych do podchowu ślimaków kuwetach hodowlanych. W schemacie doświadczenia zastosowano po pięć powtórzeń (kuwet) dla każdego z pięciu wariantów żywieniowych (tab. 1), co odpowiadało liczbie 25 kuwet doświadczalnych. Zagęszczenie wylęgu wyniosło 200 osobników w przeliczeniu na 1 m² wewnątrz-

nej powierzchni kuwety, tj. po 100 osobników na 1 kuwetę. Początkowa ilość zwierząt doświadczalnych wyniosła 2500 osobników. Podstawową paszą doświadczalną (nr I) była sucha, roślinna mieszanka paszowa, złożona z drobnej śruty roślin zbożowych, motylkowych i śruty sojowej, a podstawowym źródłem wapnia była w niej mielona kreda. Pasza ta została zmodyfikowana w celu utworzenia czterech dodatkowych wariantów paszowych (Nr II – IV) poprzez odpowiednie dodatki. Zastosowano w różnych proporcjach: kredę rolniczą, fosforan 1-wapniowy i śrutę sojową poekstrakcyjną. Wszystkie pasze były zbliżone do pasz izobiałkowych, ale różniły się procentową zawartością wapnia i fosforu. Badania prowadzono przez 9 tygodni do czasu uzyskania stanu dojrzałości somatycznej u większości tych ślimaków, które dożyły do końca eksperymentu. Śmiertelność ślimaków doświadczalnych w poszczególnych kuwetach mieściła się w granicach 23,0–38,0%, przy czym nie stwierdzono pod tym względem różnic statystycznie istotnych ($P < 0,05$) pomiędzy poszczególnymi wariantami paszowymi. Stwierdzono też po 2–3% osobników niewyrośniętych, zahamowanych w prawidłowym rozwoju. Dojrzałe osobniki z każdej kuwety zostały najpierw zahibernowane na 3 dni, a następnie

uśmiercone we wrzącej wodzie. Z tusz zabitych ślimaków, które w całości zostały wyjęte z muszli za pomocą pęsety, oddzielono do dalszych badań worki trzewiowe. Z worków trzewiowych oraz muszli ślimaków pobranych z poszczególnych kuwet utworzono odpowiednie próby zbiorcze, które następnie poddano analizom chemicznym. Zawartość wapnia oznaczano metodą miareczkową według Polskiej Normy PN-93 R-64750. Popiół surowy w muszlach i workach trzewiowych oznaczano metodą wagową poprzez wysuszenie oraz wyprażenie próbek w temp. około 580°C do stałej masy, a następnie rozcierano je w moździerzu na proszek i spopieliano w piecu muflowym do momentu uzyskania popiołu o barwie jednolitej białej lub szarobiałej bez ciemnych punktów. Zawartość białka surowego badano oznaczając azot metodą Kjeldahla i przeliczając go na białko, stosując współczynnik 6,25 (PN-75 A-04018).

Statystyczną istotność różnic w składzie chemicznym worków trzewiowych oraz muszli pomiędzy obu podgatunkami ślimaków żywionych tymi samymi wariantami paszy doświadczalnej oraz pomiędzy wynikami żywienia wszystkimi wariantami pasz doświadczalnych badano z wykorzystaniem testu RIR Tukey'a dla nierównych licznosci.

Tabela 1. Wybrane elementy składu pięciu wariantów mieszanki paszowej dla ślimaków
Table 1. Selected components of the five feed treatments for snails

Pasza nr Feed no.	Białko surowe (%) Crude protein (%)	Wapń Calcium (%)	Fosfor Phosphorus (%)	Ca : P	Ca: białko Ca: protein
I	17,4	10,0	0,6	16,6	0,6
II	17,3	11,6	0,6	19,3	0,7
III	17,1	13,5	0,6	22,5	0,8
IV	17,2	11,4	1,0	11,4	0,7
V	17,1	13,4	0,8	16,8	0,8

Wyniki

I. Zawartość wapnia w muszlach i workach trzewiowych *Cornu aspersum*

Przy zastosowaniu wszystkich wariantów mieszanek paszowych w muszlach *Cornu aspersum aspersum* stwierdzono wyższą zawartość procentową wapnia niż w muszlach *Cornu aspersum maxima*. Zakres tych różnic mieścił się w przedziale od 0,7 do 27,1%, przy czym różnica

pomiędzy ślimakami żywionymi paszą nr I była statystycznie istotna ($P < 0,05$) (tab. 2). Odwrotny do wyżej opisanego kierunek różnic stwierdzono pomiędzy zawartością wapnia w workach trzewiowych obu podgatunków, która u *Cornu aspersum maxima* była o 30,0–83,3% wyższa niż u *Cornu aspersum aspersum*, przy czym w przypadku żywienia paszą nr II była to różnica wysoko istotna ($P < 0,01$), a u ślimaków żywionych

paszami nr III i V była ona statystycznie istotna ($P < 0,05$).

W przypadku *Cornu aspersum aspersum*, w worku trzewiowym ślimaków żywionych paszą nr IV, charakteryzującą się niskim stężeniem wapnia, największą zawartością fosforu i najmniejszym stosunkiem wapnia do fosforu ze wszystkich pasz doświadczalnych, stwierdzono jednak najwyższą

zawartość wapnia w porównaniu z pozostałymi grupami doświadczalnymi, przy czym w stosunku do ślimaków żywionych paszą nr I była to różnica statystycznie istotna ($P < 0,05$).

Natomiast, w muszlach obu podgatunków *Cornu aspersum* oraz w worku trzewiowym *Cornu aspersum maxima* występowania takich, statystycznie istotnych różnic nie stwierdzono.

Tabela 2. Zawartość wapnia w muszli i worku trzewiowym *Cornu aspersum*
Table 2. The calcium content of *Cornu aspersum* shell and visceral sac

Mieszanka paszowa <i>Feed mixture</i>		Muszla – <i>Shell</i> Ca (%)		Worek trzewiowy – <i>Visceral sac</i> Ca (%)	
Nr No.	zawartość Ca (rosnąco) Ca content (ascending) (%)	<i>Cornu aspersum</i> <i>aspersum</i>	<i>Cornu</i> <i>aspersum</i> <i>maxima</i>	<i>Cornu aspersum</i> <i>aspersum</i>	<i>Cornu</i> <i>aspersum</i> <i>maxima</i>
I	10,0	35,2 ^a	27,7 ^b	0,6 ¹	0,9
IV	11,4	27,0	26,8	1,0 ²	1,3
II	11,6	25,6	25,1	0,7 ^A	1,0 ^B
V	13,4	29,1	25,2	0,7 ^a	1,1 ^b
III	13,5	29,7	24,2	0,6 ^a	1,1 ^b

A, B – różnice statystycznie wysoko istotne pomiędzy podgatunkami ($P < 0,01$).

a, b – różnice statystycznie istotne pomiędzy podgatunkami ($P < 0,05$).

I, II, III – różnice statystycznie wysoko istotne pomiędzy wariantami paszowymi ($P < 0,01$).

1, 2 – różnice statystycznie istotne pomiędzy wariantami paszowymi ($P < 0,05$).

A, B – highly significant differences between subspecies ($P < 0.01$).

a, b – significant differences between subspecies ($P < 0.05$).

I, II, III – highly significant differences between feed treatments ($P < 0.01$).

1, 2 – significant differences between feed treatments ($P < 0.05$).

II. Zawartość popiołu surowego w muszlach i workach trzewiowych *Cornu aspersum*

W badaniach zawartości popiołu surowego w muszlach nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic ani pomiędzy podgatunkami *Cornu aspersum* (tab. 3), ani też pomiędzy poszczególnymi wariantami paszowymi dla każdego z tych podgatunków.

W workach trzewiowych *Cornu aspersum maxima*, podobnie jak w przypadku zawartości wapnia, zawartość popiołu surowego była w każdym wariantcie żywieniowym wyższa niż u *Cornu aspersum aspersum*. Różnice te wynosiły od 25,0 do 64,3%, przy czym dla ślimaków żywionych paszą nr I różnica była statystycznie

istotna ($P < 0,05$), a w odniesieniu do pasz nr II i V wysoko istotna ($P < 0,01$).

W workach trzewiowych *Cornu aspersum aspersum* u ślimaków żywionych paszą nr IV, którą cechowało stosunkowo małe stężenie wapnia, ale największa zawartość fosforu ze wszystkich pasz doświadczalnych, stwierdzono najwyższą zawartość popiołu surowego, przy czym w odniesieniu do pasz nr I i III była to różnica statystycznie istotna ($P < 0,05$), a w odniesieniu do pasz II i V wysoko istotna ($P < 0,01$). W workach trzewiowych *Cornu aspersum maxima* nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w zawartości popiołu pomiędzy poszczególnymi wariantami żywieniowymi doświadczenia.

Tabela 3. Zawartość popiołu surowego w muszli i worku trzewiowym *Cornu aspersum* w zależności od niektórych elementów wartości odżywczej mieszanki paszowej dla ślimaków
 Table 3. The crude ash content of *Cornu aspersum* shell and visceral sac depending on some nutrients of the feed mixture for snails

Mieszanka paszowa <i>Feed mixture</i>		Muszla – Popiół surowy <i>Shell – Crude fat</i> (%)		Worek trzewiowy – Popiół surowy <i>Visceral sac – Crude ash</i> (%)	
Nr No.	zawartość Ca (rosnąco) <i>Ca content (ascending)</i> (%)	<i>Cornu aspersum</i> <i>aspersum</i>	<i>Cornu aspersum</i> <i>maxima</i>	<i>Cornu aspersum</i> <i>aspersum</i>	<i>Cornu aspersum</i> <i>maxima</i>
I	10,0	63,1	59,8	2,5 ^{a, II}	4,1 ^b
IV	11,4	51,3	61,2	3,6 ¹	4,5
II	11,6	56,3	60,9	2,9 ^{A, 2}	3,8 ^B
V	13,4	63,2	60,8	2,8 ^A	4,6 ^B
III	13,5	59,4	66,3	2,6 ^{II}	3,6

Objaśnienia – patrz tab. 2 – *For notes see Table 2.*

III. Zawartość białka surowego w workach trzewiowych *Cornu aspersum*

Zawartość białka surowego w workach trzewiowych *Cornu aspersum aspersum* żywionych paszami nr I i V była w sposób statystycznie wysoko istotny ($P < 0,01$) wyższa niż w workach trzewiowych *Cornu aspersum maxima* (odpowiednio o 15,7% i 12,6%), a u żywionych paszą nr II była ona wyższa o 9,7%, ale w sposób statystycznie nieistotny (tab. 4). Zawartość tego pierwiastka w workach trzewiowych ślimaków obu podgatunków żywionych paszami nr III i IV była na tym samym poziomie.

W workach trzewiowych *Cornu asper-*

sum aspersum żywionych paszą nr III stwierdzono w sposób statystycznie istotny ($P < 0,05$) mniejszą zawartość białka niż w tych częściach tuszki ślimaków żywionych paszami nr IV i V. Mogło to zostać spowodowane dwoma czynnikami związanymi z jakością tej paszy w porównaniu z pozostałymi paszami doświadczalnymi: wysokim stosunkiem zawartości wapnia do fosforu oraz wapnia do białka.

Podobnie, w przypadku *Cornu aspersum maxima* zawartość białka w workach trzewiowych ślimaków żywionych paszą nr III była w sposób statystycznie istotny ($P < 0,05$) niższa niż u ślimaków żywionych paszą nr IV.

Tabela 4. Zawartość białka ogólnego w worku trzewiowym *Cornu aspersa* w zależności od niektórych elementów wartości odżywczej mieszanki paszowej dla ślimaków
 Table 4. The crude protein content of *Cornu aspersum* visceral sac depending on some nutrients of the feed mixture for snails

Mieszanka paszowa <i>Feed mixture</i>		Worek trzewiowy – <i>Visceral sac</i>	
Nr No.	zawartość Ca (rosnąco) <i>Ca content (ascending)</i> (%)	<i>Cornu aspersum</i> <i>aspersum</i>	<i>Cornu aspersum</i> <i>maxima</i>
I	10,0	25,1 ^A	21,7 ^B
IV	11,4	25,4 ¹	25,6 ¹
II	11,6	23,8	21,7
V	13,4	25,9 ^{A, 1}	23,0 ^B
III	13,5	20,6 ²	20,7 ²

Objaśnienia – patrz tab. 2 – *For notes see Table 2.*

Omówienie wyników

Genetyka ewolucyjna nie uwzględnia podziału *Cornu aspersum* na podgatunki, ale zajmuje się filogenezą jego afrykańskich (*Cornu aspersa maxima*) i europejskich (*Cornu aspersum aspersum*) naturalnych populacji. W związku z tym stwierdzono, że większość najstarszych w Europie pod względem filogenetycznym – włoskich i hiszpańskich naturalnych populacji *Cornu aspersum* jest blisko spokrewnionych genetycznie z populacjami z północno-zachodniej Afryki (Algieria) i od tych populacji pochodzi (Guiller i Madec, 2010). Stopniowa, zachodząca w okresie od plejstocenu, poprzez holocen ekspansja tego gatunku ze strefy śródziemnomorskiej Afryki do śródziemnomorskiej, a następnie atlantyckiej strefy Europy wymagała niewątpliwie dostosowania się młodszych filogenetycznie populacji *Cornu aspersum* pod względem fizjologicznym i anatomicznym do surowszych niż w Afryce warunków mikroklimatycznych. Jak już wspomniano we wstępie, gospodarka wapniowa u ślimaków lądowych ma ogromny wpływ na zapobieganie zjawisku szoku termicznego. Specjalną rolę pełnią tu komórki wapniowe w wątrobotrzustce (Scheil i in., 2010). Wspomniano również, że w ciele ślimaków występują liczne międzykomórkowe struktury ziarniste złożone z nieorganicznych form wapnia i mniejszych ilości innych metali oraz fosforu (Almedras i Porcel, 1992). Jak stwierdzono w opisywanych tu badaniach, w workach trzewiowych hodowlanego *Cornu aspersum maxima* zawartość wapnia oraz popiołu surowego była procentowo wyższa niż u żywionych odpowiednio tymi samymi wariantami paszowymi i utrzymywanych w tych samych warunkach mikroklimatycznych ślimaków z europejskiego podgatunku *Cornu aspersum aspersum*. Widać tu wyraźnie, że pochodząca ze strefy klimatu ciepłego, ale utrzymywana co najmniej od 25 pokoleń w warunkach klimatu umiarkowanego populacja doświadczalna *Cornu aspersum maxima* zachowała swoje genetycznie uwarunkowane zdolności adaptacyjne do życia w warunkach klimatu gorącego. Dowodem pośrednim na prawdziwość tego stwierdzenia jest (w omawianych tu badaniach) wyższa zawartość wapnia w organizmie w porównaniu z europejskim podgatunkiem *Cornu aspersum aspersum*. Być może, z powodu mniejszego

zapotrzebowania na wapń w organizmie *Cornu aspersum aspersum* gromadził się on w muszlach tego podgatunku w większej procentowo ilości niż w muszlach *Cornu aspersum maxima*, ponieważ w mniejszym stopniu był on magazynowany w strukturach międzykankowych. Jednak, powyższe różnice w zawartości wapnia w muszlach obu podgatunków rzadko były statystycznie istotne. Z drugiej strony stwierdzono w innych badaniach, że muszle *Cornu aspersum aspersum* (synonim *Helix aspersa aspersa*) pomimo większej procentowo zawartości wapnia wykazywały mniejszą wytrzymałość mechaniczną niż muszle *Cornu aspersum maxima* (Ligaszewski i in., 2009). Możliwe też, że u *Cornu aspersum aspersum* ujawniła się w przeprowadzonych badaniach zmniejszona zdolność lub potrzeba fizjologiczna magazynowania większej ilości wapnia w organizmie pod wpływem zwiększonej ilości fosforu w podawanej paszy (pasza nr IV). Należy wspomnieć, że w potocznej opinii konsumentów z Europy Zachodniej mięso *Cornu aspersum aspersum* uchodzi za delikatniejsze i mniej twarde niż mięso *Cornu aspersum maxima*. W związku z tym, tusze europejskiego podgatunku *Cornu aspersum* spożywane są w całości, razem z workiem trzewiowym, natomiast w przypadku podgatunku afrykańskiego część worka trzewiowego, obejmującego między innymi wątrobotrzustkę, jest na ogół usuwana we wstępnej obróbce kulinarnej i nie jest traktowana jako część jadalna. Być może postępowanie to jest związane pośrednio z obecnością większej ilości wapnia i innych komponentów mineralnych, które mogą być zmagazynowane w formie liczniejszych lub większych twardych, ziarnistych struktur międzykomórkowych u tego drugiego, pochodzącego z cieplejszej strefy klimatycznej podgatunku. W workach trzewiowych *Cornu aspersum aspersum* procentowa zawartość białka surowego była w większości porównań wyższa i nigdy nie niższa niż w workach trzewiowych *Cornu aspersum maxima*, co jest potwierdzeniem wcześniejszych badań prowadzonych w warunkach chowu w zagrodach polowych i szklarniowych na ślimakach żywionych paszami o różnej zawartości białka (Ligaszewski i Pol, 2016). Ponadto, porównując otrzymane wyniki z powyższymi danymi literaturowymi można stwierdzić, że zawartość białka

w workach trzewiowych rosła u ślimaków – począwszy od osobników z zagród polowych (13,1–13,9%), następnie szklarniowych (14,8–16,8%), do najwyższej wartości u mięczaków z omawianego tu chowu kuwetowego (20,6–25,1%). Było to zapewne spowodowane zmniejszającym się dostępem w kolejno wymienionych systemach chowu do względnie niskobiałkowej i zawierającej dużo włókna w starszym etapie rozwoju roślinności pastewnej, wysianej w zagrodach szklarniowych i polowych oraz do zasobów pokarmowych zawartych w glebie. Zwiększał się natomiast udział wysokobiałkowej mieszanki paszowej, aż do 100% jej zawartości w całej dawce pokarmowej ślimaków z chowu kuwetowego. Przy porównywaniu wpływu składu paszy na zawartość białka w workach trzewiowych obu podgatunków żywionych paszą nr III stwierdzono obniżony, niekiedy w sposób statystycznie istotny ($P < 0,05$) poziom białka w porównaniu do wyników żywienia pozostałymi paszami. Podstawową cechą wyróżniającą tę paszę pod względem wartości odżywczej był występujący w niej znacznie wyższy stosunek wapnia do fosforu oraz najwyższy (obok paszy nr V) stosunek wapnia do białka w porównaniu z pozostałymi paszami. Ewentualny związek przyczynowy wymaga jednak dalszych badań.

Podsumowanie i wnioski

W warunkach laboratoryjnych przeprowadzono na afrykańskim ślimaku dużym szarym (*Cornu aspersum maxima*) i europejskim ślimaku małym szarym (*Cornu aspersum aspersum*) badania dotyczące zawartości wapnia i popiołu surowego w muszlach i workach trzewiowych oraz zawartości białka surowego w workach trzewiowych. Ślimaki obu podgatunków *Cornu aspersum* żywiono przez 9 tygodni pięcioma wariantami prawie izobiałkowej (17,1–17,4%) paszy doświadczalnej, różniącymi się w większym stopniu zawartością wapnia (10,0–13,5%) oraz fosforu (0,6–1,0%). Ślimaki doświadczalne pochodziły z populacji hodowlanych utrzymywanych od 1996 r. na terenie fermy doświadczalnej

należącej do Instytutu Zootechniki PIB w Baliicach koło Krakowa. Badania przeprowadzono na ślimakach trzytygodniowych, utrzymywanych w doświadczeniu kuwetowym przez następne 8 tygodni aż do uzyskania przez większość z nich stanu dojrzałości somatycznej. Stwierdzono, że niezależnie od wariantu żywieniowego muszle ślimaków *Cornu aspersum maxima* zawsze zawierały procentowo mniej wapnia niż muszle *Cornu aspersum aspersum*. Odwrotnie, w workach trzewiowych europejskiego podgatunku *Cornu aspersum aspersum* zawsze stwierdzano mniejszą zawartość wapnia, jak również popiołu surowego niż u drugiego, afrykańskiego podgatunku. Takie różnice, jak argumentowano w Omówieniu wyników, były spowodowane genetycznie utrwalonym u podgatunku afrykańskiego lepszym przystosowaniem do zapobiegania stresowi termicznemu niż w przypadku podgatunku europejskiego. Jednak, z punktu widzenia przetworstwa spożywczego, z powodu większej obecności granul mineralnych zawierających wapń, fosfor, a często również metale ciężkie worki trzewiowe *Cornu aspersum maxima* są mniej przydatne do spożycia i mniej cenione organoleptycznie przez konsumentów niż worki trzewiowe europejskiego *Cornu aspersum aspersum*, którego tusze są w całości przedmiotem spożycia, łącznie z workiem trzewiowym. Worki trzewiowe *Cornu aspersum aspersum* prawie w każdym wariantie żywieniowym omawianego doświadczenia zawierały na ogół więcej białka, ale nigdy mniej niż worki trzewiowe drugiego, afrykańskiego podgatunku. Stwierdzono też, że wysoki stosunek wapnia do fosforu oraz wapnia do białka w paszy mógł mieć łączny związek z obniżonym poziomem białka ogólnego w workach trzewiowych obu podgatunków *Cornu aspersum*. W przedstawionych badaniach wysoka zawartość fosforu w paszy, nawet przy stosunkowo niskiej w niej zawartości wapnia mogła wiązać się ze zwiększeniem u obu podgatunków *Cornu aspersum* mineralnego depozytu wapnia w strukturach międzykomórkowych wątrobotrzustki. Zagadnienia te wymagają dalszych badań.

Literatura

- Almedras A., Porcel D. (1992). A structural and microanalytical (EDF) study of calcium granules in the hepatopancreas of *Helix aspersa*. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 103 A (4): 757–762.
- Guiller A., Madec L. (2010). Historical biogeography of the land snail *Cornu aspersum*: a new scenario inferred from haplotype distribution in the Western Mediterranean basin. *BMC Evolutionary Biology*, 10: 18. Published online.
- Ligaszewski M., Pol P. (2016). Ocena wpływu różnych systemów chowu ślimaka szarego (*Helix aspersa*) na wartość odżywczą i wydajność jego mięsa. *Wiad. Zoot.*, LIV, 3: 18–34.
- Ligaszewski M., Pol P. (2017). Produkcja towarowa ślimaka szarego (*Helix aspersa*) z odniesieniem do możliwości produkcji ślimaka winniczka (*Helix pomatia*). W: *Mięczaki – potencjalne zagrożenie dla zdrowia konsumenta (monografia)*. K.S. Szkucik (red.). Wyd. Lubelskie Towarzystwo Naukowe, Lublin, ss. 23–38.
- Ligaszewski M., Surówka K., Stekla J. (2009). The shell features of *Cornu aspersum* (synonym *Helix aspersa*) and *Helix pomatia*: Characteristics and comparison. *American Malacol. Bull.*, 27 (1/2): 173–181.
- Scheil A.E., Köhler H.-R., Triebkorn R. (2010). Heat tolerance and recovery in Mediterranean land snails after pre-exposure in the field. *J. Molluscan Studies*, 77 (2): 165–174.
- Toader-Williams A., Golubkina N. (2009). Investigation upon the edible snail's potential as source of selenium for human health and nutrition observing its food chemical contaminant risk factor with heavy metals. *Bull. UASVM Agricult.*, 66 (2): 495–499.

CALCIUM, CRUDE ASH AND CRUDE PROTEIN CONTENT IN THE VISCERAL SAC AND SHELL OF THE EDIBLE GARDEN SNAIL (*Cornu aspersum* synonym *Helix aspersa*) FARMED IN CONFINED CONDITIONS

Summary

The African snail *Cornu aspersum maxima* and the European snail *Cornu aspersum aspersum* were studied for the calcium and crude ash content of the shells and visceral sacs as well as for the crude protein content of the yolk sacs. Snails received five different, almost isoproteic (from 17.1 to 17.4%) feeds differing in calcium (from 10.0 to 13.5%) and phosphorus content (from 0.6 to 1.0%). Regardless of the dietary treatment, the shells of *Cornu aspersum maxima* snails had lower calcium percentage compared to the shells of *Cornu aspersum aspersum*. Conversely, the visceral sacs of the European subspecies *Cornu aspersum aspersum* always contained less calcium and crude ash compared to the second, African subspecies. The latter trend for differences must have been caused by the genetically perpetuated adaptation to thermal stress in the African subspecies, which is associated with the extent of calcium deposition in the body. In almost every feeding treatment, the visceral sacs of *Cornu aspersum aspersum* contained more protein than the visceral sacs of the second, African subspecies. In the present study, the high phosphorus content in feed, even when it had a relatively low content of calcium, could increase the mineral deposition of calcium in the extracellular spaces of the hepatopancreas in both subspecies of *Cornu aspersum*. The present results may be important for the consumers of *Cornu aspersum* because they relate to snail meat quality.

Key words: *Cornu aspersum*, heliciculture, snail feeding, feed composition, carcass quality



Fot. M. Ligaszewski