

Lucjan Schimscheiner

Zawartość wody w niektórych narządach i jej stosunek do wody ogólnoustrojowej u żaby wodnej (*Rana esculenta* L.) w czasie hibernacji

Streszczenie

Badania przeprowadzono w środkowym okresie hibernacji na dojrzałych płciowo samicach i samcach żaby wodnej (*Rana esculenta* L.). Zawartość wody przebadano w skórze, mięśniu prostym brzucha, mięśniach łydkowych, języku, sercu, płucach, nerkach, przewodzie pokarmowym, wątrobie, trzustce, śledzionie, kościach goleniowych, ciałach tłuszczowych, gonadach i jajowodach. Został również określony udział wody tych narządów w wodzie ogólnoustrojowej. Najbardziej uwodnione narządy u obu płci to język, serce, płuca i nerki, a najmniej – ciała tłuszczowe, kości goleniowe i wątroba oraz jajniki u samic. Stwierdzono wyraźne zróżnicowanie rozmieszczenia wody w organizmie samicy i samca. Największy udział w całkowitym uwodnieniu organizmu ma woda zawarta u samic w skórze, jajnikach i wątrobie, a u samców w skórze, wątrobie i przewodzie pokarmowym. Najmniejszy natomiast udział w wodzie ogólnoustrojowej u obu płci ma woda zawarta w śledzionie, trzustce i ciałach tłuszczowych.

Wstęp

Uwodnienie płazów było przedmiotem licznych badań. Ogólna zawartość wody w organizmie płaza jest duża i waha się od ok. 68% do 84% (Thorson 1955, Deyrup 1964, Schmid 1965, Mazur 1967, Zamachowski 1968, 1977, Mack i Hanke 1977 i in.).

Przebadano także uwodnienie różnych narządów płazów bezogonowych w wybranych okresach roku (Krawczyk 1968, Schimscheiner i Guzik 1982, 1987) oraz w cyklu rocznym (Krawczyk 1971, 1974, Pasanem i Koskela 1974, 1976, Mack i Hanke 1977, Juszczak i Schimscheiner 1987, Guzik i in. 1989). U *Rana*

esculenta L., która jest hybrydogenetycznym mieszańcem gatunków *R. ridibunda* Pall. i *R. lessonae* Cam., znane jest uwodnienie kilku narządów (Krawczyk 1974). Brak jest natomiast w literaturze danych dotyczących rozmieszczenia wody w organizmie tego gatunku płaza. W związku z tym interesujące było przebadanie u samic i samców *Rana esculenta* zawartości wody w kilkunastu różnych narządach oraz określenie udziału wody zawartej w tych narządach w całkowitym uwodnieniu organizmu.

Material i metodyka

Badania przeprowadzono na dojrzałych płciowo samicach i samcach żaby wodnej (*Rana esculenta* L.) w środkowym okresie hibernacji (III dekada stycznia). Łącznie przebadano 20 osobników (10 ♀ i 10 ♂) złowionych w okolicach Krakowa (50°00'N, 20° 20'E, wys. ok. 200 m n.p.m.).

Po przywiezieniu do laboratorium żaby zabijano przez odrdzeniowanie, ważono z dokładnością do 0,0001 g oraz mierzono długość ciała z dokładnością do 0,1 cm. Następnie preparowano narządy, umieszczano je na oddzielnych, wytarowanych i odpowiednio oznakowanych małych płytkach Petriego, które szczelnie zamykano, a potem ważono na wadze analitycznej z dokładnością do 0,0001 g.

Przebadano następujące narządy: skórę (*cutis*) – całą, mięsień prosty brzucha (*musculus rectus abdominis*), mięśnie łydkowe (*musculus gastrocnemius*), język (*lingua*), serce (*cor*), płuca (*pulmones*), nerki (*renes*), przewód pokarmowy (*canalis alimentarius*), wątrobę (*hepar*), trzustkę (*pancreas*), śledzionę (*lien*), kości goleniowe (*tibiae*), ciała tłuszczowe (*corpora adiposa*), gonady (jajniki – *ovaria*, jądra – *testes*), jajowody (*oviducti*) oraz resztę ciała żaby.

Uwodnienie badano powszechnie stosowaną metodą wysuszania narządów w komorze cieplej, początkowo w temp. 60°C, a następnie w temp. 105°C (Thorson 1964, Zamachowski 1968, 1977, Pasanen i Koskela 1974, 1976, Schimscheiner i Guzik 1982, 1987 i in.). Narządy wysuszano do chwili ustalenia się ich ciężaru na tym samym poziomie (2–4 dni). Na podstawie różnicy ciężarów przed i po wysuszeniu obliczono w gramach zawartość wody w badanych narządach, a następnie względną, tj. procentową zawartość wody dla każdego narządu. Aby określić udział wody badanych narządów w wodzie ogólnoustrojowej, obliczono całkowitą jej ilość w organizmie każdego osobnika sumując wyrażony w gramach ciężar wody zawartej w narządach i reszcie ciała żaby.

W obliczeniach statystycznych oprócz średniej arytmetycznej i odchylenia standardowego zastosowano test „t” Studenta–Gosseta. Różnicę przyjęto za statystycznie

istotną, jeśli obliczona wartość „t” była równa lub większa od 2,88 (przy $p=0,01$ i 18 stopniach swobody).

Wyniki

Szczegółowe wyniki badań przedstawiono w tabeli 1 i na wykresach 1 i 2.

Skóra – u samic woda stanowi $80,90\% \pm 0,92$ zawartości, a u samców $81,79 \pm 0,81$. Różnica w uwodnieniu wynosi $0,89\%$ ($t=2,31$). Woda zawarta w skórze stanowi u samic $13,14\% \pm 0,80$ ogólnej ilości wody w organizmie, natomiast u samców $15,85\% \pm 0,65$.

Mięsień prosty brzucha – u samic woda stanowi $81,53\% \pm 0,94$ zawartości, a u samców $81,95\% \pm 0,66$. Różnica w uwodnieniu między samicami a samcami wynosi $0,42\%$ ($t=1,55$). Z ogólnej ilości wody znajdującej się w całym organizmie woda zawarta w mięśniu prostym brzucha stanowi u samic $1,27\% \pm 0,14$, a u samców $1,66\% \pm 0,18$.

Mięśnie łydkowe – u samic woda stanowi $79,51\% \pm 0,94$ zawartości, a u samców $79,85\% \pm 1,11$ (różnica = $0,34\%$, $t=0,72$). Woda zawarta w mięśniach łydkowych u samic stanowi $2,95\% \pm 0,33$, a u samców $3,05\% \pm 0,28$ całkowitej zawartości wody w organizmie.

Język – u samic woda stanowi $85,26\% \pm 0,69$ zawartości, a u samców $85,61\% \pm 0,61$ (różnica = $0,35\%$, $t=1,05$). Woda zawarta w języku stanowi u samic $0,86\% \pm 0,06$, a u samców $0,90\% \pm 0,11$ ogólnej ilości wody w organizmie.

Serce – u samic woda stanowi $85,94\% \pm 0,93$ zawartości, a u samców $86,65\% \pm 0,69$ (różnica = $0,71\%$, $t=1,94$). Z całkowitej ilości wody w organizmie woda zawarta w sercu stanowi u samic $0,23\% \pm 0,05$, a u samców $0,29\% \pm 0,06$.

Płuca – uwodnienie u obu płci jest podobne (samice $85,64\% \pm 0,47$, samce $85,52\% \pm 0,95$). Różnica = $0,12\%$, $t=0,35$. Woda zawarta w płucach stanowi u samic $0,33\% \pm 0,05$, a u samców $0,47\% \pm 0,11$ całkowitej zawartości wody w organizmie.

Nerki – u samic woda stanowi $84,17\% \pm 0,78$ zawartości, a u samców $84,63\% \pm 0,63$ (różnica = $0,46\%$, $t=1,45$). Z ogólnej ilości wody w organizmie woda zawarta w nerkach stanowi u samic $0,34\% \pm 0,06$, a u samców $0,48\% \pm 0,08$.

Przewód pokarmowy – u samic woda stanowi $82,32\% \pm 0,63$ zawartości, a u samców $82,91\% \pm 0,52$ (różnica = $0,59\%$, $t=2,29$). Woda zawarta w tkankach przewodu pokarmowego stanowi u samic $3,46\% \pm 0,43$, a u samców $2,99\% \pm 0,22$ całkowitej zawartości wody.

Wątroba – u samic woda stanowi $70,26\% \pm 0,88$ zawartości, a u samców $70,41\% \pm 0,64$ (różnica = $0,15\%$, $t=0,43$). Woda zawarta w wątrobie stanowi u samic $4,58\% \pm 1,32$, a u samców $5,89\% \pm 0,79$ ogólnej puli wodnej organizmu.

Trzustka – u samic woda stanowi $80,68\% \pm 0,46$ zawartości, a u samców $81,21\% \pm 0,69$ (różnica = $0,53\%$, $t=2,06$). Z ogólnej ilości wody w organizmie woda zawarta w nerkach stanowi u samic $0,12\% \pm 0,02$, a u samców $0,11\% \pm 0,02$.

Śledziona – u samic woda stanowi $80,38\% \pm 0,65$ zawartości, a u samców $81,61\% \pm 0,56$ (różnica = $1,23\%$, $t=4,54$). Woda zawarta w śledzionie stanowi u samic $0,05\% \pm 0,01$, a u samców $0,06\% \pm 0,02$ ogólnej ilości wody w organizmie.

Kości goleniowe – u samic woda stanowi $45,38\% \pm 3,57$ zawartości, a u samców $45,52\% \pm 2,71$ (różnica = $0,14\%$, $t=0,07$). Woda zawarta w kościach goleniowych stanowi u samic $0,65\% \pm 0,09$, a u samców $0,66\% \pm 0,05$ całkowitej ilości wody w organizmie.

Ciała tłuszczowe – u samic woda stanowi $19,90\% \pm 3,23$ zawartości, a u samców $19,99\% \pm 3,10$ (różnica = $0,09\%$, $t=0,06$). Z ogólnej puli wodnej organizmu woda zawarta w ciałach tłuszczowych stanowi u samic $0,18\% \pm 0,06$, a u samców $0,23\% \pm 0,16$.

Gonady – w jajnikach woda stanowi $55,92\% \pm 0,54$ zawartości, a w jądrach $83,92\% \pm 0,62$ (różnica = $28,00\%$, $t=107,40$). Z ogólnej ilości wody znajdującej się w całym organizmie woda zawarta w jajnikach stanowi $5,78\% \pm 2,15$, a w jądrach $0,17\% \pm 0,06$.

Jajowody – woda stanowi $74,18\% \pm 0,70$, czyli $3,23\% \pm 1,11$ całkowitej ilości wody zawartej w organizmie samicy.

Omówienie wyników i dyskusja

Jak wynika z przeprowadzonych badań, ilość wody zawartej w narządach obu płci żaby wodnej (*Rana esculenta* L.) nie jest jednakowa. U samic najbardziej uwodnionymi narządami są: język, serce, płuca i nerki, a najmniej ciała tłuszczowe, kości goleniowe, jajniki oraz wątroba. Natomiast u samców najbardziej uwodnionymi narządami są język, serce, płuca, nerki oraz jądra, a najmniej ciała tłuszczowe, kości goleniowe i wątroba.

Również rozmieszczenie wody w ciele samic i samców *R. esculenta* jest wyraźnie zróżnicowane. Największy udział w całkowitym uwodnieniu organizmu u samic ma woda zawarta w skórze, jajnikach, wątrobie oraz przewodzie pokarmowym i mięśniach łydkowych, a u samców także w skórze, wątrobie, przewodzie pokarmowym i mięśniach łydkowych. Najmniejszy natomiast udział w wodzie

ogólnoustrojowej u samic i samców ma woda zawarta w śledzionie, trzustce i ciałach tłuszczowych.

Z porównania uwodnienia w tych samych narządach u obu płci *R. esculenta* wynika, iż prawie wszystkie narządy samic i samców zawierają podobne ilości wody, a różnice są na ogół niewielkie i statystycznie nieistotne.

Stosunkowo niskie uwodnienie jajników *R. esculenta* w czasie hibernacji wiąże się z osiągnięciem w tym okresie znacznego stopnia rozwoju narządu rozrodczego samicy. Ma on miejsce przed wejściem żab na zimowisko (październik), kiedy osiąga on 2/3 swego maksymalnego ciężaru (Juszczuk i Zamachowski 1973). Jajniki wypełnione są wówczas oocytami, w których występuje znaczna ilość żółtka mającego postać krystaliczną i zawierającego mało wody (Grodziński 1973, 1974). Niska zawartość wody w jajnikach wpływa także pośrednio na uwodnienie całego organizmu u samic, które w badanym okresie (III dekada stycznia) jest mniejsze niż u samców (Zamachowski 1968).

Charakterystyczne jest u obu płci *R. esculenta* niskie uwodnienie ciał tłuszczowych będących u żab przede wszystkim magazynem lipidów. Poziom lipidów oraz wody w ciałach tłuszczowych ulega cyklicznym zmianom w ciągu roku, a przebieg tych zmian jest ściśle ze sobą skorelowany, gdyż w okresie maksymalnej ilości lipidów uwodnienie jest najmniejsze i na odwrót (Roca 1970, Krawczyk 1971, 1974). I tak w środkowym okresie hibernacji (III dekada stycznia), kiedy u *R. esculenta* obserwuje się niskie uwodnienie ciał tłuszczowych, zawarte w nich lipidy osiągają poziom zbliżony do maksymalnego (Krawczyk 1974).

Podobne uwodnienie narządów w środkowym okresie hibernacji występuje u obu płci żaby trawnej *Rana temporaria* L. (Krawczyk 1971, Juszczuk i Schimscheiner 1987), która podobnie jak *R. esculenta* sen zimowy spędza w środowisku wodnym. Rozmieszczenie wody w badanym okresie w organizmach *R. esculenta* i *R. temporaria* wykazuje znaczne podobieństwo (Juszczuk i Schimscheiner 1987, Schimscheiner 1985).

Na koniec należy podkreślić, że w środkowym okresie hibernacji u *Rana esculenta*:

- najwyższymi uwodnionymi narządami u samic i samców są język, serce, płuca i nerki,

- najniższa zawartość wody została stwierdzona u samic w ciałach tłuszczowych, kościach goleniowych i jajnikach, a u samców w ciałach tłuszczowych, kościach goleniowych i wątrobie,

- większość odpowiednich narządów samic i samców jest podobnie uwodniona, wyraźna różnica występuje jedynie w uwodnieniu gonad,

- zdecydowanie najmniejsza ilość wody występuje w ciałach tłuszczowych obu płci,

– udział wody zawartej w badanych narządach w całkowitej puli wodnej organizmu jest u samic i samców bardzo zróżnicowany.

Literatura

- Deyrup I.J., 1964, *Water Balance and Kidneys*, [w:] *Physiology of the Amphibia*, pod red. Moore J.A., Acad. Press N.Y. and London, 251–328
- Guzik M., Schimscheiner L., Zakrzewski M., Zamachowski W., Zyśk A., 1989, *Changes in Water Content in Oocytes and Ovaries of Common Frog *Rana temporaria* L. during Vitellogenesis*, Acta Biol. Crac., Zool. 31, 39–47
- Grodziński Z., 1973, *Żółtko niższych kręgowców*, Przegl. Zool. 17, 159–172
- Grodziński Z., 1974, *Żółtko kręgowców*, Zesz. Nauk. UJ 20, 139–142
- Juszczak W., Schimscheiner L., 1987, *Water Content in some Organs and its Percentage in the Total Body Water in the Common Frog, *Rana temporaria* (L.) in the Annual Cycle*, Acta Biol. Crac., Zool. 29, 1–30
- Juszczak W., Zamachowski W., 1973, *Morphological Changes in the Reproductive Organs of the Female Edible Frog (*Rana esculenta* L.) in the Annual Cycle*, Acta Biol. Crac., Zool. 16, 167–178
- Krawczyk S., 1986, *Fat and Water Content in some Organs of of the Common Frog (*Rana temporaria* L.) in the Middle Period of Hibernation*, Acta Biol. Crac., Zool. 11, 285–294
- Krawczyk S., 1971, *Changes in the Lipid and Water Content in some Organs of the Common Frog (*Rana temporaria* L.) in the Annual Cycle*, Acta Biol. Crac., Zool. 14, 211–237
- Krawczyk S., 1974, *Annual Cycle of the Changes in Lipid and Water Content of some Organs of the Edible Frog (*Rana esculenta* L.)*, Folia Biol. 22, Kraków, 309–326
- Mack G., Hanke W., 1977, *Studies on Anuran Osmominal Regulation. I. Comparison of the Reaction on Desiccation on Different Anuran Species*, Zool. Jb. Physiol, Bd. 81, 112–129
- Mazur T. 1967, *Seasonal Variations in the Energy Reserves of *Bufo bufo* L. and *Rana arvalis* Nilss. (*Anura*) in Poland*, Ekol. Pol. 31, 607–613
- Pasanen S., Koskela P., 1974, *Seasonal and Age Variation in the Metabolism on the Common Frog, *Rana temporaria* L. in Northern Finland*, Comp. Biochem. Physiol, 47 A, 635–654
- Pasanen S., Koskela P., 1976, *Seasonal Variations in the Mineral Content of Certain Organs in the Common Frog, *Rana temporaria* L.*, Joensuu Korkeakoulun Julkaisuja – Public. of the Univ. of Joensuu, 5, 1–7
- Schimscheiner L., 1985, *Water Content and Weight of the Skin of *Rana temporaria* L. in the Annual Cycle*, Europea Herpetol. Meet., Prague, 106
- Schimscheiner L., Guzik M., 1982, *Zawartość wody w niektórych narządach kumaka nizinnego, *Bombina orientalis* (L.) w środkowym okresie życia aktywnego*, Roczn. Nauk.–Dydakt. WSP, w Krakowie V, z. 111, 113–120
- Schimscheiner L., Guzik M., 1987, *Uwodnienie niektórych narządów ropuchy szarej *Bufo bufo* (L.) w okresie godowym*, Roczn. Nauk.–Dydakt. WSP, w Krakowie V, z. 111, 37–50

- Schmid W.D., 1965, *Some Aspects of the Water Economies of Nine Species of Amphibians*, Ecology, 46, 261–269
- Thorson T.B., 1955, *The Relationship of Water to Terrestrialism in Amphibians*, Ecology 36, 100–116
- Thorson T.B., 1964, *The Partitioning of Body Water in Amphibia*, Physiol. Zool. 37, 395–399
- Zamachowski W., 1968, *Changes in the Water Content in the Organism of the Common Frog (*Rana temporaria* L.) and the Water Frog (*Rana esculenta* L.) in the Annual Cycle*, Acta Biol. Crac., Zool. 11, 213–225
- Zamachowski W., 1977, *The Water Economy in some European Species of Anuran Amphibians during the Annual Cycle. I. Water Content of the Organism*, Acta Biol. Crac., Zool. 20, 181–189

Lucjan Schimscheiner

Water content in some organs and its share in the total body water of the common water frog *Rana esculenta* L. during its hibernation

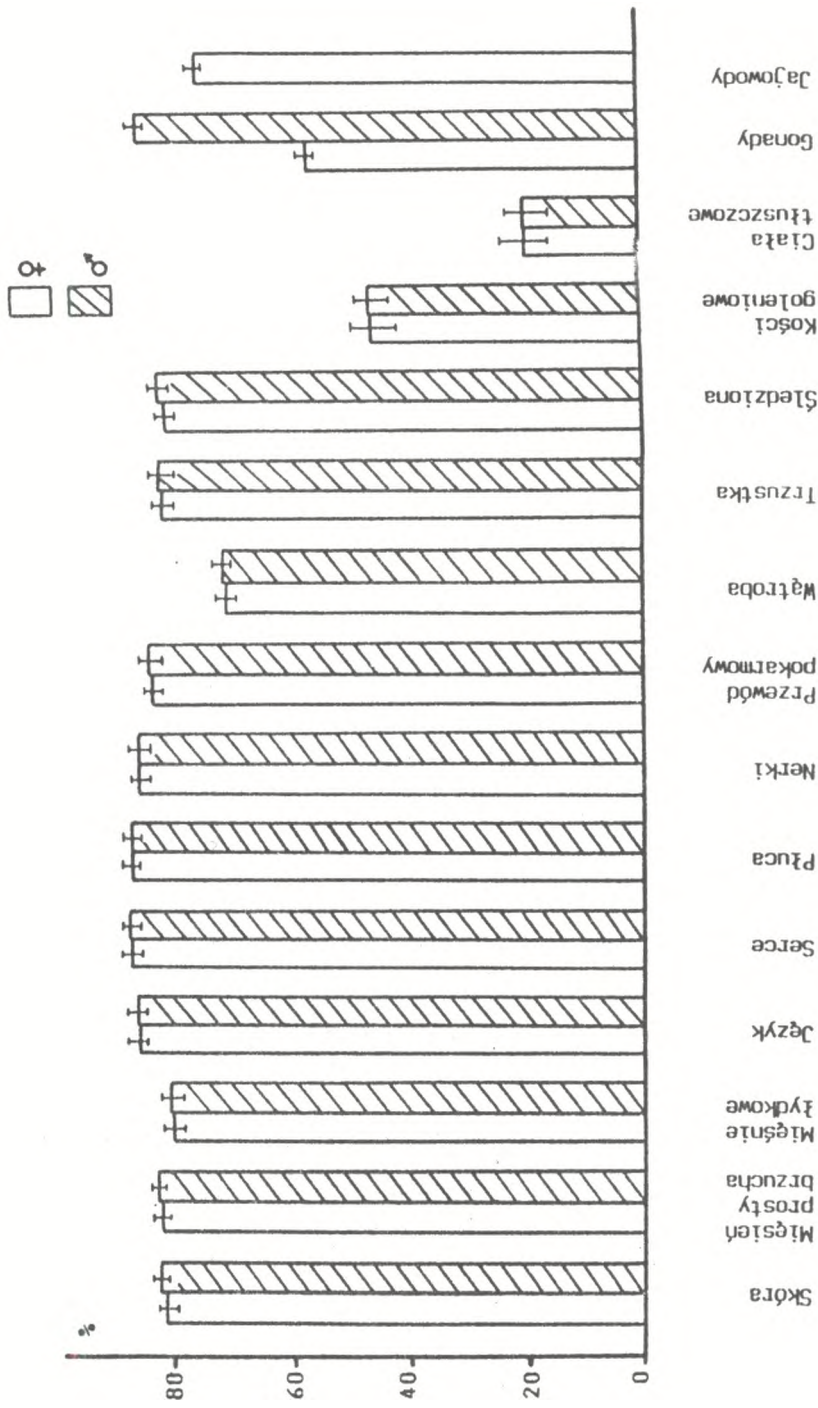
Summary

Studies were carried out in the middle period of hibernation. Sexually mature females and males of the common water frog *Rana esculenta* L. were used. The water content was estimated in the skin, straight muscle of abdomen, sural muscles, tongue, heart, lungs, kidneys, alimentary canal, liver, pancreas, spleen, shin-bones, fatty bodies, gonades, and oviducts. The percentage of water of these organs in the total body water was also determined. In both sexes the highest water content was found in the tongue, heart, lungs and in the kidneys. The fatty bodies, shin-bones, and liver (in females) contained least water. The distribution of water in the organisms of males and females varies greatly. In females the highest share in the total body water has the water of skin, oviducts, and liver, while in males – the water of skin, liver, and alimentary canal. In both sexes the water of spleen, pancreas and fatty bodies has the lowest share in the total body water.

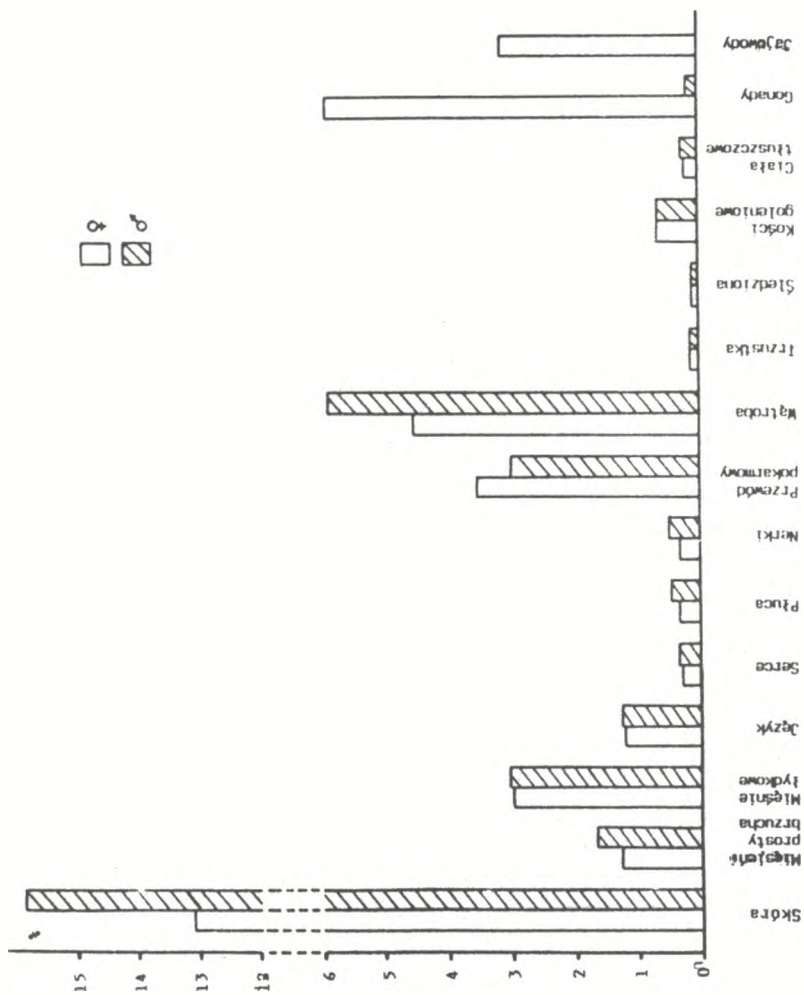
Tab. 1 Uwodnienie narządów żaby wodnej (*Rana esculenta* L.)
w środkowym okresie hibernacji

Nazwa narządu	Płeć	Zawartość wody (%)			Udział w wodzie ogólnoustrojowej (%)		
		min.	maks.	śred. ± s	min.	maks.	śred. ± s
Skóra	♀ ♂	79,22	82,52	80,90 ± 0,92	12,17	14,38	13,14 ± 0,80
		80,41	82,93	81,79 ± 0,81	14,99	16,81	15,85 ± 0,65
Mięsień brzucha	♀ ♂	80,50	82,48	81,53 ± 0,54	1,09	1,48	1,27 ± 0,14
		81,10	82,83	81,95 ± 0,66	1,39	1,87	1,66 ± 0,18
Mięśnie lydkowe	♀ ♂	78,01	81,04	79,51 ± 0,94	2,47	3,31	2,95 ± 0,33
		77,55	82,12	79,85 ± 1,11	2,80	3,50	3,05 ± 0,28
Język	♀ ♂	84,02	86,22	85,26 ± 0,69	0,80	0,97	0,86 ± 0,06
		84,41	86,69	85,61 ± 0,61	0,75	1,06	0,90 ± 0,11
Serce	♀ ♂	84,66	87,28	85,94 ± 0,93	0,15	0,28	0,23 ± 0,05
		85,42	87,50	86,65 ± 0,69	0,20	0,36	0,29 ± 0,06
Płuca	♀ ♂	84,93	86,29	85,64 ± 0,47	0,25	0,38	0,33 ± 0,05
		83,96	87,10	85,52 ± 0,95	0,33	0,60	0,47 ± 0,11
Nerki	♀ ♂	83,04	85,13	84,17 ± 0,78	0,28	0,45	0,34 ± 0,06
		83,59	85,61	84,63 ± 0,63	0,38	0,57	0,48 ± 0,08
Przewód pokarmowy	♀ ♂	81,50	83,11	82,32 ± 0,63	2,89	4,05	3,46 ± 0,43
		81,90	83,89	82,91 ± 0,52	2,67	3,19	2,99 ± 0,22
Wątroba	♀ ♂	68,89	72,00	70,26 ± 0,88	2,78	6,23	4,58 ± 1,32
		69,39	71,41	70,41 ± 0,64	4,36	6,33	5,89 ± 0,79
Trzustka	♀ ♂	79,76	81,54	80,68 ± 0,46	0,09	0,15	0,12 ± 0,02
		80,01	82,42	81,21 ± 0,69	0,08	0,12	0,11 ± 0,02
Śledziona	♀ ♂	79,61	81,23	80,38 ± 0,65	0,04	0,06	0,05 ± 0,01
		80,79	82,45	81,61 ± 0,56	0,08	0,04	0,06 ± 0,02
Kości goleniowe	♀ ♂	40,01	52,16	45,38 ± 3,57	0,52	0,73	0,65 ± 0,09
		40,06	50,13	45,52 ± 2,71	0,60	0,72	0,66 ± 0,05
Ciała tłuszczowe	♀ ♂	12,60	24,25	19,90 ± 3,23	0,11	0,26	0,18 ± 0,06
		12,94	24,08	19,99 ± 3,10	0,11	0,50	0,23 ± 0,16
Gonady	♀ ♂	54,86	56,91	55,92 ± 0,54	3,82	9,45	5,78 ± 2,15
		82,84	84,99	83,92 ± 0,62	0,07	0,23	0,17 ± 0,06
Jajowody	♀	73,15	75,01	74,18 ± 0,70	1,81	5,01	3,23 ± 1,11

s – odchylenie standardowe



Rys. 1. Porównanie zawartości wody (%) w niektórych narządach żaby wodnej (*Rana esculenta* L.) w środkowym okresie hibernacji



Rys. 2. Porównanie procentowego udziału wody niektórych narządów w wodzie ogólnoustrojowej u żaby wodnej *Rana esculenta* L. w środkowym okresie hibernacji