

Marian Zakrzewski

## Zmiany w budowie histologicznej przewodu pokarmowego u larw salamandry plamistej—*Salamandra salamandra* (L.) rozwijających się w naturalnym środowisku

### STRESZCZENIE

Badania histologicznej budowy przewodu pokarmowego larw salamandry plamistej - *Salamandra salamandra* /L./ przeprowadzono na 10 osobnikach /5 okazów świeżo urodzonych w I stadium rozwojowym i 5 okazów w stadium rozwojowym III b, będących w fazie końcowego przeobrażenia/ odłowionych bezpośrednio ze strumienia górskiego w Bystrej Podhalańskiej na obszarze Beskidów Zachodnich. U larw przebadano przełyk, żołądek i jelito cienkie. Do barwienia preparatów histologicznych zastosowano metodę Azan wg Heidenhaina.

Stwierdzono, że całkowita grubość badanych odcinków przewodu pokarmowego, jak i grubość poszczególnych warstw ulega zmianom w okresie wzrostu i rozwoju larw. U larw kończących przeobrażenie następują zmiany w grubości warstw w stosunku do larw świeżo urodzonych, lecz różnice w ich wartościach względnych /procentowych/ są niewielkie.

### ZAGADNIENIE

Przewód pokarmowy płazów ulega wyraźnym zmianom morfologicznym, zmienia się zarówno jego ciężar, jak i długość w rozwoju ontogenetycznym. Zmiany te wiążą się wyraźnie z aktywno-

ścią pokarmową i intensywnością odżywiania u płazów.

Biorąc pod uwagę budowę i fizjologię przewodu pokarmowego płazów można go podzielić na dwie funkcjonalne części: część przednią i tylną, określaną jako trawiącą /Ackerman 1971/.

Przewód pokarmowy dorosłych płazów bezogonowych /Saliientia/ wyraźnie różni się od przewodu pokarmowego larw. Natomiast larwy płazów ogoniastych /Caudata/ mają przewód pokarmowy zbudowany podobnie jak u form dorosłych. Jest on krótki, z wyraźnie wyodrębnionym żołądkiem i o podobnej topografii, jak u dorosłych osobników. Ściana przewodu pokarmowego zbudowana jest z kilku warstw, które w poszczególnych jego odcinkach mogą zmniejszać lub zwiększać swoją powierzchnię /Zwiebaum 1958/.

Badania zmian w budowie przewodu pokarmowego prowadzone już były na płazach ogoniastych /Salamandra i Triturus/. Dotyczyły one zmian w jego długości w okresie wegetacji /Schmidt 1935 wg Hertera 1941/. Dokładne badania rozwoju przewodu pokarmowego w ontogenezie larw salamandry przeprowadziły Czopek i Żuchowska /1984/, a dotyczyły one budowy histologicznej i rozmiarów śluzówki u larw w stadium II i III b. Autorki przebadaly zarówno osobniki świeżo przeobrażone, jak i dorosłe okazy.

Trzeba jednak zaznaczyć, że do tych badań użyto larw pochodzących ze sztucznej hodowli. Interesujące wydało się więc porównanie z tymi wynikami wyników analogicznych badań przeprowadzonych na larwach rozwijających się w naturalnym środowisku ich życia, jakimi są górskie strumienie.

## MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

Materiał badawczy stanowiły larwy salamandry plamistej w początkowym stadium rozwoju /I - stadium, zaraz po urodzeniu/ w liczbie 5 okazów o długości ciała od 33 do 36 mm oraz

larwy /w liczbie 5 okazów o długości ciała od 58 do 60 mm/  
w okresie kończącej się metamorfozy - stadium III b.

Oznaczenie stadiów rozwojowych przyjęto za Juszczkiem i Zakrzewskim /1981/. Larwy złowione w strumieniu na terenie Bystrej Podhalańskiej /49°39'N, 19°47'E, wys. 560 m n.p.m./ na obszarze Beskidów Zachodnich po przewiezieniu do laboratorium sekcjonowano i z każdego okazu pobierano po trzy fragmenty przewodu pokarmowego: z przełyku, żołądka i jelita cienkiego. Wypreparowane odcinki przepłukano w celu usunięcia z nich treści pokarmowej, a następnie utrwalono w płynie Bouina. Stosując rutynowe metody histologiczne, jakimi posłużono się również w pracy: Czopek i Żuchowska /1984/, wycinki zatapiano w parafinie o temperaturze topnienia 56°C. Z zatopionych w parafinie wycinków sporządzano poprzeczne skrawki o grubości 7  $\mu$ m. Preparaty barwiono metodą Azan wg Heidenhaina. Następnie między fałdami zmierzono poszczególne warstwy badanych odcinków przewodu pokarmowego, używając mikrometru okularowego. Z kilku preparatów wykonano mikrografie. Ze względu na słabe rozgraniczenie warstwy śluzówki od podśluzówki obie te warstwy potraktowano jako śluzówkę. Zmierzono również szerokość fałdów poszczególnych odcinków przewodu pokarmowego.

## WYNIKI BADAŃ

W budowie przewodu pokarmowego larw salamandry plamistej zarówno w początkowym stadium rozwoju, jak i w czasie metamorfozy można wyróżnić 4 zasadnicze warstwy, od zewnątrz do światła przewodu: błonę surowiczą /tunica serosa/ warstwę mięśniową /tunica muscularis/, warstwę podśluzową /tunica submucosa/ i śluzową /tunica mucosa/ pokrytą warstwą nabłonka /epithelium/.

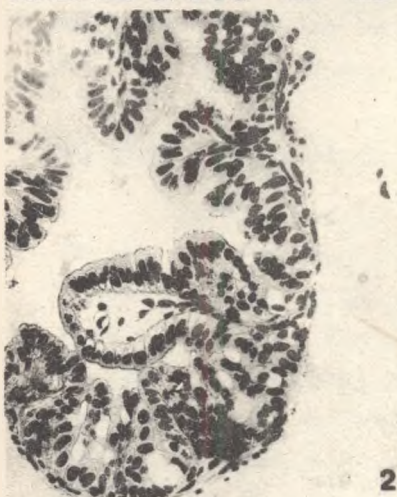
#### a/ przedni odcinek - przełyk

Grubość ścian tego odcinka u larw świeżo urodzonych waha się w granicach 63,9 - 95,3  $\mu\text{m}$  i średnio wynosi 87,2  $\mu\text{m}$   $\pm$  11,1  $\mu\text{m}$ . Najcieńszą jest błona surowicza,  $\acute{\text{e}}\text{r.}$  wynosi 6,2  $\mu\text{m}$   $\pm$  0,3, warstwa mięśniowa  $\acute{\text{e}}\text{r.}$  15,2  $\mu\text{m}$   $\pm$  4,7. Warstwa błony podśluzowej i śluzowej mieści się w granicach 12,9 - 29,4  $\mu\text{m}$ , średnio 16,9  $\mu\text{m}$   $\pm$  2,7. Najgrubszą warstwą tego odcinka jest warstwa nabłonkowa zajmująca 56,0%, a więc ponad połowę grubości przełyku /tab. 2/. Szerokość fałdu średnio wynosi 95,5  $\mu\text{m}$   $\pm$  16,4.

Budowa histologiczna tego odcinka u larw w stadium metamorfozy /st. III b/ jest podobna do budowy świeżo urodzonych larw. Zmiany dotyczą grubości poszczególnych warstw. Grubość ścian na całym badanym odcinku waha się w granicach od 63,8 do 173,9  $\mu\text{m}$ , średnio wynosi ona 124,6  $\mu\text{m}$   $\pm$  9,7. Najcieńszą warstwą jest, podobnie jak u larw świeżo urodzonych, błona surowicza. Średnia jej grubość wynosi 6,8  $\mu\text{m}$   $\pm$  1,7. Warstwa podśluzowa i śluzowa ma średnią grubość 24,6  $\mu\text{m}$   $\pm$  6,2, natomiast warstwa nabłonkowa zawarta jest w granicach 38,6 - 89,4  $\mu\text{m}$ ,  $\acute{\text{e}}\text{r.}$  73,1  $\mu\text{m}$   $\pm$  8,2 co stanowi 58,4% grubości przełyku. W porównaniu z larwami w I st. rozwojowym zwiększa się ona zaledwie o 1,6%. Szerokość fałdów zmniejsza się wyraźnie i średnio wynosi 22,6  $\mu\text{m}$   $\pm$  4,7 /tab. 1/.

#### b/ odcinek śródkiowy - żołądek

U larw w I st. rozwojowym grubość ścian żołądka waha się od 101,3 do 262,7  $\mu\text{m}$ ,  $\acute{\text{e}}\text{r.}$  wynosi 224  $\mu\text{m}$   $\pm$  8,8. Najcieńszą warstwą jest błona surowicza, której średnia grubość wynosi 5,4  $\mu\text{m}$   $\pm$  0,6, zaś średnia grubość mięśniówki wynosi 11,3  $\mu\text{m}$   $\pm$  1,6. Grubość warstwy podśluzowej i śluzowej żołądka waha się w granicach 5,2 - 17,2  $\mu\text{m}$ ,  $\acute{\text{e}}\text{r.}$  wynosi 15,7  $\mu\text{m}$   $\pm$  1,4. Śluzówka w żołądku tworzy wyraźną warstwę gruczołową /fig. 2 i 6/ zbudowaną z wielokomórkowych gruczołów cewkowa-



Obraz histologiczny  
wybranych  
fragmentów  
przewodu  
pokarmowego  
larw sala-  
mandry pla-  
mistej-Sala-  
mandra sala-  
mandra /L./.  
1- przełyk,  
2- żołądek,  
3- jelito u  
larw w I sta-  
dium rozwojo-  
wym, 4,5 i 6-  
elementy  
warstw żołąd-  
ka i jelita u  
larw w stadium  
rozwojowym IIIb

200 um



tych, której średnia grubość wynosi  $145,2 \mu\text{m} \pm 9,3$ , a zatem stanowi ona najgrubszą warstwę ściany żołądka określaną na 64,8%. W stosunku do przełyku ściana tego odcinka u larw świeżo urodzonych jest grubsza.

U larw w końcowym stadium metamorfozy /st. III b/ ściany żołądka w stosunku do larw świeżo urodzonych zwiększają swoją grubość średnio o  $21,9 \mu\text{m}$ . Grubość błony surowiczej w tym stadium waha się w granicach  $4,3 - 16,1 \mu\text{m}$ , śr. wynosi  $5,5 \mu\text{m} \pm 1,2$ . Średnia grubość warstwy mięśniowej wynosi  $20,0 \mu\text{m} \pm 3,9$ , natomiast warstwy gruczołowej średnio  $152,8 \mu\text{m} \pm 11,3$ , co stanowi 62,2% całkowitej grubości żołądka. Warstwa śluzowa ma średnią grubość  $26,3 \mu\text{m} \pm 1,0$ . W tym stadium szerokość fałdów /koemeków/ jest dość duża i średnio wynosi  $277,5 \mu\text{m} \pm 23,5$ , a więc zwiększa się dwukrotnie w stosunku do larw w I st. rozwojowym /tab. 1/.

#### c/ odcinek tylny - jelito cienkie

U larw w I st. rozwojowym grubość jelita cienkiego waha się w granicach  $58,5 - 138,1 \mu\text{m}$ , śr.  $110,9 \mu\text{m} \pm 12,7$ . Grubość błony surowiczej wynosi średnio  $3,9 \mu\text{m} \pm 0,4$ , warstwy mięśniowej  $9,6 \mu\text{m} \pm 0,2$ , natomiast grubość warstwy podśluzowej i śluzowej waha się od  $8,8$  do  $14,1 \mu\text{m}$ , śr. wynosi  $11,3 \mu\text{m} \pm 2,7$ . Grubość warstwy nabłonkowej w tym odcinku wyraźnie wzrasta w stosunku do przełyku i żołądka i waha się od  $37,2 \mu\text{m}$  do  $105,3 \mu\text{m}$ , średnio wynosi  $86,1 \mu\text{m} \pm 15,7$ , co stanowi aż 77,6% /największa względna grubość/ całkowitej grubości.

W końcowym stadium metamorfozy w jelicie następują zmiany, zwłaszcza w warstwie nabłonkowej. Grubość całkowita jelita waha się w granicach od  $67,4 \mu\text{m}$  do  $201,1 \mu\text{m}$ , śr. wynosi  $140,9 \mu\text{m} \pm 4,0$ . Zwiększa się tu grubość błony surowiczej w stosunku do larw świeżo urodzonych, która średnio wynosi  $14,6 \mu\text{m} \pm 3,6$ , również zwiększa się grubość mięśniówki i śluzówki. Z wszystkich mierzonych warstw nabłonka w poszczegól-

nych odcinkach warstwa nabłonkowa osiąga największą średnią grubość, bo aż  $99,1 \mu\text{m} \pm 9,1$  co stanowi 70,3% całkowitej grubości jelita w tym stadium.

## OMÓWIENIE WYNIKÓW I DYSKUSJA

Budowa przewodu pokarmowego larw salamandry plamistej - *Salamandra salamandra* /L./ w początkowym stadium rozwojowym, jak również w czasie metamorfozy, nie różni się w zasadzie pod względem występowania warstw budujących ścianę przewodu pokarmowego. Ma ten sam schemat budowy, jaki występuje u innych kręgowców. Zmianom ulega jednak grubość poszczególnych warstw w kolejnych odcinkach.

Przełyk jest na przekroju owalny, ma liczne fałdy od światła, wyścielone nabłonkiem wielowarstwowym migawkowym, który tworzy w tym odcinku najgrubszą warstwę. Porównując budowę tego odcinka larw świeżo urodzonych oraz larw w końcowym stadium metamorfozy można zauważyć, że grubość poszczególnych warstw ulega zwiększeniu w czasie przeobrażenia. Najmniejsze zmiany występują w błonie surowiczej i w warstwie śluzowej, największe w warstwie nabłonkowej, gdzie średnio różnice wynoszą  $24,2 \mu\text{m}$ . Z badań Czopkowej i Zuchowskiej /1984/ wynika, że w czasie metamorfozy larwy salamandry mają nieco niższy nabłonek od larw młodych /I st. rozwojowe/. Tłumaczyć to można odmiennym środowiskiem życia badanych larw, a zatem i innym składem pokarmu pobieranego przez larwy, który niewątpliwie ma wpływ na rozwój tego układu. Porównując wyniki pomiarów grubości warstw w poszczególnych odcinkach przewodu pokarmowego u larw w I st. rozwojowym pochodzących z naturalnego środowiska z identycznymi pomiarami wykonanymi u larw w II st. rozwojowym w warunkach sztucznej hodowli stwierdza się, że są one znacznie zbliżone do siebie. Można więc wnioskować, że rozwój w środowisku naturalnym powoduje nieco intensywniejszy wzrost poszczególnych warstw w przewodzie pokarmowym.



Żołądek posiada te same warstwy, lecz w śluzówce można wyraźnie rozróżnić warstwę gruczołową, której miąższość u okazów dorosłych, jak podają Czopkova i Zuchowska /1984/, wynosi średnio 194,6  $\mu\text{m}$ , a w stadiach larwalnych jest mniejsza. Zwiększenie się grubości warstwy śluzowej i mięśniowej w tym odcinku jest ściśle skorelowane ze sposobem odżywiania. W związku z tym, że grubość ścian w żołądku wzrasta u larw przeobrażających się, odcinek ten jest znacznie wyekspozowany w przewodzie pokarmowym w stosunku do larw świeżo urodzonych.

W świetle jelita widoczne są bardzo wyraźnie uwypuklenia błony śluzowej i podśluzowej tworząc fałdy /kosmki/ w postaci zygza. Załamywanie fałdów zwiększa się w miarę wzrostu larwy wraz z intensywniejszym metabolizmem; wówczas odcinek ten ulega wydłużeniu, co powoduje wzrost powierzchni jelita przez zmianę swojej rzeźby /Czopek, Zuchowicz 1984/. Badania przewodu pokarmowego żaby trawnej - *Rana temporaria* /L./ /Juszczyc, Obrzut, Zamachowski 1966/ wykazały, że ilość i rozmieszczenie fałdów błony śluzowej w różnych porach roku i w różnej aktywności życiowej ulegają zmianom.

Obecność tych kosmków w jelicie cienkim oraz jego długość wskazują na czynności fizjologiczne tego odcinka. Tu bowiem zachodzi wchłanianie strawionego pokarmu, który u larw salamandry stanowią z reguły Amphipoda, zaś u przeobrażających się larw, które opuszczają strumienie, przedstawiciele Arthropoda /Szabó 1962, Juszczyc 1974, Zakrzewski, Kępa 1981/.

«Zezwolenie na odłów: Ministerstwo Leśnictwa i Przemysłu Drzewnego Naczelny Konserwator Przyrody z dnia 28.III.1984 r.  
Nr OP-1-742-12-84.

Tabela 1

Minimalne, maksymalne i średnie grubości poszczególnych warstw przewodu pokarmowego badanych larw salamandry plamistej - Salamandra atra /L./ wyrażone w  $\mu\text{m}$

średnia rozwojowa	badana odcinka			przełyk			żołądek			jelito cienkie			
	pozyczegodne warstwy	minimum	maksimum	śred. $\pm$ SD	minimum	maksimum	śred. $\pm$ SD	minimum	maksimum	śred. $\pm$ SD	minimum	maksimum	śred. $\pm$ SD
II-III - Larwy po urodzeniu	nabłonka	31,1	51,1	48,9 $\pm$ 3,2	32,3	60,2	46,4 $\pm$ 5,7	37,2	105,3	86,1 $\pm$ 15,7	8,8	14,1	11,3 $\pm$ 2,7
	śluzówka	12,9	29,4	16,9 $\pm$ 2,7	5,2	17,2	15,7 $\pm$ 1,4	-	-	-	-	-	-
	warstwa gruczołowa	-	-	-	52,4	164,2	145,2 $\pm$ 9,3	-	-	-	-	-	-
	mięśniówka	14,1	17,0	15,2 $\pm$ 4,7	7,3	14,7	11,3 $\pm$ 1,6	7,7	12,0	9,6 $\pm$ 0,2	4,8	6,7	3,9 $\pm$ 0,4
	błona surowicza	5,8	17,8	6,2 $\pm$ 0,3	4,1	6,4	5,4 $\pm$ 0,6	4,8	6,7	3,9 $\pm$ 0,4	58,5	138,1	110,9 $\pm$ 12,7
	całkowita grubość	63,9	95,3	87,2 $\pm$ 11,1	101,3	262,7	224,0 $\pm$ 8,8	89,1	160,1	112,7 $\pm$ 10,1	89,1	160,1	112,7 $\pm$ 10,1
	szerokość fałdu	77,6	145,8	95,5 $\pm$ 16,4	152,8	168,2	131,3 $\pm$ 4,1	89,1	160,1	112,7 $\pm$ 10,1	89,1	160,1	112,7 $\pm$ 10,1
	nabłonka	38,6	89,4	73,1 $\pm$ 8,2	34,7	88,2	41,3 $\pm$ 9,5	32,9	141,7	99,1 $\pm$ 9,1	11,1	18,8	16,8 $\pm$ 2,4
	śluzówka	10,5	40,5	24,6 $\pm$ 6,2	4,7	8,2	26,3 $\pm$ 1,0	-	-	-	-	-	-
	warstwa gruczołowa	-	-	-	101,2	172,3	152,8 $\pm$ 11,3	-	-	-	-	-	-
	mięśniówka	10,5	33,5	20,1 $\pm$ 3,9	11,7	34,1	20,0 $\pm$ 3,9	12,9	26,6	14,4 $\pm$ 4,4	10,5	14,0	10,6 $\pm$ 3,6
błona surowicza	5,2	10,5	8,8 $\pm$ 1,7	4,3	16,1	5,5 $\pm$ 1,2	10,5	14,0	10,6 $\pm$ 3,6	67,4	201,1	140,9 $\pm$ 4,0	
całkowita grubość	63,8	173,9	124,6 $\pm$ 9,7	156,6	318,9	245,9 $\pm$ 17,6	22,3	40,5	27,7 $\pm$ 4,7	22,3	40,5	27,7 $\pm$ 4,7	
szerokość fałdu	20,3	26,1	22,6 $\pm$ 4,7	190,3	320,8	277,5 $\pm$ 23,5	22,3	40,5	27,7 $\pm$ 4,7	22,3	40,5	27,7 $\pm$ 4,7	

Tabela 2

Względne /procentowe/ grubości poszczególnych warstw przewodu pokarmowego  
 badanych larw salamandry plamistej - Salamandra salamandra /L./

Badane odcinki przewodu pokarmowego	przeżyk				zołżedek				jelito cienkie				
	nabłonek /Epithelium/	śluzówka /lamina propria mucosae/ mięśniówka /muscularis/ dłona aurwiczna /aerosa/	śluzówka /lamina propria mucosae/ mięśniówka /muscularis/ dłona aurwiczna /aerosa/	nabłonek /Epithelium/ śluzówka /lamina propria mucosae/ mięśniówka /muscularis/ dłona aurwiczna /aerosa/	nabłonek /Epithelium/ śluzówka /lamina propria mucosae/ mięśniówka /muscularis/ dłona aurwiczna /aerosa/	śluzówka /lamina propria mucosae/ mięśniówka /muscularis/ dłona aurwiczna /aerosa/	śluzówka /lamina propria mucosae/ mięśniówka /muscularis/ dłona aurwiczna /aerosa/	nabłonek /Epithelium/ śluzówka /lamina propria mucosae/ mięśniówka /muscularis/ dłona aurwiczna /aerosa/	nabłonek /Epithelium/ śluzówka /lamina propria mucosae/ mięśniówka /muscularis/ dłona aurwiczna /aerosa/	nabłonek /Epithelium/ śluzówka /lamina propria mucosae/ mięśniówka /muscularis/ dłona aurwiczna /aerosa/	nabłonek /Epithelium/ śluzówka /lamina propria mucosae/ mięśniówka /muscularis/ dłona aurwiczna /aerosa/	nabłonek /Epithelium/ śluzówka /lamina propria mucosae/ mięśniówka /muscularis/ dłona aurwiczna /aerosa/	nabłonek /Epithelium/ śluzówka /lamina propria mucosae/ mięśniówka /muscularis/ dłona aurwiczna /aerosa/
warstwy przewodu pokarmowego													
Stadia rozwojowe													
St. I larwy po urodzeniu	56,0	19,4	17,4	7,2	20,8	7,0	64,8	5,0	2,4	77,6	10,2	8,7	3,5
St. III - b larwy w końcowym stadium metamorfozy	58,4	19,6	16,6	5,4	16,7	10,6	62,2	8,2	2,3	70,3	12,0	10,2	7,7

## LITERATURA

1. Ackerman J., 1971. Cytologia i histologia, Warszawa, PZWL.
2. Czopek G., Zuchowska A., 1984. The structure of the alimentary canal and the mucosal surface area in the ontogeny of *Salamandra salamandra* L. Acta Biol. Cracov. Ser. Zool. Vol. XXVI. s. 101 - 112.
3. Herter K., 1941. Beitrag zur Physiologie und E. M. der Amphibien in Kökenthal Handbuch der Zoolog. Amphibia. Berlin.
4. Juszczyk W., 1974. Płazy i gady krajowe, Warszawa PWN.
5. Juszczyk W., Obrzut K., Zamachowski W., 1966. Morphological changes in the alimentary canal of the common frog /*Rana temporaria* L./ in the annual cycle. Acta Biol. Cracov. Ser. Zool. Vol. IX, s. 239 - 246.
6. Juszczyk W., Zakrzewski M., 1981. External morphology of larval stages of the spotted salamander /*Salamandra salamandra* L./. Acta Biol. Cracov. Ser. Zool. Vol. XXIII, s. 127 - 135.
7. Szabó I., 1962. Nahrungswahl und Nahrung des gefleckten Feuersalamanders /*Salamandra salamandra* L./. Acta Zool. Hungaricae. T. VIII. 3 - 4, s. 259 - 277.
8. Zakrzewski M., Kępa E., 1981. Composition of natural food of the spotted salamander, *Salamandra salamandra* /L./, from Western Beskid /Poland/. Acta Biol. Cracov. Ser. Zool. Vol. XXIII, s. 77 - 86.
9. Zweibaum J., 1955. Histologia. Warszawa, PZWL.

Marian Zakrzewski

CHANGES IN THE HISTOLOGICAL STRUCTURE OF THE ALIMENTARY CANAL IN THE LARVAE OF THE SPOTTED SALAMANDER - *SALAMANDRA SALAMANDRA* /L./ DEVELOPING IN THE NATURAL ENVIRONMENT

### SUMMARY

Studies concerning the histological structure of the alimentary canal of the spotted salamander larvae, *Salamandra salamandra* /L./, were carried out on 10 individuals /5 new born specimens in the I stage of development and 5 specimens in the III b stage of development, which were in the phase of the final metamorphosis/ captured directly in a mountain stream at Bystra Podhalańska in the West Beskids.

The oesophagus, stomach and small intestine of the larvae were examined. The Azan method /according to Heidenhain/ was applied to stain the histological preparations.

It has been found that the total thickness of the examined sections of the alimentary canal as well as that of the particular layers undergo changes in the course of the growth and development of the larvae. In the larvae finishing their metamorphosis, there were observed the changes in the thickness of the layers in comparison with the new born ones but the differences in their relative /per cent/ values were only slight.