

한국산 산민달팽이 (*Incilaria fruhstorferi*) 타액선의 미세구조

장 남 섭 · 한 종 민
목원대학교 이공대학 생물학과

Fine Structure of Salivary Gland in Korean Slug (*Incilaria fruhstorferi*)

Chang, Nam Sub and Jong Min Han
Department of Biology, Mokwon University, Taejon 301-729, Korea
(Received July 22, 1996)

ABSTRACT

Acinous gland cells (A, B, C, D and E-type cells) and duct cell (G-type cell) are observed in acinus and in duct of salivary gland of Korean Slug respectively by electron microscope.

The type-A gland cells are numerous and are packed with medium electron dense granules (diameter, $3\mu\text{m}$) in cytoplasm.

The circular shaped nucleolus and evenly developed chromatins are observed in the nucleus of type-B cell, and cytoplasm includes medium electron dense granules (diameter, $2.5 \times 3.7\mu\text{m}$).

The type-C gland cell has a round nucleus, and thin elongated-shaped heterochromatins are evenly distributed in the nucleoplasm and many net shaped endoplasmic reticulums and oval serous granules of middle electron density (diameter, $3.5 \times 5\mu\text{m}$) fill the cytoplasm.

The type-D gland cell is the largest and the most numerous of the gland cells consisting the salivary gland and heterochromatins in nucleus are well developed in the nucleoplasm. Most of granules (diameter, $0.8 \times 2.5\mu\text{m}$) in cytoplasm are round, and look dark for the high electron density, and cytoplasm is filled with net-shaped endoplasmic reticulums.

The type-E gland cells are rarely existent around the salivary gland, and the granules of those cells are irregular in shape and size and are vacuolized in cytoplasm.

Intralobular salivary duct is composed of the high electron dense squamous endotheliums, while the other interlobular salivary duct is filled with irregular columnar epitheliums. The interlobular duct cell contains the high electron dense granules (size, $0.3 \sim 1.5\mu\text{m}$) in cytoplasm and those granules are secreted into cilia of salivary lumen.

Key words : Korean Slug, Salivary gland cells, Ultrastructure

서 론

연체동물 병안목 달팽이류의 타액선에 관한 형태학적 연구는 Pelseneer (1894)를 시작으로 많은 광학현미경적 연구가 있다 (Fretter, 1937; Graham, 1938; Whitaker, 1951; Campbell, 1965). 그러나 미세구조를 관찰하기 위한 전자현미경적 연구는 Bouillon (1960) 이후에야 활발하게 연구가 시작되었는데 (Walker, 1970; Ponder, 1970, 1972; Martoja, 1971; Rajalakshmi *et al.*, 1981; Schultz, 1983; Shyamasundari *et al.*, 1985), Rajalakshmi 등 (1981)은 *Thais bufo*를 대상으로 한 연구에서 타액선 (accessory salivary gland)은 확인하지 못하였다. 그러나 Marsh (1971)는 食虫性인 종에서 독선이 타액선과 함께 있음을 관찰하였으며 그 이외에도 많은 종에서 확인한 바 있다.

지금까지 달팽이류의 연구에서 타액선은 구조적으로 두 가지 종류가 확인되었는데, 관타액선 (tubular salivary gland)과 선포 타액선 (acinous salivary gland)이다. 그 중 관타액선은 그 벽이 3층으로 구성되었는데, 바깥 부위는 후라스크 형태의 선세포가 위치하고 있고 중간 부위는 환상근육이, 그리고 안쪽 부위는 내강을 감싸고 있는 원주형 상피세포들로 둘러싸여 있음이 확인된데 (Andrews, 1991) 비해, 선포 타액선은 발달이 미약한 근섬유를 포함하는 결합조직성 관상 구조물을 통해 타액을 분비하고 있었다. 선포 타액선을 구성하는 세포는 두 종류 또는 더 많은 세포들로 이루어져 있는데 대개 점액 선세포와 장액선세포였다 (Quattrini, 1967; Beltz and Gelperin, 1979). 특히 관타액선은 잘 발달된 근육조직으로 둘러싸여 있어 glycoprotein을 분비하며, 이것으로 먹이를 매끄럽게 할 뿐 아니라, 응고제나 부착물을 통해 독을 농축시키고 먹이를 마취시키는데 이용도 되고, 먹이의 접테기에 구멍까지도 뚫을 수 있다는 보고가 있다 (Hemingway, 1978).

선포 타액선에 관해서는 *Nucella Lapillus* (Andrews, 1991)를 대상으로 한 연구 등이 있는 바, 선포를 이루는 점액세포로부터 산성점액다당류가 분비되고 이것으로 음식물을 매끄럽게 하며 효소까지도 다량 포함되어 있다고 하였다.

그러나 선포 타액선을 소지하고 있는 민달팽이를 대상

으로 한 연구는 매우 드문 실정이다. 이에 본 연구에서는 한국산 산민달팽이 (*Incilaria fruhstorferi*)를 대상으로 하여 타액선을 구성하는 세포의 종류와 분비과립들의 형태를 상세히 관찰하였기에 이를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험재료

한국산 산민달팽이 (*Incilaria fruhstorferi*)를 96년 5월경 충남 청양군 칠갑산 기슭에서 포획하였으며 실험실로 옮긴 다음 실험재료로 사용하였다.

2. 실험방법

산민달팽이를 30% ethyl alcohol로 마취시킨 후 개복하여 타액선을 적출 하였으며 실험에 사용할 수 있도록 적당한 크기로 잘라낸 다음, 2.5% paraformaldehyde-3% glutaraldehyde로 1시간 30분 전고정을 하고, 이어서 OsO₄로 2시간 후고정을 하였다. 고정이 끝난 재료는 0.2 M phosphate buffer (pH 7.3)로 3회 세척을 하고, ethanol 농도순으로 탈수시킨 후 통상법에 의하여 Epon 812로 포매를 하였으며 60°C 파라핀오븐에서 40시간 경화시켰다.

Epon블럭은 LKB-V ultramicrotome을 사용하며 1 μm 두께의 박절편을 만들고 이를 methylene blue로 단일염색한 후 광학현미경하에서 정확한 부위를 확인한 다음 초박절편을 만들었다. 초박절편을 uranyl acetate와 lead citrate로 이중염색을 한 다음, JEM 100CX-II 투과전자현미경 (80 KV)으로 관찰하였다.

결 과

1. 타액선 선포 (Acinus of Salivary gland)

한국산 산민달팽이 (*Incilaria fruhstorferi*)의 타액선은 매우 큰 분비선으로, 노란색을 띄고 있고 식도를 양쪽에서 감싸고 있었다. 타액선의 표면은 굴곡지고 주름이 많은 선포와 선엽으로 이루어져 있으며, 선포들은 6종류의 선세포로 구성되어 있는데, 그 중 A형 선세포는 타액선을 구성하는 선세포중 가장 그 수가 많고 불규칙한 형태의 핵을 소지하고 있었다. 세포질에는 3 μm 정도 크기의 비교적 둥근 과립들로 가득차 있었으며, 솜털 모양의

물질들이 균일하게 퍼져있는 과립들은 전반적으로 전자밀도가 낮아서 밝게 보였다 (Fig. 5).

B형 선세포는 전자밀도가 중등도인(크기, $2.5 \times 3.7 \mu\text{m}$ 정도) 타원형의 과립들을 소지하고 있고, 과립을 감싸는 세포질은 망상구조형태의 소포체로 가득차 있었다.

이들이 소지한 핵은 비교적 모양이 불규칙하고 전자밀도가 높은 이질염색질들을 다수 포함하고 있으며, 핵질의 중앙에는 과립의 크기가 $2.5 \times 3.3 \mu\text{m}$ 정도의 뚜렷한 인이 관찰되었지만 경우에 따라서는 작고 불규칙한 핵을 소지하면서, 2~3개씩 함체된 과립과 희미한 소포체를 소지하는 경우도 있었다 (Figs. 1, 3).

C형 선세포는 A형 선세포와는 달리 등근핵을 소지하고 있고 핵질에는 가는 막대모양의 염색질들이 균일하게 분포하였으며, 등근 인도 핵의 중앙부위에서 관찰되었다. 세포질에는 전자밀도가 중등도(크기, $3.5 \times 5 \mu\text{m}$)인 타원형의 과립들로 가득차 있고, 이들 과립들을 감싸는 세포질에는 망상구조형태의 소포체들이 매우 발달해 있었다 (Fig. 2).

D형 선세포는 타액선을 구성하는 선세포 중 가장 크고 그 수도 다른 선세포에 비해 많았다. 이 세포의 핵은 타원형으로, 핵질은 밝고 잘 발달된 이질 염색질 덩어리들이 고르게 분산되어 있었다. 이 세포의 세포질은 다른 선세포에 비해 매우 뚜렷한 망상구조 형태의 소포체들로 가득차 있고, 발달된 골지체도 여러 곳에서 관찰되는 현상을 보였다. 과립들은 대부분 둥글고, $0.8 \mu\text{m}$ 정도부터 $2.5 \mu\text{m}$ 정도까지의 다양한 직경을 나타냈는데, 이들은 전자밀도가 높아서 검게 보이는 특징을 보였다. 과립들은 주로 둥글거나 또는 타원형인 공포 속에서 형성되고 농축되기도 하였는데 농축과정에 있는 전자밀도가 중등도인 과립들도 상당수 확인되었다 (Fig. 4).

선세포를 구성하는 세포 중 E형 선세포는 전체 타액선 내에서 가장 드물게 나타나는 세포로서 선엽 및 타액관 주위에 주로 위치해 있었다. 이 세포는 긴 타원형을 하고 있고, 과립의 형태가 대부분 불규칙하며 그 크기도 다양했지만 과립들은 전자밀도가 낮아서 밝게 관찰되는 현상을 보였다. 특히 타액관 주위를 둘러싸고 있는 경우에는 과립들이 타액관을 통하여 분비되기도 하였다 (Fig. 6).

2. 타액관 (Duct of Salivary gland)

선엽으로부터 분비된 분비물들을 운반하는 타액관은 직경이 작은 타액소관 (intralobular salivary duct)과 직경이 넓은 타액관 (interlobular salivary duct)으로 구별되었는데 타액소관을 구성하는 세포는 납작한 단층편평 상피세포와 전자밀도가 높은 과립(직경 $1 \mu\text{m}$)을 포함하는 선세포로 구성되어 있었다. 특히 납작한 형태의 편평상피세포는 매우 큰 타원형의 핵들을 소지하고 있고, 핵질은 어둡고 다양한 크기의 염색질 덩어리들로 점유되어 나타난 반면 (Fig. 7), 큰 타액관은 불규칙한 원주형 단층상피세포와 선세포들로 구성되어 있었다. 특히 선세포는 키가 큰 불규칙한 형태의 원주형세포 (G형 선세포)들로서 핵은 타원형이거나 불규칙한 형태를 하고 있고 이질염색질 덩어리가 핵질내 고루 분산되어 나타났다. 이들이 소지한 과립들은 높은 전자밀도를 지닌 $0.3 \mu\text{m} \sim 1.5 \mu\text{m}$ 정도 크기의 과립들로 타액관의 내강속으로 분비되었다. E형 선세포도 G형 선세포와 더불어 타액관을 구성하고 있었는데 이들은 분비시 과립의 막이 소실되면서 점액질을 일시에 내강으로 분비하였다 (Figs. 8, 9).

고 찰

연체동물 복족강 (Gastropoda)의 구강선 중 가장 중요한 것은 타액선이며, prosobranch에서는 타액선이 음식물 덩어리에 점착성을 주고 음식물을 삼키는데 매끄럽게 하는 역할만을 수행한다고 하였다 (Graham, 1939). 그러나 유폐아강 (Pulmonata, Ghose, 1963)에서는 타액선이 확실히 소화기능이 있음이 확인된 바 있으며 타액선의 크기도 윤활액의 양과 관계가 있는데 육상에서 서식하는 유폐아강 병안목 *Achatina* (Ghose, 1963)와 *Agrilolimax* (Walker, 1970, 1972), *Laevicaulis* (Kulkarni, 1972) 그리고 *Cryptozonia* (Mantale, 1973) 등에서는 섭식하는 음식물에 수분양이 적게 포함되어 있어, 윤활성물질이 보다 많이 필요하여 큰 타액선을 소지한다고 보고되었다 (Das *et al.*, 1989). 그러나 *Turritella* (Graham, 1939)에서는 타액선이 그 크기가 감소되어 있고, *Neritacea*와 *Eulimidae* (Fretter and Graham, 1962)에서는 타액선 이외 다른 구강선에 의해 윤활상태가 유지되는 한편, *Philbertria linearis* (Sheri-

dan *et al.*, 1973)에서는 타액선과 그 이외 구강선까지도 관찰된 바 없다고 하였다.

타액선의 구조는 보통 선포타액선 (acinous gland)이 많으나, 선포형 이외 관타액선 (Tubular gland)도 빈번히 관찰된다고 하였다 (Hydrobiidae, Rissoidae, Assimieidae, Ptenoglossa, Calyptaeidae, Pyramidellidae) (Fretter와 Graham, 1962).

특히 관타액선의 상피하 세포 (Subepithelial cell)는 glycoprotein 성분의 점액성 타액을 분비하는데 이는 음식물 덩어리에 구멍을 뚫거나 이를 삼키는데 중요한 역할을 수행케 하며, 그 이외 독성이 있는 disulphide성분을 분비하여 이를 먹이의 몸속에 주입하여 먹이를 마비시키는 것으로 알려져 있다 (Andrews, 1991). 반면 선포형 타액선은 Pecaut와 Vigier (1906)가 *Helix pomatia*에서 4가지의 선세포 (punctate, mucous, granular 그리고 alveolar)를 관찰한 이래 많은 연구가 이루어졌다. Carriker와 Bilstad (1946)는 *Lymnaea stagnalis*를 대상으로 하여 여러 발달 단계에 있는 한 종류의 선세포를 관찰한 바 있고, Gabe와 Prenant (1948)는 같은 종에서 염기성세포 (basophil cell), 위염색체세포 (pseudochromosome cell), 포상세포 (alveolar cell), 과립세포 (granular cell), 산성세포 (acidophil cell) 그리고 점액세포 (mucocyte) 등 6종의 선세포를 관찰한 바 있다고 하여 세포수에 있어 서로 다른 견해를 보였다. 그러나 Onchidella (Fretter, 1943), Achatina (Ghose, 1963), Laevicaulis (Kulkerni, 1972) 그리고 Cryptozona (Mantale, 1973)에서는 점액세포와 분비세포 등 단순히 두 종류만 관찰되어 종에 따른 차이가 확인되었다.

*Incilaria fruhstorferi*를 재료로 한 본 실험에서도 타액선이 선포형으로서 6종류 (A, B, C, D, E 및 F)의 선세포가 관찰되었는데, 그 중 1개는 산성점액세포로, 4개는 중성점액세포로 확인되었으며 나머지 1개는 alcian blue에 염색된 막으로 둘러싸인 세포로 각각 확인된 바 있었다 (Chang과 Han, 1995). 그러나 Walker (1970)는 민달팽이 *Agriolimax reticulatus*의 타액선을 광학현미경으로 관찰한 결과 선포타액선으로 이루어져 있고, 10종류의 선세포가 관찰되었는데, 그 중 산성점액세포는 2개, 중성점액 및 단백질성세포 7개, 그리고 순수단백질성 세포 1개 등이 관찰된 바 있지만, 전자현미경 관찰에

서는 8종류만이 확인될 뿐이라고 하여, 본 실험에서보다 더 많은 종류의 세포를 관찰한 바 있다. 이어, Pacaut와 Vigier (1906)는 *Helix*의 타액선에서 5종의 선세포를 관찰한 바 있지만, Krijgsman (1928)은 같은 종에서 17종류의 선세포를 관찰하고 그 중 한개만이 분비기 세포라고 하여 매우 다른 견해를 보였다. Serrano 등 (1996)도 병안목 Helicoidea 6종류의 타액선조직에서 5종 (A, B, C, D 및 E-cell types)의 선세포를 각각 관찰하고, 이를 분비성 배상세포 (Secretory goblet cells)라 칭하였으며, 전에 연구된 바 있는 병안목 (Quattrini, 1967; Reutter and Klessen, 1978; Beltz and Gelperin, 1979; Moreno *et al.*, 1982; Charrier, 1988, 1989; Bani *et al.*, 1990; Moya *et al.*, 1992)의 타액선조직과 비교 검토한 후 A형, B형 그리고 C형 선세포는 모든 병안목에서 공통으로 존재하고 있고, 그 중 A형 및 B형은 점액성인 점액세포 (mucocyte)이며, C형은 세포질이 공포화된 포상세포 (alveolocyte)라고 밝힌 바 있다.

반면 본 실험 (*Incilaria fruhstorferi*)에서는 A형과 B형 모두가 점액세포 (mucocyte)로 밝혀져 같은 결과였지만, A형 및 B형과 더불어 타액선의 주종을 이루고 있는 C형은 장액성인 장액세포 (serocyte)로 확인되어 그들과 달랐고, 다만 드물게 나타나는 E형만이 포상세포 (alveolocyte)를 보인 바 있다. 특히 Serrano 등 (1996)은 그들의 논문에서 각 세포형태의 분류는 분비소포 (Secretory vesicles)와 RER의 형태에 근거해서 나눈 바 있다고 하였지만, 본 논문에서는 분비소포와 RER의 형태 이외에도 세포 및 과립의 염색성, 그리고 분비과립과 RER의 분포상태에 따라 분류를 시행한 바 있어 (Chang and Han, 1995), 세포형태를 분류하는 데 있어 보다 정확성을 기하고자 노력하였다.

Das 등 (1989)은 복족강인 *Viviparus bengalensis*, *Acrotoma variable*, *Indo planorbis* 그리고 *Macrochlamys indica* 타액선 조직에서 점액선과 장액선 등 두 종류의 선세포만을 공통적으로 관찰한 바 있다. 이로 미루어 병안목 달팽이류 사이에서도 타액선을 구성하는 선세포의 종류가 관찰자에 따라 다양하게 고찰되고, 그 수도 부정확한 것은, 아마도 타액선의 역할이 음식물을 매끄럽게 하여 인두로 넘기는 역할만을 수행하는 종과, 소화흡수를 위하여 화학적 소화까지도 수행하고 있는 종

등, 그 역할의 다양성 때문인 것으로 사료되었다.

달팽이류의 타액관에 관한 연구는 매우 희소한 바, Kendall (1969)은 타액관이 소엽내관(intralobular duct)이라는 가는 관을 거쳐 점차 큰 관인 소엽간관(interlobular duct)을 거친 후 구강 속으로 타액을 분비한다고 하였다. 그러나 특이한 것은 타액관 내면에 섬모가 없고 관을 감싸는 근육의 연동운동에 의해 분비가 촉진된다고 했는데 (Quattrini, 1967; Walker, 1970; Serano *et al.*, 1996), Boer 등 (1967)은 *Helix*와 *Lymnaea*의 타액관 내강사이에는 섬모가 밀생되어 있어 섬모에 의해 타액이 구강 속으로 분비될 것이라는 서로 상반된 견해를 보인 바 있다. *Incilaria fruhstorferi*를 재료로 한 본 실험에서도 타액관의 내강에서 섬모와 미세융모가 관찰되어, Quattrini (1967)나 Boer 등 (1967)의 내용과 같았지만, 그러나 미세융모가 관찰된 것은 이례적이라 하겠다.

결 론

한국산 산민달팽이(*Incilaria Fruhstorferi*)의 타액선 조직을 전자현미경으로 관찰한 결과 선엽에서 5종류(A형, B형, C형, D형 및 E형)와 타액관에서 1종류(G형) 등 모두 6종류의 선세포가 관찰되었다.

A형 선세포는 그 수가 많고 세포질 속에는 구형의 3 μ m 정도 크기의 전자밀도가 중등도인 점액질과립들을 다수 포함하고 있었다.

B형 선세포의 핵은 불규칙하고 이질염색질이 고루 발달해 있으며, 타원형의 인이 관찰되었다. 세포질은 전자밀도가 중등도인(직경, 2.5 \times 3.7 μ m) 점액성과립들을 소지하고 있었다.

C형 선세포는 둥근핵을 소지하고 있고 핵질에는 가는 막대모양의 이질염색질들이 균일하게 분포하였다. 세포질은 망상구조 형태의 소포체들로 가득차 있고 전자밀도가 중등도인 타원형의 장액성 과립들(직경, 3.5 \times 5 μ m)을 포함하고 있었다.

D형 선세포는 타액선을 구성하는 선세포 중 가장 크고 그 수도 많았다. 핵은 타원형이고, 핵질은 이질염색질이 발달해 있었다. 과립들은 대부분 둥글고 전자밀도가 높아서 검게 보이는 장액성이었으며(직경, 0.8 \times 2.5 μ m), 세포질은 망상구조 형태의 소포체들로 포만되어 있었다.

E형 선세포는 드물게 나타나는 세포로서 주로 선엽 및 타액관 주위에 위치해 있었다. 이들이 소지한 과립들은 모양과 크기가 불규칙하며 공포화 현상을 나타내는 특징을 보였다.

타액관(interlobular salivary duct)과 연결되어 있는 소타액관(intralobular salivary duct)을 구성하는 세포는 단층편상피이고 전자밀도가 매우 높은 과립들을 소지하고 있는데 비해, 큰 타액관은 불규칙한 원주형세포로 구성되어 있고 직경 0.3~1.5 μ m 정도 크기의 전자밀도가 매우 높은 과립들을 포함하고 있었다.

이 과립들은 섬모와 미세융모가 밀생된 내강속으로 분비되었다.

참 고 문 헌

- Andrews EB, 1991. The fine structure and function of the salivary glands of *Nucella lapillus* (Gastropoda: Muricidae), J. Moll. Stud. 57, 111-126
- Bani G, Formigli L, Cecchi R, 1990. Morphological study on the salivary glands of *Eobania vermiculata* (Müller) (Mollusca, Pulmonata), Z. mikrosk. -anat. Forsch. Leipzig 104, pp.856-870
- Beltz G, Gelperin A, 1979. An ultrastructural analysis of the salivary system of the terrestrial mollusc *Limax maximus*, Tissue Cell 11, 31-50
- Boer HH, Wendelaar Bonga SE, Van Rooyen N, 1967. Light and electron microscopical investigations on the salivary glands of *Lymnaea stagnalis*, Z. Zellforsch. micros. Anat. 76, 228-247
- Bouillon J, 1960. Ultrastructure des cellules rénales des mollusques I. Gastéropodes pulmonés terrestres, Ann. Sci. nat. 12, 719-747
- Campbell JL, 1965. The structure and function of the alimentary canal of the black abalone, *Haliotis cracherodii* Leach, Trans. Am. Miu. Soc. 376-394
- Carriker MR, Bilstad NM, 1946. Histology of the snail, *Lymnaea stagnalis appressa* (Say), Trans. Micros. Soc. 65, 250-275
- Chang NS, Han JM, 1995. Morphological and his-

- tochemical study on the Salivary gland of Korean slug, *Incilaria fruhstorferi*, Korean J. Electron Microscopy 25, 40-50
- Charrier M, 1988. Structure des glandes salivaires d'*Helix aspersa* Müller (Mollusque, Gastéopode, Pulmoné), Haliotis 18, 171-183
- Charrier M, 1989. Cycles de sécrétion et activités enzymatiques dans les cellules des glandes salivaires de l'escargot petit-gris *Helix aspersa* Müller (Gastéopode pulmoné), Bull. Soc. Zool. France 114(2), 97-108
- Das S, Misra KK, Mondal G, Ghose KC, 1989. Salivary gland in gastropod molluscs of different feeding habits, Proc. zool. Soc. Calcutta 40, 33-39
- Fretter V, 1937. The structure and function of the alimentary canal of some species of Polyplacophora (Mollusca), Trans. Roy. Soc. Edinburgh 59, 119-164
- Fretter V, 1943. Studies on the functional morphology and embryology of *Onchidella celtica* (Forbes and Hanley), and their bearing on its relationships, J. mar. Biol. Assoc. U.K. 25, 685-720
- Fretter V, Graham A, 1962. British Prosobranch Molluscs. The Ray society, London Gabe M, Prenant M, 1948. Contribution la cytologie de la gland salivaire de *Lymnaea stagnalis*, Cellule 52, 18-34
- Ghose KC, 1963. The alimentary system of *Achatina fulica*, Trans. Amer. micr. Soc. 82, 149-167
- Graham A, 1938. The structure and Function of the Alimentary Canal of Eolid Molluscs, with a Discussion on their Nematocysts, Trans. Roy. Soc. Edin. vol, lix, p.267
- Graham A, 1939. On the structure of the alimentary canal of style-bearing prosobranchs, Proc. zool. Soc. Lond. 109, 75-1120
- Kendall MD, 1969. The fine structure of the salivary glands of the desert locust, *Schistocerca gregaria* Forckal, Z. Zellforsch 98, 399-420
- Krijnsman BJ, 1928. Arbeitsrhythmusüder Verdauungsdrüsen bei *Helix pomatia* L, Z. vergl. Physiol. 8, 425-658
- Kulkarni AB, 1972. Some observations on the anatomy and histology of the digestive system of the land slug, *Laevicaulis alte*, Marathwada Univ. J. Sci. 11, 183-192
- Mantale BM, 1972. Anatomy and histology of the digestive system of the land snail, *Cryptozonia semirugata* (Beck), Marathwada Univ. J. Sci. 12, 205-214
- Marsh H, 1971. The feeding Biology of Some Vermivorous Conus from the Great Barrier Reef. Ph.D. Thesis, James Cook University, Townsville, Queensland, Australia
- Martoja M, 1971. Donn es histologiques sur les glands salivaires et oesophagiennes de *Thais lapillus* (L.). (= *Nucella lapillus*. Prosobranch neogastropode.), Archives de Zoologie Experimentale et Générale 112, 249-291
- Moreno FJ, Pinero J, Hidalgo J, Navas P, Aijon J, Lopez-Campos JL, 1982. Histochemical and ultrastructural studies on the salivary glands of *Helix aspersa* (Mollusca), J. Zool. Lond. 196, 343-354
- Moya J, Serrano MT, Angulo E, 1992. Ultrastructure of the salivary glands of *Arion ater* (Gastropoda, Pulmonata), Biol. Struct. Morph. 3, 81-87
- Pacaut M, Vigier P, 1906. Les glandes salivaires de l'escargot *Helix pomatia*. Contribution à l'histophysiologie glandulaire, Arch. Anat. Microsc 8, 425-658
- Pelseener P, 1894. Recherches sur divers Opisthobranches, Mem. cour. Acad. Roy. Soc. Belg. vol. liii, p.1
- Ponder WF, 1970. The morphology of *Alcithoe arabica* (Gastropoda: Volutidae), Malacol. Rev. 3, 127-165
- Ponder WF, 1972. The morphology of some mitri-form gastropods with special reference to their alimentary and reproductive systems (Neogastropoda), Malacologia 11, 295-342
- Quattrini D, 1967. Osservazioni sulla ultrastruttura dei dotti escretori delle ghiandole salivari

- di *Helix aspersa* Müller (Mollusca, Gastropoda, Pulmonata), Caryologia 20, 191-206
- Rajalakshmi Bhanu RC, Shyamasundari K, Hanumantha Rao K, 1981. Histological and histochemical studies on the salivary glands of *Thais bufo* (Lamarck) (Mollusca Neogastropoda), Monit. Zool. Ital. 15, 239-247
- Reutter K, Klessen Ch, 1978. Die Speicheldr. sen der Weinbergschnecke als Testorgan Fur Studium der Schleimstoffhistochemie. II Elektronenmikrosko-pische Untersuchung der Schleimzell-Typen, Verh. Anat. Ges. 72, 651-656
- Schultz MC, 1983. A correlated light and electron microscopic study of the structure and secretory activity of the accessory salivary glands of the marine gastropods. *Conus flavidus* and *C. vexillum* (Neogastropoda, Conacea), J. Morphol. 176, 89-111
- Serrano T, Gomez BJ, Angulo E, 1996. Light and electron microscopy study of the salivary gland secretory cells of Helicoidea (Gastropoda, Stylommatophora), Tissue & Cell 28, 237-251
- Sheridan R, Jean-Jacques VM, Jean B, 1973. Etude morphologique de tube digestif de quelques Turridae (Mollusca-Gastropoda-Prosobranchia-Toxoglossa) de la region de roscoff, cah. Biol. Mar. 14, 159-188
- Shyamasundari K, Rajalakshmi Bhanu RC, Hanumantha Rao K, 1985. Observations on the histology of the alimentary tract of *Thais bufo* (Lamarck) (Neogastropoda: Muricidae), Folia Morphologica 33, 116-124
- Walker G, 1970. Light and electron microscopy investigations on the salivary glands of the slug *Agriolimax reticulatus* (Müller). Protoplasma 71, 11-126
- Walker G, 1972. The digestive system of the slug, *Agriolimax reticulatus* (Müller): Experiments on phagocytosis and nutrient absorption, Proc. Malac. Soc. Lond. 40, 33-43
- Whittaker VP, 1951. On the homologies of the oesophageal glands of *Theodoxus fluviatilis* (L.), Proceedings of the Malacological Society of London 29, 21-34

FIGURE LEGENDS

- Fig. 1.** Electron micrograph showing the type-A gland cell. arrow, SER. Scale bar=4µm.
- Fig. 2.** Electron micrograph showing the type-B gland cell. arrow, SER: Nu, nucleolus. Scale bar=4µm.
- Fig. 3.** Electron micrograph showing the type-C gland cell. arrow, SER: Nu, nucleolus: Ch, chromatin. Scale bar=4µm.
- Fig. 4.** Electron micrograph showing the type-D gland cell. arrow, SER: Ch, chromatin: G, Golgi complex. Scale bar=4µm.
- Fig. 5.** Electron micrograph showing the type-E gland cell and small salivary duct. arrow, endothelial cells of salivary duct: E, type-E cell; N, nucleus. Scale bar=4µm.
- Figs. 6, 7.** Electron micrograph showing the large salivary duct and type-G gland cells. arrow, secreting granule; N, nucleus: L, lumen. Scale bars=4µm.



