

연두금파리 용화에 따른 타액선의 형태 변화

박의석 · 김관선 · *문명진 · 김우갑

고려대학교 생물학과, *단국대학교 생물학과

용화에 따른 연두금파리(*Lucilia illustris* Meigen) 타액선의 미세구조 변화와 타액선 내부에 함유된 분비물질의 형성과정 및 물질의 성분을 전자현미경 및 효소세포화학적 방법으로 관찰하였다.

종령유충기의 타액선은 식도의 좌우에 위치한 한 쌍의 반투명한 관으로 단층으로 배열된 편평형의 세포들로 이루어져 있었다. 세포질에는 조면소포체와 골지복합체가 풍부하였고, 세포내 물질의 생성이 매우 활발하였으며, 세포질내에 축적된 분비과립은 부분분비에 의해 배출되었다.

전용기의 타액선은 세포가 비후해짐에 따라 타액선의 내강이 줄어들며 타액선의 길이도 감소하였으며, 세포질내 조면소포체의 양적 감소와 대형분비과립의 형성이 현저하였다. 용기에는 대형의 자식성 액포들이 광범위하게 형성되어 있었으며 이는 유충시기의 타액선이 변태과정을 거치며 퇴화되는 것으로 사료되었다.

타액선 세포에 대한 acid phosphatase의 반응은 주로 내강면에 인접한 리소조움에서 양성반응이 나타났으며, 종령유충 시기의 타액선 세포질내 지질성분은 주로 기저부에 존재하였으나, 용 형성 48시간 이후에는 관찰되지 않았다.

KEY WORDS: Morphological changes, Salivary gland, Pupation

곤충의 소화작용은 중장에서 분비되는 소화 효소에 의해 이루어질 뿐만 아니라 타액선에서 분비되는 효소에 의해서도 일부의 소화가 수행된다(Wigglesworth, 1972). 곤충 타액선의 기능은 종에 따라서 매우 분화되어 있다. 흡혈곤충의 타액선은 혈액응고를 방지하는 기능을 가지며, 벌 종류에서는 꿀의 분비와도 관련되어 있음이 알려져 있다(Chapman, 1982). 특히 파리목 유충의 타액선은 염색체 연구에 좋은 재료로 사용되며, 변태의 전과정에 걸쳐서 관찰되는 다사염색체(polytene chromosome)의 형태적 변화는 특이분비생성물과 밀접한 관련성을 지니는 것으로 알려져 있다(Korge, 1977a, b). 곤충의 타액선 형태에 관한 연구는 Kessel과 Beams(1963), Belendes와 Holt(1965), Rizki(1967), Dailey와 Crang(1977) 등에 의해 초파리와 바퀴벌레의 일부 종을 대상으로 그 미세구조가 보고되었고, Laufer(1968), Poles 등(1971), Hendrickson과

Clever(1972) 등에 의해 타액선의 퇴화에 따른 미세구조 변화에 대해 관찰보고되었다. 최근에는 Baik 등(1988)에 의해 솔나방 종령유충기의 타액선 미세구조가 보고된 바 있다. 한편, Macgregor와 Mackie(1967), Price(1974), Griffith(1978), Zhimulev 등(1981)들은 타액선에서 형성된 물질의 분비양상과 용화(pupation)에 따른 물질대사의 변화를 관찰하였다. Berridge 등(1976), Levy와 Bautz(1985) 등은 *Calliphora erythrocephala*를 대상으로 용화에 따른 유충말기의 타액선 퇴화과정과 성충타액선의 분화과정을 밝힌 바 있으나, 용화에 따른 세포소기관과 분비과립의 미세구조 변화에 관해서는 아직 미비한 점이 많은 실정이다.

따라서 본 연구는 연두금파리를 대상으로 용화에 따른 유충타액선의 미세구조 변화를 전자현미경으로 관찰하고, 타액선의 퇴화과정에서 나타나는 효소의 활성과 분비물질의 조성을 효소세포화

학적 방법으로 확인하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

부화된 연두금과리(*Lucilia illustris* Meigen) 유충을 실내($25 \pm 3^\circ\text{C}$)에서 사육하여 마지막 탈피가 끝난 종령유충과 전용(pre-pupa), 그리고 용화 후 1일 및 2일이 경과된 용(pupa)을 선별하여 실험재료로 사용하였다.

실험방법

1) 전자현미경적 관찰

생리식염용액내에서 적출한 각 시기의 타액선을 2.5% paraformaldehyde-1.25% glutaraldehyde(4°C , pH 7.4, phosphate buffer)와 1% OsO_4 (4°C , pH 7.4, phosphate buffer)로 각각 전 및 후고정한 다음, 에탄올농도 상승순서로 탈수하여 Epon-Araldite 혼합액에 포매하였다.

포매된 조직은 미세절편기를 이용하여 먼저 smithin section하여 methylene blue로 염색한 다음 광학현미경으로 관찰하였고, 이어서 초박절편을 제작하여 uranyl acetate와 lead citrate로 이중 염색한 후 JEM 100 CX-II형 투과형전자현미경(80 KV)으로 관찰하였다.

2) 효소세포화학적 방법

(1) Acid phosphatase

타액선을 2.5% paraformaldehyde-1.25% glutaraldehyde(4°C , pH 7.4, cacodylate buffer)로 전고정하고 0.1 M cacodylate buffer(pH 7.4)와 0.1 M Tris-maleic buffer(pH 5.0)로 각각 수회 수척하여 Barka와 Anderson(1963)의 방법에 따른 반응기질에 25°C 에서 90분간 처리하였다. 다시 0.1 M Tris-maleic buffer(pH 5.0)와 0.1 M cacodylate buffer(pH 7.4)를 순차적으로 사용하여 세척한 다음 1% OsO_4 (4°C , pH 7.4, cacodylate buffer)로 2시간 후고정하였다. 고정이 끝난 재료는 에탄올 농도 상승순서로 탈수하여 Epon-Araldite 혼합액에 포매하여 초박절편을 제작한 다음 uranyl acetate로 단일염색하여 전자현미경

으로 관찰하였다.

(2) 지질성분

Wigglesworth(1981)의 방법에 따라 10% sucrose를 함유한 생리식염용액(4°C)내에서 해부하여 적출한 타액선을 2.5% paraformaldehyde-1.25% glutaraldehyde(4°C , pH 7.4, cacodylate buffer)와 1% OsO_4 (4°C , pH 7.4, cacodylate buffer)로 전 및 후고정한 다음 0.1% thymol-10% sucrose 용액과 10% Farnesol-60% ethanol 용액에 각각 1시간씩 반응시키고 50% ethanol로 수회세척하여 1% OsO_4 (4°C , pH 7.4, cacodylate buffer)로 1시간 동안 고정하였다. 고정이 끝난 재료를 Spurr's medium에 포매하고 초박절편을 제작하여 무염색 상태에서 관찰하였다.

결 과

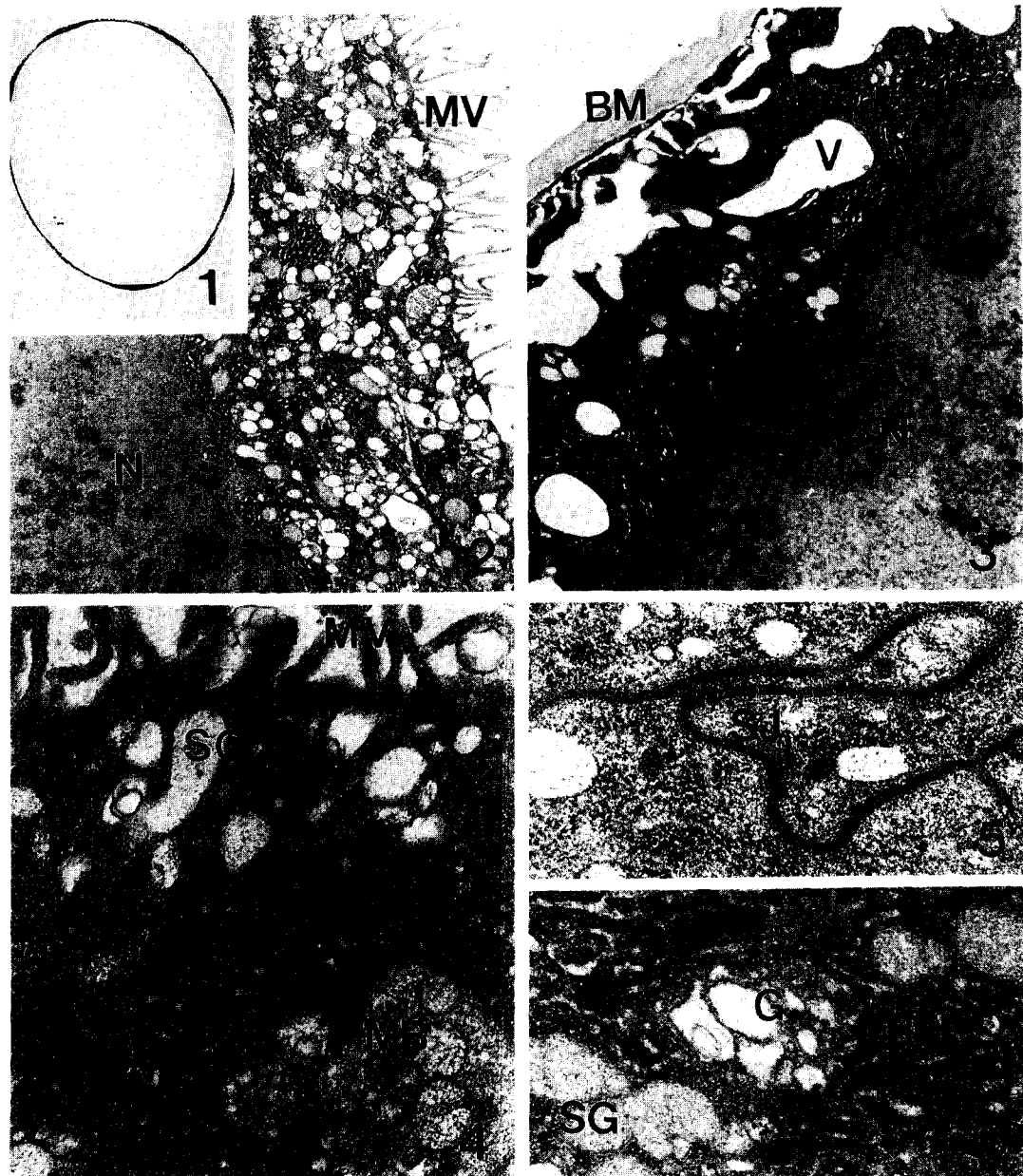
타액선의 미세구조 변화

1) 종령유충기

종령유충기의 타액선은 원위말단부가 맹관으로 되어 있는 한쌍의 투명한 관으로서 식도의 좌우에 위치하며, 섭식이 가장 활발한 시기의 길이는 약 1 cm, 폭은 50-80 μm 에 달하였다. 대형의 핵을 가진 타액선세포는 내강을 따라 단층으로 배열되어 있었다(Fig. 1). 종령유충기는 약 3일간 지속된다.

종령유충기의 타액선 세포는 핵막의 굴곡이 심한 핵과 세포질 전역에 걸쳐 조면소포체, 골지체 및 미토콘드리아가 산재하고 있었다. 세포의 미세유모가 내강을 향하여 배열되어 있었으며(Fig. 2), 과립간의 융합현상도 관찰되었다.

세포의 기저부 원형질막은 심하게 함입되어 있었고, 외부에는 전자밀도가 낮고 비후된 기저막(basement membrane)이 형성되어 있었다(Fig. 3). 세포질내에는 대형의 액포들과 지질과립이 형성되어 있었다. 분비과립들은 조면소포체와 골지복합체와 함께 관찰되었다(Fig. 6). 내강에 인접한 세포질에는 작은 과립들을 함유한 multivesicular body형태인 대형의 분비과립이 많이 형성되어 있었다. 이들은 모두 조면소포체와 인



Figs. 1-6. Photo (1) and electron (3-6) micrographs of the salivary gland at the last larval stage. Fig. 1. Cross-sectioned gland showing flattened cytoplasm and large lumen ($\times 160$). Fig. 2. Apical border of the gland showing microvilli (MV) projecting their processes into the lumen. N, nucleus ($\times 16,000$). Fig. 3. Basal border of the gland showing basement membrane (BM) and well-developed rough endoplasmic reticulum (RER). V, vacuole ($\times 5,600$). Fig. 4. Secretory granule (SG) fused to the apical plasma membrane are secreted to the lumen. MB, multivesicular body ($\times 20,000$). Fig. 5. Septate junction (SJ) between the adjacent gland cells ($\times 32,000$). Fig. 6. Secretory granules (SG) are originated from the RER and Golgi complex (G) ($\times 28,000$).

접하여 있었고, 미세융모가 형성된 유리면 부위에는 부분분비(merocrine secretion)에 의한 분비물의 배출현상이 관찰되었다(Fig. 4). 또한 인접세포와 연결하는 측부원형질막(lateral plasma membrane)에서는 격막연접(septate junction)이 관찰되었다(Fig. 5).

2) 전용기

전용기의 타액선 세포는 종령유충 시기에 비해 세포가 비후되어 내강이 좁아지고 타액선 전체의 길이도 감소하였다(Fig. 7). 종령유충시기에 세포질을 가득 채웠던 조면소포체는 전용기에 들어와 현저하게 감소되고 세관상(細管狀)으로 변형되어 있었으며 또한 전자밀도가 낮은 미토콘드리아는 길게 신장되어 관찰되었다(Fig. 8). 유리리소조움은 세포질 전역에 걸쳐 분포되어 있었고 전자밀도가 높은 구형과립과(Fig. 9) 내외부의 전자밀도가 다른 과립이 관찰되기 시작하였다(Fig. 10).

3) 용기

용기의 타액선은 전체의 길이와 내강이 더욱 감소되었으며(Fig. 11) 이웃하는 세포들간의 전자밀도가 현저하게 다르게 나타나는 것도 관찰되었다(Fig. 12). 조면소포체와 유리리소조움도 현저히 감소되었다. 골지과립은 비교적 발달되어 있었고, 미토콘드리아는 숫적으로 감소되어 핵 주위의 일부분에 국한되어 분포하였으며, 핵의 변화는 거의 관찰되지 않았다. 세포의 내부 세포질에는 대형의 자식성 액포들이 형성되어 있었다(Fig. 13).

기저부의 원형질막은 매우 굴곡되어 있었고 인접 세포 사이의 측부원형질막에서는 테스모솜이 관찰되었으며(Fig. 14), 기적막은 상당히 굴곡되어 비후된 상으로 나타났다. 내강에 면한 미세융모는 짧게 관찰되었다.

효소세포화학적 관찰

1) Acid phosphatase

타액선 세포에 대한 acid phosphatase의 반응은 주로 내강면에 인접한 리소조움에서 양성반응이 나타났다. 이들 리소조움 주변부에는 조면소포체

가 집중 분포되어 있었고, 리소조움의 한계막이 조면소포체와 직접 연결되어 있는 형태도 관찰되었으며, 기저부 쪽의 세포질에서는 acid phosphatase 활성이 전혀 나타나지 않았다(Fig. 15).

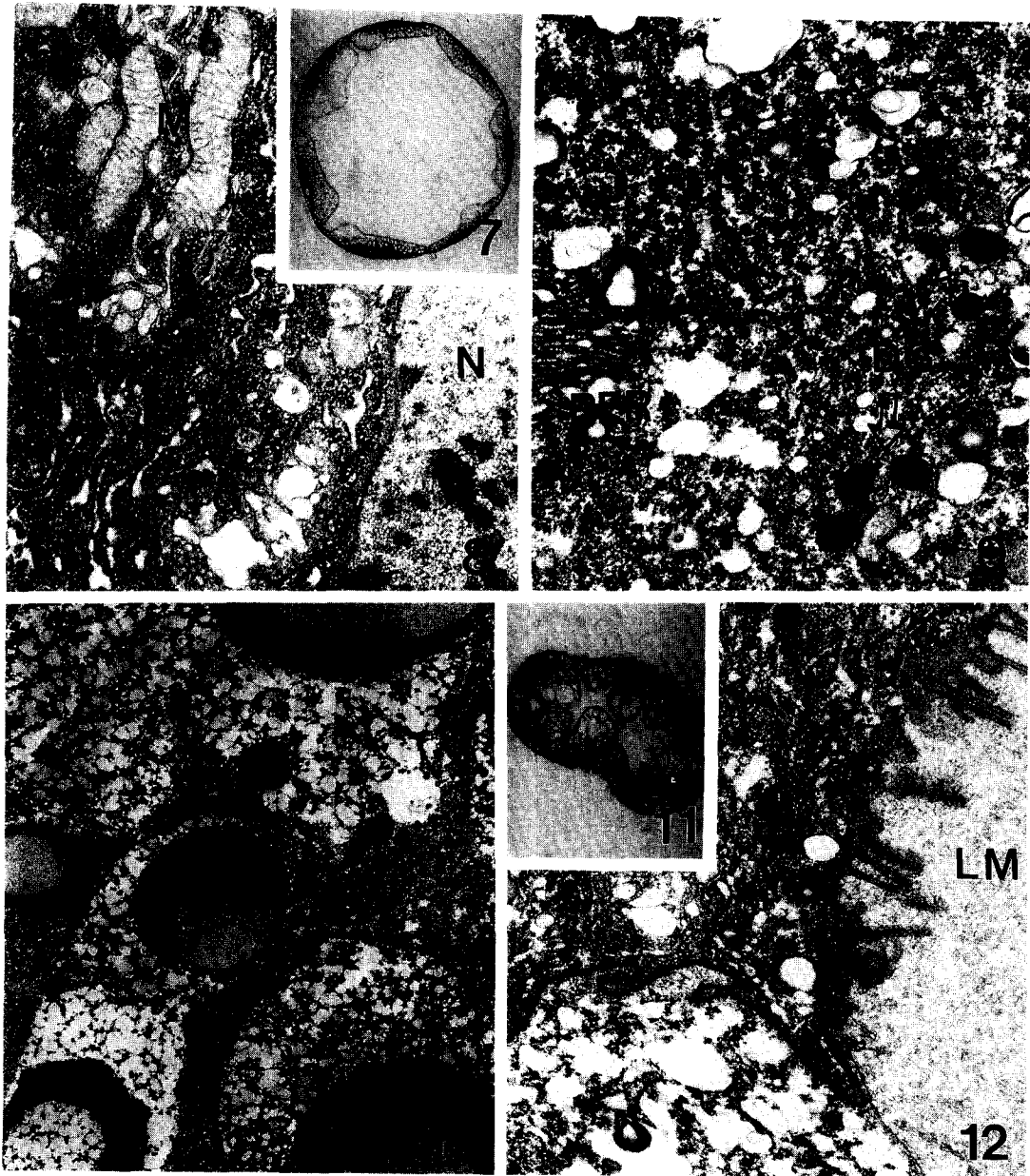
2) 지질

종령유충 시기의 타액선 세포에 분포된 지질 성분은 주로 기저막과 인접된 부위에 분포하는 구형과립내에 존재하였으나, 핵 주변부의 세포질에서도 일부 작은 과립의 형태로 분포하였다(Fig. 16). 전용시기에는 양적인 감소현상이 현저하여 주로 내강부에서만 분포하였고(Fig. 17), 용시기에는 전혀 관찰되지 않았다.

고 찰

Harrod와 Kastritsis(1972)는 *Drosophila pseudo-obscura* 유충의 타액선세포에서 많은 조면소포체와 유리리소조움, 그리고 막성물질들이 존재한다고 하였고, 연두금과리의 유충타액선에서도 세포질을 가득 메운 조면소포체와 골지과립 및 미토콘드리아가 고루 분포하였으며, 이는 유충시기의 타액선 세포가 매우 활발한 합성 분비능을 지니기 때문으로 생각된다. Phillipse와 Swift(1965)는 *Sciara*의 타액선 세포에서 분비되는 과립을 전자밀도가 낮고 유충기에 형성되어 섭식을 중단하는 시기에 사라지는 과립과 전자밀도가 높고 크기가 작으며 유충말기에 나타나는 과립, 그리고 전자밀도가 높고 타원형으로 전시기에 걸쳐 단속적으로 나타나는 과립등의 세종류로 구분한 바 있다. 본 실험에서는 유충시기에 전자밀도가 낮은 과립, 그리고 전용기에 내외 전자밀도가 다른 과립이 관찰된 것으로 보아 타액선 세포의 분비기능은 유충시기에만 나타나는 것은 아닌 것으로 사료된다. Oschman과 Berridge(1970)는 시기에 따라 분비되는 과립들 가운데 제일 초기에 분비되는 과립에 amylase가 함유된 것으로 추정하였으며, Laurema 등(1985)은 *Lygus rugulipennis*의 타액선 효소에 대한 연구에서 이를 확인하였다.

Harrod와 Kastritsis(1972)는 번태에 따른 핵의 변화에서 분비를 전후하여 핵의 두가지 양상을 보



Figs. 7-12. Photo (7) and electron (8-10) micrographs of the salivary gland at the prepupal stage. Fig. 7. Cross-sectioned gland ($\times 160$). Fig. 8. Endoplasm showing degenerating RER. M, mitochondria ($\times 20,000$). Fig. 9. Apical cytoplasm containing numerous free ribosome (FR), RER and electron-dense granules (DG) ($\times 28,000$). Fig. 10. Degenerating SG ($\times 10,600$). Figs. 11-14. Photo (11) and electron (12-14) micrographs of the salivary gland at the pupal stage. Fig. 11. Cross-sectioned gland. Gland cells are enlarged and the lumen are narrowed ($\times 200$). Fig. 12. Two adjacent gland cells showing different electron-density. LM, lumen ($\times 12,000$).

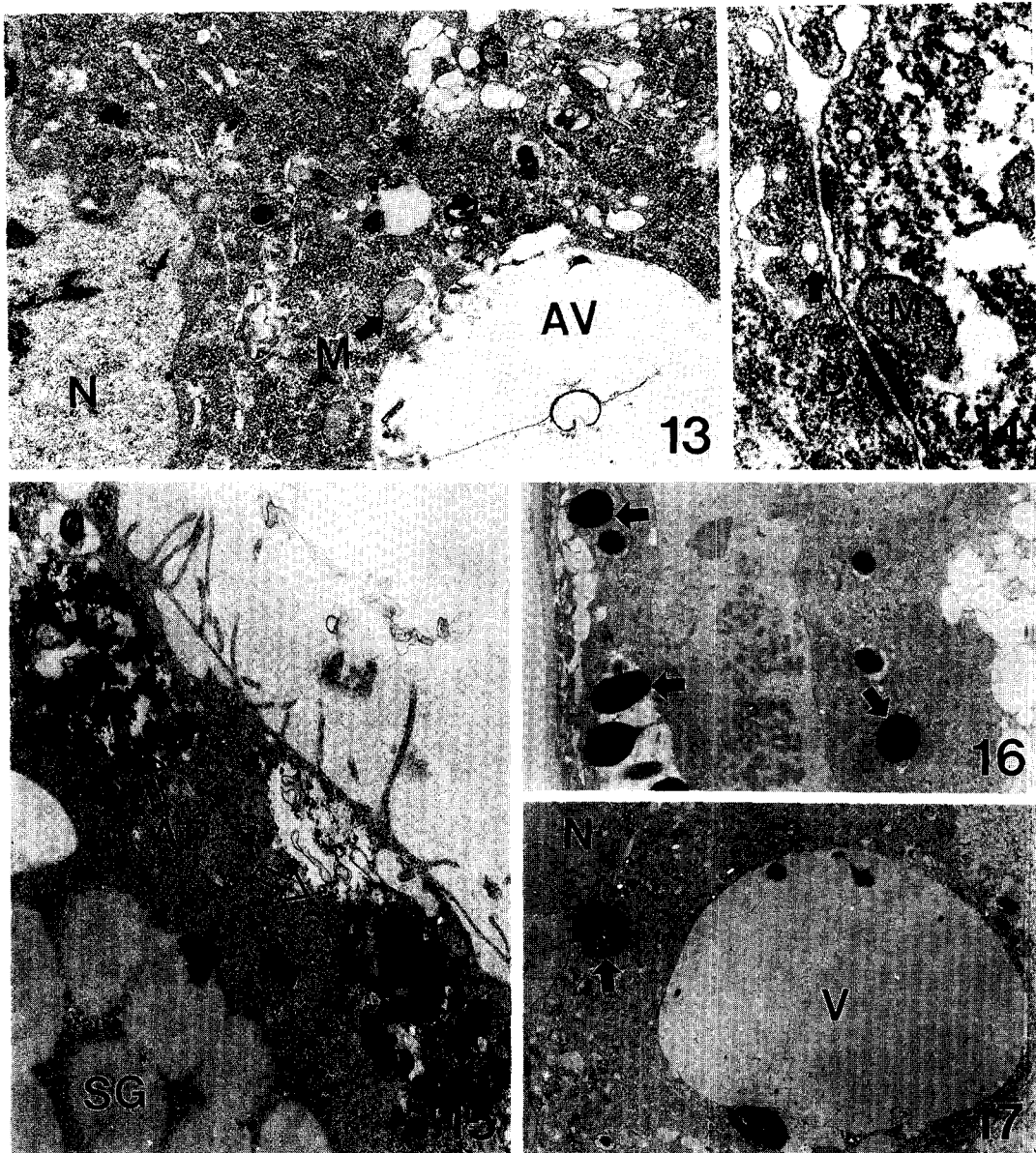


Fig. 13-17. Fig. 13. Electron-lucent autophagic vacuoles (AV) ($\times 36,000$). Fig. 14. Autophagosome (arrow) along the basal membrane. D, desmosome; M, mitochondria ($\times 36,000$). Fig. 15. Larval salivary gland treated with acid phosphatase. Activity (AP, arrows) appears in the lysosome of the apical cytoplasm ($\times 12,000$). Figs. 16-17. Electron micrographs of the salivary gland at the larval (16) and prepupal (17) stage treated with EM-lipid staining showing lipid droplets (arrows). Fig. 16. ($\times 12,000$). Fig. 17. ($\times 12,000$).

고한 바 있으며, Bautz(1975)는 같은 퇴화 시기에 있는 *Calliphora erythrocephala*의 표피세포에서 핵의 파괴현상을 확인하였고, 이러한 양상은 Levy와 Bautz(1985)가 역시 같은 종을 대상으로 행한 실험에서도 나타났다. 그러나 연두금파리에서는 변태에 따른 핵의 변화양상이 매우 적은 것으로 관찰되었다.

Ashburner(1972), Berendes와 Ashburner(1978)에 의하면 퇴화과정의 시작은 chromosomal puffs에 대한 ecdysteroid hormone의 작용에 기인된다고 하였으며, Lindsay와 Kaufman(1988)은 진드기 타액선의 퇴화에 관한 연구에서 이를 확인하였고, Okabe 등(1975)은 변태시 누에나방의 견사선에서 세포내 총 RNA의 급격한 감소를 보고하였다. 그러나 혈림프에 분비된 ecdysteroid hormone이 어떻게 핵내의 염색체 상에 작용하는지는 명확하게 밝혀진 바가 없다. 타액선 세포의 퇴화는 첨단부와 기저부에서 자식성 액포들이 생성되어 점차 핵주위로 이동되는데 이 시점은 분비가 거의 끝나갈 종령말기, 또는 전용기 직전부터 이루어지며, 이러한 과정은 곤충표피세포의 퇴화시기와 일치하고 있다(Bautz, 1975). Levy와 Bautz(1985)는 세포질이 기저부에서 분열양상이 일어남에 의하여 원형질의 함입이 심화된다고 하였으며, Dube와 Wattiaux(1966), Matsuura 등(1968), Bautz(1979)는 세포질이 기저부에서 분열양상이 일어남에 의하여 원형질의 함입이 심화된다고 하였으며, Dube와 Wattiaux(1966), Matsuura 등(1968), Bautz(1979)들은 분리막에 의해 자식성과립이 형성되며, 이들 과립이 퇴화되는 과정에서 막성물질을 함유한 자식성 액포로 된 후, 이들의 융합에 의해 커다란 액포를 형성한다고 하였다. Harrod와 Kastritsis(1972)는 타액선 세포의 퇴화과정에 있어서 최종단계는 식세포가 기저막을 뚫고 들어가 이미 가수분해 효소에 의해 파괴된 세포질을 포식함으로써 완전히 분해된다고 보고하였던 바, 본 연구에서 전용기부터 진행된 세포질의 변화양상을 살펴보았을 때 위의 견해와 일치할 것으로 사료된다. 타액선세포의 퇴화에 관여하는 가수분해효소인 acid phosphatase는 유충말기 세포내 리소조움 및 Golgi granule에 존재하며 세포퇴화가 시작되는 순간에 리소조움의

파열에 의해 세포질에 분산되어 분해작용을 시작한다(Schin and Clever, 1965). 본 실험에서 유충말기 리소조움내에서 acid phosphatase의 존재를 확인할 수는 있었지만 용시기에서의 리소조움의 파열에 의한 acid phosphatase의 반응양상은 확인되지 않았다.

Berridge 등(1976)은 파리목의 타액선에서 전자밀도가 낮은 지질의 존재를 보고한 바 있으나 타액선에서의 지질의 존재는 일부 종에 국한될 뿐 아니라 그들의 먹이에 의해서도 영향을 받으며 일반적인 전자현미경적 염색방법에 의해서는 세포내에 존재하는 지질이 명확하게 구분되지 않으나, 지질만을 선택적으로 염색해봄으로써 그들의 기원 및 분포를 유추해 볼 수 있다. Wigglesworth(1988)는 타액선 내의 지질성분이 곤충의 큐티클 형성시 oenocyte에 의해 지질전구물질의 형태로 공급된다고 하였다. 연두금파리를 대상으로 관찰한 본 실험에서도 용화의 전과정에서 타액선 내부에 함유된 지질의 존재를 확인할 수 있었다. 유충시기의 지질은 주로 기저막 주변에 있는 커다란 액포내에 많이 존재하였고, 용시기에는 숫적으로 감소하여 내강면 가까이에 존재하였다. 이러한 분포 양상으로 미루어 지질과립은 기저부에서 생성되어 내강부쪽으로 분비됨을 알 수 있었으나, 이들의 기원이 전적으로 외부에서 유래하는 것인지 아니면 세포내에서 합성된 것인지에 대한 것은 명확하지 않으며, 이에 대해서는 앞으로 새로운 검토가 필요할 것으로 사료된다.

사 사

본 연구를 수행함에 있어 전자현미경 관찰에 많은 도움을 주신 이예규선생님께 감사를 드립니다.

인용문헌

Ashburner, M., 1972. Patterns of puffing activity in the salivary gland chromosomes of *Drosophila*. (VI) Induction by ecdyson in salivary glands of *D. melanogaster* cultured *in vitro*. *Chromosoma* **38**: 255-281.

- Baek, S. B., M. J. Moon, and W. K. Kim, 1988. Fine structural study on the salivary glands in the pine moth, *Dendrolimus spectabilis* Butler at the last larval period. *Korean J. Electron Microscopy* **18**: 153-166.
- Barka, T. and P. J. Anderson, 1963. Histochemistry. Harper and row, New York.
- Bautz, A. M., 1975. Growth and degeneration of the larval abdominal epidermis in *Calliphora erythrocephala* Meigen (Diptera: Calliphoridae) during larval life and metamorphosis. *Int. J. Insect Morphol. Embryol.* **4**: 495-515.
- Bautz, A. M., 1979. La degenerescence des cellulules larvaires intestinales au cours de la metamorphose chez *Calliphora erythrocephala* (Insect: Diptera). *Arch Zool. Exp. Gen.* **120**: 183-194.
- Belendes, H. D. and M. Ashburner, 1978. The salivary glands. In: *The Genetics and Biology of Drosophila*. (Ashburner, M. and T. R. F. Wright, eds.) Academic Press, New York, pp. 453-492.
- Belendes, H. D. and T. K. H. Holt, 1965. Differentiation of transplanted larval salivary glands of *Drosophila hydei* in adults of the ame species. *J. Exp. Zool.* **160**: 299-318.
- Berridge, M. J., B. L. Gupta, J. L. Oschman, and B. J. Wall, 1976. Salivary gland development in the blowfly, *Calliphora erythrocephala*. *J. Morph.* **149**: 459-482.
- Chapman, R. F., 1982. *The Insects: Structure and Function*. Hodder & Stoughton, London, pp. 46-65.
- Dailey, P. J. and R. E. Crang, 1977. Ultrastructure of salivary gland of the cockroach, *Blattella discoidalis* Serville (Blattaria: Blaberidae). *Int. J. Insect Morphol. Embryol.* **6**: 61-66.
- Duve, D. C., R. Wataiaux, 1966. Function of lysosome. *Ann. Rev. Physiol.* **28**: 435.
- Griffith, J. K., 1978. The differentiation of the synthesis of ribosomal RNA, 5S RNA and 4S RNA in the polytenic salivary gland cells of the blowfly, *Calliphora erythrocephala*. *Develop. Biol.* **65**: 353-371.
- Harrod, M. J. E. and C. D. Kastritsis, 1972. Developmental studies in *Drosophila*. (II) Ultrastructural analysis of the salivary glands of *Drosophila pseudoobscura* during some stages of development. *J. Ultrastruct.* **38**: 482-499.
- Hendrickson, P. A. and U. Clever, 1972. Protease activity and cell death during metamorphosis in the salivary glands of *Chironomus tentans*. *J. Insect Physiol.* **18**: 1981-2004.
- Kessel, R. G. and J. W. Beams, 1963. Electron microscopy observations on the salivary gland of the cockroach, *Periplaneta americana*. *Z. Zellforsch.* **59**: 857-877.
- Korge, G., 1977a. Larval saliva in *Drosophila melanogaster*, production, composition and relationship to chromosome puffs. *Develop. Biol.* **68**: 339-355.
- Korge, G., 1977b. Direct correlation between a chromosome puffs and the synthesis of a larval saliva protein in *Drosophila melanogaster*. *Chromonoma* **62**: 155-174.
- Laufer, M., 1968. Developmental interaction in the Dipteran salivary glands. *Amer. Zool.* **8**: 257-271.
- Laurema, S., A. L. Varis, and J. Miettinen, 1985. Studies on enzymes in the salivary glands of *Lygus rugulipennis* (Hemiptera: Miridae). *Insect Biochem.* **15**: 211-224.
- Levy, M. and A. M. Bautz, 1985. Degeneration of larval glands during metamorphosis of the blowfly, *Calliphora erythrocephala* Meigen. *Int. J. Insect Morphol. Embryol.* **14**: 281-290.
- Lindsay, P. J. and W. R. Kaufman, 1988. Action of some steroids on salivary gland degeneration in the ixodid tick, *A. americanum*. *J. Insect Physiol.* **34**: 351-359.
- Macgregor, H. C. and J. B. Mackie, 1967. Fine structure of the cytoplasm in salivary glands of *Simulium*. *J. Cell Sci.* **2**: 137-144.
- Mastuura, S. T., M. S. Nagata, and Y. Tashiro. 1968. Studies on the posterior silk gland of *Bombyx mori* posterior silk gland cells during metamorphosis from larva to pupa. *J. Cell Biol.* **38**: 586-603.
- Okabe, K., R. Koyanagi, and K. Koga, 1975. RNA in the degeneration silk gland of *Bombyx mori*. *J. Insect Physiol.* **21**: 1305-1309.
- Oschman, J. L. and M. J. Berridge, 1970. Structural and functional aspects of salivary fluid secretion in *Calliphora*. *Tissue & Cell* **2**: 281-310.
- Phillipse, D. M. and H. Swift, 1965. Cytoplasmic fine structure of *Sciara* salivary glands. (I) Secretion. *J. Cell Biol.* **27**: 395-409.
- Poles, C. L. M., A. Loof, and M. D. Berendes, 1971. Functional and structural changes in *Drosophila* salivary gland cells triggered by ecdysterone. *J. Insect Physiol.* **17**: 1717-1729.
- Price, G. M., 1974. Protein metabolism by the salivary glands of the larva of the blowfly, *Calliphora erythrocephala*. *J. Insect Physiol.* **20**: 329-347.
- Rizki, T. M., 1967. Ultrastructure of the secretory inclusion of the salivary gland cell in *Drosophila*. *J. Cell Biol.* **32**: 531-534.
- Schin, K. S. and U. Clever, 1965. Lysosomal and free acid phosphatase in salivary glands on *Chironomus tentans*. *Sci.* **150**: 1053-1056.
- Wigglesworth, V. B., 1972. *The Principles of Insect Physiology*. Chapman & Hall, London, pp. 476-552.
- Wigglesworth, V. B., 1981. The distribution of lipid in the cell structure: An improved method for the electron microscope. *Tissue & Cell* **13**: 19-34.

- Wigglesworth, V. B., 1988. The source of lipids and polyphenols for the insect cuticle: The role of fat body, oenocytes and oenocytoids. *Tissue & Cell* **20**: 919-932.
- Zhimulev, I. F., M. L. Ixouierdo, M. Levis, and M. Ashburner, 1981. Patterns of protein synthesis in salivary glands of *Drosophila melanogaster* during larval and prepupal development. *Wilhel. Rouxs. Arch.* **190**: 351-357.
- (Accepted May 30, 1992)

Morphological Changes of Salivary Gland in the *Lucilia illustris* during the Pupation

Eui-Suk Park, Kwan-Seon Kim, *Myung-Jin Moon, and Woo-Kap Kim (Department of Biology, Korea University; Seoul 13601; *Department of Biology, DanKook University Chungnam 330-714, Korea)

Morphological changes of the salivary gland in the *Lucilia illustris* during the metamorphosis were studied with ultrastructural and cytochemical techniques.

The larval salivary glands are consisted of a pair of elongated tubular glands located beside the esophagus. The gland has monolayer gland cells of hexagonal in shape, and the gland cells lie round a central lumen. At the end of the last instar are well developed RER, Golgi granules and mitochondria. The cells during the last instar synthesize and accumulate the granules, which are secreted into the gland lumen by merocrine secretion. At the prepupa, the gland is shorten and decreased in volume, and RER was started to degenerate and number of the mitochondria decreased but Golgi granules and nucleus were shown few changes. Cytoplasm becomes fragmented and many autophagic vacuoles were observed. After pupation, the autophagic vacuoles fused with each other.

Acid phosphatase activity is located in the granules of apical region. Lipid components are mainly distributed in the region of basal plasma membrane at the last larval stage and at the prepupal stage. But the lipid components cannot be observed at the pupa 48 hours after pupation.