

제주먹초파리 (*Drosophila* sp; *Robusta* Group) 에서 난황 단백질 합성에 미치는 유충 호르몬Ⅲ (Juvenile hormoneⅢ) 의 영향.

김세재 · 김기옥 · 오문유

Effect of Juvenile Hormone Ⅲ on Yolk Proteins Synthesis in *Drosophila* sp; *Robusta* Group

Kim, Se-Jae, Gi-Ok Kim and Moon-You Oh

Abstract

Three yolk proteins of *Drosophila* sp(*robusta* group) begin to be synthesized in fat body and ovarian follicle cells of two day old female after eclosion, and selectively accumulated by the oocyte during vitellogenesis.

Expression of the yolk protein genes are regulated by the insect hormone, each as 20-hydroxyecdysone and juvenile hormone. An injection of 0.3 μ l of 10^{-6} M JHⅢ in one day-old female was sufficient to promote synthesis and secretion of yolk proteins in isolated abdomens. Three yolk proteins were first detected between 2 and 3 hrs after treated of 10^{-3} M JHⅢ in abdomens removed from the whole body of one day-old female flies.

The vitellogenin oocytes development by treatment with some hormones(acetone, JHⅢ, and JHⅢ-20HE) was highly affected in JHⅢ of 2-day old female flies after eclosion. Thus it seems like that increase juvenile hormone levels not only switches on yolk protein genes during vitellogenesis but also promotes the oocytes development.

KEY WORDS : *Drosophila* yolk protein, Juvenile hormoneⅢ (JHⅢ), Oocytes

서론

Vitellogenin은 난황 단백질의 전구체로서 모든 곤충의 지방체에서 합성되며, 이들의 합성과 조절은 유충 호르몬(Juvenile hormone; methyl-trans, trans-3, 7, 11-trimethyl-10, 11-epoxy-2, 6-dodecadienoate)에 의하여 유도된다(Hagedorn and Kunkel, 1979).

유충 호르몬은 farnesol계통으로서 곤충의 외배엽성 내분비기관인 알라타체(corpora allata, CA)에서 합성 되어 혈류로 방출되며, 방출된 호르몬은 Juvenile hormone-binding protein과 복합체를 형성하여 표적 세포로 운송된 후에, c-AMP에 의해 활성화되어 생리적 반응을 나타낸다. 따라서, 곤충에서의 Juvenile hormone(JH)활성과 밀접한 관계를 갖는 Juvenile hormone esterase(JHE)는 JH를 ester group와 epoxy group으로 가수분해하거나, 또는 JH acid과 JH diol로 산화되어 호르몬 농도를 조절 한다(Hamcock, 1985).

노랑 초파리(*Drosophila melanogaster*)에서 난황 단백질 합성 조절에 대한 연구는 호르몬 수준, 성결정 유전자(*tra*, *tra-2*, *dex*, *ix*) 그리고 환경적인 요소로서 영양에 의한 조절, 등에서 많은 연구가 이루어 지고 있다(Bownes, 1982, 1989; Bownes and Nothiger, 1981; Bownes et al., 1987; Jowett and Postlethwait, 1981).

특히 노랑 초파리(*D. melanogaster*)성체에서의 유충 호르몬(JH)은 oocyte내로 난황단백질을 uptake하여 난소 성숙 유도(Postlethwait and Handler, 1979; Bownes 1989), ovarian follicle cell과 지방체에서의 난황 단백질 합성 유도(Jowett and Postlethwait, 1981; Bownes and Blair, 1986; Bownes et al., 1988), 그리고 hemolymph로 방출된 난황 단백질을 난소로

흡수하는데 관여한다(Bownes and Hames, 1977, 1978; Brennan et al., 1982, Williams and Bownes, 1986). 미성숙한 female성체에 Juvenile hormone 과 ZR515(juvenile hormone 유사물질)의 투여에 의해서 초파리의 hemolymph상에 난황 단백질 합성량의 증가, 세포질내의 mRNA 증가, 그리고 Ovarian 발달을 촉진 시킨다고 보고하였다(Bownes and Blair, 1986).

노랑 초파리(*D. melanogaster*)에서의 난황 단백질의 유전자조절은 발생학적, 호르몬적 조절, 조직 특이적, 그리고 성특이적 유전자 발현으로서 진핵생물의 갖고 있는 다양한 유전자조절기작을 이해하는 모델로서 활발한 연구가 이루어지고 있다(Bownes and Blair, 1986; Bownes and Nothiger, 1981; Garabedian et al., 1985; Robert Kozma and Bownes, 1986). 그리고 *D. grimshwi*와 몇 종의 초파리에서의 난황 단백질 유전자 구조와 합성 조절에 대하여 보고된 바 있다(Hotzopoloulos and Kambysellis, 1987. a, b; Kambysellis and Hotzopoloulos, 1986; Kozma, and Bownes, 1986).

제주먹초파리(*Drosophila sp; robust group*)에서 난황 단백질 3종류의 polypeptide에 대한 부분적인 특성과 20-hydroxyecdysone 호르몬에 의한 난황 단백질 합성 효과에 대하여 보고 하였다(Kim et al., 1992 a; Kim et al., 1992 b). 이상의 연구결과로 밝혀진 결과를 토대로 하여, trans-acting factor의 하나인 JHⅢ에 의한 난황 단백질 합성의 조절 및 그 기능을 살펴보려 한다.

재료 및 방법

1) 초파리 사육

본 실험에 사용된 제주 먹초파리(*Drosophila*

sp; robusta group)는 Lewis (1960)의 표준배지가 들어있는 사육병에서 25-27°C, 70-80%의 습도 그리고 광은 12 hr-light, 12 hr-dark cycle를 유지하여 사육하였다(Kim, *et al.*, 1991, a). 배지 표면에는 생효모의 현탁액을 한 두방울 첨가하였다. 실험에 사용된 female은 old pupa를 cage로부터 수거하여 사육병에 옮긴 후 우화되어 나온 성체를 사용하였다.

2) Hemolymph채취

Hemolymph채취는 초파리를 마취병에서 dimethyl ether로 마취시킨 후에 해부현미경 하에서 초파리당 10 μ l의 0.1M sodium phosphate buffer(0.1M NaCl, 1mM PMSF, 5mM Glutathione, pH 7.0)에서 조직이 상하지 않게 복부를 해체하여 hemolymph가 녹아 나오도록 하였다. 한 group당 10마리 female flies를 sample로 사용하였다. 회수된 buffer에 포함된 hemolymph protein은 90% acetone을 9배 첨가하여 -20°C에서 침전시켰다. 침전된 단백질은 12,000g 에서 원심분리하여 수확하였다.

3) 전기영동(SDS-PAGE) 및 Western blotting.

Sodium dodecyl sulfhate-polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE)는 Laemli (1970)방법을 약간 변형하여 실시하였다. 영하 20°C에 보관하였던 시료를 진공 건조기에서 건조시킨 후 SDS sample buffer(0.0625 M Tris-HCl, pH 6.8, 1% SDS, 10% (w/v) glycerol, 0.1% BPB)를 첨가 하여 100°C에서 3분 동안 가열하였다. 단백질은 Lowry *et al.* (1951)의 방법으로 정량 하였다. 단백질은 10% gel 또는 8-15% gradient slab gel에서 분리하였다. 표준

분자량 marker(Sigma)로는 bovine albumin (66,000), egg albumin (45,000), glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase (36,000), carbonic anhydrase (29,000), trypsinogen (24,000) 그리고 trypsin inhibitor (21,000) 등을 사용하였다.

Western blotting은 Kim *et al.* (1992, a)의 방법에 따라 10-15% SDS-PAGE gradient gel에서 실시하였다.

Autoradiography는 전기영동 후 겔을 0.5% Coomassie-blue (45% methanol, 15% acetic acid)로 염색하여, 탈색한 다음 겔 건조기에서 겔을 건조시킨 후에 X-ray film(Kodak)과 함께 -70°C에서 15일 동안 노출시켰다. Gel scanning은 550 nm에서 microdensitometer을 이용하여 전체 hemolymph에 대한 난황 단백질의 비율(%)을 측정했다.

4) Hormone 처리

우화 후 2시간 또는 1일된 female를 해부현미경 하에서 나이론실로 복부와 가슴사이에서 ligation한 후에 흉부를 가위로 제거시켜 복부만 남긴다. 그리고 체내에 hormone 농도를 저하시키기 위해 25°C에서 24시간 동안 humid chamber에 방치하였다.

Juvenile hormone III (JHIII, Sigma)주입은 10⁻³ M의 농도로 acetone에 녹인 후 적절한 농도로 맞추어 microdispenser pipette으로 복부에 0.3 μ l 정도 처리하였다. JHIII 처리구에 대한 대조구는 acetone을 주입하였다.

각 처리구는 1 group을 10마리를 기준으로 호르몬 처리를 하였다. 호르몬 처리효과에 대한 유의성 검정은 t-test로 검정하였다.

Hemolymph proteins은 ³⁵S-methionine

(Amersham)을 Ringer's 용액에 1 $\mu\text{Ci/ml}$ 농도로 희석하여 복부 당 0.2 μCi 씩 주입하여 2시간 동안 표지하였다. hemolymph 채취는 SDS sample buffer를 첨가하여 녹아 나오도록 하였다.

5) Hormone에 의한 Oocytes 발달 효과

우화 후 2일된 female를 마취시킨 후에 JH III, 20-HE 및 JH III-20HE 호르몬을 조합하여 0.3 μCi 씩 복부에 처리하여 표준배지에서 12시간 동안 사육하였다. 사육된 females 복부를 Ringer's 용액에서 해체하여 도립 현미경 하에서 King (1970)의 방법에 따라 각 단계의 vitellogenic oocyte의 수를 조사하였다. 대조구와 처리구 사이의 유의성은 F-test로 검정하였다.

결과 및 고찰

1) 정상 발생하에서의 hemolymph상의 난황 단백질합성

우화직후부터 6일까지의 female성체에서 난황

단백질 합성을 hemolymph에서 추적한 결과, 우화 후 2일에서부터 합성이 시작되어 3-4일에 최고에 달하였다(Fig. 1). 이 결과는 노랑 초파리(*D. melanogaster*)에서는 우화 후 2시간부터 지방조직에서 합성된다(Bownes and Hodson, 1980)는 보고와 비교하여 볼때 lag period가 좀 길다고 할 수 있겠다.

재주먹초파리(*Drosophila sp. robusta* group)에서 난황 단백질 합성이 노랑 초파리에서보다 지연되는 것은, 이 종의 generation time이 노랑 초파리보다 긴 것과 연관시켜 볼 수 있으며, 또한 *Drosophila* subgenus의 차이에 기인되는 것으로 사료된다(Kim *et al.*, 1992, a).

2) *in vivo*에서 난황 단백질 합성에 미치는 juvenile hormone III (JH III) 처리 효과

우화 후 1일된 female성체에서 JH III 농도(10^{-3} - 10^{-5} M)에 따른 난황 단백질 합성양상을 관찰한 결과 농도가 증가 할수록 난황 단백질합성이 증가되었다(Fig. 2). 농도별 실험에서 가장 효율이 높은 적정농도(10^{-3} M)를 처리하여 시간에 따른 난황 단백질의 합성 양상을 분석한 결과 YP-1,

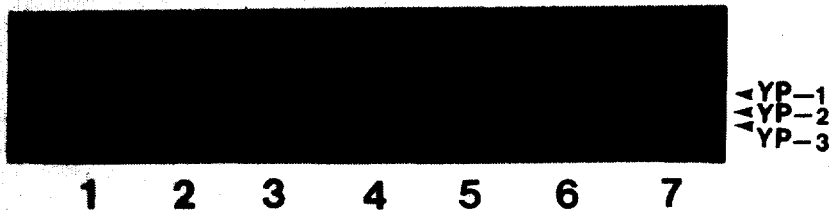


Fig. 1. Western blotting of male and female hemolymph proteins separated by the exponential gradient (8-15%) SDS-polyacrylamide gel electrophoresis and reacted with anti-yolk protein antiserum. Lane 1, 1 day-old female; Lane 2, 2 day-old female; Lane 3, 3 days-old female; Lane 4, 4 day old-female; Lane 5, 5 days-old female, Lane 6, 6 day-old female; Lane 7, 3 days-old male.

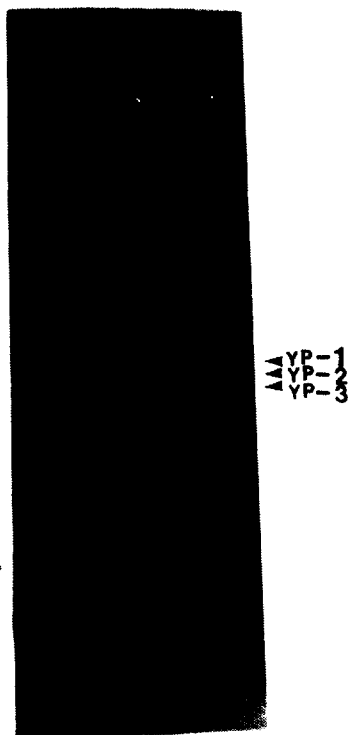


Fig. 2. Autoradiographic analysis of the electrophoresed hemolymph from isolated abdomens treated with different concentrations of juvenile hormone III. For each treated, 10 abdomens isolated at eclosion and aged for 24 hr were treated with 0.3 μ l of JH III per abdomen for 6 hr, then injected with 1 Ci/abdomen of (35S)-methionine. The newly synthesized hemolymph proteins were analyzed as described in Materials and Methods. Lane 1, Control (Aceton); Lane 2, 10^{-6} M; Lane 3, 10^{-5} M; Lane 4, 10^{-4} M; Lane 5, 10^{-3} M; Lane 6, 10^{-2} M of Juvenile hormone III.

YP-2 및 YP-3가 모든 실험군에서 합성이 점차 증가되었다(Fig. 3).

이 결과는 Postlethwait와 Handler(1979)가 노랑초파리에서 JH와 JH유사물질(ZR 515)을 처리하여 난황 단백질을 유도한 결과와 일치하였다. 노랑초파리에서의 난황 단백질합성 유도는 ZR 515의 농도가 최저 10^{-8} M에서 최고 10^{-2} M의 범위내에서 합성된다고 보고하였다(Bownes *et al.*, 1988). 제주먹초파리에서 난황 단백질 합성을 유도하는데 요구되는 호르몬 농도는 노랑 초파리에서

보다는 상당히 높은 JH농도를 필요하는 것으로 사료된다.

제주먹초파리에서 JH III (10^{-3} M)를 처리하여 난황 단백질 합성을 유도한 바, 처리 후 4시간 후까지는 난황 단백질의 합성율이 비슷하였으나, 처리 후 5시간에 가장 높아졌다가 6시간 부터는 감소하였다(Fig. 3). 각 처리구 별 합성효과에 대한 유의성검정에서는 호르몬 처리 후 4시간에서 부터 유의적인 차이가 나타났다 ($P < 0.05$, t-test). 이 결과는 20-hydroylecdysone에 의한 난황 단백질

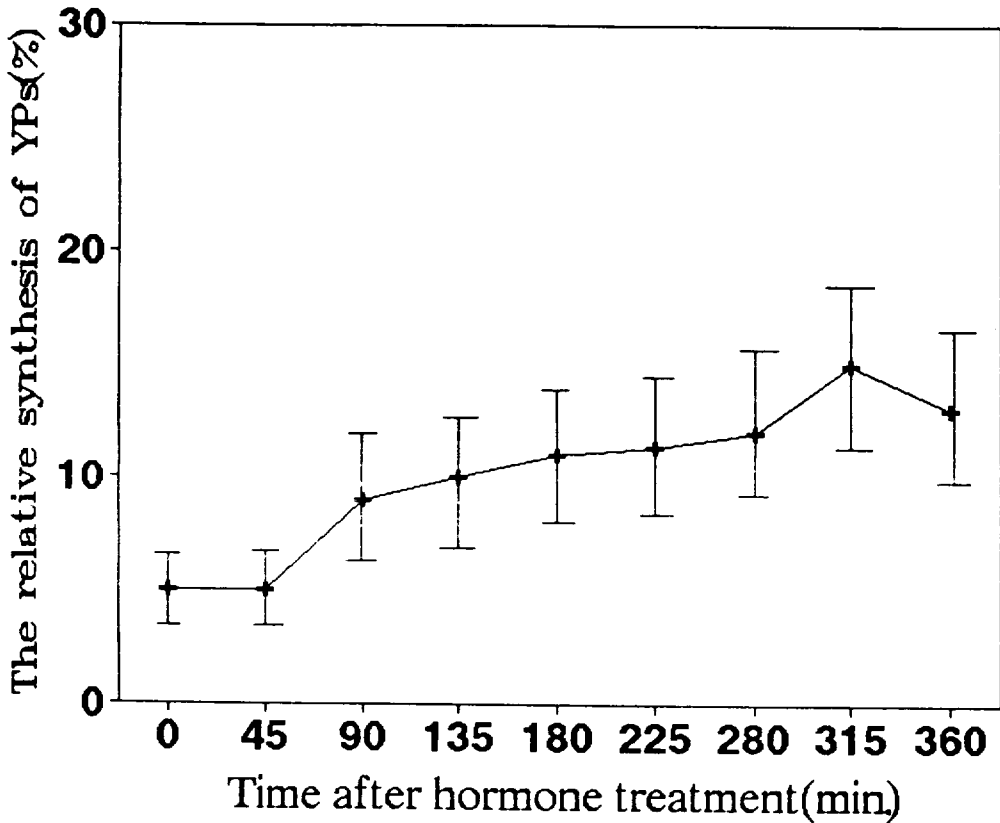


Fig. 3. Time course of the response of isolated abdomens to JH III. A group of ten abdomens isolated from 1 day-old female after eclosion and aged for 24 hr was treated with $0.3 \mu\text{l } 10^{-3} \text{ M/abdomen}$ of JH III, and analyzed as described in Methods. The resulting autoradiographs of gels were scanned by microdensitometer and the label incorporation estimated by measuring the peak areas of the YPs bands among the total hemolymph proteins. Each point represents the mean of three separate experiments. The error bar represents standard deviation.

합성 효과에서도 매우 비슷한 양상을 보였다. 이는 생체내에 투여된 호르몬은 5시간을 지나면서 호르몬 분해요소들에 의하여 산화, 분해되어 호르몬적인 기능을 상실하기 때문인 것으로 사료된다. 따라서 호르몬이 투여되어 세포적 활성이 나타나는 시간은 약 5 시간 정도로 볼수가 있다.

3) Oocytes 발달에 미치는 Hormone 처리 효과

우화 후 3일된 암컷의 복부에 JH III와 JH III-20 HE를 각기 10^{-3} M 의 농도로 처리하여 6시간 동안 표준배지에서 사육한 후 vitellogenic 단계의 oocyte 수를 조사하였다. JH III 처리구에서 ovary 당 44 ± 13 개, 20 HE-JH III 처리구에서 38



Fig. 4. Morphology of ovaries derived from normal female during development of *Drosophila* sp(robusta group). A) 1 day-old female, B) 2 days-old female, C) 3 days-old female, D) 4 days-old female. Abbreviation : pvo; previtellogenic oocytes, vo; vitellogenic oocytes, st 14; stage-14 oocytes.

±11개, 그리고 대조구인 acetone 처리구에서 31 ±14 개로 JHⅢ 처리구에서 가장 많은 vitellogenic oocytes가 관찰되었다 (Fig. 4, 5).

지방세포에서의 난황 단백질 합성효과는 20HE (40±8%)이 JHⅢ (13±4%)에 비하여 매우 높게 나타났다(Kim *et al.*, 1992 b). 그러나 Oocytes

발달에는 JHⅢ가 20-HE의 효과에 비하여 매우 높게 나타났다. 따라서 이들 결과를 종합하여 보면, JHⅢ는 지방조직에서의 난황 단백질 유전자 조절에 관여하나 그 효과는 20-HE효과에 비하여 매우 낮다. 따라서 vitellogenic oocyte의 발달에는 JHⅢ단독 처리가 20-HE와 JHⅢ을 복합하여

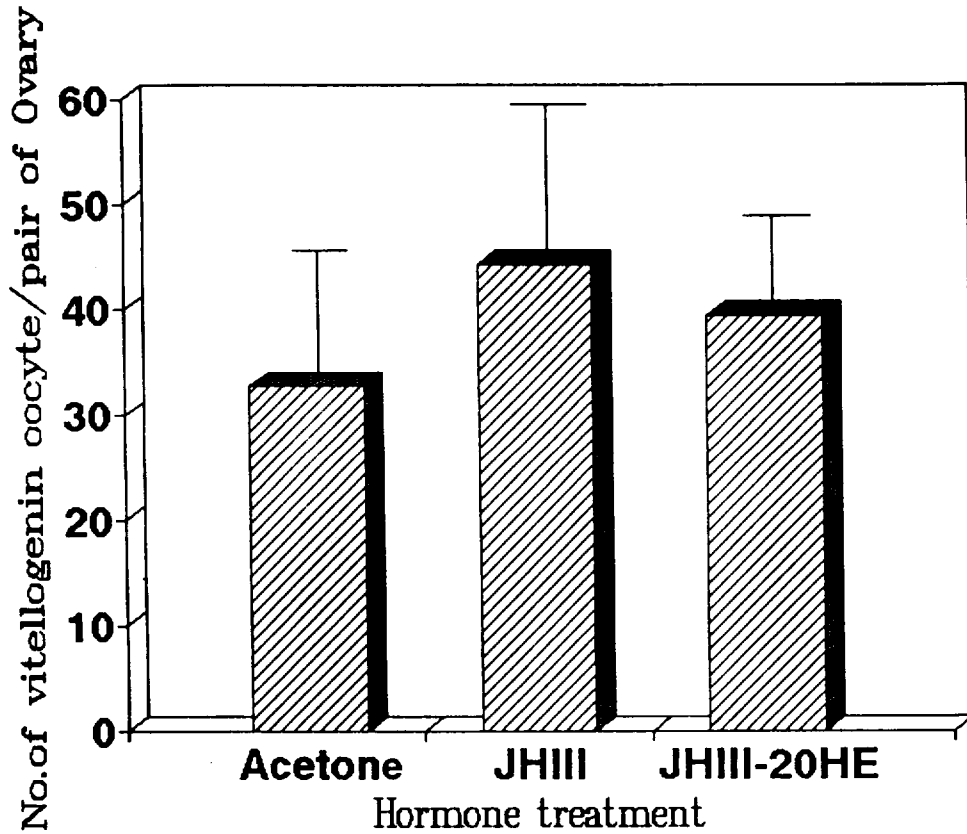


Fig. 5. The effects of JHIII treatment on vitellogenesis of *Drosophila* sp (*robusta* group). A group of 3 days-old females after eclosion was treated with 2 μ l of acetone (control) or 2 μ l of 10^{-3} M JHIII per abdomen. At 12 hr after treatment the ovaries were dissected in Ringer's., and all vitellogenic oocysts were counted under stereomicroscope according to King (1970).

처리한 것 보다 큰 효과를 보였는데, 이는 JH가 난소를 자극하여 hemolymph상의 vitellogenin을 uptake하는 것으로 사료된다 (Bownes and Hodlson, 1980; Brennan *et al.*, 1982; Garabedian *et al.*, 1985; Shemshedini *et al.*, 1990). 또한 이 결과는 anti-juvenile hormone (Benzodioxole J 2581)을 처리하여 oocyte 발달을 억제 한다는 Song *et al.*, (1990)의 결과와

Methoprene (juvenile 호르몬 유사물질)을 처리하여 현저한 발달효과를 나타낸다는 보고와 일치하였다 (Bownes, 1989). 제주먹초파리 (*Drosophila* sp)에 투여된 JHIII은 지방체에 있는 난황 단백질 유전자 발현을 활성화 시키는 물론 난소 발달에 있어서도 다른 호르몬에 비하여 매우 효과적임을 알 수 있었다.

이상의 연구결과를 기초로 하여 제주먹초파리

(*Drosophila* sp; *robusta* group)의 유전자구조를 밝혀나감은 물론, 이들 호르몬에 의한 난황 단백질 유전자 발현기작을 trans-acting proteins factor 와 cis-acting DNA element 간의 상호작용에 대한 연구가 이루어 나갈수 있는것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- Allis, C. D., G. L. Waring, and A. P. Mahowald, 1977. Mass isolation of pole cells from *Drosophila melanogaster*. Dev. Biol. 56 : 372-381.
- Barnet T., Pachl C., Gergen P.J. and Wensink P.C., 1980. The isolation and characterization of *Drosophila* yolk protein genes. Cell 21 : 729-738.
- Bonner J.J., Parks C., Parker-Thornburg J., Martin M.A. and Pelham H.R.B., 1984. The use of promoter fusions in *Drosophila* genetics:isolation of mutations affecting the heat shock response. Cell 37 : 979-991.
- Bownes M., 1982. The role of 20-hydroxyecdysone in yolk polypeptide synthesis in *Drosophila melanogaster*. J. Insect Physiol. 28 : 317-328.
- Bownes M., 1989. The roles of juvenile hormone, ecdysone and the ovary in the control of *Drosophila* vitellogenesis. J. Insect Physiol. 35 : 409-413.
- Bownes M. and Blair M., 1986. The effects of a sugar diet and hormones on the expression of the *Drosophila* yolk protein genes. J. Insect Physiol. 32 : 493-501.
- Bownes M. and Hames B. D., 1977. Accumulation and degradation of three yolk proteins in *Drosophila melanogaster*. J. Exp. Zool. 200 : 149-156.
- Bownes M. and Hames B.D., 1978. Analysis of yolk protein in *Drosophila melanogaster* translation in a cell-free system and peptide analysis. FEBS Lett. 96 : 327-330.
- Bownes, M. and B. A. Hodson. 1980. Mutant fs(1)1163 of *Drosophila melanogaster* alters yolk protein secretion from the fat body. Mol. Gen. Genet. 180 : 411-418.
- Bownes M. and Nothiger R., 1981. Sex-determining genes and vitellogenin synthesis in *Drosophila*. Mol. Gen. Genet. 182 : 222-228.
- Bownes M., Scott A. and Blair M., 1987. The use of an inhibitor of protein synthesis to investigate the roles of ecdysteroids and sex-determination genes on the expression of the genes encoding the *Drosophila* yolk protein. Development 101 : 931-941.
- Bownes N., Scott A. and Shirras A., 1988. Dietary components modulate yolk protein gene transcription in *Drosophila melanogaster*. Development. 103 : 119-128.
- Brennan M. D., Weiner A. J., Goralski T. J. and Manhowald A.P. 1982. The

- follicle cells are a major site of vitellogenin synthesis in *Drosophila melanogaster*. Dev. Biol. 89 : 225-236.
- Chan L. N. and Gehring W. 1971. Determination of blastoderm cells in *Drosophila melanogaster*. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 68 : 2217-2221.
- Garabedian M. J., Hung M. C. and Wensink P. C., 1985. Independent control elements that determine yolk protein gene expression in alternative tissues. Proc. Natl. Acad. USA. 89 : 1396-1400.
- Hagedorn, H. H. and J. G. Kunkel. 1979. Vitellogenin and vitellin in insects. Annu. Rev. Entomol. 24 : 475-505.
- Hammock, B. D. 1985. Regulation of juvenile hormone title; Degradation. In Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry and Pharmacology. (Ed. by Kerkut, G. A. and L. I. Gilbert) Vol. 7 : 431-472. Pergamon Press. Oxford.
- Hotzopoloulos, P. and M. P. Kambysellis, 1987, a. Differential and temporal expression of the vitellogenin genes in *Drosophila grimshawi*. Mol. Gen. Genet. 210 : 564-571.
- Hotzopoloulos, P. and M. P. Kambysellis, 1987, b. Isolation and structural analysis of *Drosophila grimshawi* vitellogenin genes. Mol. Gen. Genet. 206 : 475-284.
- Hung, M-C., T. Barnett, C. Woolford, and P. C. Wensink, 1982. Transcript maps of the *Drosophila* yolk protein genes. J. Mol. Biol. 154 : 581-602.
- Jowett, T. and Postlethwait, J. H. ,1981. Hormonal regulation of synthesis of yolk proteins and a larval serum protein (LSP-2) in *Drosophila*. Nature. 292 : 633-635.
- Kambysellis, M. P., P. Hatzopoulos, E. W. Seo, and E. M. Creddock, 1986. Non-coordinate synthesis of the vitellogenin proteins in tissues of *Drosophila grimshawi*. Dev. Genet. 7 : 81-97.
- Kim, S. J., G. O. Kim, M. Y. Oh, C. C. Lee, and K. Kim, 1992. a. Isolation and partial chemical characteriation of the yolk proteins from *Drosophila sp (robusta species group)*. Kor. J. Zool. 35 : 17-22.
- Kim, S. J., G. O. Kim, M. Y. Oh, and C. C. Lee, 1992. b. Effect Of 20-hydroxy-ecdysyon on yolk protein synthesis in *Drosophila sp(robusta group)*. Kor. J. Zool. 35 : 271-276.
- King, R. C., 1970 The structure and function of the reproductive system of the adult. In ovarian development in *Drosophila melanogaster*. pp. 33-67. Academic Press. New York.
- Laemmli, U. K., 1970. Cleavage of structural proteins during the assembly of the bacteriophage T4. Nature 227 : 680-685.
- Lewis, E. B., 1960. A new standard food

- medium. *Dro. Inf. Ser.* 34 : 117-118.
- Lowry, O., A. Rosebrough, A. Farr, and R. Randall, 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* 193 : 166-275.
- Mintzas, A. C. and M. P. Kambysellis, 1982. The yolk protein of *Drosophila melanogaster*; isolation and characterization. *Insect Biochem.* 12 : 25-33.
- Mitsis, P. G. and P. C. Wensink, 1988. Identification of yolk protein factor 1, a sequence-specific DNA-binding protein from *Drosophila melanogaster*. *J. Biol. Chem.* 264 : 5188-5194.
- Postlethwait J. H. and Handler A. M. (1979) The roles of juvenile hormone and 20-hydroxyecdysone during vitellogenesis in isolated abdomens of *Drosophila melanogaster*. *J. Insect Physiol.* 25 : 455-460.
- Robert Kozma and Mary Bownes .1986. Yolk protein induction in males of several *Drosophila* species. *Insect Biochem.* 16 : 263-271.
- Shemshedini, L., M. Lanoue, and T. G. Wilson. 1990. Evidence for a juvenile hormone receptor involved in protein synthesis in *Drosophila melanogaster*. *J. Biol. Chem.* 265 : 1913-1918.
- Shirras A. and Bownes M. (1987) Separate DNA sequences are required for normal female and ecdysone-induced male expression of *Drosophila melanogaster* yolk protein1. *Molec. Gen. Genet.* 210 : 153-155.
- Song, Q., Michael Ma, Tsuey Ding, Joanne Ballarino and Shuenn-Jue Wu. 1990, Effects of Banzodioxole, J2581 (5-Ethoxy-6-(4-methoxyphenyl) methyl-1,3-benzodioxole), on Vitellogenesis and Ovarian Development of *Drosophila melanogaster*. *Pesticide Biochemistry and Physiology.* 37 : 12-23.
- Warren, T. G. and A. P. Mahowald, 1979. Isolation and chemical characterization of the three major yolk polypeptides from *Drosophila melanogaster*. *Dev. Biol.* 68 : 130-139.
- Williams J. L. and Bownes M. (1986) Reduced stability of RNA coding for yolk polypeptide 3 in *Drosophila melanogaster* ovary. *Eur. J. Biochem.* 161 : 95-101.

적 요

제주먹초파리(*Drosophila* sp; *robusta* group)에서의 난황 단백질 합성은 우화 후 2일된 female 성체의 지방체와 난소의 여포세포(follicle cell)에서부터 합성되기 시작했다. 그리고 합성된 난황 단백질은 hemolymph로 방출된 후 선택적으로 난소로 흡수되어 완전히 성숙한 embryo를 생성하는데는 우화 후 약 4일정도가 소요되었다.

난황 단백질 유전자 발현은 곤충 호르몬인 20-hydroxyecdysone(20HE)과 juvenile hormone (JH)에 의하여 조절된다. 미성숙한 female 성체에

서 복부만을 분리하여 10^{-6} M에서 10^{-3} M의 juvenile hormone III을 0.3 μ 정도 주입하여 난황 단백질을 합성을 유도 할수 있었다. 그리고 10^{-3} M의 JH III 처리 후 2-3시간 사이에 난황 단백질의 합성을 추적할 수 있었다.

우화 후 2일된 female성체에 수종의 호르몬

(Acetone, JH III, JH III-20HE)을 처리한 결과 난소의 발달 효과는 JH III 처리구에서 가장 높았다. 따라서 JH III는 vitellogenesis동안에 지방체와 여포세포에 있는 난황 단백질 유전자를 활성화시키는 것은 물론 난소의 발달에도 많은 영향을 미치는 것으로 보인다.