

越北腹露蝗胚胎发育的研究

陈伟^{1,2}, 陈伟洲³, 吴伟坚¹, 张振飞¹

(1 华南农业大学昆虫生态研究室, 广东广州 510642; 2 中国热带农业科学院环境
与植物保护研究所, 海南儋州 571737; 3 广东省清远市植物保护站, 广东清远 511500)

摘要:从采自粤北地区后保存在广州室内的不同卵块中每隔一定时间取出卵粒, 一部分固定染色后用立体解剖显微镜观察、研究其发育阶段, 一部分测定其含水量。结果表明, 越北腹露蝗卵胚胎发育可分为 10 个阶段。卵从产后到胚胎发育萌动前, 含水量、鲜质量较稳定, 含水量(w)保持在 47% ~ 48%, 鲜质量保持在 7.27 ~ 7.30 mg, 胚胎刚开始萌动时, 含水量(w)迅速上升到 60% ~ 62%, 其鲜质量迅速上升到 9.17 ~ 9.19 mg, 随着胚胎发育含水量逐渐增加, 在胚胎发育完全接近孵化时, 含水量达到 82% ~ 83%, 其鲜质量为 13.48 ~ 13.51 mg, 卵的平均生物量则随胚胎发育而减少。越北腹露蝗产下滞育卵, 在室温(20 ~ 25 °C)下卵的滞育期长达 6 个月左右, 胚胎发育历期仅为 23 ~ 26 d。

关键词:越北腹露蝗; 胚胎发育; 含水量; 鲜质量; 生物量; 滞育

中图分类号: Q132.4

文献标识码: A

文章编号: 1001-411X(2005)04-0030-04

Embryonic development of *Fruhstorferiola tonkinensis* (Orthoptera: Catantopidae)

CHEN Wei^{1,2}, CHEN Wei-zhou³, WU Wei-jian¹, ZHANG Zhen-fei¹

(1 Lab of Insect Ecology, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China;

2 Environment and Plant Protection Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Danzhou 571737, China;

3 Qingyuan Plant Protection Station of Guangdong Province, Qingyuan 511500, China)

Abstract: Egg pods of *Fruhstorferiola tonkinensis* Will. collected from northern Guangdong Province hatched in the laboratory in Guangzhou. Developmental stages were observed and studied under the dissecting stereomicroscope to separate the eggs from pods at regular intervals. Ten stages of the prenatal development of *F. tonkinensis* were described based on morphological features, a detailed description with illustration was given out for each stage. The relative water content (RWC) and fresh mass (FM) of the eggs had little change (47% - 48%, 7.27 - 7.30 mg) in the long period from egg laid until the start of embryogenesis. RWC jump to 60% - 62% immediately at the beginning of embryogenesis, and FM jump to 9.17 - 9.19 mg. As embryonic development, RWC and FM increased gradually and further, RWC increased to 82% - 83% at the day before hatching, and FM increased to 13.48 - 13.51 mg. In contract, the biomass per egg decreased during embryonic development due to metabolic degradation of organic reserves. It was concluded that *F. tonkinensis* laid the diapause eggs which may last more than 180 d, and the duration of embryonic development was 23 - 26 d when the eggs were held in room temperature (20 - 25 °C).

Key words: *Fruhstorferiola tonkinensis*; embryonic development; water content; fresh mass; biomass; diapause

收稿日期: 2005-02-08

作者简介: 陈伟(1979-), 男, 硕士研究生。通讯作者: 吴伟坚(1962-), 男, 副教授;

E-mail: weijwu@scau.edu.cn

基金项目: 广东省蝗虫防治经费资助项目(粤财农 0350)

越北腹露蝗 *Fruhstorferiola tonkinensis* Will. (直翅目:斑腿蝗科)是粤北主要害虫之一^[1]。个体较小,色褐,多食性,喜阴凉,多在沿河两岸生存,8~9月在河滩、沙坝土壤中产卵,可近距离迁移,喜食各类农作物及枫杨 *Pterocarya stenoptera*、牡荆 *Vitex negundo*、野苎麻 *Boehmeria diffusa* 等河滩植物,对植物危害极大。1988年在广东阳山县杜步镇首次出现越北腹露蝗的局部为害,到2003年已在广东小北江及其支流覆盖三连一阳(连州、连南、连山和阳山)和英德等地45个镇,发生面积达1.5万 hm^2 ^[1]。目前越北腹露蝗已从河滩向河滩附近的农作物扩散,其中英德市一些河滩附近的桑树受害最严重,桑田越北腹露蝗的发生面积已达1306.67 hm^2 ^[2]。本文通过对不同发育期蝗卵胚胎发育特点、形态特征、卵含水量和生物量变化的研究,探明越北腹露蝗的滞育期和胚胎发育期,为进一步研究打破滞育的条件以及卵孵化期的预测预报提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试虫源

供试的越北腹露蝗卵采自清远市阳山县一河滩,然后用装有该河滩沙土的储物箱(45 cm×32 cm×25 cm)把蝗卵按照其野外的深度(1.5~2.0 cm)保存在广州市华南农业大学昆虫生态研究室内。

1.2 胚胎发育观察

每隔一定时间从不同卵块取出卵粒,一部分用于观察胚胎发育情况,一部分用于观察其含水量变化情况。将一部分刚剥离的卵粒用沸腾的 Bouin 液固定^[3,4]24 h后,用 φ 为50%的 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 洗涤3次,然后用 φ 为70%的 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 保存。观察时,将固定好的卵浸于脱壳液(φ 为80% $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 10 mL, KOH 2 g, φ 为30%的 H_2O_2 3 mL)3~4 min^[4,5],取出置于 φ 为80%的 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 洗涤,然后放在双目镜下用解剖针除去卵壳,不同发育阶段进行解剖,用立体解剖显微镜观察其胚胎变化状况及发育特点。胚胎的全形标本以酒精硼砂洋红或盐酸洋红染色^[3,4,6],染色后用体视摄影镜(OLYMPUS-SZX12)进行拍照。

1.3 卵鲜质量、生物量和相对含水量的测定

从不同的卵块取出卵粒,先在空气中使其外表干燥,以6粒卵为一组用电子天平(德国梅特勒-托利多仪器厂 AB204-N)称其鲜质量。然后放入已知质量的坩埚中,在90~95℃的电热恒温鼓风干燥箱(上海跃进医疗器械厂 101-2-S)中烘烤,取出后放在盛有 CaCl_2 的干燥器中使其冷却,称蝗卵干质量(生物量),如此重复数次,至恒质量为止。6个重复。平均相对含水量=[(平均鲜质量-平均干质量)/平

均鲜质量]×100%。方差分析和 Duncan 氏新复极差检验在 SPSS11.0 中进行。

2 结果与分析

2.1 胚胎发育

越北腹露蝗卵在卵产下后有长达180 d的发育静止期。胚胎发育开始后,根据解剖观察,从形态特征的变化可把越北腹露蝗的胚胎发育分为10个阶段(图1)^[4,6,7]。

阶段Ⅰ[第1 d(发育开始后天数,下同),图1A]:胚盘发育呈不规则圆形,分不清原头和原颚胸,仔细观察,隐约可见原头及原胸,位于卵的后端卵孔区靠近腹面的卵黄表面,紧贴卵周边。

阶段Ⅱ(第2 d,图1B):可清晰看到胚盘分化出的原头复眼叶及原颚胸。原头位于卵的后端,其余部分位于卵的腹面。原头向左右两侧延伸形成复眼叶,中央部分微向内凹。此时腹部细长,尚未分节。

阶段Ⅲ(第3~4 d,图1C):可见原头、原胸及分化出的腹部,腹部细长,原颚胸两侧和腹部附肢出现,原头上可见分化出的上唇及触角和芽基,复眼叶近圆形,原颚和胸部各分为3节,各节附肢的芽基也在形成之中。腹部前端开始分节。

阶段Ⅳ(第5~6 d,图1D):胚胎原头上唇、触角及复眼叶等部分继续生长和增大,触角已开始分节,上颚成块状,下颚分成3部(最外侧为下颚须,中间为盔节,最内侧为叶节),下唇的左右芽基仍各分为2部分。胸部的附肢指向后端,胸部后肢较前肢和中肢略长、略大。腹节附肢均明显。

阶段Ⅴ(第7~8 d,图1E,1F):胚胎上唇在原头上的地位逐渐扩大,触角更为延长,分为3节,复眼部分位于头部两侧,为原头的1/4大,复眼背面部分的色素增加胸部附肢可分为4节:与身体接连的为基节,其余依次为腿节、胫节、跗节。腹部分略成新月形,各节附肢已开始退化。

阶段Ⅵ(第9~11 d,图1G,1H):此时原头和原颚基本合在一起合称为头部,触角继续延长,可分为7节。上唇介于二触角之间,已可分为唇基和上唇部分,上颚与颊分开,并将下颚大部分遮没,下唇大部分被上唇遮没。胸部附肢继续生长,并且分节清楚。腹末的外生殖器及尾须隐约可见。背面逐渐向前端愈合。

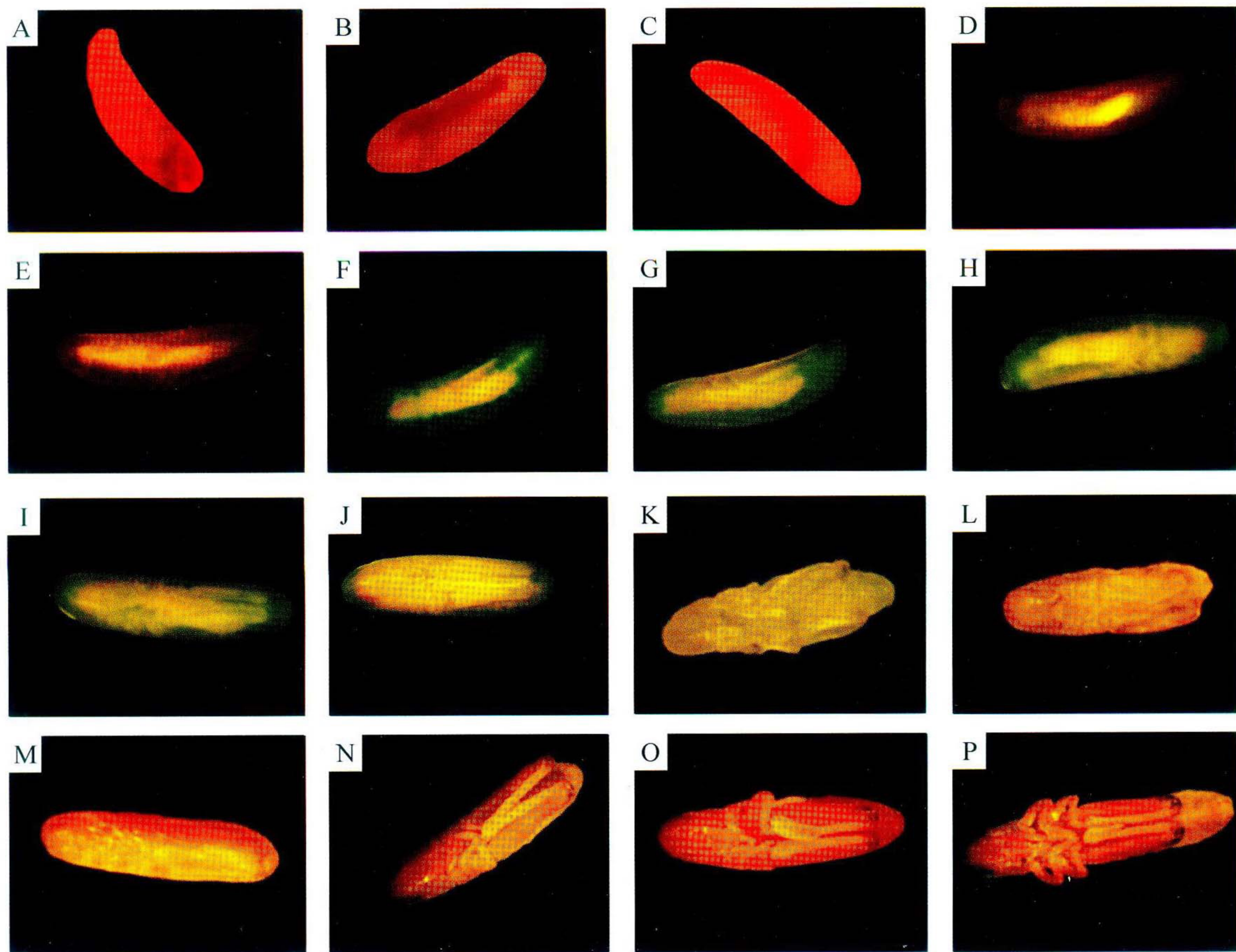
阶段Ⅶ(第12~14 d,图1I,1J):胚胎继续向前端生长,近乎到达卵的前端,卵黄大部分已被包入体内,复眼红色加深,下唇两芽基渐渐并合,胸部后肢继续增大,腹末的外生殖器及尾须清晰可见。背面愈合完全。

阶段Ⅷ(第15~17 d,图1K,1L):胚胎已占全卵长度,卵黄包围和背合膜形成完毕,复眼面积增大,单眼已形成,触角延长,可分为11节,并且近末端数节较粗.上颚内侧较厚,下唇须延长,中唇舌已形成,胸部后肢继续伸长,腹部各节腹板和侧板已可分开.

阶段Ⅸ(第18~22 d,图1M,1N):段胚胎体形完整,复眼颜色更深,触角分节更为明显,可分为13节.上颚内侧的齿清晰可见,下唇须和下唇须伸长并且分节,胸部附肢跗节各有1对跗垫,前跗节已形

成,为一爪状,后肢的腿节顶端已到达第6腹节,腿节上的花纹隐约可见,胫节边缘的刺已形成,腹部各节腹板和侧片划分明显.

阶段Ⅹ(第23~26 d,图1O,1P):胚胎发育成熟,身体表面色素出现,复眼变为黑色,触角基节之间3个单眼明显,上颚齿颜色变深,孵化时变成黑色,胸部附肢胫节边缘的刺颜色变深,可见后足腿节上羽状纹,后肢的腿节顶端已到达第8腹节,外生殖器明显可见,与1龄蝗蝻相似.



A:阶段Ⅰ;B:阶段Ⅱ;C:阶段Ⅲ;D:阶段Ⅳ;E,F:阶段Ⅴ;G,H:阶段Ⅵ;I,J:阶段Ⅶ;K,L:阶段Ⅷ;M,N:阶段Ⅸ;O,P:阶段Ⅹ

A: stage I; B: stage II; C: stage III; D: stage IV; E, F: stage V; G, H: stage VI; I, J: stage VII; K, L: stage VIII; M, N: stage IX; O, P: stage X

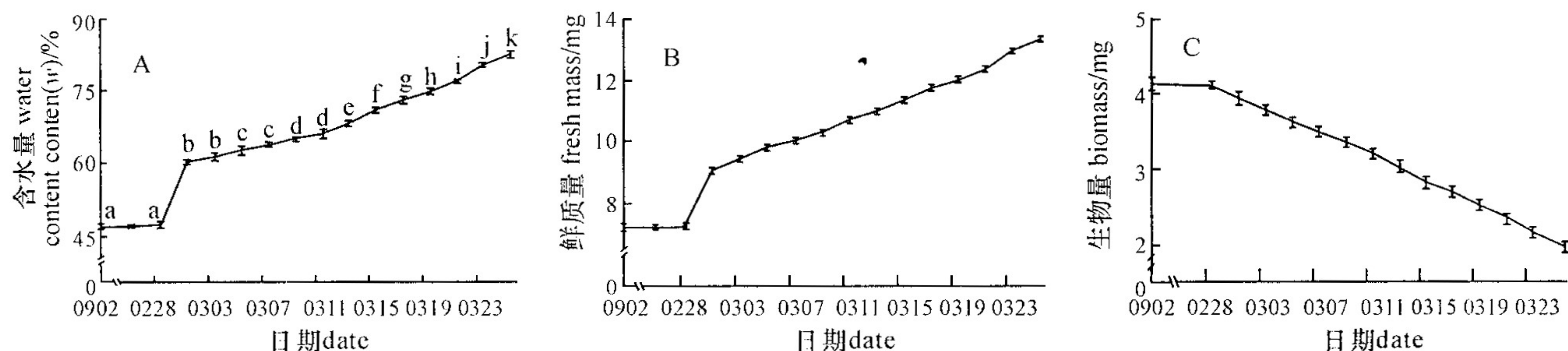
图1 越北腹露蝗的胚胎发育(1:16)

Fig. 1 The embryonic development of *Fruhstorferiola tonkinensis*

2.2 卵鲜质量、生物量和相对含水量的变化

越北腹露蝗产卵后至翌年2月中下旬胚胎开始发育前,卵含水量(w)较稳定保持在47%~48%,胚胎刚萌动时,含水量(w)明显增至60%~62%,胚胎发育完成接近孵化时,含水量(w)达82%~83%(图2A);卵的鲜质量在产卵后至胚胎开始发育前,保持在7.27~7.30 mg,胚胎刚萌动时,卵的鲜质量明显增加27%左右,达到9.17~9.19 mg,随着胚胎发育,卵的鲜质量逐渐增加,胚胎发育完成接近孵化时,卵的鲜质量为13.48~13.51 mg,卵鲜质量从初产到胚

胎发育完成时增加84%~86%(图2B).相反,在胚胎开始发育前,卵的平均生物量(干质量)为4.05~4.08 mg,随着胚胎发育,卵的生物量逐渐降低,胚胎发育完成接近孵化时,卵的生物量为3.00~3.03 mg,卵生物量从初产到胚胎发育完成时减少25%~27%(图2C).与解剖观察结果对照,显示卵含水量的突然增大或生物量的突然降低是胚胎开始发育的重要标志.在室温(20~25℃)下,越北腹露蝗胚胎发育历期为23~26 d,孵化时间较为整齐.



线上标有相同小写字母示在 5% 水平上差异不显著 (Duncan's 新复极差法, $P < 0.05$). means followed

by the same letter are not significantly different (Duncan's multiple range test, $P < 0.05$).

图2 越北腹露蝗卵期卵含水量、鲜质量和生物量的变化(200309~200403)

Fig. 2 Variation of water content, fresh mass and biomass in egg stage of *Fruhstorferiola tonkinensis*

3 讨论与结论

昆虫的胚胎发育一般可粗分为原足期(proto-pod)、多足期(polypod)、寡足期(oligopod)、和无足期(absencepod)等几个阶段,胚胎发育终止的阶段与孵化后的幼(若)虫类型有关. 一些学者把蝗虫如 *Mel-aoplus sanguinipes* 的胚胎发育划分为 27 个阶段, *M. sanguinipes* 卵滞育始于第 19 阶段^[7], *Dociostaurus maroccanus* 的胚胎发育划分为 20 个阶段, *D. maroc-canus* 卵滞育始于第 14 阶段^[8]. 越北腹露蝗属于卵后期开始胚胎发育的类型,胚胎发育划分为 10 个阶段是较为合适的.

卵含水量、卵鲜质量的突然增大和生物量的突然降低意味着代谢活动的开始. 根据解剖观察和整个卵期含水量、鲜质量以及生物量变化的结果,表明越北腹露蝗产下滞育卵,在室温下卵滞育期在 180 d 左右,而从胚胎开始发育到卵孵化仅为 23~26 d. 卵鲜质量的增加是由于卵发育过程中从土壤中吸收水分的结果,因此胚胎发育时需要土壤有一定的湿度. 卵生物量的降低是由于胚胎发育中必须把一部分营养物质氧化产生能量而被消耗.

越北腹露蝗为一化性昆虫,与东亚飞蝗(*Locusta migratoria manilensis* Meyen)^[9]、*Psacothia hilaris*^[10] 等的兼性滞育不同,其滞育类型应为专性滞育,即滞育并非由环境因子诱导. 温度、光周期、激素等条件的变化可打破蝗虫卵的滞育^[11-13],越北腹露蝗卵打破滞育的条件有待于进一步的研究.

致谢:胚胎发育的研究得到华南农业大学昆虫生态研究到张维球教授的指导和帮助,特此致谢!

参考文献:

- [1] 陈伟,吴伟坚,陈伟洲,等. 越北腹露蝗卵块空间格局的研究[J]. 华南农业大学学报,2004,25(4):47-49.
- [2] 丘思娟,陈伟洲,吴伟坚. 桑田新害虫:越北腹露蝗的

发生情况及防治方法[J]. 中国植保导刊,2004,24(9):23.

- [3] 汪世泽. 昆虫研究法[M]. 北京:中国农业出版社,1998. 18-19.
- [4] 刘秀琼,黄淑汉,周薰薇,等. 荔枝蜡象胚胎发育研究: I. 胚胎发育过程中形态和生理的变化及温度对发育的影响[J]. 昆虫学报,1966,15(3):227-238.
- [5] 申莉莉,周祖基,杨伟,等. 川硬皮肿腿蜂的胚胎发育[J]. 昆虫知识,2002,39(6):453-455.
- [6] 钦俊德,翟启慧,沙槎云. 蝗卵的研究: I. 东亚飞蝗蝗卵孵育期中胚胎形态变化的观察及野外蝗卵胚胎发育期的调查[J]. 昆虫学报,1954,4(4):383-398.
- [7] DINGLE H, MOUSSEAU T A. Geographic variation in embryonic development time and stage of diapause in a grasshopper[J]. Oecologia,1994,97:179-185.
- [8] BODENHEIMER F S, SHULOV A. Egg development and diapause in the Moroccan locust (*Dociostaurus maroccanus* Thumb) [J]. Bull Res Coun Isr, 1951,1:59-75.
- [9] 郭蜚,陈永林,卢宝廉. 中国飞蝗生物学[M]. 济南:山东科学技术出版社,1989. 56-62.
- [10] SHINANI Y, ISHIKAWA Y. Geographic variation in cold hardiness of eggs and neonate larvae of the yellow-spotted longicorn beetle *Psacothia hilaris*[J]. Physiological Entomology, 1999,24:158-164.
- [11] SANTIAGO A C, QUESADA M E, HERNANDEZ C P. Diapause termination and post-diapause development in the Mediterranean locust *Dociostaurus maroccanus* (Orth, Acrididae) under field conditions[J]. J App Ent, 2003,127(6):369-373.
- [12] TANAKA S, SADOYAMA Y. Photoperiodic termination of diapause in field-collected adults of the Bombay locust, *Nomadacris succincta* (Orthoptera: Acrididae) in southern Japan[J]. Bull Ent Res, 1997,187(5):533-539.
- [13] TAWFIK A, TANAKA Y, TANAKA S. Possible involvement of ecdysteroids in photoperiodically induced suppression of ovarian development in a Japanese strain of the migratory locust, locust migratoria[J]. J of Insect Physiology, 2002,148(4):411-418.

【责任编辑 周志红】