应用昆虫学报 *Chinese Journal of Applied Entomology* 2015, 52(2): 498–503. DOI: 10.7679/j.issn.2095–1353.2015.057

二化螟人工饲养技术*

李 波 韩兰芝** 彭于发

（中国农业科学院植物保护研究所/植物病虫害生物学国家重点实验室，北京 100193）

摘 要 二化螟 *Chilo suppressalis*（Walker）是我国水稻上的重要害虫，为促进其防控技术研究，迫切需要建立二化螟标准化饲养技术。根据二化螟对关键营养成分的需求，研制了一种适合其生长发育、存活和繁殖的人工饲料配方，并发展了其长期、继代、规模化饲养的标准饲养技术。已用该饲料配方和饲养技术连续饲养二化螟 69 代，其适合度指标仍保持较高水平。该饲料配方和饲养技术适合二化螟的周年继代和规模化饲养，同时也为其它寡食性昆虫人工饲料的研制与开发提供借鉴和参考。

关键词 二化螟，人工饲料，标准化饲养技术

Development of a standardized artificial diet and rearing technique for the striped stem borer, *Chilo suppressalis* Walker (Lepidoptera: Crambidae)

LI Bo HAN Lan-Zhi** PENG Yu-Fa

(The State Key Laboratory for Biology of Plant Diseases and Insect Pests, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China)

Abstract *Chilo suppressalis* (Walker) (Lepidoptera: Crambidae) is a major rice pest that is widely distributed in all the rice-growing areas of China. Developing a standardized rearing technique for this pest is important to developing improved control strategies for it. A standardized mass-rearing protocol incorporating a new artificial diet for *C. suppressalis* was developed. A *C. suppressalis* population maintained under the new rearing protocol for 69 successive generations had high fitness parameters. The new mass-rearing protocol is suitable for the mass rearing of successive generations of *C. suppressalis* and provides a basis for the development of artificial diets for other oligophagous insects.

Key words *Chilo suppressalis*, artificial diet, standardized rearing technique

二化螟 *Chilo suppressalis*（Walker）是水稻上的重要害虫之一，在我国南北稻区均广泛分布，可为害水稻形成枯心、白穗、枯孕穗等症状，造成严重为害。目前，该虫综合防治措施的研究热点主要集中在新型药剂筛选、生物防治及转基因抗虫水稻的研发方面，而药剂的测定筛选、生防因子选择及转基因水稻的抗虫性测定均需要大批量、发育一致的二化螟幼虫。目前，二化螟主要采用水稻苗、茭白或荸荠等天然饲料饲养，由于受季节性以及必须多次更换饲料的限制，采用天然饲料很难扩大二化螟的饲养规模（Sato *et al.*，1971；Sato and Sakai，1977；尚稚珍等，1979；孟凤霞等，2003；陆玉荣等，2003）；而且天然饲料易腐烂、变质，试虫极易感染病原菌，用天然饲料难以实现二化螟的长期继代和规模化饲养（孟凤霞等，2003）。因此，研制二化螟人工

* 资助项目 Supported projects：转基因生物新品种培育重大专项 (2014ZX08011-001, 2014ZX08012-004, 2012ZX08011003 和 2014ZX0801104B)

**通讯作者 Corresponding author，E-mail: lzhan@ippcaas.cn

收稿日期 Received：2014-12-07，接受日期 Accepted：2014-12-20

饲料及关键饲养技术，实现试虫的大规模、长期继代饲养是开展其综合防治技术研究的重要内容。

20 世纪 70 年代以来，国内外已相继开展了二化螟人工饲养技术研究。如 1971 年 Ishii 发明了二化螟石井饲料，同年釜野和 Hormchong 氏饲料也分别被报道（Kamano，1971； 忻介六和苏德明，1979）。1984 年，我国的尚稚珍教授也初步开展了二化螟人工饲料研制及饲养技术方面的相关研究（尚稚珍和王银淑，1984）。刘慧敏等（2005，2008）及刘慧敏和张国安（2007）在前人研究的基础上，对二化螟人工饲料中各组分的配比逐步进行优化，得到优化后的饲料配方。与天然寄主稻茎相比，该配方在关键的生物学指标如存活率、化蛹率和羽化率等方面与稻茎没有显著差异，但该饲料饲养的幼虫历期显著长于在稻茎上的历期。上述饲料配方的研制确实在某种程度上缓解了二化螟研究工作中对标准虫源需求的难题，但仍不能实现试虫的高品质、规模化、周年继代饲养。存在的主要问题为：（1）饲料成分过于单一，不能满足二化螟完成整个世代发育所需的营养物质。如取食上述饲料后，幼虫在 3 龄之前发育正常，而 3 龄后发育迟缓，甚至不能完成整个世代的个体发育；（2）幼虫存活率偏低，用杀虫活性物质进行生物测定时，研究结果的可信度不高；（3）防腐性能较差，需频繁更换饲料；（4）饲料成分的获取及配制比较复杂、繁琐，有些成分难以获取，且成本较高。在上述研究的基础上，我们分析了二化螟对关键营养成分的需求，增添了饲料中蛋白质的含量；提高了饲料中防腐剂的用量，去除了对二化螟生长发育和存活影响不明显的其它成分，简化了饲料组分，研制了新的人工饲料配方（Han *et al.*，2012），并发展了新的二化螟继代饲养技术，目前已用该配方连续继代饲养二化螟 69 代，其适合度指标仍保持较高水平。现将二化螟人工饲料的配制、关键饲养环节与技术、饲养中需注意的事项和要求进行如下介绍。

1　二化螟人工饲料组分及其配制方法

1.1　二化螟人工饲料组分

根据二化螟对关键营养成分的需求，我们在石井（Ishii，1971）、釜野（Kamano，1971）和刘慧敏等（2008）研究的基础上添加了寄主植物因子，加大了饲料主成分大豆粉、酵母粉和干酪素的含量。为了提高饲料的防腐程度，我们提高了防腐剂山梨酸、对羟基苯甲酸甲酯和甲醛的用量，但该用量仍属于二化螟的安全使用剂量。和刘慧敏等（2008）相比，我们去掉了对二化螟生长发育影响不太大、但又较难获取的饲料组分，如纤维素、稻茎粉、麦芽粉、稻糠粉和葡萄糖等，简化了饲料组分和配制的环节，使饲料成本大大降低。具体的二化螟人工饲料和复合维生素 B 配方分别详见表 1 和表 2。

1.2　二化螟人工饲料的配制方法

上面所述的二化螟人工饲料的配制方法，按以下步骤进行：

（1）将表 1 和表 2 中的各组分按配比称重，备用。

（2）将新鲜的茭白切碎，加入水，放入搅拌器中磨碎并匀浆，匀浆后将其倒入盛有大豆粉、酵母粉、干酪素和蔗糖的灭菌桶中，将上述 5 种组分充分搅拌均匀后，置于手提式高压蒸汽灭菌锅中，于 125℃下灭菌 30 min，灭菌完毕后，取出待用。

（3）琼脂粉中加入纯净水，加热并煮至沸腾，待完全溶解后，将其倒入步骤（2）中已灭菌好的饲料中，用力搅拌均匀，并冷却至 60℃左右备用。

（4）将称好的抗坏血酸钠、胆固醇、氯化胆碱、威氏盐、复合维生素 B 放一烧杯中，加入适量纯净水，边搅拌边溶解；山梨酸和对羟基苯甲酸甲酯单独称重放另一烧杯中，加入适量纯净水，并置于磁力搅拌器上，边加热搅拌边溶解，待上述两部分完全溶解后，分别将其倒入步骤（3）中的饲料中，再加入 40%的甲醛，搅拌直至完全均匀。

（5）将搅拌好的饲料倒入保鲜盒中，完全冷却凝固后存放于 4℃冰箱中备用。

表 1 二化螟人工饲料各组分含量 (1 000 g 饲料)
Table 1 Composition of artificial diet for rearing of *Chilo suppressalis*

饲料组分 Components	重量（g） Quantity	饲料组分 Components	重量（g） Quantity
组分 A Part A		组分 C Part C	
大豆粉 Soybean powder	45	抗坏血酸(Vc) Ascorbic acid	4.35
酵母粉 Yeast powder	30	胆固醇 Cholesterol	0.30
干酪素 Casein	15	氯化胆碱 Choline chloride	0.44
蔗糖 Sucrose	15	威氏盐 Wesson’s salt	0.15
鲜茭白 Fresh water bamboo	145	复合维生素 B Vitamin B	0.03
水 Water	375	山梨酸 Sorbic acid	1.45
组分 B Part B		尼泊金甲酯 Methyl parahydroxybenzoate	1.45
琼脂粉 Agar powder	16	40%的甲醛 (mL) 40% Formaldchyde	1.00
水 Water	300	蒸馏水 Distilled water	50

表 2 复合维生素 B 各组分含量
Table 2 The detailed composition of vitamin B in the artificial diet

成份 Ingredients	每千克饲料含量（mg） Quantity in 1 000 g artifical diet（mg）
烟酰胺(V_{BPP}) Nicotinamide	152
盐酸硫胺素(V_{B1}) Thiamine hydrochloride	38
核黄素(V_{B2}) Riboflavin	76
盐酸吡哆醇 (V_{B6}) Pyridoxine hydrochloride	38
氰钴胺素 (V_{B12}) Cyanocobalamin	1
叶酸 (V_{B10}) Folic acid	38
泛酸钙 (V_{B5}) D-Pantothenic acid calcium salt	152
生物素 (V_{B7}) D-(+)-Biotin	4
合计 Total	500

2 二化螟人工饲养技术

具体操作步骤按以下程序进行：

（1）将上述人工饲料从冰箱中取出，用灭菌的壁纸刀切成条状，放入消毒后的平底玻璃管中（直径 2.5 cm，高 7.0 cm），每管接入二化螟初孵幼虫 20 头，并在管口塞上已灭菌好的棉塞，置于温度（27±1）℃，相对湿度 70%~80%，光照时间 16L∶8D 的养虫室内饲养。

（2）初孵幼虫在上述环境条件下饲养 14~15 d 后，大多数均发育到 3～4 龄，需对其进行分管饲养。将 3～4 龄的二化螟幼虫放入消毒的平底玻璃管中，每管 4 头，然后添加上述人工饲料，置于步骤（1）中相同环境条件下的养虫室内饲养至化蛹。

（3）将二化螟蛹从玻璃管中检出，辨别雌雄后，分别放入带盖的塑料盒中，置于步骤（1）中相同环境条件下的养虫室内饲养，直至成虫羽化。

（4）将羽化后的成虫大致按 1∶1 比例放入移栽有分蘖期水稻苗的产卵笼中进行交配、产

卵，并饲以 10%的蜂蜜水补充营养，每天检查成虫的产卵情况并更换新鲜的水稻苗。

（5）将产有二化螟卵的稻叶取下，将带有卵块的稻叶浸入 10%的甲醛中，消毒 20 min，然后用清水彻底冲洗干净，冲洗完毕后，将带有卵的稻叶平铺在有湿滤纸的玻璃培养皿（直径 9 cm）中，并在上面盖一层湿滤纸保湿，然后置于步骤（1）中相同环境条件下的养虫室内发育，直至幼虫孵化。

（6）幼虫孵化后，继续按上述步骤（1）、（2）、（3）、（4）、（5）循环操作继代饲养，不断提供所需虫源，直至饲养结束。

3　饲养过程中的注意事项与要求

（1） 对昆虫饲养危害最大的是昆虫传染性疾病，疾病一旦发生，传染极快。因此，应做好昆虫疾病的预防和控制。首先严禁携带带病的虫种进入养虫室，一旦发现病原，应立即清除，并对接触过病虫的试验器皿和容器进行消毒处理，防止病原菌传播、感染。同时在两人工饲养技术环节中应时刻注意：严格保持养虫室的清洁及各种饲养器具及容器的消毒、灭菌，严格做到无菌操作，严防昆虫病原菌的传播与蔓延。养虫过程中，如果发现个别养虫管被真菌、细菌或病毒污染，应将污染的养虫管挑出，不要打开棉塞，直接放入高压蒸汽灭菌锅中消毒、灭菌后，再进行清洗、晾干。

（2）二化螟产卵需要在高温、高湿的条件下进行，在产卵期间，应保持养虫室的湿度≥80%。为防止病原菌滋生，幼虫在湿度较低（RH 约为 60%）的环境中生长较好，因此建议产卵和幼虫饲养的地方要隔开。此外，产卵供试的水稻苗一定要健壮，最好是分蘖期以上的水稻苗，水稻叶片的宽大有利于二化螟大卵块的产出。

（3）由于二化螟老熟幼虫易滞育，低于 13 h 的短日照可引起 50%以上的幼虫滞育（肖海军等，2012）。因此，饲养时必须保持幼虫有充足的光照时间和光照强度，通常养虫室的光周期设为 16 L∶8 D。

（4）如果实验室以越冬的滞育幼虫做为饲养虫源时，首先必须满足其低温要求，可将滞育幼虫放在 4℃冰箱中保持 2 个月左右，然后将其放在 24℃、光照条件为 16 L∶8 D 的环境中解除滞育。这种越冬虫源可在室内低温条件下保存 10 个月以上，但滞育解除后其羽化率仍达 70%以上（尚稚珍等，1979），对于调节虫源不足及虫源的复壮具有重要意义。

（5）由于二化螟雌蛹的发育速度快于雄蛹，为保证雌、雄成虫完全自由交配，可通过温度差异调节雌、雄蛹的发育进度，使雌、雄成虫的羽化高峰和交配高峰保持一致，以便产出高质量的受精卵。

（6）由于成虫羽化和鳞片形成需要不饱和脂肪酸，有些昆虫本身不能合成所需要的脂肪酸，当二化螟成虫羽化出现翅伸展不佳或部分成虫羽化不能顺利蜕出蛹壳等现象时，可往饲料中添加 0.2%的稻米油。

（7）由于二化螟幼虫对人工饲料的适应需要一段时间，从田间采集的幼虫需要带回室内饲养时，建议先用天然寄主茭白将其饲养至化蛹，羽化产卵后，再将初孵幼虫接到人工饲料上，这样可以缩短幼虫对饲料的适应时间，提高幼虫的成活率。

4　讨论

本实验室已用上述人工饲料和饲养方法连续继代饲养二化螟 69 代，饲养过程中，其适合度指标仍保持较高水平，每代幼虫的存活率均＞85%，化蛹率、羽化率和卵孵化率均高于 90%，产卵量约 100 粒/♀；前 15 代的饲养比对数据表明，用该饲料和该方法饲养的二化螟的发育速率显著高于在天然寄主水稻上的发育速率，在该人工饲料上的幼虫存活率和水稻上没有明显差异（Han *et al.*，2012）。这说明，该人工饲料和饲养方法适于二化螟的周年继代和规模化饲养，可将该方法做为二化螟标准化的饲养程序。

以往二化螟人工饲料存在的主要问题是：饲料成分过于单一，二化螟难以完成个体发育；幼虫存活率偏低；随饲养代次的增加，成虫的产卵

量或卵孵化率显著下降；防腐性能较差，需频繁更换饲料。影响昆虫生长发育、存活和繁殖的营养因子有很多，对于以植物为寄主的寡食性昆虫来说，叶因子的有、无和含量是关键影响因子之一，它是诱导和促进昆虫取食的关键刺激物（忻介六和苏德明，1979）。一般来说，食性愈窄，对取食刺激的要求愈高（王延年等，1984）。在三化螟、玉米螟和茶小卷蛾的饲料中都要添加寄主植物或寄主植物的提取物。在已报道的二化螟饲料中，多数配方均需添加水稻或茭白茎叶粉，但它们在饲料中的比例（＜5%）偏低于昆虫生长发育所需要的量，故幼虫存活率仍偏低（Kamano，1971；Ishii，1971；尚稚珍和王银淑，1984）。本饲料配方中，茭白在饲料中所占的比重约 14.5%，初孵幼虫在该饲料上的成活率＞85%，说明该叶因子含量能完全满足二化螟的生长、发育和存活。值得注意的是，本研究中添加的叶因子是鲜茭白，笔者在研制饲料的过程中发现，添加鲜茭白的饲养效果要远优于干茭白粉，推测可能是：茭白粉在制作过程中一些维生素或氨基酸被破坏导致其营养质量下降。

防腐剂的含量也是决定一个饲料配方好、坏的关键因素，在确定防腐剂的种类及使用浓度时必须遵循的原则是：既要有效抑制微生物，又不能影响和伤害昆虫，在能抑制住病原微生物生长的前提下，以少加防腐剂为准（王延年等，1984）。不同防腐剂的防腐效果和对昆虫的毒性不一样。对同一种防腐剂来说，因饲养昆虫的种类不同，所表现出的毒害可能有很大差异（忻介六和苏德明，1979；王延年等，1984），因此必须通过预实验摸索二化螟人工饲料中防腐剂的安全浓度。有研究报道，三化螟饲料中防腐剂的用量达到 0.1%，就会表现出一定的毒害作用（王延年等，1984）。本研究中防腐剂在人工饲料中的含量约 0.38%（Han *et al.*，2012），已报道的其他二化螟人工饲料中防腐剂的用量范围为 0.02%~0.77%，在该剂量范围内，并未观察到二化螟生长发育的不适（Kamano，1971；Ishii，1971；忻介六和苏德明，1979；尚稚珍和王银淑，1984），说明上述剂量仍属于二化螟的安全使用剂量。由于防腐剂难溶于水，为了提高防腐剂的抑菌效果，使用时最好加热溶解。

脂肪酸也是昆虫生长发育不可缺少的一类营养物质，昆虫所需要的饱和脂肪酸可由体内自发合成，但所需要的不饱和脂肪酸在体内一般无法合成，只能从食物中获取。如果昆虫体内缺乏这类脂肪酸，蛹会发育不好，且成虫的羽化和展翅都会受到影响（忻介六和苏德明，1979；王延年等，1984）。虽然有研究报道，二化螟人工饲料中加入脂肪酸会使其发育恶化（王延年等，1984），但我们在二化螟饲养过程中发现，如果饲料中长期不添加稻米油等不饱和脂肪酸，成虫就会出现展翅不好或者很难蜕掉蛹壳等现象，一旦添加，这种现象就会消失，说明不饱和脂肪酸对二化螟的羽化具有重要作用。胆碱和固醇类物质也是昆虫发育不可缺少的营养成分。几乎所有昆虫都需要大量胆碱。二化螟幼虫与其它昆虫不同，在缺乏胆碱的饲料中也能发育，以前认为可以不添加，但添加了胆碱后，发现成虫的产卵数及卵的孵化率得到显著提高（忻介六和苏德明，1979；Han *et al.*，2012）。二化螟幼虫在 0.02%~1.3%胆固醇含量的饲料中发育较好，当含量提高到 5%~17%，对幼虫的发育也没有发现不良影响（忻介六和苏德明，1979），这一点在本研究中也得到证实。

此外，本研究还发现营养成分比例不适对昆虫的生长亦有重大影响甚至导致饲养失败，特别是寡食性昆虫，对营养成分的比例要求更高。我们在饲养中发现，二化螟喜食高蛋白的人工饲料，在蛋白含量偏低的饲料中发育较差，可能这也是大豆粉饲料优于麦胚粉饲料的饲养效果的主要原因。本研究认为饲料中无需再添加纤维素，因为大豆粉中含有丰富的纤维素。蔗糖在饲料中是增加口感，诱导昆虫取食的刺激物，不宜过多，如果添加过量，不但不利于昆虫生长，而且容易滋生病原菌。为满足昆虫对维生素和无机盐类的需求，一般建议饲料中均需添加 B 族维生素和威氏盐类。因此，只有各营养组分搭配适

当才能为昆虫的生长发育提供平衡的营养条件。

另外，本研究中人工饲料的原材料均为常见营养物质，易于获取，其制作流程也比较简单，因此，饲养成本较低（8.0 元/kg）；饲料防腐效果较好，整个世代，只需更换一次饲料，能节约大量劳动力，比较经济、合算；饲养方法简单，便于操作和学习。此外，该配方只需极少量茭白就可饲养大量二化螟，克服了以往因季节变化，尤其是冬季和早春季节天然饲料短缺导致二化螟无法全年继代饲养的难题，实现了标准虫源的长期、大批量供给。综合以上分析认为，该饲料配方和饲养方法可作为二化螟周年继代和规模化饲养的标准化方法，可广泛应用于害虫科学研究和水稻生产中。

虽然二化螟的人工饲养已取得巨大进展，但不可否认仍存在一些问题，如饲料配制时仍需少量天然寄主，这也是我们下一步研究需要解决的问题，即在保障二化螟高品质饲养的前提下，如何去除天然寄主。

参考文献 （References）

Han LZ, Li SB, Liu PL, Peng YF, Hou ML, 2012. New artificial diet for continuous rearing of *Chilo suppressalis* （Lepidoptera: Crambidae）. *Annal of the Entomological Society of Amercian*, 105(2): 253–258.

Ishii S, 1971. Nutritional studies of the rice stem borer, *Chilo suppressalis* Walker, and its mass rearing. *Entomophaga*, 16 (2): 165–173.

Kamano S, 1971. Studies on artificial diet of the rice stem borer, *Chilo suppressalis* Walker. *Bulletin of the National Institute of Agricultural Sciences Series C*, 25: 1–45.

Liu HM, Li SH, Wang MQ, Wang XF, Zhang GA, 2005. Artificial diets for the rice stem borer, *Chilo suppressalis*. *Chinese Bulletin of Entomology*, 42(6): 714–716. [刘慧敏, 李闪红, 王满囷, 王雪峰, 张国安, 2005. 二化螟人工饲料研究初报. 昆虫知识, 42(6): 714–716.]

Liu HM, Li SH, Wang MQ, Zhang GA, 2008. The optimized artificial diet of the rice stem borer, *Chilo suppressalis*. *Chinese Bulletin of Entomology,* 45(2): 310–314. [刘慧敏, 李闪红, 王满囷, 张国安, 2008. 二化螟人工饲料关键因子的优化及其优化配方的饲养效果. 昆虫知识, 45(2): 310–314.]

Liu HM, Zhang GA, 2007. Optimizing the artificial diet composition for the rice stem borer, *Chilo suppressalis*, by orthogonal design. *Chinese Bulletin of Entomology,* 44(5): 754–757. [刘慧敏, 张国安, 2007. 用正交试验法优选二化螟人工饲料配方. 昆虫知识, 44 (5): 754–757.]

Lu YR, Su JK, Ji CM, Liu Q, Zhang CM, Liu HA, 2003. Exploration of rearing method in lab of the striped stem borer, *Chilo suppressalis*. *Journal of Anhui Agricultural Science*, 31(2): 270–271. [陆玉荣, 苏建坤, 吉春明, 刘琴, 张春梅, 刘怀阿, 2003. 水稻二化螟的室内饲养方法初探. 安徽农业科学, 31(2): 270–271.]

Meng FX, Wu KM, Gao XW, 2003. Evaluation of few-flower wildrice, chufa and rice as foods for rearing the striped stem borer, *Chilo suppressalis*. *Chinese Bulletin of Entomology*, 40(5): 469–472. [孟凤霞, 吴孔明, 高希武, 2003. 利用茭白、荸荠及水稻饲养二化螟的技术研究. 昆虫知识, 40(5): 469–472.]

Sato Y, 1977. Technique for mass rearing of the rice stem borer and development studies of new insecticides. *Journal of Pesticide Science*, 2(3): 333–343.

Sato Y, Sakai M, 1971. Mass rearing of the rice stem borer, *Chilo suppressalis* (Walker) rearing on rice seeding. *Symposium on Rice Insects*, 197(2): 63–67.

Shang ZZ, Wang YS, 1984. Studies on the application of artificial diet of the rice stem borer, *Chilo suppressalis* Walker. *Chinese Bulletin of Entomology*, 21(1): 5–9. [尚稚珍, 王银淑, 1984. 二化螟人工饲料实用化的研究. 昆虫知识, 21(1): 5–9.]

Shang ZZ, Wang YS, Zou YH, 1979. Studies on rearing of the rice stem borer, *Chilo suppressalis* Walker. *Acta Entomologica Sinica*, 22(2): 164–168. [尚稚珍, 王银淑, 邹永华, 1979. 二化螟饲养方法的研究. 昆虫学报, 22(2): 164–167.]

Wang YN, Zheng ZQ, Zhou YS, 1984. Handbook of Artificial Diet of Insect. Shanghai: Shanghai Scientific & Technical Publishers. 3–73. [王延年, 郑忠庆, 周永生, 1984. 昆虫人工饲料手册. 上海: 上海科学技术出版社. 3–73.]

Xiao HJ, He HM, Xue FS, 2012. Research progress in characteristics of diapsuse biology in *Chilo suppressalis*. *Biological Disaster Science*, 35(1): 1–6. [肖海军, 何海敏, 薛芳森, 2012. 二化螟滞育生物学特性的研究进展. 生物灾害科学,35(1): 1–6.]

Xin JL, Su DM, 1979. Artificial Rearing of Insect, Acarid and Spider. Beijing: Science Press. 10-58. [忻介六, 苏德明, 1979. 昆虫、螨类、蜘蛛的人工饲料. 北京: 科学出版社. 10–58.]