

昆虫、螨类、蜘蛛的 人工饲料

——◆——
忻介六 苏德明 编著

科学出版社



昆虫、螨类、蜘蛛的 人工饲料

忻介六 苏德明 编著

科学出版社

1979

内 容 简 介

本书搜集了国内有关昆虫人工饲料的科研成果，并汇编了国外的有关资料。分总论与各论二部分。总论部分叙述了昆虫人工饲料配制方面的一些原则；各论部分收录了重要昆虫人工饲料的文献摘要，主要是我国重要害虫的人工饲料配方及配制原则，包括重要昆虫 52 种、螨类 5 种、蜘蛛 1 种。其中若干昆虫是国内没有的，但可为配制国内同科、同属昆虫的人工饲料作参考。本书可供从事昆虫学研究的科技工作者、大专院校师生及广大植保人员参阅。

昆虫、螨类、蜘蛛的 人工饲料

析介六 苏德明 编著

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1979 年 6 月第 一 版 开本：787×1092 1/32

1979 年 6 月第一次印刷 印张：7

印数：0001—9,320 字数：154,000

统一书号：13031·1010

本社书号：1423·13—7

定 价： 0.75 元

前 言

本书分总论与各论二部分，总论部分叙述人工饲料配制方面的一些原则，各论部分收录了重要昆虫人工饲料的文献摘要，其中若干昆虫是国内没有的，但可为配制国内同科或同属昆虫人工饲料时参考。共计收录了国内外重要昆虫 52 种，螨类 5 种，蜘蛛 1 种。

各论中各种昆虫名称下分别用二个括弧注明其所属目、科和所引用文献的作者姓名及年份，可由此在参考文献中查到文献全名，供进一步查考。

文中除注了昆虫的拉丁名，不常见的化学名外，还注了若干专门术语，一是因为国内没有统一译法，二是为了青年读者进一步阅读外文书籍时参考。

此次出版，总论部分请苏德明同志补充近年来的一些资料，并担任全书编排、学名、汉名与表格的核对以及参考文献的编制。但昆虫营养的研究与人工饲料饲养技术国内外在不断发展，不久将来必须加以增补。由于我个人水平有限，错误难免，希望各方多予指正，以便有机会增订再版时得以改正。

书中插图由复旦大学生物系绘图室陆俊英、李小芳二同志代为重新绘制，特致谢意。

忻 介 六

1977 年 12 月于复旦大学

目 录

前言	i
总论	1
一、研究人工饲料的目的及其分类	1
二、昆虫人工饲料的成分	3
(一) 蛋白质或氨基酸	3
(二) 碳水化合物	7
1. 糖类与昆虫的味觉	8
2. 碳水化合物与蛋白质的比例	9
(三) 脂肪酸	10
(四) 固醇类	13
(五) 维生素	17
1. 维生素复合 B	18
2. 脂溶性维生素	19
3. 抗坏血酸	22
4. 脂原——胆碱与肌醇	23
(六) 无机盐类	25
1. 家蚕	26
2. 杂拟谷盗	26
3. 蚜虫类	27
4. 其他昆虫	28
(七) 叶因子	29
三、防腐物质	30
(一) 卵的消毒	30
(二) 人工饲料的防腐	31
1. 物理消毒法	31

2. 化学消毒法	32
四、人工饲料的营养平衡	36
(一) 营养水平与营养平衡	36
(二) 营养平衡对生长、发育的影响	38
五、人工饲料的物理性状	39
(一) 纤维素	39
(二) 琼脂	40
(三) 均匀性	42
六、取食刺激剂	43
(一) 碳水化合物	43
(二) 蛋白质	44
(三) 类脂物质	44
(四) 其他化学品	44
七、配制人工饲料的基本技术操作	46
(一) 一般操作	46
(二) 幼虫的取出与化蛹	49
(三) 每一三角瓶中的幼虫数	50
(四) 采卵	50
(五) 卵的保护	50
(六) 贮藏	51
各论	52
一、鳞翅目昆虫	53
(一) 三化螟 <i>Tryporyza incertulas</i> Walker	53
(二) 二化螟 <i>Chilo suppressalis</i> Walker	55
1. 釜野氏饲料	55
2. Hormchong 氏饲料	56
3. 稻苗大规模饲养	57
(三) 白螟 <i>Scirpophaga nivella</i> Fabr.	59
(四) 玉米螟 <i>Ostrinia nubilalis</i> (Hübner)	62
1. 半人工饲料	62

2. 麦胚饲料及玉米叶饲料	63
3. 合成饲料	65
4. 无天然植物碎片饲料	67
(五) 红铃虫 <i>Pectinophora gossypiella</i> (Saunders)	68
1. 麦胚培养基	68
2. 棉籽粉饲料	69
3. 含棉籽的实用饲料	70
4. 藻朊酸钠饲料	71
(六) 豆荚螟 <i>Etiella zinckenella</i> Treitschke	72
(七) 实夜蛾属 <i>Heliothis</i>	73
1. 棉铃虫 <i>Heliothis armigera</i> (Hübner) 标准饲料 ...	73
2. 实夜蛾属饲料	74
3. 棉铃虫与斜纹夜蛾饲料	75
4. 麦胚饲料	76
5. 豆饲料	77
6. CSM 基础饲料	78
7. 低琼脂、酪蛋白、麦胚饲料	79
8. 小室法	79
9. 大豆麦胚饲料	80
10. 麦豆混合饲料	81
11. 饲料干片饲养法	82
(八) 大螟 <i>Sesamia inferens</i> Walker	83
1. 稻茎粉饲料	83
2. 麦胚饲料	84
(九) 小地老虎 <i>Agrotis ipsilon</i> (Hufnagel)	85
1. 半人工饲料	85
2. 幼虫饲料	87
(十) 粘虫 <i>Leucania separata</i> Walker、海边粘虫 <i>Spodoptera littoralis</i> (Boisduval)、非洲粘虫 <i>Spodoptera exempta</i> (Walker)	88
1. 粘虫的麦麸饲料	88

2. 海边粘虫的藻朊酸钙的幼虫饲料	89
3. 非洲粘虫的玉米与草饲料及波氏饲料	90
(十一) 斜纹夜蛾 <i>Spodoptera</i> (= <i>Prodenia</i>) <i>litura</i> F.	91
(十二) 舞毒蛾 <i>Porthetria dispar</i> (L.)	93
1. 麦胚饲料	93
2. 麦胚培养基	94
(十三) 一种天幕毛虫 <i>Malacosoma disstria</i> Hübner	96
(十四) 卷蛾类的大规模繁殖方法	97
(十五) 苹果小卷蛾 <i>Laspeyresia pomonella</i> (Linnaeus) ...	99
1. 人工饲料	99
2. 各种人工饲料的比较	101
(十六) 梨小食心虫 <i>Grapholitha molesta</i> (Busck)	103
(十七) 蓖麻蚕 <i>Philosamia cynthia ricina</i> Donovan	104
1. 半合成饲料	104
2. 七种人工饲料	106
(十八) 家蚕 <i>Bombyx mori</i> (Linnaeus)	107
(十九) 大菜粉蝶 <i>Pieris brassicae</i> (L.)	108
(二十) 柑桔凤蝶 <i>Papilio xuthus</i> Linné	111
二、鞘翅目昆虫	112
(一) 瓢虫	112
1. 七星瓢虫成虫代饲料	112
2. 蜜蜂雄蜂蛹饲育七星瓢虫	113
3. 七星瓢虫 <i>Coccinella septempunctata</i> L.	114
4. 加拿大捕食性瓢虫	114
5. 捕食性瓢虫饲育器	115
6. 瓢虫新人工饲养法	116
(二) 天牛科	119
(三) 栎红天牛 <i>Enaphalodes rufulus</i> (Haldeman)	120
(四) 一种棘胫小蠹 <i>Ips cembrae</i> Heer	121
(五) 锯谷盗 <i>Oryzaephilus surinamensis</i> (L.)	122

(六) 黄粉甲 <i>Tenebrio molitor</i> L.	123
(七) 杂拟谷盗 <i>Tribolium confusum</i> Jacquelin du Val ...	124
(八) 赤拟谷盗 <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst).....	125
(九) 白腹皮蠹 <i>Dermestes maculatus</i> DeGeer	126
(十) 梅树象甲 <i>Conotrachelus nenuphar</i> (Herbst)	127
三、半翅目昆虫	128
(一) 蚜虫类	128
1. 蚜虫饲养器	128
2. 配制人工饲料中的几个问题	130
3. 半纯饲料	131
(二) 叶蝉、飞虱类	134
1. 采卵与采卵器	134
2. 饲养和饲养器	135
3. 全纯饲料的成分与配制	136
4. 其他饲养条件	138
5. 全纯饲料饲养的情况.....	139
(三) 一种盲蝽 <i>Lygus hesperus</i> Knight	140
(四) 桔粉蚧 <i>Planococcus citri</i> (Risso)	142
四、双翅目昆虫	144
(一) 地中海实蝇 <i>Ceratitis capitata</i> (Wiedeman).....	144
(二) 家蝇 <i>Musca domestica</i> L.	147
(三) 葱种蝇 <i>Hylemyia antiqua</i> (Meig.)	148
(四) 螺旋蝇 <i>Cochliomyia hominivorax</i> (Coquerel)	148
1. 半纯饲料	148
2. 全纯饲料	148
3. 代用饲料	150
(五) 橄榄蝇 <i>Dacus oleae</i> (Gmelin)	150
(六) 果蝇 <i>Drosophila melanogaster</i> (Meigen)	151
1. 标准酵母、蔗糖培养基	152
2. 全纯饲料	152

(七) 稻虫寄蝇 <i>Zenillia roseanae</i> B.	154
(八) 豪氏麻蝇 <i>Agria housei</i> (= <i>A. affinis</i>)	155
1. 第一种饲料成分	155
2. 第二种饲料成分	157
五、膜翅目昆虫	157
(一) 一种黑瘤姬蜂 <i>Pimpla turionella</i> (L.)	157
(二) 一种姬蜂 <i>Exeristes comstockii</i> (Cresson)	157
(三) 一种内寄生埃姬蜂 <i>Itopectis conquisitor</i> (Say)	159
(四) 一种外寄生姬蜂 <i>Exeristes roborator</i> (Fabr.)	162
(五) 粉蝶金小蜂 <i>Pteromalus puparum</i> (L.) 的体外饲养 ...	167
(六) 一种赤眼蜂 <i>Trichogramma pretiosum</i> 的体外饲养 ...	169
(七) 加州赤眼蜂 <i>Trichogramma californicum</i> 的人工卵 ...	170
六、脉翅目昆虫	172
(一) 亚非差草蛉 <i>Chrysopa</i> (<i>Anisochrysa</i>) <i>boninensis</i> Oka- moto	172
(二) 草蛉幼虫集体饲养方法	174
(三) 绿草蛉 <i>Chrysopa carnea</i> Stephens	175
(四) 绿草蛉的大规模饲养	176
(五) 绿草蛉幼虫及成虫的饲养	178
(六) 人工卵的制造	179
七、直翅目昆虫	179
(一) 飞蝗 <i>Locusta migratoria migratoria</i> (L.)	179
(二) 家蟋蟀 <i>Acheta domesticus</i> (L.)	180
八、等翅目昆虫	181
黄胸散白蚁 <i>Reticulitermes flavipes</i> (Kollar), 与家 白蚁 <i>Coptotermes formosanus</i> Shiraki	181
九、蜱螨目	182
(一) 二斑红叶螨 <i>Tetranychus urticae</i> Koch	182
1. Rodriquez 氏饲料	182
2. Stroms 氏饲料	185

3. Ekaka 氏饲料	187
(二) 刺足根螨 <i>Rhizoglyphus echinopus</i> (Fumouze & Robin) 及食酪螨属 <i>Tyrophagus</i>	191
(三) 腐食酪螨 <i>Tyrophagus putrescentiae</i> (Schränk)	192
(四) 智利小植绥螨 <i>Phytoseiulus persimilis</i>	194
1. McMurtry and Soriven, 1972; McMurtry, 1975 的人工饲料	194
2. Shehata 氏等人的饲料	194
(五) 一种盲走螨 <i>Typhlodromus</i> sp.	196
十、蜘蛛目	197
一种红螯蛛 <i>Chiracanthium inclusum</i> (Hentz) 与一种狼蛛 <i>Lycosa gulosa</i> Walckenaer	197
附录	199
(一) 韦氏盐	199
(二) U. S. P. XIII 二号盐	199
(三) M-D185 号混合盐	199
(四) 奇氏和贝氏混合盐	200
(五) 豪氏与巴氏饲养豪氏麻蝇混合盐	200
(六) 饲养玉米螟混合盐	201
(七) 范氏维生素混合液	201
(八) 范氏加强混合剂	201
参考文献	203

总 论

一、研究人工饲料的目的及其分类

昆虫人工饲料的研究已有约 30 年以上的历史。特别是近十余年来,由于在昆虫生理、毒理、病理、辐射不育、化学不育、天敌释放、引诱剂与激素利用以及遗传防治等害虫防治新技术的研究与实施,需要供应成亿上万的生理标准划一的昆虫,促使人工饲料工作迅速发展,并已成为昆虫学研究及害虫防治新技术上的基本技术之一。也就是说,上述各种害虫防治新技术的实际应用,还要看大规模人工饲料饲养该种昆虫的可能性如何而定。

昆虫人工饲料主要使用于下列几种目的:

(1) 研究昆虫的营养生理等问题,为害虫防治及益虫利用奠定理论基础。因为人工饲料配制成分需要根据昆虫营养生理研究结果来决定。

(2) 大规模饲养天敌,或天敌的寄主,供释放之用。

(3) 大规模饲养昆虫供研究及实施辐射不育、化学不育、引诱剂、及遗传防治等防治新技术之用。

(4) 大规模饲养不带病昆虫,用以培养昆虫的细菌、真菌、病毒及线虫等,以进行害虫的微生物防治。

(5) 大规模饲养生理标准划一的昆虫,供筛选杀虫剂及研究毒理之用。

(6) 大规模饲养昆虫供提取性信息激素和生物测定之用。

(7) 大规模饲养如家蚕等资源昆虫,使之完全不受气候

条件及桑树生长的影响,全年在室内饲养,增产蚕丝。

所谓“人工饲料”(artificial diets)是与天然食料相对称的一个通俗名称。通常是指不是昆虫原来所取食的天然食物的饲料。昆虫在自然界所取食的食料,称为天然饲料。现在文献上所使用的人工饲料的名称很多,如:合成饲料、半合成饲料、全纯饲料、半纯饲料、规定饲料、实用饲料、代用饲料、容菌饲料以及灭菌饲料等等。但根据配制人工饲料的目的及其成分,可分为下列三大类:

1. 全纯饲料 holidic diets

亦称“化学规定饲料”(chemically defined diets)是可以利用化学式表示其成分的饲料。如饲养蜉蝣的干燥混合物、饲养吸收植物液汁昆虫的水溶液,以及加入琼脂以满足需要高水分的咀嚼型口器昆虫所取食的饲料。大多数昆虫营养研究使用下列一种或多种物质:琼脂、蛋白质(常用酪蛋白)、植物油、淀粉及纤维等。琼脂已被证实对昆虫没有营养价值。蛋白质以及植物油等可以用现代精密的分析方法,除去其杂质,或确定其成分,可用为营养试验。这种全纯饲料,基本上用于研究昆虫的营养。

2. 半纯饲料 meridic diets

是指含有一种或多种来源于植物、动物或微生物的尚未经纯化物质(如植物组织、肝提出物及酵母产品等)的饲料。在大多数情况下,所添加的物质是企图供给一种或一类营养物质,例如各种维生素或类脂物质等,而在若干情况下可能供给所有各类的营养物质。这种饲料的主要特征是大多数营养物质是由已纯化或精制的物质所提供。实验室中饲养昆虫的绝大多数的饲料属于此类。

3. 实用饲料 practical diets

是指主要由天然物质制备的饲料,有的是模拟天然食物,

有的是已知有高质量营养成分的物质。这种饲料被假定为含有全部所需要的营养成分，但其中可能含有不被利用及不能消化的杂质。随着昆虫营养知识的增加，这种饲料的功效益利用可由更好选择营养物质的来源而得到改进。这类饲料是经济的，而能用于大规模饲养 (mass rearing) 的。

二、昆虫人工饲料的成分

在设计人工饲料时应先知道哪种物质是昆虫共同需要的？那种成分是某些昆虫特殊要求的？现在就昆虫人工饲料中的主要成分，分别述之如下：

(一) 蛋白质或氨基酸

蛋白质或氨基酸是参与虫体组织的主要物质，从根本上说，昆虫对蛋白质的需要就是对氨基酸的需要，因而蛋白质的营养价值取决于它的氨基酸的量和质。昆虫具有分解蛋白质和由氨基酸合成蛋白质的能力。昆虫究竟需要那些氨基酸呢？从表 1 可以知道昆虫所需要的氨基酸，可分为必需氨基酸与非必需氨基酸两大类。必需氨基酸是昆虫生长发育所必不可缺的，必须由食物供应，一般有 10 种。其余为非必需氨基酸，可由昆虫自己合成。除少数例外，昆虫只利用 L 型氨基酸，D 型氨基酸一般是有害的。

二化螟所需的 10 种必需氨基酸为：精氨酸、组氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、赖氨酸、蛋氨酸、苯丙氨酸、苏氨酸、色氨酸及缬氨酸。这 10 种必需氨基酸和肉食性的皮蠹和仓库害虫的杂拟谷盗所需要的必需氨基酸是完全一致的，而且与老鼠的必需氨基酸也一样。

此外如葱种蝇、红铃虫、棉铃象甲(幼虫及成虫)、蓖麻蚕

表 1 昆虫幼期的氨基酸需

氨基酸 虫种	精 氨 酸	组 氨 酸	异 亮 氨 酸	亮 氨 酸	赖 氨 酸	蛋 氨 酸
皮蠹 <i>Attagenus</i> sp.	+	+	+	+	+	+
棉铃象甲 <i>Anthonomus grandis</i>	+	+	+	+	+	+
锯谷盗 <i>Oryzaephilus surinamensis</i>	+	+	+	+	+	+
杂拟谷盗 <i>Tribolium confusum</i>	+	+	+	+	+	+
谷斑皮蠹 <i>Trogoderma granarium</i>	+	+	+	+	+	+
埃及伊蚊 <i>Aedes aegypti</i>	+	+	+	+	+	+
豪氏麻蝇 <i>Agria housei</i>	+	+	+	+	+	+
舍蝇 <i>Musca vicina</i>	+	+	+	+	+	+
丽蝇 <i>Calliphora vicina</i>	+	+	+	+	+	+
果蝇 <i>Drosophila melanogaster</i>	+	+	+	+	+	+
葱种蝇 <i>Hylemya antiqua</i>	+	+	+	+	+	+
伏蝇 <i>Phormia regina</i>	+	+	+	+	+	+
地老虎 <i>Agrotis orthogonia</i>	+	+	+	+	+	+
二化螟 <i>Chilo suppressalis</i>	+	+	+	+	+	+
红带卷蛾 <i>Argyrotaenia velutinana</i>	+	+	+	+	+	+
红铃虫 <i>Pectinophora gossypiella</i>	+	+	+	+	+	+
桃蚜 <i>Myzus persicae</i>	+	+	+	+	±	+
德国姬螻 <i>Blattella germanica</i>	±	+	+M ?F	+	?M +F	-

+表示必需 -表示非必需 ±表示有某些促进生长作用 ?表示否定

及红带卷蛾等的必需氨基酸也是和二化螟一样的 10 种。家蚕除这 10 种外,尚需要脯氨酸,而且若缺天门冬氨酸或谷氨酸对其生长有较大的影响。

桃蚜所需要的氨基酸与其他所有昆虫比较是非常特殊的,就是它只需要组氨酸、异亮氨酸和蛋氨酸三种。说它自身有合成能力,毋宁说是由于它体内的共生微生物所合成供给

表(根据 House, 1974 改写)

苯 丙 氨 酸	苏 氨 酸	色 氨 酸	缬 氨 酸	丙 氨 酸	天 门 冬 氨 酸	胱 氨 酸(半胱 氨 酸)	谷 氨 酸	甘 氨 酸	羟 脯 氨 酸	脯 氨 酸	丝 氨 酸	酪 氨 酸
+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
+	+	+	+	-	±	-	±	-	-	-	-	-
+	+	+	+	±	±	+	-	+	-	-	-	+
+	+	+	+	-	±	-	±	-	-	-	-	-
+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
+	+	+	+	-	-	±?	-	±?	±?	±	±	±
+	+	+	+	±	-	-	-	±	-	-	±	±
+	+	+	+	±	-	-	-	±	-	-	-	-
+	+	+	+	-	-	±	±	±	-	-	-	-
+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	-
+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-
+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+
+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+
-	-	+	+	+	-	?	+	-	-	+	+	-
									-F	-F		

或未定 M雄虫 F雌虫

的。蚜虫类腹腔内具有包含共生微生物的特殊细胞(含菌细胞 mycetocytes)和组织(含菌体 mycetomes), 这种共生微生物经胚胎传至后代, 有固定空气中氮的能力, 所以很有可能可以对蚜虫供给氨基酸。

仓库害虫和双翅目昆虫对氨基酸的要求基本也就是这10种必需氨基酸。但有四种氨基酸: 胱氨酸、甘氨酸、脯氨酸及



北林图 A00106789

240741

• 5 •

丝氨酸是双翅目昆虫特殊需要的。还有德国姬蜂不需要蛋氨酸、苯丙氨酸及苏氨酸,但却需要丙氨酸、脯氨酸和丝氨酸(后二种只有雄虫需要)。德国姬蜂之所以不需要蛋氨酸,据研究也是由于其细胞内的共生微生物从无机硫酸产生这种蛋氨酸。

非必需氨基酸的意义:

非必需氨基酸并不是营养上没有意义。杂拟谷盗和棉铃象甲幼虫只要有 10 种必需氨基酸作为氮源可以发育为成虫。但也有很多实例,只是 10 种必需氨基酸不能完成发育。例如二化螟幼虫,只有 10 种必需氨基酸,而没有丙氨酸、天门冬氨酸、胱氨酸、谷氨酸、甘氨酸、羟脯氨酸、脯氨酸、丝氨酸及酪氨酸等九种非必需氨基酸,完全不能生活,只有羟脯氨酸在昆虫活体可以自己合成。同样红铃虫、家蚕以及蓖麻蚕等昆虫只有 10 种必需氨基酸,发育就非常不好。

在这种情况下,在混合必需氨基酸时添加谷氨酸等某种非必需氨基酸就会提高饲料营养价值,有不少这样的例子。例如在必需氨基酸中加入谷氨酸和天门冬氨酸就会促进杂拟谷盗及家蚕幼虫的发育。又如在 10 种必需氨基酸中添加谷氨酸及甘氨酸就能使棉铃象甲开始产卵,

对家蚕的氨基酸营养研究是比较详尽的。综上所述,可以将家蚕所需的 L 型氨基酸类分为三类:(1)必需的:包括 10 种常见必需氨基酸,以及天门冬氨酸或谷氨酸;(2)半必需的:脯氨酸;(3)非必需的,如丙氨酸、胱氨酸等 (Ito and Inokuchi, 1972)。

关于蚜虫有翅型与无翅型的决定。过去大多认为与环境条件、寄主植物及栖息密度等有关。但据最近研究认为与食物中缺乏某种氨基酸也有关,如缺乏组氨酸和异亮氨酸或蛋氨酸,无翅型的比率就极高,缺少极微量的赖氨酸、苏氨酸及胱