

生物防治

(二)

科学技术文献出版社重庆分社

生 物 防 治 (二)

中国科学技术情报研究所重庆分所 编 辑
科学技术文献出版社重庆分社 出 版

重庆市市中区胜利路91号

四川省新华书店重庆发行所 发 行
科学技术文献出版社重庆分社印刷厂 印 刷

开本: 787×1092毫米1/16 印张: 7 字数: 18万

1978年9月第一版 1978年9月第一次印刷

印数: 10200

书号: 16176·41

定价: 0.75元

V.2
C.3

目 录

昆虫人工饲料研究的进展	忻介六 (1)
苏联农作物害虫生物防治简况	Белов В. К. (8)
昆虫的微生物防治方法的研究现状和前景	Кандыбин Н. В. (10)
乳状病芽孢杆菌	蔡保灵 (17)
关于利用莱氏蛾霉防治大豆害虫的研究	幸兴球 (23)
产生杀虫性蛋白质毒素的苏云金杆菌及其利用	鮎沢启夫等 (29)
对蚊子有效的病原细菌的筛选	幸兴球 (37)
利用天敌微生物防治食叶性森林害虫	片桐一正 (42)
芽孢杆菌和链霉菌拌种的效果	Bruehl G. W. (46)
微生物杀虫剂的工业和国际标准化	
—— I. 苏云金杆菌	Burgerjon A. (48)
昆虫病毒在害虫防治中的应用和研究概况	苏德明 (53)
微生物杀虫剂的工业和国际标准化	
—— II. 昆虫病毒	Dulmage H. (79)
颗粒体病毒防治苹果茶小卷叶蛾	于保信彦 (84)
鳞翅目昆虫信息素的应用研究	唐贤汉 (85)
微生物代谢物质的杀虫活性	Huang H. T. (94)

昆虫人工饲料研究的进展

忻 介 六

(复旦大学生物系)

昆虫人工饲料的研究已约有30余年的历史,而近十余年来有迅速的发展。它之所以特别引起人们的注意,主要由于大规模生物防治工作必需有成亿上万的生理上划一而合格的昆虫供应。对某种害虫的生物防治能否成功,第一个条件是能否用人工饲料大规模饲养。现在用人工饲料饲养进行生物防治的重要害虫,其数量之大是很惊人的。美国农业部实验室的饲养棉铃象虫 *Anthonomus grandis* 一个工场每星期能生产一百万只,每星期有一千五百万的生产能力,生产红铃虫 *Pectinophora gossypiella* (Saunders) 每天超过一百三十万只,每年生产苹果蠹蛾 *Laspeyresia pomonella* L. 三百万只,烟草夜蛾 *Heliothis virescens* (F.) 每天生产七百万只。Texas州的“螺旋蝇工场”(Screwworm plant) 每天能生产二亿只。加拿大农业部实验室每月能生产二百万只的苹果蠹蛾。联合国卫生组织(WHO)实验室在印度新德里每星期能生产将近5亿只的致乏库蚊 *Culex fatigans* (D.F. Waterhouse et al., 1976)。

此外在昆虫的生理、毒理以及病理等基础理论上也需有生理统一标准的昆虫才能进行。因此昆虫人工饲料已成为昆虫学研究及生物防治上的基本技术之一。

所谓人工饲料 (artificial diet) 是与天然食物 (natural food) 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饲料。昆虫在自然界所取食的食料,称为天然饲料 (natural diet)。现在文献上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、容菌饲料及灭菌饲料等等。但根据配制人工饲料的目的及其成分等,可分为三大类(忻,苏,1978):

1. 全纯饲料 (holodic diets)

亦称规定饲料 (defined diets), 是可以由化学公式表示其成分的饲料。如饲养蛙蟥的干燥混合物、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 (常用酪朊)、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。但是实际上大规模饲养昆虫的实用饲料,必需以这种全纯饲料的研究结果作基础。

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、肝抽提物及酵母产品等) 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,但其可能尚有不被利用

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。

关于各种昆虫人工饲料的文献极为浩繁, Singh曾发表过一篇1970年以前各种昆虫人工饲料的综合文献目录,按虫种列有索引,便于查阅。House与Singh等还于1967, 1971、及Singh于1977年又对人工饲料组成的资料编著了参考文献目录,均附有摘要。1976年我们也编写了这方面的综述性资料。

(忻, 1976; 忻, 苏, 1978), 关于各种昆虫所需的具体营养物质及其配制方法等, 因为已有上述综述性资料, 在此不予讨论。本文拟就人工饲料所需营养要求的发展, 加以评述。

从分析昆虫及其饲料证明昆虫所需的营养与人类及家畜等所需的营养是相同的, 就是蛋白质、碳水化合物和脂肪。事实上昆虫营养研究也是以脊椎动物的生理和营养知识为基础的。许多研究工作者认为昆虫主要营养与哺乳动物相同。这是从营养成分的种类方面来说的, 也就是质的方面, 各种植食性昆虫有明显的一致性, 这可以说是营养需要的同一法则。但昆虫为完成其正常生长发育, 进行各项生命活动, 除对营养成分有质的要求外, 还有其量的要求, 就是每种营养成分的数量以及各营养成分的比例(也就是营养水平与平衡问题)有不同的要求。这和昆虫的生物合成能力、各营养成分在虫体内的代谢过程有密切关系, 这点上表现出昆虫的高度多样性和复杂性。所以在人工饲料配制方面看来似乎都差不多, 但应多注意其各成分的比例问题。

20年前有人看到昆虫人工饲料的营养成分在多数昆虫是共通的, 认为有可能配制成植食性、肉食性以及贮藏物昆虫所通用的“万能饲料”(universal food medium), 但从近年来大量工作表明, 这种希望是不太可

能了。不但一种昆虫需要有一种饲料的配方, 而且随着其生长时期的进展, 其所需要的营养成分比例就不一样, 这在玉米螟不同龄期的营养要求与玉米不同生长时期的成分相一致, 可以得到启发。

昆虫人工饲料的主要成分主要为: 氨基酸或蛋白质、碳水化合物、脂肪酸、固醇类、维生素、脂原、无机盐类及叶因子等。

昆虫所必需的氨基酸一般有10种, 需由饲料供应, 其余非必需的氨基酸可由昆虫自己合成。

蚜虫有翅型与无翅型的决定过去认为与环境条件、寄主植物及栖息密度有关。但据最近研究, 认为与食物中缺乏某种氨基酸有关, 如缺乏组氨酸和异亮氨酸或蛋氨酸, 无翅型的比例就极高, 缺少极微量的赖氨酸、苏氨酸及胱氨酸也出现同样现象; 反之, 缺乏丙氨酸、色氨酸及缬氨酸则无翅型的出现有减少现象。

氨基酸有时与开始产卵有关, 如铃象甲的饲料在10种必需氨基酸中添加谷氨酸及甘氨酸, 就能使其开始产卵。

碳水化合物是昆虫的主要能源, 同时与味觉有极大关系, 就是若干糖类有促进取食活动的作用, 其中以蔗糖最有效。

脂肪酸与鳞翅目昆虫的正常羽化和鳞片形成有关, 而且脂肪酸的不同种类及量均有一定。如红铃虫的正常羽化需要亚油酸或亚麻酸, 其需要浓度亚油酸为1.25毫克/克, 亚麻酸为0.5毫克/克。

昆虫发育上究竟需要多少固醇, 曾就绿豆象幼虫进行试验, 这种幼虫在绿豆用乙醚提取后的残渣中不能生长, 但加入胆固醇、 β 谷固醇或豆固醇就能发育, 用各种比例的胆固醇混入残渣中进行饲养试验结果, 胆固醇含量约0.02—5%范围内都能发育, 而以0.03—0.5%中发育特别好。昆虫不能在体内自己合成胆固醇, 饲料中即使含量很高, 也没有不良影响。

胆固醇与卵的发育有关, 除去后, 卵就

不能孵化。同时与昆虫表皮的鞣化有关,缺少胆固醇,对病原菌的抵抗力就衰弱。现在知道蜕皮激素(ecdyson)是类固醇(steroide)近年在植物中发现有变态活性的类固醇,称为植物脱皮激素(phytoecdysone)。

昆虫需要维生素在1928年Uvarov的早期论述中已经提到(Uvarov, B. P., 1928),昆虫与高等动物的生理上相差如此之大,昆虫所需多种独特维生素应当在它们所取食的食物中找到。但在当时所有维生素尚未被发现。但到了1935年Hoskinst与Craig指出:“已经在最近研究中表明,昆虫与哺乳动物相类似,对不同种类的食物,包括多种矿物质和维生素都的确需要。”

维生素C过去没有被认为是昆虫的一种营养物质,实际上,贮粮害虫、蝇类和蜂螯能在缺乏维生素C的食物中生长,所以被认为是昆虫能自己合成的(Day, M. F., 1949)。第一个用人工饲料饲养玉米螟试验(Beck, S. D.等, 1949; Bottger, G. T., 1942)之所以失败,现在已弄清是缺乏维生素C(Chipendale, G. M.等, 1964)。同时也发现维生素C是一种取食刺激剂,对蝗虫来说,甚至是一种不可少的营养(Dadd, R. H. 1957)。

最近才明确昆虫饲料中需要维生素A或它的前形物质,即 β 胡萝卜素和维生素E(Dadd, R. H. 1970)。

昆虫需要多种无机盐类,由于种类既多、数量又微,研究比较困难。现在大多只是就某一种无机盐类的需要与缺乏,研究其对昆虫发育的情况,很少就整个无机盐类的要求进行调查。为配制人工饲料简便起见,使用以一定比例配成的无机盐,如威氏盐(Messon's salt mixture)、USP II号盐等。

在植食性昆虫的人工饲料中,一般必需加入叶因子(leaf factor),例如玉米螟的人工饲料若不加入玉米叶的热水提出液,玉米螟幼虫虽能生长到某一程度,但化蛹率不高,羽化率也很低。这种叶因子既不是维生素复

合B,也不是维生素C,在酵母中不含有,但在很多植物中是存在的。到现在为止不能单独提取与分离。所以在人工饲料中只有把天然食料的植物添加进去,或者把它的提出液放进去,虽然浓度不一,但在配制人工饲料上是十分必要的,特别是为获得正常的雌虫更是十分重要。

在实际生物防治上使用的大多是实用饲料,这种植食性昆虫的实用饲料开始于Beck等人(1949, 1950)饲养玉米螟的人工饲料。从此,除了规定的营养物质之外,还包括来源于寄主植物的粉状抽提物,以供给尚未确知的营养或化学的取食刺激物。

实用饲料中使用小麦芽或小麦胚(Wheat germ or embryo),促进了实验室的大规模昆虫饲养。第一次把小麦胚加入于人工饲料是从棉红铃虫开始的,它取代了若干营养物质,产生了较简便而易制备的饲料(Adkisson, P. L.等, 1960)。它供给碳水化合物与蛋白质,能减少原来饲料中的干奶酪和糖的用量(Anderzant, E. S.等, 1956)。小麦胚中有足够的脂肪酸和留醇以供昆虫食用,它还含有多种矿物质和维生素复合B。小麦胚占人工饲料干重的20%,其所含有的脂溶性维生素和其他物质对昆虫的营养也越发生有利的影响。

由于小麦胚饲料推荐使用,这方面的研究报告相继不断的出现。已有一百多种昆虫用小麦胚进行饲养。大体上、麦胚饲料与原来饲料并无质的不同,最主要的改变是:加入了其他植物材料,补充了更多些的脂肪酸、留醇物质和维生素;调整了营养物的用量;和加入了多种抗菌剂。Berger(1963)在饲养棉红铃虫的报告中所列的营养物质与以往饲养棉夜蛾(*Heliothis zea*)的报告相等(Vanderzant, E. S.等, 1962),所差的只不过是加入了抗菌剂,可不用消毒而制备大规模饲养所用的饲料。Ignoffo(1963)饲养甘蓝造桥虫(*Trichoplusia ni*)加添了棉叶粉。Getzin(1962)加添了研碎的甘蓝,但

是Chippendale等(1965a, 1965b)仅多加些麦胚油就饲养成功了。小麦胚的酒精提取物用作果蝇的饲料,能成功地取代酵母(Bacot, A.W.等, 1922)。

麦胚之所以能如此成功地饲养昆虫,根据研磨的或分离的麦胚分析数据指明,可能除了维生素C之外,麦胚中含有全部的营养物质。它含有包括几种蛋白质的18种氨基酸、糖类、甘油三酸酯、磷脂脂类(包括胆碱和肌醇)、维生素复合B、维生素E、胡萝卜素、21种矿物元素和50多种酵母(MacMastevs, M.M.等, 1971)。不同小麦品种以及不同地区的小麦,用之于制备饲料,对昆虫生长并无任何差异。

麦胚在制备饲料前是否经过处理,或其来源如何,均未作规定。看来它是面粉厂粗制的经过冷滚轧的产物。有人说(Lyen, R.L.等, 1966; McMoran, A. 1965),以麦胚代替麦芽,显然他们所用的是同一种东西,因为二者是同义词。而使用素胚粗粉(Wheat germ meal)的,可以认为是已提去许多脂肪。烘烤麦胚(Galford, J.R., 1967),以及高压消毒麦胚都能改善粗麦粉的营养价值(Greek, R.D.等, 1961)。

麦胚的另一个重要特性是它含有刺激昆虫取食反应的物质。麦麸抽提物和麦胚油比橄榄油、芥子油、玉米油、棉籽油和椰子油,对蝗虫取食有更大的刺激作用(Mehrota, K.N.等, 1972)。麦胚油中的磷酸酯类化合物为甘蓝造桥虫(Gothilf, S.等, 1967)、麦蛾(Chippendale, G.M.等, 1972)的取食刺激物。麦胚除了它的营养价值与取食刺激物之外,显然不存在任何毒素和阻碍取食的物质。因此麦胚也被广泛地应用于饲养各种昆虫。

Shorey (1963)介绍一种利马豆(*Phaseolus limensis*)为基础的简单饲料(Simple diet),包括啤酒酵母和维生素C为其营养物,其中利马豆占饲料总干重的90%。以此饲养甘蓝造桥虫达十二代之久,而其生活力并未

衰退。其后用菜豆(*Phaseolus vulgaris*)代替了利马豆(Shorey H.H.等, 1965),既经济而又能饲养了9种夜蛾。但也有一些种类利用利马豆未能成功地饲养,而需另加其他天然饲料。利用利马豆、麦胚、torula酵母及其他营养物作饲料,能饲养小地老虎(*Agrotis ipsilon*)达几年之久,这种饲料中利马豆占总干重的一半(Reese, J.C.等, 1972)。同样,利用利马豆再加麦胚及维生素饲养甘皮胡桃芽蛾(*Gretchena bolliana*),其中利马豆占干营养物总重的72%(Schroeder, W.J., 1970)。

大豆(*Glycine max*)饲养昆虫因含有毒物质,且其蛋白质不易被利用,所以必须干的或湿的加热处理,才能改进营养质量,并破坏其所含毒素。也可用加入维生素B₁₂来改善其生长。总的说来,在大豆加入饲料之前或之后需要进行热处理(Wolf, W.J.,等, 1971)。

使用全酵母或几种酵母提取物常用作昆虫饲料,以补充尚未确知的营养物及维生素,而且在加热处理时可能有保护维生素的作用。一种饲养普通草蛉(*Chrysopa Carnea*)幼虫的饲料,经高压消毒后非常成功(Vanderzant, E.S., 1973)。

设计咀嚼型口器昆虫饲料的一个重要问题是需要成为固体而且有高的水分。在低浓度时,琼脂具有制备凝固胶悬质的功效,已用于制备固体饲料,但为经济起见则用纤维质、藻朊酸盐(alginates)和其他植物性的含水胶层等,能使饲料加稠,取得适宜的性状(Vanderzant, E.S. 1969)。

制备结构固定而含水份高的饲料,饲养一种粘虫(*Spodoptera littoralis*),使用海藻酸钠与钙盐相混合而成的凝固胶体,这对制备固体饲料是一个新概念(Moore, I.等, 1969)。

人工饲料制备中需要严格清洁,以消灭饲料中的微生物及昆虫的疾病。这种饲料的消毒可通过加热、过滤、化学处理、辐射,

或上述方法的复合。除高热杀菌外,化学处理是最常用的方法。Singh 和 House (1970) 评述了抗生素对昆虫影响的文献,并对21种化合物对邻近麻蝇 (*Agria affinis*) 饲料的消毒进行广泛试验,在某些浓度所有的化合物都表现有害的影响,如幼虫期的延长、幼虫发育的抑制、幼虫和蛹死亡率的增加等。而且对虫体的大小也有不利的影响。链霉素和山梨酸钾的效应不仅决定于该消毒剂的浓度,而且在于饲料的营养水平。

为精确估计昆虫饲料的取食量及其利用量,用粪便尿酸的含量作为指标 (Bhattacharya, A. K. 等, 1969, 1970)。同时用示踪物加入于饲料中,以测定昆虫体内及其排泄物的“命运”(fate),所用的示踪物为氧化二铬 (Chromic oxide)、蔗糖或纤维素 $u-^{14}C$ 及 ^{45}Ca 标记的磷酸钙等 (Mc Ginnis, A. J. 等, 1964; Kasting, R. 等, 1965; Gupta, M. R. 等, 1971)。

对于吮血的昆虫,其幼虫虽易饲养,而成虫需要喂饲温血。用人工饲料只能维持蚊的生命,尚无相应的代替血的饲料。对其他吸血昆虫也同样存在这一问题。

一种温血动物的寄生昆虫,螺旋蝇 (*Cochliomyia hominivorax*) 的大规模饲养,已使用干全蛋、干牛血和喂小牛用的代乳粉喂饲24小时,以后就停喂干蛋,而给予以蔗糖。其后增加蔗糖量,并加入用酸牛奶制成的软干酪 (Gingrich R. E. 等, 1971)。这种饲料的发展就是根据饲养该蝇的规定饲料研究的结果。

其他蝇类也已饲养在与天然食物极不相同的人工饲料中,如厩蝇 (*Haematobia irritans*) 本来生长在粪肥中,现在已能在甘蔗渣、全面粉、去水的牛血浆、碳酸氢钠和水的混合物中 (Harris R. L. 等, 1967)。对一种刺蝇 (*Stomoxys calcitrans*) 则用类似饲料饲养,但以鱼粉代替牛血浆 (Christmas, P.

E., 1970)。

饲养实蝇现在使用细麸和破碎小麦粉粒及酒酵母,以代替过去鲜胡萝卜,价格降低了一半 (Tanaka N. 等, 1969)。

大规模饲养苹果蠹蛾已使用经乙醚抽提的豆粉、麦胚、苹果酱、面粉、蔗糖、盐类、多种维生素、防腐剂、纤维素和水,以代替过去的苹果 (Howell, J. F., 1972)。

最近使用婴儿辅助食品 (简称CSM),其中含有玉米粉、去脂豆粉、去脂干奶粉、大豆油、维生素和盐类,再加水、torula 酵母、维生素C、防腐剂和琼脂,以饲养棉夜蛾 (*Heliothis zea*),这种饲料与过去的饲料大不相同 (Burton, R. L., 1970)。

大规模饲养玉米螟的饲料也有了改变,麦胚饲料代替了含有玉米叶的饲料 (Lewis, L. C. 等, 1966)。用麦胚饲料饲养了32代,与含有玉米叶的饲料并无显著的逊色 (Lewis, L. C. 等, 1969)。

Raulston, (1971) 改变棉红铃虫的饲料,用棉子代替奶酪,去了盐类,将维生素减半,比过去的饲料价格减低25%。

蚜虫的饲养需要通过一种称为 Parafilm 的薄膜,虽实验室的饲养已经成功,但大规模使用尚有问题 (Mittler, T. E. 等, 1975)。

用“人工卵” (artificial insect egg) 大规模饲养普通草蛉 (*Chrysopa Carnea*) 等吮吸虫卵和幼虫的捕食性昆虫获得成功。卵中放入人工饲料,其中含有水解蛋白、醣、维生素类、盐类、胆固醇、植物油和水。最近的改进是加入奶酪和酶水介物,把这种混合物经高压消毒处理 (Vanderzant, E. S., 1969, 1973)。

我国对于瓢虫成虫的代饲料有很多研究,主要成分为鲜猪肝加蜂蜜、或加蔗糖、维生素及蜂王浆等 (科学院动物所昆虫生理室等, 1977)。日本冈田一次 (1970) 试验用蜜蜂的幼虫和蛹,获得成功。

参 考 文 献

- 忻介六, 1976 昆虫的人工饲料问题 (复旦大学生物系讲义, 打印本)。
- 忻介六, 苏德明, 1978 昆虫、螨类及蜘蛛的人工饲料 (科学出版社, 印刷中)。
- 中国科学院北京动物研究所昆虫生理研究室等, 1977 七星瓢虫成虫代饲料的研究 昆虫学报20 (3): 243—252。
- 冈田一次, 1970 テントムシの新しい人工飼育法 遗传24 (11): 33—35
- Adkisson, P. L. et al., 1960 A wheat germ medium for rearing the pink bollworm. J. Econ. Entomol. 53:759—62
- Backot, A. W. et al., 1922 Vitamin requirements of *Drosophila*. I. Vitamins B and C. Biochem. J. 16:148—52
- Beck, S. D. et al., 1949 Nutrition of the European corn borer *Pyrausta nubilalis* (Hubn.). I. Development of a satisfactory diet for larval growth. Ann. Entomol. Soc. Am. 42:483—96.
- , 1950 An aseptic method for rearing European corn borer larval. J. Econ. Entomol. 43:4—6.
- Berger, R. S., 1963 Laboratory techniques for rearing *Heliothis* species on artificial medium. US Dep. Agr., ARS-33-84.4pp.
- Bhattacharya, A. K. et al., 1969, Faecal uric acid as an indicator in the determination of food utilization. J. Insect Physiol. 15:1129—35
- , 1970 Use of the faecal uric acid method in measuring the utilization of food by *Tribolium confusum*. J. Insect Physiol. 16:1983—90.
- Burton, R. L., 1970 A low-cost artificial diet for the corn earworm. J. Econ. Entomol. 63:1969—70.
- Chippendale, G. M. et al. 1964 Nutrition of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* (Hubn). V. Ascorbic acid as the corn leaf factor. Entomol. Exp. Appl. 7:241—48
- , 1965 a A method for rearing the cabbage looper *Trichoplusia ni*, on a meridic diet. J. Econ. Entomol. 58:377—78
- , 1965 b Nutrition of the cabbage looper, I. Some requirements for larval growth and wing development. J. Insect physiol. 11:211—23
- , 1972 Feeding behavior of Angoumois grain moth larvae. J. Insect physiology. 18:87—94.
- Greek, R. D. et al., 1961 The improvement of the nutritive value of raw wheat germ meal by autoclaving. Poultry Sci. 40:822—24
- Dadd, R. H., 1957 Ascorbic acid and carotene in the nutrition of the desert locust, *Schistocerca gregaria* (Forsk). Nature 179:427—28
- , 1970 Arthropod nutrition In Chemical Zoology, ed. M. Florkin et al., 5:35—95.
- Day, M. F., 1949 The distribution of ascorbic acid in the tissue of insects, Aust. J. Sci. Res. Ser. B. 2:19—30
- Galford, J. R. 1967 A technique for rearing larvae of the European elm bark beetle on an artificial medium. J. Econ. Entomol. 60:1192
- Getzin, L. W., 1962 Mass rearing of virus-free cabbage loopers on an artificial diet. J. Insect pathol. 4:486—88
- Gingrich, R. E. et al. 1971 Media containing liquified nutrients for mass-rear-

- ing larvae of screw-worm, *J. Econ. Entomol.* 64:678—83
- Gothilf, S. et al. 1967 Larval feeding behavior of the cabbage looper, *Trichoplusia ni*, *J. Insect physiol.* 13:1039—53
- Gupta, M. R. et al. 1971 Estimation of the diet intake by the larval of *Corcyra cephalonica* and *Tribolium castaneum* using a 45—calcium labelled compound, *J. Insect Physiol.* 17:294—97
- Harris, R. L. et al., 1967 Artificial media for rearing larval of horn flies, *J. Econ. Entomol.* 60:891—92
- Hoskin, W. M. et al., 1935 Recent progress in Insect physiology, *physiol. Rev.* 15:525—96
- House, H. L., 1967 Artificial diets for insects: a compilation of references with abstracts. Inform. Bull. №5, Research Institute, Canada Department of Agriculture.
- House, H. L. et al. 1971 Artificial diets for insects: a Compilation of references with abstracts. Inform. Bull. №7, Research Institute, Canada Department of Agriculture.
- Howell, J. F., 1972 Rearing the codling moth on a soya, wheat germ, starch medium, *J. Econ. Entomol.* 65:636—37.
- Ignoffo, C. M. 1963 A successful technique for mass-rearing Cabbage loopers on a semisynthetic diet, *Ann. Entomol. Soc. Am.* 56:178—82
- Kasting, R. et al. 1965 Measuring consumption of food by an insect with carbon-14 labelled compounds, *J. Insect physiol.* 11:1253—60
- Lewis, L. C. et al. 1969 Rearing the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* (Hubner) , on diets containing corn leaf and wheat germ, *Iowa State J. Sci.* 44: 9—14
- , 1966 Consumption and utilization of laboratory diets by European corn borers, *Ibid* 41:173—80
- Lyon, R. L. et al. 1966 Rearing Douglas-fir tassock moth larval on synthetic media, *J. Econ. Entomol.* 59:696—98
- MacMasters, M. M. et al. 1971 Microscopic structure and composition of the wheat kernel, in wheat chemistry and Technology, ed. Y. Pomeranz, Chap. 3:51—113
- McGinnis, A. J. et al. 1964 Chromic oxide indicator method for measuring food utilization in a plant-feeding insect, *Science* 144:1464—65
- McMorran, A. 1965 A synthetic diet for the spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* (Clem.) , *Can. Entomol.* 97: 58—62
- Mehrota, K. N. et al. 1972 Phagostimulants for locusts: studies with edible oils, *Entomol. exp. App.* 15:208—12
- Mittler, T. E. et al. 1975 Meridic artificial diets for rearing aphids, *Ent. exp. and appl.* 17:524—525
- Moore, I. et al. 1969 Calcium alginate: A new approach in the artificial culturing of insects applied to *Spodoptera littoralis* (Boisduval), *Experientia* 25:221—22
- Raulston, J. R. 1971 A practical diet containing cottonseed for rearing the pink bollworm, *J. Econ. Entomol.* 64:1021—23
- Reese, J. C. et al. 1972 A method for rearing black cutworms, *J. Econ. Entomol.* 65:1047—50

- Schroeder, W. J. 1970 Rearing the pecan bud moth on artificial diet. J. Econ. Entomol. 63:650—51
- Shorey, H. H. 1963 A simple artificial rearing medium for cabbage looper. J. Econ. Entomol. 56:536—37
- , et al. 1965 Mass rearing of the larvae of nine noctuid species on a simple artificial medium. J. Econ. Entomol. 58: 522—24
- Singh, P. 1972 Bibliography of artificial diets for insects and mites.
- , 1977 Artificial diets of insects, mites and spiders.
- , et al. 1970 Antimicrobial agents: their detrimental effects on size of an insect, *Agria affinis*. Can. Entomol. 102: 1340—44
- Tanaka, N. et al. 1969 Low cost larval rearing medium for mass production of oriental and Mediterranean fruit flies. J. Econ. Entomol. 62:967—68
- Uvarov, B. P. 1928 Insect nutrition and metabolism.
- Vanderzant, E. S. 1969 Physical aspects of artificial diets. Entomol. Exp. Appl. 12:642—50
- , 1973 Improvements in the rearing diet for *Chrysopa carnea* and the amino acid requirements for growth. J. Econ. Entomol. 66:336—38
- Vanderzant, E. S. 1974 Development, Significance, and application of artificial diets for insect. in Ann. Rev. Entomol. Vol. 19:139—160
- , et al. 1956 Studies of the nutrition of the pink bollworm using purified casein media. J. Econ. Entomol. 49:454—58
- , et al. 1962 Rearing of the bollworm of artificial diet. J. Econ. Entomol. 55:140
- Waterhouse, D. F. et al. 1976 Use of autocidal methods, in Theory and practice of biological control ed. by C. B. Heffaker et al.
- Wolf, W. J. et al. 1971 Soybeans as a food source. CRC Crit. Rev. Food Technol. 2:81—158

苏联农作物害虫生物防治简况

Белов В. К. 等

苏联的俄罗斯联邦共和国应用生物防治是很早的。像沃龙涅什、别尔戈罗德、鞑靼尔地区生物防治实验室已有三十多年的历史。

目前，在苏联已有70多个地区、省和自治共和国采用了生物防治。一共有32个专业实验室，在实验室里工作的有300多位专家。这样，在没有生物实验室的地区，植保站的工作人员也肩负着农业生物防治工作。此外，

在许多地带（克拉斯诺达尔省、别尔戈罗德地区、罗斯托夫地区和乌里扬诺夫斯克地区）也建立了许多集体农庄生物实验室，在最近的时间内将广泛的开展生物防治网的工作。

近年来，苏联对培养生物防治专家给予了特别的重视。为了进一步提高专业技能，最近几年都举办了长期和短期训练班。在俄罗斯联邦共和国和其他一些共和国里还有

120多位见习专家。在苏联从事生物防治工作的还有许多外国专家——美国、日本、法国、瑞士、德意志民主共和国、波兰、保加利亚。首先，俄罗斯的生物防治工作者们与其他联邦共和国和国外的生物防治工作者们经常保持密切联系交流经验，与其他研究机关合作共同进行生物防治的研究。在各个联邦共和国还建立了生物防治科研生产部，其中部里有很多科研、生产专家。

苏联在生物防治方面的科学论点和定义还存在着很多不明确的问题，如生物防治方法的应用问题；生物防治的发展方向问题。不过生物防治在苏联也获得了一些明显的成果。最近五年俄罗斯联邦共和国的生物防治面积增加了七倍，从1970年的50万公顷增加到1974年的420万公顷。1975年，根据不完整的统计资料，生物防治面积约有400万公顷。

在苏联生物防治方面应用最广泛的是赤眼蜂，但是，根据多年的实验，赤眼蜂只有经过复壮以后效果才比较明显。在俄罗斯联邦共和国里有20个赤眼蜂生产实验室，在34个地区广泛地得到了应用，防治面积每年达100万公顷以上。

目前，在苏联赤眼蜂主要还是通过人工繁育，这种方法能获得高质量的蜂种，但劳动生产率低，劳力耗费大。因此，必须用工业生产的方法繁蜂才是最合理的。目前，正在建立机械化的赤眼蜂厂，每人每昼夜生产赤眼蜂5000万头。在许多生物实验室里，采取了先进的技术措施及时地培育了大量的赤眼蜂。用一些现代化的设备更替了原有的旧机器，同时解决了合理的选择赤眼蜂生态类型的问题。

采集了被赤眼蜂寄生后的害虫卵，从中发现了赤眼蜂的一些优良类型。例如：在斯摩棱斯克地区，发现了一种黄头型的赤眼蜂，这种赤眼蜂对防治粉蝶有很高的效果。在伊尔库斯克地区，发现了当地的一种篋箕型赤眼蜂，经繁殖后首次在该地用于防治白菜夜

蛾，在两年的实验中，证明其效果相当高，寄生率达76%，其他类型的赤眼蜂寄生率仅达50%。在伏尔加地区，发现了当地的一种抗干旱类型的赤眼蜂，这种赤眼蜂的外表特征近似于典型的阿斯特拉罕赤眼蜂，在果园中防治苹果小蠹蛾，其效果达到80%。大家知道，生态因子具有可塑性的喀山类型的赤眼蜂，易寄生在冬夜蛾的卵中。尽管赤眼蜂在实践中被广泛的应用，但这些例子也说明了科学研究机关对卵寄生蜂的生态学和生物学问题还没有进行充分的探讨。

在过去的五年，苏联的生物防治工作获得了巨大的成就，生物防治是植物保护中重要的一方面，它发现了自然界中的一些积极的因素，在植物保护方面最充分的完成了综合防治的任务。生物防治也包括自然界中的一些寄生性昆虫和捕食性昆虫，以及使害虫致病的一些真菌、细菌和病毒。1974年，化学防治蚜虫收效甚微，而利用虫霉目真菌、寄生性昆虫和捕食性昆虫效果较好。这一年对150万公顷以上的谷类作物和豆类作物都是采用以上三个生物因子进行防治害虫的。

在这五年里主要是利用寄生性壁虱，1967年，在莫斯科地区和列宁格勒地区的几个经营区进行了最初几次生产实验。1974年利用寄生性壁虱的防治面积达500万平方米。因此，化学防治面积显著地减少，仅有100万平方米。化学防治还不能完全不用，因生物防治也还是有缺点的，如防治蚜虫、蓟马等。

利用木霉菌素在防治植物病害上特别是在防治黄瓜根腐病上取得了一定的成绩，用木霉菌素防治的面积约为20万平方米，降低发病率达75—80%。利用单端孢菌素防治黄瓜白粉病是有前途的，其实验面积达14万平方米。利用瘦蝇、麦蚜小蜂防治蚜虫，利用座壳孢属真菌防治温室粉虱均取得了良好的结果。俄罗斯联邦共和国的生物实验室已掌握了座壳孢属种真菌的生产，并在莫斯科和斯摩棱斯克地区各农场用它们进行了实验。根

据初步的统计,这些真菌可使黄瓜粉虱感染率降低98%。

生物防治在蔬菜作物上获得了重大的成果,首先是甘蓝。由于此作物结实和收获期使用灭害剂有很大的危险性,所以这一问题具有很重要的意义。苏联某一国营农场,在250公顷的面积上防治蔬菜害虫时,仅采用了生物方法和农业技术措施,并未采用化学农药。

Endobacterin 和赤眼蜂并用的经验应引起注意。在苏联鞑靼自治共和国用此措施所取得的效果并不次于喷洒杀虫剂的效果,可达70—93%,因此甘蓝的产量每年都在增加。有些地区并用杀虫剂和赤眼蜂防治甘蓝啮叶鳞翅目幼虫,效果达83%,甘蓝产量每公顷增加8公担。一般对作物不使用化学农药。

近五年来,苏联大量生产Bactorodincid。用此菌剂防治的农业用地达500万公顷,大大地减少了对人类和动物有毒的磷化锌的使用。一些生物实验室检验了Вирин-ЭНШ、боверин、美国白蛾颗粒病毒、dendrobacillin防治害虫的效果,检验了抗菌素ФБМ防治病原菌的效果。

在达格斯坦的森林和林带,于25000公

顷上用病毒制剂 Вирин-ЭНШ 防治松针黄毒蛾,效果达65—90%。美国白蛾颗粒病毒的效果并不次于化学农药,在某些年份里甚至超过化学农药。在5500公顷的面积上检验了Боверин 的杀虫效果,结果表明,对稻田蚜虫防治效果为90%;对马铃薯甲虫为50—56%;对28星马铃薯瓢虫为87—95%;对果园和甘蓝啮叶害虫为66—70%。

根据在俄罗斯共和国几个地区的实验,用抗菌素 ФБМ 对大麦和春小麦拌种后根腐病降低35—42%。用0.1—1.3%的单端孢菌素溶液处理黄瓜和杏树三次,白粉病的感染率降低71—78%。在其他生物制剂中 dendrobacillin 在防治甘蓝夜蛾、甘蓝啮叶害虫和棉花夜蛾上也获得了良好的效果。检验了综合应用食虫昆虫与昆虫病原体、小剂量杀虫剂的可能性。

今后生物防治在苏联将引起更大的重视。将建立全苏联合生物防治研究所,在俄罗斯将建立生物科学研究实验室,在其他的有关科研机构里也将加强这方面的活动。

山东省泰安地区泰山林场 梁立兴

摘译自苏联«защита растений», 1976,

№1, 2—5

昆虫的微生物防治方法的研究现状和前景

Кандыбин Н. В.

本文介绍了昆虫病原细菌、病毒、真菌分离方面的资料及它们对各种昆虫种类的作用特点。引证了有关苏联国内外生产和应用微生物制剂防治昆虫的近期资料。指出各类昆虫病原(细菌,病毒,真菌)的特点以及它们在农业和林业上应用的范围和前景。

结合全球性的环境保护问题,阐明动植物保护的理论问题,以及寻找和利用生物方法,首先是对昆虫有忌避、拒食、引诱和伪激素作用的微生物方法(即不直接为害生物群落的方法)的前景。

昆虫罹病——昆虫病理学这门学科起源于古代。Аристотель (公元前384—322年)早就观察和描述过蜜蜂的罹病。

蜜蜂和家蚕的驯化经常引起它们成群罹病,同样,这种情况现在不仅在人工条件下

而且在自然条件下,特别在个体大量聚集的条件下也经常发生。昆虫绝灭的原因长久以来是不清楚的,只是在1726年,Reaumur 才首次描述了从夜蛾科分离的昆虫病原真菌虫草(Cordyceps)。1835年意大利学者

A. Bassi 详细描述了家蚕病的病原体, 并命名为 *Botrytis paradossa*。现在, 这种引起许多昆虫罹病的寄生性真菌, 是按首次对其描述的作者名字命名为白僵菌 (*Beauveria bassiana*)。A. Басси 不仅描述了白僵病的病原体, 而且提出了防治这种病的预防措施。

从这个时候开始了对昆虫病原真菌和其他微生物的大量研究, 其中包括实际利用它们防治害虫方面的研究。在这方面 Pasteur (1870) 和 И. И. Мечников (1879) 有特别重大的功绩, 前者于1865年在法国南郊想方设法地开始了对家蚕病的研究, 而后者研究了奥国金龟子病, 目的是分离病原体并利用它们来消灭这种昆虫。他曾分离出一些「其伸长的形状很像炭疽杆菌」的昆虫病原菌、寄生性线虫、以及新的早期科学上不知道的真菌, 被命名为 *Entomophthora anisopliae* [现在称为绿僵菌 *Metarrhizium anisopliae* Metsch. (Sorokin)]。И. И. Мечников 采取了制定利用这种真菌防治奥国金龟子和甜菜象鼻虫的方法的措施 (Гиляров, 1970)。这种真菌长期以来是许多这方面的专家关心的对象, 而在美国已广泛应用于生产上 (Rorer, 1913, Schaerffenberg, 1959)。

昆虫病原细菌 «没有任何其他有机体像细菌这样经常在死虫中遇到和像细菌这样经常成为很多昆虫种群死亡的原因» (Вайзер, 1972)。

Pasteur (1870) 在1865—1870年曾研究过家蚕孢子虫病, 发现了引起这种昆虫罹病的细菌病原体。在这些病原体中发现带有「奇异细胞核」、能引起家蚕幼虫麻痹症的细菌。Pasteur 把这种细菌叫做蚕病芽孢杆菌 (*Bacillus bombycis*)。Я. Вейзер (1972) 确切地认为, 这种细菌是苏云金杆菌 (*Bac. thuringiensis*), 这类菌确实能引起家蚕幼虫和其他鳞翅目幼虫麻痹症, 而且其细胞内 (在一定的发育阶段) 含有毒性的晶体, Pasteur 曾把这种晶体看作是「奇异的细胞核」。可见, Pasteur 首次发现了这种奇异

的芽孢杆菌, 但他对这类杆菌却很少注意。在那个时候分类学的水平是很低的, 所以, 这种苏云金杆菌在1902年又被日本研究工作者石渡繁胤 (1905) 发现, 命名为 «*Bacillus sotto*», 而后在1911年, Berliner 从地中海粉螟罹病的幼虫中分离出了这种杆菌并对它作了详细的描述。

在 Pasteur 之后不久 И. И. Мечников (1879) 在研究奥国金龟子幼虫病时, 已把注意力转向了昆虫的细菌病。后来, 其学生 Krassiltschik (1893) 有效地继续了这方面的研究, 他描述过金龟子幼虫病的两种病原体, 把它们命名为 *Bacillus tracheitus sive graphitosis* 和 *Bac. septicus insectorum*。

上述研究工作引起了昆虫病理学家对使用细菌作为防治害虫制剂问题的注意。在 d'Herelle (1911) 报导了关于在尤卡坦半岛 (墨西哥) 美洲沙漠蝗虫中发生大量流行病以后, 这个问题的迫切性就变得特别明显了。这种病的病原体原来是一种细小的草兰氏阴性细菌, d'Herelle 称之为 *Coccobacillus acridiorum*。根据现代的命名法 (Lysenko, 1958), 这种菌属于大肠杆菌类, 叫做 *Cloaca cloacae var. acridiorum* (d'Herelle, 1911)。d'Herelle 富有成效地利用这种菌在墨西哥、哥伦比亚、阿根廷防治蝗虫。

从这以后, 关于从病虫中分离昆虫病原的报导越来越多了。White (1923, 1928) 分离和描述了蜜蜂中一种美洲腐烂病的病原体 (*Bac. larvae*) *、烟青虫和番茄天蛾的败血病的病原体 (*Bact. sphingidis*)、夜蛾的病原体 (*Bact. noctuarum*) 和马铃薯甲虫的病原体 (*Bac. leptinotarsa*)。White 所列举的三种非芽孢细菌是 *Serratia marcescens*, 这种菌经常是许多种昆虫致死性败血病的病原菌。关于这种细菌的昆虫病原性的报导很多。Mc Fadden (1966) 引证了关于实蝇各种病的病原体从夏威夷岛转移到大陆的试验资料。由于试验转移, *Serratia marcescens* 引起了墨西哥实蝇的大陆种群罹病。已查明,

在喂食和注射感染时这种菌对棉花象鼻虫成虫 (Slatten, Lorson, 1967) 也有致病力。Bell (1969) 曾从棉铃虫的卵中分离出 *Serr. marcescens* 品系, 并通过把菌涂在消毒过的叶子和合成饲料上试验它对甘兰夜蛾的致病力。他指出这种菌具有高度的致病力以及忌避特点。

苏联许多研究工作者也证实了 *Serr. marcescens* 的昆虫病原性。А. Н. Дробышевская (1936)、А. А. Евлахова 和 О. И. Швецова (1953, 1965) 引证过关于这种微生物对各种昆虫: 家蚕、苹果毒蛾、玉米螟、草地螟、大蜡螟、菜白蝶、黄地老虎、棕尾蛾、蜡象的致病力的许多材料。В. С. Деркач 及其同事 (1944) 证实这种菌对甜菜象鼻虫有致病力, А. В. Романевич (1950) 证实对甜菜象鼻虫和黄地老虎有致病力, В. И. Полтев (1960, 1963) 证实对西伯利亚枯叶蛾有致病力。

因此, *Serr. marcescens* 菌应该属于对许多种昆虫有高毒性的昆虫病原体之列。此外, 上述许多研究工作者还强调指出红色细菌病是很容易传染的, 他们曾在昆虫聚集的地区观察到昆虫成群罹病。

在其他具有致病力特点的无芽孢菌中, 值得提及的有 *Pseudomonas chlororaphis* 和 *Pseudomonas aeruginosa*, 前一种菌在捷克 (Kudler 等, 1958) 曾用于处理森林防治卷叶蛾, 获得了很好的效果, 后一种菌能产生杀虫毒素 (Lysenko, Kucera 1968)。

昆虫病原学家对芽孢杆菌能引起昆虫罹病感到极大的兴趣。除苏云金杆菌类型细菌外, 另一类嫌气芽孢菌在美国也具有很大的实践意义, 这种菌能引起金龟子科甲虫患所谓乳状病。这种病早在本世纪 20 年代 (Штейнхауз, 1950, 1952), 即在日本金龟子 (*Popillia japonica*) 传入美洲若干年后 (这种金龟子对乳状病最敏感) 就已为人所共知。

在 1940 年, 美国学者 White 和 Dutky 指

出, 日本金龟子乳状病由两种病原引起, 后来, Dutky (1940) 对这两种病原进行过描述, 并将它命名为日本金龟子芽孢杆菌 (*Bac. Popilliae*) 和缓死芽孢杆菌 (*Bac. lentimorbus*)。日本金龟子芽孢杆菌在其孢囊中形成孢子和类似苏云金杆菌晶体的内含物。缓死芽孢杆菌没有这种内含物。美国在详细研究日本金龟子乳状病原菌之后, 就开始了关于使用日本金龟子芽孢菌作为制剂来防治此害虫的工作。但是, 此工作由于该菌在人工培养基上不能形成孢子而复杂化了。因此, 此菌在活的日本金龟子幼虫上进行人工繁殖, 借助微量注射器进行感染。感染的幼虫饲养在带土的箱内 (保持一定的温度), 经过 20 天的孵育, 在一个感染的幼虫中可聚集达 200 亿孢子。然后, 这些幼虫给予专门的处理, 就可制成含孢子 (1 亿个/克) 和充填物的粉剂 (Dutky, 1942)。这种菌粉可用专门的撒布机施到日本金龟子聚集地区的土壤中。美国从 1939 至 1952 年在 14 个州使用这种菌粉, 使将近 4 万公顷的土地面积上大大地减低了日本金龟子的数量。

在芽孢菌中蜡状芽孢杆菌 (*Bac. cereus*) 也应属于昆虫病的专性病原体。这种菌在自然界中分布非常广, 微生物学家认为, 这种菌是土壤、水和空气中微生物区系的典型代表 (Цион, 1948; Красильников, 1949; Мишустин, Трисвятский, 1963; Африкян, 1970)。看来, *Bac. cereus* 这不是种的名称, 而是总的种群名称, 因为, 在这种种群中有许多特点 (包括昆虫病原性) 彼此之间不同的品系。我们在研究克里米亚和北高加索的昆虫的细菌种群时碰到过这些问题 (Кандыбин 等, 1972)。从昆虫的尸体和血淋巴中分离的所有芽孢菌中, 绝大部分是蜡状芽孢杆菌。В. И. Полтев (1969) 引证过类似的材料。Sokoloff 和 Klotz (1941, 1942) 首次指出了 *Bac. cereus* 的昆虫病原的特性, 他们先是从土壤中, 而后来从铜介壳虫 (Калифорнийская щитовка) 分离出了这种菌中, 并命

名为 *Bacillus «C»*。在试验室中以此菌感染介壳虫成虫，结果引起它们死亡。但是，其他作者重复这些试验没能取得同样的效果。

Stephens(1952, 1959) 从苹果小果蠹幼虫的尸体中分离出了类似的芽孢杆菌，并测定了它对这种昆虫和大蜡螟的致病力。结果经口感染小果蠹可引起其幼虫发生败血症，而在注射到大蜡螟幼虫的血淋巴时确定，其 CD_{50} 等于150细胞。在大田条件下类似的试验没有取得很好的结果。Heimpel (1955) 从叶蜂的罹病幼虫中分离出类似的芽孢菌，并测定了其对各种叶蜂的致病力，死亡率达65%。可以认为，*Bac. cereus* 含有某种特殊的、研究还不充分的昆虫病原性的特点，揭示这些特点有可能利用此菌来防治昆虫。现在已有关于某些蜡状芽孢菌品系在一定的培养条件下能大量产生杀虫作用的毒素的资料 (Kuschner Heimpel, 1957; Lysenko, 1972 a, b)。

苏云金杆菌 (*Bac. thuringiensis* Berliner)

在1911年E. Берлинер 重新分离并详细地描述了此菌，Metalnikov S. C. 和 Metalnikov S. S (1933) 重新分离并成功地利用此菌防治玉米螟以及葡萄和棉花的害虫，仅在这之后人们对苏云金杆菌的兴趣才不断增加。在 Берлинер 之后，Mattes (1927) 又在德国分离到这种菌并详细地进行了研究。Steinhaus (1951) 认真地验证了 O. Mattes 所分离的细菌的特点，并作出结论：这种品系在人工培养基上保存20年后不会失去其昆虫病原特性。此外，Steinhaus 在1945年和1949年从螟蛾中分离出产晶体的细菌，而 Heimpel 和 Angus (1958) 称这种菌为 *Bac. entomocidus* var. *entomocidus* 和 var. *Subtoxicus*。Heimpel 和 Angus 在加拿大分离了三种细菌，其晶体与芽孢不分开，他们把这种菌命名为 *Bac. finitimus*。

大约在这同样的时候，Toumanoff 和 Vago (1951) 从家蚕幼虫中分离出产晶体

的细菌，并命名为 *Bac. cereus* var. *alesti*。

在苏联 E. B. Талалаев 于1949年首次从死亡的柏松毛虫中分离出这类菌，并命名为 *Bac. dendrolimus* (Талалаев, 1956)。后来，E. B. Талалаев 和其同事全面地研究了这类微生物的特性，特别是利用它来防治柏松毛虫的有效性。以这种芽孢杆菌为基础研制出 дендробациллин 制剂。

在50年代中期全苏植物保护科学研究所微生物方法实验室从大蜡螟罹病幼虫中分离出昆虫病原芽孢杆菌 *Bac. thuringiensis* var. *galleriae* (Искова, 1958, 1959; Федорничик, 1963)，以其为基础研制出一种新的杀虫剂，杀虫菌素 (Энтомобакгерин-3)。

在这之前，B. П. Пospelov (1933, 1940, 1944) 很重视用细菌方法防治昆虫的问题，在他的领导下，进行了寻找和广泛试验这些制剂的有效性的研究，其中包括试验 C. K. Метальников 从法国得到的细菌制剂 «Агро-спор»。这种制剂也叫蜡螟芽孢杆菌 (*Bac. galleriae* Met.) 培养物 (Пospelov, Залиева, 1938; Евлахова, Швецова, 1956)。

1956年，A. B. Гукасян 和 H. T. Коломиец (1957) 在托姆斯克省林区当柏松毛虫幼虫大量死亡时，从死虫中分离出昆虫病原芽孢杆菌，后来把此菌叫做 *Bac. tyvisensis* Krass. et Gu «Причулымский 品系»。后来从这种品系制成细菌制剂 («Причулымская 培养物»)，并成功地用于防治柏松毛虫 (Гукасян, 1963)。以后 A. B. Гукасян (1963) 分离出一种更有毒力的产晶体菌并命名为 *Bac. insectus* Guk。后一种菌在于防治西伯利亚松毛虫上得到了广泛的应用，而以此菌为基础制成的制剂叫 «杀虫素» (инсектин)。

Э. К. Африкян 及其同事 (Африкян, 1969, 1973) 在寻找、分离和研究产晶体菌方面做了大量的、富有成效的研究工作。由于这些研究，分离出了大量的苏云金杆菌类的产晶体菌，其中有命名为 *Bac. thuring-*

lensis var. *caucasicus*的新变种,以此菌为基础研制和试制了新的杀虫剂样品 БИП-805、БИП-811、БИП-837。

上面列举所分离出的苏云金杆菌类细菌的简要名录证明,近20年来,苏联和其他国家的研究工作者对这类细菌给予了极大的注意。分离出了大量的昆虫病原芽孢杆菌的品系,因此,很有必要制定这类细菌的图鉴,而且,在某些国家(美国、苏联、法国、西德)已开始大量生产这些细菌的制剂。在已提出的各种图鉴中,目前全世界采用的是法国巴斯德研究所 de Barjak 和 Bonnefoi¹

(1968)学者提出的最可行的图鉴。这种图鉴是以这些菌的生化和抗原的特性作为基础的。以后新分离出的苏云金杆菌类细菌应按此图鉴进行鉴定,新的变种及其命名,只有在分离物的特性与已知血清型不一致的情况下才能确立。近几年来,按这个图鉴鉴定出三个新的血清型:① *Bac. thuringiensis* var. *dormstadiensis* (Krieg等, 1968), 是Krieg在西德从大蜡螟幼虫中分离出;② *Bac. thuringiensis* var. *thompsoni* (de Barjak, Thompson, 1970), 是Thompson在美国从大蜡螟幼虫中分离出的;③ *Bac. thuringiensis* var. *caucasicus* (Африкян, 1970), 是Э.К. Африкян和其同事在高加索从各种昆虫中分离出的。头两个变种分别属于血清型H-10和H-11,而第三个变种,大概应属于血清型H-12。根据所提出的材料, Barjak 和 Bonnefoi提出的图鉴应该包含有12个血清型和15个苏云金杆菌变种:血清型1—var. *thuringiensis* (或berliner); 血清型2—var. *finitimus*; 血清型3—var. *alesti*; 血清型4—var. *sotto*, var. *dendrolimus*和var. *Kenya*; 血清型5—var. *galleriae*; 血清型6—var. *subtoxicus*和var. *entomocidus*; 血清型7—var. *aizawai*; 血清型8—var. *morrison*; 血清型9—var. *tolworthi*; 血清型10—var. *darmstadiensis*; 血清型11—var. *thompsoni*; 血清型12—var. *caucasicus*。

血清型4和血清型6又各分为两个单独的变种,是以这些变种的生化差异,特别是以酯酶的特性 (Norris, 1964; Norris, Burgess, 1965),以及其对各种昆虫的致病力 (Бахзеп, 1972) 为依据的。

搞好苏云金杆菌类细菌的分类和制定的图鉴,对进一步发展在用这类细菌防治害虫方面的理论和实际的研究具有很大的意义。

目前,这类菌在所有已知的昆虫病原微生物中具有最实际的意义,因为,苏云金杆菌这类菌本身具有能广泛用于保护植物防治害虫的许多特性。这种菌在简单的人工培养基上能较好生长,这有利于研制大量生产菌制剂;如同所有芽孢微生物一样,这类菌可加以干燥,并以干燥形式长期保存,这对于菌制剂的大量生产、应用以及标准化具有重要的意义。这种菌能形成许多昆虫毒素的代谢产物,其中最宝贵的是晶体内毒素和热稳定外毒素;这种菌对许多种害虫有致病力和毒力,对人和有益动物无害,对植物也无害;这类菌的芽孢施在叶子和其他表面上,以及落到土壤和水中,可长久保持其生命活力,同时是昆虫的感染源;该类菌能与各种杀虫剂,粘着剂和其他化学物质很好地混合而不会失掉其宝贵的特性;这类菌及其代谢产物,除了致死效果外,在亚致死剂量时对昆虫有致畸形作用,对种群的发育和繁殖能力有重大的影响。

昆虫病原病毒与真菌 现在已知有许多病毒对昆虫有致病力。尽管病毒的种类是多种多样的,但它们都具有彼此不同的特点 (Бахзеп, 1972; Тарасевич, 1975)。首先,这是因为病毒具有颗粒状和多角体状的蛋白质膜,膜内含有病毒粒。由此,亦有多角体病和颗粒体病的名称。也有《昆虫非包含体病毒》,其病毒粒不包含在蛋白质膜中(虹彩病毒,蜜蜂幼虫腐烂病毒等)。

真菌病广泛分布在昆虫世界中,而且真菌的许多分类种类本身具有昆虫寄生性或昆虫致病性。在这方面最著名的是白僵菌和虫