

黑缘红瓢虫成虫人工饲料研究

黄保宏¹ 邹运鼎² 毕守东² 郭义¹

(1. 安徽科技学院,安徽 凤阳 233100; 2. 安徽农业大学,合肥 230036)

摘要 黑缘红瓢虫人工饲料研究结果表明:以草鱼肉、鲜猪肝、夜蛾幼虫粉为主要配方的人工饲料基本满足成虫的营养需要,存活率较高,但平均单头雌虫产卵量较低。各配方饲养的黑缘红瓢虫成虫对朝鲜球坚蚧捕食功能反应均符合模型。以有取食刺激因子的配方成虫对朝鲜球坚蚧作用数据,但各饲料配方饲养的成虫捕食能力(1~31头)都随饲养时间(由第25~290天)的延长而减弱;成虫寻找效应(0.3802~0.0717)随着朝鲜球坚蚧密度(2~10头)的增加而下降,以有取食刺激因子的配方成虫对朝鲜球坚蚧的寻找效应较高,但各配方成虫都随饲养时间的延长而减弱。添加取食刺激因子的人工饲料对提高其成虫的越冬存活率、产卵量、捕食能力和寻找效应有明显促进作用,并且其成虫对饲料的利用率和转化率较高。

关键词 黑缘红瓢虫;人工饲料;取食刺激因子

中图分类号 S476

文章编号 1007-4333(2005)03-0004-06

文献标识码 A

Artificial diet for adults of *Chilocorus rubidus*

Huang Baohong¹, Zou Yunding², Bi Shoudong², Guo Yi¹

(1. Anhui Science and Technology University, Feng Yang 233100, China; 2. Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China)

Abstract *Chilocorus rubidus* was artificially fed with five types of diets. The results showed that the mixture of grass carp, pig-liver and powder of Noctuidae larvae could met the basic nutrition requirement of *Chilocorus rubidus* adult. The adult fed with the mixture had a high survival rate, but the females had a relatively low egg production. Preying response of *Chilocorus rubidus* adults on *Didesmococcus koreanus* was fitted to HollingII model. Adults fed with No. 3 and No. 5 diets preyed strongly on *Didesmococcus koreanus*. However, from 25 to 290 days, their preying capacities (1 - 31 head) decreased with raising duration. Food-seeking efficiency of *Chilocorus rubidus* (0.3802 - 0.0717) declined with increasing the densities of *Didesmococcus koreanus* (2 - 10 head). A better efficiency was detected in *Chilocorus rubidus* adults fed with No. 3 and No. 5 diets. Adding preying stimuli in the adult diet could significantly increase the survival rate from winter, egg number of s, preying ability and food-searching efficiency.

Key words *Chilocorus rubidus* Hope; artificial diet; feeding stimulus

黑缘红瓢虫 (*Chilocorus rubidus* Hope) 是朝鲜球蚧等蚧虫的重要天敌。黑缘红瓢虫在梅园内对朝鲜球蚧有明显寄生作用^[1]。为降低农药使用量、强调 IPM 策略、提高我国农产品的竞争能力,利用天敌昆虫防治害虫成为可持续综合治理的重要手段,于是,天敌昆虫的人工饲养商品化生产已发展为朝阳产业^[2-3]。几十年来,国内外学者对异色瓢虫、龟

纹瓢虫、七星瓢虫等人工饲料做过大量研究^[4-5],先后筛选了数百个配方,但效果都不甚理想,主要为幼虫存活率低、成虫产卵较少、配方复杂、成本高、不实用等。本试验在前人研究的基础上选配出 4 种人工饲料配方为黑缘红瓢虫人工饲料的研究和商品化生产打下基础。

收稿日期: 2005-01-04

基金项目: 安徽省教育厅自然科学基金资助项目(2002kj073);安徽技术师范学院自然科学基金资助项目(yqk200008)

作者简介: 黄保宏,副教授,主要从事植物保护研究, Tel: 0550-6733120, E-mail: bhh826@sohu.com

1 材料与方法

1.1 饲料配方及其制备

各配方^[1,6,7](表1)分别设4个重复,其中1、6号为CK^[1]。配制时,草鱼肉去刺,鲜猪肝剔除结缔组织^[8-9],以8000 r/min捣碎,加入过200目筛夜蛾

幼虫粉^[4]等其他成分,以5000 r/min的速度匀浆。制成的饲料置于50 mL的三角烧瓶中,紫外灯下灭菌30 min,储存于5℃冰箱内保鲜备用^[7,9]。黑缘红瓢虫成虫(下称成虫)越冬后在3、5号饲料中用喷头喷雾器喷少量1%(体积分数,下同)豆油+5%(质量分数,下同)蔗糖^[2,10]混合液体。

表1 饲料配方

Table 1 Components of *Chilocorus rubidus* diets

%

配方	草鱼肉	鲜猪肝	夜蛾幼虫粉	蜂蜜	葡萄糖	胆固醇	其他添加物
1(CK)	5	0	0	2	1	0.04	
2	0	5	0	2	1	0.04	
3	0	5	0	2	1	0.04	1%豆油+5%蔗糖
4	0	0	5	2	1	0.04	
5	0	0	5	2	1	0.04	1%豆油+5%蔗糖
6(CK)	朝鲜球坚蚧						

1.2 配方对成虫存活率和产卵量的影响

越冬代成虫2003年2—3月采自安徽科技学院梅园。将其置于RXZ型智能人工气候箱内饲养,光照周期16L/8D,湿度80%,25℃^[1,9]。让其产卵、孵化,直到幼虫羽化,取同一天羽化且个体相当的成虫。设置6个处理分别饲喂1~6号饲料,每个处理3次重复,每个重复40头成虫。将成虫逐只称重后置于直径7.5 cm、高11.0 cm,瓶底垫一层滤纸的500 mL罐头瓶内,瓶口覆纱布固定,在人工气候箱内饲养,饲养时间从成虫态开始计数。成虫越冬后,在瓶内置碎纸条供其产卵。2 d更换1次饲料。更换饲料前查卵粒数^[1],然后对粪便及剩余饲料称重。

1.3 成虫取食量、排粪量、饲料转化率、饲料利用率的测定

取成虫60头称取鲜重后放入无食物的500 mL罐头瓶内,分别饲以1~6号饲料。48 h后取出剩余食物,饥饿6 h,使其排空粪便。分别将成虫、吃剩的饲料和收集的粪便在80℃下烘干至恒重^[6],另取10头成虫称取鲜重,在相同温度下烘干至恒重,测含水量。计算取食量、排粪量、饲料转化率、饲料利用率^[11-12]。

1.4 饲料配方和饲养时间对成虫搜寻和捕食朝鲜球坚蚧能力的影响

1)对猎物密度的功能反应试验^[13-15]。设置6个处理,分别饲喂1~6号配方饲料,每个处理3次

重复。试验前将成虫饱食后禁食24 h处理,将2,4, ...,10头朝鲜球坚蚧和1头黑缘红瓢虫成虫分别放入相同的罐头瓶中,同时在每瓶放入1头瓢虫,24 h后记录朝鲜球坚蚧剩余数量。

2)成虫自身密度对寻找效应的影响^[13-15]。在6个罐头瓶中各放入8头朝鲜球坚蚧,同时分别放入1,2, ...,6头成虫,24 h后记录剩余朝鲜球坚蚧数量,3次重复。

3)饲养时间对成虫搜寻和捕食能力的影响。不同配方处理均设置7种饲养时间:25、66、107、137、168、229和290 d,3次重复。将朝鲜球坚蚧(密度为8头)分别放入罐头瓶内,用毛笔将单头成虫(试验前饱食后禁食24 h)接入其中,双筒解剖镜下观察、记载瓢虫成虫的搜寻时间和捕食数量。

2 结果与分析

2.1 各种饲料配方对成虫存活率的影响

由表2知,从成虫态饲养开始到第107天时,各处理成虫存活率差异尚未达到显著水平,可见选用几个配方适应于成虫的存活。第137天时,2、3号配方处理的存活率明显低于其他处理,2与5号配方达极显著水平,2、5号配方均以鲜猪肝为主要成分,此配方适合饲养异色瓢虫和七星瓢虫^[1],但对黑缘红瓢虫存活率不是最佳。第168天后,成虫基本不再取食,聚集倒伏于纱布下,各配方间无显著差异。越冬后成虫存活率明显下降,但比自然条件下

的 16%~35%^[1,16]要高,其原因是室内饲养受外界非自然死亡因子干扰较少。

表 2 配方饲料种类对成虫存活率的影响

Table 2 Effect of diets on survival rates of adult

配方	第 25 天	第 66 天	第 107 天	第 137 天	第 168 天	第 229 天	第 290 天
1	100 aA	95.0 aA	87.5 aA	80.0 abAB	65.0 aA	60.0 aA	35.0 bcA
2	100 aA	92.5 aA	82.5 aA	72.5 bB	67.5 aA	57.5 aA	30.0 cA
3	100 aA	97.5 aA	85.0 aA	77.5 abAB	67.5 aA	62.5 aA	52.5 abA
4	100 aA	95.0 aA	85.0 aA	80.0 abAB	70.0 aA	57.5 aA	42.5 abcA
5	100 aA	95.0 aA	87.5 aA	82.5 aA	75.0 aA	70.0 aA	57.5 aA
6	100 aA	100 aA	99.5 aA	89.4 aA	82.0 aA	76.1 aA	70.7 aA

注:同列不同大写字母间差异显著($P < 0.05$),不同小写字母间差异极显著($P < 0.01$)。

2.2 配方对成虫产卵量的影响

由表 3 知,与 6 号配方饲料饲养的成虫相比,1、2 和 4 号配方饲养的成虫产卵时间推迟 6~7 d,产卵高峰期基本上在第 316~325 天。5 种人工饲料配方成虫的平均产卵期为 45 d,与自然生长状况下的 42 d 相当^[4],说明各配方基本上能够满足成虫的营养需求。成虫产卵前期在 3、5 号配方饲料中添加

取食刺激剂^[178]1%豆油+5%蔗糖,有明显的促食作用,提高了其产卵量,特别是 5 号配方成虫在整个产卵期内累计产卵量一直处于首位,而未添加取食刺激剂的 2 号配方成虫的累计产卵量处于最低水平,表明取食刺激因子是人工饲料中不可缺少的成分。结合表 2 中第 290 天成虫的存活率知,添加剂能提高成虫越冬存活率。

表 3 配方饲料对成虫产卵量的影响

Table 3 Effect of diets on oviposition of female adults

粒

饲养时间	配 方					
	1	2	3	4	5	6
第 286—295 天	83	0	247	95	258	296
第 296—305 天	552	308	912	584	890	1 043
第 306—315 天	955	421	1269	1 088	1 224	1 354
第 316—325 天	1 686	1 567	1 720	1 768	1 812	1 934
第 326—335 天	847	814	956	983	1 059	1 102
第 336—345 天	424	336	672	392	834	944
累计产卵量	4 547	3 446	6 776	4 911	6 077	6 673
平均单头雌虫产卵量	28.42	36.10	30.69	37.98	41.71	

2.3 成虫对饲料的利用率和转化率

饲料的利用率和转化率是衡量饲料对昆虫适宜程度的指标,饲料利用率能够反映成虫的取食量,由表 4 知,对于黑缘红瓢虫 3、5 号配方饲料适口性较好,利用率和转化率分别达到 10.97%、11.89%和 15.38%、16.73%。说明黑缘红瓢虫成虫能很有效地利用和转化 3、5 号配方饲料,而对其余的利用和转化效率较低。

2.4 不同配方和饲养时间对成虫捕食朝鲜球坚蚧能力的影响

1) 成虫对朝鲜球坚蚧的捕食功能反应。昆虫的捕食功能反应是指每头捕食者在一定时间内的捕食量对猎物密度变化的反应,两者之间的这种关系通常用 Holling 圆盘方程描述。其捕食功能反应符合 Holling 型圆盘方程^[13-14,17]: $N_a = a TN / (1 + a T_h N)$ 。式中: N 为猎物密度; N_a 为被捕食猎物数

表 4 成虫对饲料的利用率和转化率

Table 4 Utilization and conversion efficacies of diets by adults

指 标	配 方					
	1	2	3	4	5	6
饲料总量/g	26.93	27.65	27.24	27.36	27.14	38.54
取食总量/g	2.76	1.57	2.99	2.78	3.23	16.46
排粪总量/g	2.40	1.37	2.53	2.42	2.69	5.47
利用率/%	10.26	5.69	10.97	10.17	11.89	21.47
转化率/%	13.32	12.73	15.38	13.20	16.73	26.12

量; T 为瓢虫可利用的总时间 ($T = 1$); a 为攻击系数, T_h 为处理 1 头朝鲜球坚蚧所用的时间。将试验数据拟合后可得各饲料配方饲养的成虫的捕食功能反应参数及其数学模型 (表 5), 并经 χ^2 测验, 其结

果均小于 $\chi^2_{0.05}$, 说明各模型均能较好反映瓢虫在不同朝鲜球坚蚧密度下的捕食变化规律。 a 和 T_h 充分反映了捕食者和猎物间的关系, 是判断捕食者对猎物控制作用大小的方法之一。但是, 捕食者对猎物的搜寻过程和处置时间相辅相成, 所以采用 a / T_h 来衡量捕食者对某种猎物控制作用的大小, 具有综合功能反应为一体的优点。由表 5 可知, a 和 T_h 是随着各配方瓢虫成虫而变化的。2 号配方成虫对朝鲜球坚蚧的瞬时攻击率最小, 其次为 1、4、5 和 3 号配方饲养的成虫, 6 号配方饲养的成虫瞬时攻击率最大; 3、5 和 6 号配方饲养的成虫处理时间差异不明显, 这说明 1、2 和 4 号配方饲养的成虫对朝鲜球坚蚧的捕食能力相对较弱。从 a / T_h 值和日最大捕食量的变化可以看出, 3、5 和 6 号配方饲养的成虫对朝鲜球坚蚧的控制作用明显大于 1、2 和 4 号配方饲养的成虫。

表 5 不同配方饲料喂养成虫捕食朝鲜球坚蚧的功能反应参数及其数学模型

Table 5 Parameters and mathematical models of adult's preying to *Didesmococcus koreauus*

猎物	饲料配方号	a	T_h	日最大捕食量/头	a / T_h	圆盘方程	χ^2 测验
朝鲜球 坚蚧	1	0.328 7	0.315 7	15.21	1.041 2	$N_a = 0.328 7 N / (1 + 0.103 8 N)$	$0.437 2 < \chi^2_{0.05}$
	2	0.312 3	0.335 8	11.65	0.930 0	$N_a = 0.312 3 N / (1 + 0.104 9 N)$	$0.452 3 < \chi^2_{0.05}$
	3	0.714 5	0.035 1	31.04	20.356 1	$N_a = 0.714 5 N / (1 + 0.025 1 N)$	$0.733 7 < \chi^2_{0.05}$
	4	0.372 1	0.096 4	19.55	3.860 0	$N_a = 0.372 1 N / (1 + 0.035 9 N)$	$0.553 6 < \chi^2_{0.05}$
	5	0.676 2	0.043 4	26.47	15.580 6	$N_a = 0.676 2 N / (1 + 0.029 3 N)$	$0.871 2 < \chi^2_{0.05}$
	6	0.760 3	0.029 3	35.12	25.948 8	$N_a = 0.760 3 N / (1 + 0.022 3 N)$	$0.914 5 < \chi^2_{0.05}$

2) 各配方饲养的黑缘红瓢虫成虫捕食能力与饲养时间的关系。由图 1 可看出, 各配方成虫捕食能力总体是随着饲养时间的延长而下降的。以 3、5 和 6 号配方饲养的成虫捕食能力明显优于 1、2 和 4 号

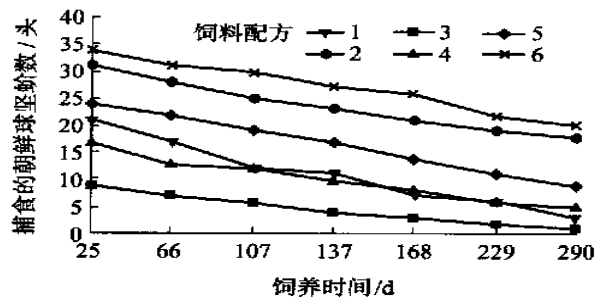


图 1 各配方饲养的黑缘红瓢虫成虫捕食能力与饲养时间的关系

Fig. 1 The relation of preying ability to raising duration of *Chilocorus rubidus* adults

配方饲养的成虫, 而 6 号饲料配方是朝鲜球坚蚧, 3、5 号饲料配方则是带有取食刺激因子, 是人工饲料。

2.5 配方和饲养时间对成虫搜寻能力的影响

1) 朝鲜球坚蚧密度对成虫寻找效应的影响。S 是捕食性天敌在捕食过程中对于猎物攻击的一种行为效应。天敌对于猎物作用的大小与其本身的寻找效应间符合 $S = N_a / N_t P$ 。式中: S 为寻找效应; N_a 为被捕食猎物数量; N_t 为猎物密度; P 为天敌本身的密度。寻找效应与猎物种群密度的关系中, Holling^[14-16]提出模型: $S = a / (1 + a T_h N_t)$ 。1~6 号饲料配方饲养的成虫对朝鲜球坚蚧的寻找效应模型拟合较好, 且寻找效应随着朝鲜球坚蚧密度的增加而下降 (表 6)。以 3、5 和 6 号饲料配方饲养的成虫对朝鲜球坚蚧的寻找效应较高, 故以 3、5 号配方

饲料较好。

表6 各种朝鲜球坚蚧密度下成虫寻找效应模型

Table 6 Correlation between the food-seeking efficiency of adults at different densities of *Didesmococcus koreaus*

饲料配方号	$S = a / (1 + a T_h N_f)$	2 测验
1	$S = 0.3287 / (1 + 0.3157 N_f)$	$0.377 < \frac{2}{0.05}$
2	$S = 0.3123 / (1 + 0.3358 N_f)$	$0.3314 < \frac{2}{0.05}$
3	$S = 0.7145 / (1 + 0.0351 N_f)$	$0.6361 < \frac{2}{0.05}$
4	$S = 0.3721 / (1 + 0.0964 N_f)$	$0.3175 < \frac{2}{0.05}$
5	$S = 0.6762 / (1 + 0.0434 N_f)$	$0.5937 < \frac{2}{0.05}$
6	$S = 0.7603 / (1 + 0.0293 N_f)$	$0.8024 < \frac{2}{0.05}$

2) 黑缘红瓢虫自身密度对寻找效应的影响。S 与天敌间的相互干扰关系可用 Hassel^[13-14] 提出的估计, 即: $S = QP^{-m}$ 。式中: Q、m、P 分别为搜索参数、相互干扰参数和一定空间内捕食者的数量。通过试验数据拟合出 1~6 号配方饲养的成虫自身密度与寻找效应和各参数(表 7)。经相关测验均达到极显著水平, 说明各模型均能准确反映自身密度与寻找效应的关系, 但各配方饲养的成虫搜索参数无明显差异, 其中 2、3 号配方饲养的成虫的相互干扰参数分别为最大和最小。

表7 成虫自身密度对朝鲜球坚蚧寻找效应的影响

Table 7 Effects of *Chilocorus rubidus* on the food-seeking efficiency densities

饲料配方号	$S = QP^{-m}$	Q	m	R
1	$S = 0.3605 P^{-1.7041}$	0.3605	1.7041	-0.9857**
2	$S = 0.3521 P^{-1.7124}$	0.3521	1.7124	-0.9871**
3	$S = 0.3745 P^{-1.5733}$	0.3745	1.5107	-0.9953**
4	$S = 0.3672 P^{-1.6527}$	0.3672	1.6527	-0.9908**
5	$S = 0.3694 P^{-1.6056}$	0.3694	1.6056	-0.9925**
6	$S = 0.3763 P^{-1.5107}$	0.3763	1.5733	-0.9978**

3) 各配方成虫搜寻能力与饲养时间的关系。由图 2 可看出, 各配方成虫搜寻时间总体是随着饲养时间的延长而增加的。以 3、5 和 6 号配方成虫搜寻能力明显优于 1、2 和 4 号配方成虫, 3、5 和 6 号配方分别是带有取食刺激因子, 是人工饲料和朝鲜球坚蚧。

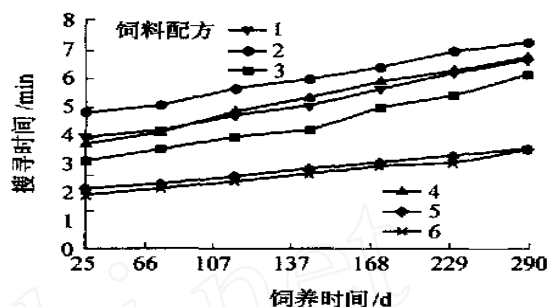


图2 各配方饲养的黑缘红瓢虫成虫搜寻时间与饲养时间的关系

Fig. 2 The relation of food-searching time to raising duration of *Chilocorus rubidus* adults

3 结论与讨论

1) 试验所用饲料简单易得, 成本较低, 制备方便, 符合人工饲料要求。成虫的存活率已达自然状况下水平, 但是在繁殖力方面, 尤其是产卵量上却远低于采用天然饲料饲养的单头雌虫产卵量 172 粒的标准^[1], 影响其生殖力下降的原因: 第一, 成虫越冬越夏期基本上不取食或取食少, 也不活动。试验后期 3、5 号配方中添加取食刺激因子, 成虫取食量增加, 而其他未添加取食刺激因子的配方成虫取食量较少。第二, 人工饲料存在某种营养缺陷, 可能在营养水平和微量元素的搭配上与天然饲料有较大差异。第三, 成虫室内人工饲养后, 往往变得比较温顺, 不如野外采集的个体活跃, 繁殖力也或多或少有所降低。Shorey 等^[12]认为这是由于试验昆虫在有限的空间内长期处于稳定的环境条件下经受“选择性压力”的结果。因此, 寻找营养更全面的实用饲料, 研究人工饲料的取食刺激因子, 促进取食是改进黑缘红瓢虫人工饲料的关键。取食刺激因子与添加剂的作用机理尚需系统性研究。人工饲料饲养成虫产卵初始时间与自然饲料饲养成虫相比平均推迟 6~7 d, 且产卵量相对较少。这与人工饲料配方和该瓢虫食卵习性有关, 为减少卵粒被食的机会, 雌虫一开始产卵就应该拣出雄虫, 并及时取出卵粒^[9]。

2) 饲料的转化率是反映饲料营养状况的一个重要指标, 3、5 号配方饲料转化率高达 15.38% 和 16.73%, 是由于添加了取食刺激因子还是由于饲料本身的营养状况符合要求, 有待进一步研究。

3) 各配方成虫捕食能力总体是随着饲养时间的延长而下降的, 而其搜寻时间总体则是随着饲养时间的延长而增加。这可能由于成虫长期饲养后, 其

体量消耗较自然状态下少,捕食“欲望”不强所致。

参 考 文 献

- [1] 林静君,徐崇华,李广武,等. 林木害虫天敌昆虫[M]. 北京:中国林业出版社,1989. 44~47, 63~64
- [2] 万方浩,王韧. 我国天敌昆虫产品产业化的前景分析[J]. 中国生物防治, 1999, 15(3): 135~138
- [3] 杨洪,熊继文,张帆. 异色瓢虫人工饲料研究进展[J]. 山地农业生物学报, 2003, 22(2): 169~172
- [4] 陈志辉,钦俊德,申春玲. 改变人工饲料组分对七星瓢虫幼虫生长发育的影响[J]. 昆虫学报, 1989, 32(4): 385~391
- [5] 傅贻玲,陈志辉. 人工饲料某些成分对七星瓢虫产卵的影响[J]. 昆虫学报, 1982, 25(3): 335~341
- [6] 郭郭,忻介六. 昆虫学实验技术[M]. 北京:科学出版社, 1981. 66~69
- [7] 忻介六,邱益三. 昆虫、螨类、蜘蛛的人工饲料(续篇)[M]. 北京:科学出版社, 1986. 127~128
- [8] 王延年,郑忠庆,周永生,等. 昆虫人工饲料手册[M]. 上海:上海科学技术出版社, 1984. 184~187
- [9] 忻介六,苏德明. 昆虫、螨类、蜘蛛的人工饲料[M]. 北京:科学出版社, 1979. 112~113
- [10] 孙毅,万方浩. 七星瓢虫人工饲料的研究现状及发展对策[J]. 中国生物防治, 1999, 15(4): 169~173
- [11] 阮永明,吴坤君. 不同食料植物对棉铃虫生长发育和繁殖的影响[J]. 昆虫学报, 2001, 44(2): 205~211
- [12] 吴坤君,龚佩瑜,李秀珍. 黄地老虎的人工饲料[J]. 昆虫学报, 1988, 31(4): 387~393
- [13] 丁岩钦. 天敌-害虫作用系统中的数学模型及其主要参数的估计:捕食者-猎物系统中主要参数的估计[J]. 昆虫知识, 1983, 20(6): 284~287
- [14] 郭玉杰. 捕食作用中的功能反应模型[J]. 中国生物防治, 1993, 9(1): 40~45
- [15] 张孝羲. 昆虫生态及预测预报[M]. 第2版. 北京:中国农业出版社, 1997. 77~78
- [16] 中国科学院动物研究所,浙江农业大学. 天敌昆虫图册[M]. 北京:科学出版社, 1978. 124, 130~131, 159
- [17] 汪世泽. Holling 型功能反应新模型[J]. 生态学杂志, 1988, 7(1): 1~3

科研简讯

“间套作根系相互作用及其养分资源高效利用的机理研究”成果通过鉴定

该项目由我校李隆教授和张福锁教授完成,2005年3月11日通过北京市科委鉴定,认为该成果在同类研究中处于国际领先水平。该项目针对我国间套作复合种植体系,进行了根系相互作用及养分资源高效利用机理的系统研究。取得的创新成果有:

- 1) 豆与玉米间作产量优势主要取决于地下部根系的良好分布及营养高效利用的共同作用;
- 2) 套作系统中豆科作物较强的根际酸化能力及其酸性磷酸酶活性促进了非豆科作物对磷的吸收,两作物在根系空间分布上有互补作用,这是间套作物群体磷高效的主要机理;
- 3) 在石灰性土壤,玉米花生间作改善花生铁营养的主要机理是玉米根系分泌的植物铁载体活化了根际土壤铁,促进间作花生根系吸收铁营养。

“华北平原盐碱地区管花肉苕蓉综合栽培技术体系研究”成果通过鉴定

该项目由我校郭玉海教授等完成,2005年4月11日通过了河北省科技厅组织的鉴定,认为达到国际先进水平。项目组首次将濒危中药材管花肉苕蓉引种到华北平原盐碱地区并实现了人工栽培,为其异地保护和盐碱地的高效利用开辟了新的途径。该项研究阐明了管花肉苕蓉寄生机理,研制出种子处理剂“农大1号”和接种融合剂“农大2号”,创立了管花肉苕蓉根管接种方法,建立了柽柳-管花肉苕蓉复合苗培养技术,制定了管花肉苕蓉起垄、覆膜、控水栽培技术,为管花肉苕蓉人工栽培提供了理论和技术支撑。目前其综合栽培技术体系在河北吴桥县、乐亭县累计示范推广 2.67 hm²,年单产管花肉苕蓉干品 1 500 kg/hm²,纯收入达 2 500 元以上,实现了盐碱地高效利用,经济效益显著。

(科学技术处供稿)