

小麦蚜虫田间调查及监测技术*

周海波^{1,2**} 程登发¹ 陈巨莲^{1***}

(1. 植物病虫害生物学国家重点实验室 中国农业科学院植物保护研究所, 北京 100193; 2. 宁夏出入境检验检疫局, 银川 750001)

摘 要 小麦蚜虫是世界范围内小麦生产中一类重要害虫。针对麦蚜世代历期短、繁殖力强, 具有趋光、趋化及迁飞等生物学及行为习性; 在田间多呈聚集分布, 且麦蚜易受寄主植物抗性、天敌、气象因素及农田生态条件等生物与非生物因素影响等发生为害特点, 本文阐述了我国小麦蚜虫田间调查、监测技术及防治策略, 以期为我国小麦蚜虫综合防控提供基础科学支撑。

关键词 小麦, 蚜虫, 调查, 监测, 综合治理

Techniques for field survey and monitoring of wheat aphids in China

ZHOU Hai-Bo^{1,2**} Cheng Deng-Fa¹ CHEN Ju-Lian^{1***}

(1. State Key Laboratory for Biology of Plant Diseases and Insect Pests, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China; 2. Ningxia Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau of People's Republic of China, Yinchuan 750001, China)

Abstract Aphids are globally important pests of wheat crops. More and more research has led to a clearer understanding of their biology, life habits and demographics. Wheat aphids have a short life cycle, high fecundity, display phototaxis, chemotaxis and have the capacity for long distance migration. Aphid infestations on wheat leaves and ears have a clustered distribution. Aphids are typical phloem-piercing, sap-sucking pests that damage wheat not only by their feeding behavior but also by acting as a vector of the barley yellow dwarf virus (BYDV) which adversely affects wheat yield and grain quality. Several abiotic and biotic factors, such as host plant resistance, natural enemies, weather factors, and agri-ecosystem engineering, have some impact on wheat aphids. Based on current understanding of wheat aphid biology, ecology and physiology, a set of techniques for the field survey, monitoring and control of aphid populations on wheat crops is described which provides a foundation for the monitoring and integrated management of wheat aphids in China.

Key words wheat, aphids, investigation, monitoring, IPM

小麦蚜虫(简称麦蚜)是我国乃至世界范围内小麦生产上的重要害虫。我国常见的麦蚜种类有麦长管蚜 *Sitobion avenae*、禾谷缢管蚜 *Rhopalosiphum padi*、麦二叉蚜 *Schizaphis*

graminum 与麦无网长管蚜 *Metopolophium dirhodum* 4种。麦蚜属刺吸式害虫,通过刺吸小麦植株韧皮部汁液、传播大麦类黄矮病毒(Barley yellow dwarf virus, BYDV)(陈巨莲,

* 资助项目: 国家国际科技合作项目(2010DFA32810); 国家自然科学基金(31371946); 宁夏回族自治区科技支撑计划项目2013; 国家小麦现代产业技术体系-小麦害虫防控(CARS-3)

**E-mail: zhouhaibo417@163.com

***通讯作者, E-mail: jlchen@ippcaas.cn

收稿日期: 2014-04-11, 接受日期: 2014-04-22

2011, 2014)。此外,蚜虫还分泌蜜露对小麦的光合作用产生干扰,引起煤污病。因此,麦蚜的发生危害严重危害着小麦的产量和质量 (Zhou *et al.*, 2013a, 2013b), 常年造成小麦减产 10% 以上, 大发生年份超过 30%。在美国、俄罗斯、加拿大、中国、印度等小麦主产国, 每年都会给小麦产业造成数以百万美元的损失。各国政府与科研机构高度重视麦蚜带来的严重损失, 投入大量经费防治蚜虫, 并探讨麦蚜的可持续性综合治理技术(陈巨莲, 2008a; Willocquet *et al.*, 2008)。根据全国农业技术推广服务中心和相关省市植保站的数据资料, 2009 年蚜虫发生面积 2.66 亿亩, 占小麦种植面积的 83.13%, 比上年增了 11.26%。近年来, 以麦长管蚜为主的小麦穗期蚜虫在黄淮海麦区及北方麦区偏重发生或大发生。因此, 依据其发生面积、对产量和品质的影响, 小麦蚜虫已上升为我国小麦虫害的首位。本文阐述了我国小麦蚜虫田间调查、监测技术及防治策略, 以期为我国小麦蚜虫综合防控提供基础科学支撑。

1 麦蚜田间调查技术

为了规范该虫的取样调查, 有效地开展麦蚜的监测与预报, 制定了如下的“小麦蚜虫系统调查及监测技术规程”。

1.1 系统调查

1.1.1 调查时间 小麦返青拔节期至乳熟期

止, 开始每 5 d 调查一次, 当日增蚜量超过 300 头时, 每 3 d 查一次。

1.1.2 调查田块 选择当地肥水条件好、生长均匀一致的早熟品种麦田 2~3 块作为系统观测田, 每块田面积不少于 1 334 m²。

1.1.3 调查方法 采用单对角线 5 点取样, 每点固定 50 株, 当百株蚜量超过 500 头时, 每点可减少至 20 株。调查有蚜株数、蚜虫种类及其数量, 记录结果并汇入表 1 (小麦蚜虫测报调查规范, 2002)。

1.2 大田普查

1.2.1 普查时间 在小麦秋苗期、拔节期、孕穗期、抽穗扬花期、灌浆期进行 5 次普查, 同一地区每年调查时间应大致相同。

1.2.2 普查田块 根据当地栽培情况, 选择有代表性的麦田 10 块以上。

1.2.3 普查方法 每块田单对角线 5 点取样, 秋苗期和拔节期每点调查 50 株, 孕穗期、抽穗扬花期和灌浆期每点调查 20 株, 调查有蚜株数和有翅、无翅蚜量, 记录结果并汇入表 2 (小麦蚜虫测报调查规范, NY/T612-2002)。

表 1 小麦蚜虫系统调查表
Table 1 Systematical surveying of wheat aphids

地点 Location：_____品种 Variety：_____地块类型 Field type：_____							
调查日期	生育期	调查株数	有蚜株数	有蚜株率	蚜虫种类及其数量	百株蚜量	备注
Date	Growth period	No. of	No. of	(%)	Aphid species and number	Aphids	Notes

surveying plants	Plants infested by aphids	Rate of plants infested by aphids							number per 100 plants
			麦长管蚜 <i>S. avenae</i>		麦二叉蚜 <i>S. graminum</i>		禾缢管蚜 <i>R. padi</i>		
			有翅 Alatae	无翅 Apterae	有翅 Alatae	无翅 Apterae	有翅 Alatae	无翅 Apterae	

地块类型是指早、中、晚播田或高肥水田等。
Field type included early, middle, late sown field, or high fertility field and so on.

表 2 小麦蚜虫大田普查表
Table 2 Survey of wheat aphids in fields

调查日期 Date	调查地点 Location	代表面积 (667m ²) Area	品种 Variety	生育期 Growth period	调查株数 No. of surveying plants	有蚜株数 No. of plants infested by aphids	有蚜株率 (%) Rate of plants infested by aphids	蚜虫数量 Aphids number			百株蚜量 Aphids number per 100 plants	备注 Notes
								有翅 Alatae	无翅 Apterae	合计 Total		

1.3 粘性黄板诱捕调查法

自小麦拔节期开始,将黄色粘虫板置于麦田中,每 667 m²均匀使用 12~20 块,规格为 25 cm×40 cm,高度随小麦植株高度变化,高于小麦植株 20 cm即可,东西方向,每周更换一次黄板,更换前记录黄板(双面)上蚜虫的种类及数量 (Zhu *et al.* , 2005)。

1.4 网捕调查法

自小麦拔节期开始,麦田麦蚜采用“Z”形抽样法,每 667 m²选取 20 个点,每个小区取 1 个样点 (1 m²), 每点扫 10 网,网口直径 30 cm,网深 50 cm,一个往返为一网,网幅为 1 m,记录网内蚜虫的种类及数量,每周调查一次 (Xie

et al. , 2012)。

1.5 黄色水盆诱集调查法

自小麦拔节期开始,将黄盆置于麦田中,高度随小麦植株高度变化,高于小麦植株 20 cm 即可,间隔至少 20 m,黄盆规格为:直径 26 cm,高 10 cm;黄盆内放总容量 2/3 左右的水,并加入适量的洗洁精。每周更换一次水,更换前记录盆内蚜虫的种类及数量 (Cui *et al.* , 2012)。

2 预测方法

麦蚜预测预报技术是开展麦蚜有效防治重要的前提。该技术主要是根据麦蚜发生的生物学和生态学原理,在田间系统调查、大田调查、天敌调查的基础上,结合小麦的生育期,当地温度、

湿度和降雨情况及天敌发生情况,做出短中期的预测,分析预测其发生量的多少,发生期的迟早,对小麦为害的程度等,并发出情报,指导农户进行防治,将病虫害的为害控制在经济允许水平之内(陈巨莲, 2008b)。

2.1 发生期预测

发生期预测是根据麦蚜防治对策的需要,预测某个关键虫期出现的时期,以确定防治的有利时期。在害虫发生期预测中,常将各虫态的发生时期分为始见期、始盛期、高峰期、盛末期和终见期。预报中,当季蚜虫累计发生量达到发生总量的 16%、50%、84% 的时间分别为始盛期、高峰期和盛末期。从始盛期到盛末期一段时间为麦蚜发生盛期。

2.2 发生量预测

发生量预测就是预测害虫的发生程度或发生数量,用以确定是否有防治的必要。小麦蚜虫发生程度分为 5 级,主要以当地小麦蚜虫发生盛期平均百株蚜量来确定。各级指标分别为:1 级,百株蚜量 ≤ 500 头;2 级,500 头 $<$ 百株蚜量 $\leq 1\,500$ 头;3 级,1 500 头 $<$ 百株蚜量 $\leq 2\,500$ 头;4 级,2 500 头 $<$ 百株蚜量 $\leq 3\,500$ 头;5 级,百株蚜量 $> 3\,500$ 头。统计预测法在本质上比较相近,即从众多的相关因子中筛选因子,采用各种回归分析法建立统计模型进行预测。

2.3 现代监测技术

近年来,随着计算机技术的飞速发展,利用地理信息系统、遥感技术和多媒体信息技术,建立现代化的麦蚜监测预报技术。遥感技术是目前国际上监测农作物受病虫危害光谱特性变化最先进的手段之一,其依据是基于农作物受到病虫危害时生理变化所引起的绿叶中细胞活性、含水

量、叶绿素含量等的变化,表现为农作物反射光谱特性上的差异,特别是红色区和红外区的光谱特性差异。应用高光谱遥感技术,研究和利用受害植物光谱特性的变异信息,可以为大规模地监测植物病虫害发生动向提供可靠的依据。如今的 GIS 已成为地理空间信息表示、处理、分析和应用的强大工具和技术体系,一定程度上可在少量采样数据的情况下预测整个研究区域中的空间分布情况,而且预测方法也可以设定和调整(Merrill *et al.*, 2009)。因此,利用地理统计学方法与传统空间分布分析方法相结合研究农业害虫空间分布情况,可以准确、直观地表征害虫种群的空间格局状况和种群的变化。

3 麦蚜防治对策

3.1 麦蚜为害损失及防治指标

小麦从出苗到成熟,均有麦蚜为害,但不同生育期为害造成的损失有很大差异,而且不同蚜虫为害程度亦不同。小麦减产率随蚜量、小麦受害生育期和为害历期等密切相关,还与品种及栽培条件等有关。即品种抗耐程度高损失低,栽培管理水平高,受害后减产轻。通过对蚜量与产量损失率的相关分析,根据经济损失允许水平,在小麦扬花灌浆期,当百株蚜量达到 500 头以上时,立即采取化学药剂防治措施,防治适期为扬花灌浆期。

3.2 防治方法

3.2.1 栽培防治 加强栽培管理是提高作物产量,控制麦蚜发生为害的重要途径之一。在西北地区麦二叉蚜和黄矮病发生流行区(如甘肃冬春麦混种区),可缩减冬麦面积,扩种春播小麦,从而可削弱麦蚜和黄矮病的寄主作物链,是控制蚜虫、病害发生的一种重要手段。在南方禾谷缢

管蚜发生严重地区,减少秋玉米的播种面积,切断其中间寄主植物,蚜源相应减少,可减轻该蚜的发生为害。在华北地区推行冬麦与油菜、绿肥(苜蓿)间作,对保护利用麦蚜天敌资源,控制蚜害有较好效果。另外,要适时集中播种,冬麦适当晚播,春麦适时早播。

3.2.2 寄主作物抗性 种植抗虫品种是控制虫害的重要途径。小麦抗虫性是小麦与害虫长期协同进化过程中所形成的一种可遗传特性,其表现与小麦本身、害虫致害型、环境条件等诸多因子有关。目前抗蚜鉴定以田间鉴定为主,参照我国农业行业标准 NY/T 1443.7-2007《小麦抗病虫害性评价技术规范 第7部分 小麦抗蚜虫评价技术规范》(2007),并根据小麦蚜抗性的田间鉴定和评价的实践经验 and 科研成果进行,抗蚜鉴定方法包括(1)抗蚜鉴定圃设置;(2)种植对照品种选择;(3)蚜害调查方法。在大多数小麦品种处于扬花期和灌浆期,麦蚜种群达到高峰期时,采用模糊识别方法;(4)抗蚜级别的划分及抗性评价等相关过程。

3.2.3 利用生态调控措施 生物多样性是自然界中维持生态平衡、抑制植物虫害暴发成灾的基础因素。农作物的多样性主要包括遗传(品种)多样性和物种多样性。多系品种和品种混合是遗传或品种多样性用于作物虫害防治的有效途径(周海波等,2012)。例如,小麦与油菜、大蒜、蚕豆、豌豆、绿豆间作或者邻作等均具有好的控蚜效果。此外,在小麦田边种植开花植物条带,该措施主要是由于麦田生物多样性增加,天敌种类和数量增加。此外,品种混种小麦品种间气味互相掩盖,蚜虫需花费更多的时间去寻找最喜欢的寄主植物,从而延长蚜虫寻找寄主的时间,抑制蚜虫种群的增长。生态调控措施还包括植

物挥发物及昆虫信息素的利用。例如,已从蚜虫为害诱导小麦释放的挥发物,以及蚜虫受天敌等攻击释放的报警激素中检测到具有驱避麦蚜、引诱天敌的作用成分,从而发展防治蚜虫的新技术即“推-拉技术”。目前,已有将具有驱避作用的挥发物及蚜虫报警激素制作成缓释器,在田间利用的报道。

3.2.4 生物防治 蚜虫的生物防治主要分为三类,一是在没有发现天敌的地区引进天敌;二是大量饲养和释放天敌;三是天敌的保护利用(Van Emden *et al.*, 2007)。一般商品化的蚜虫天敌主要有蚜茧蜂、瓢虫、猎蝽、草蛉、病原真菌等。蚜虫的生物防治越来越受到人们的重视,成为综合防治的一个重要组成部分。

麦蚜天敌资源丰富,保护利用好麦蚜的自然天敌,不仅可较好的控制麦蚜为害,而且对春作及后茬作物田的害虫也能起到一定控制作用。充分利用瓢虫、食蚜蝇、草蛉、蚜茧蜂等天敌,生产上利用麦蚜复合天敌当量系统,能统一多种天敌的标准食蚜单位和算法,准确测定复合天敌发生时综合控蚜能力,是采用其他措施的依据。测定天敌控蚜指标,将该指标与化防指标、当量系统结合起来,为充分发挥天敌作用提供保证。必要时可人工繁殖释放或助迁天敌,使其有效地控制蚜虫。当天敌与麦蚜比大于1:120时,天敌控制麦蚜效果较好,不必进行化学防治;尽量压缩化学防治面积和施药量、施药次数,改进施药技术,以发挥天敌对蚜虫控制作用。

3.2.5 物理防治 黄板诱杀技术是利用蚜虫的趋黄性诱杀农业害虫的一种物理防治技术。在麦蚜发生初期开始使用,每亩均匀插挂15~30块黄板,高度高出小麦20~30cm;当黄板上粘虫面积达到板表面积的60%以上时更换;悬挂方向

以板面向东西方向为宜。

3.2.6 化学防治 化学防治应选择好农药种类和合适的施用方法。20 世纪 70—80 年代, 氧化乐果是防治麦蚜理想的化学药剂, 因其防效好、价格低, 被农民长期使用, 从而导致麦蚜对氧化乐果产生抗性。80 年代后推广应用多种类型的药剂, 如氨基甲酸酯类、除虫菊酯类和烟酯亚胺类等。目前常用药剂有 2.5%吡虫啉可湿性粉剂 3 000 倍液或 10%吡虫啉可湿性粉剂 3 000 倍液、或 25%吡虫啉可湿性粉剂 3 000 倍液、4.5%高效氯氰菊酯乳油 3 000 倍液、50%抗蚜威可湿性粉剂 3 500~4 000 倍液、2.5%溴氰菊酯乳油每 667 m²用 10~13 mL、2.5%三氟氯氰菊酯每 667 m²用 20~30 mL、40%乐果乳油每 667 m²用 50 mL, 这些药剂虽然对麦蚜有较好的防治效果, 但对麦田害虫天敌有很强的杀伤力, 不宜在穗期使用。要保护天敌和农田环境, 应选用低毒、低残留的环保友好型农药, 可选用植物源杀虫剂, 如 0.2%苦参碱水剂每 667 m²用 150 g (或 36%苦参碱 500 倍液)、0.5%桉素乳油每 667 m²用 40 g、30%增效烟碱乳油每 667 m²用 20 g、40%硫酸烟碱 1 000 倍液、10%皂素烟碱 1 000 倍液、抗生素类的 1.8%阿维菌素乳油 2 000 倍液。这些药剂对麦蚜的防效都能达到 90%以上, 又可以最大限度的降低对天敌的杀伤作用。可有效地避免过度杀伤天敌的药剂还有啉虫脒, 一般其 3%乳油每 667 m²用 20~30 mL, 推荐在小麦穗期蚜虫初发生期对水喷雾; 还可用 50%抗蚜威, 其 50%可湿性粉剂每 667 m²用 30 g, 可防治小麦苗期蚜虫或在穗期蚜虫始盛期对水喷雾。

3.2.7 综合治理 在 20 世纪 40—50 年代, 在 IPM 概念出现前, 导致了害虫种群的错误治理, 主要表现在: 杀虫剂的过量使用, 导致害虫种群

的泛滥成灾; 使用广谱性杀虫剂导致生物防治的缺失; 使用相同基因型、高产但感虫的作物品种大范围的单一种植, 使农业生态系统生物多样性的缺失; 淡化或放弃劳动密集的农业防治。通过以上问题, 我们不难得出蚜虫综合治理的主要内容: 化学防治是在经济阈值的指导下决策, 所用药剂是根据当地实际情况进行选择; 生物防治通过选择性农药加以保护利用, 并通过改善栖息地包括有计划的通过农业管理增加生物多样性、从国外或其他地方引进天敌定殖; 栽培特定的抗蚜品种; 使用栽培防治, 特别是改善蚜虫自然天敌的条件。除此之外, 使用化学信息素来改变蚜虫和其天敌的行为是近年来的主要贡献, 有可能被纳入蚜虫综合治理中。

IPM 强调使用多种防治措施, 主要有两个原则: 如果一种防治措施足够单独控制蚜虫, 就会存在允许害虫基因频率应变增加的风险, 同时失去了使用第 2 种防治措施的机会。因而该方法应该降低有效性(减少农药用量、部分作物抗性而不是免疫)从而可以引入第 2 种控制方法作为补充。不同的方法综合考虑、协调应用才能实现麦蚜无公害持续控制的目标。

4 讨论

监测蚜虫数量是在一定作物经济阈值水平下的控制决策制定的依据。由于地点、气候、土壤条件、栽培耕作措施、蚜虫基因型等因子的不同, 经济阈值有差异。对于蚜虫传播病毒, 则是一旦蚜虫出现就需要防治, 因此监测蚜虫空中活动时间很重要。除了监测蚜虫的分布、数量、物候, 蚜虫携带病毒情况和抗药性等之外, 监测点及距作物层的高度上设置都是重要因素, 因为离地面越高, 监测的结果就越差。

开展麦蚜的监测和预测需要多种措施相结合。目前国际上对蚜虫的监测技术仍然维持在一个低技术的水平,主要有植株上直接计数、利用吸尘器抽吸、扫网、拍打;空中抽样主要有黄色水盆诱集、黄色粘虫板、性诱剂、网捕和高空吸尘器。近年发展起来的对于大型昆虫空中监测的昆虫雷达技术和通过测试昆虫振翅频率来识别昆虫的光学探头等技术,随着技术的日益成熟与完善,将促进麦蚜种群调查的技术手段、显著提升其动态监测能力,为准确测报、综合防治提供重要的技术支持。

参考文献 (References)

- Cui LL, Francis F, Heuskin S, Lognay G, Liu YJ, Dong J, Chen JL, Song XM, Liu Y, 2012. The functional significance of E- β -Farnesene: Does it influence the populations of aphid natural enemies in the fields? *Biol. Control*, 60(2): 108–112.
- Merrill SC, Holtzer TO, Peairs FB, Lester PJ, 2009. Modeling spatial variation of Russian wheat aphid overwintering population densities in Colorado winter wheat. *J. Econ. Entomol.*, 102(2): 533–541.
- Van Emden HF, Harrington R, 2007. Aphids as crop pests. CAB International, Wallingford, UK.
- Willoquet L, Aubertot JN, Lebard S, Robert C, Lannou C, Savary S, 2008. Simulating multiple pest damage in varying winter wheat production situations. *Field Crops Research*, 107(1): 12–28.
- Xie HC, Chen JL, Cheng DF, Zhou HB, 2012. The effect of wheat-mung bean on aphids and their natural enemies. *J. Econ. Entomol.*, 105(3): 854–859.
- Zhou HB, Chen JL, Haubruge E, Francis F, 2013a. Adaptation of wheat-pea intercropping pattern in China to reduce *Sitobion avenae* (Hemiptera: Aphididae) occurrence by promoting natural enemies. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 37(9): 1001–1016.
- Zhou HB, Chen JL, Liu Y, Frédéric F, Eric H, Bragard C, Sun JR, Cheng DF, 2013b. The influence of garlic intercropping or active emitted volatiles in releasers on aphid and related beneficial in wheat fields in China. *Journal of Integrative Agriculture*, 12(3): 467–473.
- Zhu J, Obrycki JJ, Ochieng SA, Baker TC, Pickett JA, Smiley D, 2005. Attraction of two lacewing species to volatiles produced by host plants and aphid prey. *Naturwissenschaften*, 92(6): 277–281.
- 小麦蚜虫测报调查规范, 2002. 中华人民共和国农业行业标准. NY/T612-2002.[Rules for the investigation and forecast of wheat aphides, 2002. Agriculture industry standard of the People's Republic of China. NY/T612-2002.]
- 小麦抗病虫性评价技术规范 第 7 部分 小麦抗蚜虫评价技术规范, 2007. 中华人民共和国农业行业标准. NY/T 1443.7-2007.[The rules for resistance evaluation of wheat to diseases and insect pests, Part 7 :Rule for resistance evaluation of wheat to aphids, Agriculture industry standard of the People's Republic of China (NY/T 1443.7- 2007).]
- 陈巨莲, 2008a. 麦类虫害//成卓敏主编.《新编植物医生手册》. 北京:化学工业出版社. 44–51.[CHEN JL, 2008a. Wheat diseases and insect pests// New Doctor's Handbook in Plant, CHENG ZM. Beijing: Chemical Industry Press.44-51.]
- 陈巨莲, 2008b. 小麦蚜虫//全国农业技术推广服务中心编.《小麦病虫害草害发生与监控》. 北京: 中国农业出版社. 133–144.[CHEN JL,2008b. Wheat aphids// National agricultural technology extension service center. Occurrence and monitoring of wheat diseases, pests, weeds. China Agriculture Press. Beijing:133-144.]
- 陈巨莲, 2011. 麦蚜// 陈万权主编.《图说小麦病虫害鼠害防治关键技术》.北京:中国农业出版社. 40–46.[CHEN JL, 2011. Wheat aphids // CHEN WQ. Key technologies for control of wheat diseases, pests, weeds, rat. China Agriculture Press. Beijing:40-46.]
- 陈巨莲, 2014. 小麦蚜虫及其防治.北京: 金盾出版社.190.[CHEN JL, 2014. The control of wheat aphids. Jindun Press, Beijing:190.]
- 周海波, 陈巨莲, 程登发, 刘勇, Frederic Francis, 孙京瑞, 2012. 农田生物多样性对昆虫的生态调控作用. 植物保护, 38(1): 6–10.[ZHOU HB, CHEN JL, CHENG DF, FREDERIC FRANCIS, LIU Y, SUN JR. 2012. Effects of ecological regulation of biodiversity on insects in agroecosystems. *Plant protection*, 38(1):6-10.]