



ENTOMATIC

Automatic
monitoring of
olive fruit flies

for more crop
and less pesticide

Figure 1: McPhail trap in original form as basis of an automatic monitoring of olive fruit flies. Photograph: Nutesca S.L., Spain.

The Problem

Olive fruit flies, *Bactrocera oleae*, are the cause of crop loss in the olive plantations of Europe to the extent of around 600 euros per hectare. Across the 4.4 million hectares or so which are planted with olives in the EU,¹ these insects therefore cause destruction to the tune of perhaps 2.6€ billions, which represents about 30% of all the olive gardens in the Mediterranean area, some of them actually annihilated.² The 2.5 million olive farmers affected by the economic damage represent about a third of all EU farmers.³ EU policy for the olive oil market is to encourage production of high-quality oil for the benefit of producer, processor, trader and consumer. The costs of this policy run at about 2.3 € millions a year⁴ but in no way serve to balance out the losses here described.

The female *Bactrocera oleae* fly lays up to 400 eggs in several olives and, if temperature conditions are right, lives about 6 months.⁵ Attempts at control cost about

*Details and
video for the
ENTOMATIC
project at
www.imms.de*

¹ Data from the European Commission, Directorate-General for Agriculture (<http://europa.eu.int/comm/agriculture>)

² Marshall Johnson, Olive Fruit Fly, *Bactrocera oleae*. Center for Invasive Species Research, University of California Riverside, 2010

³ IOOC, "Olive oil in the world market", OLIVAE No. 103, June 2005

⁴ International Olive Oil Council (2005). World Olive Oil Figures

⁵ Economopoulos AP, Giannakakis A, Tzanakakis ME, Voyadjoglou AV. 1971. Reproductive behavior and physiology of the olive fruit fly. 1. Anatomy of the adult rectum and odors emitted by adults. *Annals of the Entomological Society of America* 64: 1112-1116.

€ 5,000,000 a year and basically take the form of ground traps and pesticide sprays.⁶ The farmers' unions estimate perhaps a 30 % over-use of pesticide because it has to date been the practice only monitor the infestation by random sampling. Immense labour is involved in distributing traps across the olive gardens, often on rough terrain. To establish cases of critical frequency, the insects are counted manually at regular intervals. It is thus barely possible to get a prompt and accurate census. Neither can the best timing for counter-attack be precisely calculated. And so the farmers use excess pesticide prophylactically to protect their harvest, sadly overdosing both the crop and the environment.⁷

The Solution

The ENTOMATIC project has been able to develop a new automatic monitoring system. In future, it will enable critical concentrations of *Bactrocera oleae* to be counted rapidly and safely in the olive plantations. The trap type most often used in southern Europe is the McPhail trap. These are being equipped with sensors that reliably identify and quantify the fruit flies.

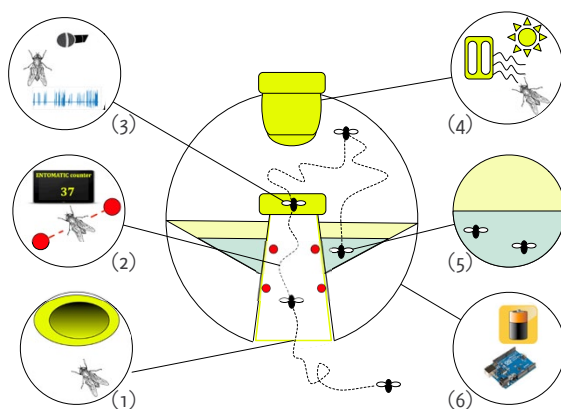


Figure 2: How the ENTOMATIC trap works.
Diagram: ENTOMATIC consortium.

The new ENTOMATIC McPhail trap is most suitable for experimental comparison with earlier versions and so is likely to find acceptance with users. The farmers' organisations have already had considerable experience with the conventional version.

The new version senses the *Bactrocera oleae* flying into it (1), in that at the point of entry (2) the insect is recognised by an opto-acoustic detector. Digital signal pro-

⁶ A. Valavanidis, Th. Vlachogianni. *Agricultural Pesticides Ecotoxicological Studies and Environmental Risk Assessment*. Department of Chemistry, University of Athens, University Campus Zografou, 15784 Athens, Greece, 2011.

⁷ Economopoulos A. P. (2002). *The olive fruit fly, Bactrocera (Dacus) oleae (Gmelin) (Diptera: Tephritidae): Its importance and control; previous SIT research and pilot testing*. Report to International Atomic Energy Agency (IAEA), Vienna, Austria; Michelakis S. (1990). *The olive fruit fly, Dacus oleae (Gmel.) in Crete, Greece*. *Acta Horticulturae* 286:371-374.



Figure 3: Schematic diagram of the ENTOMATIC system. Diagram: ENTOMATIC Consortium.

> *Smart Jacket*

> *ENTOMATIC*

> *KOSERNA*

> *HoTSens*

> *INSPECT*

> *AFIA*

> *Contents*

* *Funding*

cessing takes place and the system decides whether the insect is the olive fruit fly and of which sex (3). The bait in the trap ensures that the insects stay within the trap (4), and drown, just as they do in conventional McPhail traps (5). Attached to the top of the trap is electronic hardware containing the equipment for signal processing, detection of ambient conditions, power supply and networking of the traps (6). The data collected within the local network of traps in an olive plantation are transmitted together with exact GPS positions via smart wireless gateway to a CPU that contains the central management software.

At this central computer, the data on the current insect population and extent which come in are evaluated and visualised. In addition, it is possible in the same way to predict future developments and likely spread. As to the application of pesticides to keep the pests under control, the sheer amount of data enables optimum times and quantities to be calculated for each area of olive trees.

Further afield, the intention is sensor systems and hardware and software for data processing, communication and monitoring be used in such a way that different national systems may be networked, leading to a fully European early warning system.

The IMMS contribution has been to develop the specialised housing for the electronics and opto-electronic sensors which are used to count the fruit flies, unite the traps into a network with gateway and register ambient conditions. The casing is designed to protect the components against outside influences such as rain, dust and sunshine while at the same time offering easy access for maintenance jobs such as battery replacement. The McPhail has been adapted to accommodate the unit and the system with its electronic components has been integrated into the



Figure 4:

Trap prepared for 2017 field test.

The new trap contains the electronics and opto-electronic sensors which are used to count the fruit flies, unite the traps into a network with gateway and register ambient conditions.

Photograph: IMMS.

prototype. IMMS has also contributed to developing and fabricating the sensors and other electronics for the wireless networking of the traps and creation of the smart gateways. Another role of IMMS has been the assembly and initial installation of 25 ENTOMATIC McPhails for field tests. The prototypes modified with the sensors have been finalised by TEI Crete. The first field tests are to start in April 2017.

Details and video for the ENTOMATIC project at www.imms.de

Contact person: Dr.-Ing. Frank Spiller, frank.spiller@imms.de



The ENTOMATIC project is funded by the European Union under the reference FP7-SME-2013-605073 within the 7th Framework Programme of European Research, Technological Development and Demonstration.

IMMS is one of twelve project partners from Spain, Portugal, Greece, France, Belgium, Turkey and Germany.

Project website: <https://entomatic.upf.edu>



ENTOMATIC

Automatisches
Monitoring von
Olivenfliegen

*für mehr Ernte
und weniger
Pestizide*

Abbildung 1: Insektenfallen wie diese vom Typ McPhail sind Teil eines Systems zum Monitoring von Olivenfliegen. Foto: Nutesca S.L., Spanien.

Problem

In den Olivenplantagen Europas entstehen jährlich ca. 600 Euro pro Hektar Verlust durch Olivenfliegen. Auf den ca. 4,4 Millionen Hektar Olivenhainen der EU¹ vernichten diese Insekten demnach jedes Jahr ca. 2,6 Milliarden Euro. Das entspricht ca. 30% aller mediterranen Olivenkulturen, gebietsweise werden diese nahezu vollständig zerstört.² Der wirtschaftliche Schaden verteilt sich auf etwa 2,5 Millionen Erzeuger, das sind ca. ein Drittel der EU-Landwirte.³ Hauptziel der EU-Olivenöl-Marktpolitik ist es, die Produktion eines hochwertigen Öls zugunsten von Erzeugern, Verarbeitern, Händlern und Verbrauchern zu fördern. Mit den dazu aufgewendeten 2,3 Milliarden EUR pro Jahr⁴ werden allerdings nicht einmal die genannten Verluste kompensiert.

Infos und Video

zu ENTOMATIC:

www.imms.de

Weibliche *Bactrocera oleae* legen bis zu 400 Eier in mehreren Oliven ab und leben bei optimalen Temperaturen ein halbes Jahr.⁵ Bekämpft werden sie mit Bodenködnern

¹ Data from the European Commission, Directorate-General for Agriculture (<http://europa.eu.int/comm/agriculture>)

² Marshall Johnson, Olive Fruit Fly, *Bactrocera oleae*. Center for Invasive Species Research, University of California Riverside, 2010

³ IOOC, "Olive oil in the world market", OLIVAE No. 103, June 2005

⁴ International Olive Oil Council (2005). World Olive Oil Figures

⁵ Economopoulos AP, Giannakakis A, Tzanakakis ME, Voyadjoglou AV. 1971. Reproductive behavior and physiology of the olive fruit fly. 1. Anatomy of the adult rectum and odors emitted by adults. *Annals of the Entomological Society of America* 64: 1112-1116.

und Pestizid-Sprays für jährlich etwa 5 Mrd. € in der EU.⁶ Bauernverbände schätzen, dass Pestizide um mehr als 30% überdosiert werden. Die Ursache hierfür ist, dass der Fliegenbefall bisher stichprobenweise erhoben wird, indem Fliegenfallen durch sehr viel Personal in den Olivenhainen in z.T. unwegsamem Gelände verteilt und pro Falle regelmäßig Fliegen manuell ausgezählt werden, um kritische Häufungen zu ermitteln. Sichere und zeitgenaue Aussagen sind so nur eingeschränkt möglich. Folglich ist auch der optimale Zeitpunkt für die Schädlingsbekämpfung ungenau. Deshalb setzen die Bauern präventiv mehr Schädlingsbekämpfungsmittel ein, um ihre Ernte zu schützen, was allerdings eine unnötige Belastung durch Pestizide für die Ernte und die Umwelt bedeutet.⁷

Lösung

Im Projekt ENTOMATIC wurde ein neuartiges automatisches Monitoringsystem entwickelt. Es soll künftig helfen, kritische Konzentrationen von *Bactrocera oleae* in Olivenplantagen schnell und sicher zu ermitteln. Hierzu werden die bisher in Südeuropa am weitesten verbreiteten herkömmlichen Fallen vom Typ McPhail (siehe Abbildung 1)

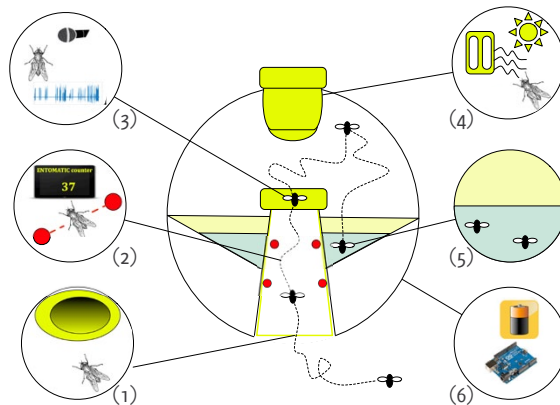


Abbildung 2: Funktionsschema des ENTOMATIC-Systems. Grafik: ENTOMATIC-Konsortium.

mit einer Sensorik ausgestattet, die die Fliegen zuverlässig erkennt und zählt. Diese neue ENTOMATIC-McPhail ist am besten für vergleichende Untersuchungen mit den alten Fallen geeignet und sollte am ehesten durch die Nutzer akzeptiert werden. Bei den Bauernorganisationen liegen für die konventionelle McPhail umfangreiche Erfahrungen vor.

Die neue Falle (Abbildung 2) detektiert die *Bactrocera oleae*, die in die Falle fliegen (1). Das geschieht mit einem opto-akustischen Sensorsystem an der Einflugöffnung (2). Mit Hilfe einer digitalen Signalverarbeitung werden die detektierten Audiosignale ausgewertet und ermittelt, ob es sich um eine *Bactrocera oleae* handelt und welches Geschlecht diese besitzt (3). Der in der Falle enthaltene Lockstoff

⁶ A. Valavanidis, Th. Vlachogianni. *Agricultural Pesticides Ecotoxicological Studies and Environmental Risk Assessment*. Department of Chemistry, University of Athens, University Campus Zografou, 15784 Athens, Greece, 2011.

⁷ Economopoulos A. P. (2002). *The olive fruit fly, Bactrocera (Dacus) oleae (Gmelin) (Diptera: Tephritidae): Its importance and control; previous SIT research and pilot testing*. Report to International Atomic Energy Agency (IAEA), Vienna, Austria; Michelakis S. (1990). *The olive fruit fly, Dacus oleae (Gmel.) in Crete, Greece*. *Acta Horticulturae* 286:371-374.



Abbildung 3:
Funktionsprinzip für das vernetzte Monitoring von Olivenfliegen. Grafik: ENTOMATIC-Konsortium.

sorgt dafür, dass die Fliegen in der Falle bleiben (4). Dort ertrinken sie wie in der herkömmlichen McPhail (5).

Auf der Oberseite der Falle ist die Elektronik angebracht, die die Signalverarbeitung, Umweltsensoren, die Energieversorgung und die Vernetzung der Fallen untereinander beinhaltet (6).

Die über das lokale Netz der Fallen eines Olivenhaines gesammelten Daten und die dazugehörigen GPS-Positionen werden über ein Mobilfunk-Gateway an einen zentralen Leitrechner mit der Managementsoftware übertragen. Diese wertet die empfangenen Daten des aktuellen Befalls und der Verbreitung aus und visualisiert sie (vgl. Abbildung 3).

Vorhersagen zur künftigen Entwicklung und Weiterverbreitung der Olivenfruchtfliegenpopulation sind damit ebenso möglich. Mit all den Informationen lassen sich für jeden Olivenhain optimale Zeiten und Mengen für Pestizide ermitteln, um Schädlinge zu bekämpfen. Über die einzelnen Haine hinaus sollen die im Projekt entwickelte Sensorik, Elektronikhardware für Datenverarbeitung und Kommunikation, Gehäuse sowie Monitoring-Software so eingesetzt werden, dass künftig durch die Vernetzung verschiedener nationaler Systeme eine europaweit Frühwarnung erreicht werden kann.

Das IMMS hat für die Elektronikkomponenten mit opto-elektronischem Sensorsystem für das Zählen der Olivenfruchtfliegen, Vernetzung der Fallen und Gateway sowie für die Umweltsensorik spezielle Gehäuse entwickelt. Diese sind so gestaltet, dass sie die Komponenten vor Umwelteinflüssen, wie Regen, Staub und Sonneneinstrahlung, schützen und trotzdem einen einfachen Zugang für die Wartung, z.B. beim Auswechseln von Batterien, ermöglichen. Dafür wurde die McPhail entsprechend modifiziert und die Systemintegration der elektronischen Komponenten des Prototyps realisiert.

> Smarte Jacke

> ENTOMATIC

> KOSERNA

> HoTSens

> INSPECT

> AFiA

> Inhalt

* Förderung



Abbildung 4:

Fertige Falle für die Feldtests, die 2017 durchgeführt werden.

Die neue Falle enthält Elektronikkomponenten mit opto-elektronischem Sensorsystem für das Zählen der Olivenfruchtfliegen, Vernetzung der Fallen und Gateway sowie Umweltsensorik.

Foto: IMMS.

Das IMMS hat darüber hinaus Beiträge für die Entwicklung und Fertigung der Sensorelektronik und der Elektronikkomponenten für die drahtlose Vernetzung der Fallen und des Mobilfunkgateways geliefert. Für Feldtests wurden durch das IMMS 25 ENTOMATIC-McPhails hergestellt und vormontiert. Die Komplettierung der modifizierten Prototypen mit der Sensorik erfolgte durch TEI Crete. Die ersten Feldtests beginnen im April 2017.

Infos und Video

zu ENTOMATIC:

www.imms.de

Kontakt: Dr.-Ing. Frank Spiller, frank.spiller@imms.de



Das Projekt ENTOMATIC wird unter dem Förderkennzeichen FP7-SME-2013-605073 im Rahmen des 7. Forschungsprogrammes „Forschungsaktivitäten von der Grundlagenforschung bis zur angewandten Forschung“ durch die Europäische Union gefördert.

Das IMMS ist einer von zwölf Projektpartnern aus Spanien, Portugal, Griechenland, Frankreich, Belgien, der Türkei und Deutschland.

Website des Konsortiums: <https://entomatic.upf.edu>