



Società Italiana
di Nematologia



IOBC-WPRS

Entomopatogeni

I nostri piccoli eroi nel controllo integrato

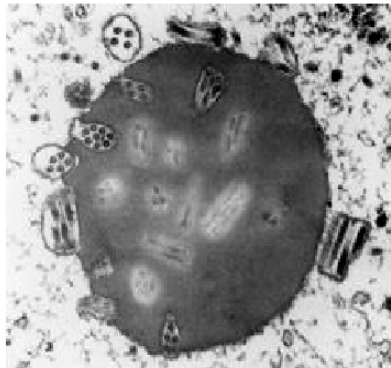


Eustachio Tarasco DiSSPA
Università di Bari Aldo Moro

International Organisation for Biological and Integrated Control

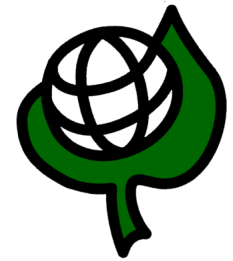
- IOBC-WPRS è una delle sei Sezioni Regionali dell'Organizzazione Internazionale per il Controllo Biologico. L'IOBC è stata fondata nel 1955 per promuovere metodi ecologicamente sicuri di controllo dei parassiti e delle malattie nella protezione delle piante.

<https://iobc-wprs.org/>



IOBC-WPRS

WG Microbial and Nematode Control of Invertebrate Pests



IOBC-WPRS
OILB-SROP



Eustachio Tarasco
Convenor
University of Bari Aldo Moro, Italy

Enrique Quesada Moraga
Liaison-Officer
University of Cordoba, Spain



Six Subgroups

Subgroups	SG Convenor	Affiliation
Viruses	Rosa Murillo	University of Navarra
Bacteria	Luca Ruiu	University of Sassari, Italy
Fungi	Inmaculada Garrido Jurado	University of Cordoba, Spain
Entomoparasitic nematodes	Vladimír Půža	Biology Centre CAS České Budějovice, Czech Republic
Soil insect pests	Dietrich Stephan	Julius Kühn-Institut, Darmstadt, Germany
Slugs and snails	Jirka Nermut	Biology Centre CAS České Budějovice, Czech Republic

<https://iobc-wprs.org/>

Alcune considerazioni iniziali...

- Al ritmo di crescita attuale la popolazione mondiale potrebbe raggiungere i 9 miliardi di individui entro il 2050, pandemie permettendo
- Nonostante le misure di controllo messe in campo, le perdite di “produzioni vegetali” dovute a malattie, parassiti e erbe infestanti ammontano a circa il 30-35% della produzione agricola totale
- Mezzi di controllo – rischio ambientale – IPM
- Agenti Patogeni degli insetti nel controllo biologico.....I Microbials

- Gli ENTOMOPATOGENI....e i biopesticidi
- Condizioni termoigrometriche ottimali
- La vendita dei biopesticidi è molto cresciuta negli ultimi 20 anni con un giro di affari che si attesta ad oggi sui 6.6 miliardi di dollari, che rappresenta il 7% del totale mercato della protezione delle piante. Il settore dei biopesticidi cresce del 15% all'anno e con questo tasso di crescita dovrebbe eguagliare il settore chimico nel 2050
- I prodotti del “Biocontrol” si basano su microrganismi, macrorganismi, estratti di piante e feromoni e i **Microrganismi** costituiscono il maggior segmento di mercato con il 58% dei prodotti
 - 5 miliardi per i prodotti a base di batteri (i.e. *B. thuringiensis*)
 - 1 miliardo per i formulati a base di funghi (di cui 401,6 milioni per biopesticidi a base di EPF)
 - EPF: Ci sono attualmente 30 formulazioni commerciali disponibili a livello mondiale con 13 differenti specie fungine (più dell'80% *B. bassiana* e *M. anisopliae*)

Perché gli agenti patogeni nel controllo biologico

- Agenti presenti in natura.....Prodotti Naturali
- Gli Invertebrati, ivi compresi Artropodi e Insetti, sono soggetti a malattie, come tutti gli organismi viventi
- La malattia è una condizione in cui uno stato di equilibrio di un organismo con il suo ambiente viene alterato
- Gli **agenti patogeni** sono i responsabili della **trasmissione** della malattia, entrano nel corpo dell'ospite o passivamente, con l'alimentazione, o attivamente, attraverso le aperture naturali o penetrando direttamente attraverso la cuticola
- Una volta all'interno dell'insetto, i patogeni **si moltiplicano rapidamente**, uccidendo l'ospite anche con la produzione di **sostanze tossiche**
- La maggior parte degli agenti patogeni è caratterizzata da **un'alta specificità verso l'ospite** e alcuni di essi, in particolare i Virus, possono infettare gli insetti di un solo genere o di una sola specie
- Epizooziologia: dipende dal trinomio ospite-agente patogeno-ambiente

Alcuni dati comparativi sulla biologia dei principali agenti patogeni degli insetti

	Virus	Batteri	Funghi	Protozoi	Nematodi
Ospiti bersaglio	Lepidotteri ed Imenotteri. Elevata specificità	Lepidotteri, Coleotteri e Ditteri. Spec. della sottosp.	Molti Ceppi specifici	Molti Specifici a livello di famiglia	Molti
Modalità d'azione	Ingestione	Ingestione	Per contatto attraverso la cuticola	Ingestione	Attraverso aperture naturali o cuticola
Rapidità dell'effetto	3-10 giorni; tempi più lunghi per <i>Oryctes virus</i>	30 min - 1 giorno	4-7 giorni	Malattia cronica più che letale	1-5 giorni

Controllo microbiologico e Patologia degli Insetti

- **Agostino Bassi**, da Lodi, è considerato il padre della Patologia degli Insetti. Dimostra (1835) che il “mal del segno” del baco da seta è causato da un micete, la *Beauveria bassiana*.



“ Quando il Fatto parla Ragion tace,
perchè la Ragione è figlia del Fatto, non
il Fatto figlio della Ragione „.

Agostino Bassi

Riposa nella
Chiesa di San
Francesco a
Lodi



Nematodi entomopatogeni

Steinernematidae ed Heterorhabditidae

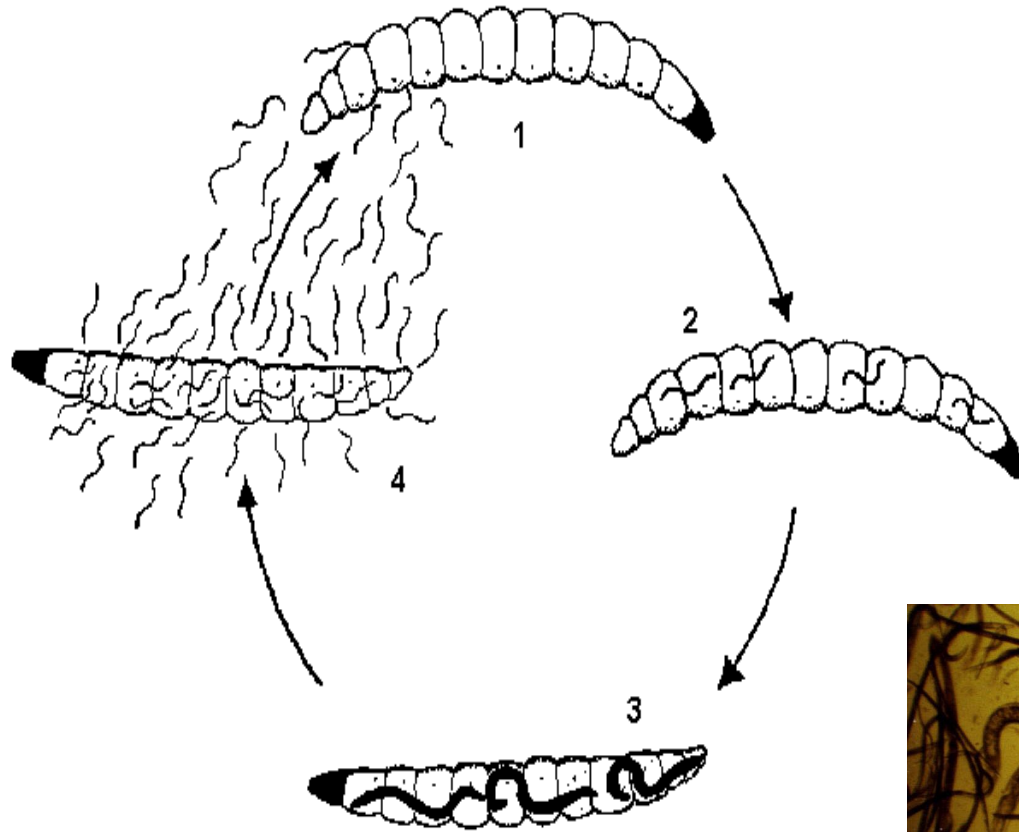


- Piccoli (meno di 1-3 mm) nematodi terricoli.
- Al momento se ne conoscono un centinaio di specie appartenenti ai generi ***Steinernema*** ed ***Heterorhabditis***
 - Tra le specie nuove descritte tre sono italiane: *S. apuliae*, *S. ichnusae*, ***S. vulcanicum*** e ***Oscheius onirici***
 - Sono diffusi in natura e parassitizzano un gran numero di insetti, soprattutto nel suolo.
- **La ragione della loro infettività** è la simbiosi mutualistica con batteri (*Photorhabdus* spp. per gli Eterorabditidi e *Xenorhabdus* spp. per gli Steinernematidi)
- Bio-insetticidi non tossici per i vertebrati. Innocui per l'uomo e l'ambiente
- Agenti di controllo biologico prodotti nelle biofabbriche (sono i più diffusi dopo il *Bt*)

Ciclo biologico



- Uovo
- 4 stadi giovanili
- adulto



Endotokia
matricida

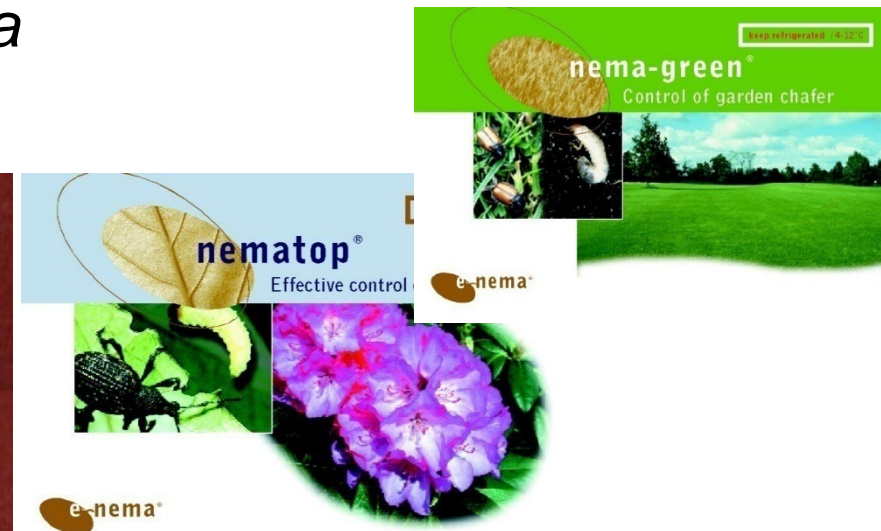


Steinernema: anfigonia

Heterorhabditis: ermafroditismo (prima generazione)

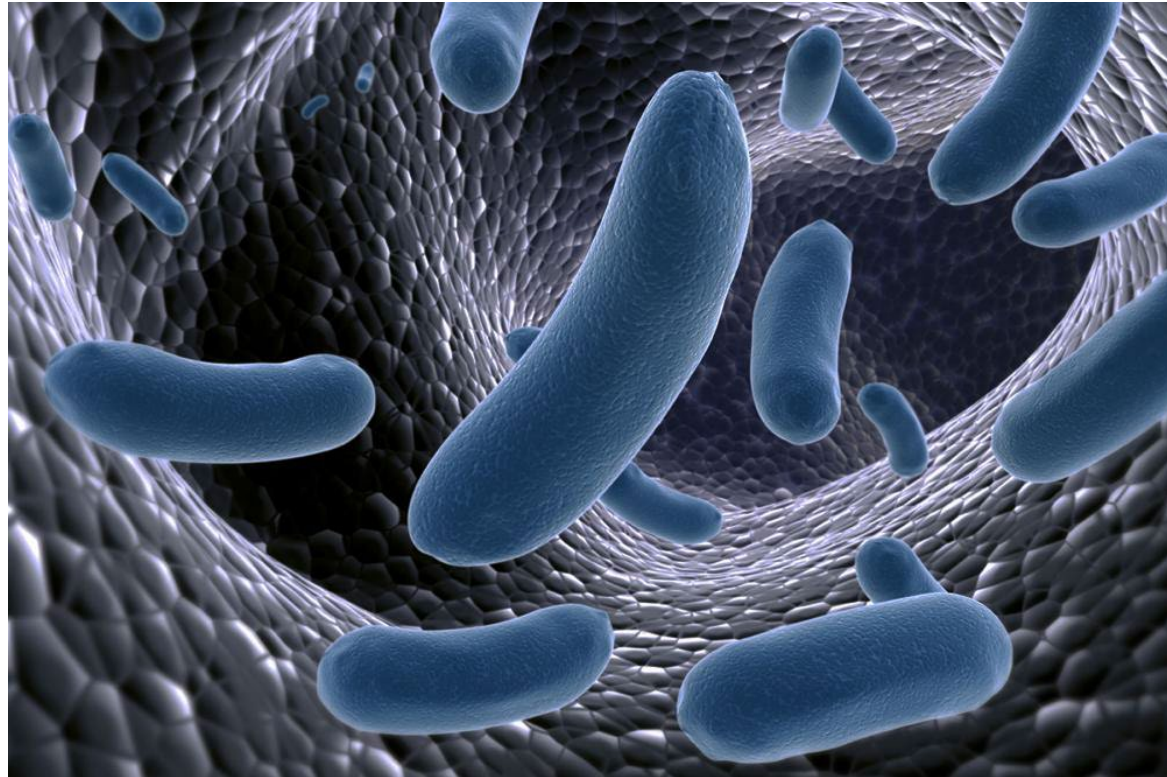
Prodotti a base di nematodi entomopatogeni

- *Heterorhabditis bacteriophora* / *H. megidis* / *Steinernema*
 - Heteromask (BioLogic), LawnPatrol (Hydro-Gardens), Larvanem (Koppert), *Heterorhabditis bacteriophora* (Biocontrol Network e Rincon- Vitova), B-Green (Biobest), Nema-green e Nematop (e-nema) Optinem (Agrifutur)
 - Nemasys H e Nemasys G (Becker Underwood, Intrachem), *Heterorhabditis* system (Biobest)
- *Phasmarhabditis hermaphrodita*



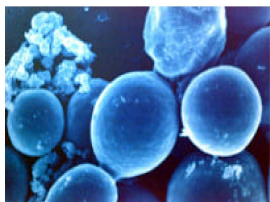
I batteri simbiotici

- Sono definiti **simbionti** quei batteri che colonizzano un determinato organismo apportandogli un certo vantaggio (come la flora batterica intestinale o quella vaginale), **commensali** quelli che non arrecano né danni né vantaggi, e **patogeni** quelli che danneggiano l'organismo (producono tossine lesive per la salute)



I batteri entomopatogeni

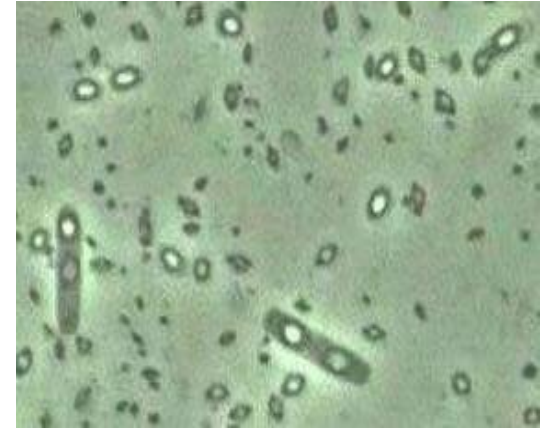
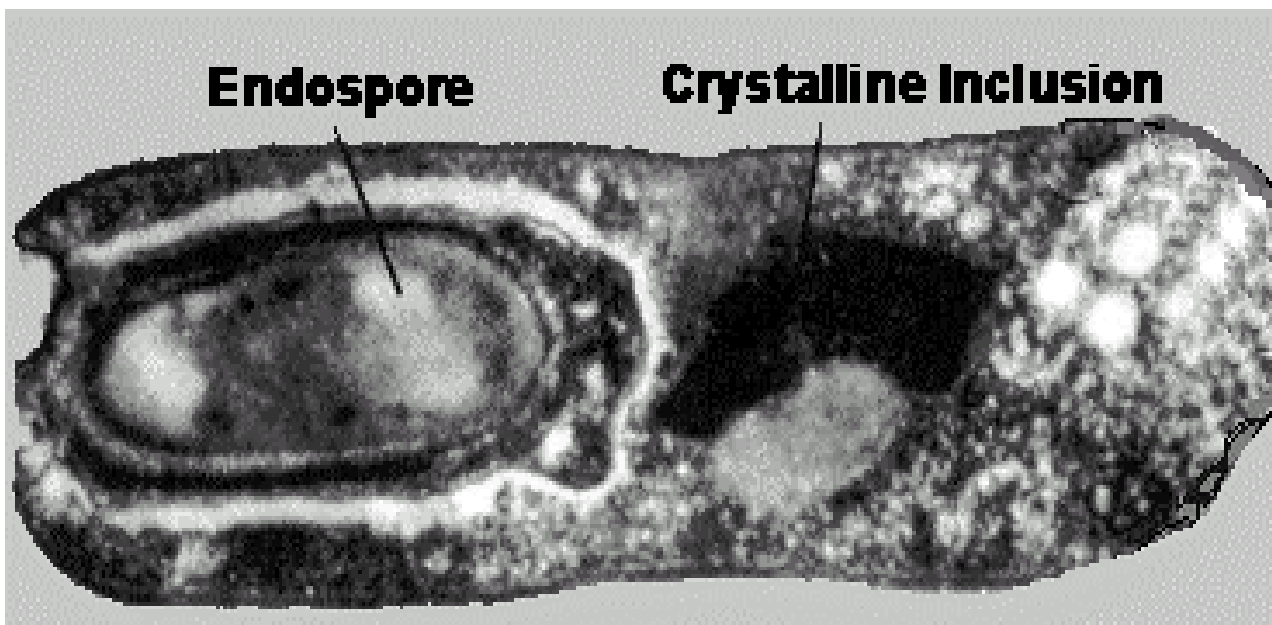
- La maggioranza dei biopesticidi sono prodotti basati su batteri entomopatogeni e/o su loro fattori patogeni
 - costituiscono il 6% del mercato globale dei pesticidi
- Rapidità di azione e bassissimo rischio ambientale
 - Batteri entomopatogeni sporigeni : *Bacillus thuringiensis* (95% dei prodotti «microbici»), *Paenibacillus popilliae*, *P. lentimorbus*, *Lysinibacillus (Bacillus) sphaericus*, *Brevibacillus laterosporus*
 - Batteri non sporigeni: *Serratia entomophila*, *Chromobacterium subtsugae*, *Burkholderia rinojensis*, *Yersinia entomophaga*, *Pseudomonas entomophila*



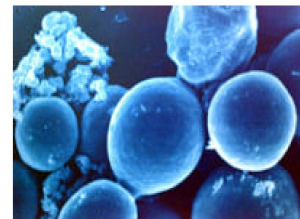
I batteri entomopatogeni

Bacillus thuringiensis (Bt)

- E' l'agente patogeno più diffuso ed utilizzato
- 1901: in Giappone Ishiwata isola un batterio dal Baco da seta (*Bacillus sotto*)
- 1911: Berliner isola in Thuringia (Germania) un batterio simile da *Anagasta kuehniella* (*Bacillus thuringiensis*)
- Sporeine® (1938): primo formulato commerciale a base di *Bt*, in Francia
- Anni '50 -'60: le ricerche di Steinhaus rilanciano l'interesse sul *Bt* e sui preparati microbiologici
- 1957: compare il Thuricide®, ancora oggi in commercio
- Negli anni 70 arriva il *Bt* var. *kurstaki*, più attivo rispetto ai precedenti.



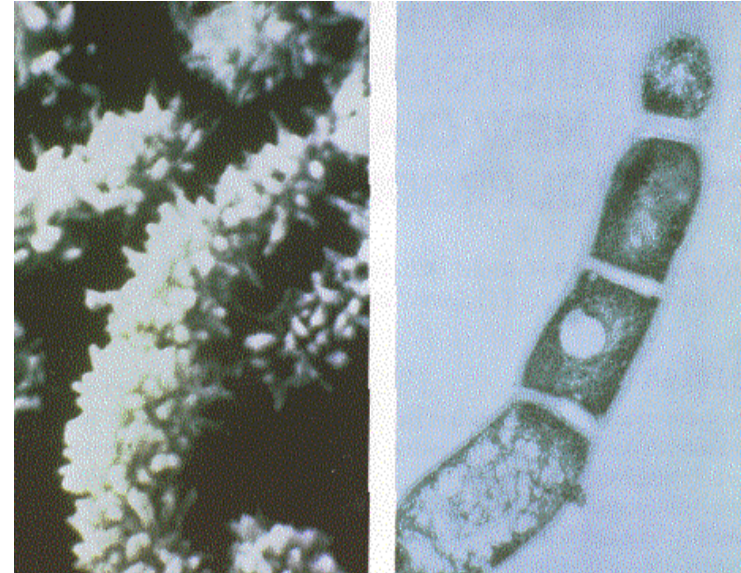
ciclo biologico del Bt



- Batterio ubiquitario, patogeno facoltativo, aerobio e sporigeno. Ciclo vitale con 2 fasi di crescita: Fase vegetativa (con abbondanza di nutrienti e una crescita esponenziale) e Sporulazione (nutrimento scarsamente disponibile). La sporulazione produce, oltre alla **spora**, un **corpo parasporale** con 1 o più inclusioni cristalline sintetizzate nella cellula madre contenenti proteine (95%) e carboidrati (5%). Questi cristalli proteici hanno proprietà insetticide e sono detti tossine-*Bt*, δ -endotossine o ICPs (Insecticidal Crystal Proteins).

Spinosad

Natural Product
Microbial insecticide
(micro-organism-derived)



- *Saccharopolyspora spinosa*
 - Nuova specie di Actinomicete (batteri vicini ai funghi), isolata nei Caraibi
 - Principio attivo: Spinosad
 - Metaboliti attivi: Spinosine (soprattutto A e D, ma se ne conoscono più di 30)
 - Naturalyte: Nuova classe di agenti di controllo (da **Natural** e metabol-**yte**)
 - Formulati registrati in 60 Paesi su 150 colture. Success® e Laser®
 - Ampio spettro d'azione
 - Tisanotteri (*Frankliniella*),
Lepidotteri (*Lobesia*,
Spodoptera, *Ostrinia*, *Plutella*),
Coleotteri (*Leptinotarsa*), Ditteri
(*Lyriomiza*, *Ceratitis*,
Bactrocera, *Anopheles*)
 - Azione per ingestione e per contatto

Non tossico per gli ausiliari (tranne che per *Encarsia* e *Orius*)
Basso impatto ambientale
..... qualche dubbio

Altri batteri

- Biopesticidi (bacteria)
 - *Lysinbacillus sphaericus* – VectoLex CG e Spherimos (Valent BioSciences)
 - Molto attivo verso larve di zanzare (*Culex* e *Anopheles*, non su *Aedes*)
 - Cristalli proteici stabili (4 ° C e pH 7)
 - Produce 2 tossine, binaria (Btx) e zanzaricida (Mtx). I ceppi più virulenti le producono entrambe.
 - Più persistente del *Bti*
 - *Paenibacillus popilliae*, *P. lentimorbus*
 - Milky spore disease
 - Non produce tossine
 - Invade l'emocele con le cellule vegetative, causando setticemia
 - Azione lenta
 - Processo di produzione complesso
 - *Brevibacillus laterosporus* (su lepidotteri, coleotteri, ditteri), *Clostridium bifermentans* (Diptera)

Paenibacillus popilliae



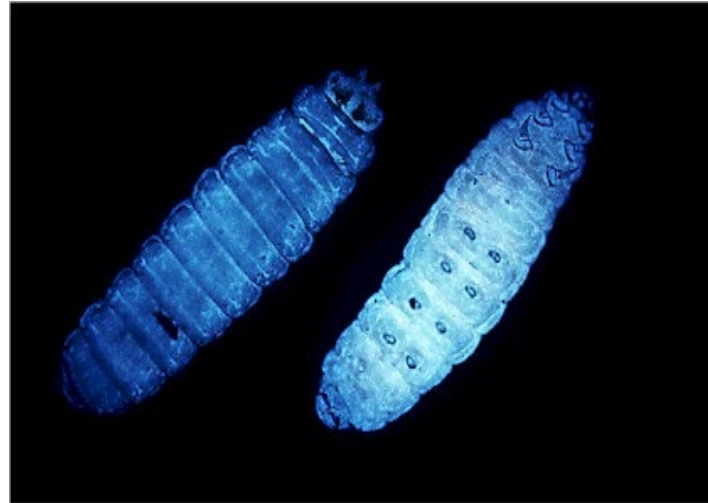
Altri batteri

- **Enterobacteriaceae** (batteri asporigeni)
 - *Serratia entomophila* isolato in Nuova Zelanda
 - Invade (Wrightson Seeds). “Ambra disease” su larve di *Costelytra zealandica* (Scarabeidae)
 - *Serratia marcescens* Setticemia in Ortoteri
 - *Chromobacterium subtsugae* Coleotteri, Emitteri e Lepidotteri
 - *Burkholderia rinojensis*
 - *Yersinia entomophaga*
 - *Pseudomonas entomophila*

Microbial Control Agents (MCAs)

Avermectine e loro derivati: isolati dal batterio *Streptomyces avermitilis*

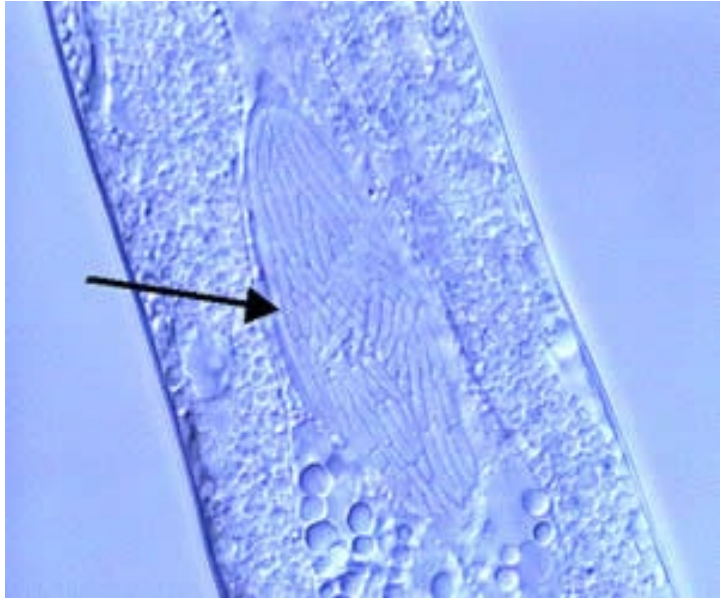
La simbiosi nematode-batteri



- Simbiosi mutualistica
 - I batteri vengono rilasciati nell'emolinfa dove si moltiplicano producendo tossine, enzimi e antibiotici
 - I nematodi possono uccidere l'ospite anche da soli, ma senza i batteri non possono riprodursi
 - I batteri trasformano i tessuti dell'insetto in un "brodo nutritivo", ideale per lo sviluppo dei nematodi
 - I nematodi sono il mezzo di trasporto dei batteri e forniscono loro protezione

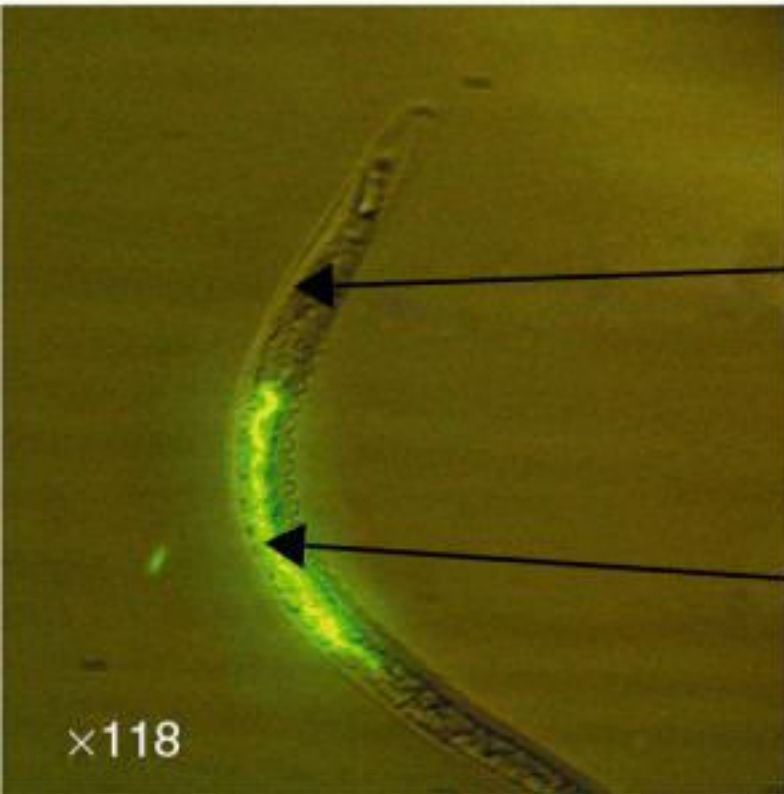


I batteri simbiotici e i loro metaboliti

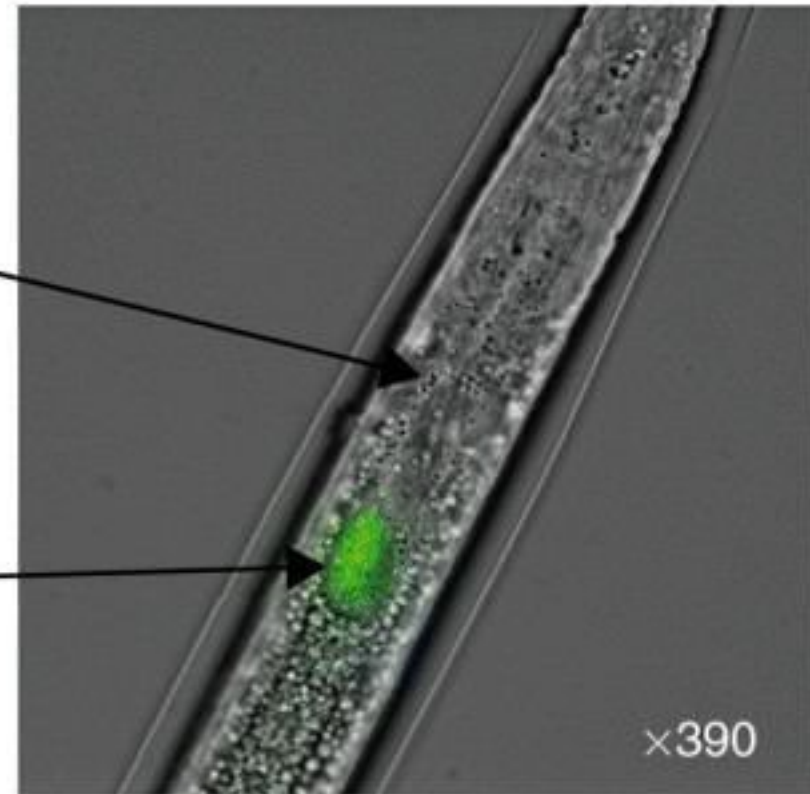


- *Photorhabdus – Heterorhabditis*
 - Simbiosi molto specifica, 1 specie di batterio è associata ad 1 sola specie di nematode
 - *Xenorhabdus – Steinernema*
 - Simbiosi meno specifica, 1 specie di batterio può essere associata a più specie di nematodi
-
- I metaboliti dei batteri (xenorhabdine, xenocumacine, etc.)
 - Attività antimicrobica, insetticida, nematocida, antiulcera, antitumorale e antivirale
 - Utilizzo dei batteri per la produzione di antibiotici

Photorhabdus-Heterorhabditis



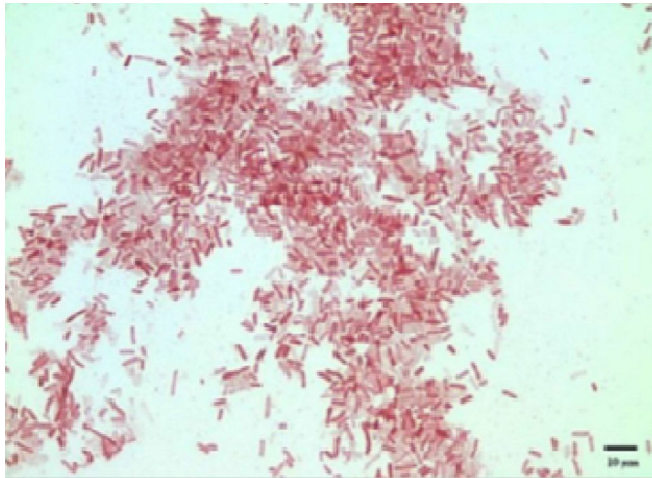
Xenorhabdus-Steinernema



- Gli *Xenorhabdus* sono contenuti in una particolare vescicola posta subito dietro il bulbo basale dell'esofago presente negli stadi infettivi di *Steinernema* mentre *Phothorabdus* sono alloggiati nella parte mediana dell'intestino degli stadi infettivi dei nematodi di *Heterorhabditis*.
- I BATTERI dei NEMATODI ENTOMOPATOGENI.....I nostri piccoli eroi

I batteri degli Epn.... I nostri piccoli eroi

- **Batteri simbiotici.** La simbiosi con i batteri è la ragione per cui Steinernematidi ed Eterorabditidi vengono propriamente detti entomopatogeni e non entomoparassiti. *Photorhabdus* e *Xenorhabdus*, simbiotici di *Steinernema* e *Heterorhabditis* rispettivamente, appartengono alla famiglia Enterobacteriaceae e sono batteri asporigeni di forma allungata ($0,5 \times 1-10 \mu\text{m}$ i primi, $0,3-2 \times 2-10 \mu\text{m}$ i secondi) Gram- e anaerobici facoltativi.



I batteri degli Epn.... I nostri piccoli eroi

- Numerose specie di *Xenorhabdus* e *Photorhabdus*, su substrati artificiali, producono metaboliti secondari con **attività antibiotica** verso batteri Gram+ e Gram-, **antimicotica**, **nematocida**, antiulcera, **antivirale** e **antitumorale**.
- Il rapporto simbiotico nematode-batterio determina che il nematode protegga il batterio dall'ambiente esterno e lo porti nella vittima, mentre il batterio fornisce cibo al nematode permettendone lo sviluppo.

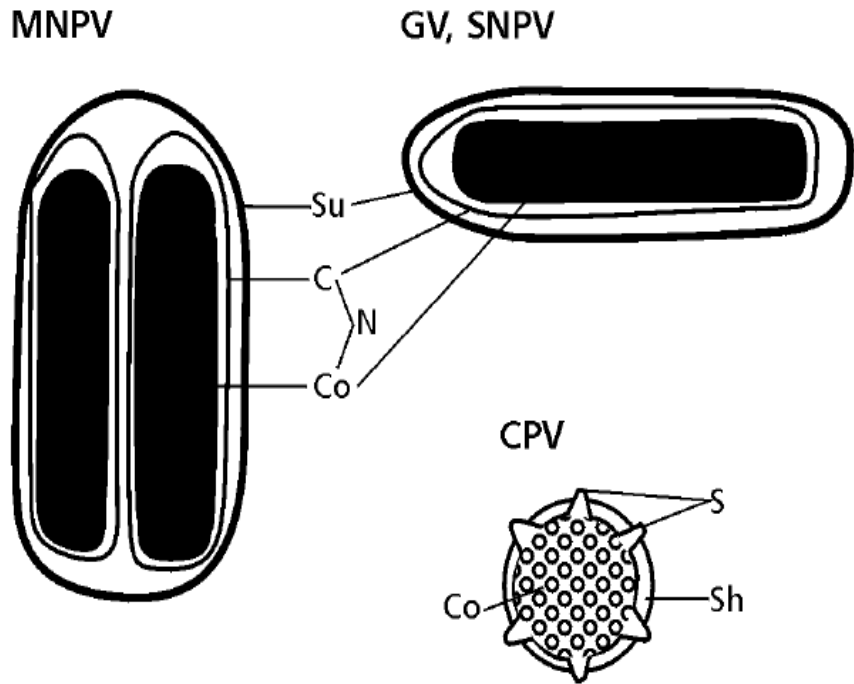
Xenorhabdus** as an Emerging Biotechnological Tool: From **Pest Control** to **Cancer Therapy



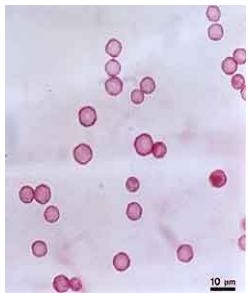


- Forme delle particelle virali (“virioni”) caratteristiche dei diversi gruppi
 - Classificati come Famiglie o Gruppi patogeni di invertebrati
 - **RNA Virus:** Tetraviridae, Reoviridae, Birnaviridae, Dicistroviridae, Iflaviridae, Flaviviridae, nodaviridae, Bunyaviridae, Rhabdoviridae, Togaviridae
 - **DNA Virus:** **Baculoviridae**, Poxviridae (Entomopoxvirinae), Parvoviridae (Densovirinae), Iridoviridae, Nudiviridae, Polydnaviridae, Ascoviridae, Nodaviridae.

- Entità submicroscopiche
- Patogeni endocellulari obbligati
- Struttura:
Nucleocapside
 - Genoma virale (DNA o RNA)
 - Capside
 - capsula proteica che racchiude gli acidi nucleici

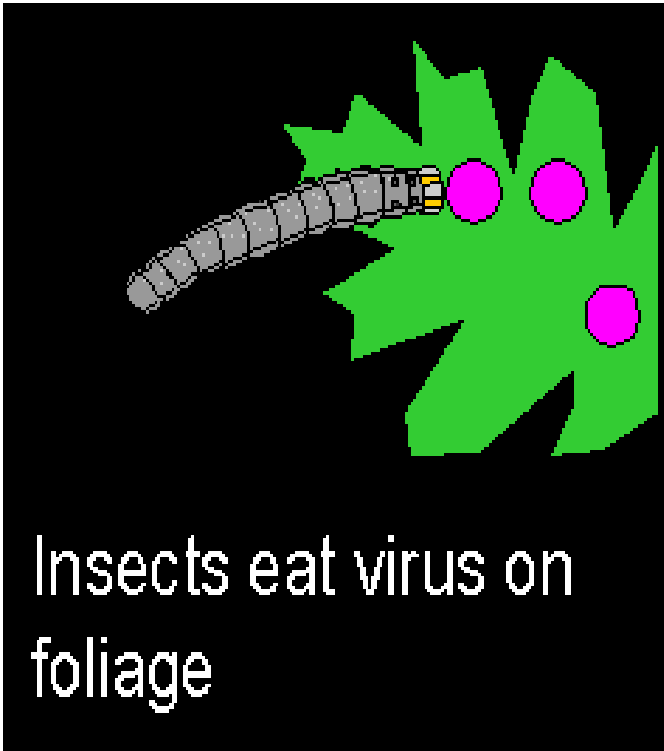


Particelle virali
in sezione

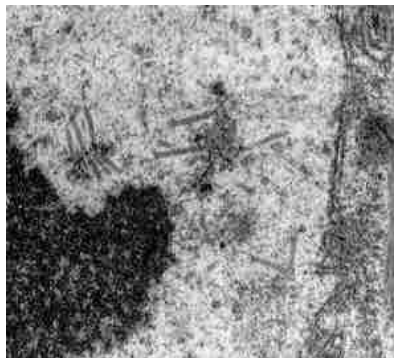
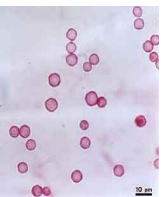


- Particelle virali inglobate (in gruppi o singolarmente) in una matrice proteica, il “**Corpo di occlusione**”
- Struttura paragonabile ad una spora; può proteggere il virus per anni
 - **Virus della Poliedrosi Nucleare (NPV)**: Corpi di occlusione generalmente con numerosi virioni
 - **Granulovirus (GV)**: Corpi di occlusione generalmente con 1 solo virione

come agiscono i virus



Virioni in fase di assemblaggio



- Ingestione di corpi di occlusione
- Il pH alcalino dell'intestino dissolve la matrice proteica del corpo di occlusione, liberando i virioni
- I virioni attaccano le cellule epiteliali dell'intestino e si portano nel nucleo
- Il genoma del virus si moltiplica nel nucleo cellulare per poi attaccare le cellule vicine
- Passaggio nell'emolinfa e diffusione dell'infezione in tutto il corpo
- Dispersione dei poliedri dopo la morte dell'insetto per rottura del tegumento
 - Vento, pioggia, escrementi di animali infetti, parassitoidi e predatori

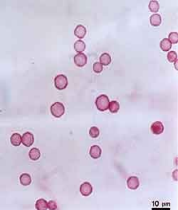
Produzione

■ Insecticidal baculovirus

- *Adoxophyes orana* GV (AoGV) – Capex2 (Andermatt)
- *Anagrapha falcifera* NPV (AfMNPV) (Certis)
- *Anticarsia gemmatalis* NPV (AgMNPV) – Poligen, Multigen
- *Autographa californica* NPV (AcMNPV) – Gusano (Certis), VPN 80 (Agricola el Sol)
- *Cydia pomonella* GV (CpGV) – Carposin (Agrichem), Cyd-X (Certis), Madex (Andermatt Biocontrol e Intrachem), Granupom (Bayer e Biobest), Pavois (Bayer), Ceprovirusine (Calliope), Virosoft CP-4 (Biotepp), Virin-Gyap (NPO Vector)
- *Helicoverpa zea* NPV – Gemstar (Certis e Rincon-Vitova)
- *Lymantria dispar* NPV – Gypcheck (USDA Forest Service)
- *Mamestra brassicae* NPV – Mamestrin (NPP e Calliope), Virin-EKS (NPO Vector, Virosoft BA3 (Biotepp))
- *Mamestra configurata* NPV – Virosoft (Biotepp)



NPV



Bioinsetticidi a base di virus

- *Neodiprion sertifer*/*N. lecontei* NPV – Neocheck-S (USDA Forest Service), Leconteivirus (Canadian Forest Service), Sertistop (Verdera), Virox (Oxford Virology)
- *Orgyia pseudotsugata* NPV – OpNPV (USDA Forest Service)
- *Plodia interpunctella* GV – NutGuard-V, FruitGuard-V e BioGuard-V (AgriVir)
- *Autographa californica* NPV – Gusano (Certis), VPN 80 (Agricola el Sol)
- *Spodoptera exigua* NPV – Spod-X® (Certis, Brinkman e Rincon-Vitova), Ness-A ed Ness-E (Applied Chemicals Thailand)
- *Spodoptera litura* NPV – Spodo-lure e Spodostar (Agri Life)
- *Syngnatha falcifera* NPV – Protus WG (Prophyta)

Produzione



NPV

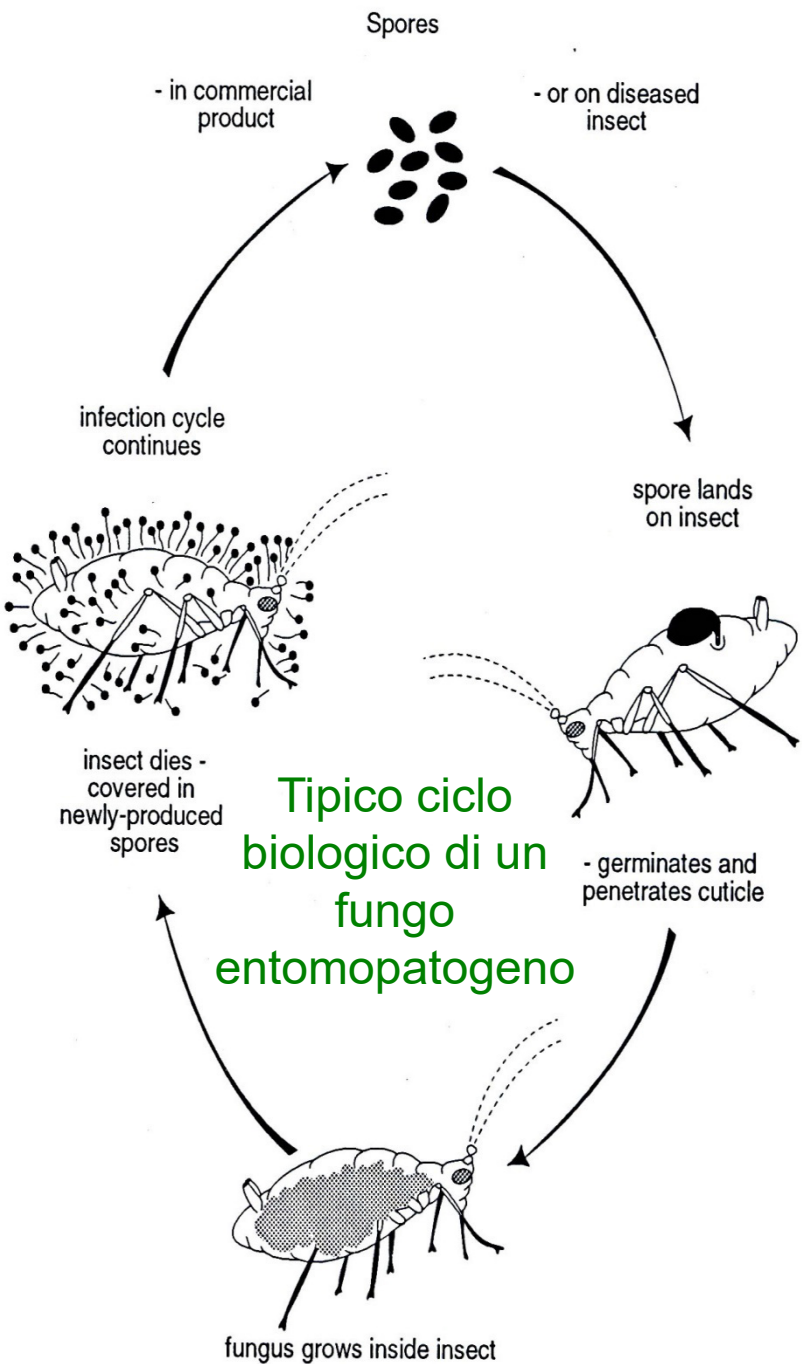
Esempi di Utilizzo di virus in foresta

Lymantria dispar (Gypsy moth) NPV Gypchek ® (USA)
Disparvirus ® (Canada), Biolavirus LD ® (Eu – Czeck Rep.)

Neodiprion sertifer (Sawfly) NPV Neocheck S ® (USDA Forest Service), Virox ® (Regno Unito), Lecontvirus ® (Canada)

Funghi entomopatogeni

- Il suolo è la più grande riserva di funghi entomopatogeni
- EPF: **Entomo Pathogenic Fungi**, sono organismi naturalmente presenti in natura
- Molti EPF hanno evidenziato relazioni endofitiche con le piante
- Gli EPF si possono trovare anche sul filloplano e nella rizosfera
- Colonizzano l'ospite prevalentemente agendo nel terreno
- Distribuzione: “spray treatment” o “attract-and-infect”



- Macchie nere sulla cuticola
 - Siti di penetrazione del tubo germinativo
- Alterazioni cromatiche
- Rigidità del corpo

I sintomi



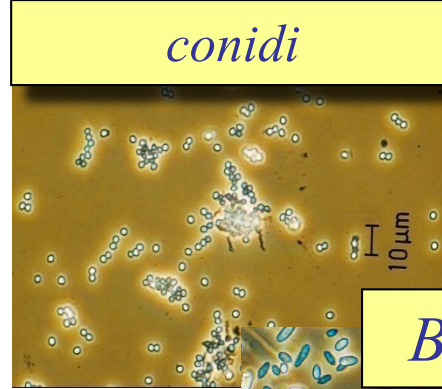
Azione

- ✓ Azione per contatto
 - ✓ Adesione dei conidi alla cuticola
- ✓ Germinazione dei conidi (attivati da stimoli chimici presenti nell'epicuticola)
- ✓ Penetrazione attraverso la cuticola (pressione meccanica e azione chimica tramite enzimi digestivi)
- ✓ Diffusione del micete nell'emocele (in circa 24 h, con produzione di tossine e antibiotici per contrastare le difese immunitarie dell'ospite)
- ✓ L'ospite muore dopo 2 - 7 giorni

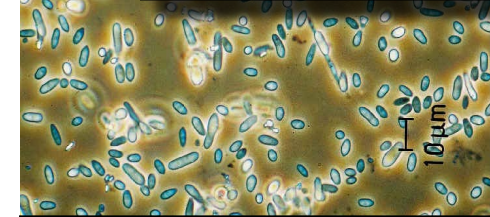
Gli Ifomiceti

- ***Beauveria bassiana*, *B. brogniartii***
 - Coleotteri, Emitteri, Lepidotteri, Ortotteri, Isotteri
- ***Metarhizium anisopliae*, *M. anisopliae* var. *acridum*, *M. flavoviridae***
 - Isotteri, Coleotteri, Emitteri, Ortotteri
- ***Isaria (Paecilomyces) fumosorosea*, *I. farinosa***
 - Emitteri
- ***Lecanicillium (Verticillium) lecanii***
 - A seconda dei ceppi può infettare Afidi, Cocciniglie, Aleirodidi, Tripidi e Acari

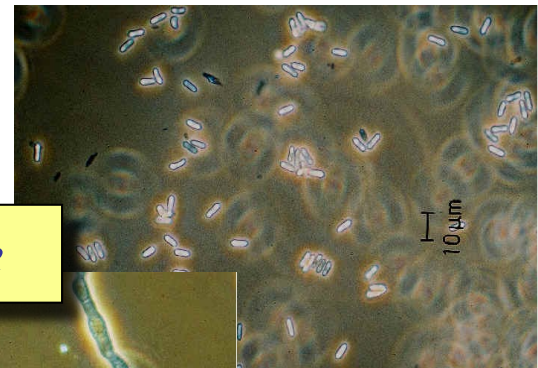
Hirsutella thompsoni, *H. citrifomis*,
Nomuraea rileyi, *Aschersonia aleyrodidis*, *A. cubensis*



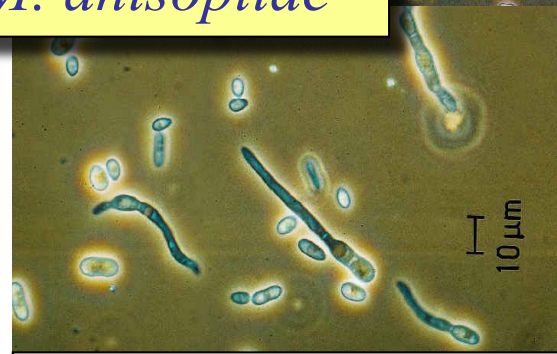
B. bassiana



blastospore

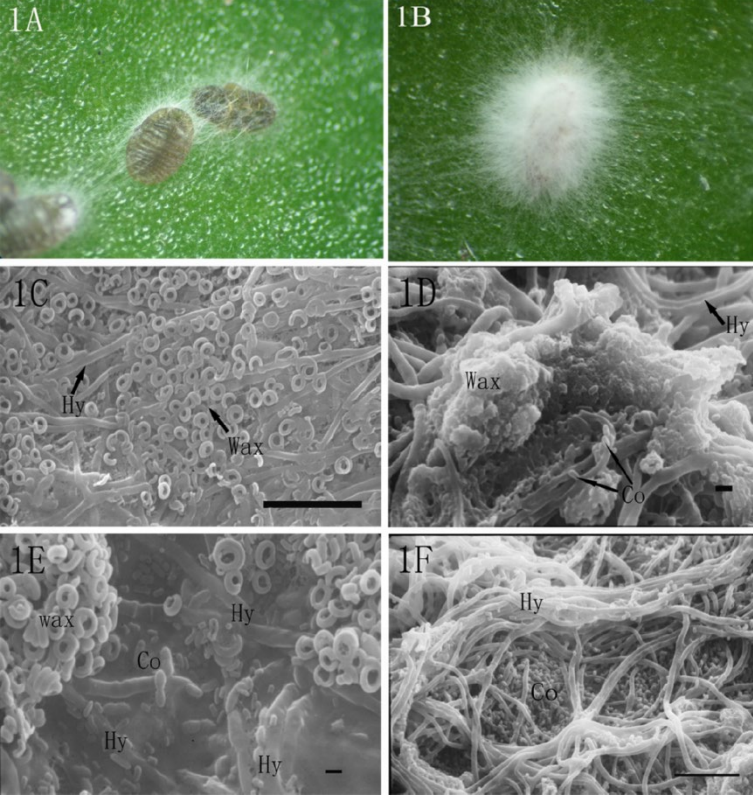


M. anisopliae

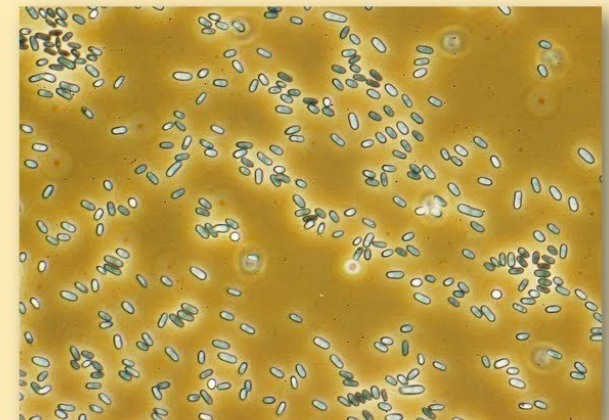


blastospore

conidi



Lecanicillium lecanii

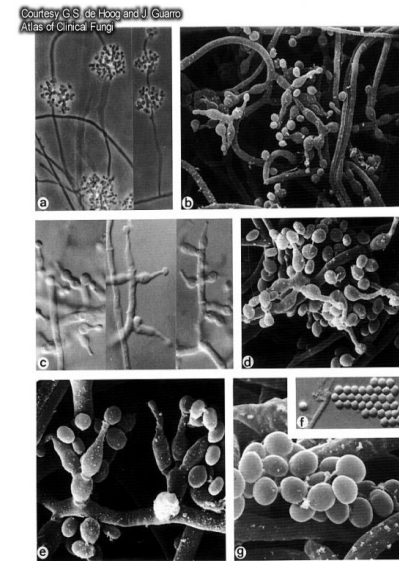


Biopesticide

formulati

Biopesticides (biopesticidi)

- *Beauveria bassiana*
 - Ostrinil (NPP e Calliope), BotaniGard, Ghamycotrol e Mycotrol (Emerald BioAgriculture), Naturalis e Boveral OF (Intrachem), Biopower (Stanes), Conidia (Live Systems Technology), Proecol (Probioagro), Beauverin (URSS), Boverol e Boverosil (ex Cecoslovacchia), Racer (Agri Life)
- *Beauveria brognartii*
 - Engerlinspilz (Andermatt), Betel (NPP), Melocont-Pilzgerste (Agrifutur e Kwizda AGRO), Schweizer Beauveria (Eric Schweizer)
- *Lecanicillium lecanii*
 - Mycotal e Vertalec (Koppert), Bio-Catch (Stanes), Mealikil (Agri Life), Verticoz (Utkarsh), Green verticill
- *Metarhizium anisopliae*
 - Bioblast (EcoScience e Terminex), Bio-Path (EcoScience), Bio-Catch M (Stanes), Cobican (Probioagro), New Bio 1020, Taenure e Taerain (Earth BioScience), Pacer (Agri Life)



B. bassiana



formulati

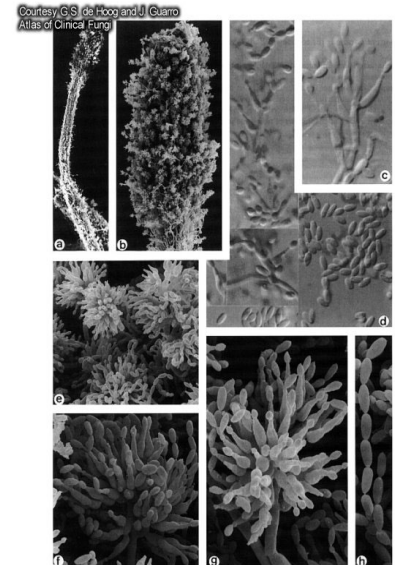


Biopesticides (fungi)

- *Metarhizium anisopliae* var. *acridium*
 - Green Muscle (NPP)
- *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae*
 - BioCane (Becker Underwood)
- *Metarhizium anisopliae* isolate ICIPÉ 30
 - Muchwatox (ICIPÉ)
- *Metarhizium anisopliae* isolate ICIPÉ 69
 - Metathripol (ICIPÉ)
- *Metarhizium flavoviride* var. *flavoviride*
 - BioGreen (Becker Underwood)

Biological Insecticides and acaricide (fungus)

- *Isaria fumosorosea*
 - PreFeRal (Certis e Biobest), PFR 97 (Certis), Priority (Stanes), Pae-Sin (Agrobionsa)
 - ***Entomophaga maimaiga***
Recenti tentativi di introduzione in Sardegna



P. fumosoroseus

Uso degli EPF come biopesticidi

- Locuste e cavallette
- Insetti del suolo: Coleotteri Scarabeidi (*Melolontha*, *Popillia* - soprattutto larve), Elateridi, Curculionidi (*Rhynchophorus*, *Otiorhynchus*), Crisomelidi (*Diabrotica*), Buprestidi (*Capnodis*) – Lepidotteri Nottuidi – Ditteri Antomidi, Tipulidi, Tefritidi, Sciaridi – Tisanotteri Tripidi (*Frankliniella*) – Emitteri Aleirodidi (*Bemisia*)
- Insetti delle derrate: Sitophilus
- Insetti di interesse forestale: Coleotteri Cerambicidi, Curculionidi e Scolitidi
- Insetti di interesse medico-veterinario: Ditteri Culicidi e Muscidi – Emitteri Cimicidi

Funghi nematofagi

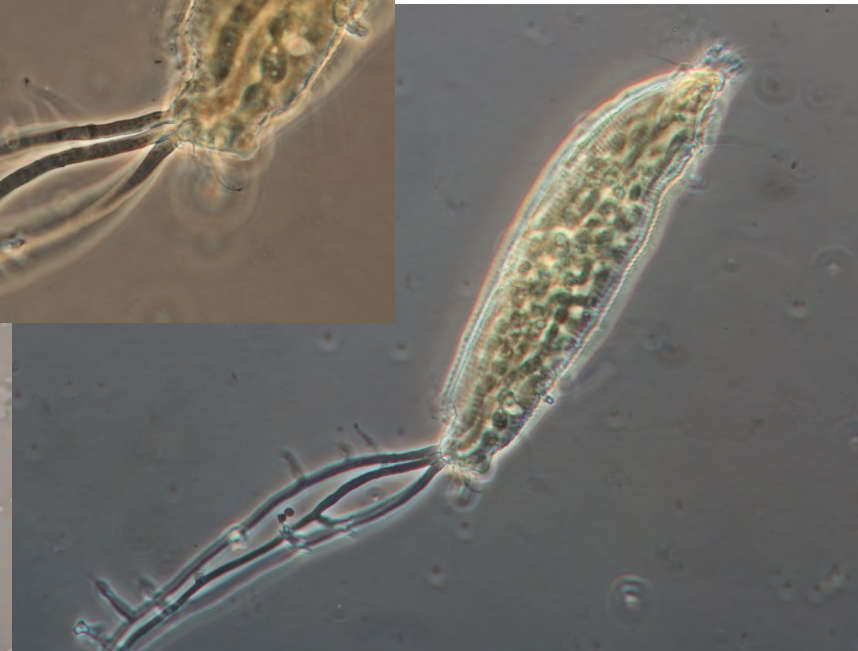
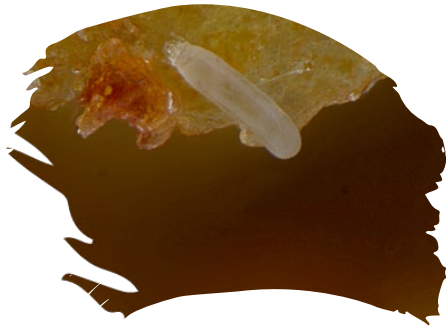


- Fra gli antagonisti biologici, il più noto e studiato è *Pochonia chlamydosporia*, un ifomicete del suolo in grado di colonizzare anche le radici delle piante. Si tratta di un **fungo nematofago**, che parassitizza le uova di nematodi galligeni (*Meloidogyne* spp.) e cisticoli (generi *Heterodera* e *Globodera*)
- *Pochonia chlamydosporia* (*Verticillium chlamydosporium*)
- Molti **funghi** sono potenzialmente in grado **di controllare** le popolazioni **dei nematodi**; tuttavia, la loro diffusione, come formulati commerciali, è limitata **per** gli elevati costi **di** produzione

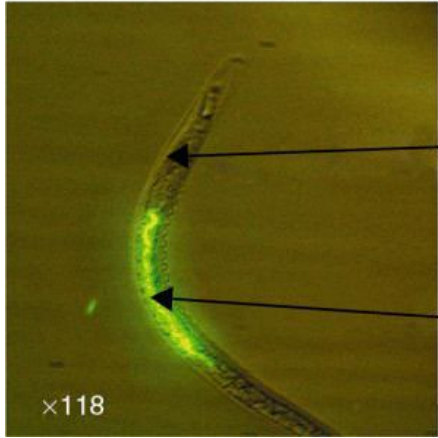
Article

Laboratory and field bioassays of **Arthropod Pathogenic Fungi** application for the control of the hazelnut big bud mite, *Phytoptus avellanae* s. l.

Domenico Valenzano^{1†}, Ilaria Laterza^{2†}, Mario Contarini¹, Stefano Speranza¹, Eustachio Tarasco², and Enrico de Lillo^{2,*}



Photorhabdus-Heterorhabditis



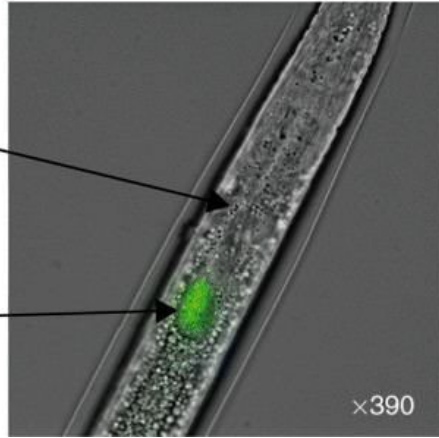
pharynx

bacteria

×118

EPN

Xenorhabdus-Steinernema

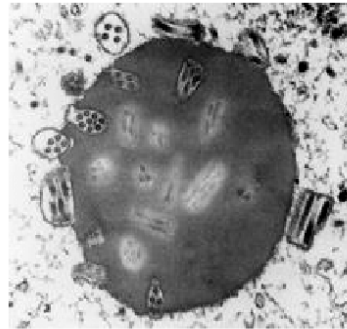


×390

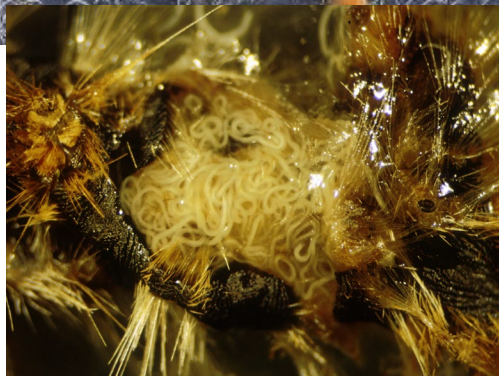
NPV



EPF



GRAZIE!!!



Bt



Da parte soprattutto dei
Microbials e degli
entomopatogeni....
I nostri piccoli eroi