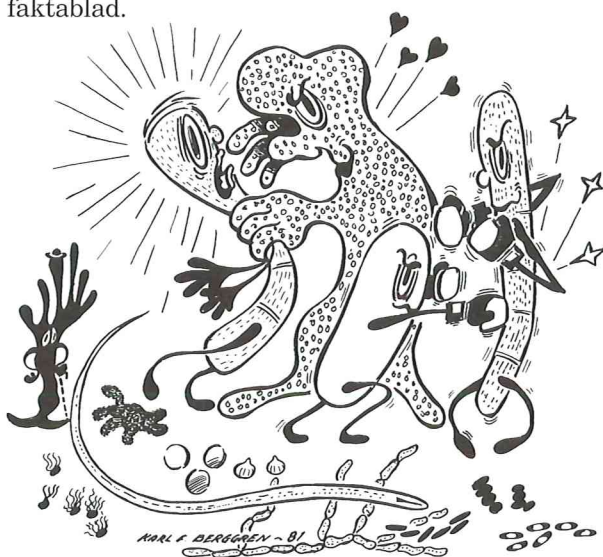


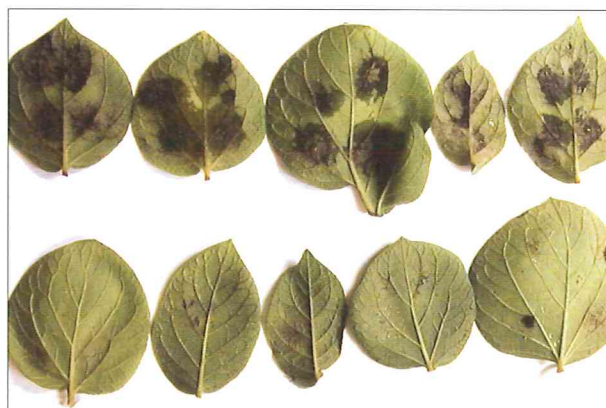
BIOLOGISK BEKÄMPNING AV SJUKDOMAR I JORDBRUKSGRÖDOR

Biologisk bekämpning är att med hjälp av en levande organism hindra tillväxt av en annan, oönskad organism. Mikroorganismer som har en hämmande verkan på andra mikroorganismer brukar kallas antagonister. De viktigaste egenskaperna hos effektiva antagonistiska mikroorganismer är att de ska vara ofarliga för växter och djur samtidigt som de ska kunna överleva i jord och grödor. De ska vara snabbväxande, bra kolonizatörer och gärna skydda mot mer än en patogen. De ska också vara lagringsdugliga och kompatibla med jordbrukskemikalier samt ge skördeökning till en rimlig kostnad.

Biologiska bekämpningsmedel, både svenska och utländska, mot främst jordburna växtpatogener tas upp i detta faktablad. Nya tillkommer dock ständigt. I Sverige marknadsförs också ett antal biologiska preparat som påstås stärka odlade växters hälsa och stimulera tillväxt. Dessa preparat klassas inte som bekämpningsmedel och behöver därför inte genomgå den kontroll som är föreskriven för bekämpningsmedel. Tillväxtstimulerande och hälsofrämjande preparat behandlas inte i detta faktablad.



I naturen pågår en ständig kamp mellan mikroorganismer. Bilden illustrerar hyperparasitism respektive konkurrens.



Potatisblad av sorten Bintje. På de övre bladen syns kraftiga bladmögelsymtom. De nedre bladen är behandlade med en bakteriestam före inokulering med bladmögelsvampen.

Verkningsätt

Biologisk bekämpning kan ske genom antibios, konkurrens, inducerad resistens och hyperparasitism. Vid biologisk kontroll av växtsjukdomar räknar man nästan alltid med förekomsten av en betydande mängd naturligt förekommande antagonister. Därför strävar man ofta efter att stimulera den befintliga antagonistiska mikrofloran på och i växter eller i jorden. Till biologisk bekämpning räknas att:

- tillföra mer av befintliga mikroorganismer eller introducera nya sådana på växten eller till jorden
- gynna uppförökning av naturligt förekommande antagonister – t.ex. genom organiska tillsatser eller selektiv hämning av växtpatogener genom värmebehandling
- inducera resistens – d.v.s. höja motståndskraften mot angrepp hos växten genom behandling med mikroorganismer

I vissa fall räknas även genetisk modifiering av grödan med gener från antagonistiska mikroorganismer som biologisk bekämpning.

Man inriktar sig mer och mer på att använda en kombination av strategier, t.ex. tillförsel av mikroorganismer som inducerar resistens hos plantan samtidigt med antagonistiska mikroorganismer som hämmar patogenen med andra mekanismer.

Möjligheter med biologisk bekämpning

Biologisk bekämpning har störst potential som metod för att kontrollera utsädesburna och jordburna patogener. Levande mikroorganismer är beroende av att vissa miljökrav är uppfyllda, t.ex. beträffande temperatur och fuktighet. Tillgången på vatten ovan jord är tidvis en begränsande faktor medan miljön under markytan oftare är gynnsam för mikroorganismer.

Många jordburna patogener går inte alltid att bekämpa med kemiska medel. I Sverige är t.ex. kemisk behandling av jorden inte tillåten. Grödvänliga och patogenhämmande mikroorganismer som finns i jorden och som växer på eller i rötterna eller plantan, har stora möjligheter att kontrollera växtsjukdomar på ett sätt som inte är möjligt för kemiska preparat. Både antagonistiska svampar och bakterier kan lätt appliceras på utsäde eller till jord före sådd.

Antibios är hämning av en organism p.g.a. av ämnen (t.ex. toxiner eller enzymer) som utsöndras av en antagonist.

Antibiotika är ämnen som produceras av vissa mikroorganismer mot andra organismer och är verksamma i låga halter.

Bacteriociner är kemiska ämnen, vanligtvis proteiner, som utsöndras av bakterier och är verksamma mot närbesläktade arter och stammar.

Antagonist är en organism som motverkar en annan organism genom antibios, konkurrens, utsöndring av nedbrytande enzymer eller inducerad resistens.

Generell antagonism innebär minskning av sjukdom eller smitta genom förhöjd mikrobiell aktivitet. I vissa fall kan generell antagonism uppstå efter att jorden tillförts organiskt material. Inkluderar konkurrens.

Specifik antagonism innebär minskning av växtsjukdom eller smitta genom aktivitet hos en antagonistisk art eller stam.

Konkurrens innebär att en organism har en hämmande verkan på en annan organism genom att konkurrera om näring, syre och utrymme.

Inducerad resistens är förhöjd motståndskraft hos växter efter exponering för en kemikalie, låga halter av en patogen, en icke-patogen eller abiotiska stressfaktorer.

Hyperparasitism är när en parasit lever på en annan parasit.

IPM (*Integrated Pest Management*) är sedan länge ett vedertaget begrepp inom växtproduktion. IPM innebär att man kombinerar biologiska, odlingstekniska och kemiska åtgärder för att minimera både ekonomiska, hälsomässiga och miljömässiga risker.

BIPM (*Biointensive Integrated Pest Management*) och BICP (*Biologically Integrated Crop Production*) är nyare begrepp där produktionen baseras framförallt på biologiska tillsatser. Dessa system är under stark utveckling i bl.a. ris, sockerrör, tobak och flera trädgårdsgrödor. Grundtanken i de två senare strategierna är att inga kemiska pesticider ska användas i förebyggande syfte. Kemisk bekämpning kan användas när inga andra åtgärder står till buds inom BIPM men inte inom BICP.

Arter tillhörande släktena *Bipolaris*, *Drechslera*, *Fusarium*, *Gaeumannomyces*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, *Verticillium* samt *Erwinia* och *Pseudomonas*, är exempel på växtpatogener som kan motverkas genom biologisk bekämpning.

Mikroorganismer för biologisk bekämpning

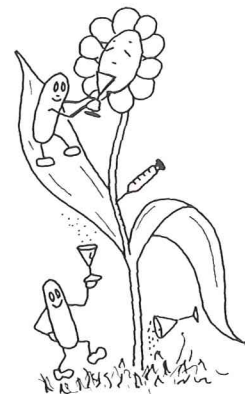
Bakterier

Ett flertal släkten är kända för sina patogenhämmande/växtskyddande effekter, t.ex. *Bacillus* och *Pseudomonas*. *Bacillus* spp. bildar torkresistenta sporer, en egenskap som har stor betydelse för den praktiska användningen. Pseudomonader är gramnegativa bakterier med enkla näringskrav. Båda släktena är utmärkta kolonisatörer i de flesta jordbruksgrödor. Även inom släktena *Serratia* och *Erwinia* finns kända antagonister.

Svampar

De vanligaste antagonistiska svamparna som används för biologisk bekämpning tillhör släktena *Trichoderma*, *Gliocladium* och *Coniothyrium*. Även inom släktena *Penicillium*, *Myrothecium*, *Chaetomium* och *Laerisaria* förekommer antagonistiska arter. *Trichoderma* och *Gliocladium* är relativt lättodlade saprofytiska svampar som finns i nästan alla jordar.

Antagonister kan tillföras växten via frö, jord, rötter, blad och blommor eller direkt på den skördade produkten. Injicering av växtvävnaden har testats på t.ex. fruktträd, skördad frukt och grödor som sockerrör och bomull.



Exempel på biologiska bekämpningsmedel med potential för användning mot växtpatogener i jordbruksgrödor. För mer information om produkterna samt uppgift om i vilka länder preparaten är registrerade hänvisas till respektive tillverkare

Preparatnamn	Antagonist	Mot patogener/sjukdomar	Företagets namn
AQ10 Biofungicide	<i>Ampelomyces quisqualis</i>	mjöldagg	Ecogen, Inc., USA tfn +1 215 757 1590
AtEze	<i>Pseudomonas chlororaphis</i>	<i>Pythium</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Fusarium oxysporum</i>	EcoSoil Systems Inc. San Diego, USA, tfn +1 858 716 3300
Binab TF WG	<i>Trichoderma</i> spp.	vissnesjuka och rotrötter	Binab Bio-Innovation AB Sverige, tfn 042-16 37 04 www.binab.com
Bio-Fungus Supresivit	<i>Trichoderma</i> spp.	<i>Sclerotinia</i> , <i>Phytophthora</i> , <i>Pythium</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Verticillium</i> , <i>Rhizoctonia solani</i>	BioPlant, Danmark tfn +45 8678 6988 www.bioplant.dk
Cedomon	<i>Pseudomonas chlororaphis</i>	utsädesburna sjukdomar främst i korn, <i>Drechslera</i> , <i>Ustilago</i>	BioAgri AB, Sverige tfn 018-67 49 00 www.bioagri.se
Contans WG Intercept WG	<i>Coniothyrium minitans</i>	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> och <i>S. minor</i> i bl.a. raps	Prophyta Biologischer Pflanzenschutz GmbH Tyskland tfn +49 38425 230 www.prophyta.com
Deny™ Blue Circle™	<i>Burkholderia cepacia</i>	<i>Rhizoctonia</i> , <i>Pythium</i> , <i>Fusarium</i> , nematoder	Stine Microbial Products USA tfn +1 913 268 7504 www.helenachemical.com
Gliomix™	<i>Gliocladium</i> spp.	<i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Pythium</i>	Verdera Oy, Finland tfn +358 10 217 3700 www.verdera.fi
Kalisena	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Phytophthora</i> , <i>Pythium</i> , <i>Fusarium oxysporum</i> , <i>F. solani</i> , <i>Macrophomina phaseolina</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Cadila Pharmaceuticals India +91-793825001
Kodiak™ Epic™ Concentrate™ Kodiak HB Quantum 4000 HB™ System 3™	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Fusarium</i> , <i>Alternaria</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Rhizoctonia solani</i>	Gustafson, Inc., USA tfn +1 800 248 6907 www.gustafson.com
Mycostop	<i>Streptomyces griseoviridis</i>	<i>Fusarium</i> , <i>Phomopsis</i> , <i>Alternaria brassicicola</i> , <i>Botrytis</i> , <i>Pythium</i> , <i>Phytophthora</i>	Kemira Agro Oy, Finland tfn +358 0 13 211 www.agbio-inc.com

Preparatnamn	Antagonist	Mot patogener/sjukdomar	Företagets namn
Paecil Bioact	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	mot nematoder	Technological Innovation Corporation Pty. Ltd Australien tfn +61 2 9850 8216 www.ticorp.com.au
Pasteuria	<i>Pasteuria penetrans</i>	mot nematoder	Pasteuria Bioscience, USA tfn +1 386 462-0008 www.biotech.ufl.org/Companies/PasteuriaBioscience/index.htm
Polyversum Polygandron	<i>Pythium oligandrum</i>	<i>Pythium, Fusarium, Botrytis, Alternaria, Phytophthora, Aphanomyces, Tilletia caries, Gaeumannomyces graminis, Pseudocercospora herpotrichoides, Rhizoctonia solani, Sclerotium cepivorum</i>	Biopreparaty Ltd. Tjeckien tfn +4202 311 42 98
Prestop WP® Prestop Mix®	<i>Gliocladium catenulatum</i>	groddbränna och rotsjukdomar <i>Pythium, Rhizoctonia, svartprickkröta</i>	Verdera Oy, Finland tfn +358 10 217 3700 www.verdera.fi
Protus WG	<i>Talaromyces flavus</i>	<i>Verticillium dahliae, V. albo-atrum, Rhizoctonia solani</i> bl.a. i oljeväxter	Prophyta Biologischer Pflanzenschutz GmbH, Tyskland tfn + 49 38425 230 www.prophyta.com
Rhizo-Plus	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Rhizoctonia solani, Fusarium, Alternaria spp., Sclerotinia, Verticillium, Streptomyces scabies</i>	KFZB Biotechnik GmbH Tyskland tfn +49 30 670570
Rhizostar	<i>Serratia plymuthica</i>	<i>Verticillium dahliae</i>	E-nema GmbH, Tyskland
Root Pro RootProtato	<i>Trichoderma harzianum</i>	<i>Rhizoctonia solani, Pythium, Fusarium, Sclerotium rolfsii</i> bl.a. i potatis	Efal Agri, Israel tfn +972 9 865 6454 www.efal.com/mycontrol
Trieco	<i>Trichoderma viride</i>	<i>Rhizoctonia, Pythium, Fusarium</i>	Ecosense Labs Pvt. Ltd. India, tfn +91 98200 28696

Biologiska produkter som stärker växternas försvar

Actinovate	<i>Streptomyces lydicus</i>	jordburna patogener i växthus	Natural Industries, USA tfn +1 888 261 4731 www.naturalindustries.com
BioYield	<i>Bacillus pumillus</i> och <i>B. amyloliquefaciens</i>	mot jordburna patogener i växthus och vid omplantering	Gustafson, Inc., USA tfn +1 800 248 6907 www.gustafson.com
YieldShield	<i>Bacillus pumillus</i>	rotrötter i sojaböna	Gustafson, Inc., USA tfn +1 800 248 6907 www.gustafson.com

Biologisk bekämpning i jordbruksgrödor

Kommersiella preparat

De flesta preparat som finns idag på den internationella marknaden anses vara effektiva mot mer än en växtsjukdom. Ofta är preparaten framtagna för hortikulturella grödor och bekämpningseffekterna i jordbruksgrödor är mindre kända. Internationellt sett finns det ett stort utbud av biologiska bekämpningsmedel men i Sverige är endast ett fåtal preparat registrerade. Dessa är Binab, Cedomon och Mycostop. Produkten Contans är under provning i Sverige och ansökan om godkännande och registrering är inlämnad till Kemikalieinspektionen.

De enda preparat som baseras på levande bakterier och som är avsedda för att höja växternas eget försvar, s.k. inducerad resistens (kallas även vaccinering av växter) är Actinovate, BioYield och YieldShield. Preparaten är inte registrerade i Sverige.

Under utveckling

Stråsäd

Cerall är en produkt som håller på att utvecklas i Sverige, främst mot svampsjukdomar orsakade av *Fusarium* spp. i vete. Växtpatogener ur släktet *Fusarium* är exempel på sådana patogener som idag inte kan bekämpas effektivt med fungicider.



Trichoderma är ett svampsläkte som är känt för antagonistiska egenskaper. Tillväxten av *Fusarium culmorum* hämmas starkt av *Trichoderma* sp. (t.v.) jämfört med kontroll (t.h.)

Oljeväxter

Tillsats av organiska, kvävehaltiga produkter till jorden har i försöksodlingar motverkat angrepp av kransmögel (*Verticillium longisporum*). I Sverige pågår undersökningar av specifika mikroorganismer som både hämmar patogenen och ökar skörden i raps.

I tyska studier har en stam av bakterien *Serratia plymuthica* minskat *Verticillium*-angrepp i jordgubbar, sallat och sockerbeta samt givit skördeökning. Bakterien har patenterats under namnet Rhizostar och har både växtskyddande och växtstimulerande effekt i jordgubbar. Undersökningar om användning i raps, olivträd och flera andra grödor pågår för närvarande.

Potatis

I engelska studier har man hittat en bakteriestam med biologisk aktivitet mot bladmögel i fält och en patentansökan är inlämnad.

Övriga grödor

I andra grödor finns många exempel på biologisk bekämpning av växtpatogener. Exempelvis minskar mängden aflatoxin-bildande *Aspergillus flavus* avsevärt efter jordbehandling med ickepatogena stammar av *A. flavus* och *A. parasiticus* i majs, jordnötter och bomull.

Kommersiella preparat baserade på ickepatogena stammar av *A. niger* har utvecklats i Indien för att kontrollera de jordburna växtpatogenerna *F. oxysporum*, *F. solani*, *Macrophomina phaseolina*, *R. solani*, *S. sclerotiorum* samt även arter tillhörande släktena *Phytophthora* och *Pythium*. Preparaten, Kalisena SD and Kalisena SL, stimulerar frögroning, växtens hälsa och ger ökade skördar.

Krav på mikroorganismer för biologisk bekämpning

Utveckling av kommersiella biologiska bekämpningsmedel är en process i flera steg:

- isolering av effektiva organismer
- utveckling av biotest
- laboratoriestudier
- formulering
- fältexperiment
- registrering
- produktion
- marknadsföring

Eftersom mikroorganismer som ska användas vid biologisk bekämpning av sjukdomar är levande, ställs många krav på deras egenskaper. De ska kunna odlas och uppföras enkelt, billigt och snabbt, samtidigt som de skall bibehålla sina antagonistiska egenskaper under produktionen. De skall också kunna överleva, etablera sig, reproducera sig och kolonisera grödan utan att skada den eller andra organismer. De ska dessutom vara toleranta mot skiftande väderförhållanden och fysiologisk stress vid transport, lagring och applicering.

Formulering

Produkter som innehåller konidie- eller sporbildare, jäst eller jästliknande organismer som aktiva antagonister är lämpliga att använda vid blad-sprutning och mot lagringssjukdomar. Dessa produkter är lätta att blanda ut i vatten vilket underlättar jämn spridning och god täckning.

Antagonister som har långlivade överlevnadsorgan som klamydosporer eller endosporer passar vid biologisk bekämpning av markburna skadedörare eftersom de kan överleva länge i jorden.

Antagonistiska svampar kan lätt formuleras till granulat som löses i vatten. Som bindemedel används då t.ex. dextrin tillsammans med alginat. Alginat-gel används för både svampar och bakterier. Svampantagonister kan även formuleras som pulver, vattenlösligt pulver eller granulat.

Bakterieantagonister kan formuleras på olika sätt. Metylcellulosa och talk kan t.ex. blandas med kalciumkarbonat. Grampositiva sporbildande bakterier kan lätt formuleras med sådana tillsatser till ett stabilt torrt pulver.

Gramnegativa, icke sporbildande bakterier är däremot ofta svårare att formulera, främst på grund av kort livslängd och hög torkkänslighet. De formuleras oftast som vattenlösligt pulver eller i vätskeform. De gramnegativa bakterierna kan då växa långsamt i en näringsfattig miljö och därigenom bli mer beständiga.

Registrering av biologiska bekämpningsmedel

Biologiska bekämpningsmedel måste registreras och godkännas för användning av Kemikalieinspektionen (KemI). KemI är också ansvarig för genteknikfrågor när det gäller avsiktlig utsättning av genetiskt modifierade mikroorganismer och produkter som innehåller genetiskt modifierade mikroorganismer.

Benämningen *bekämpningsmedel* för mikrobiella preparat som kan användas i stället för kemiska bekämpningsmedel är under diskussion. I USA har man infört en förenklad registrering för biologiska växtskyddsprodukter.

Referenser

- Hollywood, J. & Strange, R. 2003. Biological control of late blight of potatoes. In: 8th Int. cong. of plant pathology. Solving problems in the real world. Vol. 2, Christchurch, New Zealand.
- Jacobsen, B. and Gnanamanickam, S. S. 2002. Biological control of potato pathogens. *Biological control of crop diseases*. 179–189.
- Johansson, P. M. 2003. Biocontrol of *Fusarium* in wheat – introducing bacteria to a system of complex interactions. *Acta Univ. Agr. Sueciae Agraria* 403.

- Lemaire, J. M., Doussinault, G., Jouan, B. & Tivoli, B. 1975. Biological control against cereal diseases. *Bulletin Technique d'Information*, 297:195–200.
- McSpadden Gardener, B. B. & Fravel, D. R. 2002. Biological control of plant pathogens: research, commercialization, and application in the USA. Online. *Plant Health Progress*. www.apsnet.org/online/feature/biocontrol/top.html
- Singh, S. P. 1999. Biological control in India. *Indian Journal of Plant Protection*. 27:126–138.
- Thanning, C. 2000. Ways of managing *Sclerotinia sclerotiorum* inoculum. *Acta Univ. Agr. Sueciae Agraria* 240.
- Triolo, E. & Vannacci, G. 1993. Innovative methods for soil disinfestation in protected crops. Biological and integrated control for the protection of agricultural crops and forest trees, held in Alassio, Italy, 5–6 October 1992. *Culture-Protette* 22: 56–62.

www-sidor

- www.nysaes.cornell.edu/ent/biocontrol
www.attra.org
www.oardc.ohio-state.edu/apsbcc
www.kemi.se
www.pk.uni-bonn.de/ppigb

Text

Sadhna Alström
SLU, Inst. för ekologi
och växtproduktionslära
Box 7043 Uppsala
Tfn 018-67 10 00
E-post: Sadhna.Alstrom@evp.slu.se



Illustrationer

Sadhna Alström
Karl-Fredrik Berggren
Kajsa Göransson

December 2004

Faktablad om växtskydd utges inom områdena Jordbruk och Trädgård.

Faktabladen kan beställas som årsabonnemang, komplett serie eller enstaka exemplar.

Eftertryck av denna publikation är förbjudet enligt lag. Den som vill mångfaldiga något av innehållet måste först få tillstånd från SLU. Tfn: 018-67 23 47 (trädgård), tfn: 018-67 26 53 (jordbruk), fax: 018-67 28 90. Adress: SLU, Box 7044, 750 07 Uppsala.

ISSN 1100-5025

© Sveriges lantbruksuniversitet

Ansvariga utgivare Jordbruk: Roland Sigvald
Trädgård: Maj-Lis Pettersson

Redaktörer Jordbruk: Eva Twengström
e-post: Eva.Twengstrom@evp.slu.se
Trädgård: Maj-Lis Pettersson
e-post:

Hemsida

Distribution <http://www.tvs.slu.se/>
SLU Publikationstjänst
Box 7075, 750 07 Uppsala
Tfn 018-67 11 00
Fax 018-67 35 00
e-post: publikationstjanst@slu.se