



Biologisk bekämpning av potatisbladmögel orsakad av *Phytophthora infestans* i svensk potatisodling

Henrika Paulsrud

Examensarbete/Självständigt arbete • 15 hp

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för biosystem och teknologi

Trädgårdsingenjör, odling

Alnarp 2026



Biologisk bekämpning av potatisbladmögel orsakad av *Phytophthora infestans* i svensk potatisodling.

Biological control of potato late blight caused by Phytophthora infestans in Swedish potato cultivation.

Henrika Paulsrud

Handledare:	Johan Stenberg, Sveriges Lantbruksuniversitet, institutionen för växtskyddsbiologi
Examinator:	Laura Grenville-Briggs Didymus, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för växtskyddsbiologi

Omfattning:	15 hp
Nivå och fördjupning:	Grundnivå, G2E
Kurstitel:	Självständigt arbete i Trädgårdsvetenskap
Kurskod:	EX0844
Program/utbildning:	Trädgårdsingenjör, odling
Kursansvarig inst.:	Institutionen för biosystem och teknologi
Utgivningsort:	Alnarp
Utgivningsår:	2026
Nyckelord:	<i>Phytophthora infestans</i> , potatisbladmögel, biologisk bekämpning, potatisodling, växtskydd

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap
Institutionen för biosystem och teknologi

Sammanfattning

Potatis är en viktig gröda i svensk odling men är starkt hotad av angrepp av potatisbladmögel orsakat av den växtpatogena algsvampen *Phytophthora infestans*. Effektiva bekämpningsstrategier är viktiga för att bekämpa sjukdomen i fält, men resistensproblem i kombination med begränsad användning av kemiska bekämpningsmedel riskerar framtida potatisskörd. I detta arbete genomfördes en litteraturoversikt där olika biologiska bekämpningsalternativ mot *P. infestans* studerades samt hur dessa kan implementeras i konventionell potatisodling. Studien kunde identifiera en algsvamp samt flera bakterie- och svamparter med potential att hämma patogenen. Mikroorganismerna konstateras ha störst potential att fungera tidigt under säsongen genom att fördröja sjukdomsutvecklingen i fält. Därmed skulle biologisk bekämpning kunna implementeras i konventionell potatisodling och minska antalet appliceringstillfällen med kemiska bekämpningsmedel.

Nyckelord: *Phytophthora infestans*, potatisbladmögel, biologisk bekämpning, potatisodling, växtskydd

Abstract

Potatoes are an important crop in Swedish agriculture but are severely threatened by potato late blight caused by the oomycete *Phytophthora infestans*. Effective control strategies are important for managing the disease in the field, but resistance problems combined with limited use of chemical pesticides threaten future potato cultivation. In this study, a literature review was conducted on various biological control alternatives against *P. infestans* and how they can be implemented in conventional potato cultivation. The study identified one oomycete along with multiple bacterial and fungal species that act against the pathogen. Microorganisms were found to have the greatest potential to function early in the season by inhibiting disease development in the field. Thus, biological control could be implemented in conventional potato cultivation to reduce the number of chemical pesticide applications.

Keywords: *Phytophthora infestans*, potato late blight, biological control, potato cultivation, plant protection

Innehållsförteckning

Tabellförteckning	5
Förkortningar.....	6
1. Introduktion	7
1.1 <i>Phytophthora infestans</i> som patogen i svensk potatisodling	7
1.1.1 Symptombild på potatis	7
1.1.2 Epidemiologi i Sverige	8
1.1.3 IPM-strategier i konventionell potatisodling och problematik	9
1.2 Syfte och frågeställningar	14
1.3 Avgränsning	14
2. Metod	15
3. Resultat.....	16
3.1 Mikroorganismer mot <i>Phytophthora infestans</i> utifrån verkningssätt	16
3.1.1 Antibios	16
3.1.2 Hyperparasitism.....	17
3.1.3 Konkurrens om resurser	18
3.1.4 Inducera växtens eget försvar	19
3.1.5 Kombination av verkningssätt	19
3.2 Implementering i potatisodling	20
3.2.1 Praktisk applicering i potatisodling	20
3.2.2 Biotiska och abiotiska utmaningar i fält	21
3.2.3 Biologisk bekämpning som del av IPM	22
3.3 Sammanställning	23
4. Diskussion.....	27
Referenser	30

Tabellförteckning

- Tabell 1.** Omarbetad tabell av 2025 års bekämpningsstrategier i konventionell odling av matpotatis respektive stärkelsepotatis, enligt HIR Skåne (Larsson. 2026 persl. meddel.), där upphöjda siffror beskriver FRAC-gruppen. Rödmarkerade produkter är de som riskerar att förbjudas, orangemarkerade produkter är de som anses ligga i en gråzon, och grönmarkerade är de som kvarstår.13
- Tabell 2.** Sammanställning av mikroorganismer mot Phytophthora infestans samt identifierade egenskaper. Specifika stammar är inte representerade.24

Förkortningar

Förkortning	Betydelse
Sp.	Oidentifierad art i släktet
Spp.	Flera arter i släktet

1. Introduktion

Den svenska potatisodlingen står inför stora utmaningar då angrepp av potatisbladmögel förväntas bli mer svårhanterade. Utifrån detta är det väsentligt att undersöka alternativa metoder som kan fungera i den integrerade växtskyddsstrategin för att utöka möjligheterna att hantera sjukdomen i fält.

1.1 *Phytophthora infestans* som patogen i svensk potatisodling

Phytophthora infestans (Mont.) de Bary är en växtpatogen som angriper växter i familjen Solanaceae, däribland potatis *Solanum tuberosum* L. och tomat *Solanum lycopersicum* (Sundar 2025; Fogelfors 2023). Patogenen är en algsvamp vars cellväggar består av cellulosa och β -glukaner (Brus-Szkalej 2019). Vidare är *P. infestans* hemibiotrof, vilket innebär att den kräver levande växtvävnad för infektion, men övergår sedan till ett nekrotiskt stadium som orsakar celldöd i värdväxten. Patogenen utgör det allvarligaste växtskyddshotet i potatisodling, då den orsakar potatisbladmögel samt utgör en risk för att brunröta utvecklas på potatisknölarna (Fogelfors 2023). *P. infestans* har historiskt påverkat livsmedelssäkerheten negativt och orsakat stora matbrister när den anlände till Europa och beräknas utgöra ett bestående hot mot framtida livsmedelsäkerhet så länge potatis ingår i människors diet (Yuen 2021).

Potatisen är ursprungligen från Anderna i Sydamerika och är en av världens viktigaste basgrödor (Fogelfors 2023; Brus-Szkalej 2019). Vidare är det den grödan med högst skördepotential i Sverige och har haft stor betydelse under perioder med svåra försörjningsproblem. Potatisodlingen delas in i matpotatis och stärkelsepotatis. Skörden uppgick 2024 till 477 700 ton matpotatis och 406 800 ton stärkelsepotatis (Jordbruksverkets statistikdatabas 2024a). Den konventionella odlingen stod samma år för 92,1% av den totala skördade grödarealen av odlad matpotatis (Jordbruksverkets statistikdatabas 2024b).

1.1.1 Symptombild på potatis

Hela potatisplantan påverkas av potatisbladmögel. En potatisplantas blast kan vara förstörd inom en vecka som en följd av *P. infestans* goda förmåga till infektion, kolonisering och spridning över växtvävnaden (Andersson et al. 2009). Symptomen på infektion börjar oftast i de nedersta bladen på plantan som får ljusa fläckar som snabbt förstoras (Lal et al. 2018). Fläckarna blir sedan nekrotiska och mörka, varav bladen snabbt dör, och vita bomullsliknande sporangier formas runt

fläckarna på undersidan av bladen. Dessa utvecklas från sporangioforer i bladens klyvöppningar och kan spridas vidare till andra växtdelar eller plantor (Yuen 2021).

Infektionen rör sig sedan uppåt i plantan tills hela plantan är infekterad och algsvampen sprids till omkringliggande plantor (Lal et al. 2018). Vävnadsskador på bladskäft och plantans stam resulterar i att dessa bryts och dödar bladen respektive plantan i helhet. Infektion av stam har ökat i observation och högre temperaturer och luftfuktighet leder till ökad skada på stam.

Regn och bevattning gör att sporangier på potatisblasten sköljs ned i jorden och patogenen kan angripa potatisknölarna, vilket resulterar i bruna fläckar (Yuen 2021; Lal et al. 2018). När knölarna infekteras av sekundära patogener kan dessa fläckar bli mjuka och brunröta bildas (Lal et al. 2018). Resultatet av infekterade knölar kan vara försämrad kvalitet eller skördeförlust (Andersson et al. 2009).

P. infestans har även god förmåga att anpassa de molekyler som utsöndras för att underlätta infektion, vilka är de som växtens immunförsvar känner igen (Brus-Szkalej 2019). Därmed kan patogenen effektivt undkomma växtens resistens. Vissa enzymer som utsöndras av patogenen kan hämma värdväxtens förmåga att motstå angrepp samtidigt som bristen på kitin i cellväggen kan hindra växtens förmåga att detektera angreppet (Daaboub et al. 2022)

1.1.2 Epidemiologi i Sverige

P. infestans är heterotalisk och kräver förekomst av båda parningstyperna A1 och A2 för sexuell reproduktion (Drenth et al. 1995). Framtill 1980-talet förekom endast parningstypen A1 vilket endast möjliggjorde asexuell förökning av patogenen (Drenth et al. 1994). Asexuell förökning kan ske genom att sporangier släpps och sprids med vinden, och direkt kan infektera växten (Yuen 2021; Brus-Szkalej 2019). Asexuell förökning kan även ske genom att sporangier släpper sex till åtta simmande zoosporer som kan infektera nya plantor, där sjukdomssymptom uppstår inom några dagar (Brus-Szkalej 2019; Yuen 2021). Zoosporer saknar cellvägg och kan med hjälp av sin flagell simma under flera timmar (Brus-Szkalej 2019). Sporangien eller zoosporen infekterar växten genom att bilda ett appressorium som kan penetrera växtcellen, och hyfer växer sedan in i växtcellerna. Zoosporer har en viktig funktion i patogenens epidemiologi genom dess förmåga att sprida infektionen vidare till plantans övriga delar (Daaboub et al. 2022). Däremot har asexuella sporer kort överlevnadstid utanför värdväxten (Drenth et al. 1994).

Från att endast tidigare ha observerats i Mexiko rapporterades parningstypen A2 1984 i västra Europa (Fry 1993). Detta möjliggjorde sexuell reproduktion av *P. infestans* i Europa, med högre genetisk diversitet som resultat, och kan kopplas till ökad infektion samt svårare kontroll av potatisbladmögel i flera europeiska länder under denna tidsperiod (Drenth et al. 1994). Sexuell förökning förekommer oftast på bladen och sker genom att båda (motsvarande) parningstypernas hyfer interagerar med varandra genom att sexuella organen anteridium och oogonium möts, vilket bildar oosporer (Yuen 2021; Drenth et al. 1994). Oosporer har tjocka cellväggar och kan överleva flera år i jorden efter att blasten vissnat ner, för att sedan infektera nya plantor (Drenth et al. 1994; Yuen 2021). Genom sexuell reproduktion får *P. infestans* större genetisk variation när olika genotyper korsas (Yuen 2021). En studie av Sjöholm et al. (2013) visade att nordiska länder har hög sexuell reproduktion av *P. infestans* i fält och avsaknad av dominanta kloniska härstamningar. Vidare fanns stor genotypisk variation inom fälten med låg association mellan loci (Sjöholm et al. 2013). Sverige är dessutom ett av de Europeiska länderna som visat på större proportioner av parningstypen A2 än övriga (Andersson et al. 2009). Förmågan för *P. infestans* att producera livsdugliga oosporer är även ärftligt, vilket kan få populationer att skifta till ökad sexuell förökning när kalla vintrar hindrar asexuell reproduktion (Sjöholm et al. 2013).

Övervintring kan ske med mycel i infekterade knölar (Widmark et al. 2007). Spillpotatis och infekterad sättpotatis kan därmed fungera som smittkällor till följande säsong (Lal et al. 2018). Kyliga vintrar kan begränsa *P. infestans* möjligheter till asexuell spridning via kvarglömda potatisknölar i marken, därav är oosporer viktig för patogenens spridning och överlevnad i dessa delar av Europa (Andersson et al. 2009). Import av infekterat utsäde har historiskt varit den huvudsakliga spridningsvägen för *P. infestans* (Fry 1993). Oosporer är, med dess överlevnadsförmåga, idag viktig del av spridningen, vilket innebär att infektionsfritt utsäde inte är tillräckligt för att minska angrepp i fält (Yuen 2021). Vidare kan oosporernas överlevnadsförmåga mellan odlingssäsongerna gynnas av kyliga vintrar med tjälfrusen jord, eftersom det hindrar att oosporerna gror och bryts ned (Widmark et al. 2007). Detta kan möjliggöra ökad synkronisering av oosporernas groning med potatissättningen på våren, vilket resulterar i tidigare sjukdomsutbrott.

1.1.3 IPM-strategier i konventionell potatisodling och problematik

Integrerat växtskydd (IPM) är en EU-strategi för att minska användandet av kemiska bekämpningsmedel (Europeiska kommissionen u.å.). Strategin grundas

på att utföra förebyggande odlingsåtgärder mot skadegörare, övervaka angrepp samt basera åtgärdsbeslut på prognoser och tröskelvärden. Bekämpningsmetoder ska i första hand innefatta biologiska, mekaniska eller andra icke-kemiska alternativ. Kemiska bekämpningsmedel används endast när det är nödvändigt och ska ske med selektiva produkter samt begränsas till den lägsta effektiva nivån. Vidare ska resistensrisken begränsas genom att variera bekämpningsmetoder och verkningssätt. IPM minskar därmed riskerna för människor och miljö samtidigt som en hållbar och produktiv växtodling säkerställs.

Växtföljd och ogräsbekämpning

Växtföljd är en viktig metod för bekämpning av jordburna sjukdomar som *P. infestans* (Sjöholm et al. 2013). HIR Skåne rekommenderar minst fyra år, helst fem år, innan potatis återkommer i ett skifte (Larsson. 2026 persl. meddel.). Vidare motiveras detta utifrån oosporernas överlevnadsförmåga i jorden. Det finns däremot problematik med växtföljd eftersom patogener kan ha ogräs som alternativa värdväxter, vilket kan möjliggöra fortsatt överlevnad och reproduktion. Alternativ värdväxt för *P. infestans* är bägarnattskatta *Solanum physalifolium*, som är ett allvarligt ogräs i odling i Sverige (Grönberg et al. 2012). *P. infestans* har även dokumenterats bli aggressivare mot potatis efter att ha angripit bägarnattskatta. Ogräsets närvaro i odling medför att växtföljd inte är tillräcklig för att minska angreppen av *P. infestans* i potatisodling, och det därför viktigt att ha god ogräsbekämpning under alla år i fältet för att växtföljd ska fungera förebyggande mot angrepp.

Resistent potatissorter

Att öka andelen bladmögelresistent potatissorter i odling kan minska det idag höga kemiska användandet, förklarar Larsson (2026 persl. meddel.). Däremot finns det i förädlingsprocessen många andra aspekter förutom resistens som är viktiga för att nya sorter ska vara attraktiva på marknaden. Däribland beskrivs egenskaper gällande knölstorlek, utseende och avkastning. Vidare förklaras att efterfrågan på potatissorter styrs av handeln, där konsumenter har stor påverkan, och att efterfrågan på traditionella potatissorter är hög. Dessutom beskrivs att det ur ett odlarperspektiv även finns utmaningar med att odla nya sorter, då kunskap om optimala odlingsstrategier för sorten kan vara begränsad, i kombination med att det kan medföra stora kostnader. Resistensförädling kan även begränsas av vetenskapen om att syntetiska fungicider finns tillgängliga vid patogenangrepp, vilket medför att resistentegenskaper bortprioriteras (Yuen 2021). Ökandet av sexuell reproduktion hos *P. infestans* kan ytterligare försvåra effekten av odling med resistent sorter, eftersom nya genetiska faktorer hos patogenen kan undkomma potatissortens resistens (Drenth et al. 1994).

Kemisk bekämpning

Användningen av kemiska bekämpningsmedel är idag kritisk i konventionell potatisodling för att bekämpa potatisbladmögel (se tabell 1) och därmed säkerställa god skörd. Vidare är det av stor vikt att i bekämpningsstrategin kunna alternera mellan flera växtskyddsmedel för att minska risken för resistensutveckling hos patogenen. Däremot finns det begränsningar med vissa syntetiskt framställda bekämpningsmedel, då dessa kan utgöra skada på miljö och människors hälsa. Bland dessa finns flera PFAS-ämnen, som kan utgöra miljö och hälsofara genom att kunna bilda trifluorättiksyra (TFA) (Kemikalieinspektionen 2025). PFAS-ämnena utgör stora hälsorisker för människor och miljörisker, även om kunskapen i nuläget är begränsad (Kemikalieinspektionen 2026a). PFAS-ämnen förklaras även ha många och effektiva spridningsvägar, och sprids därmed enkelt till miljöer där ämnena inte använts. PFAS-ämnen är inte naturligt förekommande, utan syntetiskt framställda, och det förekommer ingen fullständig nedbrytning av PFAS-ämnen i naturen, utan dessa finns alltid kvar i miljön i någon form. I Sverige finns 18 verksamma PFAS-ämnen godkända i växtskyddsmedel, varav två förbjuds för användning under 2026 (Kemikalieinspektionen 2026b). Kemikalieinspektionen håller nu på att ompröva 38 växtskyddsmedel som används i odling i Sverige, där beslut förväntas fattas senast 2028 (Kemikalieinspektionen 2025). Detta som en konsekvens av Danmarks beslut om omedelbart förbud av sex verksamma ämnen som bryts ned till TFA som omfattar 33 produkter (Lantbrukarnas Riksförbund u.å.). De medel som omprövas innehåller något av de verksamma PFAS-ämnena diflufenikan, flonikamid, fluazinam, fluopyram, mefentriflukonazol eller tau-fluvalinat, eftersom dessa kan bilda TFA (Kemikalieinspektionen 2025). Bland dessa är det substansen fluazinam som berör potatisodling. Detta eftersom fluzamin ingår i bekämpningsmedlen Shirlan, Banjo, Signal, Vendetta och Kunshi, som idag utgör en stor del av bekämpningsstrategin mot potatisbladmögel (Larsson. 2026 persl. meddel.). Vidare uppges att substanserna fluopikolid och oxathiapiprolin, som produkterna Infinito respektive Zorvec Enicade innehåller, befinner sig i en gråzon, då de förklaras innehålla PFAS, men inte utreds eftersom de inte bryts ned till TFA lika tydligt. Tabell 1 illustrerar hur begränsad användning av växtskyddsmedel med PFAS kan påverka bekämpningsstrategin i potatisodling. Utöver de grönmarkerade preparaten som presenteras i tabell 1 finns produkterna Cymbal och Proxanil, med de aktiva substanserna cymoxanil respektive propamocarb tillsammans med cymoxanil, att tillgå i strategin. Vidare skulle antalet FRAC-grupper, det vill säga olika verkningsmekanismer hos bekämpningsmedel, begränsas drastiskt till endast grupperna 21, 28 och 40 samt 27 som utgörs av cymoxanil. Dessutom är olika medel godkända vid olika utvecklingsstadier hos potatisplantan (Larsson. 2026 persl. meddel.), vilket kan antas ytterligare försvåra lyckad bekämpningsstrategi. Följaktligen antas detta

bidra till ytterligare bekämpningsbegränsningar. Om inte nya PFAS-fria bekämpningsmedel finns tillhanda innan eventuellt förbud försvåras bekämpningen av patogenen i fält, uttrycker Larsson (2026 persl. meddel.), eftersom det finns färre medel att variera mellan. Resultatet kan bli att vi helt står utan bekämpningsalternativ vid stora utbrott av potatisbladmögel (Yuen 2021). Om motsvarande bestämmelser skulle genomföras i Sverige som gjorts i Danmark hade dagens produktionsmängd av höstvet, oljeväxter, potatis och trädgårdsgrödor på kort sikt inte kunna förekomma (Lantbrukarnas Riksförbund u.å.). Larsson (2026 persl. meddel.) tydliggör vidare att ”frågan är egentligen inte om, utan när kemprodukter innehållandes PFAS som bryts ner till TFA (triflourättiksyra) kommer fasas ut från marknaden”.

Tabell 1. Omarbetad tabell av 2025 års bekämpningsstrategier i konventionell odling av matpotatis respektive stärkelsepotatis, enligt HIR Skåne (Larsson. 2026 persl. meddel.), där upphöjda siffror beskriver FRAC-gruppen. Rödmarkerade produkter är de som riskerar att förbjudas, orangemarkerade produkter är de som anses ligga i en gråzon, och grönmarkerade är de som kvarstår.

a) Bekämpningsstrategi i konventionell matpotatisodling 2025.

Behandlingstillfälle	Preparat
Behandling 1	0,3-0,4 l Shirlan/Zignal/Banjo ²⁹ + 0,8-1,2 l Sporax/Raport ²⁸
Behandling 2	0,4-0,6 l Evagio Forte/Evagio Plus ^{21,40}
Behandling 3	0,8-1,6 l Infinito ^{28,43}
Behandling 4	0,15 l Zorvec Enicade ⁴⁹ + 0,3 l Leimay/Shinkon ²¹
Behandling 5	0,3-0,4 l Shirlan/Zignal/Banjo ²⁹ + 0,4-0,6 l Revus ⁴⁰
Behandling 6	0,8-1,6 l Infinito ^{28,43}
Behandling 7	0,15 l Zorvec Enicade ⁴⁹ + 0,3 l Leimay/Shinkon ²¹
Behandling 8	0,8-1,6 l Infinito ^{28,43}
Behandling 9	0,3-0,4 l Shirlan/Zignal/Banjo ²⁹ + 0,4-0,6 l Revus ⁴⁰
Behandling 10	0,5 l Vendetta ^{29,11}
Behandling 11	0,3-0,4 l Shirlan/Zignal/Banjo ²⁹ + 0,3-0,5 l Leimay/Shinkon ²¹

b) Bekämpningsstrategi i konventionell stärkelsepotatisodling 2025.

Behandlingstillfälle	Preparat
Behandling 1	Shirlan/Zignal/Banjo ²⁹ + Sporax/Raport ²⁸
Behandling 2	Evagio Forte/Evagio Plus ^{21,40}
Behandling 3	Infinito ^{28,43}
Behandling 4	Zorvec Enicade ⁴⁹ + Leimay/Shinkon ²¹
Behandling 5	Revus Pro ^{40,28}
Behandling 6	Vendetta ^{11, 29}
Behandling 7	Zorvec Enicade ⁴⁹ + Leimay/Shinkon ²¹
Behandling 8	Infinito ^{28,43}
Behandling 9	Revus ⁴⁰ + Shirlan/Zignal/Banjo ²⁹
Behandling 10	Infinito ^{28,43}
Behandling 11	Evagio Forte/Evagio Plus ^{21,40}
Behandling 12	Vendetta ^{11, 29}

Användningen fungerande bekämpningsmedel hotas även av *P. infestans* förmåga att utveckla resistens mot verksamma ämnen som finns i bekämpningsmedel. Resistens hos *P. infestans* är en effekt av högt selektionstryck vid frekvent och upprepad användning av bekämpningsmedel, i kombination med ökad genetisk variation (Majeed et al. 2017). Vidare förklaras att nya varianter av *P. infestans* utgör hög risk för fungicidresistens. Larsson (2026 persl. meddel.) uppger att en mandipropamidresistent genotyp av *P. infestans* (EU_43) hittades i Sverige runt 2022/2023. Mandipropamid beskrivs ha använts i flera kemiska bekämpningsmedel mot potatisbladmögel i Sverige, och som en följd av den resistenta genotypen ändrades strategierna för att minska resistensrisken. För att

minska risken för resistens bör fungicidapplikation ske mer sällan med längre intervaller för att minska selektionstrycket i fält (Majeed et al. 2017). Vidare kan blandningar av flera fungicider hämma resistenstrisken. Likaså understryker Larsson (2026 persl. meddel.) att det mest essentiella är att blanda och alternera mellan två substanser, samt inte använda de medel som innehåller mandopropamid. Det är även viktigt att identifiera i vilka geografiska områden som isolater med resistens mot specifika verksamma ämnen (Majeed et al. 2017). Dessutom förklaras samodling med flera värdväxter ytterligare kunna minska risken för fungicidresistens hos stammar av *P. infestans*.

1.2 Syfte och frågeställningar

Syftet med studien är att undersöka vilka biologiska bekämpningsmetoder mot *Phytophthora infestans* som kan fungera som alternativ eller komplement till kemiska bekämpningsmedel i den svenska potatisodlingen. Detta för att kunna säkerställa ett stabilare växtskydd mot *P. infestans* och möjliggöra bekämpningsalternativ för odlare när kemiska preparat försvinner eller begränsas.

Utifrån detta blir frågeställningarna:

- Genom vilka verkningsmekanismer kan biologisk bekämpning fungera antagonistiskt mot *P. infestans*?
- Hur kan biologisk bekämpning av *P. infestans* appliceras i potatisodling?
- Vilka möjligheter och begränsningar finns vid implementering av biologisk bekämpning i kommersiell potatisodling?

1.3 Avgränsning

Studien har avgränsats till att endast beröra biologiska bekämpningsmetoder mot *Phytophthora infestans*. Därmed utesluts andra icke-biologiska bekämpningsalternativ som kan fungera som alternativ till eller tillsammans med syntetiskt framställda kemiska bekämpningsmedel.

2. Metod

Studien genomfördes som en litteraturöversikt över forskning om biologisk bekämpning mot *Phytophthora infestans*. För att hitta relevant litteratur för att besvara syfte och frågeställningar användes främst AI-verktyget Asta. I verktyget ställdes frågor gällande alternativa metoder för bekämpning mot *P. infestans*, vilka verkningsmekanismer som fungerar mot patogenen samt hur dessa praktiskt kan appliceras i fält. De relevanta artiklarna laddades ned, och dessa ledde vidare till ytterligare relevant forskning för litteraturöversikten. Kompletterande användes även sökmotorer som Web of Science, Scopus, SLU:s söktjänst primo och Google.

3. Resultat

3.1 Mikroorganismer mot *Phytophthora infestans* utifrån verkningssätt

Mikroorganismer kan verka mot växtpatogener på olika sätt. De olika verkningssätten kan delas in i antibios, konkurrens om resurser, hyperparasitism och inducerande av växtens eget försvar.

3.1.1 Antibios

Mikrober kan genom antibios hämma eller skada växtpatogener. Detta sker genom att utsöndra antimikrobiella föreningar som exempelvis kan hämma patogenens metaboliska processer som är väsentliga för dess överlevnad (Prabhu et al. 2025). Vidare förklaras att sekundära metaboliter producerade av mikroorganismer är effektiva mot många olika växtpatogener. Dessa metaboliter skiljer sig från de primära genom att inte vara direkt essentiella för mikroorganismens överlevnad. Istället hjälper de till att anpassa mikroben till miljön genom exempelvis stressreaktioner, skydd och kommunikation. De sekundära metaboliterna beskrivs även fungera bättre i växtskydd än de primära metaboliterna, då de har riktande verkan mot andra organismer.

Bakteriesläktena *Bacillus* och *Pseudomonas* kan producera biosurfaktanter som kan ha direkt antagonistisk verkan på *P. infestans*. Lipopeptiden Iturin A producerade av *Bacillus subtilis* WL-2 och kan hämma *P. infestans* mycelietillväxt (Wang et al. 2020b). Detta förklaras genom att bakterien orsakar oxidativ stress, förstör cellmembran och kan påverka patogenens möjlighet att tillgodogöra sig energi. Vidare kan *Bacillus pumilus* W-7 hämma mycelietillväxten med 77% genom att både orsaka oxidativ stress och inducera deformationer i mycelet (Wang et al. 2020a).

Biosurfaktanter från *Bacillus* och *Pseudomonas* kan ha direkt verkan på *P. infestans* zoosporer, genom att lösa upp zoosporernas membran (Hultberg et al. 2010; Caulier et al. 2018). Patogenens zoosporer har visat hög känslighet mot biosurfaktanten som produceras av *Pseudomonas koreensis* 2.74 (Hultberg et al. 2010). Däremot visade biosurfaktanten liten respektive ingen effekt på mycelietillväxt respektive sporangieproduktion. Detta orsakas av lipopeptiden fengycin B och resulterar även i minskad produktion av ATP (Wang et al. 2020a). Fengycin B hämmar även zoosporbildningen och groning, och effekten korrelerar med koncentrationen. Surfaktin föreslås förstärka fengycin B förmåga att motverka infektion av *P. infestans*. Däremot visade surfaktin producerad av *B.*

subtilis ingen ensam hämmande effekt på *P. infestans* mycelietillväxt i försök av Wang et al. (2020b).

Bacilysin som produceras av *Bacillus* spp. föreslås kunna störa *P. infestans* cellulosa-biosyntes, vilket krävs för lyckad infektion i potatis (Caulier et al. 2018). Stammar av *Bacillus amyloliquefaciens*, *B. pumilus*, och *B. subtilis* kan producera metaboliten, vilket föreslås vara orsaken till stammarnas lyckade effekt mot patogenen. Även mycobacillin, producerad av *Bacillus* spp. föreslås kunna fungera antagonistiskt mot *P. infestans* (Kumbar et al. 2019).

Pseudomonas spp. kan även fungera antagonistiskt mot *P. infestans* genom att utsöndra volatila ämnen (VOC). Det volatila ämnet alkenen 1-undecen som produceras av *Pseudomonas* spp. kan hämma patogenens mycelietillväxt, sporangiebildning, sporsläppning och gröningsförmåga (Hunziker et al. 2015). Även bakteriens produktion av vätecyanid har visat stark effekt mot *P. infestans*.

Svamp-släktet *Trichoderma* kan verka genom produktion av antagonistiska metaboliter (Cournault et al. 2025). *Trichoderma*-svampar har diverse bioaktiviteter och producerar olika metaboliter (Daaboub et al. 2022). Metaboliterna hämmar *P. infestans* zoosporläppning, och effekten ökar med högre koncentration (Alfiky et al. 2024). Vidare påverkar svampen zoosporers mobilitet och förmåga till groning. Effekten på zoosporer har visats både ovan och under jord.

Svampen *Chaetomium globosum* Cg-6 har visat effekt mot *P. infestans* genom antibios med metaboliten Chaetomin (Shanthiyaa et al. 2013). Detta har observerats hämma mycelietillväxten hos patogenen. *C. globosum* producerar även enzymerna glukanas och cellulas, som bryter ned glukos och cellulosa, som algsvampars cellväggar består av.

Svamparna *Phoma eupatorii*, *Phialocephala fortinii* och *Monosporascus* sp. har visat hämmande effekt på *P. infestans*, där sekundära metaboliter tros utgöra den primära verkan (de Vries et al. 2018). *Ph. eupatorii* visade god hämmande effekt på de nio europeiska isolater av *P. infestans* som testades, och *Phi. fortinii* och *Monosporascus* sp. visade effekt mot de flesta av dessa isolater.

3.1.2 Hyperparasitism

Mikroorganismer kan verka direkt mot patogener genom hyperparasitism, där en organism parasiterar på en annan parasiterande organism (Köhl et al. 2019). Nekrotrofa hyperparasiter är mest tillämpade för biologisk bekämpning, eftersom

dessa dödar värdorganismer. Flera *Trichoderma* stammar, exempelvis *Trichoderma viride*-ES1 och *Trichoderma harzianum* HNA14, har visat hyperparasitism på *P. infestans* genom att snurra sig runt patogenens hyfer och producera (Daaboub et al. 2022; Alfiky et al. 2024). Även algsvampen *Pythium oligandrum* har visat hyperparasitism mot *P. infestans* på liknande sätt (Horner et al. 2012). Utsöndrandet av cellväggsnedbrytande enzymer, som cellulas, har en viktig verkan i hyperparasitism på algsvampar för att parasiten ska kunna ta sig in i cellen (Köhl et al. 2019). Detta gäller både *Trichoderma*-arter och *Py. oligandrum* (Liang et al. 2020). Enzymerna kan även kombineras med sekundära metaboliter (Köhl et al. 2019).

3.1.3 Konkurrens om resurser

Mikroorganismer kan hämma växtpatogener indirekt genom konkurrens om utrymme eller näring, genom att binda näringsämnen som är nödvändiga för patogenens överlevnad och utveckling näring (Köhl et al. 2019). Underarter av *Pseudomonas* och *Bacillus* kan producera sideroforer, järnbindande molekyler, som kan fungera hämmande mot patogener genom att konkurrera om järnupptag samt deras möjlighet att kolonisera växtvävnad och nischer (Narayanasamy 2013; Caulier et al. 2018). Underarter av *Pseudomonas fluorescens* har visat hämma utvecklingen av *P. infestans*, och den antibiotiska sekundära metaboliten fenazin-1-karboxylsyra (PCA) anses vara väsentlig för bakteriens antagonistiska förmåga (Morrison et al. 2017; Léger et al. 2021). Eventuellt sker detta genom konkurrens om *P. infestans* ekologiska nisch (Morrison et al. 2017). Däremot föreslås sideroforer och cykliska lipopeptider, producerade av *P. fluorescens*, verka tillsammans med PCA, alternativt ensamt (Léger et al. 2021). Dessutom misstänks fenazinproducerande *Pseudomonas*-stammar producera ytterligare okända metaboliter som kan ha antagonistisk verkan på mikroorganismer (Köhl et al. 2019). Vidare har *B. mycoides* visat god förmåga att verka antagonistiskt mot *P. infestans*, vara genom god konkurrensförmåga om utrymme (Caulier et al. 2018). För lyckad konkurrens mot patogener krävs aktiv metabolism och tillväxtförmåga hos de antagonistiska mikroorganismerna (Köhl et al. 2019).

Lipopeptider kan även ha positiv inverkan på bakteriens förmåga att röra sig över ytor för att framgångsrikt utnyttja resurser (Köhl et al. 2019). Vidare kan dessa påverka vätskedynamiken på växtens bladyta och därmed indirekt påverka olika patogeners utveckling.

3.1.4 Inducera växtens eget försvar

Mikrobiella metaboliter kan fungera indirekt mot patogener genom systemisk förvärvad resistens (SAR) eller inducerad systemisk resistens (ISR). Resistensen hos växten uppstår genom igenkänning av mikrobiellt associerade molekyllära mönster (MAMPs), som sedan aktiverar kedjereaktioner av signalering, inklusive fyttohormonerna salicylsyra (SA), jasmonsyra (JA) eller etylen (ET) (Prabhu et al. 2025). Fyttohormonerna triggar vidare igång flera antagonistiska mekanismer, exempelvis växtförsvarsproteiner (PR-proteiner) och reaktiva syreföreningar (ROS) (Prabhu et al. 2025; Cournault et al. 2025).

Arter av *Trichoderma*, som *T. harzianum*, kan inducera produktionen av SA i växten, som inducerar reaktiva syreradikaler som fungerar antagonistiskt mot *P. infestans* (Cournault et al. 2025). Vidare kan svampen inducera JA som kan öka växtens produktion av antioxidanter. Även den endofyta svampen *Ph. eupatorii* kan eventuellt inducera antagonistiska växtreaktioner mot *P. infestans*, där JA ingår i reaktionen (de Vries et al. 2018).

Biosurfaktanter också aktivera växtförsvar mot *P. infestans*. Lipopeptider och cykliska lipopeptider, som produceras av *Bacillus* och *Pseudomonas*, kan även inducera potatisplantans eget försvar mot *P. infestans* (Caulier et al. 2018). Surfaktin producerat av *B. pumilus* W-7 har verkat mot angrepp av *P. infestans* genom inducera växtens eget försvar, och lipopeptiden kan öka uttrycket av växtens biokontrollgener och dess enzymatiska aktiviteter (Wang et al. 2020a). Underarter av *Bacillus* och *Pseudomonas* kan vidare producera järnbindande sideroforer som fungerar indirekt mot patogener genom att inducera växtens försvar och ha positiv inverkan på växtens tillväxt (Caulier et al. 2018). Sideroforer kan vidare tillgodogöra plantan med järn vilket ökar dess hälsa (Prabhu et al. 2025).

3.1.5 Kombination av verkningsätt

Specifika mikroorganismers goda antagonistiska effekt mot *P. infestans* anses troligast ske genom en kombination av flera verkningsätt och aktiva ämnen (De Vrieze et al. 2019). Detta visade sig vara fallet i en studie av Caulier et al. (2018), där olika stammar av *Bacillus* och *Pseudomonas* undersöktes. Resultatet visade att stammar som både producerade sideroforer och biosurfaktanter hade en hämmande effekt på *P. infestans*. Arter som saknade den kombinerade produktionen av dessa metaboliter var däremot inte effektiva mot patogenen. Utifrån detta anses kombinationen av dessa metaboliter vara väsentlig för bakteriernas förmåga att bekämpa *P. infestans*. Kombinationen av verkningsätt förklaras även ge biologisk bekämpning en fördel jämfört med kemiska preparat

vad gäller resistens (Köhl et al. 2019; Bardin et al. 2015; De Vrieze et al. 2019). Detta eftersom selektionstrycket på patogenen samtidigt som det är mindre troligt att den utvecklar resistens mot samtliga av mikroorganismens antagonistiska verkningsätt och aktiva ämnen. För att ytterligare främja den långsiktiga effektiviteten i biologisk bekämpning kan även olika stammar med olika verkningsätt kombineras eller alterneras i bekämpningsstrategin. Detta anses även kunna utöka möjligheterna att fungera effektivt mot flera genetiskt olika stammar av patogenen (De Vrieze et al. 2019).

3.2 Implementering i potatisodling

3.2.1 Praktisk applicering i potatisodling

Fältförsök med applicering av mikroorganismer undersöker hur dessa skulle kunna fungera i praktiska odlingsförhållanden. Hashemi et al. (2022) understryker vikten av fältstudier med biologisk bekämpning för lyckad implementering i kommersiell odling, och vidare reducera användningen av kemiska bekämpningsmedel.

Caulier et al. (2018) undersökte hur bladapplicering av bakteriekulturer bestående av specifika stammar av *Pseudomonas* och *Bacillus* fungerade som bekämpning mot potatisbladmögel. I växthusförsök, där bladappliceringen av respektive bakteriestam genomfördes fyra timmar innan inokulering med *P. infestans*, var fyra stammar av *Pseudomonas* och sju stammar av *Bacillus* effektiva. *B. mycoides* 16A-B9 visade förebyggande effekt mot potatisbladmögel genom god konkurrensförmåga mot patogenen samt god kapacitet att kolonisera plantan (Caulier et al. 2018). I fältförsök applicerades de effektiva stammarna sedan en gång i veckan under gynnsamt väder. *Pseudomonas protegens* 44R-P8 visade signifikant effekt mot potatisbladmögel fram till 16 dagar efter första tecken på symptom, medan *B. subtilis* 30B-B6 visade minskning på infektion med 44%, med signifikant effekt upp till 45 dagar. Däremot var kemisk behandling med produkterna Revus och Cuprex mer effektiva än bakteriekulturerna under hela försöksperioden.

I en fältstudie av Kumbar et al. (2019) framkom att förebyggande jordbehandling i kombination med konsekvent bladbehandling med *B. subtilis* signifikant reducerade angrepp av *P. infestans* på potatisplantor. Däremot har sjukdomsförloppet på liknande undersökning visats gå snabbt till en början, där sjukdomsutveckling reducerats till hälften på plantor mellan dag 56 och 70, beroende på potatissort, för att sedan minska till en kontrolleffekt av 40-44% (Tirado-Malaver et al. 2025).

Kombinerad jordapplicering med *T. harzianum* 1123 och bladapplicering med och *B. subtilis* 2233, har visat reducera infektionen av *P. infestans* med över 80% i fält (Tirado-Malaver et al. 2025). Kombinationen fördröjer sjukdomsförloppet signifikant. Detta genom att de två mikroorganismerna koloniserar olika delar av plantan, rotsystemet respektive bladverket, och agerar verkande mot *P. infestans* skilt från varandra. Försöket visade även att val av potatissort hade effekt på effektiviteten mot patogenen. Appliceringen av de två kulturerna resulterade även i ökad planthöjd och ökad skörd i jämförelse med kontrollen (Tirado-Malaver et al. 2025). I försök där endast jordapplicering med *T. harzianum* 1123 förekom, visades att över 61% reduktion av potatisbladmögel kunde uppnås fram till 63 dagar efter sådd (Tirado-Malaver et al. 2025). Sedan ökade sjukdomsförloppet kraftigt. Jordappliceringen utfördes fyra gånger från sådd till kupning, vilket var 32 dagar efter sådd, genom att applicera lösningen med bakteriestammen i jorden, vid plantornas bas. Cellfria filtrat av *Thrichoderma* har visat direkt antagonistisk effekt på zoosporer i både rhizo- och fyllosfären (Alfiky et al. 2024). I krukeexperiment visade *P. fluorescens* LBUM636-stammen som tillsatts i rhizosfären signifikant reducera populationen av *P. infestans* runt rötterna samt över hela plantan (Morrison et al. 2017). Även *B. mycoides* som applicerats på potatisutsäde har visat kolonisera samtliga delar av potatisplantan (Caulier et al. 2018).

C. globosum Cg-6 applicerat på utsäde, jord eller bladverket, har visat reducera utbredningen av potatisbladmögel i fält, i jämförelse med obehandlade plantor (Shanthiyaa et al. 2013). Däremot visade de tre behandlingarna i kombination signifikant bättre kontroll jämfört med individuell behandling. Resultatet förklarades vara jämförbart med effekten av kemisk behandling.

3.2.2 Biotiska och abiotiska utmaningar i fält

Den biologiska bekämpningens förmåga att fungera effektivt i fält påverkas av diverse biotiska och abiotiska faktorer. Förekomsten av *Pseudomonas*-stammar som applicerats på blad i fält, visade reduceras snabbare än under växthusförhållanden (Guyer et al. 2015). Låg förekomst av bakterier visades efter en vecka efter sista behandlingen i fält, medan de förekom på bladen efter två veckor i växthusförsök (Guyer et al. 2015). Plantans fyllosfär är exempelvis utsatt för UV-strålning, samt hög skillnad i luftfuktighet och temperatur, vilket påverkar mikroorganismer överlevnad och etableringsförmåga (Guyer et al. 2015). Utifrån detta förklaras att endofyta mikrober kan fungera effektivare i fält, eftersom de inte är lika utsatta för dessa miljöfaktorer. Effekten av resistensinducerande

mikroorganismer kan begränsas i fält, genom att växten redan kan ha reagerat av andra biotiska och abiotiska stressfaktorer (Köhl et al. 2019).

I fält förekommer även ett mer komplext mikrobiom som ökar konkurrensen, vilket försvårar inokulerade mikroorganismers etableringsförmåga i både fyllosfären och rhizosfären (Guyer et al. 2015). Följaktligen är det viktigt att mikroorganismer har god förmåga att etablera sig i tillräckligt stora populationer för att kunna konkurrera i det naturliga mikrobiomet som förekommer i fält. Exempelvis har *Trichoderma*-svampar visat god konkurrens- och reproduktionsförmåga (Daaboub et al. 2022). Produktionen av många antibiotiska ämnen initieras även först när den producerande mikroorganismen når en kritisk populationsdensitet, vilket exempelvis har observerats hos fenazinproducerande *Pseudomonas* (Köhl et al. 2019). Olika potatissorter kan vidare påverka mikroorganismers etablerings- och konkurrensförmåga (Guyer et al. 2015).

3.2.3 Biologisk bekämpning som del av IPM

Även om biologisk kontroll inte är helt effektiv som ensam strategi för att bekämpa potatisbladmögel särskilt i jämförelse med kemiska bekämpningsmedel, anses den ha potential som del av det integrerade växtskyddet i fält (Caulier et al. 2018; Hashemi et al. 2022; Pöldmets et al. 2025). Däremot förklaras tidpunkten vid applicering och att angripa rätt del av patogenens livscykel vara viktiga för effekten mot *P. infestans* (Pöldmets et al. 2025; Hashemi et al. 2022). Applicering av biologisk bekämpning när sjukdomsutbrott redan har förekommit har visat ingen bekämpad effekt eller eventuellt förvärrat sjukdomen (Pöldmets et al. 2025). Eftersom biologisk bekämpning har visat varierande resultat när potatisbladmögel har etablerats i fält, föreslår Hashemi et al. (2022) att mikroorganismer appliceras som en preventiv åtgärd i början av säsongen. Under denna tid är infektionstrycket av *P. infestans* lågt och växtbeståndet fortfarande öppet. Även Pöldmets et al. (2025) anser att antagonistiska mikroorganismer bör appliceras förebyggande för att hämma patogenens förmåga att påbörja infektion i plantorna. Senare under säsongen begränsas de levande mikroorganismernas förmåga att kolonisera plantans olika delar och bekämpning med fungicider kan vara att föredra (Hashemi et al. 2022). Om biologisk bekämpning däremot alterneras alternativt ska samverka med kemiska bekämpningsmedel är det viktigt att de senare nämnda inte hämmar effekten av mikroorganismerna (Bardin et al. 2015).

B. subtilis har visat sig fördröja infektionsförloppet, vilket kan möjliggöra färre nödvändiga applikationstillfällen av syntetiska kemiska fungicider (Caulier et al. 2018). *Ph. eupatorii* 8082 föreslås även helt kunna hindra infektion av *P.*

infestans (de Vries et al. 2018). Förmågan att fungera antagonistiskt genom näringskonkurrens anses också vara mest effektiv under patogenens utvecklingsstadium (Köhl et al. 2019). Vidare förklaras biologisk bekämpning under förstadiet till infektion effektivt eftersom patogenen befinner sig utanpå växten (Hashemi et al. 2022). I den asexuella livscykeln är det dessutom zoosporerna som är känsligast för både bekämpande mikroorganismer och fungicider. Att begränsa *P. infestans* möjlighet till asexuell reproduktion via zoosporer under odlingssäsongen anses vara mer effektivt än att reducera patogenens mycelietillväxt (Hunziker et al. 2015). Detta eftersom zoosporerna utgör en kritisk del av patogenens multipla asexuella livscykler under säsongen då infektionen sprids i fältet.

3.3 Sammanställning

Under denna rubrik redovisas en sammanställning av de arter som i ovanstående rubriker har visat antagonistisk effekt mot *P. infestans* samt deras identifierade egenskaper (se tabell 2).

Tabell 2. Sammanställning av mikroorganismer mot *Phytophthora infestans* samt identifierade egenskaper. Specifika stammar är inte representerade.

Mikroorganism	Art	Identifierade verkningssätt	Identifierade verksamma ämnen	Påverkan på patogenen	Påverkan på patogenens livscykel	Applivering
Bacillus	<i>Bacillus</i> spp.	Antibios Konkurrens Inducerat växtförsvar	Biosurfaktanter (mycobacillin och andra lipopeptider) Sideroforer	Upplösning av zoosporers membran Ökat växtförsvar	Zoosporer Mycel	Blad Jord Utsäde
	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	Antibios	Bacilysin	Störd cellulosaabiosyntes Hämmande effekt	Infektionsförmåga	
	<i>Bacillus mycoides</i>	Konkurrens		Förebyggande effekt	Infektionsförmåga	Blad Utsäde
	<i>Bacillus pumilus</i>	Antibios Inducerat växtförsvar	Iturin A Fengycin B Surfaktin Bacilysin	Oxidativ stress Deformation av mycel Störd cellulosaabiosyntes	Mycelietillväxt Ökning av växtens uttryck av biokontrollgener och enzymatisk aktivitet Infektionsförmåga	

<i>Chaetomium</i>	<i>Bacillus subtilis</i>	Antibios	Iturin A Bacilysin	Oxidativ stress Förstör cellmembran Hämmad energitillgång Minskad infektion Fördröjt infektionsförlopp Störd cellulosabiosyntes	Mycelietillväxt	Blad Jord
	<i>Chaetomium globosum</i>	Antibios	Chaetomin Glukanas Cellulas	Hämmad mycelietillväxt Nedbrytning av cellvägg	Mycelietillväxt Cellvägg	Jord Utsäde Blad
	<i>Monosporascus</i>	Antibios	Sekundära metaboliter	Hämmande utveckling		
<i>Phialocephala</i>	<i>Phialocephala fortinii</i>	Antibios	Sekundära metaboliter	Hämmande utveckling		
<i>Phoma</i>	<i>Phoma eupatorii</i>	Antibios Inducerat växtförsvar	Sekundära metaboliter	Hämmad utveckling (ev. hindrad av infektion) Ökat växtförsvar	Infektionsförmåga	
<i>Pseudomonas</i>	<i>Pseudomonas</i> spp.	Antibios Konkurrens Inducerat växtförsvar	Biosurfaktanter Sideroforer, VOC (alkenen 1-undecen) Vätecyanid, Fenazin-1- Karboxylsyra	Upplösning av zoosporers membran Hämmad mycelietillväxt Hämmad sporangiebildning Hämmad groningen	Zoosporer Mycelietillväxt Sporangiebildning	Blad

<i>Pythium</i>	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	Konkurrens Antibios	Fenazin-1-karboxylsyra (PCA) Cykliska lipopeptider	Hämmad utveckling Reducerad population		Jord
	<i>Pseudomonas koreensis</i>	Antibios	Fengycin B (med surfaktin)	Upplösning av zoosporers membran	Zoosporer	
	<i>Pseudomonas protegens</i>			Hämmande utveckling		Blad
	<i>Pythium oligandrum</i>	Hyperparasitism	Cellväggsnedbrytande enzymer	Parasitism på hyfer Nedbrytning av cellvägg	Hyfer Cellvägg	
	<i>Trichoderma</i> spp.	Hyperparasitism Antibios Inducerat växtförsvar	Metaboliter Cellväggsnedbrytande enzymer	Hämmad zoosporaktivitet och zoosporläppning Parasitism på hyfer Nedbrytning av cellvägg	Zoosporer Zoosporläppning Hyfer Cellvägg	Jord Utsäde
<i>Trichoderma</i>	<i>Trichoderma harzianum</i>	Hyperparasitism Inducerat växtförsvar		Parasitism på hyfer Ökar växtens produktion av reaktiva syreradikaler	Hyfer Reducerad infektion	Jord
	<i>Trichoderma viride</i>	Hyperparasitism		Parasitism på hyfer	Hyfer	

4. Diskussion

Denna studie undersökte hur biologisk bekämpning skulle kunna fungera som alternativ eller komplement till syntetiska kemiska bekämpningsmedel för att bekämpa potatisbladmögel, orsakat av *Phytophthora infestans*, i konventionell potatisodling. Studien kan fastställa att flera arter och specifika stammar av mikroorganismer har potential att fungera antagonistiskt mot *P. infestans*, där flertalet även har visats hämma sjukdomsförloppet i fält. Resultatet visar att flera svamp- och bakteriearter samt algsvampen *Pythium oligandrum* kan fungera antagonistiskt mot patogenen och hämma eller fördröja sjukdomsutvecklingen i fält. De mest förekommande mikroorganismerna i forskningen var arter av *Bacillus*, *Pseudomonas* och *Trichoderma*. Vidare tillskrivs dessa vid flertalet gånger med egenskaper för hela släktet, vilket kan föreslå att flera arter och stammar är kända för att fungera mot *P. infestans*. Dessa förekommer även frekvent i flertalet studier, vilket visar att mikroorganismernas effekt är väletablerad i forskningen. Övriga nämnda mikroorganismer förekom betydligt mer sällan i forskningsstudierna.

Specifika mikroorganismer kunde identifieras verka mot *P. infestans* genom ett eller flera av verkningssätten: antibios, hyperparasitism, konkurrens om resurser eller inducering av växtens eget försvar. Antibios var det mest frekvent förekommande verkningssättet, medan hyperparasitism begränsas till *Trichoderma*-släktet samt *Py. oligandrum*. Endast bakteriearter av *Bacillus* och *Pseudomonas* kunde identifieras hämma patogenens koloniseringsförmåga via konkurrens om resurser. Vidare visade flertalet metaboliter som fungerar genom antibios eller konkurrens om näringsämnen även kunna inducera växtens eget försvar. Det framgår även av resultatet att mikroorganismernas antagonistiska förmåga troligtvis är en kombination av olika verkningssätt. Utifrån detta framgår att levande mikroorganismer förmodligen medför en lägre resistensrisk än kemiska bekämpningsmedel.

I litteraturöversikten framgår att applicering av mikroorganismer i fält kan ske genom bladapplicering, behandling av utsäde eller genom att tillföra mikroorganismerna direkt i jorden. Utifrån de fältförsök som studerats kan konstateras att arter av *Trichoderma* kan kolonisera potatisplantans rhizosfär och hämma sjukdomsutvecklingen genom att appliceras på utsäde eller direkt i jorden. Både *Chaetomium globosum* och arter av *Bacillus* har visats kunna fungera som bekämpning i jord, på utsäde och på blad. Det föreslås dessutom att olika appliceringsmetoder kombineras för att plantans olika delar koloniseras av den eller de verksamma mikroorganismerna.

Vidare framgår det av resultatet att biologisk bekämpning har störst potential att fungera effektivt mot potatisbladmögel om appliceringen sker tidigt under säsongen. Därav föreslås biologisk bekämpning främst fungera preventivt i odlingen eller tidigt i patogenens livscykel. Det är lättare för mikroorganismerna att effektivt kolonisera plantorna i ett ungt stadie och konkurrera med algsvampen. De bekämpande mikroorganismernas förmåga att kolonisera potatisplantans sfärer och konkurrera med det mikrobiom som redan existerar i fält anses också vara av stor vikt för att kunna fungera effektivt i kommersiell odling. Däremot finns det även diverse miljöfaktorer i fält som kan påverka mikroorganismernas överlevnadsförmåga i fält. Här anses endofyter ha större möjligheter att kringgå dessa begränsningar och skulle kunna vara att föredra vid exempelvis inducering av växtens försvar. I denna studie identifierades även att de olika mikroorganismerna kan påverka patogenen på olika sätt samt i olika delar av dess livscykel. Här identifieras zoosporerna som den känsligaste delen av livscykeln, samtidigt som de förklaras vara viktiga för patogenens infektionsförmåga och sjukdomsspridning. Därmed kan arter av *Bacillus*, *Pseudomonas* och *Trichoderma* vara att föredra, då samtliga släkten observerats påverka zoosporers överlevnad, infektions- eller spridningsförmåga. Vidare har *Bacillus mycoides* visat sig kunna kolonisera potatisplantan effektivt, vilket skulle kunna innebära en fördel vid preventiv behandling. Att använda biologisk bekämpning i ett tidigt stadium skulle kunna innebära färre appliceringstillfällen med kemiska bekämpningsmedel, vilket är relevant när färre av dessa finns att tillgå, samt lägre risk för patogenens resistensutveckling som följd.

Hur bekämpningsprodukter med levande mikroorganismer kan fungera praktiskt i kommersiell odling har dock sina svårigheter. Hashemi et al. (2022) uttrycker att det finns stora utmaningar med hur biologisk bekämpning ska formuleras för lyckad applicering på plantorna samtidigt som de levande mikroorganismerna ska kunna överleva under längre tid. Vidare förklarar författarna att detta sällan undersöks i fältstudier. Det beskrivs även som viktigt att ha diverse abiotiska faktorer i åtanke vid produktutveckling, som UV-strålning, temperatur och markegenskaper på platsen, för att bekämpningen ska fungera effektivt i fält. Detta innebär alltså att kunskap om diverse mikroorganismer och deras effekt i fält finns, men de slutliga stegen för att praktiskt kunna applicera bekämpningen i kommersiell odling är begränsade. Vidare menar Hashemi et al. (2022) att det är upp till de stora växtskyddsföretagen att visa intresse för biologisk bekämpning och därmed att ansvara för att hitta lämpliga produktsammansättningar.

Ett alternativ till att applicera levande mikroorganismer i fält kan vara att de verksamma ämnena isoleras för att sedan tillsättas i produkter där ämnena kan sprayas i odlingen (Hashemi et al. 2022). Detta möjliggör att biopesticiderna blir mindre känsliga för olika miljöfaktorer i fält, till skillnad från levande mikroorganismer. Vidare kan det även minimera risken att påverka ekosystemet negativt (Daaboub et al. 2022). Gällande resistensrisken anses däremot isolerade ämnen utgöra liknande selektionstryck som kemiska bekämpningsmedel, enligt Köhl et al. (2019), eftersom de, liksom kemiska produkter, endast har ett verkningsätt mot patogenen. Vidare förklaras den ökade resistensrisken även vara en konsekvens av att metaboliterna appliceras i högre koncentrationer och på hela plantor, vilket skiljer sig från användningen av levande mikroorganismer.

För implementering av biologisk bekämpning med levande organismer i kommersiell odling i Sverige förutsätter det även att de specifika mikroorganismerna är godkända i landet, vilket också förutsätter att de har godkänts inom EU. Godkännandeprocessen kan även vara omfattande och tidskrävande. Utifrån detta kan det vara mest relevant att undersöka om de stammar som redan är godkända som produkter i Sverige har potential att fungera inom IPM-strategin i konventionell odling för att bekämpa *P. infestans*.

Sammanfattningsvis framgår det att flera mikroorganismer har potential att fungera hämmande mot potatisbladmögel. Flera av dessa visar effekt i fält, där fördröjt sjukdomsförlopp har observerats. Biologisk bekämpning skulle främst kunna fungera preventivt i kommersiell odling, för att utöka bekämpningsstrategierna mot patogenen när andra syntetiska bekämpningsmedel försvinner eller inte längre är effektiva. Genom kombinerade verkningsätt utgör mikroorganismer en lägre resistensrisk än kemiska bekämpningsmedel. Däremot finns det fortfarande oklarheter kring hur dessa mikroorganismer praktiskt skulle kunna fungera i den kommersiella odlingen, vad gäller produktsammansättning, livslängd och praktisk applicering.

Referenser

- Alfiky, A., Abou-Mansour, E., De Vrieze, M., L'Haridon, F. & Weisskopf, L. (2024). Newly Isolated *Trichoderma* spp. Show Multifaceted Biocontrol Strategies to Inhibit Potato Late Blight Causal Agent *Phytophthora infestans* both In Vitro and In Planta. *Phytobiomes Journal*, 8 (1), 70–84. <https://doi.org/10.1094/PBIOMES-01-23-0002-R>
- Andersson, B., Widmark, A.-K., Yuen, J.E., Nielsen, B., Ravnskov, S., Kessel, G.J.T., Evenhuis, A., Turkensteen, L.J., Hansen, J.G., Lehtinen, A., Hermansen, A., Brurberg, M.-B. & Nordskog, B. (2009). The Role of Oospores in the Epidemiology of Potato Late Blight. *Acta Horticulturae*, (834), 61–68. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.834.5>
- Bardin, M., Ajouz, S., Comby, M., Lopez-Ferber, M., Graillet, B., Siegwart, M. & Nicot, P.C. (2015). Is the efficacy of biological control against plant diseases likely to be more durable than that of chemical pesticides? *Frontiers in Plant Science*, 6. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00566>
- Brus-Szkalej, M. (2019). *The biology and ecology of Phytophthora infestans: the role of cell wall proteins in development, pathogenicity and potato defence activation*. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Plant Protection Biology.
- Caulier, S., Gillis, A., Colau, G., Licciardi, F., Liépin, M., Desoignies, N., Modrie, P., Legrève, A., Mahillon, J. & Bragard, C. (2018). Versatile Antagonistic Activities of Soil-Borne Bacillus spp. and Pseudomonas spp. against Phytophthora infestans and Other Potato Pathogens. *Frontiers in Microbiology*, 9, 143. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.00143>
- Cournault, Q., Gibot-Leclerc, S., Monnier, N. & Steinberg, C. (2025). Modes of action and inhibitory activity of Trichoderma species on potato and tomato pathogenic Phytophthora infestans: A review. *Fungal Biology Reviews*, 52, 100414. <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2025.100414>
- Daaboub, A., Radouane, N., Tahiri, A., Belabess, Z., Amiri, S., Kowalska, J. & Lahlali, R. (2022). Biological Control Using Beneficial Microorganisms as an Alternative to Synthetic Fungicides for Managing Late Blight Disease. *Potato Research*, 65 (4), 991–1013. <https://doi.org/10.1007/s11540-022-09555-y>
- De Vrieze, M., Gloor, R., Massana Codina, J., Torriani, S., Gindro, K., L'Haridon, F., Bailly, A. & Weisskopf, L. (2019). Biocontrol Activity of Three *Pseudomonas* in a Newly Assembled Collection of *Phytophthora infestans* Isolates. *Phytopathology*®, 109 (9), 1555–1565. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-12-18-0487-R>
- de Vries, S., von Dahlen, J.K., Schnake, A., Ginschel, S., Schulz, B. & Rose, L.E. (2018). Broad-spectrum inhibition of Phytophthora infestans by fungal endophytes. *FEMS Microbiology Ecology*, 94 (4). <https://doi.org/10.1093/femsec/fiy037>
- Drenth, A., Janssen, E.M. & Govers, F. (1995). Formation and survival of oospores of *Phytophthora infestans* under natural conditions. *Plant Pathology*, 44 (1), 86–94. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.1995.tb02719.x>
- Drenth, A., Tas, I.C.Q. & Govers, F. (1994). DNA fingerprinting uncovers a new sexually reproducing population of *Phytophthora infestans* in the Netherlands. *European Journal of Plant Pathology*, 100 (2), 97–107. <https://doi.org/10.1007/BF01876244>
- Europeiska kommissionen (u.å.). *Integrated Pest Management (IPM)*. Europeiska kommissionen. https://food.ec.europa.eu/plants/pesticides/sustainable-use-pesticides/integrated-pest-management-ipm_en [2026-06-06]

- Fogelfors, H. (red.) (2023). *Vår mat: odling av åker- och trädgårdsgrödor i ett klimat under förändring: biologi, klimat, förutsättningar och historia*. Andra upplagan. Studentlitteratur.
- Fry, W.E. (1993). Historical and Recent Migrations of *Phytophthora infestans*: Chronology, Pathways, and Implications. *Plant Disease*, 77 (7), 653. <https://doi.org/10.1094/PD-77-0653>
- Grönberg, L., Andersson, B. & Yuen, J. (2012). Can Weed Hosts Increase Aggressiveness of *Phytophthora infestans* on Potato? *Phytopathology*®, 102 (4), 429–433. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-07-11-0192>
- Guyer, A., De Vrieze, M., Bönisch, D., Gloor, R., Musa, T., Bodenhausen, N., Bailly, A. & Weisskopf, L. (2015). The Anti-Phytophthora Effect of Selected Potato-Associated Pseudomonas Strains: From the Laboratory to the Field. *Frontiers in Microbiology*, 6. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01309>
- Hashemi, M., Tabet, D., Sandroni, M., Benavent-Celma, C., Seematti, J., Andersen, C.B. & Grenville-Briggs, L.J. (2022). The hunt for sustainable biocontrol of oomycete plant pathogens, a case study of *Phytophthora infestans*. *Fungal Biology Reviews*, 40, 53–69. <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2021.11.003>
- Horner, N.R., Grenville-Briggs, L.J. & Van West, P. (2012). The oomycete *Pythium oligandrum* expresses putative effectors during mycoparasitism of *Phytophthora infestans* and is amenable to transformation. *Fungal Biology*, 116 (1), 24–41. <https://doi.org/10.1016/j.funbio.2011.09.004>
- Hultberg, M., Bengtsson, T. & Liljeroth, E. (2010). Late blight on potato is suppressed by the biosurfactant-producing strain *Pseudomonas koreensis* 2.74 and its biosurfactant. *BioControl*, 55 (4), 543–550. <https://doi.org/10.1007/s10526-010-9289-7>
- Hunziker, L., Bönisch, D., Groenhagen, U., Bailly, A., Schulz, S. & Weisskopf, L. (2015). Pseudomonas Strains Naturally Associated with Potato Plants Produce Volatiles with High Potential for Inhibition of *Phytophthora infestans*. Cullen, D. (red.) (Cullen, D., red.) *Applied and Environmental Microbiology*, 81 (3), 821–830. <https://doi.org/10.1128/AEM.02999-14>
- Jordbruksverkets statistikdatabas (2024a). Preliminär skörd av potatis efter Produktionsområde, Typ av potatis, Variabel, Tabelluppgift och År. PxWeb. https://statistik.jordbruksverket.se/PXWeb/pxweb/sv/Jordbruksverkets%20statistikdatabas/Jordbruksverkets%20statistikdatabas_Skordar_Preliminar%20skord/JO0603R02.px/table/tableViewLayout1/ [2026-05-24]
- Jordbruksverkets statistikdatabas (2024b). Skörd för ekologisk och konventionell odling efter Produktionsområde, Gröda, Odlingsform, Variabel, Tabelluppgift och År. PxWeb. https://statistik.sjv.se/PXWeb/pxweb/sv/Jordbruksverkets%20statistikdatabas/Jordbruksverkets%20statistikdatabas_Skordar_Ekologisk%20skord/JO0608H02.px/table/tableViewLayout1/?rxid=5adf4929-f548-4f27-9bc9-78e127837625 [2026-05-24]
- Kemikalieinspektionen (2025). *Växtskyddsmedel som kan bilda TFA omprövas för att skydda grundvattnet*. Kemikalieinspektionen. <https://www.kemi.se/arkiv/nyhetsarkiv/nyheter/2025-11-20-vaxtskyddsmedel-som-kan-bilda-tfa-omprovas-for-att-skydda-grundvattnet> [2026-05-24]
- Kemikalieinspektionen (2026a). *PFAS*. Kemikalieinspektionen. <https://www.kemi.se/hallbarhet/amnen-och-material/pfas> [2026-05-24]
- Kemikalieinspektionen (2026b). *Verksamma ämnen i växtskyddsmedel som är PFAS*. Kemikalieinspektionen. <https://www.kemi.se/lagar-och-regler/lagstiftningar-inom-kemikalieomradet/bekampningsmedel/vaxtskyddsmedel/aktuellt-om-vaxtskyddsmedel/verksamma-amnen-i-fokus/verksamma-amnen-i-vaxtskyddsmedel-som-ar-pfas> [2026-05-24]
- Kumbar, B., Mahmood, R., Nagesha, S.N., Nagaraja, M.S., Prashant, D.G., Kerima, O.Z., Karosiya, A. & Chavan, M. (2019). Field application of *Bacillus subtilis* isolates

- for controlling late blight disease of potato caused by *Phytophthora infestans*. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 22, 101366. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2019.101366>
- Köhl, J., Kolnaar, R. & Ravensberg, W.J. (2019). Mode of Action of Microbial Biological Control Agents Against Plant Diseases: Relevance Beyond Efficacy. *Frontiers in Plant Science*, 10, 845. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00845>
- Lal, M., Sharma, S., Yadav, S. & Kumar, S. (2018). Management of Late Blight of Potato. I: Yildiz, M. (red.) *Potato - From Incas to All Over the World*. InTech. <https://doi.org/10.5772/intechopen.72472>
- Lantbrukarnas Riksförbund (u.å.). *PFAS. Lantbrukarnas Riksförbund*. <https://www.lrf.se/sakomraden/pfas/> [2026-05-24]
- Léger, G., Novinscak, A., Biessy, A., Lamarre, S. & Filion, M. (2021). In Tuber Biocontrol of Potato Late Blight by a Collection of Phenazine-1-Carboxylic Acid-Producing *Pseudomonas* spp. *Microorganisms*, 9 (12), 2525. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9122525>
- Liang, D., Andersen, C.B., Vetukuri, R.R., Dou, D. & Grenville-Briggs, L.J. (2020). Horizontal Gene Transfer and Tandem Duplication Shape the Unique CAZyme Complement of the Mycoparasitic Oomycetes *Pythium oligandrum* and *Pythium periplocum*. *Frontiers in Microbiology*, 11, 581698. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.581698>
- Majeed, A., Muhammad, Z., Ullah, Z., Ullah, R. & Ahmad, H. (2017). Late Blight of Potato (*Phytophthora infestans*) I: Fungicides Application and Associated Challenges. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 5 (3), 261. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v5i3.261-266.1038>
- Morrison, C.K., Arseneault, T., Novinscak, A. & Filion, M. (2017). Phenazine-1-Carboxylic Acid Production by *Pseudomonas fluorescens* LBUM636 Alters *Phytophthora infestans* Growth and Late Blight Development. *Phytopathology*®, 107 (3), 273–279. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-06-16-0247-R>
- Narayanasamy, P. (2013). *Biological Management of Diseases of Crops: Volume 1: Characteristics of Biological Control Agents*. Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-6380-7>
- Pöldmets, M., Koppel, M., Puidet, B., Abuley, I.K., Belle, N., Lynott, J., Hansen, J.G., Hausladen, H., Hokka, M., Lukkala, R., Mäenpää, J., Meno, L., Grenville-Briggs, L., Dotson, B.R., Ravnskov, S. & Lees, A. (2025). Use of Biological Control Agents and Plant Resistance Inducers for the Control of Potato Late Blight (*Phytophthora infestans*). *Potato Research*, 68 (4), 3843–3863. <https://doi.org/10.1007/s11540-025-09899-1>
- Prabhu, S., Poorniammal, R. & Dufossé, L. (2025). Microbial Metabolites: A Sustainable Approach to Combat Plant Pests. *Metabolites*, 15 (6), 418. <https://doi.org/10.3390/metabo15060418>
- Shanthiyaa, V., Saravanakumar, D., Rajendran, L., Karthikeyan, G., Prabakar, K. & Raguchander, T. (2013). Use of *Chaetomium globosum* for biocontrol of potato late blight disease. *Crop Protection*, 52, 33–38. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2013.05.006>
- Sjöholm, L., Andersson, B., Högborg, N., Widmark, A.-K. & Yuen, J. (2013). Genotypic diversity and migration patterns of *Phytophthora infestans* in the Nordic countries. *Fungal Biology*, 117 (10), 722–730. <https://doi.org/10.1016/j.funbio.2013.08.002>
- Sundar, J.S. (2025). *From pathogen to prey: new insights into the role of effectors from Phytophthora infestans : pathogenicity, population biology, and defence*. Swedish University of Agricultural Sciences. <https://doi.org/10.54612/a.658nio3jt9>
- Tirado-Malaver, R.H., Tirado-Lara, R. & Fernández-Herrera, F. (2025). Biocontrol potential of *Trichoderma harzianum* and *Bacillus subtilis* against *Phytophthora*

- infestans in two potato varieties. *Brazilian Journal of Biology*, 85, e296811. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.296811>
- Wang, Y., Zhang, C., Liang, J., Wang, L., Gao, W., Jiang, J. & Chang, R. (2020a). Surfactin and fengycin B extracted from *Bacillus pumilus* W-7 provide protection against potato late blight via distinct and synergistic mechanisms. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 104 (17), 7467–7481. <https://doi.org/10.1007/s00253-020-10773-y>
- Wang, Y., Zhang, C., Liang, J., Wu, L., Gao, W. & Jiang, J. (2020b). Iturin A Extracted From *Bacillus subtilis* WL-2 Affects *Phytophthora infestans* via Cell Structure Disruption, Oxidative Stress, and Energy Supply Dysfunction. *Frontiers in Microbiology*, 11, 536083. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.536083>
- Widmark, A. -K., Andersson, B., Cassel-Lundhagen, A., Sandström, M. & Yuen, J.E. (2007). *Phytophthora infestans* in a single field in southwest Sweden early in spring: symptoms, spatial distribution and genotypic variation. *Plant Pathology*, 56 (4), 573–579. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2007.01618.x>
- Yuen, J. (2021). Pathogens which threaten food security: *Phytophthora infestans*, the potato late blight pathogen. *Food Security*, 13 (2), 247–253. <https://doi.org/10.1007/s12571-021-01141-3>

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU kan publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver i sådana fall godkänna publiceringen. I samband med att du godkänner publicering kommer SLU även att behandla dina personuppgifter (namn) för att göra arbetet sökbart på internet. Du kan närsomhelst återkalla ditt godkännande genom att kontakta biblioteket.

Även om du väljer att inte publicera arbetet eller återkallar ditt godkännande så kommer det arkiveras digitalt enligt arkivlagstiftningen.

Du hittar länkar till SLU:s publiceringsavtal och SLU:s behandling av personuppgifter och dina rättigheter på den här sidan:

☒ JA, jag, Henrika Paulsrud har läst och godkänner avtalet för publicering samt den personuppgiftsbehandling som sker i samband med detta

☐ NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse till att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.