

Kan man minska bekämpningen mot bladmögel i matpotatis

AV LARS WIİK¹, LOUISE ALDÉN², ANNA GERDTSSON², ANDERS TS NILSSON³ OCH ERLAND LILJEROTH³

¹Hushållningssällskapet Skåne, ²Jordbruksverket och ³SLU.

Ingress

Potatisbladmögel och brunröta är en av potatisens allvarligaste skadegörare. Potatisens blast angrips av bladmögel och de nybildade knölnarna av brunröta. Potatisbladmögel och brunröta orsakas av algsvampen *Phytophthora infestans*. I många länder inklusive Sverige har potatisbladmögel och brunröta varit ett gissel sedan mitten på 1850-talet. *Phytophthora infestans* livscykel är väl känd och här skall endast konstateras att för några decennier sedan kom den andra parningstypen A2 till Sverige och kompletterade den tidigare parningstypen A1. Med båda parningstyperna på plats sker sexuell förökning som leder till ökad genetisk variation och en avkomma i form av oosporer. Eftersom oosporerna kan överleva i jorden några år, och där vara ytterligare en smittkälla, har växtföljden blivit än mer viktig när potatis odlas.

Inledning

Effektiva kemiska bekämpningsmedel har under drygt 50 år i större omfattning använts mot potatisbladmögel och brunröta vilket gjort och gör det möjligt att effektivt och intensivt odla potatis. Det finns sorter som är mer motståndskraftiga mot bladmögel och brunröta än de som vanligen odlas och som sannolikt kan behandlas mindre intensivt och med mindre mängd fungicider. Då de mottagliga matpotatissorterna ofta har bättre avkastningsförmåga och andra positiva egenskaper odlas de i större utsträckning än motståndskraftiga sorter.

I Sverige har de första angreppen av potatisbladmögel uppträtt tidigare under växtodlings-säsongerna under de senaste decennierna vilket sannolikt beror på intensivare odling, förändringar i bladmögelns population som orsakats av den sexuella förökningen samt klimatförändringar. Detta har medfört en ökad kemisk bekämpning. I konventionell matpotatisodling behandlas grödan med bladmögel fungicider flera gånger, ofta en gång per vecka och ibland ännu tätare.

Sedan många år undersöks årligen i fältförsök om det är möjligt att minska bekämpningsinsatsen. Sannolikt kan denna minskning nås genom att i stället för mottagliga sorter välja sorter som är mindre mottagliga för bladmögel

och brunröta, reducera doserna av fungicider, använda beslutsstödsystem med inbyggda modeller för prognos och varning samt behandla med medel som stärker potatisplantans motståndskraft genom så kallad inducerad resistens. Vi redovisar här resultat från flera års fältförsök som visar på att det är möjligt att tillförlitligt bekämpa potatisbladmögel och brunröta med hjälp av beslutsstödsystem och eller tillsats av kaliumfosfit (inducerad resistens) i kombination med reducerade doser av fungicider. Kaliumfosfit säljs som växtstärkare men är inte registrerat som bekämpningsmedel i potatis. För att det skall kunna komma i praktisk användning krävs registrering och att gällande gränsvärde (30 mg/kg potatis) inte överstigs (EU reg. 991/2014).

Fältförsöken

Totalt genomfördes 12 fältförsök under 2012–2016, dvs. 2–3 försök per år. Försöken utfördes i den mot både bladmögel och brunröta mycket mottagliga sorten Bintje. I tabell 1 framgår nyckeldata som när och hur ofta väsentliga åtgärder gjordes i fältförsöken. I tabellens första kolumn anges den tidigare länsbokstaven för försöksplatsen och sedan året. L anger försöksplats Mosslanda (Kristianstad), M Borgeby (Malmöhus) och N Lilla Böslid (Halland).

Varje försök bestod av fyra randomiserade block, dvs. varje behandling eller försöksled upprepades fyra gånger. Varje försöksruta var fem rader x 8–10 m och mellan blockens försöksrutor sattes tre rader som inte behandlades med bladmögel fungicider. Med de obehandlade potatisraderna som löpte genom hela försöket tillförsäkrades en jämn spridning av bladmögel-sporer även till behandlade försöksrutor.

I detta faktablad begränsas redovisningen till resultat från fyra försöksled som finansierades av Svensk Potatisforskning Alnarp, Partnerskap Alnarp, Jordbruksverket, Hushållningssällskapet och SLE. Ett försöksled med reducerade doser i kombination med kaliumfosfit samt ett försöksled med beslutsstöd enligt Dacom, VIPS eller Skimmelstyring jämfördes med en obehandlad kontroll och en behandlad kontroll. Den be-

handlade kontrollen eller mätaren behandlades en gång per vecka med de mest effektiva och använda fungiciderna.

Hela försökserien inklusive försöksled från växtskyddsmedelsföretagen har redovisats årligen i Hushållningssällskapet's Försöksrapport Skåneförsök under de fem åren 2012–2016 och i Försöksrapport Animaliebältet. Resultaten finns även tillgängliga på Sverigeforsoken.nu.

I de försöksled som behandlades enligt rekommendationer från beslutsstödsystemen Dacom och VIPS 2012–2015 gjordes i genomsnitt tre behandlingar mindre än i de övriga försöksleden, vilket innebar något längre intervall i detta försöksled.

Graderingar av bladmögel och nedvisning gjordes ett flertal gånger motsvarande en gång per vecka, normalt med första graderingen i god tid före det första angreppet. Ett angrepp på 0,01 % motsvarar en bladfläck av potatisbladmögel per 50 plantor, 0,1 % en bladfläck per planta, 1 % upp till 10 fläckar per planta etc. Gradering av brunröta på ett prov à 10 kg per försöksruta gjordes under december varje år.

Allmän skötsel

Försöken sattes med ett certifierat utsäde som betats mot groddbränna (*Rhizoctonia solani*) på potatisjordar med god växtnäringsstatus. Fältförsöken gödslades och ogräsbehandlades enligt rådande rekommendationer. Upprepade behandlingar med fungicider utan väsentliga effekter på bladmögel och brunröta utfördes på hela försöken för att begränsa inverkan av torrfläcksjuka (*Alternaria solani*). Dessutom behandlades hela försöken vid flera tillfällen med insekticider för att bekämpa bladlöss, stritar och andra skadegörande insekter. Försöken bevattnades efter behov.

Bearbetning av resultat

I resultaten används begreppet ADES, Antal Dagar Efter Sättning och DES, Dagar Efter Sättning. Första angreppet, dvs. när de första sporererna av *Phytophthora infestans* uppträdde i försöket, beräknades utifrån resultatet från den första graderingen. Om angreppet vid första graderingen var 0,001 % beräknades det för-

Tabell 1. Nyckeldata från tolv fältförsök 2012-2016. Sättnings datum, T1=första behandlingen, T= antal behandlingar, Intervall dagar mellan T1-T2, T2-T3 osv. (kortaste - längsta intervall), Bevattning antal gånger (total mängd i mm), Blastdöning och Upptagning datum samt Graderingar bladmögel och nedvissning antal gånger.

Försök LänÅr	Sättnings Datum	T1 Dat.	T Ant.	Intervall Dagar	Bevattn. Antal	Blastd. Datum	Upptagn. Datum	Grad. Antal
L2012	10/5	28/6	12	6,7 (6-7)	7 (125)	11/9	24/9	7
M2012	7/5	28/6	12	6,8 (6-7)	6 (125)	13/9	18/10	6
N2012	14/5	28/6	12	6,8 (5-9)	1 (22)	11/9, 17/9	18/10	7
M2013	14/5	25/6	12	7,0 (5-9)	8 (200)	11/9	26/9	8
N2013	16/5	19/6	12	7,1 (6-8)	4 (70)	5/9	1/10	8
L2014	13/5	20/6	12	6,7 (5-8)	6 (120)	2/9	23/9	9
M2014	21/5	19/6	12	6,9 (6-8)	9 (180)	3/9	10/10	8
N2014	8/5	13/6	12	6,9 (4-10)	5 (100)	28/8	30/9	8
L2015	21/5	3/7	12	6,9 (6-8)	6 (120)	29/9	19/10	8
N2015	11/5	22/6	12	7,1 (5-9)	4 (72)	8/9	8/10	11
L2016	13/5	20/6	9	7,0 (7-7)	8 (160)	26/8	13/10	8
N2016	12/5	20/6	9	7,1 (7-8)	6 (120)	23/8, 31/8	29/9	7

Tabell 2. AUDPC (Area Under Disease Progress Curve) i fyra försöksled under perioden 30-120 dagar efter sättnings (ADES) samt beräknad effekt utifrån angivna AUDPC-värden.

Försök LänÅr	1:a angr ADES	T1 ADES	AUDPC Obehandlat	AUDPC Mätare	AUDPC Red dos+2,5 Fosf	AUDPC DSS	Effekt % Mät/Red/DSS
L2012	69	49	2773	1312	1465	1406	53/47/49
M2012	84	52	401	0	0	0	100/100/100
N2012	66	45	3640	1114	1442	1247	69/60/66
M2013	56	42	2992	1054	1045	1049	65/65/65
N2013	42	34	4272	1591	1682	1469	63/61/66
L2014	40	38	5484	2469	2476	2415	55/55/56
M2014	22	29	6623	3199	3250	3274	52/51/51
N2014	49	36	3889	1683	1748	1986	57/55/49
L2015	40	43	3730	3041	2940	2901	18/21/22
N2015	72	42	2676	597	615	585	78/77/78
L2016	55	38	3814	2538	2496	2487	33/35/35
N2016	42	39	5506	2013	1965	1997	63/64/64
Alla ^a	53	41	3817	1718	1760	1735	55/54/55

^a LSD 5 % = 442 vid jämförelse mellan de olika AUDPC-värdena för de fyra försöksleden.

Tabell 3. Brunrötefri skörd och merskörd i tre försöksled som var gemensamma i 12 fältförsök under 2012-2016

Försök LänÅr	Skörd ^a Obehandlat ton/ha	Merskörd ^a Mätare ton/ha	Red. dos+ 2,5 fosfit ton/ha	Enl. beslutsstödsystem ton/ha
L2012	45,8	5,1	3,5	5,2
M2012	70,3	8,4	6,9	9,1
N2012	33,7	27,7	23,2	29,6
M2013	50,6	15,8	18,6	16,5
N2013	22,4	37,3	31,6	23,8
L2014	35,6	33,2	35,9	37,4
M2014	22,3	30,8	30,4	30,8
N2014	35,9	20,5	15,2	18,2
L2015	40,9	6,8	10,5	11,5
N2015	35,6	13,6	16,6	16,9
L2016	43,5	14,6	16,2	16,3
N2016	19,6	34,6	35,8	34,2
Alla	38,0	20,7	20,4	20,8

^a brunrötefri skörd och merskörd, ton/ha. LSD 5 % = 4,9 vid jämförelse mellan skörd för de fyra försöksleden.

sta angreppet till en dag före graderingen. Om angreppet var > 0,001-0,0099 % vid första graderingen beräknades det första angreppet till tre dagar före graderingen. Om angreppet var 0,01-0,099 % vid första graderingen beräknades det första angreppet till fem dagar före graderingen. Om angreppet var 0,1-1,0 % vid första graderingen beräknades det första angreppet till sju dagar före graderingen. Om angreppet var > 1,0 % vid första graderingen beräknades det första angreppet till nio dagar före graderingen.

Värden på bladmögel och nedvissning mellan två graderingstillfällen beräknades genom linjär interpolation för varje DES efter det första angreppet. Dessa värden användes vid konstruktion av tillväxtkurvor och i korrelationer mellan olika variabler.

Vädet på försöksplatserna

På försöksplatserna registrerades väderdata på lokala väderstationer eller SMHI-stationer som ingår i LantMet-samarbetet mellan SLU, Jordbruksverket och Hushållningssällskapet.

Resultat

Obehandlad Bintje

Utvecklingen av potatisbladmögel i obehandlade försöksrutor i matpotatisorten Bintje är olika mellan år och försöksplatser samma år. I figur 1 framgår detta tydligt. På en av försöksplatserna började angreppet av potatisbladmögel att öka redan 30-40 dagar efter sättnings och på en annan försöksplats först 100-110 dagar efter sättnings. Av figur 1 framgår även att utvecklingen av potatisbladmögel från första angrepp till och med att blasten vissnat ner totalt följer den inom biologin välkända sigmoida tillväxtkurvan. De enskilda fältförsökens tillväxtkurvor skiljer sig åt, främst genom dag för första angreppet och där efter genom att tillväxthastigheten skiljer sig åt under tillväxtkurvas olika perioder.

Faktorer som påverkar

Det är väl känt att väderleken gynnar eller missgynnar potatisbladmöglets utveckling. Detta har använts i ett stort antal modeller för prognos och varning som används i beslutsstödsystem. Luftfuktighet, nederbörd och temperatur är viktiga variabler.

Effekter av behandlingarna

Potatisbladmögel

Det med bladmögelfungicider obehandlade försöksledet och de tre med bladmögelfungicider behandlade försöksleden presenteras som ytan under respektive försöksleds tillväxtkurva för bladmögel inklusive nedvissning 30-120 dagar efter sättnings, en yta som benämns AUDPC (Area Under Disease Progress Curve). I tabell 2 framgår att de tre olika behandlingarna eller försöksleden med mätaren, reducerad dos + 2,5 fosfit samt enligt beslutsstödsystem (DSS)

i genomsnitt av de 12 fältförsöken gav ungefär samma effekt, ca. 55 %. I tio av de tolv försöken gjordes första behandlingen (T1) innan angreppet startade, i genomsnitt drygt 10 dagar före. I två av försöken (M2014 och L2015) gjordes däremot den första behandlingen (T1) först efter det att angreppet startade. I dessa två försök blev effekterna av de olika behandlingarna inte övertygande.

Effekterna av de olika behandlingarna på i genomsnitt ca. 55 % som redovisas i tabell 2 är betydligt lägre än de effekter på > 95 % som redovisades i de årliga försöksrapporterna i Skåneförsök 2012-2016. Denna skillnad beror på hur effekterna beräknades. I försöksrapporterna är effekterna beräknade som ett genomsnitt av de tre sista graderingstillfällena då bladmögelt utan osäkerhet kunde urskiljas. Här redovisas AUDPC, dvs. ytorna under de olika behandlingarnas tillväxtkurvor under större delen av odlingsåsongen.

I figur 2 framgår att behandlingarna fördröjde angreppet och nedvissningen några veckor och att de behandlade försöksledens tillväxtkurvor är parallellförflyttade åt höger på tidsskalan (ADES) i jämförelse med det obehandlade försöksledets tillväxtkurva.

Brunnröta

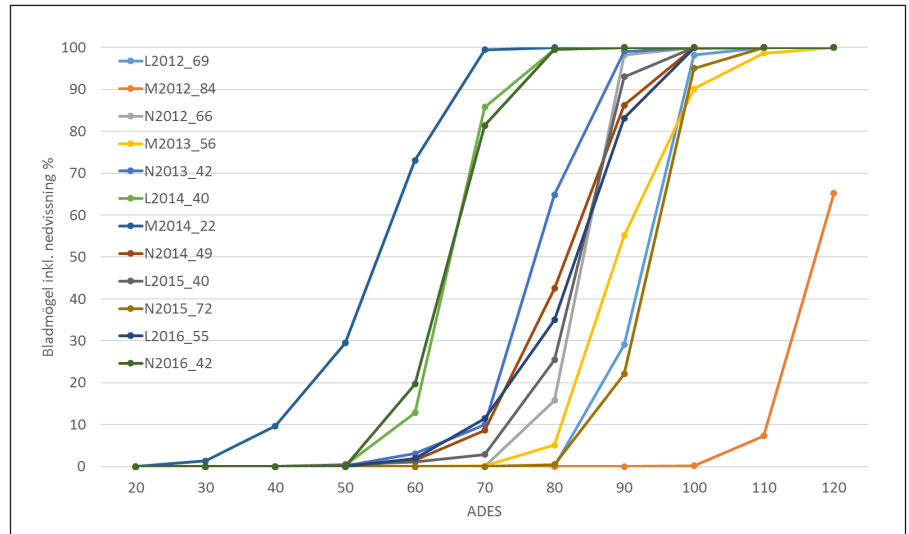
Angreppen av brunnröta var små, i genomsnitt av de 12 fältförsökens obehandlade försöksrutor endast 0,5 vikt-%. Störst med 1,7 vikt-% var angreppet på en av försöksplatserna 2013. Brunnröta förekom även i behandlade försöksrutor, se figur 2. Inga statistiska skillnader förekom mellan de fyra försöksleden.

Brunnrötefri knölskörd

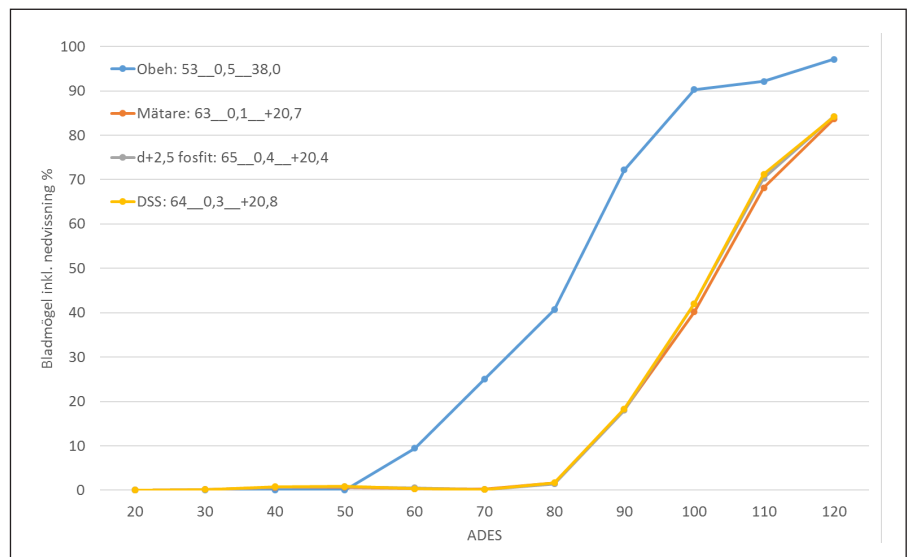
Den genomsnittliga meravkastningen eller ökningen av knölskörden i de tre behandlade försöksleden var drygt 20 ton/ha med en spridning från 3,5 ton/ha till 37,4 ton/ha (tabell 3). I tio av de 12 fältförsöken var skillnaderna mellan obehandlad knölskörd och behandlad knölskörd statistiskt signifikant. I de flesta fältförsöken var skillnaderna mellan behandlade försöksled inte statistiskt säkert åtskilda.

Merskörden i mätarledet blev 23,6 ton/ha i de fem fältförsöken som fick mest vatten jämfört med 18,6 ton/ha i de senare sju fältförsöken som fick minst vatten. Merskörden i mätarledet blev 23,9 ton/ha i de sex fältförsöken med högst medeltemperatur jämfört med 17,5 ton/ha i de sex med lägst medeltemperatur.

Sambandet mellan brunnrötefri skörd i obehandlat försöksled och AUDPC är förhållandevis starkt ($R^2 = 0,585$). Ännu starkare samband råder mellan brunnrötefri merskörd och effekten som behandlingarna haft på AUDPC ($R^2 = 0,886$).



Figur 1. Tillväxtkurva för potatisbladmögelt inklusive nedvissning i obehandlade försöksrutor i 12 fältförsök i sorten Bintje 2012-2016 i södra Sverige. Angreppet av potatisbladmögelt inklusive nedvissning anges i procent under 11 olika ADES (20, 30,, 120 dagar. Efter beteckningarna av de olika försöken med län och år (L2012,... osv.) anges den beräknade dagen för första angreppet (L2012_69 osv.).



Figur 2. Genomsnittlig tillväxtkurva för potatisbladmögelt och nedvissning i obehandlade och behandlade försöksrutor i 12 fältförsök i sorten Bintje 2012-2016. I beskrivningen av de olika försöksleden anges första angreppet som DES_brunnröta vikt-%_Skörd eller merskörd ton/ha exempelvis Obeh: 53_0,5_38, dvs. första angreppet 53 DES, 0,5 vikt-% brunnröta och brunnrötefri skörd på 38,0 ton/ha.

Diskussion

Obehandlad Bintje

Potatisbladmöglets sigmoidala tillväxtkurva i Bintje skiljer sig betydligt mellan de olika försöksplatserna. Förståelse av orsakerna till dessa skillnader är bland annat avgörande för hur vi skall utforma effektiva bekämpningsstrategier. Vad är exempelvis orsaken till att första angreppet startade redan 22 dagar efter sättningen (DES) på en försöksplats men 84 DES på en

annan? Varför visnade potatisens blast fullständigt i obehandlad Bintje 26 dagar efter starten av angreppet på en försöksplats men först efter 57 dagar på en annan. Måste första behandlingen göras i god tid innan potatisblasten täcker raderna eller kan behandlingen göras senare i en väl utvecklad gröda om angreppet börjar sent? Dessa och många andra frågor väntar på sina svar.

Bladmöglets samlade utveckling under od-

lingssäsongen kan beskrivas som ytan under tillväxtkurvan Area Under Disease Progress Curve (AUDPC). I de tolv försöken varierade AUDPC i det obehandlade försöksledet mycket kraftigt både mellan år och mellan försöksplatser. Dessa skillnader i hur angreppet utvecklas beror sannolikt till stor del på vädrets inverkan samt på de faktorer som bestämmer tidpunkten för första angreppet.

Under senare år har angreppen av brunröta varit små i försökens obehandlade försöksrutor såväl som i de behandlade. Varför det är så är svårt att förklara. Sedan 2000-talets början har angreppen i de obehandlade försöksrutorna i totalt nio av 45 fältförsök varit > 5 vikt-% men från och med 2011 mycket små. Goda och torra förhållanden under upptagningen, tillräcklig tid mellan blastdödning och upptagning som fått brunrotade knölar att rutna, ökad gödsling, effekter av andra bekämpningsmedel som Alternaria-fungicider, insekticider och herbicider kan kanske förklara de små angreppen under senare år. Trots små angrepp sedan 2011 får risken för större angrepp inte underskattas under kommande år.

De stora skillnaderna mellan avkastningen i de obehandlade försöksrutorna mellan försöksplatserna förklaras sannolikt främst av årsmånen, dvs. förutsättningarna med avseende på vädret, sättidpunkt, gödsling, bevattning och på hur tidigt det första angreppet av bladmögel uppträdde och hur det senare utvecklades.

Behandlingseffekter

Effekterna mot bladmögel av de tre olika behandlingarna - mätaren, reducerad dos kompletterad med kaliumfosfit och behandling enligt råd från beslutsstödsystem - var likvärdiga på alla tolv försöksplatserna. Dock varierade effekten mellan försöksplatserna. De mycket svaga effekterna på två av försöksplatserna (L2015 och L2016) beror sannolikt på någon eller några av flera händelser som inträffade i dessa försök: tidigt första angrepp, för bladmöglet gynnsamt väder och extremt snabb etablering, behandling T1 efter starten på första angreppet, med flera. Eftersom angreppen av brunröta var mycket små även i obehandlade försöksled kunde vi inte påvisa några säkra skillnader i effekter av behandlingarna.

Merskörden i de olika försöksleden berodde främst på hur de olika behandlingarna begränsade utvecklingen av bladmögel och fördröjde potatisens nedvisning.

Hur går vi vidare

Med hjälp av de noggranna graderingar som finns från dessa och andra fältförsök kan vi skapa en bättre bild av hur vädret påverkar bladmöglets och brunrötans utveckling. Vi tror att bättre kunskaper om vädrets inverkan kan bidra till att förbättra prognosmodellerna och göra dessa mer tillförlitliga. Den mycket mottagliga matpotatisarten Bintje, nu allt mindre odlad, har ingått i många undersökningar genom åren. Det är nu hög tid att i större omfattning undersöka olika bekämpningsstrategier i matpotatisarter som är moderat resistent eller resistent mot potatisbladmögel och brunröta där man förmodligen kan klara bekämpningen med mindre mängd fungicider.

Sammanfattning

För att effektivt bekämpa potatisbladmögel har antalet behandlingar med fungicider ökat under de senaste decennierna. Behovet av det ökade antalet behandlingar är sannolikt orsakat av en ökad odlingsintensitet, klimatförändringar samt att båda parningstyperna sedan några decennier finns i vårt land. Med båda parningstyperna på plats följde sexuell förökning med ökad genetisk variation och bildning av livskraftiga jordburna oosporer och ännu en smittväg för denna redan tidigare mycket allvarliga skadegörare.

Med anledning av den omfattande användningen av fungicider mot potatisbladmögel och brunröta ställs befogade krav på att minska den. Vi undersökte om det är möjligt i 12 fältförsök utförda under åren 2012-2016 i Skåne och Halland i den mot potatisbladmögel och brunröta mycket mottagliga matpotatisarten Bintje.

Utvecklingen av potatisbladmögel i fältförsökens obehandlade försöksrutor följer den inom biologin välkända sigmoida tillväxtkurvan. I tiden skiljer sig de olika fältförsökens tillväxtkurvor mellan år och försöksplatser samma år. Detta innebär att antalet behandlingar med fungicider borde kunna anpassas efter tillväxt-

kurvans utveckling i tiden, om en prognos kan ställas på när angreppet startar och på den därefter följande utvecklingen.

Med hjälp av prognoser givna av de i fältförsöken testade beslutsstödsystemen, Dacom, VIPS och Skimmelstyring gavs rekommendationer när och med vilken dos behandlingarna skulle utföras. Sammantaget gav behandlingarna enligt rekommendationer från beslutsstödsystemen lika god effekt som den konventionella mätaren. I genomsnitt innebar användningen en minskning av mängden fungicider med ca. 25 % utan att angreppen ökade eller att skörden minskade. Även behandling med kaliumfosfit kombinerat med reducerade doser gav lika god effekt som den konventionella mätaren. I detta led var mängden fungicid reducerad med 40 % och ersatt med växtstärkande kaliumfosfit.

Resultaten från dessa fältförsök visar att det är fullt möjligt att minska användningen av fungicider i jämförelse med de veckovisa behandlingarna med rekommenderade doser som gjordes i mätarledet genom användning av beslutsstödsystem och reducerade doser i kombination med kaliumfosfit. För att kaliumfosfit skall kunna användas i bekämpningssyfte krävs en registrering. Enligt preliminära analyser vi gjort är resthalterna i närheten av gränsvärdet med de doser som använts här men mer noggranna analyser krävs för att klargöra i vilken omfattning kaliumfosfit skulle kunna användas utan att gränsvärdet överskrids.

Med hjälp av de noggranna graderingar som utfördes under många år i fältförsöken föreslås att undersökningar genomförs som noggrant analyserar hur vädret påverkar bladmöglets utveckling i Sverige. Ökad kunskap om detta ger möjligheter till förbättrade bekämpningsstrategier som leder till minskad fungicidanvändning i matpotatisodlingen. Vidare föreslås att fältförsök genomförs med en försöksplan som på olika sätt begränsar användningen av fungicider i nya odlingsvärda moderat resistent och resistent matpotatisarter.

- Faktabladet är utarbetat i samverkan mellan Hushållningssällskapet Skåne och Halland, Jordbruksverkets växtskyddscentral i Alnarp och Institutionen för växtskyddsbiologi vid LTV-fakulteten. <http://www.slu.se/sv/institutioner/vaxtskyddsbiologi/>.
- Projekten är finansierade av Svensk Potatisforskning Alnarp (SPA592, SPA796 och SPA882), Partnerskap Alnarp (PA943), Hushållningssällskapet och Jordbruksverket.
- Projektansvarig: Lars Wiik, Hushållningssällskapet Skåne, forskning och utveckling.
- Reproenheten Alnarp har redigerat detta faktablad.
- På webbadressen <http://epsilon.slu.se> kan detta faktablad hämtas elektroniskt.