

## Faglig Beretning 2022

---

**Projektets titel**

IPM bekæmpelse af kartoffelskimmel III

---

**Tilskudsmodtager**

Navn : Jens Grønbech Hansen  
CVR nr. : 31119103  
Adresse : Blichers alle 20, 8381 Tjele  
Hjemmeside : <https://agro.au.dk/>

---

Den faglige beretning giver efter min opfattelse et retvisende billede af tilskuddets anvendelse, og anvendelsen af tilskuddet er i overensstemmelse med projektansøgningen og fondens tilsagn.

**Dato:** 10 marts, 2023

**Titel, navn og underskrift:** Seniorrådgiver Jens Grønbech Hansen





## 1. Projektets titel

## 2. Den samlede projektperiode, uanset om projektet er etårigt/flerårigt

Projektstart: 01.22

Projektafslutning: 12.22

## 3. Projektleder

Titel og navn: Seniorrådgiver Jens Grønbech Hansen

## 4. Projektet set i forhold til fondens indsatsområder jf. strategien

Marker hvilket indsatsområde jf. fondens strategi, projektet hører under. Hvis projektet hører under flere indsatsområder, angives det primære indsatsområde.

- Styrkelse af konkurrenceevnen ved forbedring af kvalitet og udbytte gennem effektivisering af avlen
- Fremme af en miljømæssig forsvarlig og bæredygtig produktion
- Udvikling af metoder og viden, der kan forbedre avlernes driftsledelse
- Udvikling af avlssystemer og produkter
- Formidling af information til avlere og forbrugere, herunder afsætningsfremme

## 5. Projektets formål og mål, jf. ansøgningens punkt 2.2 og 2.3

Projektets formål er,

1. at udvikle nye modeller for brug af alternative midler til bekæmpelse af kartoffelskimmel, og
2. at udføre forsøg under markforhold, som kan dokumentere potentialet af nye midlers effekt alene og i kombinationer og hvordan denne effekt kan optimeres med brug af de nye modeller og strategier.

Formålet opnås ved at:

1. Udnytte viden om virkemåde og effekt af alternative midler fra Ecosol til at udvikle nye modeller for optimal anvendelse af disse midler i praksis
2. Teste de alternative midler alene og i kombination med traditionelle fungicider under markforhold med anvendelse af de nye modeller.

## 6. Projektets hovedaktiviteter i bevillingsåret

Projektet har to arbejdsopgaver.

- I AP1 udvikles nye strategier og delmodeller for brugen af alternative midler, og de indarbejdes i AUs eksisterende beslutningsstøttesystem (BlightManager).
- I AP2 testes nye alternative midler identificeret i Ecosol i dynamiske, integrerede strategier med anvendelse af vores forbedrede BlightManager system fra AP1.

## AP1 Tilpasning af BlightManager til brug af alternative midler (Januar – April 2022)

Anvendelsen af beslutningsstøttesystemer (DSS, decision support system) til "timing", valg af middel og dosis er en vigtig komponent i IPM (Integrated Pest Management). Det danske DSS (BlightManager) er udviklet og testet til anvendelse af traditionelle fungicider. For at nå målene om en reduktion i pesticidforbruget er det vigtigt, at vi finder bedre alternative midler, og at vi tilpasser

vores DSS til optimal anvendelse af disse midler. I det tidligere KAF projekt, blev behandlingerne med alternative midler udført som ugentlige behandlinger, men tildelingen af de alternative midler er ikke optimeret i forhold til deres virkemåde og i forhold til infektionsrisikoen. Der er derfor et behov for at udvikle delmodeller og beslutningsregler som specifikt kan anvise optimal brug af alternative midler. Ecosol skaber grundlaget for at kunne udvikle disse modeller og beslutningsregler. I det nærværende projekt vil vi bruge resultater fra Ecosol til at udvikle delmodeller målrettet anvendelse af alternative midler for at optimere effekten i relation til IPM. Disse delmodeller vil blive optimeret via simuleringer med historiske data for sygdomsudvikling og vejrdata fra årene 2018-2021 ved tre lokaliteter, Dronninglund, Arnborg og Flakkebjerg. Dermed kan vi analysere robustheden i de nye strategier og modeller i et meget ufavorabelt år (2018), et meget favorabelt år (2019), et middel favorabelt år (2020) og 2021. Resultaterne af arbejdsplan 1 vil være en opdateret BlightManager model for "timing" af alternative midler og kombinationer af alternative og traditionelle midler, - til bekæmpelse af udvikling af kartoffelskimmel.

## **AP2. Test af opdateret BlightManager strategier for bekæmpelse af kartoffelskimmel med alternative midler (Maj – Oktober 2022).**

Projektets hovedaktivitet er gennemførelse af 2 markforsøg i 2022 i Flakkebjerg i to stivelsessorter med forskellig resistens (Kuras og Nofy). Overordnet går forsøgene ud på at teste forskellige kombinationer af traditionel kemi og nogle af de meste lovende allerede kendte alternative midler og nye midler identificeret i Ecosol i 2021. Nye delmodeller i BlightManager skal målrette anvendelse af de alternative midler og kombinationer mellem alternative og traditionelle fungicider. Målet er først og fremmest at reducere det meget høje behandlingsindeks, som rutinemæssig behandling af kartoffelskimmel medfører, men også på sigt at kunne anvise strategier, der modvirker resistensudvikling hos skimmelen i forhold til de mest anvendte svampemidler. Endnu er resistens hos kartoffelskimmel ikke noget udbredt fænomen i Danmark, men det er kendt at gentagne behandlinger med kemi fra samme stofgruppe kan medføre nedsat følsomhed hos skadegøreren – i dette tilfælde kartoffelskimmel. Forsøgsplanen omfatter reference-behandlinger for den kemiske reference (Ranman Top). Derudover er der en række kombinationer, hvor inputtet af kemi halveres i forhold til referencen med fuld dosering Ranman Top. Den overordnede idé er at udvikle strategier dels så man kan anvende de alternative midler i perioder med lav risiko for infektion, dels kan anvise hvornår midler med induceret resistens anvendes bedst og dels hvordan de alternative midler og traditionelle fungicider (i lavere dosis) kan supplere hinanden og der evt. kan opnås en additiv effekt når de anvendes sammen. Ved kraftige angreb af skimmel antages det at en eller flere stopsprøjtninger vil være nødvendig, hvorefter en fortsat strategi beregnes under hensyntagen til de aktuelle vejrforhold og skimmel risikoberegning. Fordelen ved de alternative midler er at mange af dem ikke tæller med i behandlingsindekset, som derved kan holdes lavt i de mest resistente sorter. Samtidig vil kombinationen af sorter med lav modtagelighed og alternative midler kunne anvendes i økologisk produktion. Muligheder for at øge

udbytte og dyrkningssikkerhed i den økologiske produktion af stivelseskartofler har været efterlyst, og forudsat at der er tale om midler, der er eller kan godkendes til økologi, så er det en oplagt mulighed.

---

## 7. Projektets opnåede leverancer – opsamling på bevillingsåret

Nedenfor er de vigtigste resultater skrevet på engelsk dvs. uddrag fra en artikel som er accepteret til udgivelse i Applied Crop Protection. Når artiklen er udgivet vil den blive sendt til fonden som bilag.

### Field Trial design

The Late blight trials were carried out at AU Flakkebjerg on Nofy [Resistant] and Kuras [susceptible]. The experiment was conducted using a randomized complete block design with four replicates (plot size: 7 m x 3.75 m). Each plot consisted of five rows, with 75 cm row spacing. The treatment application scheme is shown in Table 2. Polyversum (*Pythium oligandrum*) and ChiProPlant (Chitosan hydrochloride) were used as the BCA and PRI, respectively.

Table 2. Application of fungicides, biological control agent, and plant resistant inducer according to different treatments in the late blight trial.

Treatment	29-06	06-07	13-07	20-07	27-07	03-08	10-08	17-08	24-08	31-08	07-09	14-09	TFI*	Reduction (%)
	Low risk period			High risk period										
Untreated <sup>a</sup>														
Standard <sup>b</sup>	RT	RT	RT	RT	RT	RT	RT	RT	RT	RT	RT	RT	12	-
Polyversum <sup>c</sup>	Pol	Pol	Pol	Pol	Pol	Pol	Pol	Pol	Pol	Pol	Pol	Pol	0	100
ChiProPlant <sup>d</sup>	Chi	Chi	Chi	Chi	Chi	Chi	Chi	Chi	Chi	Chi	Chi	Chi	0	100
IPM1 <sup>e</sup>	Pol	Pol	Pol	RT	RT	RT	RT	RT	RT	RT	RT	RT	6.75	44
IPM2 <sup>e</sup>	Chi	Chi	Chi	RT	RT	RT	RT	RT	RT	RT	RT	RT	6.75	44
IPM3 <sup>f</sup>	Pol	Pol	Pol	Pol+RT	Pol+RT	Pol+RT	Pol+RT	Pol+RT	Pol+RT	Pol+RT	Pol+RT	Pol+RT	6.75	44
IPM4 <sup>f</sup>	Chi	Chi	Chi	Chi+RT	Chi+RT	Chi+RT	Chi+RT	Chi+RT	Chi+RT	Chi+RT	Chi+RT	Chi+RT	6.75	44

<sup>a</sup>No fungicide was applied to control early blight in this treatment.

<sup>b</sup>Standard treatment, in which 0.5 l/ha Ranman Top (RT) (applied as Ranman Top, 160 gL<sup>-1</sup> Cyazofamid, Nordisk Akali®) at 7-day intervals.

<sup>c</sup>Stand-alone application of Polyversum (Pol) (*Pythium Oligandrum*) at rate of 200g/ha at a 7-day intervals.

<sup>d</sup>Stand-alone application of ChiProPlant (Chi) (*Chitosan hydrochloride*) at rate of 300g/ha at a 7-day intervals.

<sup>e</sup>Integrated pest management strategy (IPM), in which 200 g/l Polyversum (IPM1) or 300 g/l ChiProPlant (IPM2) was sprayed in low risk period and 75% fungicide (Ranman Top [0.375 l/ha]) is sprayed in high risk periods.

<sup>f</sup>Integrated pest management strategy (IPM), in which 200 g/l Polyversum (IPM3) or 300 g/l ChiProPlant (IPM4) was sprayed in low risk period and a mixture of 75% fungicide (0.375 l/ha Ranman Top) and 200 g/l Polyversum (IPM3) or 300 g/l ChiProPlant (IPM4) is sprayed in high risk periods.

\*Treatment frequency index (TFI). 0.5 l/ha RT corresponds to 1 TFI. Polyversum and ChiProPlant has a TFI of zero.

## Results

Late blight occurred in the untreated Kuras and Nofy. However, first symptoms of late blight was observed earlier in Kuras than in Nofy (Figure 4). Generally, the severity of late blight was higher in Kuras than Nofy at most assessment dates (Figure 4).

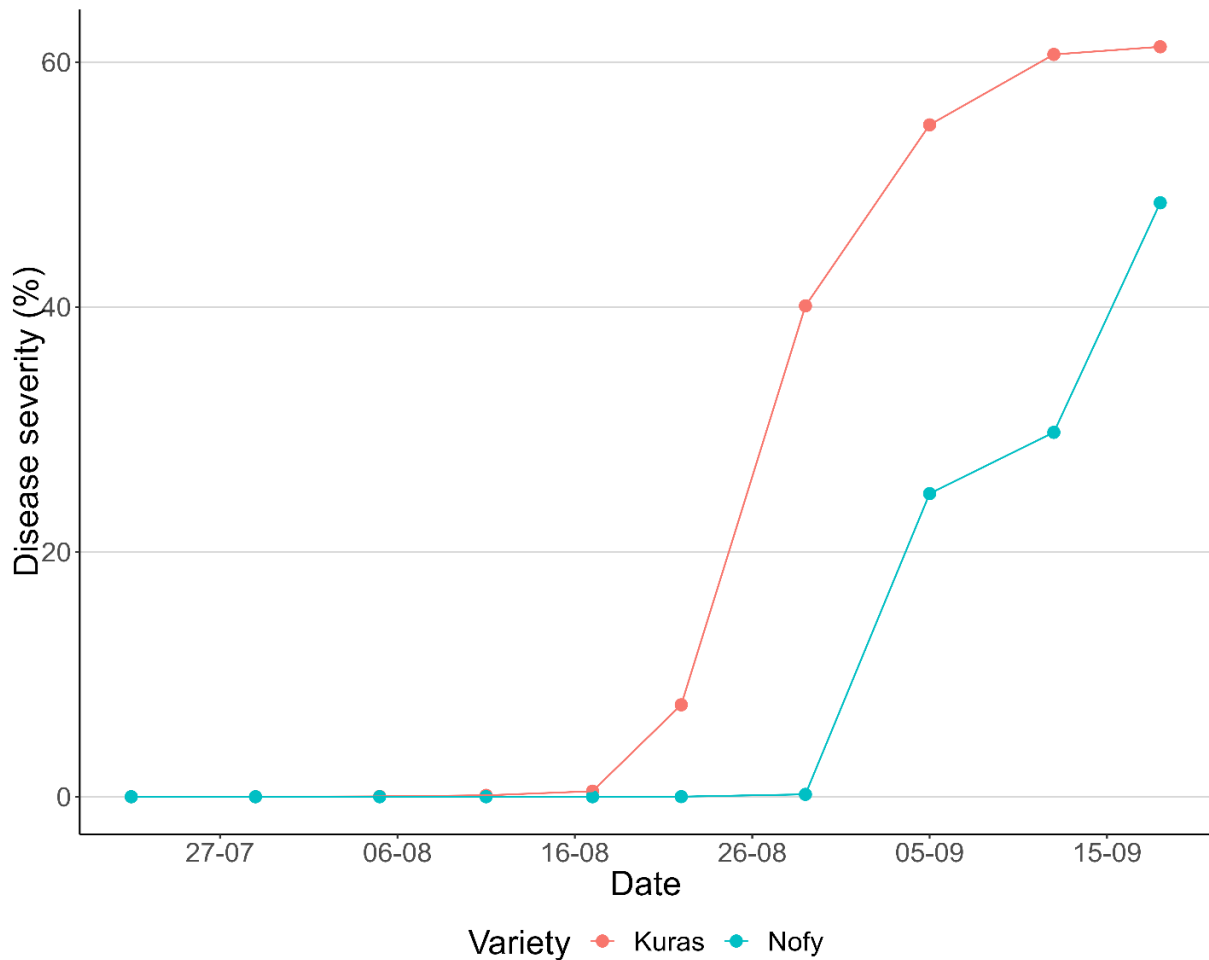


Figure 4. Late blight development in the untreated plots of Kuras and Nofy, AU Flakkebjerg, 2022.

### **Comparison of AUDPC in the treatment**

The effect of the treatments was strong in both varieties ( $p < 0.0001$ ). However, because of the strong effect of variety, we did a separate comparison for each variety. Figure 5 shows the AUDPC of the treatments in Kuras and Nofy. In Kuras, the untreated had the highest AUDPC, followed by Polyversum and ChiProPlant as standalone treatments (Figure 5). However, the differences between these treatments were not significant. In Nofy, however, the ChiProPlant and Polyversum had the highest AUDPC, which differed significantly from the untreated (Figure 5). In both varieties, the IPM and standard treatments significantly reduced the severity of late blight compared to the solo BCA/PRI and untreated (Figure 5). Moreover, the differences between the IPMs and standard treatments in both varieties were not significant. However, in Kuras, all IPM strategies had lower AUDPCs than the standard treatment, in which Ranman Top was applied every week.

# Kartoffelafgiftsfonden

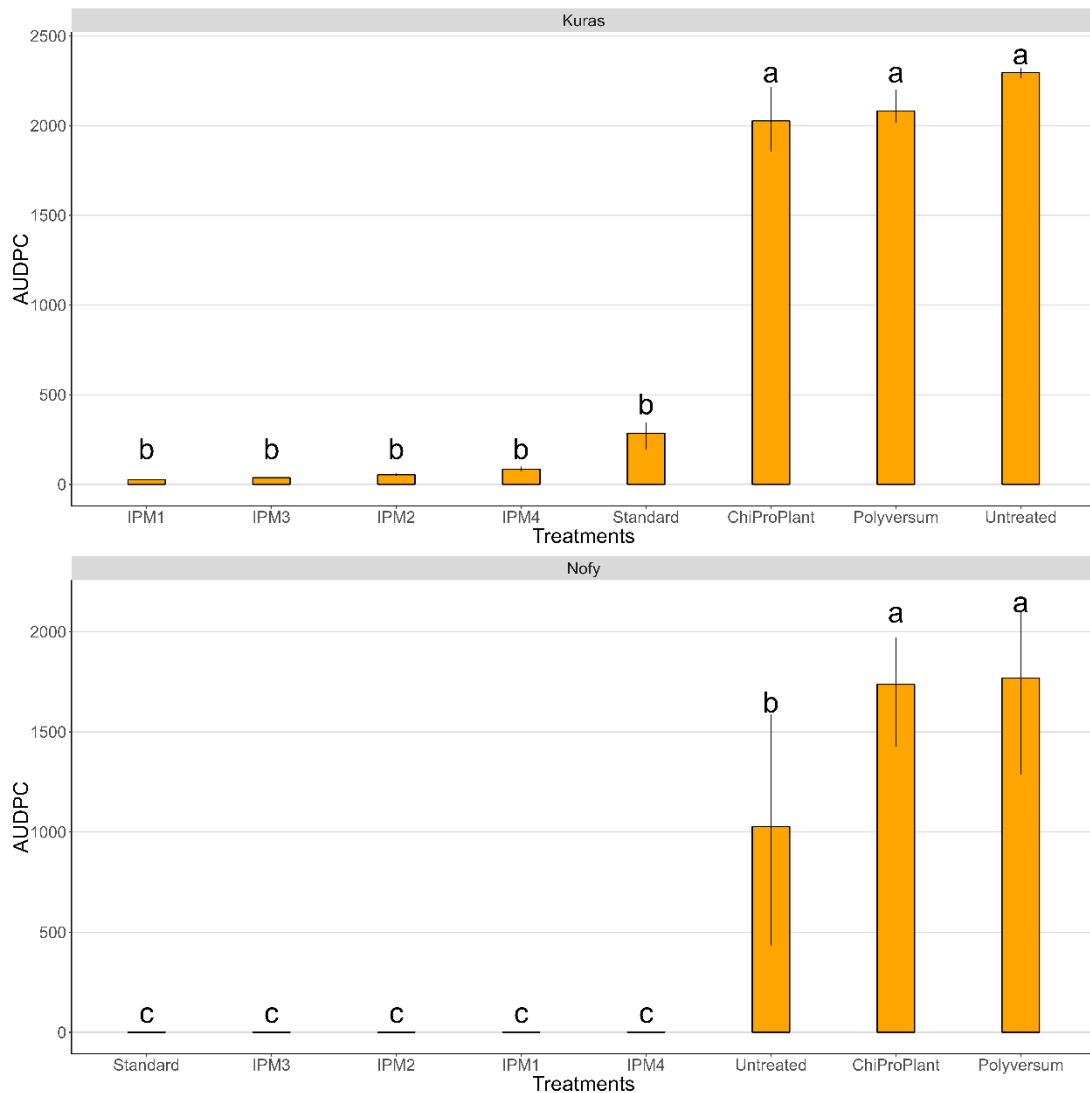


Figure 5. Bar chart showing the area under the disease progress curve (AUDPC) of the treatments for Kuras and Nofy. The vertical black lines on each bar is the bootstrapped confidence interval (95%). The letters on each bar indicate the significance of the treatment compared to the other treatments for AUDPC. Bars associated with the same letters are not statistically different and vice versa. Treatments were: (a) Untreated, in which no fungicide was applied to control late blight (*Phytophthora infestans*); (2) Standard treatment, in which either 0.5 l/ha Ranman Top (RT) (applied as Ranman Top, 160 gL<sup>-1</sup> cyazofamid, Nordisk Akali®) at 7-day intervals; (3) Polyversum, in which Polyversum (*Pythium oligandrum*) at rate of 200g/ha was applied at 7-day intervals; (4) ChiProPlant, in which ChiProPlant (*Chitosan hydrochloride*) was applied at rate of 300g/ha at 7-day intervals; (4) Integrated pest management strategy (IPM), in which 200 g/l Polyversum (IPM1) or 300 g/l ChiProPlant (IPM2) was sprayed in low risk period and 75% fungicide (Ranman Top [0.375 l/ha]) was sprayed in high risk periods; and (5) Integrated pest management strategy (IPM), in which 200 g/l Polyversum (IPM3) or 300 g/l ChiProPlant (IPM4) was sprayed in low risk period and a mixture of 75% fungicide (0.375 l/ha Ranman Top) and 200 g/l Polyversum (IPM3) or 300 g/l ChiProPlant (IPM4) was sprayed in high risk periods.

## ***Comparisons of the Starch yield in the treatments***

Starch yield was also significantly affected by treatment ( $p < 0.001$ ) in both varieties. In both varieties, the untreated had the lowest starch yield, whereas the IPM2 and Polyversum as a standalone treatment had the highest yield in Kuras and Nofy, respectively. In Nofy, the yield from the untreated was significantly different from all other treatments, whereas in Kuras the untreated was significantly different from all treatments, except for ChiProPlant and Polyversum as standalone treatments (Figure 6). Again, in Kuras, no significant differences were observed between the standard and the solo treatments of ChiProPlant and Polyversum, even though the standard treatment was higher than the Polyversum and ChiProPlant treatments. All IPM strategies recorded significantly higher yield than the solo treatments of either Polyversum or ChiProPlant, but not the standard treatment.



# Kartoffelafgiftsfonden

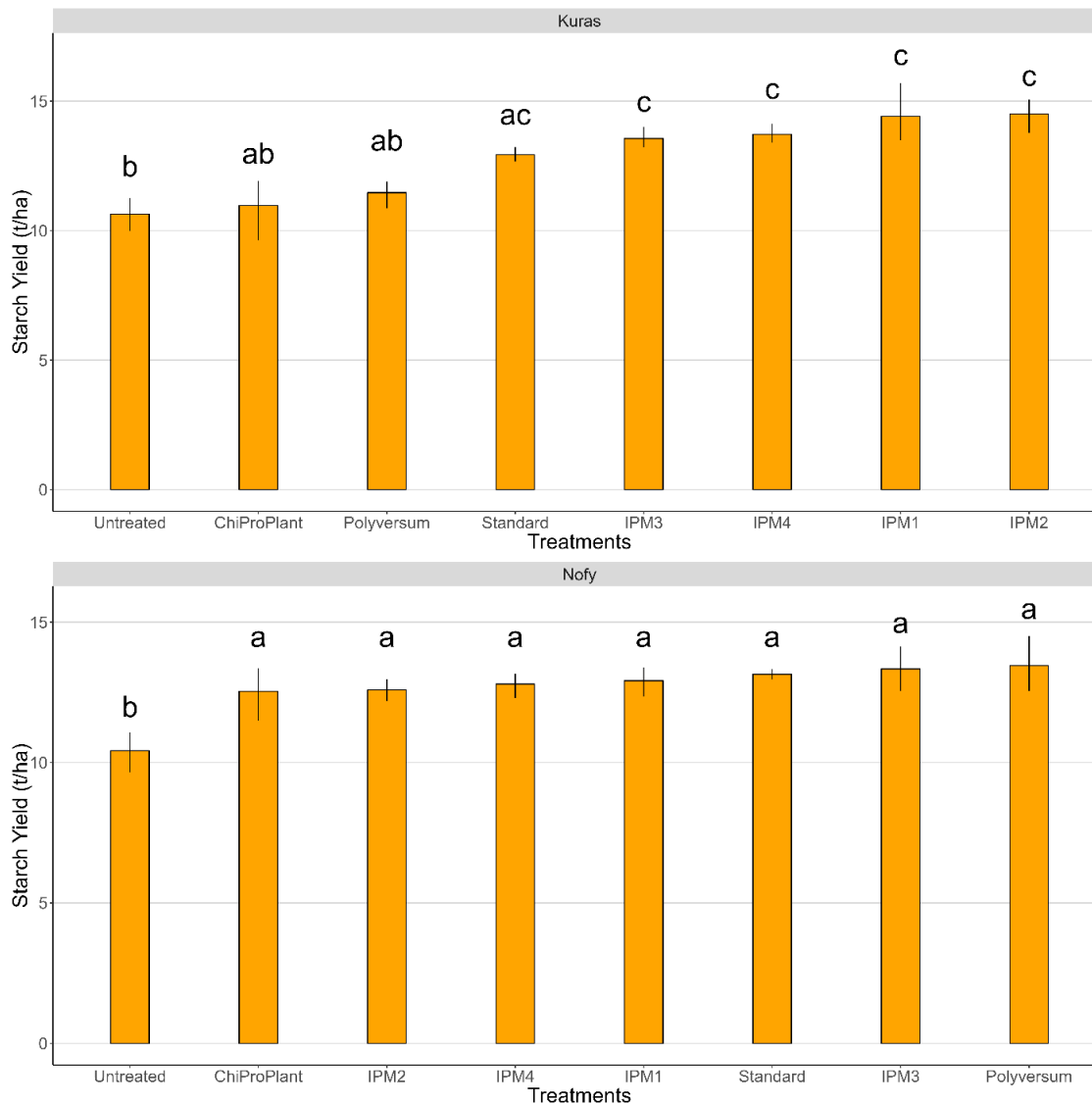


Figure 6. Bar chart showing the starch yield of the treatments for Kuras and Nofy. The vertical black lines on each bar is the bootstrapped confidence interval (95%). The letters on each bar indicate the significance of the treatment compared to the other treatments for AUDPC. Bars associated with the same letters are not statistically different and vice versa. Treatments were: (a) Untreated, in which no fungicide was applied to control late blight (*Phytophthora infestans*); (2) Standard treatment, in which either 0.5 l/ha Ranman Top (RT) (applied as Ranman Top, 160 gL<sup>-1</sup> cyazofamid, Nordisk Akali®) at 7-day intervals; (3) Polyversum, in which Polyversum (*Pythium oligandrum*) at rate of 200g/ha was applied at 7-day intervals; (4) ChiProPlant, in which ChiProPlant (*Chitosan hydrochloride*) was applied at a rate of 300g/ha at 7-day intervals; (4) Integrated pest management strategy (IPM), in which 200 g/l Polyversum (IPM1) or 300 g/l ChiProPlant (IPM2) was sprayed in low risk periods and 75% fungicide (Ranman Top [0.375 l/ha]) is sprayed in high risk periods; and (5) Integrated pest management strategy (IPM), in which 200 g/l Polyversum (IPM3) or 300 g/l ChiProPlant (IPM4) was sprayed in low risk periods and a mixture of 75% fungicide (0.375 l/ha Ranman Top) and 200 g/l Polyversum (IPM3) or 300 g/l ChiProPlant (IPM4) is sprayed in high risk periods.

## **Concluding remarks**

This study highlights the effect of BCAs and PRIs alone and in combination with reduced dosages of traditional fungicides. The effect of the BCAs/PRIs was dependent on variety, with Kuras showing a better effect than Nofy with the applied BCA/PRI. However, when integrated with fungicides, our results showed the possibility of significantly suppressing late blight attack with few fungicides without any yield penalty. We saved 44% in the IPM strategies and 100% in the standalone BCA/PRI treatments. In fact, our results showed higher yield returns, albeit not statistically significant, for tested IPM strategies compared to the standard treatment. The observation that the standard treatment, in which Ranman Top was applied every week, had a slightly higher disease level than the other IPM strategies in Kuras is noteworthy. The total results suggest that IPM strategies, which either apply fungicides in alternation with BCAs / PRIs or, as a mixture depending on the risk for late blight development, additionally may be a promising strategy to mitigate the development of fungicides resistance.

## 8. Projektets hovedresultater

Undersøgelserne i 2022 fremhæver effekten af Biological Control Agents (BCA'er) og Plant Resistance Inducers (PRI'er) alene og i kombination med reducerede doser af traditionelle fungicider. Effekten af BCA'erne og PRI'erne var afhængig af sorten, hvor effekten i Kuras viste en bedre effekt end i sorten Nofy. Men når de biologiske midler blev integreret med fungicider, viser vores resultater muligheden for signifikant at reducere skimmelangreb med en reduceret fungicidindsats og uden nedgang i udbyttet. I forsøget blev der sparet 44 % fungicid i IPM-strategierne og 100 % i de selvstændige BCA / PRI-behandlinger. Faktisk viste vores resultater højere udbytte, omend ikke statistisk signifikant, for testede IPM-strategier sammenlignet med standardbehandlingen. Observationen af, at standardbehandlingen, hvor Ranman Top blev anvendt hver uge, havde et lidt højere sygdomsniveau end de andre IPM-strategier i Kuras er bemærkelsesværdigt. De samlede resultater indikerer at IPM-strategier, som enten anvender fungicider alternerende med BCA'er / PRI'er eller, som en blanding, afhængigt af risikoen for udvikling af kartoffelskimmel, kan være en lovende strategi også i relation til at reducere risikoen for udvikling af fungicidresistens.

---

## 9. Offentliggørelse, formidling og videndeling

Vores resultater fra forsøgsåret 2022 vil blive publiceret i Applied Crop Protection, Maj 2023. Artiklen er accepteret for publicering, men der går en måned eller to før den er publiceret. Et sammendrag på dansk med de vigtigste resultater vil blive publiceret i næste nummer af fagbladet Danske Kartoffler.

Resultaterne vil også blive publiceret på hjemmesiden

<https://agro.au.dk/forskning/projekter/kartoffelafgiftsfonden/ipm-bekaempelse-af-kartoffelskimmel-iii>

---

## 10. Projektets forventede effekter

Vi ved, at de tilgængelige biologiske bekæmpelsesmidler ofte viser gode resultater i laboratoriet med kun en ubetydelig effekt under markforhold (sammenlignet med traditionelle fungicider). I projektet har vi testet om man kan anvende de biologiske midler i kombination med fungicider, hvor de biologiske midler anvendes i lavrisikoperioder beregnet med BlightManager DSS (valg af middel og timing). Forsøgene ved Flakkebjerg i 2022 viser meget lovende resultater i den retning. De viser også at der er en sorteffekt på hvordan og hvor godt midlerne virker. Sort\*biologisk virkemåde bør derfor undersøges nærmere. Vi har en tro på at yderligere arbejde med formuleringer og additiver til anvendelse af biologiske midler vil øge effekten. Forventningen til en effekt af biologiske midler er steget markant. Først med ratificeringen af EU's Farm to Fork strategi

# Kartoffelafgiftsfonden

og senest med tegn på udvikling af fungicidresistens mod mandipropamid (Revus) samt tilbagetrækning af godkendelsen af cyazofamid (Ranman).

---

## 11. Tilfredshed med projektets gennemførelse

I hvilken grad gælder det oplyste udsagn? Spørgsmålet henviser til helhedsopfattelsen af projektets forløb.

	Helt enig	Delvis enig	Delvis uenig	Helt uenig	Ved ikke
Projektets gennemførelse har været tilfredsstillende	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Uddybning af svaret